



ATS

YDINTEKNIikka

SISÄLTÖ

UUTTA YDINVOIMAA SUOMEEN

Suomi, energia ja sähkö	1
Puheenjohtajan palsta — Avauspuhe	
ATS:n vuosikokouksessa	2
Sähkön hankintasuunnitelma 1990-luvulla	2
Uutta ydinvoimaa, voimayhtiöiden	
valmiudet ja päätösaikataulu	6
BWR 90 — an Advanced Nuclear Power Plant	
for Finland	9
AEE tarjoaa VVER-1000 reaktorin Suomeen	13
The 1000 MW Pressurized Water Reactor	
of NPI	17
Loviisan Hästholmen seuraavan ydin-	
voimalaitoksen sijoituspaikkana	23
Olkiluoto seuraavan ydinvoimalaitoksen	
sijoituspaikkana	24
Suomalaisen rakentajan valmiudet ydin-	
voimalan rakentamiseen 1990-luvulla	26
Uusi ydinvoimala ei jää koulutuksesta	
kiinni	29
Säteilylaki ja ydinenergia	30
Hyvien energiapäätösten hedelmät syöty —	
uudet päätökset odottavat päättäjiä	32
Ydinvoimaloiden käyttö 1989	34
Suomalaiset ja energiapolitiikka 1989	36
Sihteerin sana — ATS-jäsenkyselyn	
tulokset 1989	39
Ytimekkäät	40
Lyhyesti maailmalta	45
English Abstracts	47

ATS

YDINTEKNIikka

1/90, vol. 19

JULKAISIJA

Suomen Atomiteknillinen Seura —
Atomtekniska Sällskapet i Finland r.y.

TOIMITUS

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

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

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

Toimitussihteeri
DI Pertti Salminen
VTT/YDI
PL 169, Lönnrotinkatu 37
00181 HELSINKI
P. 90-648931

JOHTOKUNTA

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

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

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

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

Rh DI Anna-Maija Kosonen
VTT/Metallilaboratorio
PL 26
02151 Espoo
P. 90-43566858

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

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

TOIMIHENKILÖT

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

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

Kansväl.yhteyks.siht.
DI Klaus Kilpi
VTT/Ydinvoimatekniikan lab.
Lönnrotinkatu 37
00180 Helsinki
P. 90-648931

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

Varatuomari Heikki Kolehmainen on Teollisuuden Sähköenergialiiton varatoimitusjohtaja, p. 90-694 3382.

*Heikki Kolehmainen,
Teollisuuden Sähköenergialiitto*



Suomi, energia ja sähkö

Ydinvoimakeskustelu on jälleen voimistumassa. Maamme sähköhuollosta vastaavat tahot edellyttävät, että ydinvoimakapasiteetin rakentamisesta tulisi päättää mahdollisimman pian, käytännössä heti eduskuntavaalien jälkeen, jotta kasvavan sähköntarpeen edellyttämä perusvoima voitaisiin turvata.

Perusvoimatuotannon rakentamista varten on käytettävissä ainoastaan kaksi vaihtoehtoa, kivihiihi ja ydinvoima. Muihin hankintavaihtoehtoihin, maakaasuun ja sähköntuontiin, ei voida turvautua, koska niiden saatavuuteen liittyy ainakin tällä hetkellä epävarmuustekijöitä. Ympäristönäkökohdat ja pitkän tähtäimen taloudellisuus puoltavat selvästi ydinvoiman rakentamista.

Vaikka äskettäin julkaistut mielipidetutkimukset osoittavatkin suhtautumisen ydinvoimaan palautuneen lähes Tshernobyliä aikaisempaan vaiheeseen, niin suuren yleisön usko ydinvoimaan on edelleen keskeinen ongelma.

Ajankohtaisen ja oikean tiedon antaminen perusvoimatilanteesta ja erityisesti ydinvoimasta on kuluvan vuoden aikana ensisijaisen tärkeitä, jotta maamme sähköhuollon turvaamiseksi voidaan tehdä oikeita ratkaisuja ottaen samalla huomioon yhä kiristyvät ympäristöön kohdistuvat vaatimukset.



ATS YDINTEKNIikka (19) 1/90

UUTTA YDINVOIMAA SUOMEEN

Vuoden 1990 numeroiden teemat ovat:

- No. 1 Uutta ydinvoimaa Suomeen
dead-line 31.1.
- No. 2 Ydintekniikan tutkimus
dead-line 30.4.
- No. 3 Ydinvoiman riskit
dead-line 31.8.
- No. 4 Ekskursion kohdema
dead-line 9.11.

Vuosikerran tilaushinta muilta kuin
ATS:n jäseniltä: 200 mk

Ilmoitushinnat: 1/1 sivua 1300 mk
1/2 sivua 800 mk
1/3 sivua 600 mk

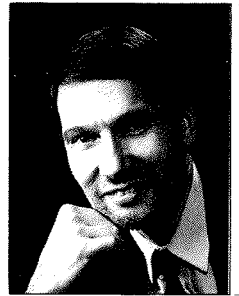
Toimituksen osoite:

ATS Ydintekniikka
c/o Pertti Salminen
VTT/YDI
Lönnrotinkatu 37
PL 169
00181 HELSINKI
p. 90-456 4481
telefax 90-455 0194

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

ISSN-0356-0473

Puheenjohtajan palsta — Avauspuhe ATS:n vuosikokouksessa



Hyvät naiset ja herrat!

Vaihteleva vuosi on jäänyt taakse. Moni asia on muuttunut mm. Euroopassa uskomattoman nopeasti, mikä sekä ilahduttaa että hämmentää. Muun muassa Itä-Euroopan ympäristötuhot ovat osoittautuneet valtaviksi.

Suomessa on tänä aikana jälleen tuotettu atomiytimen voimalla noin kolmasosa tarvittavasta sähköstä, turvallisesti ja ympäristöä rasittamatta. STUK on tutkinut tarkkaan ympäristövaikutuksia ja tiedottanut tuloksista asiallisesti ja runsaasti. Muussa tutkimustyössä on aherrettu määrätietoisesti.

Reaktoreitamme on varustettu turvallisemmiksi myös sydämen sulamisen varal-

ta ja entistä turvallisempien ydinvoimalaitosten kehitystyötä on jatkettu mm. naapurimaittemme kanssa. Otsikoihin on päästy kuitenkin lähinnä muista syistä.

Jo viime vuonna olisi pelkästään sähkön tuonnin korvaamiseksi sekä Loviisassa että Olkiluodossa tarvittu yksi (kolmas) voimalaitosyksikkö lisää. Kansainvälinen tiedotusmedia ja ydinvoiman hyväkin tarkoittavat vastustajat puhuvat hiilivoiman pussiin. Tämä nähtiin konkreettisesti viime vuonna, kun päätös Porin hiilivoimalaitoksesta jouduttiin tekemään ja ydinvoimayhtiökin joutui yleisön pyynnöstä nokeamaan nenäänsä.

ATS:n tieteellinen ja ammatillinen toiminta on täyttänyt tavoitteet, siitä kiitok-

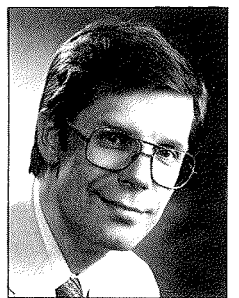
set toimihenkilöille ja jäsenistölle. Sen sijaan oikean tiedon levittäminen julkisuuteen on osoittautunut vaikeaksi. Muun muassa huomattavasti entistä useamman jäsenen kärsivällistä kirjoittelua ja muuta tiedotustoimintaa tarvitaan alkaneen vuoden muun aktiivisen toiminnan lisäksi.

ATS:n vuosikokouksessa 13.2.1990
Ilkka Mikkola

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

Harry Viheriävaara, STYV

Sähkön hankintasuunnitelma 1990-luvulla



Sähkön käyttö oli vuonna 1989 noin 59,7 miljardia kilowattituntia. Vuosikulutus on kasvanut vuodesta 1980 noin 20 miljardia kilowattituntia eli noin 5 prosenttia vuodessa. Sähkön käytön kehittymiseen on vaikuttanut voimakkaasti elinkeinoelämän pitkään jatkunut nousukausi ja sen ohella sähkön käyttökäytön kehittyminen sekä sähkön reaali-hinnan aleneminen. Sähkön kokonaistarpeeksi muodostuu vuonna 2000 noin 80 miljardia kilowattituntia. Kasvu on arvioiden mukaan hitaampi kuin mitä 1980-luvulla on koettu. Absoluuttinen kasvu on 1,8 miljardia kilowattituntia vuodessa ja suhteellinen kasvu 2,7 prosenttia vuodessa.

Seuraavassa selostettava arvio perustuu vakaana jatkuvaan talouselämän kehitykseen. Sähköä paljon käyttävälle teollisuudelle on muiden tekijöiden ohella tärkeää, että sähköä on saatavissa pääkilpailijamaihinnassa verrattuna kilpailukykyiseen, pitkällä aikavälillä vakaana säilyvään hintaan.

Teollisuuden sähkön tarve

Teollisuuden osuus koko sähkön käytöstä oli vuonna 1989 32 miljardia kilowattituntia eli runsaat 50 prosenttia.

Teollisuuden sähkön käytön kehittymiseen vaikuttavat erityisesti kemiallisen metsäteollisuuden tuotannon laajennukset. Tuotannon ennustetaan kasvavan nopeimmin selluteollisuudessa ja paino- ja kirjoituspaperiteollisuudessa. Sellun tuotannon kasvuun liittyy myös vastapaine-sähkön tuotannon kasvu. Myös kuumahierteen tuotanto kasvaa nopeasti. Metsäteollisuuden sähkön käyttö, joka oli vuonna 1989 19 miljardia kilowattituntia, on arvioiden mukaan vuonna 2000 25 miljardia kilowattituntia.

Kemian teollisuuden sähkön käytöstä kol-

mannes liittyy metsäteollisuuden valkaisu-kemikaalien valmistukseen. Muita merkittäviä sähkön käyttäjiä ovat öljynjalostus, petrokemian teollisuus ja lannoitteiden valmistus. Kemian teollisuuden sähkön käyttöä arvioidaan vuonna 2000 5 miljardia kilowattituntia. Vuonna 1989 kemian teollisuus käytti runsaat 4 miljardia kilowattituntia.

Metalliteollisuus sisältää metallien valmistuksen sekä metalli- ja konepajatuotteiden valmistuksen. Sähkön käyttöä arvioidaan vuonna 2000 runsaat 6 miljardia kilowattituntia, kun se vuonna 1989 oli noin 5 miljardia kilowattituntia.

Muun teollisuuden sähkön käyttöä arvioidaan vuonna 2000 runsaat 4 miljardia kilowattituntia.

Asumisen ja palveluiden sähkön tarve

Kotitalouksien ja muu asumiseen liittyvä sähkön käyttö on kasvanut voimakkaasti viime vuosina. Kasvuun ovat vaikuttaneet vilkas asuntotuotanto sekä kotitalouskojeiden myynnin kasvu. Kasvun arvioidaan

tulevaisuudessa hidastuvan. Kotitalouskojeiden yleisyysaste on meillä korkea, joskin esimerkiksi loma-asuntojen varustetasoa parannetaan hyvin voimakkaasti. Uudet kojeet, joita perheet hankkivat käyttöönsä, tarvitsevat vähemmän sähköä kuin vanhat laitteet. Asuntojen sähkön käyttöksi arvioidaan vuonna 2000 lähes 12 miljardia kilowattituntia sen oltua vuonna 1989 vajaat 9 miljardia kilowattituntia.

Sähkölämmityksen suosio on pysynyt viime aikoina vakaana. Öljyn hinnan laskusta huolimatta sähkön käyttö asuinrakennusten lämmityksessä on lisääntynyt aikaisempia arvioita nopeammin. Sähköä käytetään myös palvelurakennusten lämmityksessä. Vuonna 2000 lämmityssähkön kulutuksen arvioidaan nousevan noin 10 miljardiin kilowattituntiin vuoden 1989 arvosta vajaat 6 miljardia kilowattituntia.

Nopea talouskasvu näkyy nopeana kehityksenä myös palveluissa. Palvelurakennusten tuotanto on kasvanut ja jatkunee voimakkaana myös lähivuosina. Sähkön tarve kasvaa vuoden 1989 arvosta noin 9 miljardia kilowattituntia noin 12 miljardiin kilowattituntiin vuonna 2000.

Liikenteen, maataloustuotannon ja rakennustoiminnan sähkön kulutukseksi arvioidaan noin 1,5 miljardia kilowattituntia.

Sähkön hankintajärjestelmän kehittäminen

Sähkön hankintajärjestelmän kehittämisessä on keskeisimpänä tavoitteena sähkön saannin turvaaminen taloudellisesti. Koska omat polttoainevarat ovat rajoitetut, etusijalla ovat ratkaisut, joissa polttoainekustannukset ja niihin liittyvä tulevaisuuden riski jäävät mahdollisimman pieniksi. Polttoaineiden hankinta tulee paitsi kilpailunäkökohtien myös varmuussyiden vuoksi voida hajauttaa keskenään riippumattomiin kohteisiin. On otettava huomioon myös ympäristön kannalta asetetut perustellut vaatimukset huolehtien samalla siitä, että edellytykset järkevään tuotantotoimintaan säilyvät.

Sähkötuoantoon toimii parhaimmalla tavalla, kun voimalaitosten rakentamisesta ja käyttämisestä syntyvät kokonaiskustannukset ovat mahdollisimman alhaiset. Tähän päästään rakentamalla perusvoiman tuotantoon ja lyhytaikaisten huippukausien tuotantoon tarkoitettuja voima-

laitoksia sopivassa käyttötarpeen edellyttämässä suhteessa. Uudet laitokset tulee ajoittaa sähkön käytön kasvuun nähden sopivasti.

Ydinvoima on perusvoiman tuotannossa kokonaiskustannuksiltaan jonkin verran edullisempi kuin hiilivoima, joskaan erot eivät ole suuret. Ydinvoiman kokonaiskustannuksista varsinaisen raaka-aineen, uraanin, osuus on vain viisi prosenttia. Tästä johtuen ydinvoima on polttoaineiden hintavaihtelujen suhteen stabiilimpi kuin hiilivoima, jonka kokonaiskustannuksista polttoaineen osuus on noin puolet.

Sekä uraanin että hiilen saantinäkymät ovat vakaat. Keskenään kilpailevia toimittajia on valittavissa useita. Ympäristövaatimusten edellyttämä siirtyminen vähärikkisiin hiililatuuihin nostanee kuitenkin näiden laatuju hintatasoa.

Maakaasun osalta meillä on toisin kuin uraanilla ja hiilellä toistaiseksi vain yksi toimittaja. Kaasua tai sen varapolttoainetta ei varastoida pitkäaikaisten häiriöiden varalle. Tässä sähkönhankintasuunnitelmassa onkin lähdetty siitä, että maakaasun osuus rajoittuu kilpailu- ja varmuussyistä toistaiseksi muuta polttoaineita täydentäväksi. Mahdollista on, että hankintamahdollisuuksia avautuu tulevaisuudessa useampia. Tällaisia voivat tarjota esimerkiksi pohjoismaisten kaasuverkkojen yhdistäminen ja nesteytetyn maakaasun hankinta.

Osa sähkön tarpeesta voidaan peittää sekä sähköä että lämpöä tuottavilla laitoksilla. Niitä voidaan rakentaa yhdyskunnissa kaukolämmityksen yhteyteen ja teollisuusyrityksissä paljon lämpöä tarvitsevien tuotantoprosessien yhteyteen.

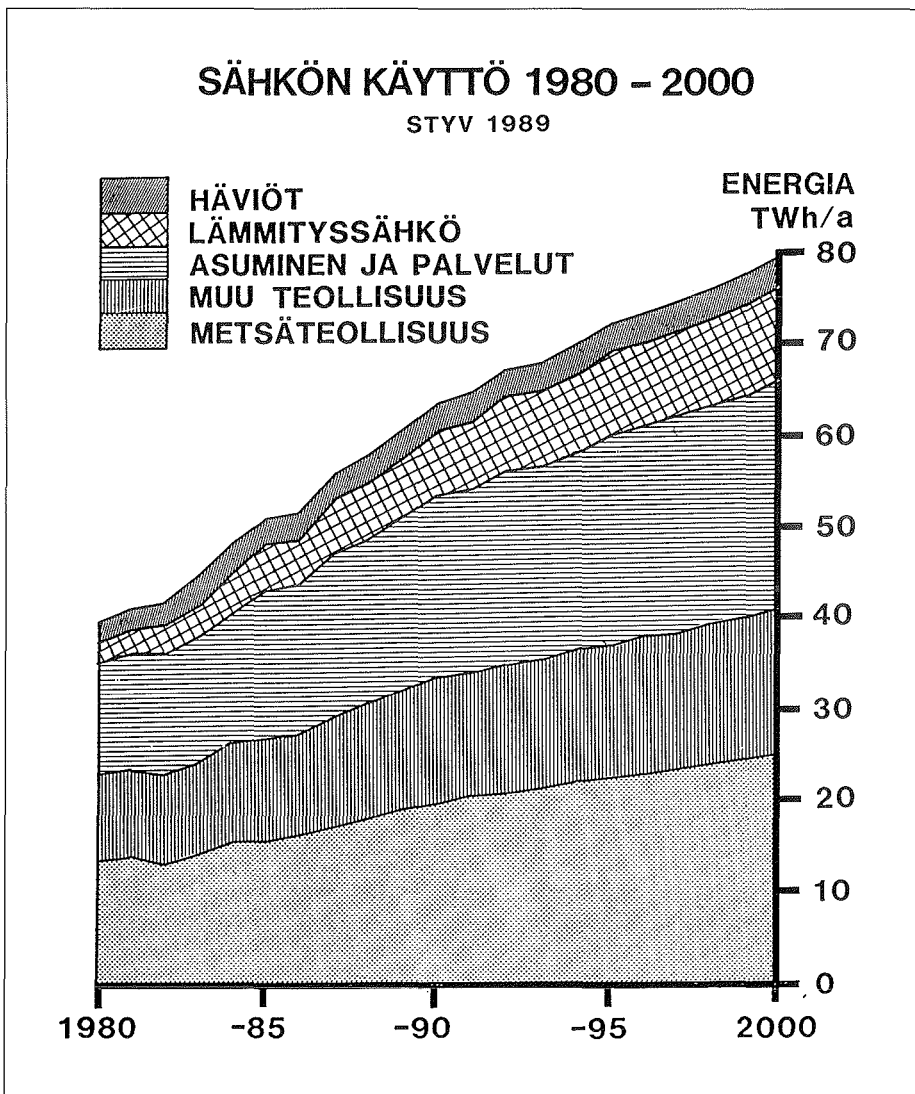
Lämmitysvoimalaitosten rakentamismahdollisuudet riippuvat ensi kädessä kaukolämmityksen kehittymisestä. Lämmitysvoimalaitokset ovat tuotantokustannuksiltaan kilpailukykyisiä varsin laajalla ko-koalueella, kun laitoksilla on riittävä lämpökuorma. Pienet, kiinteää polttoainetta käyttävät laitokset eivät ole kuitenkaan taloudellisia, vaan niitä joudutaan tukemaan.

Metästeollisuusyritykset ja kemian teollisuuden yritykset tuottavat myös sähköä teollisuusprosessien tarvitseman höyryn ohella. Tuotannon lisäämismahdollisuudet riippuvat lähinnä sellantuotannon kasvusta.

Sähkön tuotantokapasiteetin tarve

Sähkön tuotannossa ylläpidetään korkeaa toimitusvarmuutta. Lämpövoimalaitosten häiriöiden ja sähkön tarve-ennusteeseen liittyvien epävarmuustekijöiden varalta tarvitaan varavoimakapasiteettia noin 14 prosenttia arvioidun kulutushuipun lisäksi.

Sähkön tuotantokyky tarkistetaan erikseen poikkeuksellisia tilanteita varten. Esimerkiksi vesivoiman tuotanto jää kui-



van vuoden tilanteessa huomattavasti alle keskimääräisen vuosituotannon. Lämpövoiman tuotannolla on tällöin pystyttävä korvaamaan vesivoiman tuotannon aleneminen. Myös sähkön tarvearvion suhteen on tehtävä herkkyystarkasteluja.

Voimalaitoskapasiteetin lisäykset tapahtuvat portaittain. Uusien voimalaitosten ajoittumiseen vaikuttavat tuotantokapasiteetin rakenteen optimoinnin ohella myös erilaiset epävarmuustekijät. Näistä syistä johtuen voimalaitosten rakennusohjelman mukainen kokonaiskapasiteetti vain poikkeuksellisesti vastaa teoreettisen varavoimatarpeen mukaan laskettua kapasiteetin tarvetta.

Tuotantokapasiteetin kokonaistarve kasvaa noin 15900 megawattiin vuonna 2000. Tuotantokapasiteettiä oli vuoden 1989 alussa 12730 megawattia. Lisästarve nykyiseen kapasiteettiin on 3200 megawattia. Tuontisopimusten päättymisestä, pääosin vuosikymmenen lopulla syntyvä lisästarve edelliseen on 1300 megawattia. Arvioidut lauhdutusvoimalaitosten poistumat ovat runsaat 300 megawattia. Uutta kapasiteettiä tarvitaan vuoteen 2000 mennessä siis noin 4800 megawattia.

Suunnitelmaa laadittaessa eräät avoimena olleet ympäristövaatimukset saattavat kuitenkin aiheuttaa tuotantokapasiteetin lisäämistarvetta nyt suunniteltua enemmän.

Rakenteilla ja suunnitteilla oleva voimalaitoskapasiteetti

Voimalaitoskapasiteetti kasvoi vuonna 1989 770 megawattilla. Voimalaitoskapasiteetin lisäykset koostuivat seuraavasti:

vesivoima	20 MW
teollisuuden prosessivoima	50 MW
lämmitysvoima	287 MW
lauhdutusvoima	404 MW

Sähkönhankintakapasiteetti vuoden 1990 alussa oli 13500 megawattia, josta sähkön tuontiteho oli 1600 megawattia.

Taulukko 2. Sähkönhankintakapasiteetti 1.1.1990 (MW)

Vesivoima	2090
Teollisuuden prosessivoima	1210
Lämmitysvoima	2120
Ydinvoima	2310
Tavanomainen lauhdutusvoima	2840
Huippuvoima	1330
Tuonti	1600
Yhteensä	13500

Rakenteilla, vv. 1990—93 valmistuvaa voimalaitoskapasiteettiä on 1263 megawattia. Poriin rakennettavasta 550 megawatin voimalaitoksesta, joka sisältyy edellä esitettyyn summaan, on hiljattain tehty päätökset. Laitos valmistuu syksyllä 1993. Rakenteilla oleva kapasiteetti ja kaantuu seuraavasti (suluissa nettolisäys):

vesivoima	40	MW
teollisuuden prosessivoima	314 (110)	MW
lämmitysvoima	359 (335)	MW
lauhdutusvoima	550	MW

Rakenteilla olevasta kapasiteetista syntyvä nettolisäys on noin 1030 megawattia, kun otetaan huomioon kaukolämpöprosesseista ja teollisuusprosesseista johtuvat rajoitukset.

STYV:lle esitettyjen suunnitelmien perusteella on arvioitu, että pääosin vuosikymmenen lopulla rakennetaan lisäksi (poistumat ja prosessitekniset rajoitukset huomioonottaen)

vesivoima	119	MW
teollisuuden prosessivoima	194	MW
lämmitysvoima	375	MW
yhteensä	690	MW

Sähkön tuonti

Imatran Voima Oy tuo sähköä Ruotsista ja Neuvostoliitosta. Teollisuuden Voimansiirto Oy on hiljattain sopinut sähkön tuonnista Neuvostoliitosta lähivuosina ja neuvottelee tuonnin jatkamisesta. Suunnitelmien mukaan kokonaistuonti on korkeimmillaan 1650 megawattia vuonna 1994. Suunnitellulla kapasiteetilla tuotava energia on vastaavasti lähes 8 miljardia kilowattituntia. Vuodesta 1995 vuoteen 1999 tuonti on 1200 megawattia ja 6,5 miljardia kilowattituntia vuodessa. Vuonna 2000 tuonti on 300 megawattia ja kaksi miljardia kilowattituntia.

Voimalaitosten rakentamistarve

Uusien perusvoimalaitosten tarpeen määrää energian tarpeen kasvu ja edellä esitettyjen hankkeiden mukainen lisätuotanto. Vuodesta 1990 vuoteen 1995 vuotuista tuotantokykyä on lisättävä noin yhdeksällä miljardilla kilowattitunnilla. Näin päädytään seuraavaan arvioon:

Energiantarpeen kasvu 1990...95	9	mrd kWh
Vesivoimatuotannon kasvu	0,4	mrd kWh
Teollisuuden prosessivoiman tuotannon kasvu	1,5	mrd kWh
Lämmitysvoiman tuotannon kasvu	1,2	mrd kWh
Tuonnin kasvu	2,3	mrd kWh
Lauhutusvoimatuotannon kasvu	3,6	mrd kWh

Lauhutusvoiman lisäys voidaan vuoteen 1995 asti tuottaa Poriin valmistuvalla 550 MW yksiköllä. Edellytyksenä on kuitenkin, etteivät ympäristövaatimukset aiheuta merkittävää tuotantokyvyn vähene- mistä nykyisissä voimalaitoksissa. Perusvoiman lisäksi voidaan tarvita myös huippu- ja varavoimakapasiteettiä.

Vuodesta 1995 vuoteen 2000 tuotantokyvyn lisäyksen tulee kattaa sekä energiantarpeen kasvu, seitsemän miljardia kilowattituntia, että tuontisopimuksen päättymisestä johtuva vähennys vuonna 2000, 4,5 miljardia kilowattituntia.

Lisästarve 1990-luvun loppupuolella on seuraava:

Energiantarpeen kasvu 1995...2000	7	mrd kWh
Tuontisopimusten päättymisestä seuraava lisästarve	4,5	mrd kWh
Vesivoimatuotannon kasvu	0,1	mrd kWh
Teollisuuden prosessivoiman tuotannon kasvu	0,6	mrd kWh
Lämmitysvoiman tuotannon kasvu	1,1	mrd kWh
Lauhutusvoiman tarve	10	mrd kWh

Suunnitelmassa lähdetään siitä, että perusvoiman lisästarve 1990-luvun lopulla voidaan tuottaa rakentamalla 1000 MW ydinvoimalaitos. Edellytyksenä on, että eduskunnan periaatepäätös asiasta voidaan tehdä jo vuonna 1991. Laitos valmistuisi vv. 1998...99.

Taulukko 1. Vuoden 1989 aikana valmistuneet voimalaitokset (MW)

Vesivoima			
Imatran Voima Oy	Tainionkoski	18	
Etelä-Suomen Voima Oy	Strömsberg	0,5	
Teollisuuden prosessivoima			
Neste Oy	Porvoo	40	
Kemira Oy	Oulu	10	
Lämmitysvoima			
Vantaan Sähkölaitos Oy	Vantaa	70	
Kainuun Voima Oy	Kajaani	81	
Espoon Sähkö Oy	Espoo	48	
Imatran Voima Oy	Vanaja	43	
Imatran Voima Oy	Hyvinkää	41	
Keravan energialaitos	Kerava	4,2	
Lauhutusvoima			
Pohjolan Voima Oy	Kristiina	250	
Imatran Voima Oy	Haapavesi	154	

Taulukko 3. Rakenteilla olevat ja päätetyt kapasiteetin lisäykset (MW)

Vesivoima			
1990	Nurmeksen Sähkö Oy	Kuokkastenkoski	1,5
	Kemijoki Oy	Kokkosniva	25
1992	Kymmene Oy	Voikkaa	13
Teollisuuden prosessivoima			
1990	Enso-Gutzeit Oy	Varkaus	22,3
1991	Kymmene Oy	Pietarsaari	35,9
	Kymmene Oy	Kaukas	77
	Yht. Paperitehtaat Oy	Kaipola	19
1992	Enso-Gutzeit Oy	Uimaharju	80
1993	Enso-Gutzeit Oy	Kaukopää	80
Lämmitysvoima			
1990	Helsingin kaupungin energialaitos	Helsinki	158
	Vaskiluodon Voima Oy	Seinäjoki	120
	Mikkelin energialaitos	Mikkeli	26
	Lahden energialaitos	Lahti	4,5
	Imatran Voima Oy	Järvenpää	7
1991	Porvoon kaupungin energialaitos	Porvoo	8
	Porin Lämpövoima Oy	Pori	35
Lauhdutusvoima			
1993	Imatran Voima Oy	Meri-Pori	550

Ennen ydinvoimalaitoksen valmistumista tarvitaan myös muuta perusvoimakapasiteettia. Kysymykseen tulee todennäköisesti hiileen perustuvan lauhdutusvoiman lisääminen noin 500 megawattilla. Lisäys voidaan toteuttaa yhtenä tai kahtena yksikkönä tai myös lauhdutusvoima vastapainevoimalaitosten yhteyteen. Tämän kapasiteetin tulisi valmistua toteutusvaihtoehdosta riippuen vuosina 1995...97. Rakentamispäätös tulisi näillä näkymin ajankohtaiseksi vuonna 1991.

Koko tuotannon taloudellisuuden kannalta on edullista, mikäli lauhdutusvoimalaitoksia koskevat päätökset tai osa niistä voidaan tehdä ydinvoimalaitoksen periaatepäätöksen jälkeen. Laitokset voidaan siten suunnitella optimaalisesti niiden tulevaa käyttöä silmälläpitäen.

Huippu- ja varavoiman tarve

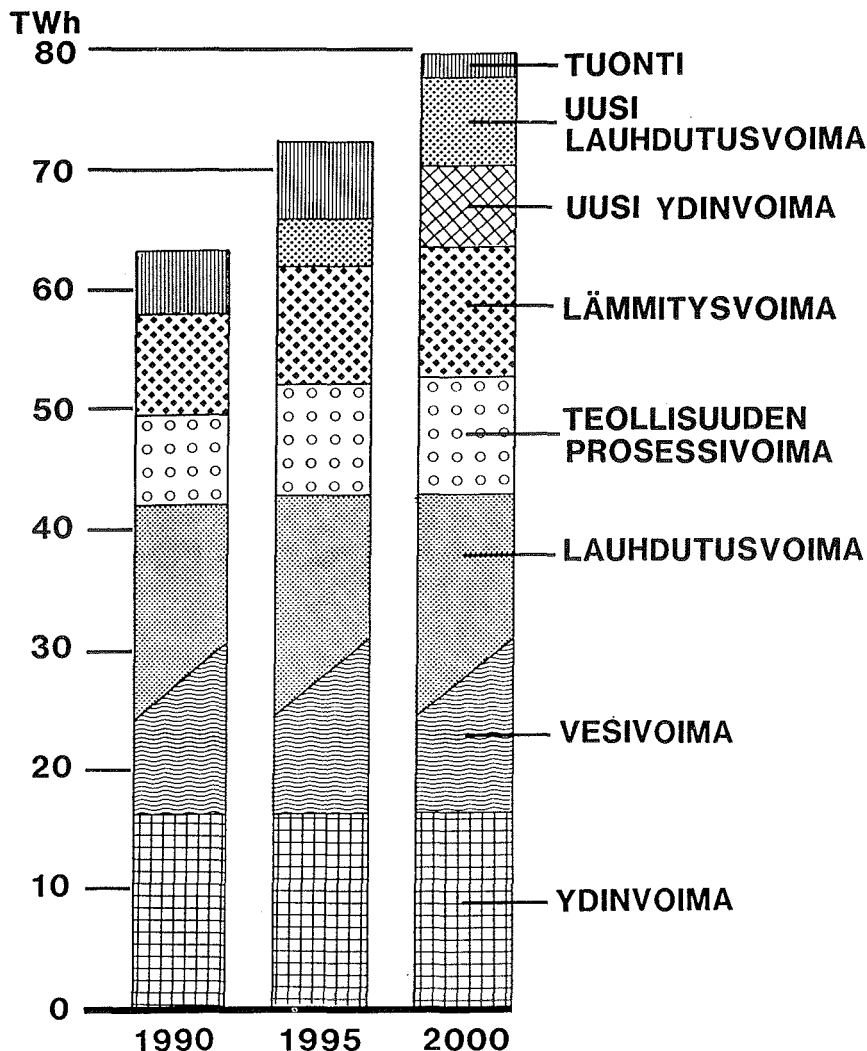
Perusvoimalaitosten ohella tarvitaan myös huippu- ja varavoimakäyttöön sopivaa kapasiteettia yhteensä noin 800 megawattia. Tähän ryhmään kuuluvat voimalaitokset voidaan tarvittaessa rakentaa nopeasti, minkä vuoksi ne voidaan sisällyttää rakennusohjelmaan lähempänä todellista tarveajankohtaa.

Sähkentuottajien välisillä lyhytaikaisilla sopimuksilla varmistetaan lisäksi kulloinkin käytössä olevan kapasiteetin mahdollisimman korkea käyttöaste.

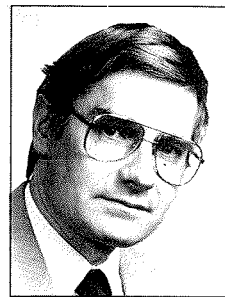
Ympäristövaatimusten vaikutus

Rikki- ja typpipäästöjen vähentäminen joko puhdistuslaitteilla tai polttoteknisin keinoin johtaa olemassa olevissa laitoksissa nimellistehon alentumiseen nykyisestään. Tämä on otettu huomioon hankintasuunnitelman laatimisessa. Eräissä laitoksissa ryhdytään käyttämään parempilaatuista polttoainetta, mikä nostaa polttoainekustannuksia. □

SÄHKÖN TUOTANNON LISÄÄMINEN



DI Harry Viheriävaara Sähköntuottajien yhteistyövaltuuskunnan pääsihteeri, p. 90-648 435.



Uutta ydinvoimaa, voimayhtiöiden valmiudet ja päätösaikataulu

Uuden voimalaitoksen rakentaminen on niin mittava ja monivaiheinen hanke, että suomalaiset ydinvoimayhtiöt kokivat yhteistyön välttämättömäksi jo 1980-luvun alussa. Vuoden 1986 alussa Imatran Voima Oy:n ja Teollisuuden Voima Oy:n perustama Perusvoima Oy toimii tämän yhteistyön kanavoijana ja toteuttajana. Perusvoiman takana on 65 % Suomen sähköntuotannosta. Sähkön kulutuksen ja kulutusennusteiden kasvaessa uuden perusvoimalaitoksen tarve on ollut ilmeinen koko 1980-luvun. Ydinvoimapäätöksen lykkäytyessä on turvauduttu muihin ratkaisuihin, sähkön tuontiin ja fossiilisiin polttoaineisiin. Kaiken aikaa on tehty ydinvoimalaitosvaihtoehtojen soveltuvuustutkimuksia ja selvitetty eri hankevaihtoehtoja niin, että liikkeellelähtövalmius on olemassa heti, jos päätöksiä saadaan aikaan. Tällä hetkellä varaudutaan ydinvoimahankkeen käynnistämiseen maaliskuun 1991 eduskuntavaalien jälkeen. Valmisteltavina vaihtoehtoina ovat ruotsalaisen BWR 90-konseptin iso ja pieni versio, neuvostoliittolainen VVER-1000 ja ranskalais-saksalainen NPI-1000.

Suomessa on hyvät kokemukset ydinvoiman rakentamisesta ja käyttämisestä. Kokemukset kattavat suurten kansainvälisten hankintasopimusten hallinnan ja tiukkojen länsimaisten turvallisuusvaatimusten soveltamisen alunperin erityyppisiin laitoksiin. Sekä Loviisan että Olkiluodon laitosten käyttöasteet ovat korkeat, säteilyrasitukset alhaiset ja polttoainenvaihtoseisokit lyhyet. Laitosten polttoainehuolto on onnistuttu hoitamaan tyydyttävästi erilaisilla tavoilla, Loviisassa

kokonaisratkaisuna ja Olkiluodossa erillistoimituksin. Ydinjätehuolto on myös ratkaistu laitoskohtaisesti erilaisin tavoin. Loviisan käytetty polttoaine toimitetaan Neuvostoliittoon, Olkiluodon käytetylle polttoaineelle on pitkäjänteinen toimintaohjelma, jota toteutetaan valtioneuvoston periaatepäätöksen mukaisesti. Voimalaitosjätteet hoidetaan laitospaikoilla jätteiden kertymisen ja huoltotarpeen mukaisesti.

Uudelle ydinvoimalle antavat Suomen tähänastiset kokemukset kiinteän pohjan. On osaamista ja vaihtoehtoja.

Sähköä tarvitaan lisää

Kukaan ei rakenna huvikseen ydinvoimalaitoksia. Perustan uudelle ydinvoimalle luovat sähkönkulutusennusteet ja ympäristösuojeluvaatimukset. Vuonna 1980 Suomessa kulutettiin sähköä noin 40 TWh. Viime vuonna (1989) kulutus oli jo lähes 60 TWh. Ennusteiden mukaan vuonna 2000 käytettäisiin jo lähes 80 TWh. Kasvu pienenee prosentuaalisesti mutta ei taitu kokonaan. Usean vuoden kasvun ainekset ovat jo olemassa. Niitä ovat kansantalouden kasvuvaatimukset ja niihin liittyvät teollisuuden investoinnit sekä asuinrakentaminen. Helpoimmat säästötoimet on jo käytetty, muut purevat vasta pitkän ajan päästä. On arvioitu, että sähkönkulutus saattaa kääntyä laskuun vuosina 2010–2020. Samoihin aikoihin poistunee vanhoja voimalaitoksia käytöstä tiiviiseen tahtiin.

Kulutuksen kasvaessa ydinvoiman osuus sähkön hankinnasta pienenee. Vuonna 1989 ydinvoimalla tuotettiin 18 TWh, mikä oli noin 30 % kulutuksesta. Huippuarvo oli 1980-luvun alussa lähes 40 %. Voimalaitosten käyttökertoimien painotettu keskiarvo oli vuonna 1989 lähes 90 %. Jos vuoteen 2000 mennessä ei saada käyttöön uutta ydinvoimalaitosta, putoaa ydinvoiman osuus runsaaseen 20 %:iin eli selvästi alle eurooppalaisen keskiarvon. 1000 MW:n ydinvoimakapasiteetin lisäys nostaisi osuuden noin 29 %:iin. Ennusteissa on oletettu taloudellisten laskelmien tapaan ydinvoimalaitosten vuotuiseksi käyttöajaksi 7000 h eli käyttökertoimeksi 80 %. Joka tapauksessa ydinvoiman osuuden suunnilleen nykyisenä säilyttäminen vaatisi uuden 1000 MW:n laitoksen vuoteen 2000 mennessä. Lisäksi on arvioitu, että noin 40 %:n ydinvoimaosuus olisi varsin optimaalinen, kun kuorman pysyvyyssjakautuma otetaan huomioon.

Energiavaihtoehdot vähissä

Kivihiili on 1990-luvun lopussa valmistuvan peruskuormaa tuottavan laitoksen ainoa todellinen vaihtoehto ydinvoimalle. Voimayhtiöt pitävät maakaasua mahdollisena ratkaisuna vasta myöhemmin 2000-luvulla. Ennen kuin maakaasu tulee todelliseksi vaihtoehdoksi, on selvítettävä uusien putkien rakentaminen ja uudet kentät, esimerkiksi Norjan kenttien käyttö tai Barentsin meren esiintymien hyödyntäminen. Nykyisen putken kapasiteetti ei riitä, jos ajatellaan 1000 MW:n peruskuorman tuotantoa. Toimitusvarmuus vaatisi myös lisäputken, ennen kuin kaasun varaan voitaisi perusvoiman tuotantoa laskea.

Perusvoima toimii

Varsinaisen toteutuspäätöksen puuttuessa Perusvoima panostaa ydinvoimaratkaisun yleisten edellytysten selvittämiseen, informaatiotointaan, maailmanmarkkinoiden seurantaan, laitosvaihtoehtojen ylläpitämiseen ja kehitykseen sekä asiantuntemuksen ylläpitoon ja kehittämiseen. Perusvoima toimii pienellä henkilökunnalla.

Teknillinen selvitystyö tehdään tutkimus- ja kehitystyönä Imatran Voimassa ja Teollisuuden Voimassa. Kustannukset jaetaan puoliksi ja tulokset ovat yhteisiä. Vuosittain laaditaan teknilliset työohjelmat työtä ohjaamaan. Perusvoima toimii yhteistyön katalysaattorina ja koordinoijana.

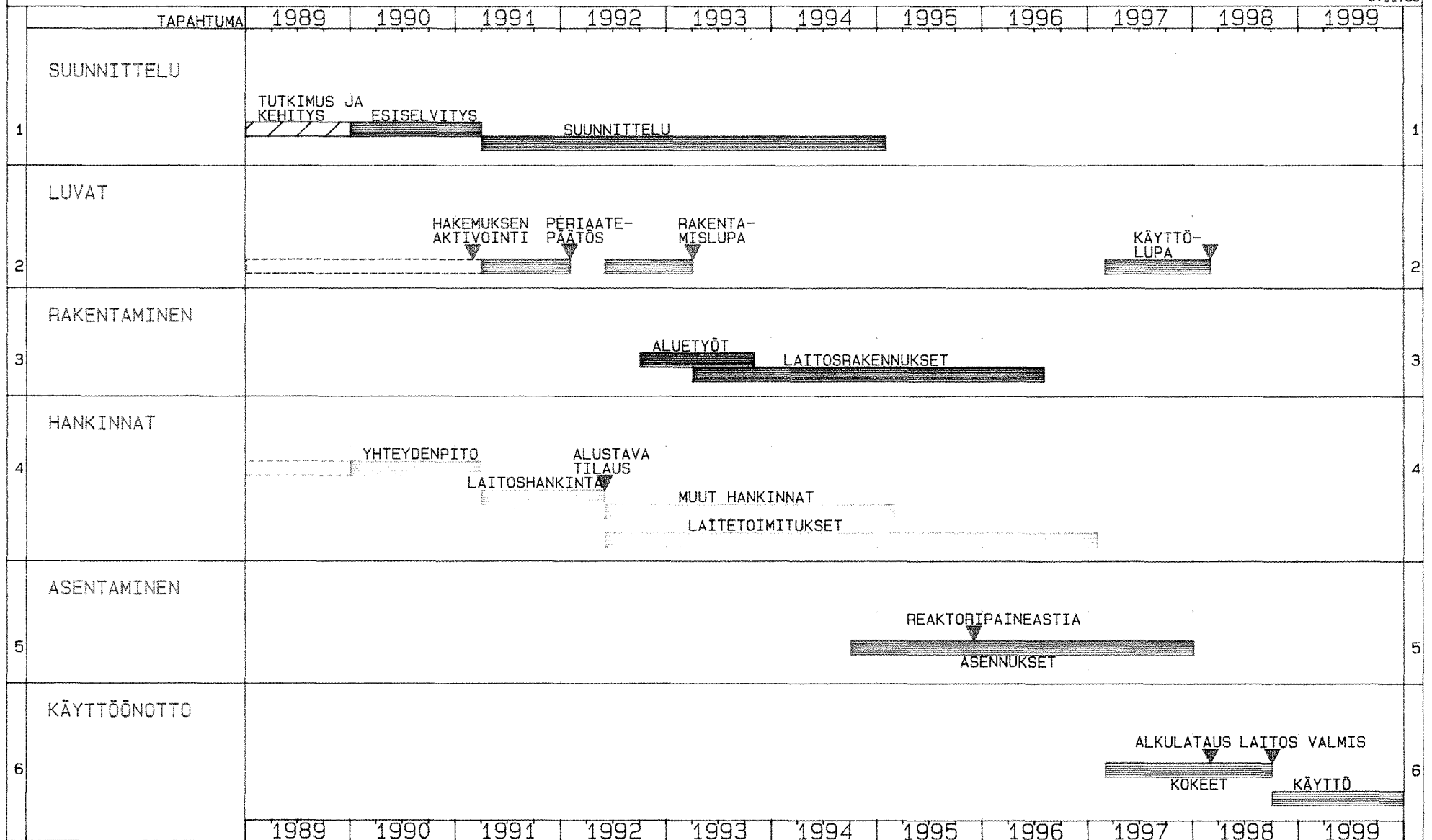
Yleistavoitteet ja laitosvaihtoehtot uusittu

Vuoden 1989 kuluessa selvitystyö eteni niin pitkälle, että yleistavoitteet uudelle ydinvoimalaitokselle saatiin uusituiksi. Sen jälkeen myös vuodesta 1986 lähtien selvitystöiden kohteina olleet laitosvaihtoehtot ajanmukaistettiin. Keskeiset yleistavoitteet ovat nyt:

- turvallisuus- ja tuotanto-ominaisuudet ainakin yhtä hyvät kuin Loviisan ja Olkiluodon käynnissä olevissa laitoksissa
- tuotettu sähkö halvempaa kuin fossiililla polttoaineilla tuotettu sähkö. Vertailuperusteet ovat Sähköntuottajien yhteistyövaltuuskunnan käyttämä (25 vuoden käyttöikä, 7000 tuntia vuodessa, 5 %:n reaalkorko).
- hankkeen toteutusajaksi 7,5 vuotta liikkeelle lähdöstä käytön alkuaan (edellyttäen nopeaa periaatepäätöksä)

P E V O YLEISAIKATAULU

8.11.89



Tähän aikatauluun vaikuttaa yleinen hyväksyminen ja poliittinen tilanne

- laitoksen tekninen käyttöikä vähintään 40 vuotta, tänä aikana käyttökerroin keskimäärin 85 %, normaali-vuonna yli 90 %
- vakavan reaktorionnettomuuden todennäköisyys alle 10^{-5} /reaktorivuosi

Selvitystyön kohteena olevat vaihtoehdot ovat nyt ruotsalaisen BWR 90:n iso ja pieni versio, neuvostoliittolainen VVER-91, joka on VVER-1000:n uusi, Suomen oloihin sopiva versio, ja keskieurooppalainen painevesireaktori NPI-1000. Painevesilaitosvaihtoehtoja (VVER, NPI) suunnitellaan Loviisaan ja kiehutusvesilaitoksia Olkiluotoon.

Kustakin vaihtoehdosta ovat parhaillaan menossa soveltuvuustutkimukset. BWR 90:n osalta ne valmistuvat kuluvan vuoden aikana. VVER- ja NPI-vaihtoehtojen osalta niiden määräaika on kuluvan vuoden loppuun. Soveltuvuustutkimuksien jälkeen tarkastetaan kunkin vaihtoehdon sopivuus Suomen oloihin ja kilpailukykyisyys. Käsittelyn jälkeen on tarkoitus jatkaa selvitystyötä hankintapäätökseen ja laitospaikan valintaan saakka. Jatkamisen edellytyksenä on, että periaatepäätös voidaan saada ennen valintaa.

Päätöksenteko lähestyy

Selvitystyön lähtökohtana on ollut Suomen nykyisen hallituksen ohjelma. Sen mukaan tämä hallitus ei päästä uusien ydinvoimalaitoksien rakentamisesta. Perusvoimalla on toki valmius lähteä aina liikkeelle, jos sähkökäyttäjien vetoukset pikaisesta ydinvoimapäätöksestä ottaisivat tulta. Valmistautumisen pääpaino on kuitenkin siinä, että pian maaliskuun 1991 eduskuntavaalien jälkeen on tehtävä energiaratkaisu. Jos perusvoimaratkaisua silloin lykätään, on se käytännössä samalla tosiasiallinen ratkaisu lisähiilivoiman rakentamisesta.

Perusvoimassa on laadittu yleisaikataulu siltä pohjalta, että liikkeellelähtöpäätös uuden ydinvoiman toteuttamiseksi tehdään keväällä 1991. Aikataulussa on oletettu, että lupakäsittelyt sujuvat ripeästi ja että toteutuksessa ei muutenkaan satu viivästyksiä. Yleisaikataulun mukaan ensin "aktivoidaan" vuonna 1986 valtioneuvostossa jäädytetty periaatepäätöshakemus. Laitosvaihtoehto ja laitospaikka valitaan vuoden 1992 alkupuolella positiivisen periaatepäätöksen jälkeen. Sen jälkeen jätetään rakentamislupahakemus. Rakentamislupa saadaan yleisaikataulun mukaan alkukevällä 1993. Toteutus etenee sitten niin, että laitos on käynnissä ennen vuoden 1998 loppua.

Perusvoiman yleisaikataulu on optimistinen. Siinä oletetaan, että yhteistyö laitostoimittajien kanssa sujuu joutuisasti. Edelleen oletetaan, että voimayhtiöiden päätökset tehdään viivyttämättä ja että luvat saadaan nopeasti viranomaisilta.

Resurssija tarvitaan

Liikkeellelähtöpäätöksen lähestyessä val-

miuksia on nostettu. Vuoden 1990 teknilliseen työohjelmaan on varattu voimayhtiöissä työtä varten resurssija noin 25 henkilötyövuotta. Määrä on noin kaksinkertainen vuosien 1987—1989 teknillisiin ohjelmiin nähden. Vuonna 1991 on määrää edelleen nostettava. Myöhempien vuosien tarpeet riippuvat merkittävästi valittavasta laitosvaihtoehdosta ja toteutustavasta. Puhtaasti teknillisen selvitystyön lisäksi tutkitaan Perusvoima-yhteistyössä erilaisia toteutustapoja. Soveltuvuustutkimuksiin kuuluu myös laitostoitajien mahdollisten toimitusosuuksien selvittäminen.

Uuden ydinvoimalaitoshankkeen resurssit on pääosin suunniteltu saataviksi Imatran Voimasta ja Teollisuuden Voimasta. Koska tällä hetkellä ei niillä ole vapaata työvoimaa, johtaa se täydennystarpeeseen hankkeen käynnistyttyä. Perusideana on, että sekä uudessa hankkeessa että voimayhtiöiden nykyisissä töissä yhdistetään kokemus ja nuoruuden into sopivalla tavalla. Seikkaperäisempi organisointi ratkaistaan hankkeen etenemisen mukaisessa tahdissa. Rakennusprojektin organisointi on vielä auki. Se riippuu muun muassa siitä, mikä on valittava toteutusvaihtoehto, sekä lopullisesta vastuunjaosta IVO—TVO—PEVO.

Kustannuskilpailu on tiukkaa

Vuosittain on laadittu vertailulaskelmia ydinsähkön ja hiilisähkön vertailemiseksi. Lähtökohtina ovat olleet Sähköntuottajien yhteistyövaltuuskunnan laskentaperusteet (25 vuoden käyttöikä, 7000 h vuotuinen käyttö, kiinteät hinnat, 5 % reaalkorko).

Vuoden 1989 laskelmien mukaan hintakilpailu ydinsähkön ja hiilisähkön välillä on tiukkaa. Laskentatarkkuuden rajoissa eroja ei ole saatu. Vertailuhinta on suuruusluokkaa 14 p/kWh. Tällöin mukana ei ole verkkokustannuksia, ei varavoimaa eikä sähkön liikevaihtoveroa. Ydinvoimalle edullisia tekijöitä on todettavissa herkkyyksianalyseissa. Ydinsähkön hinta riippuu kertaluokkaa vähemmän uraanin hintakehityksestä kuin hiilisähkön hinta hiilen maailmanmarkkinahinnoista. Ydinsähkön hinnassa ovat kaikki ydinjätehuollon kustannukset mukana. Ympäristönsuojelun uusia vaatimuksia, kuten esimerkiksi haittaveroja, ei ole vielä laskelmissa otettu huomioon. Ne saattavat parantaa oleellisesti ydinsähkön kilpailuasemaa.

Päätökset riippuvat yleisen mielipiteen kehityksestä

Uuden ydinvoiman toteuttamiseen vaikuttavat oleellisesti voimayhtiöiden ulkopuoliset tekijät. Näitä ovat poliittinen tilanne ja yleinen mielipide. Tampereen yliopistossa on jo vuosia tutkittu ihmisten energia-asenteita. Vuonna 1989 säilyivät ydinvoima-asenteet ennallaan. Tshernobylin onnettomuuden jälkeinen palautuminen oli tasoittunut suunnilleen vuoden 1985 tasolle. Kun kysyttiin valintaa ydinvoiman ja hiilivoiman välillä, 32 % vas-

tanneista valitsisi ydinvoiman, kun taas hiilivoiman asettaisi etusijalle vain 23 %. Loppujen mielestä vaihtoehdot olivat yhtä hyviä tai he eivät osanneet sanoa.

Ydinvoimaa ei tuputeta, keskustelu tärkeää

Perusvoimassa katsotaan, että tulevasta perusvoimaratkaisusta ja yleensäkin energiaratkaisuista on käytävä laaja yhteiskunnallinen keskustelu. Voimayhtiöt ovat valmiit osaltaan osallistumaan tähän keskusteluun. Perusvoiman osana on tuoda ydinvoimavaihtoehto esille toteutusvalmiina ja -kelpoisena sähköntuotantomuotona. Suurta panosta keskusteluun toivotaan sähkön käyttäjiltä, niin suurilta kuin pieniltäkin. Tärkeän osan voivat antaa myös ne tahot, joiden asiantuntemukseen suuri yleisö uskoo. Atomiteknillisen Seuran jäsenkunnasta kuuluvat näihin tutkimuslaitoksissa, korkeakouluissa ja viranomaisissa työskentelevät asiantuntijat.

Perusvoimassa uskotaan, että käytävän keskustelun tuloksena Suomessa kypsyttään uuden ydinvoiman rakentamiseen. □

DI Heikki Raumolin on Perusvoima Oy:n teknillinen johtaja ja ATS Ydintekniikan päätoimittaja, p. 90-6090 6017.

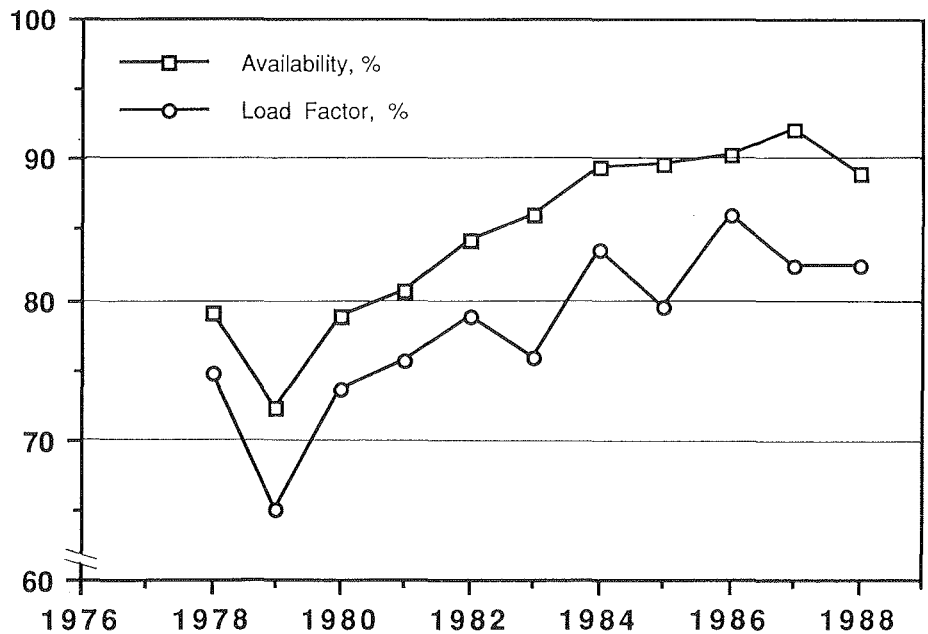


BWR 90 — an Advanced Nuclear Power Plant for Finland

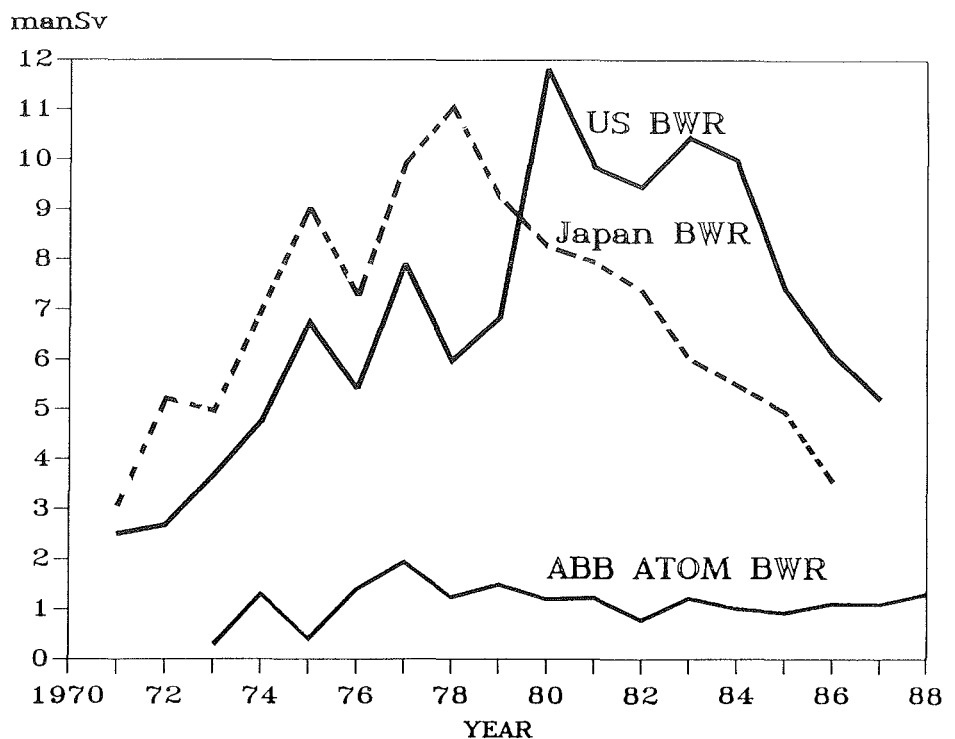
In 1988, Teollisuuden Voima Oy (TVO) and ABB Atom agreed to co-operate in the development of BWR 90 in order to adapt the design to Finnish requirements. This co-operation includes thorough and well documented feedback, based on more than a decade of experience from TVO I and II operation and maintenance, and involves strong technological support by TVO engineers. In order to suit power generation needs in Finland, two alternative power levels for BWR 90 were developed, 830 and 1180 MWe capacity, respectively. As a result of the joint effort, the design of BWR 90 was established in 1989 for the two sizes selected. By the end of 1989, technical documentation and cost estimates were provided to TVO, and a tentative version of the preliminary safety report (PSAR) was submitted. In 1990, work continues on design details, supplementing the PSAR and project planning.

During the last two decades, ABB Atom has delivered eleven BWR nuclear power plants to Swedish utilities and to Teollisuuden Voima Oy (TVO) in Finland. In this context, the BWR 75 design was developed. Main features of this design materialized in the first two 930 MWe units at Forsmark and the two units at Olkiluoto now operating at 710 MW net electric power. The BWR 75 concept then reached its final form in the Forsmark 3 and Oskarshamn 3 plants (1050 MWe) which went into commercial operation in 1985/86.

The design is characterized — among other features — by the use of internal recirculation pumps, fine motion control rods, a prestressed concrete containment, and extensive redundancy and separation of safety-related systems.



Average annual availability and load factor for ABB Atom BWRs



Average radiation exposure per reactor unit and year

In the further development of the ABB BWRs it is natural to build on this favourable experience. Thus, the design and construction of the plants now in operation was reviewed. Moderate design modifications were made, the purpose of which was

- to reduce costs and facilitate short construction times
- to incorporate technological development
- to adapt to new safety requirements.

The product resulting from this effort is denoted BWR 90. Its reference plants are the third (identical) units in Forsmark and Oskarshamn. A summary of important features of BWR 90 is found in the following pages.

Project planning

The growth of the electric energy consumption in Finland indicates that new electric power generating units of substantial size will be needed in the 1990s. As a basis for plans for additional nuclear capacity, therefore, the target has been set for such capacity to get into operation by 1998. This implies a start of construction work at site in 1993, based on formal decisions having been made and necessary permits received 1—2 years earlier. Thus, a construction time period of about 60 months is foreseen.

Experience from the construction of previous ABB Atom nuclear power

plants will be advantageous when building a new plant in Finland. For example, Oskarshamn 3 was completed in 57 months' time, from first pouring of concrete to plant operation at full power. Project implementation by ABB Atom includes responsibility for design, construction and coordination. A well planned and controlled time schedule forms the basis for all activities during the entire project period, including the design phase, procurement and quality assurance of components, installation and plant commissioning.

In order to meet the indicated time schedule, ABB Atom emphasizes project planning and detailed design of components which are critical due to long lead-times. In this context, questions related to manufacturing and construction are being analysed in order to establish close control over all phases of project implementation.

Finnish participation during design and construction

TVO I and II are the result of joint efforts by the Finnish and the Swedish industries. During decades, working relations and co-operation among major enterprises engaged in the nuclear industry in the two countries have developed and matured. In the case of TVO I and II, important portions of the design work, construction, manufacturing and installation was carried out by many companies in the Finnish industry. This

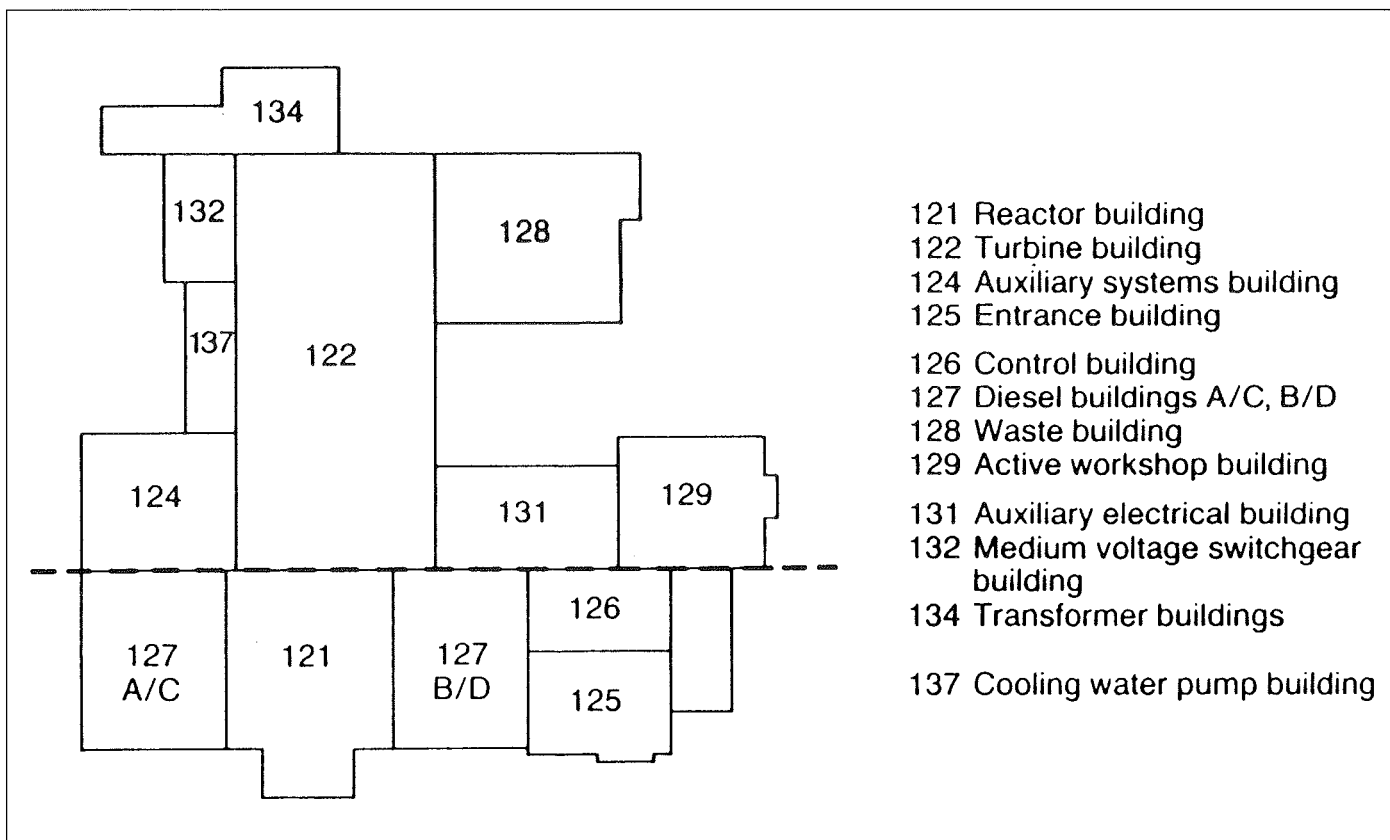
included reactor internals, auxiliary power systems, ventilation systems, pumps, valves etc.

In the case of building the BWR 90 plant in Finland, ABB plans to further expand the involvement of Finnish companies. The utility and his own contractors will take care of plant buildings and related work. ABB Atom also aims to place parts of detailed design and engineering work in Finland. Furthermore, the intention is to subcontract substantial portions of mechanical and electric equipment as well as installation work to Finnish companies. Activities are under way to further explore these possibilities.

Plant layout

The plant and buildings of BWR 90 are laid out and designed to satisfy aspects of safety, maintenance and communication in a balanced way. The layout is strongly influenced by safety requirements, notably physical separation of safety-related equipment.

The essentially "nuclear" and safety-related portions of the plant, i.e. the reactor, control and diesel buildings, are separated from the "conventional" turbine and auxiliary portions by a wide communication area. This arrangement is advantageous when building the plant as well as during plant operation, since the conventional part does not interfere with the nuclear part.



BWR 90 - building arrangement is shown. The essentially "nuclear" and safety-related portions of the plant are situated below the horizontal, dotted line, separated from the conventional turbine and auxiliary portions by a wide communication area.

The reactor building encloses the primary containment and forms a secondary containment. The building also houses all primary process and service systems for the reactor, such as handling equipment for fuel and main components, fuel pools, reactor water cleanup system and engineered safety systems.

The layout is associated with a substantial reduction of building volumes (approx. 150 000 m³) as compared with the Forsmark 3 and Oskarshamn 3 design. As a result, the BWR 90 building arrangement implies a significant cost reduction and a possibility for achieving a short construction time period.

Safety considerations

Specific safety requirements provided by the Finnish regulatory body, STUK, were addressed in the development of BWR 90. This includes design of the reactor primary containment to withstand the effects of a severe accident involving damage or destruction of the reactor core. Physical separation and diversity of safety related functions beyond the status of these items in TVO I and II have also been introduced. In order to ascertain that the plant will fulfil all requirements by Finnish authorities in the 1990s, several series of meetings were conducted with TVO and STUK during the last couple of years. In this context, STUK safety recommendations (Guides YVL) were addressed and interpreted as an input to the further development of BWR 90. During a recent series of meetings, the tentative PSAR was presented, and response to safety issues was obtained.

The engineered safety systems are characterized by their consistent separation and division into four subsystems. This basic configuration was introduced already in TVO I and II and was further developed in Forsmark 3 and Oskarshamn 3. The concept was reconfirmed as constituting an optimal arrangement with respect to safety, layout, and maintainability. Each of the four ECCS divisions is located in its own bay located adjacent to the reactor containment and is surrounded by thick concrete walls. The physical separation is maintained all the way to the ultimate heat sink.

The individual compartments for safety-related subsystems and components constitute separate fire areas and fire cells.

As in the case of the emergency cooling systems, the safety-related electrical equipment is also divided into four independent and physically separated parts or subdivisions, and the reactor protection system operates on a 2-out-of-4 actuation logic.

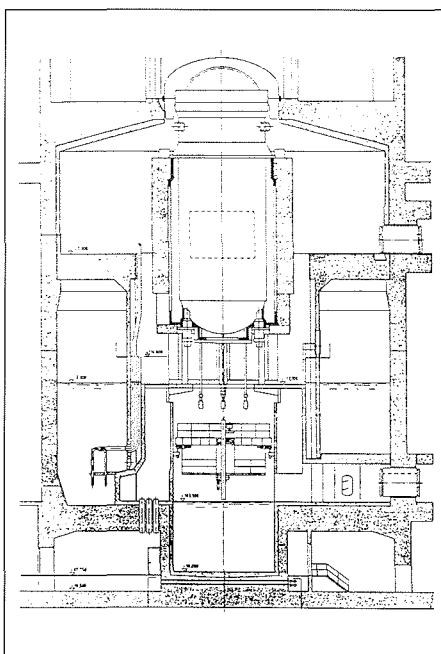
The diesel buildings are located on the opposite sides of the reactor building, which provides a high degree of physical separation. They contain the four standby power diesel generators with their auxiliary equipment, pumps and heat ex-

Design data for BWR 90

<i>Overall Plant</i>			
Thermal power	MWth	3300	2350
El power	MWe	1180	830
Net efficiency	%	35	35
<i>Reactor Plant</i>			
Number of fuel elements in core		700	500
Total uranium weight in first core	tonnes U	121	86
Power per liter of reactor core volume	kW/l	52	52
Mean specific fuel power	kW/kg U	27	27
Number on internal recirculation pumps			
Total coolant flow rate	kg/s	12100	8600
Feedwater temperature	C	215	215
Coolant temperature at core outlet	C	286	286
Reactor operating pressure	bar	70	70
<i>Turbine Plant</i>			
Total main steam throughput at full load	kg/s	1775	1260
Turbo-generator speed	rpm	1500	3000
Number of turbine casings		1 HP + 3 LP	1 HP + 3 LP
Turebo-generator power	MW	1250	900
Pressure in condenser	bar	0.034	0.034
Cooling water inlet temperature	C	5	5
Cooling water throughput in condenser	kg/s	45000	32000
Apparent generator power	MVA	1470	1050
Power factor, cos		0.85	0.85

changers for the safety-related cooling systems, as well as safety-related auxiliary power supply and control equipment.

BWR 90 is further characterized by diverse means of ensuring the functions of safety related systems and components. Many of these features exist in TVO I and II. Additional features are incorporated in BWR 90, e.g. the use of diverse types of valves for pressure relief, and the use of a filtered containment venting system for residual heat removal (see below). By these means the plant should be insensitive to the occurrence of common cause failures.



BWR 90 reactor containment

Reactor containment

The BWR 90 pressure suppression containment — as in all previous ABB Atom plants — consists of a cylindrical pre-stressed concrete structure with an embedded steel liner. The containment vessel, including the pressure suppression system and other internal structural parts as well as the pools above the containment, forms a monolithic unit and is statically free from the reactor building, with the exception of the foundation slabs.

Regulatory developments indicate a need to strengthen the capability of the reactor primary containment to withstand the effects of a hypothetical core melt accident. Specifically, STUK has issued guidelines addressing this issue. In several other countries also, measures including venting of containment overpressure through a filter are being implemented or considered.

The important design features of the containment to achieve enhanced safety during a hypothetical degraded core accident in the BWR 90 plant are:

1. The blow-down of steam to the suppression pool passes through vertical concrete pathways to horizontal openings between drywell and wetwell.
2. The relief pipes from the safety/relief valves are drawn into the suppression pool via the lower drywell rather than penetrating the drywell-wetwell intermediate floor.
3. A pit is provided in the bottom section of the lower drywell for the purpose of collecting and confining fuel melt debris. The pit and the surrounding cylindrical wall form a pool which is permanently filled with water to enhance passive safety.

These arrangements improve the reliability of the pressure suppression system and reduce the probability of containment leakage during an accident. In addition, the containment vessel can be vented through a filter of the type installed in the Finnish and Swedish BWR plants. The filter will be located in the reactor building — this is also the case in TVO I and II.

Reactor protection and control systems

A key to modern process control and communication applied to BWR 90 is the use of control and instrumentation systems based on the employment of microcomputers. Process communication with the control room is realized by means of distributed functional processors. These in turn interact via serial communication links with a number of object-oriented process interface units.

Thus, the protection and control configuration is characterized by decentralization and the use of object-oriented intelligence. The arrangement satisfies the requirements of redundancy and physical separation. It includes intelligent self-monitoring of protective circuits.

The use of serial communication links reduces cabling. Standardization for the object-oriented circuits minimizes maintenance and the necessary stock of spare parts. The arrangement will also tend to improve availability, since components can be replaced quickly and simply.

The decentralized configuration, combined with the use of isolation devices, reduces the safety concern of a damaged control room. If the control room becomes unavailable, the operators will survey the process from separate emergency monitoring centres.

The concept allows substantial reduction of space which has resulted in savings in terms of building volumes.

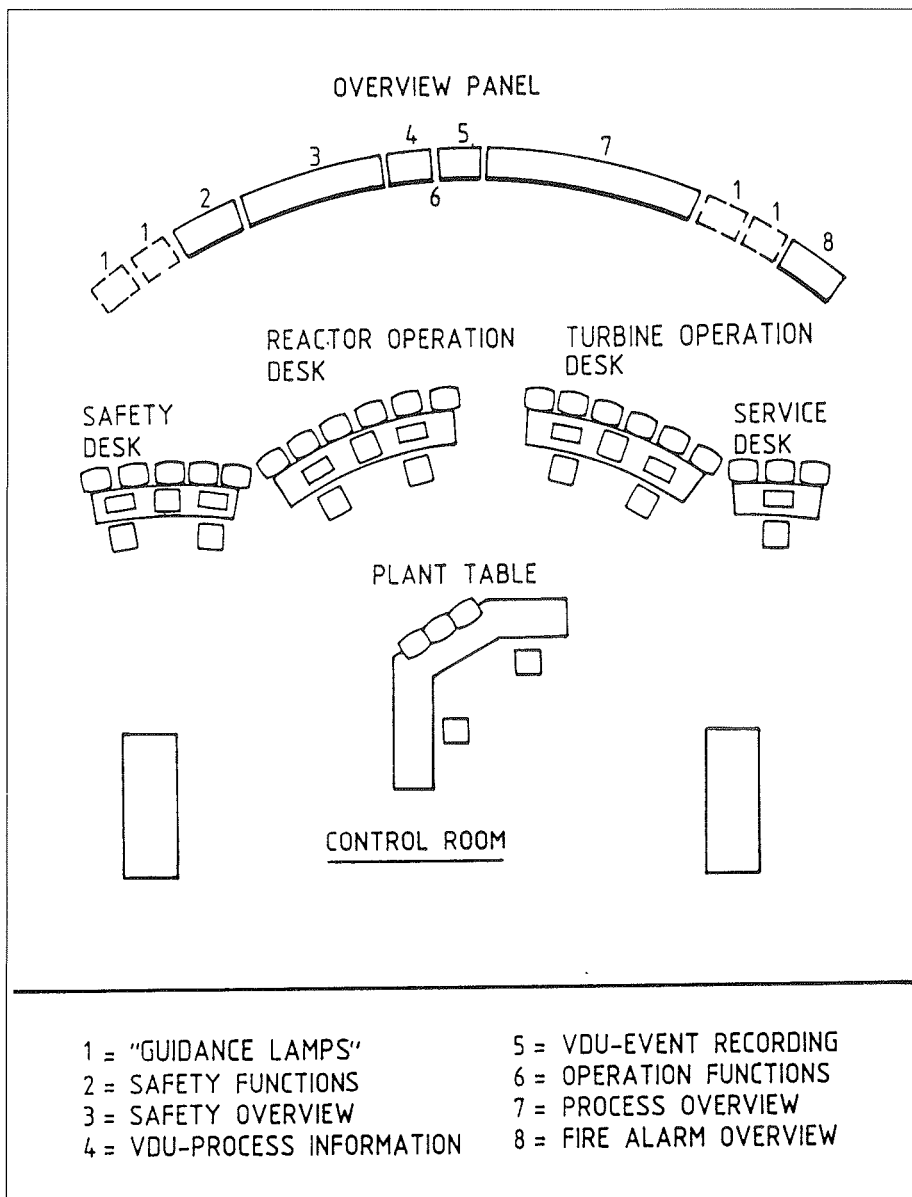
Man-machine communication in the control room is facilitated by the consistent use of video display units (VDU), keyboards, and display maps. Each work station in the control room is equipped with three VDUs. Typically, one VDU will display a total view of the process of interest, another will provide a list of alarms, and a third VDU will display a diagram with sufficient detail to facilitate operator action. This arrangement is supplemented with a more conventional control panel used for overview purposes and visible to all operators in the control room.

Conclusion

ABB Atom's BWR 90 is an advanced nuclear power plant based on the successful design and operation of the BWR 75 product line on Olkiluoto, Finland, and Forsmark and Oskarshamn, Sweden. BWR 90 is based on a review of these plants, adapted to Finnish conditions. Moderate modifications have been made to take technological development and new regulatory requirements into account. Cost savings have been made, particularly through reduction of building volumes which owes to a more "streamlined" layout. □

Acknowledgement

Valuable contributions and comments by Seppo Koski, TVO, Bengt Lönnerberg and Tord Sterner, ABB Atom, are gratefully acknowledged.



Layout principle of main control room

Dr. Ingmar Tirén is Head of the Office of Interdisciplinary Engineering in the Reactor Division of ABB Atom. He has been engaged in the BWR 90 project since its start in 1986.

AEE tarjoaa VVER-1000 reaktoria Suomeen

Neuvostoliittolainen VVO Atomenergoexport (AEE) tarjoaa omaa vaihtoehtoaan Suomen seuraavaksi ydinvoimalaitokseksi. AEE on yritys, joka on vastannut kaikkien Neuvostoliiton rajojen ulkopuolella toimivien neuvostoteknologian perustuvien ydinvoimalaitosten toimituksista, myös Loviisan voimalaitoksen. Uusi malli perustuu jo käytössä koeteltuun tekniikkaan, johon yhdistetään uusimpien vaatimusten mukaiset turvallisuusjärjestelmät. Neuvostoliittolaiset kehittävät Suomen oloihin soveltuvaa, painevesiteknikkaan perustuvaa 1000 megawatin laitosvaihtoehtoa yhdessä suomalaisten kanssa.

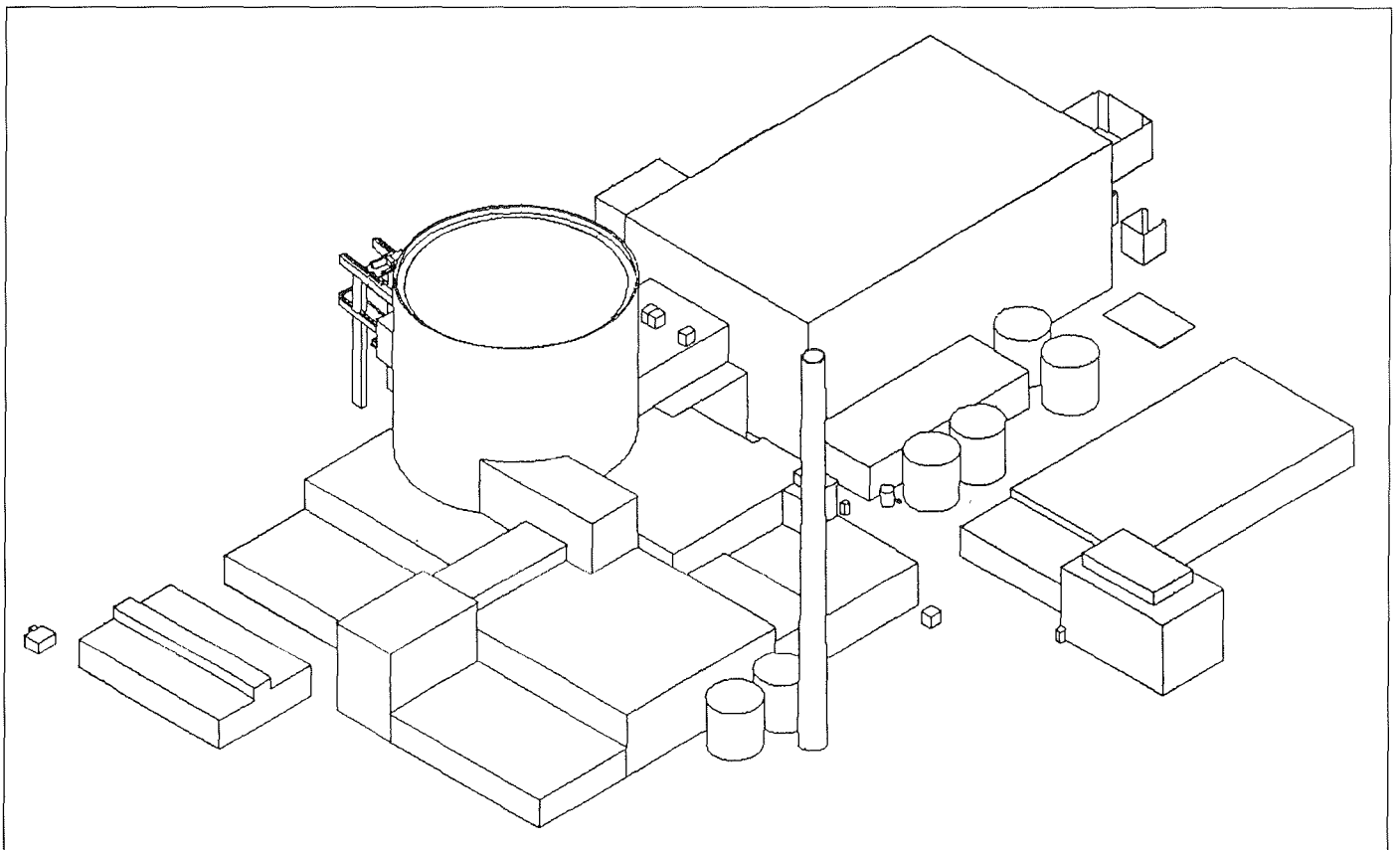
Neuvostoliitossa on tällä hetkellä käytössä 16 VVER-1000 -tyyppistä yksikköä ja yksi Bulgariassa. Vuosina 1990—1995 on tarkoitus ottaa käyttöön vielä 10 tällaista yksikköä.

Neuvostoliitossa parannetaan jatkuvasti ydinvoimalaitosten suunnitteluratkaisuja, joiden tarkoitus on lisätä laitteistojen käyttövarmuutta, optimoida reaktorisydämen fysikaalisia ominaisuuksia, vähentää vikatodennäköisyyttä, taata turvallisuus äärimmäisen epätodennäköisissä onnettomuustilanteissa ja parantaa yksiköiden taloudellisuutta.

Tällä hetkellä on valmistumassa VVER-88 projekti, joka perustuu käytössä koeteltuun reaktori-, ydinpolttoaine- ja pääkomponenttitekнологiaan ja jossa suunnitellaan lisätoimenpiteitä turvallisuuden takaamiseksi vakavissa reaktori-onnettomuustilanteissa. Lisäksi on alkamassa taloudellisen VVER-92 konseptin kehitys.

VVER-1000 laitosyksiköiden käyttöönottoajat (tilanne 1.1.90)

YVL ja yksikkö	Täysteho 100 %		
Novovoronezh, V	81		
Etelä-Ukraina, I II III	83 85 89		
	Zaporozh I II III IV V	85 86 87 88 89	
		Kalinin I II	85 87
Balakovo I II III			86 87 89
		Rovno III	87
		Hmelnitsk I	88
Kozlodui (Bulgaria) V	88		



Parannetun VVER-1000 reaktorin tekniset tiedot

Lämpö- ja sähköteho	3000 MW/1000 MW
Laskettu käyttöikä	> 40v
Jäähdytteen paine primääripiirissä	15,7 MPa
Höyryn paine höyrystimen ulostulossa	6,25 MPa
Jäähdytteen lämpötila reaktorin sisäänmenossa ja ulostulossa	290°C/320°C
Jäähdytteen virtaus reaktorin läpi	84 800 m ³ /h
Reaktorin kiertopiirien lukumäärä	4
Polttoaine-elementtien lukumäärä reaktorissa	163
Sydämen ekvivalenttihalkaisija	3160 mm
Sydämen korkeus	3530 mm
Polttoaineen keskimääräinen palama	40 MWd/kg
Sydämen sulamistodennäköisyys	< 10 ⁻⁵ /reaktorivuosi

Suomen olosuhteet ja vaatimukset otetaan huomioon

Koska Suomeen tarjottavan laitoksen on vastattava Neuvostoliiton vaatimusten lisäksi Suomen viranomaisvaatimuksia ja Suomen erityisolosuhteita (mm. pienet seismiset kuormitukset ja säädettävyyssvaatimukset), on suunniteltava uusista neuvostoliittolaiskonsepteista hieman poikkeava laitosversio.

Laitoksen suunnitteluun osallistuu IVO International konsulttina. Tekninen suunnitteluprojekti yhdessä alustavan turvallisuusanalyysin kanssa on tarkoitus saada valmiiksi vuonna 1992. Suunnittelu ja analyysit tehdään vuonna 1990 siinä laajuudessa, että niiden pohjalta on mahdollista tehdä soveltuvuusarvio laitoksen rakentamisesta Suomeen.

Tähän mennessä tehtyjen selvitysten pe-

rusteella VVER-1000:n keskeiset ratkaisut ja kehitystoimenpiteet Suomen olosuhteita varten ovat:

- parannetun VVER-1000 reaktorin käyttö
- sarjavalmistetun VVER-1000 yksikön turbogeneraattorin käyttö
- turvajärjestelmiä on kehitettävä ja niiden suunnittelussa otettava huomioon vakavan reaktorionnettomuuden mahdollisuus
- suojarakennus on kaksinkertainen ja sen pysyttävä ehjänä vakavissa reaktorionnettomuuksissa
- yksikön prosessijärjestelmiä optimoidaan ja kehitetään
- yksikön peruskomponenttien ja laitteiden toimintavarmuutta parannetaan
- laitteiden ja rakennusten lay-outia optimoidaan yksikön käyttömukavuuden parantamiseksi ja rakennuskustannusten alentamiseksi
- pääkomponenttien ja turvajärjestelmien laitteiden kunnonvalvontajärjestelmiä laajennetaan

VVER-1000 reaktorilaitosta parannetaan nykyään seuraavilla painopistealueilla:

- riittävän suuret ja negatiiviset reaktiivisuuden takaisinkytkentäkertoimet

Monivaiheinen YVL-turvallisuuskonsepti

Taso	Laitoksen tila	Turvallisuustoimenpiteet	Menetelmätavat
1	Normaali käyttö	Laatutakuut	Käytön laatu Turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien kunnonvalvonta Turvallisten käyttörajojen ja -ehtojen valvonta
2	Käyttöhäiriöt	Sisäiset turvakeinot	Reaktorin ja prosessin suojaus- ja ohjausjärjestelmä Sydämen fysikaaliset ominaisuudet Prosessin dynaamiset ominaisuudet Operaattorin informointi
3	Suunnitellut onnettomuudet	Reaktorin alasajo ja ylläpitäminen alasajetussa tilassa	Kaksi itsenäistä periaatteeltaan erilaista reaktorin alasajojärjestelmää
		Jälkilämmön poisto sydäimestä ja polttoaineesta	Kaksi toisistaan riippumatonta periaatteeltaan erilaista jälkilämmönpoitajärjestelmää (passiivinen ja aktiivinen) Kaksi toisistaan riippumatonta periaatteeltaan erilaista reaktorin ruiskutusjärjestelmää
		Radioaktiivisten aineiden vapautumisen estäminen	Suojarakennuksen eristysjärjestelmä Suojarakennuksen jäähdytysjärjestelmä Suojarakennuksen puhdistus järjestelmä
		Turvallisuustoimintojen toteutuksen valvonta	Turvallisuustoimintojen toteutumisen hätävalvontajärjestelmä Operaattorin informointi
4	Suunnittelemattomat onnettomuudet	Turvallisuusesteiden suojaus	Suojarakennuksen turvalaitteet ylipainetta vastaan: — paineen alennus ja suodatus — vedyn poltto
		Onnettomuuden hallinta	Kaikki olemassaolevat normaaliin käyttöön liittyvät laitteet Suunnitteluvaiheessa tähän tarkoitukseen varatut laitteet
		Turvallisuustoimintojen toteutusluotettavuuden lisääminen	Redundanttisten järjestelmien käyttäminen turvallisuustoimintojen toteuttamiseksi
		Onnettomuuden identifiointi, turvallisuustoimintojen toteutusvalvonta	Operaattorin informointi ja ulkopuolinen operaattorin tukijärjestelmä

Tärkeimmät menetelmät VVER-1000:n luotettavuuden ja turvallisuuden lisäämiseksi

Turvallisuustavoitteet	Turvallisuutta lisäävät menetelmät	Turvallisuutta lisäävät käytännön toimenpiteet
Onnettomuuksien ehkäiseminen	Reaktorin sisäisen turvallisuuden lisääminen	Reaktorin ydinfysikaalisten ominaisuuksien parantaminen, reaktorin modernisointi: — 121 säätösauvaa — entistä luotettavimmat säätösauvakoneistot
	Järjestelmien ja laitteiden luotettavuuden lisääminen	— materiaalien ja laitteiden kunnonvalvonta
	Prosessin autom. ohjausjärjestelmän sekä tiedon saatavuuden parantaminen	— reaktorin sisäisen valvonnan parantaminen — operaattorin tukijärjestelmät transientti- ja epästationääritiloissa
Esteiden perusteellinen suojaus	Lokalisovien esteiden parantaminen	— primääripiiristä sekundääripiiriin tapahtuvan vuodon paikantaminen — vedynpolttojärjestelmä — paineenalennusjärjestelmä ja onnettomuuden aikaisten päästöjen puhdistusjärjestelmä
	Passiivisiin periaatteisiin pohjautuvien turvajärjestelmien käyttö esteiden suojaamiseksi	— passiivinen jälkilämmönpoistojärjestelmä — boorin pikasyöttöjärjestelmä
	Turvajärjestelmien automaattisen ohjausjärjestelmän ja tiedon saannin parantaminen	— turvajärjestelmien valmiuden keskeytymätön valvonta

- säätöjärjestelmän tehokkuus, säätösauvojen lukumäärä lisätty 61:stä 121:een.
- taloudellinen ja paineestaa vähän raskas polttoainelataus
- sydämen tehonjakautumaa tasoitetaan
- entistä laajempi reaktorisydämen valvontajärjestelmä

Uudet turvallisuusvaatimukset Neuvostoliitossa

Neuvostoliitossa otetaan käyttöön 1.7.1990 uudet ”ydinvoimalaitosten yleiset turvallisuusmääräykset OPB-88”.

OPB-88:n mukaan tilanteet, joihin liittyy yksittäisten laitteiden ja järjestelmien vikaantumista, jaetaan niiden todennäköisyydestä ja seurauksista riippuen

- normaalien käyttöolosuhteiden häiriöihin ja
- onnettomuuksiin.

Normaalien käyttöolosuhteiden häiriöissä kuten normaaleissa käyttöolosuhteissakin ydinvoimalaitoksen suunnittelu takaa luotettavan sydämen jäähtymisen niin ettei missään sydämen kohdassa esiinny lämmönpoistokriisiä ja laitossykliä voidaan ottaa käyttöön heti häiriön eliminoinnin jälkeen. Onnettomuuksissa ovat periaatteessa mahdollisia sydämen vauriot, ja laitossyklin käyttö vian eliminoinnin jälkeen on luvallista vain sydämen ja ydinvoimalaitoksen järjestelmien tarkastuksen jälkeen.

Suunnitteluonnettomuutta, jossa on seuraamuksiltaan pahin lähtötilanne, kutsutaan maksimisuunnitteluonnettomuudeksi. Nykyaikaisilla VVER-1000 ydinvoimalaitoksilla maksimisuunnitteluonnettomuutena tarkastellaan onnettomuutta, jossa primääripiirin pääkiertoputki mur-

tuu täysin ja äkillisesti reaktorin toimiesä täydellä teholla ja jossa samanaikaisesti kaikki sähkönsyöttöjärjestelmät vikaantuvat hätädieselgeneraattoreita lukuunottamatta.

Onnettomuuksia, joiden varalta ei ole suunniteltu ydinvoimalaitoksen turvallisuuden takaavia toimenpiteitä, kutsutaan suunnittelun ulkopuolelle jääviksi onnettomuuksiksi. Näissä tapauksissa toteutetaan erityissuunnitelmat henkilökunnan ja väestön suojelemiseksi ja OPB-88:n

mukaan on oltava suunniteltuina myös toimenpiteet näidenkin onnettomuuksien hallintaan.

Turvallisuuteen panostetaan

Turvallisuusjärjestelmien on toimittava siten, että turvataan mahdollisuus purkaa sydän vakioilaitteilla minkä tahansa suunnitteluonnettomuuden jälkeen. Tätä varten esimerkiksi primääripiirin suurissa vuodoissa hätäjäähdytysjärjestelmien on turvattava seuraavat vaatimukset:

Painevesireaktoreilla varustettujen ydinvoimalaitosten turvallisuus

Laitostyyppi	Todennäköisyys 1/reaktorivuosi		
	Sydämen sulaminen	Aktiivisuuspäästö ympäristöön	
Käyvät NL:ssa	VVER-440 (projekti B-230)	10^{-3}	$5 \cdot 10^{-4}$
	VVER-440 (projekti B-213)	10^{-4}	$2 \cdot 10^{-5}$
	VVER-1000 (projektit B-187, B-302, B-320)	10^{-4}	10^{-5}
Käyvät länsimaissa	Combustion Engineering 860 MW:n yksiköt	$2 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-5}$	
	USA, Westinghouse, Milestone-3, 1150 MW	10^{-4}	
	Länsi-Saksa, Biblis B, 1240 MW	$4 \cdot 10^{-5}$	
Suunnitteilla	Ruotsi, Ringhals-2 800 MW	$4 \cdot 10^{-6}$	
	Englanti, Sizewell-B 1100 MW	10^{-6}	$7 \cdot 10^{-8}$
	USA, Westinghouse APWR 600 MW	$2 \cdot 10^{-6}$	
Normit	VVER 88, 92	10^{-6}	10^{-7}
	OPB 88, NL	10^{-5}	10^{-7}
	INSAG, IAEA	käyvät yvl:t $< 10^{-4}$ suunnitteilla olevat yvl:t $< 10^{-5}$	$< 10^{-5}$ $< 10^{-6}$

**KURCHATOV-INSTITUUTIN KANSAINVÄLINEN
YHTEISTYÖ ONNETTOMUUSTUTKIMUKSISSA**

Termodynamiikka ja lämmönvaihto onnettomuustilanteissa	Vakavien onnettomuuksien kokeelliset tutkimukset	Vakavien onnettomuuksien laskentakoodien kehittäminen
Italia ENEa SPES — pienet, keskikokoiset ja suuret vuodot — epästationäärinen lämmönsiirto — kriisinjälkeinen lämmönsiirto — syöttöveden menetys	1. USA EPRI ACE-MACE (Kansainväliset ohjelmat) 2. Länsi-Saksa (yhteistutkimukset BETA, CORA, LAF-2, BATTELE) 3. Suomi, IVO (yhteiset tutkimukset) — sydämen rikkoutuminen — sydänsulan ja veden yhteisvaikutus — sydänsulan ja teräsrakenteiden, ml. reaktoripaineastia, yhteisvaikutus — sydänsulan ja betonin yhteisvaikutus — vetyongelmat — radioaktiivisten päästöjen ongelmat — suojarakennuksen tuuletus	1. IAEA (NL:n ja SEV-maiden kanssa) STCP-koodin tutkiminen ja modifioiminen VVER-laitosta varten (STCP-VVER:n kehittäminen) 2. Länsi-Saksa, GRS ATHLET-koodi

- polttoainesauvojen suojakuorien lämpötila saa nousta korkeintaan 1200°C
- polttoainesauvojen suojakuorien paikallinen oksidoitumissyvyys saa olla enintään 18 % alkuperäisestä paksuudesta

- reagoineen zirkoniumin osuus saa olla enintään 1 % sen massasta sydämessä.
- OPB-88:n mukaan uusilla reaktoreilla on pyrittävä seuraaviin todennäköisyyksiin:

- sydämen vaikea vaurioituminen tai sen sulaminen alle 10^{-5} /reaktorivuosi
- huomattava aktiivisuuspäästö ydinvoimalaitoksen ulkopuolelle alle 10^{-7} /reaktorivuosi.

Suunnittelun ulkopuolelle jäävät onnettomuudet, joiden syntytodennäköisyys on alle 10^{-7} /reaktorivuosi, voidaan jättää huomiotta.

Tulevaisuuden VVER-92:n tärkeimmät parametrit

Laitosyksikön teho, MW	1000—1300
Hyötysuhde, %	33
Käyttöaika, h/a	7000
Polttoaineen palama, MWd/t	50 000
Parametrit:	
— jäähdytteen paine, MPa	16,0
— jäähdytteen lämpötila, °C	330
— höyryn paine, MPa	7—7,5
— syöttöveden lämpötila, °C	230
Sähköenergian kulutus omakäytöllä, %	5
Rakennusaika, kk	60
Henkilökunnan määrä, hlö/MW	0,5
Rakennustöiden hinta (verrattuna toimiviin VVER-1000-laitoksiin), %	75
Käyttöikä, a	40—50
Reaktori- ja turpiinihallin materiaalikulutus:	
— betoni, m ³ /kW	0,055 ja 0,02
— metalli, kg/kW	15,0 ja 5,0
Radioaktiiviset päästöt, m ³ /a:	
— nestemäiset	100—150
— kiinteät, matala-aktiiviset	100
— kiinteät, keskiaktiiviset	50
Radioaktiivisten päästöjen alentaminen (suhteessa normeihin)	5-kertainen
Kompensoimattomien vesihäviöiden vähentäminen	3—5 %
Turpiinilaitokset:	
— kierrosluku, rpm	1500 (3000)
— pesien lukumäärä	3
— taloudellisuus, kcal/kWh	2350
Pääkiertopumppu — ilman ulkoisia tiivistys- ja voiteluöljyjärjestelmiä	
Höyrystin — pystytyyppinen varustettu esilämmittimellä	
Kiertopiiri — ilman vesilukkoja	
Lujuusominaisuudet — konsepti ”vuoto ennen murtumaa”	

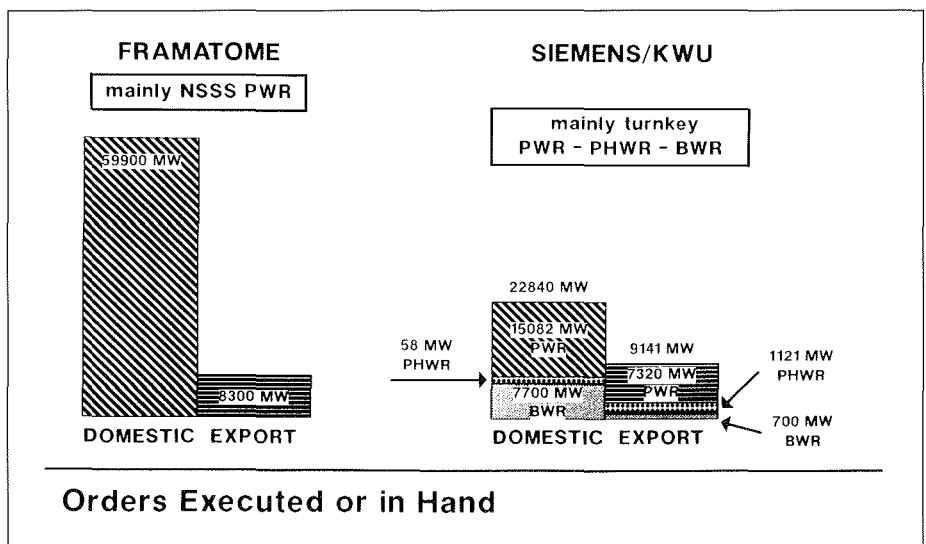
Neuvostoliitossa on tehty alustava vakavien reaktorionnettomuuksien todennäköisyysarvio käyville VVER-laitoksille ja esitetty vaatimukset uuden sukupolven ydinvoimalaitoksille. Uusien laitoskonseptien yhteydessä on alettu tutkia erilaisia keinoja vakavien onnettomuuksien hallintaan. Konkreettiset laskelmat vakavien onnettomuuksien kulusta olemassaolevissa ja parannetuissa VVER-reaktoreissa on tehnyt Siemens Saksan liittotasavallassa. □

Gennadij Birjukov on Gidropressin VVER-tyyppisten ydinvoimalaitosten pääsuunnittelija.
 Vsevolodov Voznesenskij on Kurchatov-instituutin VVER-osaston tieteilin varajohtaja.
 Sergei Tah on Neuvostoliiton johtavan suunnitteluinstituutin Atomenergoprojektin laboratoriopäällikkö.
 DI Pertti Salminen on VTT:n erikoistutkija ja ATS Ydintekniikan toimittussihteeri, p. 90-456 4481.

The 1000 MW Pressurized Water Reactor of NPI

NPI is a joint company of Framatome of France and Siemens of the Federal Republic of Germany and was founded in April 1989 to market pressurized water reactors worldwide. The product which would be offered by NPI to the Finnish utilities, should Finland continue its nuclear program, is described. The two leading European suppliers of nuclear power plants, Framatome of France and the Power Generation Group (KWU) of Siemens of FRG, have pooled their resources in the field of design and marketing of pressurized water reactors on the international market. The joint company, named Nuclear Power International (NPI), was set up to implement this long term European cooperation. In joining the forces of Framatome and Siemens, NPI will be playing an important role in the nuclear market as a powerful European entity, since NPI can rely on the huge experience gained by its parent companies, which have by now built or under construction about 100 nuclear power plants in various countries throughout the world with an installed capacity exceeding 100.000 MW — more than any other manufacturer. This represents about 25 % of the world-wide figure.

On the Finnish market, NPI's parent companies are well esteemed for many years. In particular the KWU-Group of Siemens is a well-known supplier of nuclear fuel as well as a reliable partner for services to be performed at Finnish nuclear power plants during annual revision, thereby contributing to the high



availability and safe operation of these plants. Therefore, NPI is in a good starting position to compete for the fifth Finnish nuclear power plant, should Finland decide to continue its nuclear program.

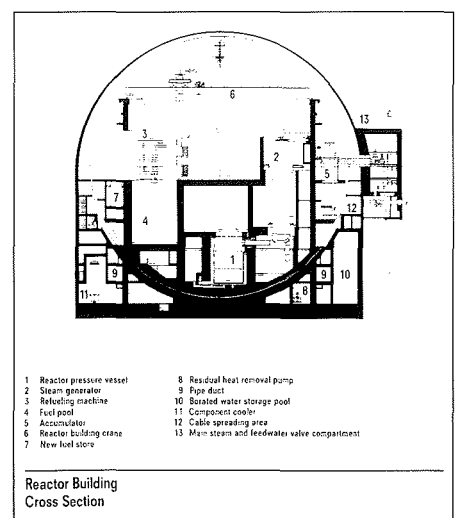
The product NPI would be offering, is a pressurized water reactor with three main coolant loops, which was developed on the basis of well proven technology. The gross electrical output will be in the range of 1100 MW.

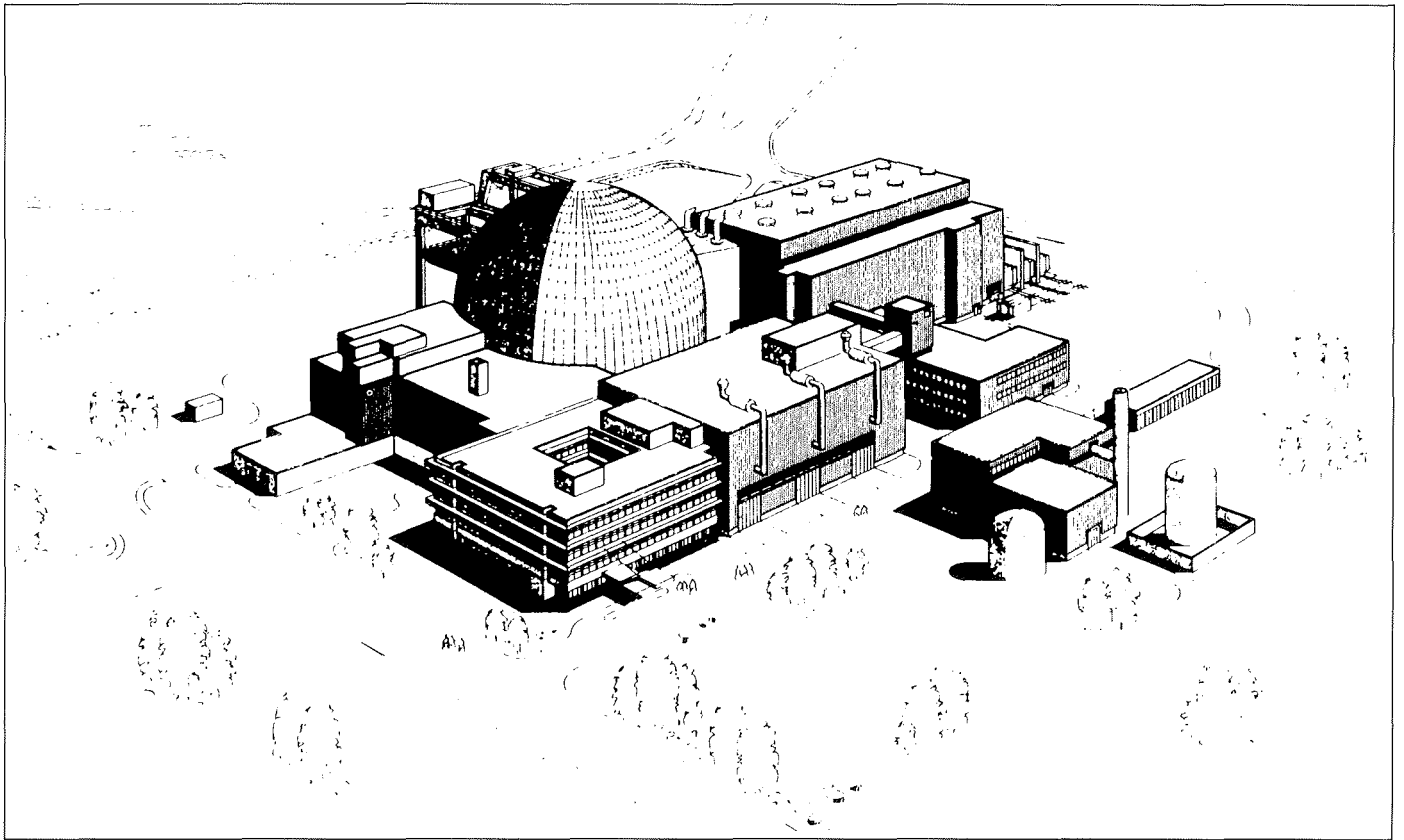
Plant Layout

The plant layout fits practically to any site and is designed to be easily adjusted to particular customer's requirements and local conditions. The reactor building is located almost in the centre of the plot plan, thus keeping interconnecting pipes and cables as short as possible. Good accessibility of the buildings during construction is ensured, however. The arrangement of the reactor building on the axis of the turbo-generator set prevents damage to safety related systems and components by turbine missiles. Moreover, it reduces the length of the main steam and feedwater lines to a minimum. The related pilot operated safety and isolation valves are located immediately outside the reactor building in a special compartment, leading to a very compact arrangement. The controlled access area is clearly separated from the non-controlled area and comprises the reactor building and parts of the reactor auxiliary building. Access is provided via only one central access

point in the reactor auxiliary building. All secondary systems are arranged in the turbine building but no systems related to nuclear safety are located there. The switchgear and emergency supply building with the central control room is located close to both, the reactor and the reactor auxiliary building. It is divided into three identical sections, one for each of the three redundancies so that the interconnecting pipes and cables are run in physically separated ducts.

The primary components in the reactor building are installed in an as low as possible position in relation to the ground level. They are surrounded by a freestanding steel containment designed

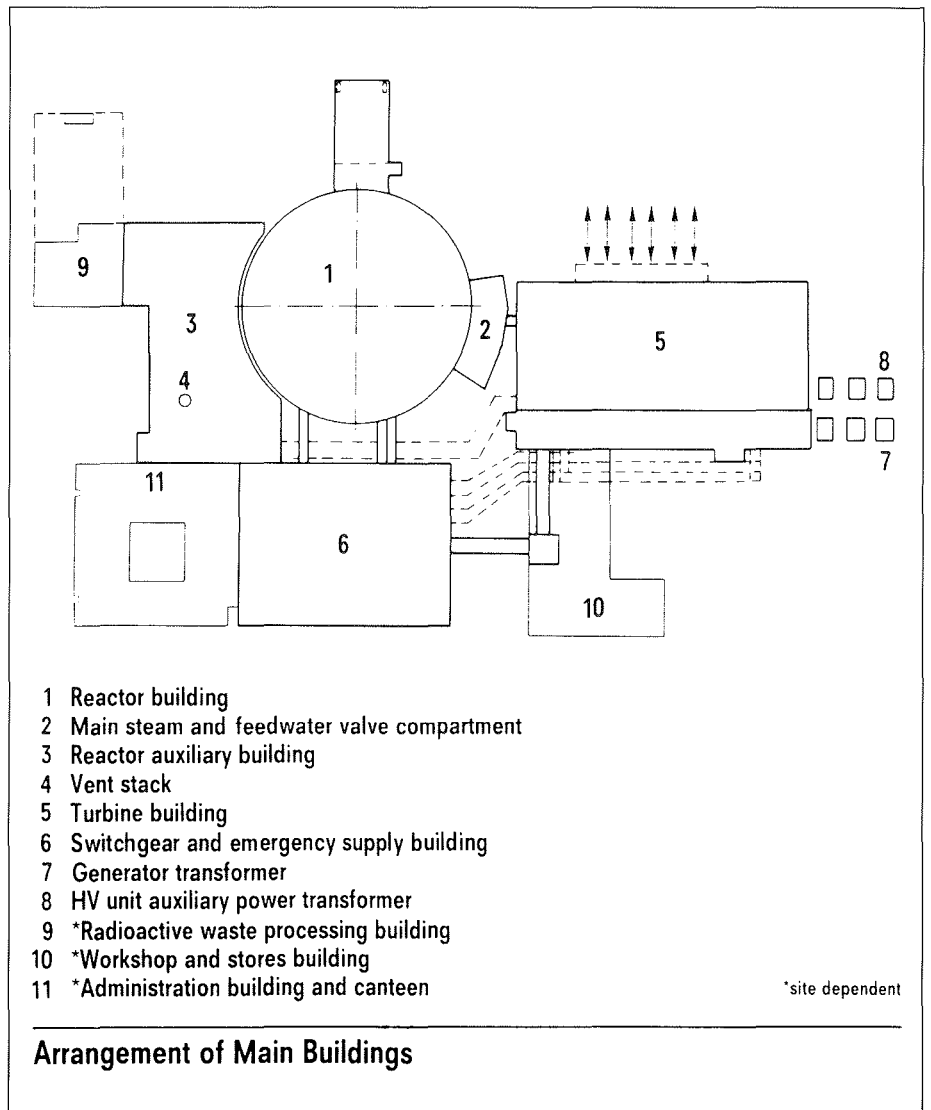




to withstand the accident pressure after LOCA. This freestanding, spherical design provides large laydown space on the operating floor and a easy maintainability and inspectability. The steel shell itself is surrounded by a concrete containment serving as protection against external events and as radiation shield. The space between both forms the annulus. Its atmosphere can be exhausted via filters, thus reducing the effects to the environment after accidents significantly. The design of this double containment together with the design of the ventilation systems provides the accessibility of the operating floor even during operation, which contributes to short annual outage times. The fuel pool is located inside the containment so that the transport ways of the fuel assemblies during refuelling are the shortest possible ones.

The Reactor Coolant System

The reactor is designed for a thermal output of 3086 MW at an operating pressure of 158 bar and an average coolant temperature of 309.2°C. The reactor pressure vessel is the fixpoint of the primary system. It is made of seamless forged ferritic rings with austenitic cladding. The utilization of forged rings as base material leads to the omission of any welding in the core region. Moreover, a large water gap reduces the neutron flux to the RPV material in order to ensure a long life time. All penetrations, for the control rod drives as well as for the incore instrumentation are located in the closure head, so that no bottom penetrations are required. By that, any leakage below the level of the main coolant nozzles can be ruled out.



Arrangement of Main Buildings

The design of the steam generators probably is the most outstanding feature of this plant concept. The heating tubes are made of the material Incoloy 800. This material has proven the best operating results. But not only the material selection is decisive for the operating performance of the steam generators, also the design contributes significantly. The heating tubes are welded to the tubesheet on the primary side and are twice roller-expanded avoiding the formation of a crevice on secondary side. The heating tubes are supported by tube support grids made of austenitic steel. These so-called egg-crate tube supports consist of two rows of bars which are arranged in two planes at an angle of 120°. This design provides wide flow cross-sections and prevents the deposition of impurities causing damages to the tubes, known as denting. Furthermore, proper water chemistry specifications for the primary and secondary circuit, harmonized with the materials involved on both sides, have to be kept.

The main coolant pumps are single-stage centrifugal pumps. As shaft seals three identical hydrodynamic seals are used which can be replaced without the necessity of motor removal. A special nitrogen operated stand-still seal is provided in order to prevent loss of coolant in case of unavailability of reactor auxiliary systems.

The main coolant lines as well as all other primary components are fabricated from forged materials under high quality requirements, so that longitudinal welds are omitted and the number of circumferential welds is reduced to a minimum. This leads to a reduced scope of inservice inspections and in line with that to shorter outage times and reduced personnel exposure. Also the replacement of cobalt base alloys in the primary circuit has contributed to the reductions of personnel exposure.

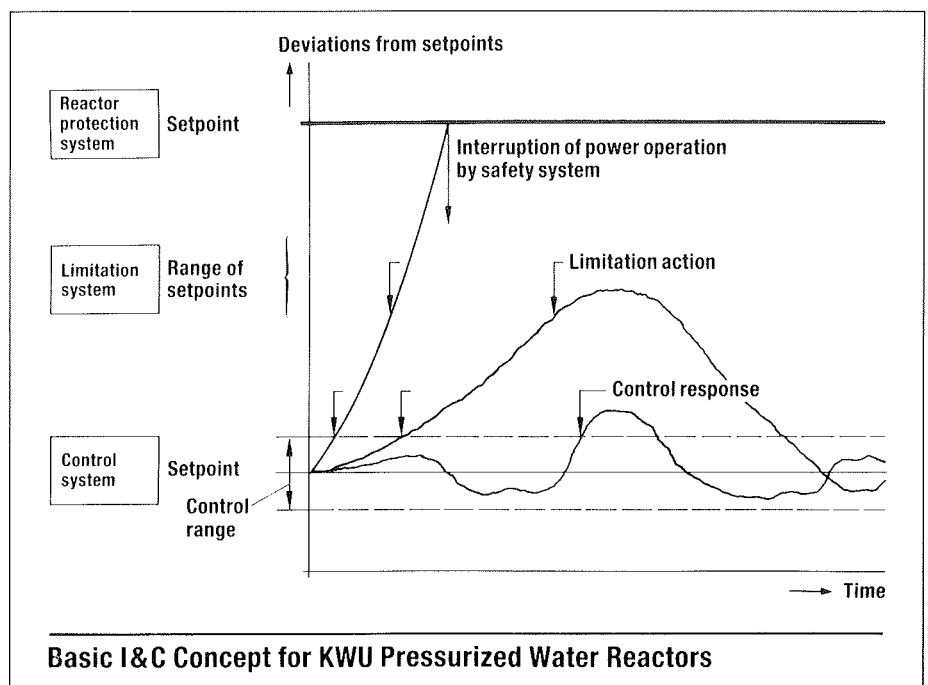
For the main coolant lines as well as for the main steam and main feedwater lines inside containment, the LBB-concept (leak before break) is applied which on the basis of careful material selection, load analysis, inservice inspections and high quality of the manufacturing process excludes a catastrophic failure of the pressure boundary. On the basis of the LBB concept, only a 0.1 A break has to be considered as design basis (except for the emergency core cooling system, where still a 2 A break is considered) and leads to the omission of pipe whip restraints.

Instrumentation and Control

The I & C concept is characterized by a sophisticated division into functional groups with decentralized arrangement, hierarchical structure and matching with the redundancies in the process. The protection functions, open and closed loop controls and supervision functions are clearly separated and a high degree of automatization has been implemented.

Design data for PWR 1000

<i>Power</i>	
Thermal reactor output	3,086 MW
Gross electrical output range	1,040—1,100 MW
<i>Reactor coolant system</i>	
Number of coolant loops	2
Reactor operating pressure	158 bar
Coolant inlet/outlet temperature RPV	293.8°C/327.6°C
<i>Reactor pressure vessel</i>	
Cylindrical shell inside diameter	4,878 mm
Height	11,039 mm
Weight	430 Mg
<i>Steam generator</i>	
Height	21,296 mm
Diameter	4,812 mm
Tube material	Incoloy 800
<i>Reactor coolant pumps</i>	
Type	Single-stage centrifugal pump
Discharge head	99,5 m
Design flow rate	5,262 kg/s
<i>Pressurizer</i>	
Volume	45 m ³
<i>Containment</i>	
Diameter	53 m
Design pressure/temperature	4.9 bar/145°C
<i>Reactor core</i>	
Fuel	Sintered UO ₂
Number of assemblies	177
Fuel rods per fuel assembly	300
Arrangement	Square lattice
Active length of fuel rods	3,400 mm
Outside diameter of fuel rods	9.5 mm
Overall in-core uranium weight	82 Mg
Enrichment of first core	1.9/2.5/3.2 % U ²³⁵
Equilibrium core burn-up	43,000 MWd/t
Average linear heat generation rate	167 W/cm
Absorber rods per control assembly	24
Number of control assemblies	48



The power output of the plant is controlled by the generator setpoint which regulates reactor operation via the average coolant temperature controller. A number of other control circuits control the position of the control rods in dependence on axial power distribution and boric acid concentration. As design principle the reactor is operated "free of rods" at least during base load operation, but also during long- and mid-term transients to achieve a homogeneous burn-up distribution. Consequentially, the maximum shutdown reactivity is always available.

The reactor output follows the generator load at a constant mean coolant temperature in the upper half of the power range, where most of the rapid load changes are performed. By that the energy storage capacity of the system and the self regulating feature of the core are used to their best and the temperature fluctuations of the primary system are minimized.

This control system design in conjunction with a sophisticated incore instrumentation, which gives actual information on the axial and radial power distribution within the core, are the basis for the outstanding operational performance and load follow capability of these plants, as already verified. The incore instrumentation comprises two independent systems, of which the power distribution detectors measure continuously the power density inside the core and its signals are used on-line within the closed loop controls.

With regard to the safety related instrumentation and control it should be mentioned that a so-called defence-in-depth concept is applied. Between control system and reactor protection system a third level of counteractions, the limitation system, is provided. It leads the process parameters back to the control range, before the setpoint of the reactor protection system is reached, thus avoiding reactor scram. The implementation of the limitation system allows, for instance, continuous operation of the plant at a reduced power level even after trip of one main coolant pump.

Safety Aspects

The safety systems are designed to reliably shut down the reactor and keep it in a safe subcritical condition and to remove the residual heat on a long term basis under upset conditions or postulated accidents. The single failure postulate implies a degree of redundancy of $n + 1$. In order to avoid additionally operational restrictions and to allow unrestricted repair, maintenance and testing during normal operation, one additional redundancy is added, resulting in a $n + 2$ system configuration.

In the 1000 MW three loop design, the three trains of the safety systems with a capacity of 100 %, each, are directly assigned to one main coolant loop. The safety trains are functionally and physically separated or structurally protected in order to limit the effects of fire or flooding. The emergency core cooling and residual heat removal system takes over cooling of the reactor core in the event of a loss of coolant accident. The high pressure injection system is able to make up small coolant losses by injection of borated water from the borated water storage pools into the hot legs of the primary circuit. Another safety system provided in this design, which is a rather unique one in comparison to competitive designs, is the extra borating system. It injects boric acid at high concentration into the primary circuit to make-up small primary system leakages. It is furthermore used as a second, independent shutdown system. The low pressure residual heat removal pumps compensate larger losses of coolant and remove the decay heat in the long term. The three trains of this system inject into both, the hot and the cold leg of the primary circuit. The same concept applies for the six accumulators of which always one is directly assigned to one hot or one cold leg, respectively. This combined injection has been proven very effective in various experimental investigations performed in world-wide cooperation.

The same design philosophy as above applies for the emergency feedwater system on the secondary side which is also a three train system with 100 % capacity,

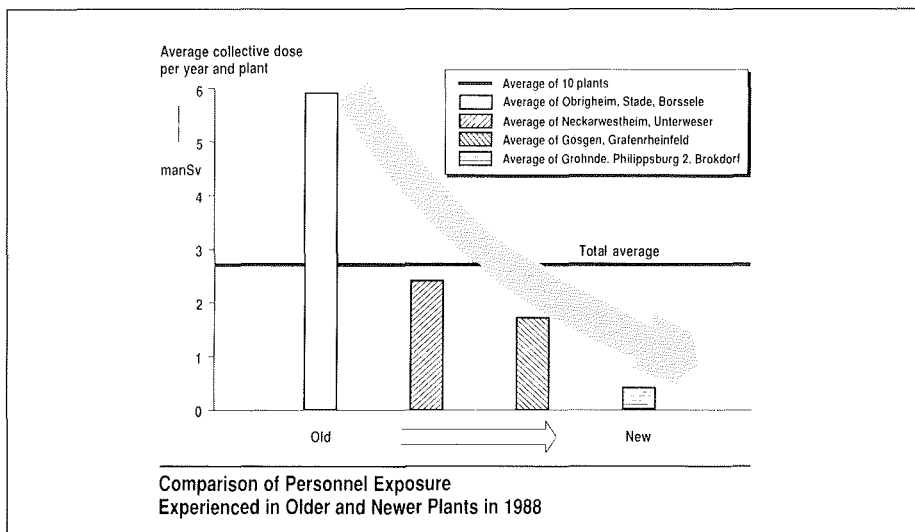
each. Each train is directly assigned to serve one steam generator in case of loss of main feedwater. It should be emphasized that the heat removal via the secondary side is a very important feature of the nuclear power plant design described in this paper, since the reliable and fast heat removal via the steam generators avoids the necessity of feed and bleed operation on primary side for the mitigation of design basis accidents.

Another very important factor contributing to a high safety standard of nuclear power plants is the careful design of man-machine interfaces. For the mitigation of accidents a reliable event identification is mandatory. After this identification, event oriented countermeasures have to be taken. In order to enable the operator to perform a careful analysis, he should be provided with enough time to avoid decisions and actions under time pressure. Therefore the so-called 30-minute-criterion is applied, which means that all actions for the mitigation of an accident are initiated automatically for the first 30 minutes after onset of an accident.

Probabilistic risk assessments in the frame of the German Risk Study, Phase B, performed on the basis of the reference plant Biblis B, commissioned in 1976, have shown an overall frequency for accident, sequences not coped with by the design basis safety systems to be 3×10^{-5} /year. Further developments in nuclear safety research as well as the consideration of preventive accident management measures, such as emergency operating procedures, and the implementation of mitigative accident management measures, such as filtered containment venting, will further reduce the residual risk.

Conclusion

The nuclear power plant design which would be offered by NPI and which is briefly described in this paper, is developed on the basis of well proven technology. The main design aspects have already been realized in nuclear power plants constructed in Europe and all over the world by NPI's parent companies. Those plants already in operation for several years have accumulated huge operating experience and outstanding operating records. Their high safety level is acknowledged world-wide. NPI is sure to have with this design a very competitive product in its scope of supply which also could fit to Finland's needs. □



Dr. Fritz Ruess is Executive Vice President of the Marketing and Projects Division of NPI. MScTech Rüdiger Leverenz is Project Manager at NPI.

Sähköä monista lähteistä

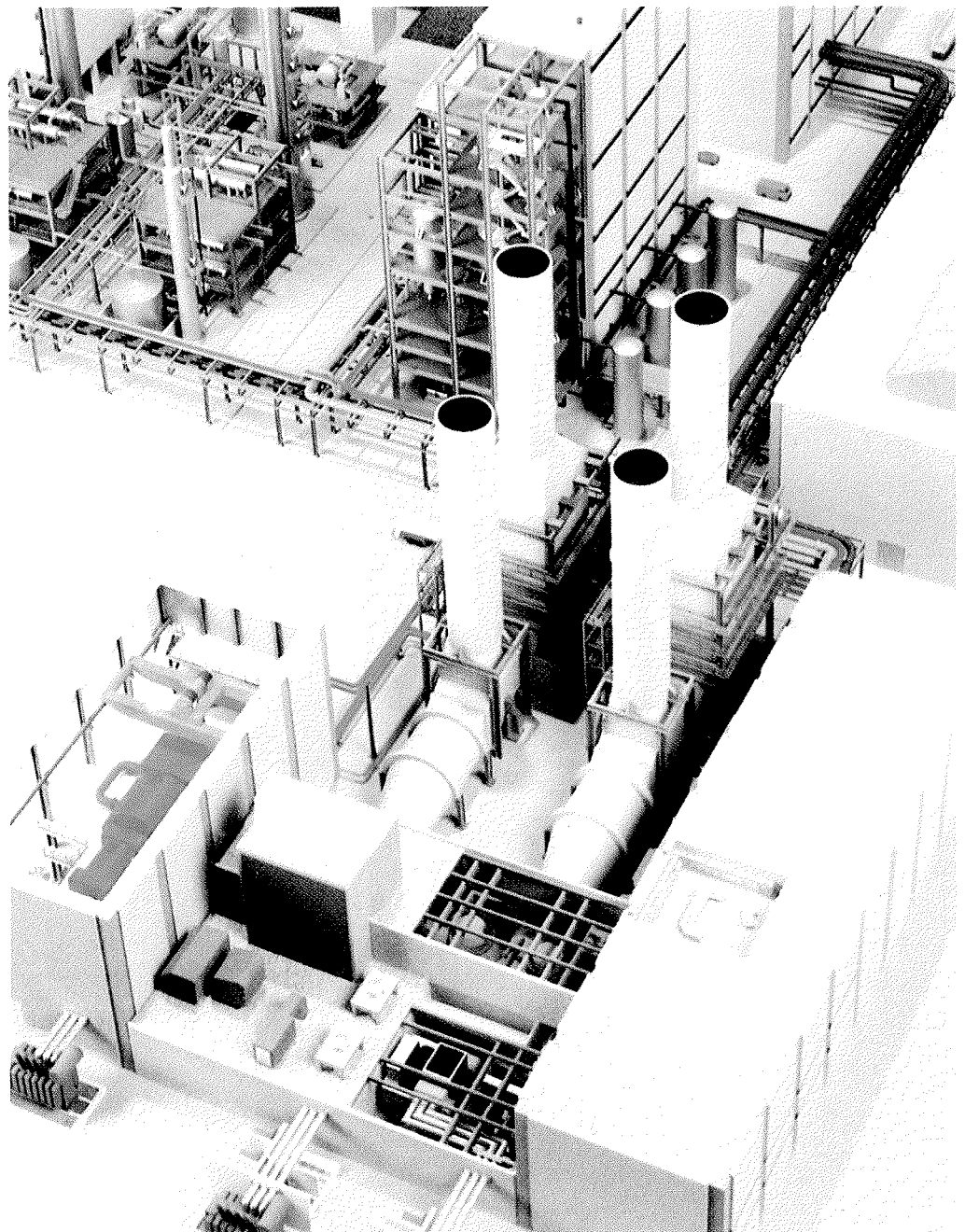
Halpa energia on kaikkialla maailmassa menestyvän talouden perusta. Kolmannelle maailmalle se on mahdollisuus itsenäiseen kehitykseen. Energin tarve kasvaa siksi myös tulevaisuudessa. Tästä syystä meidän on hyödynnettävä kaikki käytettävissä olevat energialähteet taloudellisesti ja ilman vaaraa ympäristölle. Siemens toimii tämän hyväksi monilla alueilla.

Voimalaitoksemme tuottavat sähköä hiilestä, öljystä tai kaasusta, ja me käytämme ydinenergiaa, vesivoimaa, aurinko- ja tuulienergiaa hyväksi.

Me toimitamme:

- voimalaitoksia, jotka käyttävät fossiilisia polttoaineita
- ydinvoimalaitoksia, joissa on kevytvesireaktorit, raskasvesireaktorit tai höydytysreaktorit
- polttoaine-elementtejä
- höyryturbiinilaitoksia, myös voima-kaukolämpö-yhdistelmiä
- kaasuturbiineja
- generaattoreita
- vesivoimalaitoksia
- aurinko- ja tuuli voimalaitoksia
- voimalaitosautomaatiikkaa
- huoltotöitä kaikkien valmistajien voimalaitoksille.

90-luvulle kehitämme moduulirakenteisen heliumjäähdytteisen korkealämpötilareaktorin ja yhdistetyn kaasu- ja höyryturbiini (GuD) -voimalaitoksen integroidulla hiilen kaasutuksella, joka tuottaa hiilestä puhtaasti sähköä yli 45 %:n hyötysuhteella.



Hiilen kaasutuslaitokseen yhdistetty kaasuhöyryvoimalaitos



**Soviet Foreign Economic Association (VVO)
ATOMENERGOEXPORT**
**Realization of complete projects and services
in the field of nuclear science and
technology.**

VVO ATOMENERGOEXPORT is the Soviet exporter and importer of equipment for nuclear power generation and research, related materials and installations.

The export sales by VVO ATOMENERGOEXPORT include:

- nuclear power plants equipped with 440 and 1000 MW watermoderated power reactors (VVER), Soviet analogues of PWR type reactors;
- nuclear district heating plants and nuclear heat and power generating plants;
- nuclear research centres;
- nuclear research-production laboratory facilities built around a 10 MW or 50 KW R&D reactor, neutron generator, cyclotron, and linear accelerators.

VVO ATOMENERGOEXPORT guarantees a wide range of services in the construction of nuclear power generating and research facilities, including

- site-studies;
- design, development and engineering services;
- equipment manufacture and supply;
- installation, start-up and commissioning;
- nuclear fuel supply;
- spares supply and maintenance;
- operation, renewal and updating of purchased facilities;
- direct supervision over installation, commissioning and start-up by specialists;
- training of personnel both in Customer's country and in the USSR.

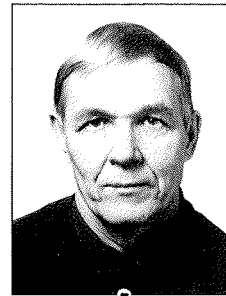
VVO ATOMENERGOEXPORT offers cooperation on a turnkey basis in the development and realization of nuclear science and technology projects.

VVO ATOMENERGOEXPORT undertakes in cooperation with foreign companies to realize nuclear projects in third countries.

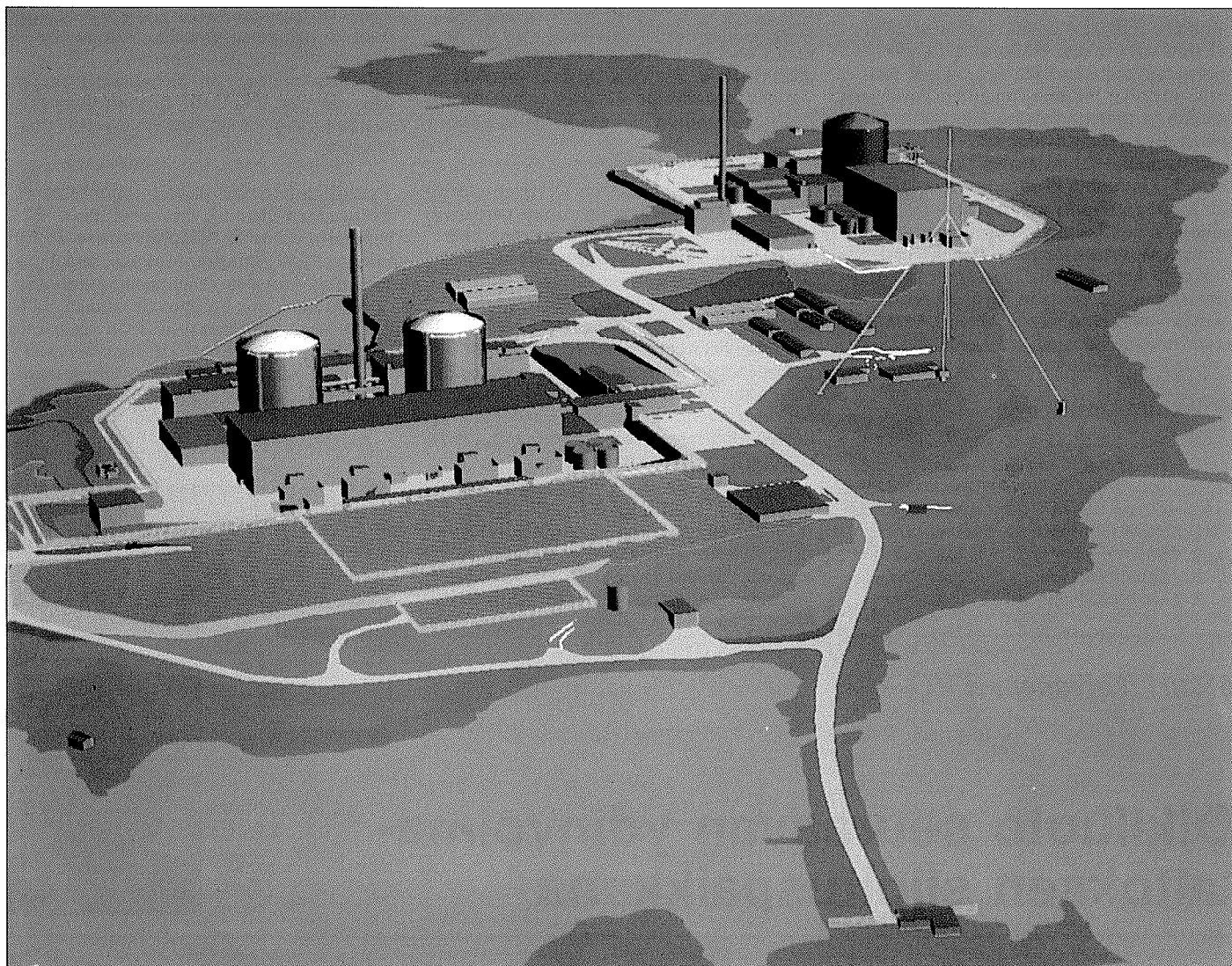


**Call us for the solution to
your problems.**

Address:
VVO ATOMENERGOEXPORT
18/1, Ovchinnikovskaya nab.,
113324 Moscow, USSR
Tel. 220 1436, 231 8014
Telex 411 397



Loviisan Hästholmen seuraavan ydinvoimalaitoksen sijoituspaikkana



Loviisan 12. kaupunginosassa sijaitsevan Hästholmenin saaren rakentamista säätelee vuonna 1972 vahvistettu asemakaava ja sen vuonna 1974 vahvistettu muutos. Asemakaavassa on varattu voimalaitosrakentamisen tarpeisiin rakennusoikeutta 2700000 m³. Tästä oikeudesta 1200000 m³ on varattu nykyisten laitousyksiköiden tarpeisiin ja loput saaren eteläosaan sijoittuvat 1500000 m³ lisärakentamiseen.

Nykyinen laituskanta, kaksi 445 MW:n nettotehoista VVER-yksikköä, jotka on rakennettu vuosina 1970...1981 ovat kumpikin keskimäärin käyttäneet noin 500000 m³ niille varatusta rakennusoikeudesta.

Loviisan ensimmäisten yksiköiden rakentamisen aikana oli työvoiman majoitusalueena käytössä mantereen puolelle Björnudden -niemelle sijoitettu, poikkeuslupien varassa rakennettu parakkikylä, jota sittemmin on käytetty myös vuosihuoltohenkilöstön majoittamiseen. Tälle alueelle on vastikään saatu oma asemakaavansa. Kaavaan on samalla sisällytetty myös em. majoitusalueeseen pohjoisessa rajoittuen voimalaitostyömaan tukialue.

Nykyinen ja tuleva voimalaitosalue vesialueineen on kilometrin etäisyyteen laitousyksiköistä IVO:n omistuksessa, eräitä Hästholmenin eteläpuolella olevia, pääosin Loviisan kaupungille kuuluvia saaria lukuunottamatta.

Hästholmenin ympäristön rakentamiselle noin viiden kilometrin etäisyyteen laitoksesta on eräitä viranomaisten määrittelemiä rakentamisrajoituksia, mm. taaja-asutukseen liittyviä, joita valvotaan seutu- ja yleiskaavoituksen keinoin.

Rakennuspaikan olosuhteet

Tulevan laitousyksikön sijoituspaikka on nykyisellään Loviisan ensimmäisten yksiköiden kaivumassoilla tasoitettua kent-

tää, jossa Loviisan käyttöorganisaatiolla on erinäisiä edellisestä työmaavaiheesta perinnöksi jääneitä rakennuksia ja rakennelmia, mm. maalaamo ja hitsaamo. Ne tullaan purkamaan uuden hitsaamon valmistuessa nykyisten laitosten yhteyteen.

Rakennuskohteen kallioperästä on olemassa hyvä yleistietämys alueella vuosina 1974 ja 1985—86 tehtyjen kalliotutkimusten — mm. porakone- ja kallionäytekai- rausten sekä seismisten refraktioluotausten perusteella. Nimestään huolimatta alueen valtakivilaji, rapakivigraniitti on ominaisuuksiltaan hyvin rakennustarkoitukseen soveltuvaa. Ehdotetun laitossijoittelun puitteissa jää geologinen lisätutkimustarve lähinnä tunnelien korkeus- aseman ja mereentäyttöalueen pohjasuhteiden sekä laadittavaksi tulevan CAD-maastomallin lähtötietojen tarkistamiseen. Maastomalli ei rajoitu ainoastaan pintatopografiaan vaan se antaa suunnittelijalle myös kolmiulotteisen käsityksen irtomaapaksuuksista ja kallion ominaisuuksista kerroksittain tasa-arvopintoina. Maastomallilla saadaan myös nopeasti käsitys vaihtoehtoisten maansiirtoratkaisujen massamääristä.

Sijoitussuunnitelma

Suunniteltu laitosyksikkö sijoittuu 500 metriä etelään nykyisistä laitoksista. Sen piha-alueen rajat on sovitettu asemakaavan teollisuusalueen rajoja myötäileviksi. Tämän sijoittelun eräänä päämääränä on myös ollut, ettei vielä yhden lisäyksikön sijoittuminen saareen käy mahdollomaksi. Arkkitehtoonisista syistä uudis-

rakennuksen pääakselit suunnataan Loviisan nykyisten yksiköiden mukaisesti.

Alue on riittävä sekä kokonsa että laatusa puolesta kaikille kysymyksen tulleille laitoistyypeille.

Jäähdytysvesi, n. 50 m³/s, otetaan Hudöfjärdenistä laitoksesta lounaaseen ja lasketaan etelän suuntaan. Koska sekä otte- että purkurakenteet sijoittuvat saaren rantaan suhteellisen lähelle toisiaan tullaan n. 10°C lämmennyt vesi jälleenkier- ron minimoimiseksi ja myös tehokkaan lämpötilalaskun aikaansaamiseksi purka- maan tavannomaista korkeammalla — alustavasti n. 2 m/s — virtausnopeudella. Tämän suunnitteluratkaisun toimivuus on tutkittu termomallilla IVO:n virtauslaboratoriossa.

Raakavesihankinnassa on Loviisan ensimmäisten yksiköiden kokemusten perusteella varauduttu 50 l/s, mikä on moninkertainen esim. kiehumisvesityyppisen laitoksen vedentarpeeseen verrattuna. Niinpä lisäveden otto nykyisestä lähteestä, Lappom-järvestä ei enää tule kysymykseen. Selvitysten perusteella parhaalta vaihtoehdolta vaikuttaa uuden vedenottamon sijoittaminen Kymijoen läntisessä haarassa olevan Ahvenkosken voimalaitoksen yläaltaaseen. Putkireitin pituudeksi tulee noin 17.5 km.

Uusi laitosyksikkö tulee käyttämään eräitä Loviisan nykyisten yksiköiden rakenteita, laitteita ja tilavarauksia kuten sää- mastoa, raakaveden esikäsitteilyä, sosiaali- jäteveden puhdistusta ja inforakennusta.

Sen kytkinkentät tullaan rakentamaan laajennuksena nykyiseen kytkinkenttä- alueeseen.

Raskaissa ja erikoiskuljetuksissa on entiseen tapaan varauduttu sekä rautatie- että meriterminaalien käyttämiseen Loviisan kaupungissa. Nykyinen tieyhteys on riittävä myös uuden hankkeen tarpeisiin.

Työmaa

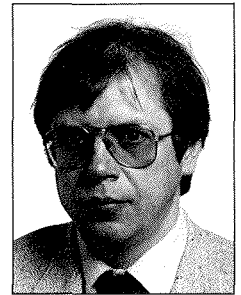
Työmaatoiminnot keskittyvät varsinaisten voimalaitosrakennusten ympärillä olevalle noin 25 hehtaarin alueelle. Tämän täydennykseksi majoitusalueen pohjoispuolelle kaavoitettu noin 20 hehtaarin tuki- alue palvelee työmaalle tulevan tavarantoimitus-, varastointi- ja esivalmistus- alueena.

Työvoima pyritään pääosin sijoittamaan Björnudden-niemelle kaavoitetulle n. 17 hehtaarin alueelle. Majoitusvaraus on mitoitettu 1250 henkilön mukaan, mikä perustuu 5,5 vuoden rakennusaikatauluun ja 1900 henkilön huippuvahvuuteen. Uudisrakentamisen lisäksi alueelle edellisestä työmaasta jääneet parakit kunnostetaan nykyvaatimusten mukaisiksi, kiinnittäen erityistä huomiota alueen viihtyvyyteen ja vapaa-ajan tarpeisiin. □

DI Aage Lahtinen vastaa IVO:n General Engineeringin rakennusosastolla laitospaikka-asioista, p. 90-508 2237.

Mauri Toivanen, TVO

Olkiluoto seuraavan ydinvoimalaitoksen sijoituspaikkana



Perusvoimayhteistyössä on TVO:n tehtävänä selvittää ruotsalaisen ABB Atomin ydinvoimalaitosvaihtoehtoa, BWR 90, jonka osalta tutkitaan sekä pientä että suurta laitoskokoa. Tämä laitosvaihtoehto pohjana on TVO:ssa vuonna 1989 tehty laitospaikkaselvitys Olkiluodon soveltuvuudesta seuraavan tai seuraavien ydinvoimalaitosten sijoituspaikaksi.

Olkiluodon uuden laitosyksikön sijoituspaikaksi on valittu alue nykyisten laitosten

perustalta. Vaihtoehtoisesti on myös esitetty alue nykyisten laitosten länsipuolelta (Kaalon alue). Kaalon alueen käyttöä rajoittaa kuitenkin sen pieni koko ja rakennusoikeus (n. 550.000 m³).

Jäähdytysvesi otetaan Olkiluodon niemen eteläpuoliselta vesialueelta riittävän etäällä nykyisten laitosten jäähdytysveden ottopaikoista. Vesi johdetaan tunneleissa (37 m³/50 m³) Olkiluodon pohjois- tai vaihtoehtoisesti länsipuolelle. Mallikokein ja virtauslaskelmin on voitu todeta, että jäähdytysveden merkittävää uudelleenkiertoa tai vesien haitallista lämpenemistä ei esiinny.

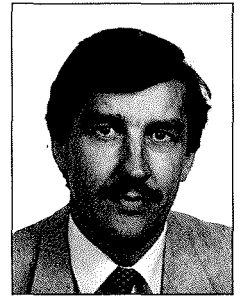
Rakennuskaava

Olkiluodon alueen rakennuskaava on vahvistettu vuonna 1974. Kaalon alueen

osalta kaavaa on muutettu ja se on vahvistettu vuonna 1980. Vahvistettu rakennuskaava antaa myös oikeuden käyttää ympäröiviä vesialueita voimalaitoksen tarvitsemia laitureita, jäähdytysvesirakenteita ym. rakennelmia ja laitteita varten.

Kaavassa on voimalaitosrakentamiseen varattu noin 6,7 milj.m³. Laitoskoosta riippuen voidaan Olkiluotoon sijoittaa 8—9 laitosta.

Kaava-alueella on alueita TVO:n, IVO:n ja Metsähallituksen omistuksessa. TVO:n omistaman alueen rakennusoikeus on 3,55 milj.m³, josta TVO I- ja II-laitosten niiden liitännäisrakennusten jo rakennettu osuus on 1,2 milj.m³. TVO:n tontilla on lisätalaa 2—3 voimalaitosyksikölle.



Suomalaisen rakentajan valmiudet ydinvoimalan rakentamiseen 1990-luvulla

Ydinvoimalaitokset on rakennettu Suomessa pääosin suomalaisten urakoitsijoiden voimin. Rakennemuutoksen seurauksena maahamme on muodostunut resursseiltaan entistä vahvempia yhtiöitä. Uusia haasteita ollaan valmiita vastaanottamaan. Entistä laajempi yhteistyö, parempi laadun hallinta ja nopeampi rakentaminen avaavat uusia mahdollisuuksia 1990-luvulla.

Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosten rakentamisesta on kulunut aikaa niin paljon, että aivan tuoretta kokemusta varsinaisen ydinvoimalan rakentamisesta ei maassamme ole. Tuntumaa alan rakentamiseen on kuitenkin voitu ylläpitää Olkiluotoon rakennetun voimalaitosjätteen välivaraston ja parhaillaan työn alla olevan keski- ja matala-aktiivisen voimalaitosjätteen kalliovaraston avulla.

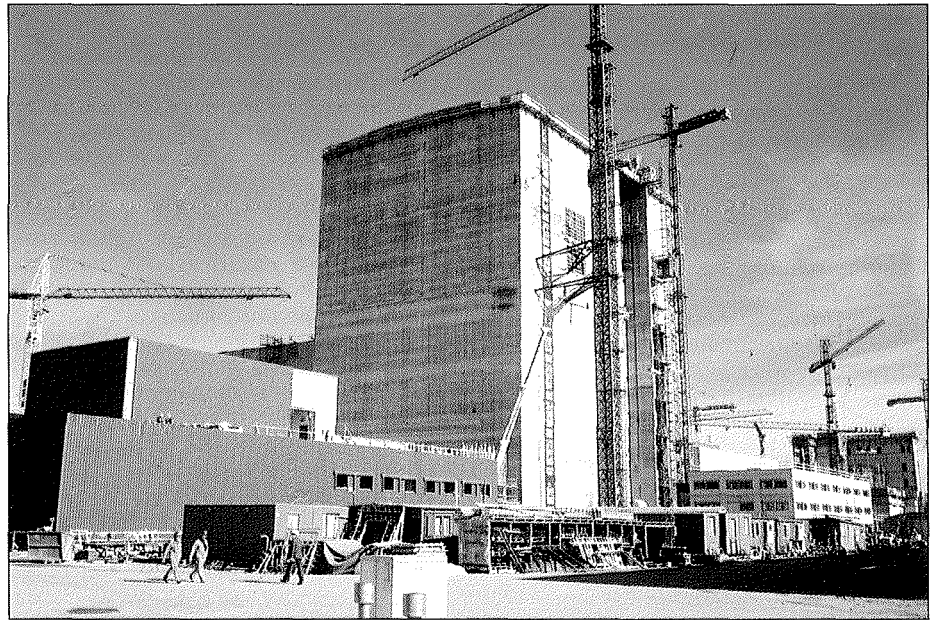
Olkiluodon ja Loviisan voimalaitokset on rakennettu 1970-luvulla pääosin suomalaisin voimin. Tämän jälkeen 1980-luvulla on rakennusallalla koettu voimakas rakennemuutos, jonka seurauksena on muodostunut resursseiltaan tuntuvasti aikaisempaa vahvempia yrityksiä. Tätä taustaa vasten ei liene epäilystä siitä, etteikö suomalaisin resurssein pystyittäisi myös 1990-luvulla ydinvoimalaitosta rakentamaan. Avainkysymykseksi muodostuukin se, mitkä ovat 1990-luvun uudet haasteet ja miten tasokkaasti suomalaisen rakentaja pystyy niihin vastaamaan.

1990-luvun haasteet

Jotta uusia haasteita voidaan vastaanottaa, pitää perusasioiden olla kunnossa. Tällaisiksi isoissa rakennusyrityksissä luetaan projektinjohtotaito, työnsuunnittelu ja seurantajärjestelmät, riittävät resurssit yms. Näiden perusasioiden lisäksi näyttäisi keskeisiksi tekijöiksi 1990-luvun ydinvoimalan rakentamisessa nousevan laadunhallintaan ja nopeutettuun rakentamiseen liittyvät kysymykset.

Parempaa laatua

Laatuajattelusta, laatujohtamisesta ja muusta laatuun liittyvästä on puhuttu viime vuosina paljon. Harvoissa rakennusyhtiöissä ja toteutusorganisaatioissa on



Olkiluodon ydinvoimalan rakensi työyhteisliittymä, jossa yhtenä osakkaana oli YIT-Yhtymään sulautunut Vesto Oy. Kuvassa harjakorkeuteen noussut reaktorirakennus kuvattuna syyskuussa 1976. YIT-Yhtymällä oli jo aikaisemmin Loviisan ydinvoimalan rakentamisessa huomattava rooli.

kuitenkaan selkeätä laatu politiikkaa ja sen mukaista toimintaa ohjaavaa laatu-järjestelmää. Vasta kun koko tekijäkunta on sisäistänyt organisaation laatuajattelun ja toimii tinkimättä sen mukaisesti, laajamittaisia tuloksia on saavutettavissa.

Laadun merkityksen korostuminen 1990-luvulla on kuitenkin laajasti tiedostettu ja valmiuksia eri tahoilla ollaan luomassa. Esimerkiksi sillanrakentamisessa, joka edustaa vaativaa betonirakentamista, ollaan käynnistämässä laatuvaastuurakentaminen. Tällöin rakennuttaja antaa lopputuotteen laatuvaatimukset. Urakoitsija valitsee työmenetelmät, tekee laadunvalvontasuunnitelman ja laatii laaturaportit. Laatuvaatimusten alituksista urakoitsija joutuu maksamaan laatuhyvitystä ja saa ylityksistä bonusta. Urakoitsijalta edellytetään rakennuttajan hyväksymää laatuajattelun ja seurantajärjestelmää. Ensimmäinen laatuvaastuun menetelmällä toteutettava siltakohte käynnistyy kuluvan talven aikana.

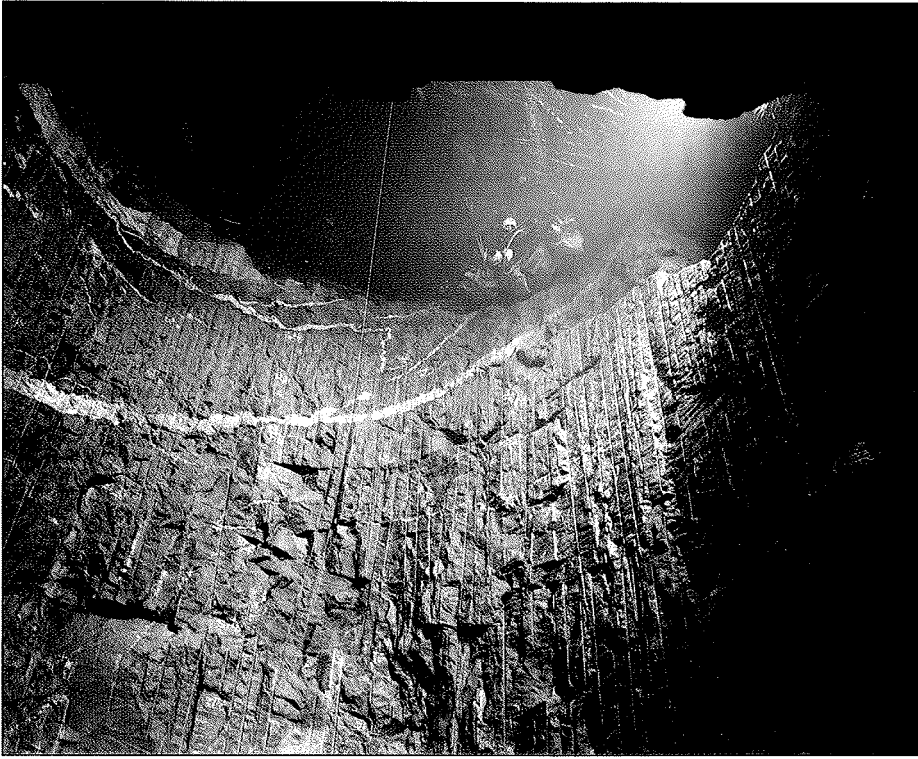
Ydinvoimalarakentamisessa laatuvaatimukset ovat muuta rakentamista tiukemmat eikä laatuvaatimusten alituksia kriittisissä rakenteissa sallita. Urakoitsijan laadunohjauksen, laadunvalvonnan ja laaturaportoinnin lähtökohdista on rakennuttajan ja viranomaisten laatuvaatimukset. Laadun varmistamiseksi tarvitaan ennakkokokeita, tarkkaa työnsuunnittelua, suunnitelmien testausta, vara-

suunnitelmia, laadunvalvontakokeita, kelpoisuuskokeita jne.

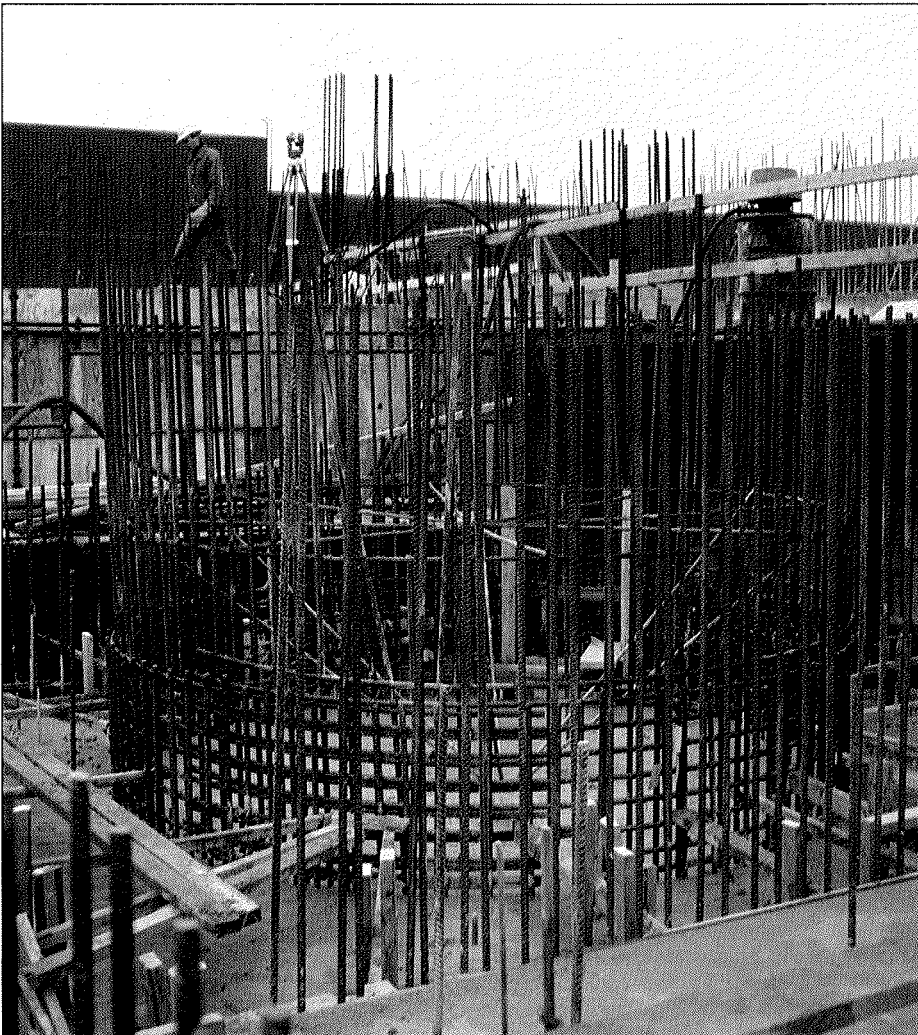
Laadun varmistamisen kannalta on tärkeää, että rakennuttajan, urakoitsijan ja työtä valvojan viranomaisen laatuajattelu saadaan synkronoitua samalle aaltopituudelle. Parhaiten tämä onnistuu siten, että laadunvalvontaohjelmat laaditaan yhteistyössä. Urakoitsijan tehtävänä on laatuajattelun avulla vakuuttaa rakennuttajaa siitä, että laadunohjaus ja laadunvalvonta on riittävää ja tasokasta. Myös tärkeimmät alihankkijat tulisi saada mahdollisimman aikaisin mukaan "laaturyhmään". Kaikenkaikkiaan keskeiset osapuolet on saatava laatu yhteistyöhön mukaan niin varhaisessa vaiheessa, että yhteinen laatuajattelu sisäistyy ja työn alkaessa sitoutuminen laatu tavoitteisiin on ehdotonta. Laatuasioissakin tulee muistaa, että valvonta on tärkeää, mutta laatu syntyy vain tekemällä.

Nopeampaa rakentamista

Rakennusajan lyhentäminen on rakennuttajan ja rakentajan yhteinen tavoite. Rakentajan roolina on tähän saakka ollut pääasiassa valmiiden suunnitelmien pohjalta etsiä parhaat työtavat, vastata resurssien riittävydestä ja ammattitaidosta sekä hallita projektin johto. Vaikuttamisen suunnitelmien sisältöön on jäänyt vähäiseksi.



Olkiluodon keski- ja matala-aktiivisen voimalaitosjätteen kalliovaraston seinämää louhinnan jälkeen syksyllä 1989. YIT-Yhtymä jatkaa työtä nyt varastosäiliön liukuvalulla.



Betonirakenteet ovat ydinvoimalarakentamisessa tavanomaista järeämpiä ja sallitut toleranssit pieniä. Olkiluodon käytetyn polttoaineen välivaraston rakensi YIT-Yhtymä.

Lopputuotteen kannalta on merkittävää kehitystä saatu aikaan ns. omaehtoisen rakentamisen ja erityisesti yhteistoimintarakentamisen alueilla. Oleellinen muutos aikaisempaan on ollut se, että näissä kehittyneemmissä toimintatavoissa rakentaja, suunnittelija ja urakoitsija ovat yhteistyössä ratkomassa hankkeeseen liittyviä kysymyksiä jo hyvissä ajoin ennen varsinaisen rakennustyön käynnistymistä. Tässä toimintamallissa urakoitsija antaa ryhmän käyttöön menetelmä- ja kustannustietoa, suorittaa vaihtoehtojen hintavertailut jne. Hankkeen kustannussuunnittelun pohjana on tuoretta ja luotettavaa tietoa.

Tämän toimintamallin ylivertauisuus on todettu useissa liike- ja toimistotalokoh-teissa. Aika- ja kustannussäästöt perinteiseen toimintatapaan verrattuna ovat merkittävät. Hyvät tulokset perustuvat siihen tosiasiaan, että jo suunnitteluvaiheessa lyödään lukkoon rakentamisen perusjärjestelmä ja noin 90 prosenttia rakentamisen nopeuteen ja kustannuksiin vaikuttavista tekijöistä. Senjälkeiset toimenpiteet ovat kokonaisuuden kannalta hienosäätöä. Kysymys on rakentajan tietojen ja taitojen oikea-aikaisesta hyödyntämisestä.

Samanlaisia mahdollisuuksia löytyy varmasti myös ydinvoimalarakentamisen alueelta. Pitkälle viedyllä esivalmistuksella on saavutettavissa aikasäästöä. Materiaalipuolella on tapahtunut kehitystä. Betonin lujuuden ja tiiveyden lisäämiseksi on keinoja olemassa. Tarvitaan kuitenkin soveltuvuusselvityksiä ja ennakkokokeita niiden käyttämiseksi ydinvoimalan rakentamisessa.

Rakennusajan lyhentämisessä tärkeitä asioita ovat edelleenkin sellaiset tekijät kuin tasokas ennakkosuunnittelu, jäykkä työn ohjaus, huolella valitut ja oikein mitoitetut tekijäresurssit, ennakkovalmennus ja varasuunnitelmat yllätysten varalta.

Hyvä ydinvoimalaitos 1990-luvulla syntyy entistä paremman ennakkosuunnittelun, osapuolten välisen laajamittaisen ja oikein ajoitetun yhteistyön sekä uudelle tasolle nostetun laatuajattelun tuloksena. □

DI Juhani Kuusisto on YIT-Yhtymän Silta-, pohja- ja vesirakentamisosaston osastonjohtaja, p. 90-159 4684.

The World Needs Nuclear Power for Environmental Production of Electricity



To get the best out of your nuclear
power plants you need:

ABB Atom • Reactor Division • Fuel Division • Service Division

ABB Atom

S-721 63 Västerås SWEDEN
Telephone: +46 21 10 70 00
Telex: 40629 atomva s
Telefax: +46 21 18 94 71

ABB
ASEA BROWN BOVERI

Uusi ydinvoimala ei jää koulutuksesta kiinni

Uusi ydinvoima vaatii rakentajia ja käyttäjiä. Avainasemassa ovat ydintekniikan ammattilaiset. ATS Ydintekniikka haastatteli professori Heikki Kallia ja professori Rainer Salomaa. Aiheena oli, miten korkeakoulut pystyvät vastaamaan uuden ydinvoimalaitoshankkeen asettamiin haasteisiin. Yhteisenä mielipiteenä oli, että 1990-luvulla on todella kova kilpailu opiskelijoista ja valmistuvista diplomi-insinööreistä. Toistaiseksi alalle on saatu riittävästi opiskelijoita. Valmiita insinöörejä koskevaan tarpeeseen vastaaminen vie opiskelijoilta vähintään 3 vuotta. Sen sijaan täydennyskoulutus on tarjottavana nopeasti tarpeen mukaan. Koulutuksesta ei uuden ydinvoimalan toteuttaminen jää kiinni.

Heikki Kallin mukaan ydintekniikan ammattilaisia on Suomessa kaikkiaan vain noin 400, joista noin 200:lla on akateeminen loppututkinto ydintekniikan alalta. Toiset 200 ovat saaneet muun akateemisen koulutuksen. 1980-luvulla on vuosittainen valmistumistarve ollut 10–20 henkilöä, mikä on pystytty täyttämään. Suurin osa valmistuneista on jäänyt alalle. Lappeenrannassa putosi noin kymmenen valmistuneen vuositta viime vuonna kolmeen. On vaikea sanoa, onko kyseessä tilastollinen vaihtelu vai Tshernobylin aiheuttama taantuma. Kolmen vuoden viive tukisi jälkimmäistä selitystä.

Täydennyskoulutus kunnossa

Rainer Salomaa ja Heikki Kalli pitivät teknillisten korkeakoulujen täydennyskoulutusmahdollisuuksia erinomaisina. Niiden omat täydennyskoulutuskeskukset pystyvät muutamassa kuukaudessa polkaisemaan kaupalliselta pohjalta tarpeellisen koulutuksen, kunhan vain tilaaja löytyy.



Vasemmalla professori Heikki Kalli Lappeenrannasta ja oikealla professori Rainer Salomaa Otaniemestä.

Alalle hakeutuvista on kilpailtava

”Vielä 1970-luvulla lahjakkaat ylioppilaat valitsivat sellaisen alan, jossa he saivat ponnistella. Teknillinen fysiikka antoi siihen hyvän mahdollisuuden”, mainitsee Rainer Salomaa. 1980-luvulla hyvään ammattiin valmistuminen on tullut voimakkaammin esille itsensä kehittämisen sijasta. Otaniemessä ja Lappeenrannassa tuotantotalous on noussut ykkössuosikiksi sisäännotossa. ”Tutkimusta ja jatko-opiskelua ei sillä alalla juuri harrasteta”, toteavat haastateltavat hieman haikeina.

Opiskelijoiden valintapäätöksiin vaikuttavat erilaiset muotivirtaukset. Toistaiseksi teknillinen fysiikka on onnistunut pitämään vaikean alan maineen. Salomaa katsoo, että tästä tulisi pitää kiinni eikä kasvattaa opiskelijamäärää liikaa, koska muuten ei alalle enää saada sellaisia ihmisiä, jotka haluavat ponnistella vaikeiden asioiden parissa. Varsinaista ammattikoulutustahan teknillinen fysiikka ei anna.

Insinööreistä on pula. Koulutukseen voivat hakeutua vain pitkän matematiikan ja fysiikan lukeneet, joita oli viime vuoden ylioppilasikäluokasta noin 7000. Paikkoja oli heille tarjolla jopa 11 000. Opintosuunnan valinta tapahtuu toisena opiskeluvuonna. Valmistumiseen menee tämän jälkeen 3–4 vuotta. Tämä on se

viive, jolla uusia insinöörejä voidaan saada sen jälkeen, kun lisätarve on opiskelijoille selvinnyt.

Teekkarit varataan jo hyvissä ajoin ennen valmistumista, usein kolmannelta kurssilta. Siksi kesätyöpaikat ovat tärkeitä samoin kuin diplomityötkin. VTT, IVO ja TVO ovatkin tämän oivaltaneet.

1990-luvulla nuorien diplomi-insinöörien liikkuvuus lisääntyy. Kansainvälistyminen helpottaa ulkomaille töihin menoa. Tietojenkäsittelyaika houkuttelee myös ydinteknikkoja. Kallin ja Salomaa mukaan Suomen ydinenergia-ala ei saa jäädä vain sivusta seuraajaksi tässä kehityksessä. Haastavia työpaikkoja on luotava ja siinä uusi ydinvoimahanke olisi hyvänä apuna.

Korkeakouluilla henkilöpula

Korkeakoulutuksen kehittämistä haittaa varttuneiden tutkijoiden puute. Korkeakouluissa ei ole reservejä mahdollisesti muualta tuleviin tarpeisiin, kun nyt ei saada opiskelijoiden ja tutkimustöiden ohjaamiseen pystyvää henkilökuntaa. Professori ei ehdi joka paikkaan. Salomaa toteaa erääksi parannuskeinoksi vieraillevien luennoitsijoiden ja kurssien pitäjien käytön ja yhteisten tutkimushankkeiden edistämisen. VTT:n ja voimayhtiöiden kanssa tällaista yhteistyötä onkin jo käynnistetty.



Heikki Kallin mukaan Suomessa on 400 akateemisen koulutuksen saanutta ydintekniikan ammattilaista. Näistä puolet on saanut peruskoulutuksen varsinaisesti ydintekniikan alalta.

Rainer Salomaa esittää ratkaisuksi korkeakoulujen henkilöpulaan vierailevien luennoitsijoiden käyttöä sekä erilaisten yhteishankkeiden edistämistä mm. VTT:n ja voimayhtiöiden kanssa.

Energia kiinnostaa, tiedotusvälineet kummastuttavat

Teknillisissä korkeakouluissa on sinänsä osoitettu lisääntyvää kiinnostusta energia-alaa kohtaan. Lappeenrannassa osallistuu jopa 150 opiskelijaa energiatekniikan peruskursseille. Lisäkiinnostusta on myös tullut ympäristöasioiden painotuksen myötä.

Yleisesti Kalli ja Salomaa totesivat, että teknillisissä korkeakouluissa suhtaudaan ymmärtäväisesti energia-asioihin.

Voimakasta ydinenergian vastustusta he eivät ole havainneet. Tiedotusvälineiden ja toimittajien käyttäytyminen kummastuttaa useimpia tutkijoita. Suurin ihmettyksen aihe on julkisuuden pinnallisuus.

Korkeakoulutuksen tavoite

Haastateltavat korostivat, että Suomessa ei teknillisissä korkeakouluissa ole edelleenkaan tarkoituksena antaa suoranaista ammattikoulutusta. Peruskoulutusvaiheessa tärkeintä on, että opiskelijoille annetaan laaja-alaiset perusvalmiudet.

Varsinainen ammattiin perehtyminen on tehtävä työelämässä ja täydennyskoulutuksessa. □

FK Osmo Kaipainen on Teollisuuden Voiman tiedottaja ja ATS Ydintekniikan erikoistoimittaja, p. 90-605 022.
DI Heikki Raumolin on Perusvoima Oy:n teknillinen johtaja ja ATS Ydintekniikan päätoimittaja, p. 90-6090 6017.

Antti Niittylä, STUK

Säteilylaki ja ydinenergia

Ydinenergian käytöstä on säädetty vuonna 1988 voimaan tullessa ydinenergialaissa. Hallitus on 24.11.1989 antanut eduskunnalle esityksen uudeksi säteilylaiksi. Säteilylain perustana ovat kansainvälisesti omaksutut säteilysuojelun perusperiaatteet, säteilyaltistusta aiheuttavan toiminnan hyväksyttävyyden kriteerit: Oikeutusperiaate, optimointiperiaate ja yksilönsuojaperiaate.

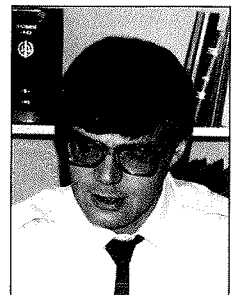
Oikeusperiaate edellyttää, että säteilyaltistusta aiheuttavasta toiminnasta saatavan hyödyn on oltava suurempi kuin sille aiheutettava haitta.

Optimointiperiaatteen mukaan säteilyaltistusta aiheuttava toiminta on järjestettävä siten, että säteilyaltistus pidetään niin pienenä kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Periaatteen taustalla on säteilyn biologisia vaikutuksia koskeva tutkimustieto, jonka mukaan mitään turvallista säteilyaltistuksen kynnysarvoa ei ole. Näin ollen ei riitä, että altistus rajoitetaan säädettyjen altistusrajojen alapuolelle, vaan on tutkittava ja toteutettava olemassa olevat käytännölliset

keinot altistuksen edelleen pienentämiseksi saavutettavissa olevaan minimiin. Vasta sitten kun tämä on tehty, toiminta on optimointiperiaatteen kannalta katsoen hyväksyttävää. Periaatteesta käytetään myös nimeä ALARA (As Low As Reasonably Achievable).

Yksilönsuojaperiaate edellyttää, että yksilön säteilyaltistus ei saa ylittää vahvistettuja raja-arvoja, säteilyannosrajoja.

Periaatteiden sisältämien vaatimusten tulee täytyä samanaikaisesti, jotta säteilyaltistusta aiheuttava toiminta olisi hyväksyttävää.



Säteilyehdotuksen mukaan nämä periaatteet koskevat myös ydinenergian käyttöä. Tämä tuo säädöstasolla uuden elementin ydinenergian käytön turvallisuuskriteereihin, joskin käytännön kannalta tarkastellen kysymys on jo sovellettujen kriteerien kirjaamisesta lakitekstiin. Mitään ristiriitaa ei voida nähdä periaatteiden suhteessa ydinenergiain 5 §:ssä säädettyyn yhteiskunnan kokonaisedun vaatimukseen. Aivan selvää näet on, että oikeutus-, optimointi- ja yksilönsuojaperiaatteet eivät tuo ydinenergian käyttöön mitään sellaista mikä olisi yhteiskunnan kokonaisedun vastaista.

Tietty selventävä, täsmentävä merkitys edellä kuvatuilla säteilyturvallisuustyön peruseriaateilla kuitenkin on ydinenergian käyttöä ajatellen. Varsinkin optimointiperiaate ilmaisee kirkaasti sen vaatimuksen, että ydinenergian käytön turvallisuuden varmistamiseksi ja parantamiseksi on tehtävä kaikki se, mikä kulloisenkin tiedon ja tekniikan tason huomioon ottaen on käytännöllistä ja perusteltua tehdä.

Kriteerinä terveydellinen haitta

Säteilylaki on tarkoitettu säteilyturvallisuutta koskevaksi yleislaiksi. Näin ollen ”laki koskee säteilyn käyttöä ja muita toimintoja, joista aiheutuu tai saattaa aiheutua ihmisen terveyden kannalta haitallista altistumista säteilylle”.

Tiivistetysti sanottuna tämä tarkoittaa, että

- altistusolosuhteet voidaan tarkastaa, mitata ja tutkia
- mahdollisten suojaus- ja muiden vastatoimenpiteiden tarve voidaan arvioida, ja
- jos toiminnan harjoittaja ei omaehtoisesti saata tilannetta hyväksyttävälle kannalle, voidaan antaa määräykset vastatoimenpiteiden toteuttamiseksi ja tarvittaessa kieltää toiminta tai rajoittaa sitä.

Edellä sanottu pätee toiminnan laadusta tai säteilyaltistuksen lähteestä riippumatta. Valvontatoimenpiteet voidaan ja ne tulee tehdä, kun epäillään tai todetaan terveydelle haitallista säteilyaltistusta. Toinen asia on, että järkevät ja perustellut valvontatoimenpiteet on arvioitava olosuhteiden mukaan. Säteilyn käyttö lääketieteellisissä tutkimuksissa, säteilylähde palvaroitimissa, radonpitoinen hengitysilma maanalaisissa työtiloissa, cesium sisävesikalassa; nämä esimerkit osoittanevat, että turvallisuustoimenpiteiden sisältöä ja muotoa joudutaan hyvin tarkoin punnitsemaan erityyppisissä altistustilanteissa.

Oleennaista on, että säteilylaki tulee antamaan erityyppiset tilanteet kattavat perusteet turvallisuusarvioinnille. Nykyisellä säteilysuojauslailla (174/57) on voitu järjestää säteilyn hyötykäytön valvonta, mutta esimerkiksi luonnonsäteilystä aiheutuvan altistuksen valvonnan lainsäädännöllinen pohja on ollut monelta osin heikko.

Luonnonsäteilyn valvonta selkeytyy

Huoneilman radonista säteilylakiehdotus sisältää säännöksen, että radonpitoisuutta koskevat enimmäisarvot vahvistaa sosiaali- ja terveysministeriö. Säteilylailla ei ole tarkoitus pakkotoimin puuttua yksityisasuntojen käyttöön. Sensijaan teolliseen tai elinkeinotoimintaan, joka aiheuttaa terveydelle haitallista altistumista luonnonsäteilylle, voidaan kohdistaa säteily-suojeluperiaatteiden mukaiset vaatimukset altistuksen rajoittamiseksi.

Lakiehdotus sisältää säännöksen myös normaalista poikkeavasta säteilytilanteesta (67 §). Tällainen tilanne on silloin kun työ- tai elinympäristöön pääsee niin suurta määrää radioaktiivisia aineita, että säteilyturvallisuudesta huolehtiminen edellyttää erityisiä toimenpiteitä. Kyse on siis ainakin jonkinasteisesta, pahimmassa tapauksessa hyvin vakavasta onnettomuustilanteesta. Pykälä säätää kaksi olennaista asiaa. Ensinnäkin vaatimuksen säteilysuojeluperiaatteiden huomioonottamisesta pelastustoiminnassa mahdollisuuksien mukaan, toisaalta sisäasiainministeriölle valtuuden suunnitella toimenpidekriteerijä ja yhteensovittaa eri viranomaisten toimintaa varauduttaessa normaalista poikkeaviin säteilytilanteisiin.

Ydinenergiainlaki ja säteilylaki

Ydinenergiainlaki on perusteellisesti valmisteltu, sangen uusi laki. Se sisältää tehokkaat instrumentit sen valvomiseksi, että ydinvoimalaitos teknillisen kokonaisuutena toteutetaan luotettavasti ja että sitä käytetään asetettujen vaatimusten mukaisesti. Näin ollen ydinenergiainlaki tulee edelleen olemaan ydinlaitosten turvallisuusvalvonnan perusta. Ei ole mitään järkevää syytä tarpeettomasti paloitella turvallisuustyön säädöspohjaa, vaikka molemmissa laeissa valvontaviranomainen onkin sama, säteilyturvakeskus.

Säteilylaista tulisivat ydinenergian käyttöön sovellettaviksi alussa kuvatut peruseriaatteet, asetuksella säädettävät säteilyaltistuksen enimmäisarvot mukaan luettuna.

Tämän lisäksi ydinenergian käyttöön tulisivat sovellettaviksi säteilylain 9 luvun säännökset. Luvun otsake on ”Säteilytyö”, ts. luku koskee järjestelyjä ja toimenpiteitä säteilyalaisessa työssä toimivien työntekijöiden turvallisuuden varmistamiseksi. Luvussa on säännökset työntekijöiden altistusseurannasta, terveystarkkailusta, säteilyannosrekisteristä, ulkomailla tehdyn säteilytyön ilmoittamisesta annosrekisteriin, työntekijöiden opastuksesta ja koulutuksesta, sekä 18 vuoden ikärajaista säteilytyössä.

Ydinvoimalaitoksilla säteilytyötä tekevät henkilöt kuuluvat henkilökohtaisen annosvalvonnan piiriin jo nykyään. Annostiedot tallennetaan säteilyturvakeskuksen ylläpitämään annosrekisteriin, jonka tarkoitus on ensinnäkin valvoa ettei säteilyaltistuksen enimmäisarvoja ylitetä. Toisaalta rekisteri on keino työntekijän

koko työiän aikaisen annoskertymän selvittämiseksi. Rekisterin merkitys tässä suhteessa tulee säteilylain aikana korostumaan, koska melkoisella varmuudella voidaan ennakoita, että tuleva säteilyasetus sisältää säännöksen, paitsi vuosiansnosrajasta, myös koko työiän aikaisesta enimmäisaltistusrajaista.

Ulkomailla saadut säteilyannokset

Altistusseurannan saamiseksi mahdollisimman kattavaksi on säteilylakiin otettu säännös velvollisuudesta ilmoittaa myös ulkomailla saadut säteilyannokset annosrekisteriin (35 §). Suomalaisen työnantajan, jonka palveluksessa olevat työntekijät tekevät säteilytyötä ulkomailla, tulee täten ilmoittaa palveluksessaan olevien suomalaisten työntekijöiden saamista säteilyaltistuksesta.

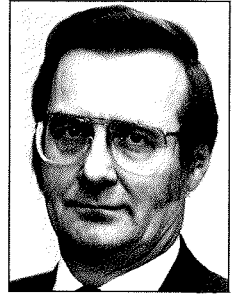
Ydinvoimalaitosten huolto- ja korjaustehävissä tiettyihin töihin erikoistuneet ammattimiehet kiertävät usein työkohteesta toiseen. Varsinkin pohjoismaissa liikkuminen rajojen yli on normaali käytäntö. Näin ollen säteilylain 35 § — joka lausuntovaiheessa sai myös kriittisiä huomautuksia osakseen — on säteilylain tavoitteiden kannalta hyvin perusteltu. Säteilyannos on terveydelliseltä merkitykseltään samanarvoinen, olipa se saatu missä tahansa.

Käytännölliseltä kannalta katsoen voidaan vielä todeta, että ainakin kehittyneissä maissa altistusseuranta on yleensä asianmukaisesti järjestetty, eikä altistustietojen ilmoittaminen ole tässä mielessä ongelma. Kehityksen reuna-alueilla kysymys voi olla monisyisempi.

Yhteenveto

Pääasiassa säteilylaki, niiltä osin kuin se koskee ydinenergian käyttöä, kodifioi jo sovelletun käytännön. Dramaattisia muutoksia se ei aiheuta, mutta vailla merkitystä se ei suinkaan ole: ajanmukainen lainsäädäntö lujittaa jo saavutetun perustan. Toisaalta se luo jatkuvuutta, takeita huomispäivän säteily- ja ydinturvallisuustyölle. □

Varatuomari Antti Niittylä on säteilyturvakeskuksen yleisen osaston osastopäällikkö, p. 90-708 2205.



Hyvien energiapäätösten hedelmät syöty — uudet päätökset odottavat päättäjiä

Sähkön käyttö yli 1,5-kertais-tui 1980-luvulla. Määrällisesti kasvu oli hieman suurempi kuin 1970-luvulla, vaikka sähkön käytön keskimääräinen kasvuvauhti hidastui viime vuosikymmenellä. Sähkön käyttö kasvoi 1980-luvulla keskimäärin vajaat viisi prosenttia vuodessa. 1970-luvulla kasvu oli ollut yli kuusi prosenttia vuodessa.

Vuonna 1989 Suomi käytti sähköä 59,7 miljardia kilowattituntia, sähkön käyttö kasvoi vajaat kaksi prosenttia. Poikkeuksellisen leudon vuoden vuoksi kasvu johtui pääosin teollisuuden sähkön tarpeesta. Lämpötilakorjattuna sähkön käytön kasvu nousi viime vuonna 3,5 prosenttiin.

Sähkön käyttö on kasvanut 1980-luvulla koko vuosikymmenen jatkuneen nopean talouskasvun ja sen seurannaisilmiöiden vuoksi.

Sähkön käyttö seuraa elintaso

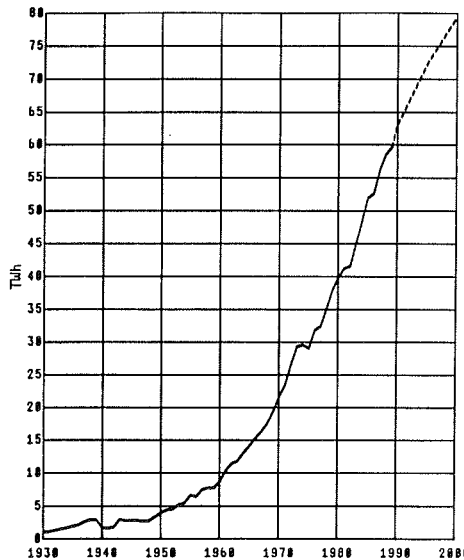
1980-luku merkitsi Suomelle kasvavaa vaurastumista ja hyvinvointia. Sähköhuolto on osaltaan pystynyt tukemaan elintasomme kasvua tarjoamalla sekä teollisuuden että myös kotitalouksien käyttöön riittävästi hyvälaatuista ja edullista sähköä.

Erityisesti 1970-luvulla tehtyjen suurten energiapäätösten ansiosta Suomen sähköhuolto kykeni tyydyttämään koko 1980-luvun kasvaneen sähkön tarpeen.

1980-luvun alussa meillä oli runsaasti sähkön tuotantokapasiteettia. Tämä ylimääräinen lisäkapasiteetti on antanut Suomen energiapolitiikalle mahdollisuuden 1980-luvulla viivyttää laajakantoisen perusvoimapäätöksen tekoa ilman, että siitä olisi ollut sähköhuollolle kohtalokkaita seurauksia.

Sähköhuollon kehittämistä vaikeutettu

1980-luvulla energiapolitiikassa tehtiin kuitenkin monia sähköhuollon kehittämistä vaikeuttaneita päätöksiä. Niistä mainitsen perusvoimapäätöksen jäädyttämisen, koskisuojelun ja hiilidioksidiin perustuvan haittaveron.



Sähkön kokonaiskulutus 1930—2000.

Jos sähköhuollon esittämät suunnitelmat olisi voitu toteuttaa, jatkaisimme nyt hiilidioksidipäästöjen määrän laskua, kuten ydinvoimalaitosten käyttöönoton jälkeen 1970-luvun lopussa ja 1980-luvun alussa. Ydinvoima on ympäristöystävällistä. 1990-luvulla meidän on poltettava hiiltä lisääntyviä määriä turvataksemme sähkön saannin.

Suomen energiapolitiikassa noudatettu linjapäätösten lykkäyksen periaate on merkinnyt kasvavia kustannuksia koko kansantaloudelle.

Hyvien vuosien hedelmät syöty

Olemme syöneet menneiden vuosien päätösten hedelmät, on aika tehdä uusia linjaratkaisuja. Nykyinen ja rakennettava voimalaitoskapasiteetti kattaa sähkön kysynnän 1990-luvun puolivälin tietämiin. Sen jälkeen voi tulla hankaluuksia.

Meillä sähköhuollon tilannetta ei onneksi ole ajettu yhtä vaikeaksi kuin Ruotsissa, jossa energiapolitiikan keskeiset tavoitteet — ydinvoimasta luopuminen, koskisuojelu, ympäristön suojelu ja taloudellinen kasvu — ovat keskenään ristiriidassa. Suomen kannalta on myönteistä, että nyt myös Ruotsin hallitus näyttää tunnustavan energiapolitiikkansa ongelmat.

Tuontisähköä ennätysmäärä

Sähkövuodessa 1989 oli oleellisin muutos edelliseen vuoteen verrattuna se, että nettotuonti kasvoi suuremmaksi kuin koskaan aikaisemmin. Muilta osin muutokset olivat vähäisempiä: sähkön ja lämmön yhteistuotanto vastapaineella kasvoi vajaa kuusi prosenttia. Vesi- ja ydinvoiman tuotannot supistuivat hieman, samoin tavallinen lauhdutus.

Sähkön tuonnin kasvu kohdistui lähes kokonaan Ruotsiin, josta tuotiin sähköä 1,5-kertainen määrä edellisvuoteen verrattuna. Erittäin hyvän vesitilanteen vuoksi Ruotsista oli saatavissa runsaasti edullista vesisähköä, jolla voitiin korvata muun muassa hiililauhdusta. Kesän lopussa valmistunut uusi yhteys Fennoskan-merikaapeli mahdollisti aikaisempaa suurempien sähkömäärien tuonnin Ruotsista.

Sähkön käyttö jäi vielä syksyllä ennakoitua 60 miljardin kilowattitunnin alapuolelle. Tänä vuonna sähkön käyttö kasvaa Sähkölaitosyhdistyksen arvion mukaan kolmesta viiteen prosenttia, vaikka talvi jatkuisikin lauhana.

LVV ja haittavero nostavat sähkön hintaa

Sähkön hinta nousi viime vuonna nelisen prosenttia. On syytä kuitenkin korostaa, että se oli selvästi 6,5 prosentin inflaatiovauhtia vähemmän ja että sähkön reaali-hinta jatkoi laskuaan. Kuluttajahintojen yleiseen nousuun verrattuna sähkö maksaa tänään neljänneksen vähemmän kuin 1980-luvun alussa. Koti- ja maatalouden keskihinta oli vuoden 1989 lopussa 38,8 penniä kilowattitunnilla.

Sähkön hinnannousu viime vuonna johtui liikevaihtoveron korotuksesta ja vuodenvaihteesta toteutetusta haittaverosta. Osa sähkölaitoksista siirsi hinnan korotukset huhtikuun alkuun, jolloin sähkön keskihintaan on odotettavissa lievä korotus. Kun inflaatio tänä vuonna nousee viimevuotiselle tasolle, niin sähkön reaali-hinta jatkaa tänäkin vuonna loivaa laskuaan.

Sähkön käyttö on viime vuosina kasvanut kaikissa kuluttajaryhmissä. Teollisuudessa sähkön käyttö on kuitenkin kasvanut hieman hitaammin kuin erityisesti kotitalouksissa ja palvelusektorilla. Myös julkisen sektorin osuus sähkön käytössä on kasvanut.

Metsäteollisuuden kolmasosa sähköstä

Teollisuuden osuus koko sähkön käytöstä on runsaat puolet. Metsäteollisuuden osuus maan sähkön tarpeesta on kolmasosa ja teollisuuden sähkön käytöstä lähes 2/3. Vuosi 1989 oli hyvä metsäteollisuudelle, se saavutti vuosikymmenen parhaan käyttöasteen.

Koti- ja maataloudet käyttivät viime vuoden sähköstä yhteensä 23 prosenttia, palvelut 11 prosenttia ja julkinen sektori seitsemän prosenttia. Kaikkiin ryhmiin sisältyvä sähkölämmitys oli vajaat 10 prosenttia sähkön käytöstä. Verkostohäviöt olivat viisi prosenttia.

Viime vuoden 59,7 miljardin kilowattitunnin sähkön käytöstä ydinvoima kattoi 30 prosenttia, vastapainevoima 25 pro-

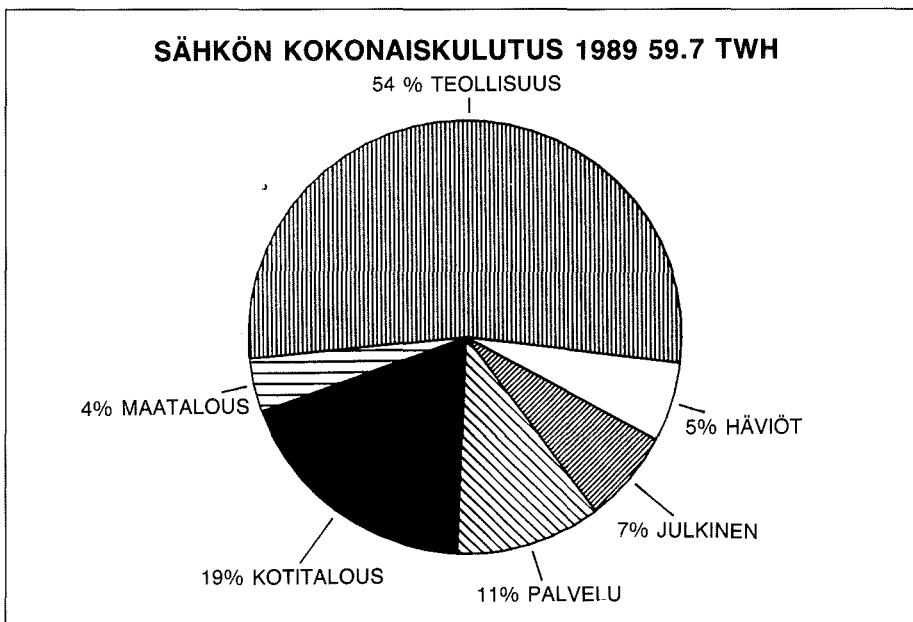
Sähkön käyttö 1980—1989

	1980	1988 milj.kWh	1989	Osuus 1989 prosenttia
Vesivoima	10 115	13 229	12 767	21
Vastapainevoima	10 660	13 976	14 739	25
Ydinvoima	6 625	18 447	17 976	30
Muu lauhdutus ym.	11 310	5 615	5 319	9
TUOTANTO	38 710	51 267	50 801	85
Nettotuonto	1 211	7 385	8 865	15
KOKONAISKULUTUS	39 921	58 652	59 666	100

senttia, vesivoima 21 prosenttia, tavanomainen lauhdutusvoima ja vastaavat tuotantotavat yhdeksän prosenttia. 15 prosenttia sähköstä tuotiin Neuvostoliitosta ja Ruotsista.

Ydinvoimalaitokset tuottivat viime vuonna sähköä 18 miljardia kilowattituntia. Ydinvoiman tuotanto supistui, koska metallipuru seisotti Teollisuuden Voima Oy:n ykkösyksikköä kuukauden viime syksynä. Ydinvoimalaitosten käyttökertoimet ovat silti edelleen maailman korkeimpia. Vuonna 1980 ydinvoiman osuus oli ollut 17 prosenttia, tuolloin käytössä olivat vasta Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten ykkösyksiköt.

SÄHKÖN KOKONAISKULUTUS 1989 59.7 TWH



Kaupunkien vastapaine kasvaa

Vastapainesähköä tuotettiin viime vuonna 14,7 miljardia kilowattituntia. Kaupunkien lämmitysvoimalaitoksissa tuotetun vastapainesähkön määrä on kasvanut 1980-luvulla lähes kaksinkertaiseksi.

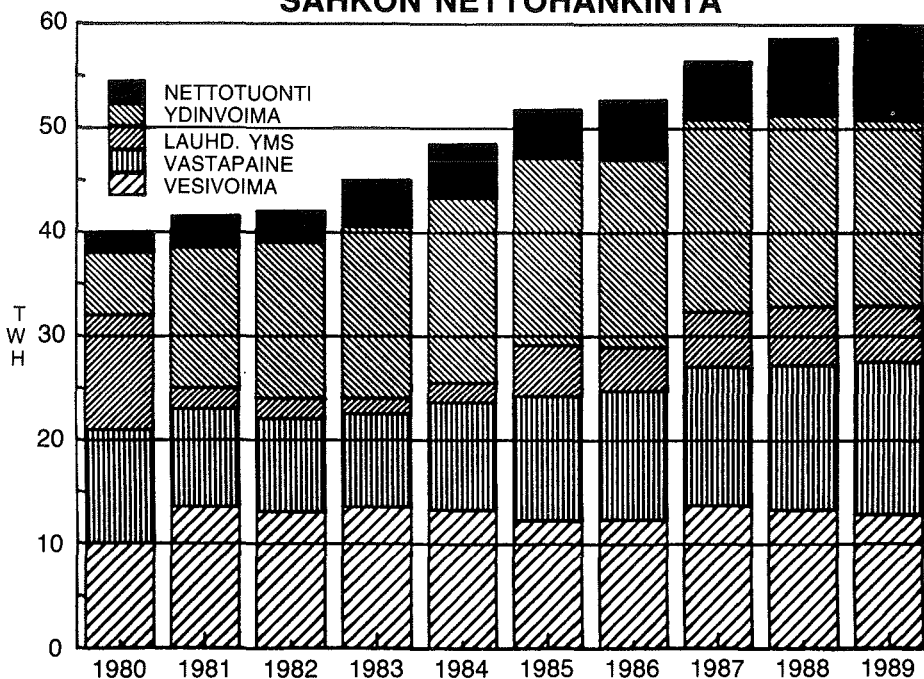
Teollisuudessa vastapainesähkön tuotanto on pysynyt lähes 1980-luvun alun lukemissa, siksi koko vastapainetuotannon osuus on laskenut 1980-luvulla 27 prosentista 25 prosenttiin.

Vesivoimassa jatkui vuodesta 1981 alkanut hyvä tilanne, vaikka vesivoimantuotanto supistui runsaat kolme prosenttia. Vesivoimalaitokset tuottivat yhteensä 12,8 miljardia kilowattituntia; se oli edelleen lievästi pitkän ajan keskiarvon yläpuolella.

Tavanomaista hiililauhutusvoimaa ja vastaavia tuotantomuotoja voitiin vuonna 1989 vähentää yli viisi prosenttia.

Sähkön nettotuonti saavutti viime vuonna kaikkien aikojen ennätyskseen, 8,9 miljardia kilowattituntia. Kasvu edelliseen vuoteen on 15 prosenttia. Sähkön tuonti Neuvostoliitosta oli 4,8 ja Ruotsista 4,5 miljardia kilowattituntia. Neuvostosähkön tuonti kasvoi hieman, tuonti Ruotsista kasvoi 47 prosenttia. Vienti Ruotsiin oli vain runsas kymmenesosa tuonnista sieltä. □

SÄHKÖN NETTOHANKINTA



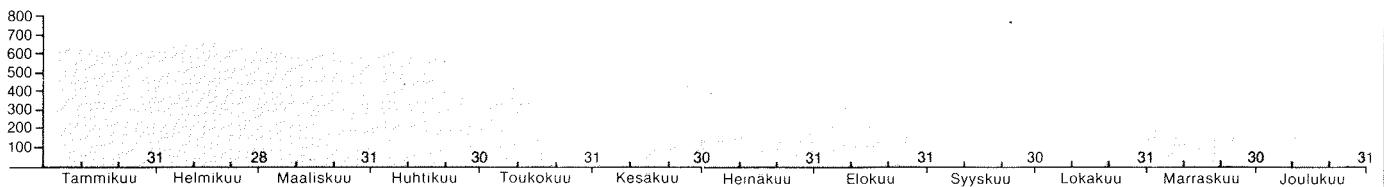
DI Esa Hellgrén on Suomen Sähkölaitosyhdistys ry:n toimitusjohtaja, p. 90-408 188.

Ydinvoimaloiden käyttö 1989

Käyttödiagrammit 1.1. - 31.12.1989

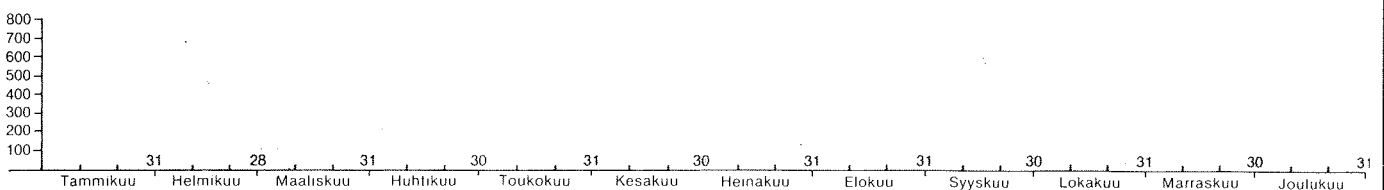
TVO I

Teho, MW



TVO II

Teho, MW



TVO:N TUOTANTO VUONNA 1989

Olkiluodon laitosyksiköt tuottivat vuonna 1989 10.883 GWh sähköä. TVO I:n tuotanto oli 5.056 GWh (vuonna 1988 5.779 GWh). TVO II:n tuotanto oli 5.827 GWh (vuonna 1988 5.713 GWh). TVO I:n käyttökerroin oli 81,5 % ja TVO II:n 93,9 %.

Vuoden 1989 budjetoidusta tuotantomäärästä 11.000 GWh jäi tuottamatta 117 GWh (1 %). Tuotannon menetys johtui TVO I:n syyskuussa alkaneesta seisokista, joka kesti 44 vuorokautta. TVO II:n vuosituotanto oli erinomainen. Vähennystä vuoden 1988 ennätyselliseen vuosituotantoon oli 609 GWh. Sähkön kokonais- tuotanto ylitti syyskuussa 100 TWh, vastaten lähes kahden vuoden koko maan sähkön tarvetta.

TVO I:n seisokista aiheutui 750 GWh:n tuotannon menetys sekä työvoima- ja varastokustannuksia 24 milj. markkaa, josta noin puolet kertyi metallijauheen puhdistamisesta. Seisokin aikana tehtiin myös muita laitoksen huolto- ja kunnostustöitä. Seisokissa työskenteli yhtiön

oman henkilökunnan lisäksi enimmillään noin 300 ulkopuolista työntekijää.

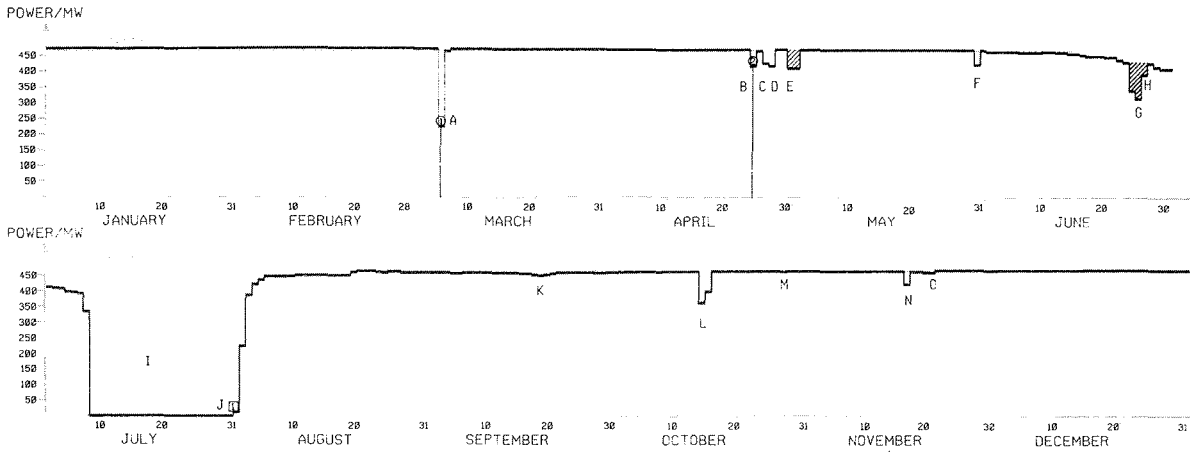
TVO:n liikevaihto vuonna 1989 oli 1.374 milj. markkaa ja sähkön myyntimäärä 10.386 GWh, mikä oli 114 GWh alle budjetoidun määrän. Vuonna 1988 liikevaihto oli 1.387 milj. markkaa ja sähkön myyntimäärä 10.982 GWh.

Tuotetun sähkön keskihinta osakkaille ilman liikevaihtoveroa oli 13,2 p/kWh oltuun edellisenä vuonna 12,6 p/kWh. Tuotantokustannukset olivat 11,9 p/kWh, edellisenä vuonna 11,2 p/kWh.

TVO II:n vuosihuolto kesti 16 vuorokautta, mikä oli 2 vuorokautta yli suunnitellun. Tuoretta polttoainetta vaihdettiin TVO II:n reaktoriin 134 nippua. TVO I:n vuosihuollon pituudeksi tuli suunnitellut runsaat 14 vuorokautta. TVO I:n reaktoriin vaihdettiin tuoretta polttoainetta 130 nippua.

Huoltotöihin osallistui TVO:n oman henkilökunnan lisäksi noin 950 ulkopuolista työntekijää.

LOVIISA 1 OPERATION HISTORY 1989



ENERGY GENERATION STATISTICS
ASSUMING 465MW = 100%

Month	MWh	Load factor/month
January	352 059	101.8
February	317 288	101.5
March	344 138	99.6
April	333 279	99.5
May	346 056	100.0
June	317 873	94.8
July	66 516	19.2
August	338 744	95.6
September	338 785	96.7
October	341 483	96.7
November	339 289	100.1
December	349 593	101.1
TOTAL	3 765 015	92.4 %

Time availability = 93.4 %

Losses due to load following about 7 438 MWh
Load factor without load following 92.6 %

Total 1989 collective radiation dose 0.73 manSv
(Refuelling period collective radiation dose 0.70 manSv)

EXPLANATIONS

- A 5-6.3 Steam leakage of one auxiliary steam line and manual trip of both turbines
- B 24.4 Spurious trip of one PCP and trip of both turbines from high level of one steam generator
- C 26.4 Test of one feed water isolation valve closing
- D 27.4 Adjusting of feed water isolation valves closing force
- E 30.4-1.5 Weekend load following
- F 30.5 Fault of electrical supply to one PCP motor control
- G 24-26.6 Weekend load following
- H 26.6 Annual testings of steam generator safety valves
- I 7-31.7 Annual maintenance and refuelling
- J 31.7 Reactor trip (test)
- K 17-19.9 Leakage of one high pressure preheater
- L 14-15.10 Leakage of one turbine drainage line
- M 27.10 Trip of one feed water pump without reserve
- N 16.11 Trip of 2 PCPs because of instrumentation fault
- O 28.11 Trip of one feed water pump without reserve

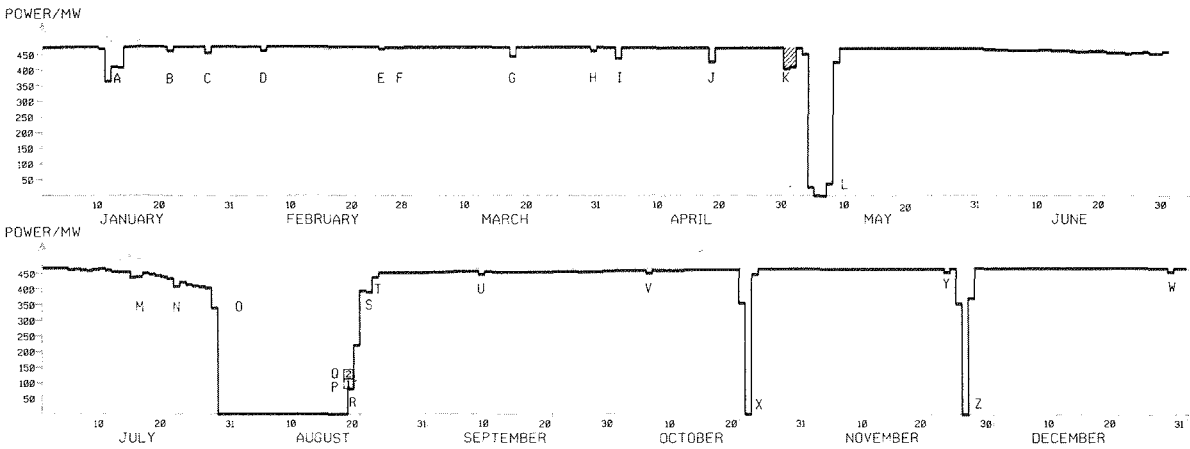
Collective radiation dose manSv

Load factor/year

1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989

LOVIISA NPS	LOVIISA 1 OPERATION HISTORY	1.1-31.12.1989
3	L01	866 013 A

LOVIISA 2 OPERATION HISTORY 1989



ENERGY GENERATION STATISTICS
ASSUMING 465MW = 100%

Month	MWh	Load factor/month
January	343 305	99.2
February	316 989	101.4
March	350 196	101.4
April	335 632	100.3
May	303 699	87.8
June	334 066	99.8
July	296 930	85.8
August	123 488	35.7
September	328 502	98.0
October	332 381	96.1
November	321 966	96.2
December	349 759	101.1
TOTAL	3 737 173	91.8 %

Time availability = 92.8 %

Losses due to load following about 2 825 MWh
Load factor without load following 91.8 %

Total 1989 collective radiation dose 1.08 manSv
(Refuelling period collective radiation dose 0.97 manSv)

EXPLANATIONS

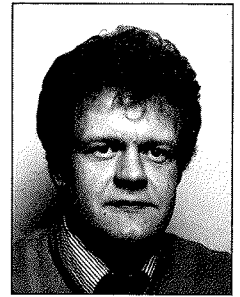
- A 11-13.1 Repair of high pressure preheater leakage
- B, D, E, G, H, M, R, V, Y Repair of condenser leakage
- C 27-28.1 Repair of moisture separator superheater leakage
- F 27.2 Drop of one control rod
- I 3.4 Generator trip
- J 18.4 Shutdown of one turbine because of leaking auxiliary condensate valve
- K 30.4-1.5 Weekend load following
- L 3.5-8.5 Repair of control rod flange leakages
- N 22.7 Annual testings of main steam safety valves and repair of condenser leakage
- O 28.7-19.8 Annual maintenance and refuelling
- P 18.8 Reactor trip (test)
- Q 18.8 Manual reactor trip because of one feed water non-return valve flange leakage
- S 22.8 Two spurious trips of one PCP
- T 23.8 Drop of one control rod
- U 9.9 Drop of one control rod
- X 21-23.18 Repair of steam generator blowdown valve
- Z 25-27.11 Hot shutdown in order to check loop 4 restraints
- W 23.12 Drop of one control rod

Collective radiation dose manSv

Load factor/year

1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989

LOVIISA NPS	LOVIISA 2 OPERATION HISTORY	1.1-31.12.1989
3	L02	866 009 A



Suomalaiset ja energia- politiikka 1989

Tampereen yliopistossa on selvitetty ja seurattu väestön suhtautumista energiapolitiittisiin kysymyksiin jo seitsemän vuoden aikana. Syksyllä 1983 käynnistyneellä energia-asenteiden seurantatutkimuksella on kaksi tavoitetta. Tutkimuksen käytännöllisenä tavoitteena on tuottaa konkreettista ja yksityiskohtaista tietoa kansalaismielipiteestä julkiseen käyttöön. Tutkimuksen tieteellisenä tavoitteena on yhteiskunnallisen asenne- ja arvoilmaston syvärakenteiden kartoittaminen ja niissä tapahtuneiden muutosten analysointi.

Tutkimus on toteutettu Tampereen yliopiston ja Imatran Voima Oy:n välisellä tutkimussopimuksella. Tutkimuksen tilaajana IVO rahoittaa tutkimuksesta aiheutuvat kustannukset.

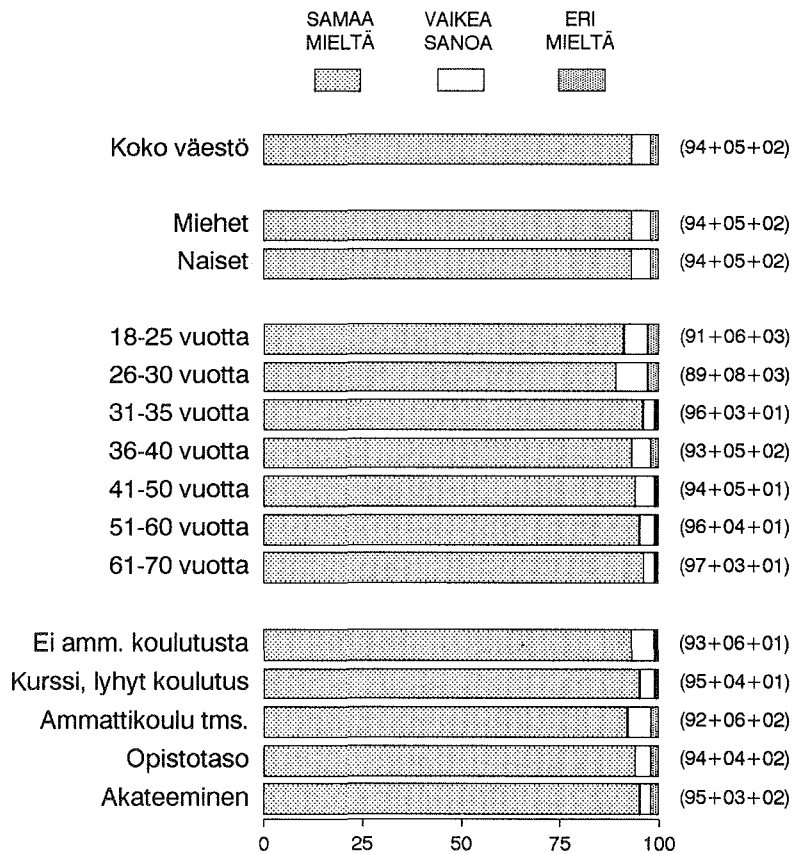
Tiedotteessa esitettävät tutkimustulokset perustuvat 2041 henkilön antamiin vastauksiin. Aineisto kerättiin postikyselyinä syys- joulukuussa 1989. Koko maan väestön mielipiteiden ohella tutkittiin loviisalaisten, euraajokilaisten, kuhmolaisten, sieviläisten ja porilaisten mielipiteitä. Vastajat valittiin satunnaisesti väestön keskusrekisteristä. He edustavat koko maan (pl. Ahvenanmaa) 18–70 -vuotiasta suomen- ja ruotsinkielistä väestöä.

Huoli ympäristöstä lisääntynyt

Kuolan niemimaalla paljastuneet ympäristöuhot ovat järkyttäneet suomalaisia. Valtaemmistö (83%) katsoo tämän asian osoittavan, että luonnon pelastamiseksi on käsillä jo aivan viime hetket. Lähes kaikki (94%) yhtyvät käsitykseen, jonka mukaan metsäkuolemia ei voida Suomessa välttää, ellei rikki- ja typpipäästöjä pikaisesti vähennetä kaikissa maissa. Eri väestöryhmien arviot asiasta ovat sängen yhdenmukaisia.

Yli kolme neljäsosaa (78%) otaksuu viime vuosien poikkeuksellisten sääolojen olevan seurausta siitä, että ihminen on saasteillaan järkyttänyt luonnon tasapainoa. Jokseenkin yhtä monen (75%) kantana on, että ympäristöä vahingoittaville

"METSÄKUOLEMIA EI VOIDA SUOMESSA VÄLTÄÄ, ELLEI RIKKI- JA TYPPIPÄÄSTÖJÄ PIKAISESTI VÄHENNETÄ KAIKISSA MAISSA" (%).



Suomalaisten energia-asenteet 1989

tuotteille tulisi määrätä verotuksellisin keinoin muita korkeampi hinta.

Kansalaisten valmius tinkiä omasta elintasostaan energiantuotannosta aiheutuvien ympäristöhaittojen ja riskien vähentämiseksi on kohonnut vuodesta 1988 verrattain selvästi (55 %:sta 63 %:iin). Vaikka kyseessä on asennetason reagointi, joka ei välttämättä konkretisoidu todellisen käyttäytymisen tasolla, muutos ilmentää kansalaisten ympäristöhuolen kasvua.

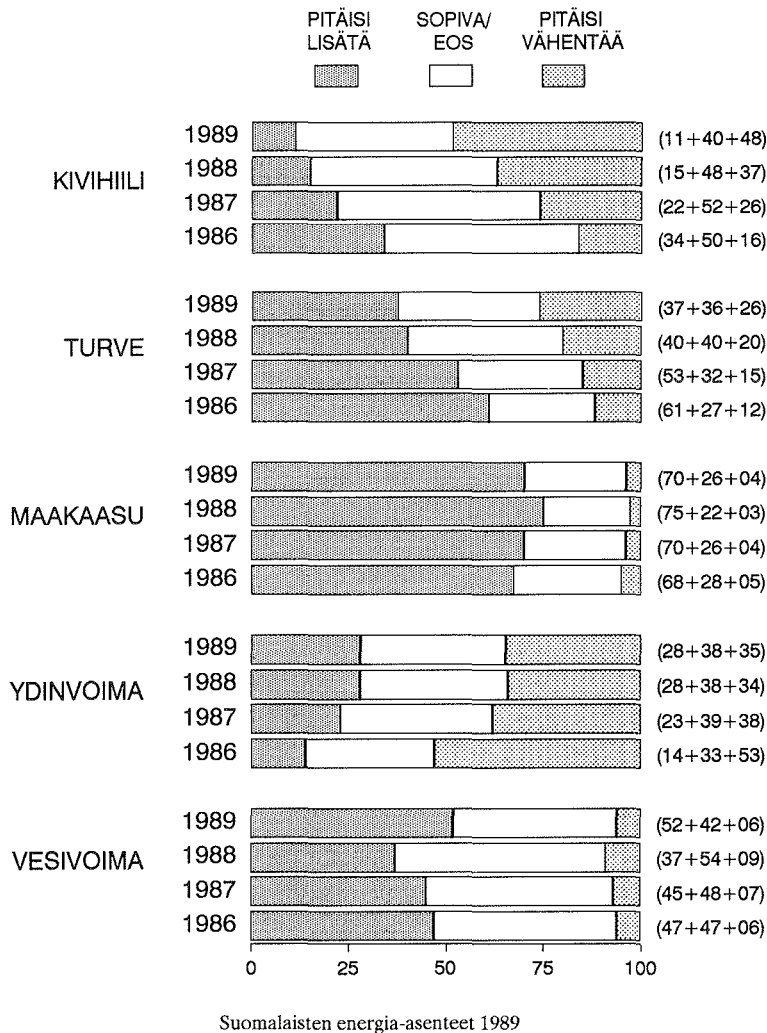
Huolten ja pessimismin rinnalla elää silti myös optimisimi. Joka toinen (51 %) uskoo tieteen ja tekniikan ratkaisevan tule-

vaisuudessa myös ympäristöongelmat. Noin joka kolmas (35 %) arvioi, että energiakysymykset kyetään ratkaisemaan tulevaisuudessa turvallisella ja halvalla tavalla. Taloudellista kasvua ja tehokasta ympäristönsuojelua ei liioin pidetä toisen- sa poissulkevinä asioina: enemmistön (62 %) käsityksen mukaan ne voidaan sovittaa yhteen.

Maakaasu suosituin energia- vaihtoehto, kivihiili vähiten suosittu

Eri energiamuotoihin suhtautumista mitattiin kysymällä vastaajilta, minkä ener-

ENERGIAMUOTOJEN KANNATUSKEHITYS TSHERNOBYLIN ONNETTOMUUDEN JÄLKEISENÄ AIKANA (%).



giamuodon käyttöä heidän mielestään lähivuosina tehtävissä sähköntuotantoa koskevissa ratkaisuisa tulisi lisätä ja minkä vähentää. Selvästi suosituin energiovaihtoehto tällä hetkellä on maakaasu, jonka käytön lisäämistä kannattaa yli kaksi kolmasosaa (70 %) suomalaisista. Vesivoimaa lisäisi noin joka toinen (52 %). Myös turpeeseen suhtautuminen on pikemminkin myönteistä kuin kielteistä.

Ydinvoiman lisäämistä kannattaa nyt 28 % suomalaisista ja vähentämistä 35 %. Voimakkain torjunta kohdistuu kivihiiileen, jonka käytön vähentämistä vaatii lähes puolet (48 %) väestöstä. Vain noin joka kymmenes (11 %) haluaisi kivihiiilen käyttöä lisäävän. Mikäli vertailussa otetaan huomioon myös kannanottojen intensiteetti, todetaan että ehdotonta vastustusta esiintyy eniten ydinvoiman kohdalla (19 % haluaisi luopua kokonaan, ei kuviossa; kivihiiilen vastava luku on 8 %).

Kivihiihi yhä ei-toivotumpi

Kun kivihiiileen suhtautumista tarkastellaan aikasarjana, havaitaan että energiamuodon kannatus on jyrkästi laskenut Tshernobyl-vuodesta 1986. Metsäkuolema-, happosade- ja kasvihuoneilmiökustelun rasittama energiamuoto on menettänyt kannatustaan vuosittain. Samantyyppinen kannatuskehitys on nähtävissä toisen fossiilisen polttoaineen, turpeen kohdalla.

Kivihiihi vai ydinvoima, jos valittava jompikumpi?

Kivihiiilen ja ydinvoiman kannatusta selvitetiin myös suoralla vastakkainasettelulla. Vastaajilta tiedusteltiin kumman he valitsisivat, mikäli maahamme päätettäisiin rakentaa uusi suuri sähköä tuottava voimalaitos jonka energianlähteeksi tulisi valita joko kivihiihi tai ydinvoima. Myös tämän tuloksen mukaan ydinvoima koetaan "pienemmäksi pahaksi" kuin kivihiihi: noin joka kolmas (32 %) valitsisi

ydinvoiman, noin joka neljäs (23 %) kivihiiilen.

Myös Porin asukkaat varauksellisia

Porin Tahkoluotoon rakennettava kivihii-livoimala ei tulosten mukaan saa kaupunkilaisilta varauksentonta tukea. Vaikka porilaiset suhtautuvatkin kivihiiilen käyttöön hieman myönteisemmin kuin maan väestö keskimäärin, heidän asennoitumisensa energiamuotoon on pikemminkin kielteistä (44 %) kuin myönteistä (19 %).

Ydinvoiman kannatus ennallaan

Ydinvoiman kannatusjakauma syksyllä 1989 on sama kuin syksyllä 1988. Tshernobylin onnettomuuden jälkeen tasaisena jatkunut ydinvoima-asenteiden myönteistyminen on täten pysähtynyt. Suhtautuminen ydinvoimaan ei ole kolmen ja puolen vuoden aikana palautunut täysin onnettomuutta edeltäneelle tasolle. Vaikka käytön lisäämistä kannattavia on nyt yhtä paljon kuin vuonna 1985, ydinvoiman vähentämistä vaativien määrä on edelleen yhdeksän prosenttiyksikköä suurempi kuin tuona ajankohtana. Ydinvoimaan suhtautuminen on kuitenkin nyt myönteisempää kuin tutkimuksen seuranta-ajan alussa syksyllä 1983.

Viides ydinvoimala

Kun kysymyksenasettelu konkretisoidaan koskemaan suhtautumista viidennen ydinvoimalan rakentamiseen, mitä asiaa tiedusteltiin väittämämuotoisella kysymyksellä erikseen, päädytään paljolti samantyyppisiin tuloksiin. 28 % pitää viidennen ydinvoimalan rakentamista kannatettavana ja 46 % torjuu ajatuksen. Myös tämä mittari kertoo ydinvoiman kannatuskehityksen pysähtyneen — ainakin toistaiseksi — vuoden 1988 tasolle.

Väestöryhmittäiset suhtautumiserot suuria

Kun väestön ydinvoimakannanottoja tarkastellaan yksityiskohtaisemmin, havaitaan suuria väestöryhmittäisiä eroja. Demografisista tekijöistä sukupuoli erottelaa suhtautumista sangen selvästi: miehet ovat ydinvoimamyönteisiä, naiset ydinvoimakielteisiä. Koulutustason noustessa ydinvoiman kannatus lisääntyy suoraviivaisesti. Ammatti- ja sosiaaliryhmistä ydinvoimamyönteisimpiä ovat johtavassa asemassa olevat, ylempät toimihenkilöt sekä opiskelijat. Poliittisella kentällä Kokoomuksen kannattajat erottuvat muista ydinvoimamyönteisyytensä vuoksi (47 % kannattaa lisärakentamista). Ydinvoimavastaisimpia ovat Vihreiden kannattajat (7 %).

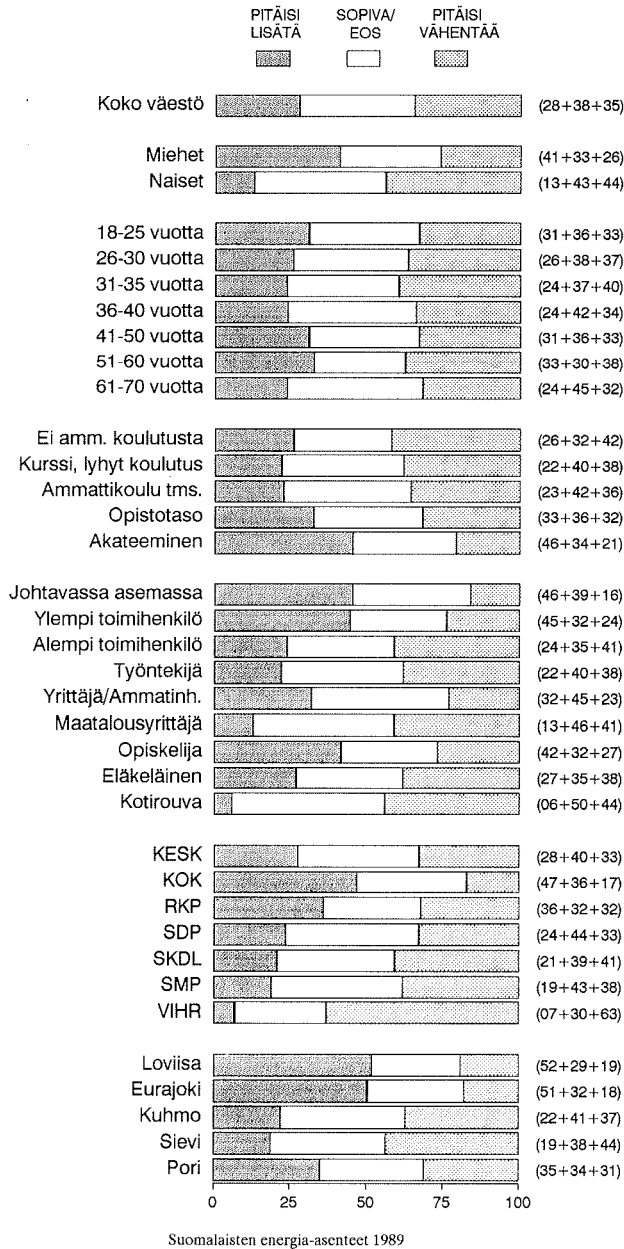
Ydinvoimalakunnat ydinvoimamyönteisiä

Ydinvoimaloiden sijaintikunnissa väestö suhtautuu — aiempien tutkimusvuosien tapaan — ydinvoimaan selvästi positiivisemmin kuin väestö muualla maassa. Sekä Loviisassa (52 %) että Eurajoella (51 %) noin puolet väestöstä kannattaa ydinvoiman käytön lisäämistä.

Vesivoima nousussa

Selvin suhtautumismuutos syksystä 1988 on tapahtunut vesivoiman kohdalla. Sen

SUHTAUTUMINEN YDINVOIMAN KÄYTTÖÖN ERI VÄESTÖRYHMISSÄ (%).



kannatus on lisääntynyt merkittävästi. Muutosta voi tulkita siten, että koska kansalaismielipide torjuu melko laajasti sekä kivihiihen että ydinvoiman lisärakentamisen, muutospaine purkautuu seuraavaksi realistisimpänä pidettyyn vaihtoehtoon. Kansalaisten vesivoimakannanotoissa on kuitenkin nähtävissä tiettyä ristiriitaa. Energiamuodon laaja kannatus osoittautuu lähinnä vain periaatteelliseksi, sillä tiettyjen konkreettisten ja yksilöityjen vesivoimahankkeiden toteuttamista ei sallita.

Muut energiapoliittiset näkökohdat

Energia ja hyvinvointi

Energian yhteys hyvinvointiin ymmärretään kiinteäksi. Selvä enemmistö (62 %) katsoo halvan energian edistävän hyvinvointia maassamme. Yli neljä viidesosaa (85 %) näkee sähkön käytön lisääntymi-

sen parantaneen merkittävästi ihmisten elämänlaatua. Rungas puolet (55 %) katsoo maan kansainvälisen kilpailukyvyyn säilyttämisen edellyttävän sitä, että teollisuus saa halpaa sähköä.

Energian tarve ja kulutus

Kolme neljästä (75 %) arvioi sähkön tarpeen olevan tulevaisuudessa paljon suurempi kuin nykyään. Sähkön tarpeen kasvu edellyttää uusien voimaloiden rakentamista kuitenkin vain joka toisen (50 %) mielestä. Vain joka neljäs (25 %) uskoo, että energiaa on aina riittävästi saatavilla eikä energiapulaa koskaan tule.

Energian säästö

Kansalaisten usko energiansäästöön energiaongelmien ratkaisukeinona on pysynyt lähimpänä ennallaan: 54 % katsoo ettei säästämisellä voida ratkaista energiaongelmia. Säästön tehostamista kannatetaan kuitenkin nyt (67 %) aiempaa enemmän uusien voimaloiden rakentamisen vai-

toehtona. Lähes kaksi kolmesta (65 %) uskoo, ettei elintaso olennaisesti laskisi, vaikka maassamme ryhdyttäisiin nykyistä tiukempiin energiansäästötoimiin.

Vaihtoehtoinen energia

Ns. vaihtoehtoisten energianlähteiden hyväksikäyttömahdollisuuksiin nykytilanteessa suhtaudutaan melko varauksellisesti. Vaikka auringon säteilyn katsotaankin tarjoavan saasteettoman ja ehtymättömän energialähteen, sen merkittävää hyödyntämistä ei pidetä mahdollisena vielä vuosikymmeniin. Noin joka neljäs (27 %) pitää aurinkoenergiaa realistisena ratkaisuna jo tällä hetkellä.

Energiapoliittinen informaatio

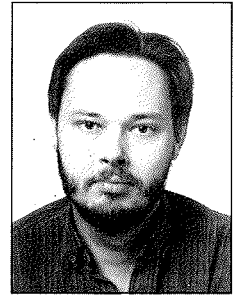
Kaksi viidestä (41 %) katsoo energiakysymysten olevan niin monimutkaisia, ettei tavallisella kansalaisella voi olla tietoon perustuvaa kantaa niihin. Joka toisen (51 %) mielestä luotettavan tiedon saaminen energia-asioista on mahdotonta. Lähes kaksi kolmasosaa (63 %) katsoo, että Tshernobylin onnettomuuden vaikutuksia suomalaisten terveyteen ja maamme luontoon on vähätelty julkisuudessa.

Luotettavimmiksi tietolähteikseen energia-asioissa kansalaiset arvioivat tutkimuslaitokset sekä radion ja television. Epäluotettavina energiatiedon jakajina kansalaiset pitävät etenkin poliitikkoja, mutta myös omaa ystäväpiiriään sekä maan hallitusta.

Energiapoliittinen päätöksenteko

Energiapoliittinen päätöksenteko koetaan — aiempien vuosien tapaan — melko etäiseksi ja epädemokraattiseksi. Rungas kaksi kolmasosaa (70 %) katsoo, ettei kansalaisten mielipiteitä ole riittävästi kuultu energiapoliittisissa ratkaisussa. Useampi kuin joka toinen (59 %) pitää todennäköisenä, että päätöksentekijöiden kanta ydinvoimaan muuttuu ja Suomeen rakennetaan lisää ydinvoimaloita. Kansanäänestyksen käyttöä ydinvoiman lisärakentamista koskevassa päätöksenteossa vaatii nyt yhtä moni kuin vuotta aikaisemmin (52 %).

VTT Paavo Hoikka on Tampereen yliopiston kunnallistieteiden laitoksen johtaja ja kunnallispolitiikan vs. professori, p. 931-156 770.
Yht.maist. Pentti Kiljunen on Tampereen yliopiston kunnallistieteiden laitoksen tutkija, p. 931-180 644.



Sihteerin sana — ATS-jäsenkyselyn tulokset 1989

Seuramme jäsenet ovat tyytyväisiä omaan toimintaansa. Siitä huolimatta heillä on uusia ajatuksia tulevaisuudesta, jota Seuran johtokunta joulukuussa pidetyssä kokouksessaan suunnitteli. Tässä artikkelissa on lyhyesti esitelty jäsenkyselyn tulokset.

Vastauksia saatiin määräaikaan hieman veyntämällä 30 kpl. Tämä on alle 6 % seuramme jäsenistä, joten kyselyn arvostelu tulee nähdä tätä taustaa vasten. Vastaukset olivat yleensä perusteellisia, ja olipa mukana sellainenkin, jossa vastaaja oli hylännyt "kaavakkeemme" ja kirjoittanut vapaamuotoisen kirjeen. Selvästi vastauskynnys oli korkealla, mutta jos sen ylitti, vastaaja myös paneutui asiaansa.

Ohessa vastaukset on esitelty siten, että ensin on lyhyesti esitetty vastaajien "linja", jos sellainen on esiintynyt. Tämän jälkeen on ranskalaisin viivoin esitetty edustavia kannanottoja eri kysymyksiin, (suosien kriittisiä sellaisia). Sulkuihin on merkitty niiden lukumäärä, jotka ovat kannanoton esittäneet.

Pääosa vastaajista tyytyi perustelemaan kuukausikokouksiin osallistumattomuuttaan hyvin yksinkertaisin ja luonnollisin syin.

Syitä osallistumattomuuteen:

- sopimaton ajankohta (2 kpl)
- pitkät matkat (2 kpl)
- laiskuus (2 kpl)
- ajan puute ja päällekkäiset tilaisuudet (5 kpl)
- pakolliset — viralliset — asiat (1 kpl)

Vastaajat haluavat kokouksissa kuulla ajankohtaisista asioista ja painottavat myös seuran ulkopuolelta saatavia kontakteja. Edelleen toivottiin jopa kaljailtoja kokousten jälkeen (tämän kai voi jättää jäsenten oma-aloitteisuuden huoamaan).

Ehdotuksia kokousten aiheiksi:

- ydinvoima ja asenteet (1 kpl)
- uudet reaktorityypit (3 kpl)
- keskustelua ongelmista, myös vastustajien ääniä (3 kpl)
- keskustelua ympäristöasioista (2 kpl)

Kokouksiin "maakunnissa" jäsenet suhtautuivat epäillen. Kuitenkin paikkaehtouksina olivat Loviisa ja Olkiluoto monella esillä.



Ekskursiot ovat aina kiinnostaneet Seuran jäseniä. Tässä ollaan Ranskassa vuonna 1987.

Kokousten pitopaikoiksi ehdotettiin:

- Loviisa tai Olkiluoto (7 kpl)
- Tampere tai yleisemmin korkeakoulu- paikkakunnat (4 kpl)

Yleensä ajatusta Atomipäivistä kannatettiin, joskin myös kriittisiä kantoja esiintyi. Nimeä aprikoiitiin, mutta monet pitivät myös nimestä.

- Atomipäivät tarpeen — myönteisen/hyväksyvä suhtautuminen (21 kpl)
- Ei (2 kpl)

Myönteisesti suhtautuvista suuri enemmistö kannatti yksipäiväistä tilaisuutta. Kuitenkin tilaisuuden yhteyteen toivottiin myös iltatilaisuutta yksipäiväisessäkin tapauksessa.

- yksipäiväinen tilaisuus (19 kpl)
- kaksipäiväinen tilaisuus (3 kpl)

Kotimaan ekskursionkohteina jäseniä viehättivät korkeakoulut. Myös traditionaaliset laitosvierailut kiinnostivat (Olkiluodossa luolastot). Moni jätti kuitenkin vastaamatta tähän kysymykseen (12 kpl).

- Lappeenrannan TKK (2 kpl)
- ydinvoimalaitoksemme (Loviisa 1 kpl, Olkiluoto 3 kpl)

Ulkomaan ekskursionkohteiksi toivottiin Neuvostoliittoa tai Espanjaa. Monia haajääniä annettiin niiden lisäksi (vuoden

1990 ekskursion tehdään lokakuussa Neuvostoliittoon, jossa tutustutaan niin laitoiksiin kuin tutkimukseenkin).

- Neuvostoliitto (7 kpl)
- Espanja (5 kpl)
- Länsi-Saksa (4 kpl)
- USA (3 kpl)

Esteinä osallistumiselle ulkomaan ekskursionille nähtiin useimmiten aika ja raha.

Esteet ulkomaan ekskursionille osallistumiselle:

- raha (13 kpl)
- ajoitusongelmat (13 kpl)

Suhtautuminen lehtemme ATS Ydintekniikkaan oli erittäin myönteistä; peräti 13 jäsentä kehui lehteä, vaikkei varsinaista mielipidettä lehdestä kysytyykään. Myös aiheita tuli runsaasti.

ATS Ydintekniikkaan ehdotettiin mm. seuraavia aiheita:

- matkakertomuksia seuralaisilta (1 kpl)
- kirjoituksia teekkareilta yms. (1 kpl)
- henkilökuvia (1 kpl)
- Tshernobylin ympäristön tila (2 kpl)
- ydinvoima ja ympäröivä yhteiskunta (2 kpl)
- insinöörin vastuu (1 kpl)

Seuran tiedotusmateriaalina jatkossa nähtiin esimerkiksi Atomitiedottajan opas (2 kpl). Edelleen eräät jäsenet kehoittivat kehittämään sanastoa (3 kpl).

Toimiminen kommunikaatiossa suuren yleisön kanssa nähtiin ilmeisesti haasteena. Yhdyshenkilöksi ja yleisöluennoitsijaksi voisi hakeutua 16 henkilöä (näistä osa toimii jo tiedotuksessa). Moni toivoi myös mahdollisuutta päästä tiedottajakoulutukseen.

Myös talkoohenkeä tuntuu edelleen löytyvän. 17 jäsentä suostuu toimimaan vapaaehtoisena ATS:n järjestämissä tapahtumissa.

Eväitä nuorille jäsenille löytyi vain 13:lla seuralaiselta (17 oli tässä kohtaa ilman ideoita). Opiskelijoiden asenteiden suopeuttakin hieman epäiltiin ja mm. jäseneksioton byrokraattisuudesta varoitettiin.

Eräitä ideoita nuorille jäsenille:

- makkaranpaisto- ym. illat, joissa keskustelua Seuran jäsenen alustaessa tarvittaessa (3 kpl)
- kirjoituskilpailut (1 kpl)

Yhteistyötä toivottiin muiden luonnontieteellisten järjestöjen kanssa.

Kansainväliseen yhteistyöhön ei otettu voimakkaasti kantaa useimmissa paperissa. Nykyistä toimintaa pidettiin riittävänä.

Muita kommentteja esitettiin harvassa paperissa. Ilmeisesti muut kysymykset olivat tyhjentäneet takin. Pari kehua johtokunta sai kyselystä.

Jäsenemme ovat varsin kiireistä väkeä, ja heillä "on monta rautaa tulella". Niinpä osallistuminen kokouksiin tai vaikkapa vastaaminen jäsenkyselyyn vaatii ponnituksen, johon ei helposti ryhdytä. Jos pystymme vaikuttamaan tähän "aloituskynnykseen", voidaan seuran toimintaa edelleen terävöittää.

Monet jäsenten viesteistä ovat nyt löytäneet tiensä vuoden 1990 toimintasuunnitelmaan, ja esimerkiksi jäseneksioton byrokraattisuutta vähennetään muuttamalla sääntöjä. Sääntömuutosesitys on jo tätä kirjoitettaessa läpäissyt ensimmäisen jäsenkäsittelyn. Myös nuoren jäsenen käsite saavutti myönteisen vastaanoton.

Tätä luettaessa on uusi johtokunta ryhtynyt toimeensa uuden toimintasuunnitelman kera, ja tämän palstan kirjoittaja vaihtuu. Positiivisesti ajatellen toteutuu siis sananlasku "koirat haukkuvat, mutta karavaani kulkee". Kiitos Seurasta.

P.S. Uraani halkeaa päätälaisuuden paneelista tehty video on nyt ilmestynyt ja sitä voi lainata uudelta sihteeriltä. □

DI Jorma Aurela toimii Loviisan voimalaitoksella turvallisuusinsinöörinä ja on ATS Ydintekniikan erikoistoitumittaja, p. 915-550 576.

Ytimekkäät

METAL POWDER IN TVO I MAY BE OF OLD ORIGIN

Investigations have continued on Industrial Power Company Ltd's Olkiluoto site to find out the origin of a few litres of stainless steel powder which caused problems with the control rod drives on the company's plant unit TVO I in September. Due to the metal powder in the CRDMs the unit was out of operation for 44 days during which an extensive cleanup was carried out in the reactor and its auxiliary systems.

The police has conducted detailed investigations on the possibility of sabotage but no evidence has been found to support this theory. Also the company's and the manufacturer's procedures seem to have worked correctly during the acquisition and installation of the 17 meters of 200 mm piping which was replaced in the reactor shut down cooling system during the refuelling outage in June. It had been assumed that the metal powder remaining inside the pipe sections after shot blasting in the manufacturer's works could have been transported to the plant and been able to pass the pre-installation inspections unnoticed. This does not seem to be the case. The tests carried out using similar pipe sections have shown that the amount of powder found in the CRDMs can not easily remain adhered to the pipe surfaces

during the handling phases prior to the installation and would be detected by performed inspections.

The results of oxide thickness and activity measurements of powder samples taken from two valves in the shut down cooling system have recently indicated a new potential origin for the metal powder. The oxide thickness and oxide structure on the powder particles corresponds to old stainless steel BWR oxide layers. The oxide layer of particles contains cobalt and manganese isotopes in proportions which indicate that the oxide formation can be many years old. The possibility whether the powder could have remained in a suitable pocket in some low flow area of the pipeline even from the start of the operation of the unit in 1978 is being investigated. The pressure test performed at the end of pipe installation last May during the refuelling outage may have loosened the crustformed powder deposition. During the start up of the system the flow was abnormally high due to a faulty non-return valve. This flow may have mobilized the powder and transported it to the reactor.

The plant tests carried out immediately after start up from the clean up outage and again after two weeks operation showed no problems in the scram func-

tion. Also loop tests have been carried out to determine the wear of CRDM graphite components due to metal particles. Results indicate that the amounts of particles which can be expected to remain in the CRDMs do not jeopardize the safety function of the control rods during the normal interval of routine maintenance.

Ahti Toivola, TVO

VLJ-LUOLAN RAKENNUSTYÖT ALKANEET

Olkiluodon voimalaitosjätteen loppusijoitustilan, VLJ-luolan, rakennustyöt aloitettiin tammikuussa ja niiden on määrä valmistua toukokuussa 1991. Ensimmäisenä valettiin porraskuilun perustukset. Porraskuiliu rakennetaan elementeistä ja se valmistuu maaliskuun puolella välissä. VLJ-luolan suurin yksittäinen rakennustyö on keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilan teräsbetonisiilon liukuvalu. Yli 30 metriä korkea betonisiilo valmistuu tulevana kesänä. Syksyllä ryhdytään rakentamaan valvomorakennusta ja VLJ-luola otetaan käyttöön vuonna 1992.

Kymmenen uutta ydinvoimalaitosta vuonna 1989

Vuonna 1989 kytkettiin kymmenen uutta ydinreaktoria sähköverkkoon kahdeksassa maassa. Sähköntuotantoon tarkoitettuja reaktoreita oli vuoden 1989 lopussa 435 kappaletta IAEA:n alustavan tiedonannon mukaan. Ydinvoimalla tuotetaan nyt yli 17 % maailman sähköenergiasta yhteensä 27 valtiossa. Ydinvoiman kokonaiskapasiteetti on nyt 319000 MW.

Vuonna 1989 suljettiin kolme reaktoria, Englannissa Berkeley A ja Neuvostoliitos-

sa kaksi reaktoria, Armenia 1 ja 2, jotka suljettiin Armeniassa tapahtuneen maanjäristyksen jälkeen.

Taulukoissa esitetyt teholuvut ovat USA:n osalta toimituksen arvioita.

Lähde: IAEA:n tiedote 18.1.1990 ja IAEA Newsbriefs Jan/Feb 1990

Pertti Salminen

Vuonna 1989 käyttöönotetut ydinreaktorit

Maa	Kpl	Nettoteho (MW)
Bulgaria	1	953
Saksan liittotasavalta	1	1225
Intia	1	220
Japani	1	1067
Etelä-Korea	1	900
Meksiko	1	654
Englanti	1	645
USA	3	3425
Yhteensä	10	9089

Toiminnassa ja rakenteilla olevat ydinreaktorit vuoden 1989 lopussa

Maa	Käynnissä		Rakenteilla		Reaktorivuodet yhteensä
	Kpl	Nettoteho (MW)	Kpl	Nettoteho (MW)	
Argentiina	2	935	1	692	22,6
Belgia	7	5480			93,6
Brasilia	1	626	1	1245	7,8
Bulgaria	6	3538	1	953	49,5
Kanada	18	12185	4	3524	224,0
Kiina			3	2148	
Kuuba			2	816	
Tšekkoslovakia	8	3264	8	5120	52,1
Suomi	4	2310			43,3
Ranska	55	52588	8	10790	543,1
Saksan demokraattinen tasavalta	5	1694	6	3432	77,4
Saksan liittotasavalta	24	22716	1	295	303,2
Unkari	4	1645			18,2
Intia	7	1374	7	1540	79,2
Iran			2	2392	
Italia	2	1120			79,8
Japani	39	29320	13	11752	432,0
Etelä-Korea	9	7170			45,1
Meksiko	1	654	1	654	0,8
Hollanti	2	508			37,8
Pakistan	1	125			18,2
Puola			2	880	
Romania			5	3300	
Etelä-Afrikka	2	1842			10,2
Espanja	10	7519			92,6
Ruotsi	12	9693			147,2
Sveitsi	5	2952			73,8
Taiwan	6	4924			50,1
Englanti	40	12428	1	1188	851,0
USA	111	98698	4	4247	1371,3
Neuvostoliitto	53	33060	26	21230	721,5
Jugoslavia	1	632			8,2
Yhteensä	435	319000	96	76198	5453,6

IS 20.1.1990

KAKSI MIESTÄ VARASTI SÄHKÖÄ NAAPURILIIKKEESTÄ

Kaksi miestä tuomittiin sähköön varastamisesta kuukaudeksi vankilaan Hyvinkään kihlakunnanoikeudessa. Harvinainen rikos paljastui, kun naapurissa oleva vaatetusliike havaitsi sähkölaskunsa yllättäen kasvaneen melkoisesti. Sähkönpihistelijät tarvitsivat energiaa solariuminsa yhteydessä.

Ehdollisiin vankeustuomioihin ja kor-

vauksiin tuomitut miehet yrittivät väittää, että heillä oli kiinteistön omistajan lupa lainata sähköä naapuriliikkeestä. Oikeus totesi kuitenkin varkauden tapahtuneen.

Vuonna 1956 syntynyt urakoitsija ja vuonna 1948 syntynyt yksityisyrittäjä havaitsivat, että heidän yhteinen solariuminsa tarvitsi lisää sähköä voidakseen toimia. Tilatuille sähköasentajille miehet sanoivat, että sitä oli lupa vetää naapuriliikkeestä, jonka omistajaan heillä oli hyvät suhteet.

Naapuri huomasi omien laskujensa kasvaneen kohtuuttomiksi. Sen seurauksena juttua alettiin tutkia.

Oikeudessa miehet tuomittiin ehdollisen vapausrangaistuksen lisäksi yhteensä 6 000 markan korvauksiin. He kiistivät loppuun asti toimineensa väärin.

MITÄ TAPAHTUI GREIFSWALDIN TULIPALOSSA 1975?

Lehdistössä on viime päivinä ollut mainintoja Itä-Saksassa Greifswald-ydinvoimalaitoksella vuonna 1975 sattuneesta tulipalosta, joka uhkasi aiheuttaa vakavan reaktorionnettomuuden. Säteilyturvakeskus on hankkinut asiasta selonteon Itä-Saksan ydinturvallisuusviranomaisilta.

Greifswald 1 -laitoksella 7.12.1975 sähköjärjestelmissä sattunut oikosulku syytti tulipalon, joka tuhosi suuren joukon sähkökaapeleita. Palo saatiin sammumaan kahden ja puolen tunnin kuluttua syttymishetkestä.

Laitoksen automaattiset suojaukset pysäyttivät reaktorin toiminnan heti palon syttymisen jälkeen. Sähkökaapeleiden tuhoutumisen johdosta eivät reaktorin jälkitechon normaalisti poistavat sekundaari-piirin pumput (syöttövesi- ja apusyöttövesipumput) saaneet sähköä. Jälkitechon poistettiin kiehuuttamalla sekundaari-piirin höyrykehittimissä ollutta vettä, joka riitti noin viiden tunnin ajan turvaamaan normaalit olosuhteet reaktorin primaarissa jäähdytyspiirissä. Veden loppuessa alkoivat primaari-piirin paine ja lämpötila kohota ja primaari-piirin varoventtiili avautui. Varoventtiilin kautta menetetty jäähdytysvesi korvattiin reaktorin hätäjäähdytyspumppulla, joka sai sähkönsä erillisestä hätäsähkönsyöttöjärjestelmästä. Tämä poikkeuksellinen menetelmä reaktorin jälkitechon poistamiseksi oli käytössä ainakin kahden ja puolen tunnin ajan. Tämän jälkeen saatiin käyttöön tilapäinen sähkönsyöttö yhdelle sekundaari-piirin apusyöttövesipumpulle. Kyseisellä pumppulla täytettiin höyrykehittimet uudelleen ja lämmönsiirto palautui normaalilla tavalla toimivaksi. Reaktorivauriota ei tapahtumasta aiheutunut, mutta jäähdytysvedessä olleita radioaktiivisia aineita pääsi ympäristöön jonkin verran.

Tapahtumien kulku noudatti varsin tarkoin niitä analyysijä, joita on tehty tutkittaessa mahdollisuutta vakavan reaktorionnettomuuden syntynä. Tapahtuma olisi edennyt kohti vakavaa reaktorionnettomuutta ellei primaari-piirin hätäjäähdytys olisi toiminut. Suomessa tehtyjen analyysien mukaan höyrykehittimien kuivumisen jälkeen primaari-jäähdytteen kiehumiseen ilman hätäjäähdytys-toimintaa olisi kulunut noin kolme tuntia ja sen jälkeen reaktori olisi alkanut ylikuumentua. Näiden analyysien mukaan olisi hätäjäähdytystoiminnan puuttuminen vienyt hyvin lähelle vakavaa onnettomuutta, mutta on kuitenkin mahdollista, että apusyöttöveden kuntoon saaminen olisi vielä yksinäänkin pelastanut tilanteen. Vakava onnettomuus ja huomattavat ympäristöpäästöt olisivat olleet seurauksena, jos hätäjäähdytys ei olisi toiminut ja jos tilapäisen sähkönsyötön järjestäminen sekundaari-piirin pumppuille olisi kestänyt pitempään kuin se kyseisessä tilanteessa kesti.

Perusrakenteeltaan Greifswaldin laitosta muistuttavalla Loviisan ydinvoimalaitoksella on kyseiseen tapahtumaan varaudut-

SÄHKÖ-PÄIVÄ 24.5.1990 TURUN MESSUKESKUKSESSA

SÄHKÖ-päivää vietetään tällä kertaa 24.5.1990 Turun Messukeskuksessa ELEKTEL 90-messujen keskimmäisenä päivänä (23.—25.5.90).

SÄHKÖ-päivän ohjelma on seuraava:

- | | |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9.00 | Ilmoittautuminen ja tulokahvit |
| 10.00 | AVAUS
SIL:n puheenjohtaja Gunnulf Mårtensson |
| 10.15 | TEOLLISUUDEN SÄHKÖ-HUOLLON UUSIA TUULIA
Kehitystarpeista,
Toimitusjohtaja
DI Seppo Ruohonen
Teollisuuden Sähköenergia-liitto |
| | uudelleenorganisoinnista
Toimitusjohtaja
DI Timo Rajala
Teollisuuden Voimansiirto Oy |
| | ja ympäristökysymyksistä
Teollisuuspoliittinen asiamies
DI Jyrki Myllyvirta
Teollisuuden Keskusliitto |
| | Valmisteltu puheenvuoro |
| | Keskustelua |
| 12.00 | Lounas |

13.30 TELEPÄÄTTEIDEN LISÄARVO

Johtaja
DI Kaj Kivinen
Lounais-Suomen TELE
Johtaja
DI Risto Siivola
Turun kaupungin telelaitos

Keskustelua

14.30 Kahvi

15.00 KOMPONENTIT JA PIENENEVÄT LAITTEET

Toimitusjohtaja
Ins. Pauli Koistinen
Ferrado Oy

Markkinointijohtaja
DI Jyrki Salminen
Nokia Mobile Phones Oy

15.45 LOPPUKESKUSTELU

16.00 Tilaisuus päättyy

19.00 SÄHKÖ-päivälliset,
Hamburger Börs

SÄHKÖ-päivään on järjestetty Helsingistä linja-autokuljetus, joka lähtee Postitalon ja Rautatieaseman välistä klo 6.30 ja paluukuljetus Helsinkiin lähtee klo 24.00.

Ilmoittautumiskortteja voi tilata Sähköinsinööri-liitto ry:stä, Merikasarminkatu 7 J 53, 00160 Helsinki, p. 90-171 050.

tu huomattavasti monipuolisemmin. Sähköjärjestelmien ja syöttövesijärjestelmien sijoittelussa on varauduttu tulipaloihin siten, ettei yhdessä paikassa tapahtuva kaapelipalo aiheuttaisi kaiken syöttöveden menetystä. Kaikkien syöttövesi- ja apusyöttövesipumppujen menetyksen varalta on järjestetty mahdollisuus pumpata sekundaari-piiriin vettä myös primaari-piirin pumppuilla. Vuoden 1989 aikana valmistui vielä muista laitoksen järjestelmistä erillinen hätäsyöttövesijärjestelmä, johon kuuluu kaksi rinnakkaista dieselmoottorikäyttöistä pumppua. Loviisan laitoksella on syöttöveden saanti sekundaari-piiriin turvattu siis neljällä erilaisella järjestelmällä. Niistä jokainen on varustettu vähintään kahdella pumppulla. Kukin pumppu on yksinään riittävä huolehtimaan turvallisesta reaktorin jälkitechon poistosta. Myös sähkönsyöttö on Loviisan laitoksella varmennettu monesta lähteestä, jotka ovat etällä toinen toisistaan.

Lähde: Säteilyturvakeskusten tiedote 25.1.1990

SVA-INFORMATIONSTAGUNG: "KERNENERGIE — WIE WEITER?"

Am 28. und 29. Mai 1990 führt die Schweizerische Vereinigung für Atomenergie (SVA) im Kursaal Bern eine Informationstagung unter dem Titel "Kernenergie — wie weiter?" durch. Referenten aus dem In- und Ausland gehen dabei der Frage nach, ob die Kernenergie weltweit vor einem Wiederaufschwung steht oder ob die durch Tschernobyl und niedrige Preise fossiler Brennstoffe bedingte Stagnation weiter anhält. Die 14 Vorträge gehen auf die öffentliche Kernenergie-diskussion, die Bewältigung ökologischer und globaler Herausforderungen, den Standpunkt der Industrie, Sicherheits- und Wirtschaftlichkeitsfragen sowie in einem speziellen Teil auf die spezifisch schweizerischen Gegebenheiten ein — alles Fragen, die im Hinblick auf die bevorstehende Volksabstimmung über die Ausstiegs- und die Moratoriumsinitiative hochaktuell sind.

Programme und Auskünfte sind erhältlich bei:

Schweizerische Vereinigung für Atomenergie (SVA)
Postfach 5032
CH-3001 Bern
Tel. 031/22 58 82

Uusia julkaisuja

NUCLEAR ENERGY IN PERSPECTIVE

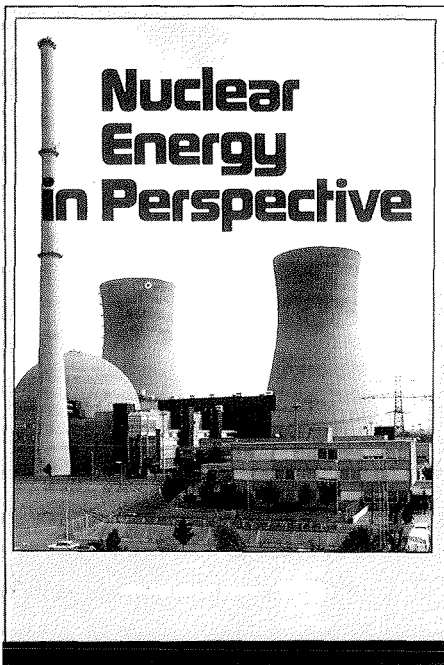
Nuclear Energy in Perspective.
OECD/Nuclear Energy Agency (NEA),
Paris 1989, 116 s.

OECD/NEA on julkaissut yleisen raportin "Nuclear Energy in Perspective", joka selvittää rauhanomaisen ydinenergia-tuotannon keskeisiä näkökohtia, kuten ydinenergiaohjelmien kehitysnäkymät, teknologia ja talous, ihmisten ja ympäristön säteilysuojelu, ydinvoimalaitosten turvallisuus, ydinjätehuolto ja varautuminen vakaviin reaktorionnettomuuksiin.

Julkaisun tarkoitus on antaa "ei-asiantuntijalle" valmiudet arvioida tekijöitä, jotka liittyvät ydinenergia-alan kehitykseen ja säännöksiin. Tällä julkaisulla NEA pyrkii edesauttamaan laajan ja objektiivisen kuvan antamista tiedotusvälineissä ydinenergian roolista sähkön-tuotannossa.

Raportti on erityisen hyödyllinen lehtimiehille ja muille joukkotiedotusvälineiden edustajille, jotka voivat tilata raportin hintaan FF 120 osoitteesta:

Roxanne Goldsmith
Nuclear Energy Agency (NEA)
38, boulevard Suchet 75016 Paris France
p. 4524 9667, telex AEN/NEA 630 668.



MAINTENANCE OF NUCLEAR POWER PLANTS

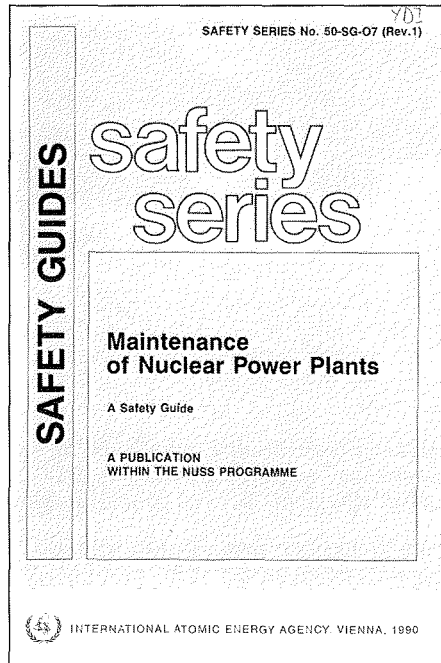
Maintenance of Nuclear Power Plants, A Safety Guide. Safety Series No. 50-SG-07 (rev. 1). International Atomic Energy Agency (IAEA), Wien 1990. 37 s. + 15 liitt.

IAEA:n uusin Safety Series -sarjan raportti käsittelee voimalaitosten kunnossapitoa. Raportti on tarkoitettu erityisesti viranomaiskäyttöön, joten se kiinnostanee laajaa joukkoa myös voimayhtiöissä. Käytännössä raportti tarvitsee tuekseen muita IAEA:n julkaisuja.

Raporttia voi tilata osoitteesta:

International Atomic Energy Agency (IAEA)
Wagramerstrasse 5, P.O. Box 100
A-1400 Vienna, Austria

Pertti Salminen



Östra Nyland 6.1.1990

BARA TVÅ DÖDSOLYCKOR AV EL I FJOL

HELSINGFORS. I fjol inträffade i Finland bara två dödsolyckor av elektricitet, omtalar Elinspektionscentralen. Under 1980-talet har det årliga antalet dödsolyckor av el varit i genomsnitt sju. Fyra femtedelar har berört vanliga medborgare och en femtedel fackmän.

Den ena av fjolårets olyckor berörde en man som duschade i en bastubyggnad. Elstöten kom från en felaktig elledning till vattenpumpen, och blev dödlig på grund av att mannen stod på ett vått betonggolv och samtidigt höll i en metall-dusch.

Den andra olyckan berörde en fackman i elbranschen. Han höll på med en elinstallation på en gårdsplan, och avbröt arbetet för en vecka. Då han fortsatte arbetet och hanterade de ledningsändor som under pausen varit isolerade hade han uppembarligen glömt att ledningarna var påkopplade. (FNB)

URAAANIA ETELÄ-AFRIKASTA?

Etelä-Afrikan uraani myydään niihin maihin, jonne sen myynti on sallittu. Teollisuuden Voima ei ole ostanut etelä-afrikkalaista uraania. Nukemin ei ole todettu menetelleen lainvastaisesti.

Useissa maissa, kuten esimerkiksi Belgiassa, Ranskassa ja Saksassa, sallitaan etelä-afrikkalaisen uraanin käyttö. Pohjoismaissa se on nyttemmin kielletty. Keski-Euroopasta on tullut kohu-uutisia, jotka ovat käsitelleet eteläafrikkalaisen uraanin ostamista Suomeen. Uutiset on yhdistetty Nukem-nimiseen yritykseen, jonka muita afäärejä on puitu pitkään julkisuudessa.

Teollisuuden Voima Oy:n (TVO) polttoainekierto on vaiheittainen. Raakauraa, konversio, väkevöinti ja polttoaineen valmistaminen tapahtuvat erillisillä kaupoilla. Alkuperäisiä kannattaa lähteä tarkastelemaan lopusta, eli voimalaitokselta päin.

TVO tuo maahan ruotsalaista ja saksalaista alkuperää olevia polttoainepipuja. Nämä ovat ainoat polttoaineen alkuperämaat. Ruotsiin ja Saksaan menee Neuvostoliiton tai Hollannin ja Saksan alkuperää olevaa väkevöityä uraania. Väkevöitäväksi konversiolaitos toimittaa TVO:n laskuun vastaavan määrän Ranskan Euratomin alkuperää olevaa uraaniheksafluoridia. Ranskan varastosta TVO on Australian pitkäaikaistoimitusten lisäksi ostanut pieniä erä nigeriläisiä uraanikonsentraatteja myös Nukemilta.

Eri valmistusprosesseissa eri asiakkaiden uraanierät sekoittuvat. Tämän vuoksi uraani onkin oikeudellisesti ns. määräesine, joka saa sekoittua kaikissa tuotantovaiheissa, myös varastossa. Oleellisia ovat ainetta koskevat alkuperäispaperit sekä ns. vastaava määrä.

Uraanin aikaisemman historian valvonta kuuluu ao. maiden viranomaisille. Muun muassa viennissä Ranskasta Neuvostoliittoon alkuperäispapereiden tarkastus on kyseisten maiden viranomaisten asia. Viranomaiset ovat sallineet vastaavien määrien alkuperävaihtoja mm. sellaisissa tapauksissa, joissa lisäkuljetuksilla päästäisiin samaan lopputulokseen.

Oikeusjuttu Nukemia vastaan kuivui Länsi-Saksassa kokoon. Nigeriläistä uraania on myyty laillisesti suomalaisille ja eteläafrikkalaista saksalaisille. Viimemainituthan saavat käyttää eteläafrikkalaista uraania. TVO:lla ei ole ollut näin ollen syitä esittää Nukemille mitään vaatimuksia.

Ilkka Mikkola, TVO

KOTIMAA

Radioaktiivinen kapseli saastutti VTT:n laboratorion

Kymmenkunta ihmistä sai lievän annoksen nopeasti puoliintuvaa bromietaania

Radioaktiivista bromietaania sisältänyt kapseli saastutti Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen reaktorilaboratorion Espoon Otaniemessä perjantaina iltapäivällä. Kaikkiaan kymmenkunta ihmistä sai lievän annoksen radioaktiivista säteilyä, kaksi heistä joutui Säteilyturvakeskuksen nk. kokovartalomittauksiin.

Radioaktiivinen kaasu pääsi ulos kapselista tiivisteiden huonon kunnon vuoksi.

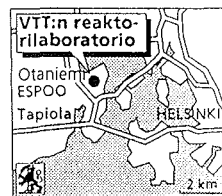


Radioaktiivinen aine johdetaan tutkittaviin putkistoihin ja sen kulkua voidaan seurata laitteistojen ulkopuolelta.

Hiismäen mukaan samaa kapselia on käytetty bromietaanin kuljetuksessa ainakin kymmenen kertaa. Laboratoriossa ei ole aiemmin sattunut säteilyonnettomuuksia.

Tiivisteitä ei vaihdettu

Säteilyturvakeskuksen pääjohtajan Antti Vuorisén mukaan tiivisteet olivat huonokuntoisia, mutta niitä ei ollut vaihdettu.



Laboratorio tutkii radioaktiivisia aineita

Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen VTT:n reaktorilaboratorion johtajat

SÄTEILYUUTISTEN TIEDOTTAMISESSA PARANTAMISEN VARAA

Radioaktiivisella säteilyllä ja radioaktiivisilla aineilla on nykyaikaisessa yhteiskunnassa lukuisia käyttökohteita mm. sairaaloissa, teollisuudessa ja kunnallisteknikassa, eikä niiden käytölle ole vaihtoehtoja. Niinkuin kaikkeen muuhunkin inhimilliseen toimintaan myös säteilyn käyttöön liittyy virheiden ja vikojen mahdollisuus, jota ei koskaan voida täysin eliminoida. Hyvällä suunnittelulla kyetään kuitenkin pienentämään virheoitimien esiintymistodennäköisyyttä ja rajoittamaan virheiden seurauksivaikutuksia. Säteilyn käyttöön tarvittavan luvan myöntää ja toimintaa valvoo Suomessa säteilyturvakeskus.

Kiistämätön tosiasia on, että radioaktiivisten aineiden käyttöön, sekä ennenkaikkea poikkeaviin tapahtumiin ja onnettomuuksiin kohdistuu suuri julkinen mielenkiinto. Tiedottamista siis tarvitaan ja se edellyttää hyvää yhteistyötä käyttäjän, viranomaisen ja tiedotusvälineiden kesken. Myös tämä on inhimillistä toimintaa, jossa tehdään virheitä. Näistäkin virheistä tulisi oppia. Säteilyturvakeskus on viime aikoina kritisoinut siitä, että se ei, kritiikin esittäjien mielestä, tiedota ajoissa tai tarpeeksi säteilyuutistista tapahtumista, jotka voivat uutiskynnyksen ylittää. Havaintojeni mukaan säteilyturvakeskus laatii tiedotteen entistä herkemmin ja entistä vähäisemmistä tapahtumista. Tiedotusvälineet eivät nähdäkseni ole tätä oivaltaneet, vaan lähtevät siitä, että jos asia on niin merkittävä, että säteilyturvakeskus on laatinut siitä tiedotteen, niin se on taatusti myös iso uutinen. Pikku-uutisen mittaista tapahtumaa ei siis voi edes teoriassa esiintyä! Ennenkuin tämä lukkiama on onnistuttu purkamaan,

sensaatiojournalismilla, tahalliseksi tai tahattomalla, on tapahtumaskaalan alapäässä aina yliote hyvästä journalismista.

Tarkastellaanpa, mitä tapahtui Otaniemessä perjantaina 9.3.1990. Reaktorissa säteilytettiin varsin tavallista, nestemäistä bromietaaninäytettä, 19 grammaa, joka täytti noin puolet pienen hammastahnaputkilon kokoisesta titaanikapselista. Säteilytyksen aikana ei havaittu mitään poikkeuksellista ja reaktori sammutettiin klo 15.15. Lyhyen jäähtymisajan jälkeen kapseli nostettiin reaktorista, sijoitettiin lyijylinnaan ja siirrettiin asiakkaan pakettiautoon. Siirtämisen aikana herkäät valvontalaitteet odotusten mukaan hälyyttivät kohonneesta säteilytasosta, joka ei palautunut normaaliarvoon vaikka kapseli oli jo siirretty autoon. Tällöin syntyi epäily kapselin vuodosta ja käynnistettiin ohjeiden mukaiset toimet, ilmoitettiin asiakkaalle ja säteilyturvakeskukselle. Aina kun epäillään, että työntekijä on saattanut saada iholleen tai kehoonsa kontaminaatiota, eli häneen on tarttunut radioaktiivista ainetta, työntekijä lähetetään kokokehomittaukseen säteilyturvakeskukseen, kuten nytkin tapahtui. Lähettäminen ei siis ole mikään osoitus tapahtuman vaarallisuudesta, vaan varoitus, jolla saadaan tarkka tieto kaikissa epäilyissäkin tapauksissa. Kaikki laboratorion säteilyvaarallista työtä tekevät työntekijät käyvät kokokehomittauksessa säännöllisesti kerran tai kaksi vuodessa työn laadusta riippuen. Tämän lisäksi epäiltyjä altistumistapauksia sattuu keskimäärin muutamia kertoja vuodessa.

Tällaisissa tapauksissa reaktorilaboratorio on harkintansa mukaan laatinut oman lehdistötiedotteen, jonka laatimiseen nytkin ryhdyttiin, mutta sitä ei saatettu loppuun, kun säteilyturvakeskus oli päättänyt omasta tiedotteestaan. Tiedotteita annettiin tunnin välein kaksi, eikä allekirjoittaneella ollut mitään huomauttamista niiden sisällöstä, joka vastasi laboratorion suunnittelemaa. Olennaisin viesti oli, että ympäristölle ei aiheutuisi vaaraa ja että työntekijöiden saamat annokset olivat hyvin vähäisiä. Tiedotusvälineet tarttuivat "uutiseen" hanakasti ja kirjoittivat siitä isoin otsikoin. Vuosittain kerran tai kaksi tavattavasta kärkeästä oli syntynyt härkänen ja suuri yleisö sai vaikutelman jostakin hyvin uhkaavasta. Jokaisesta virheestä voidaan ottaa opiksi. Teen omalta osaltani kaiken voitavani, että tästäkin otetaan.

*Pekka Hiismäki
VTT Reaktorilaboratorion johtaja*

Lyhyesti maailmalta

DDR aikoo purkaa Rheinsberg 70 MW PWR-yksikön 1990-luvun alussa. Kyseessä on maan ensimmäinen ydinvoimalaitos, joka otettiin käyttöön vuonna 1966. Maan kuudes yksikkö, Nord 5 440 MW VVER, on käyttöönottoavaiheessa ja ensimmäinen kahdesta Stendal VVER 1000 -yksiköstä on rakenteilla. Ydinvoimalla tuotetaan 12 % maan sähköntarpeesta. Nuclear News, joulukuu 1989

DDR:n raskaan teollisuuden ministeri Jürgen Krämer on tyytymätön Neuvostoliiton VVER 440 -toimituksiin. "Laadunvalvonnan kannalta arvioituina VVER-yksiköt eivät ole sen parempia kuin RBMK-yksiköt." Magdeburg 1 ja 2 (Stendal) VVER 440 -yksiköt ovat rakenteilla ja niiden on suunniteltu valmistuvan vuonna 1993. Unkarilainen vanhempi QA-tarkastaja Karoly Ötvös poistettiin laitostyömaalta tämän arvosteltua toimitusten laatua liian ankarasti. Hän ilmoittaa myös alkoholismien olevan ongelmana työmaalla. Asentajista 70 % on juovuksissa ja vain pahimmat tapaukset passitetaan kotiin.

Nucleonics Week, 18.1.1990

DDR:n Greifswald 1—4 VVER 440 -yksiköt ovat nykyisellään vakava ympäristöriski Euroopalle, ilmoittaa Saksan liittotasavallan ympäristö- ja ydinturvallisuusministeri Klaus Töpfer vierailtuaan laitoksella liittotasavallan ydinturvallisuusviranomaisen (GRS) puheenjohtaja Adolf Birkhoferin kanssa. GRS:n asiantuntijaryhmä tekee seikkaperäisen arviointikäynnin Greifswaldin ydinvoimalaitokseen lähiaikoina.

Nucleonics Week, 15.2.1990

DDR:n Greifswaldin ydinvoimalaitoksella tehtiin helmikuussa 1990 IAEA:n ASSET- (Assessment of Safety Significant Events Team) tarkastus. Laitoksella ei ole sattunut turvallisuustapahtumia sen enempää kuin muuallakaan, mutta niiden syyt olivat liian usein samoja, 70 % tapauksista johtui instrumentoinnista ja säätölaitteista. IAEA kerää nyt asiantuntijaryhmää antamaan henkilöstölle neuvoja ongelmien ratkaisemiseksi. ASSET-tarkastusta oli suorittamassa asiantuntijoita Suomesta, Ranskasta, Saksan liittotasavallasta, Unkarista, Jugoslaviasta, USA:sta ja Neuvostoliitosta. Nuclear News, 22.2.1990

DDR:n Greifswald 2 ja 3 VVER 440 -yksiköiden reaktoripaineastioiden hauras-murtumakestävyys on huonontunut siinä määrin, että yksiköt pysäytettäneen toistaiseksi. Greifswald 1 -yksikön reaktoripaineastia on todennäköisesti hyväksyttävässä kunnossa, koska se lämpökäsiteltiin kaksi vuotta sitten ja 4-yksikön paineastia ei ole vielä kymmenen käyttövuoden aikana heikentynyt liiaksi. Pysäyttäminen perustuu Saksan liittotasavallan ydinturvallisuusviranomaisen (GRS) suositukseen.

Nucleonics Week, 22.2.1990

Euroopan yhteisön Joint European Torus (JET) fuusiokooreaktorilla on todennettu fuusion tieteellinen soveltuvuus energialähteeksi. JET-johtaja P-H Rebut ilmoitti 8.11.1989 laitoksen ratkaisseen ydinplasmaan kuumentamiseen ja sammuttamiseen liittyneet ongelmat. Tapausta pidetään merkittävänä edistysaskeleena ja se tuo fuusion kaupallisen käytön vuosia lähemmäksi.

Nucleonics Week, 16.11.1989

IAEA ja OECD/NEA ovat äskettäin julkaisseet yhteisen vertailun hiili- ja ydinsähkön kokonaiskustannuksista. Vertailun mukaan Suomessa ydinsähkö on 20 % hiilisähköä edullisempaa. Ranskassa 45 %, Saksan liittotasavallassa 42 %, Belgiassa 79 % ja USA:n itävaltioissa 7 %. USA:n länsi- ja keskilännen valtioissa taas hiilisähkö on edullisempaa 19 % ja 9 %, Espanjassa 3 % ja Alankomaissa 5 %.

Nucleonics Week, 8.2.1990

IAEA ja OECD/NEA viimeistelevät yhteistä ydinvoimalaitostapahtumien vakavuusasteikkoa, joka on tarkoitus ottaa maailmanlaajuiseen koekäyttöön vuoden ajaksi alkaen kevästä 1990. Asteikolla olisi seitsemän vakavuustasoa, kun ranskalaisten asteikolla, jota se muistuttaa läheisesti, on vain kuusi tasoa.

Nucleonics Week, 15.2.1990

Iso-Britannian valtion voimayhtiö General Electric Control Board (GECB) on saanut 3 000 punnan sakot kahdesta ydinturvallisuusmääräysten noudattamatta jättämisestä Dungeness B -yksiköllä. Kyseessä on ensimmäinen kerta, kun ydinturvallisuusviranomaisen, Nuclear Installations Inspectorate, ehdotti sakkoja GECB:lle.

Nucleonics Week, 23.11.1989

Iso-Britannian Sellafieldin jälleenkäsitteilylaitoksen ympäristössä vauvat ovat huomattavasti terveempiä kuin muualla West Cumbrian alueella Englannissa, ilmenee West Cumbrian sairaalan tutkimuksesta vuosilta 1975—85. Analysoitavana oli 18 257 raskautta, joista 212 oli Seascales-tai muusta jälleenkäsitteilylaitoksen lähikylästä.

Nuclear News, joulukuu 1989

Kiina ilmoittaa toimittavansa 300 MW PWR -yksikön Pakistaniin. Kyseessä on parannettu versio Qinshanin laitoksesta, jota Kiina rakentaa parhaillaan omin voimin itselleen. Pakistanin laitos sijoitetaan Chasmaan ja sen rakentaminen alkaa vuonna 1990.

Nucleonics Week, 23.11.1989

Neuvostoliiton VVER 1000 -yksiköiden höyrystimiä on jouduttu vaihtamaan johdun jännityskorroosiosäröstä tuubien kiinnityshitseissä. Hitsaus on ollut räjäytyslaajennustyyppiä.

Nucleonics Week, 16.11.1989

Neuvostoliiton 10:een VVER 440 -yksiköön ja 20:een VVER 1000 -yksikköön asennetaan lähivuosina Siemens KWU:n primääripiiriin vauriomonitorointijärjestelmä. Järjestelmä ilmaisee ja paikallistaa irronneet osat, poikkeavat värinät ja antaa tietoa reaktorikomponenttien kunnosta. Järjestelmä koostuu lämpötila-, melu-, värähtely- ja säteilyantureista, joista saadut viestit analysoidaan keskusyksikössä ja tulostetaan valvomon käyttöön. Järjestelmä ei ole kytketty laitossuojajärjestelmään. KWU on toimittanut samanlaisia järjestelmiä Tshekkoslovakian, Espanjan, Sveitsin ja Saksan liittotasavallan laitoksille.

Nucleonics Week, 30.11.1989

Neuvostoliiton ministerineuvosto päätti lokakuussa 1989 keskeyttää lähes valmiiden Aktash 1 ja 2 1000 MW VVER-yksiköiden asennukset. Syynä oli asiantuntijoiden arvio yksiköiden huonosta maanjäristyskestävyydestä. Krimillä sijaitseva laitos muutetaan koulutus- ja tutkimuskeskukseksi.

Nuclear News, joulukuu 1989

Neuvostoliiton Ignalina 2×1500 MW RBMK -ydinvoimalaitokselle äskettäin tehdyssä IAEA:n ASSET-tarkastuksessa todettiin, että laitosta käytetään hyvän kansainvälisen tason mukaisesti. Maailman suurimmille yksiköille tehty tarkastus pohjautui syyskuussa 1988 tapahtuneeseen kaapelipalloon. Tarkastusryhmässä oli edustajia IAEA:sta, Iso-Britanniasta, Espanjasta ja Suomesta (Loviisasta). Laitoksella oli vuonna 1987 40 turvallisuustapahtumaa ja vuonna 1988 myös 40. Vuonna 1989 tapahtumia oli vain viisi ensimmäisten yhdenoista kuukauden aikana. Lähestyvän ASSET-tarkastuksen avulla vaikuttaneen käytön laatuun.

Nucleonics Week, 14.12.1989

Neuvostoliiton Tshernobylin onnettomuusalueen käyttäminen kansainvälisenä tutkimuskeskuksena näyttää toteutuvan jo vuoden 1990 loppuun mennessä. Helmikuussa Wienissä pidettävässä kokouksessa kiinnostuneet maat esittävät tutkimusohjelmansa, jotka tullaan aikatauluttamaan. Brasilia, Suomi, Intia, Alankomaat, Ruotsi, USA ja Euroopan yhteisöt ovat ilmoittaneet kiinnostuksensa.

Nucleonics Week, 15.2.1990

Neuvostoliiton ydinvoimalaitoksien vuoden 1989 lokakuun ja marraskuun Izvestija-raportissa kerrotaan, että Leningradin RBMK-laitoksella oli tapahtunut kaksi rikkomusta, joissa onnettomuuden rajaamiseen tarkoitetut järjestelmät olivat epäkunnossa. Rakenteilla olevassa Khmel'nitskij 3 -yksikössä oli sattunut tulipalo, missä suojarakennuksen esijännitysaijerien muovisuojukset paloiivat. Ignalina 1 RBMK -yksikön turbo-generaattorien vetyjärjestelmässä oli ollut vetypalon alku, joka saatiin nopeasti hallintaan laitoksen käydessä 50 %:n teholla toisen generaattorin toimiessa.

Nuclear New, joulukuu 1989

Puola on keskeyttänyt vuodeksi Zarnoviec 1 ja 2 VVER 440 -yksikköjen rakentamisen johtuen maan huonosta taloudellisesta tilasta. Zarnoviec 1 -yksikön rakentaminen aloitettiin vuonna 1981 ja se on 40 prosenttisesti valmis.

Nucleonics Week, 4.1.1990

Ranskan monikansallisen Superphenix-hyötöreaktorin hyötösuhdetta aiotaan pienentää yhteen (1.02), kun nykyinen

suhde on 1.19. Syyt ovat taloudelliset. Hyötö ei kannata, sillä polttoaineen jälleenkäsittely maksaa otaksuttua enemmän ja plutoniumin hinta on otaksuttua alempi. Tekniset muutokset laitoksessa toteutetaan vuoteen 1996 mennessä.

Nucleonics Week, 7.12.1989

Ruotsin Studsvikin tutkimuskeskuksen jätteenpolttolaitos on johtavin maailmassa alallaan mitattuna jätemäärällä. Kymmenen vuotta toimineessa laitoksessa on poltettu tähän mennessä 4000 tonnia vähäaktiivista jätettä Ruotsista ja ulkomailta.

Nuclear Newsletter Studsvik, marraskuu 1989

Saksan liittotasavallan vuonna 1976 käytöön otettu Brunsbuttel 806 MW BWR KWU -yksikkö ei saanut ylösajolupaa vuosihuollon jälkeen. Syyinä oli useiden merkittävien eristysventtiilien vialliset ruuvit, joita löydettiin 64 kpl 184:stä. Säilytyneitä ruuveja oli löytynyt aiemminkin, mutta vauriot oli tällöin pantu väärän voitelun tiliin. Nyt säröjen aiheuttajaksi epäillään jännityskorroosiota. Osavaltion ydinturvallisuusviranomaisen määräsi lisäksi uusittavaksi 160 metriä säilytyneitä höyry- ja syöttövesiputkia sekä etsittäväksi neljä reaktorisydämeen pudonnutta ruuvinkantaa. Eristysventtiilien kansiruuvit tarkastetaan myös kuudella muulla ydinvoimalaitosyksiköllä liittotasavallassa.

Nucleonics Week, 16.11.1989

Saksan liittotasavallan ympäristö- ja ydinturvallisuusministeri Klaus Töpfer ilmoittaa, että maan Reaktoriturvallisuusneuvottelukunnassa (RKS) on kaksi paikkaa vapaana DDR:n edustajille. Osallistuminen toteutetaan, kun DDR on ilmaissut halukkuutensa ja Saksan liittotasavallan ydinturvallisuusvalvontaelimen (GRS) kanta on saatu.

Nucleonics Week, 30.11.1989

Saksan liittotasavallan voimayhtiöt suunnittelevat yhteenliittymää rahoittamaan ja toimittamaan DDR:ään neljä 1300 MW PWR-yksikköä. Ydinvoimalaitoksen sijaintipaikaksi mainitaan Stendal, joka on 50 km etäisyydellä Berliinistä tai Torgau Leipzigin lähellä. DDR maksaisi rakentamiskulut sähkönviennillä liittotasavaltaan.

Nucleonics Week, 21.12.1989

Saksan liittotasavallan Wackersdorfin jälleenkäsittelylaitoshankkeen mitätöinnin todellisenä syynä pidetään suhteellisesti pienenevää käytetyn ydinpolttoaineen tuotantoa. Voimayhtiöt suurentavat polttoaineen palamaa, jolloin käytettyä ydinpolttoainetta muodostuu vähemmän. Wackersdorfin palamanmitoituseruste 35 000 MWd/tU on ylitetty jo 20 prosentilla. Liittotasavallassa säästetään 1,5 miljardia DM vuodessa, kun polttoaine jälleenkäsitellään ulkomailla.

Nuclear Fuel, 25.12.1989

Saksan liittotasavallan Grahnde 1280 MW PWR KWU -yksikkö tuotti vuonna 1989 eniten sähköä maailmassa eli 10,46 terawattituntia.

Nucleonics Week, 8.2.1989

Saksan liittotasavallan Biblis A ja B -yksiköt varustetaan ulkopuolisilla suojatuilla häätävalvomoilla, joiden rakentaminen aloitetaan vuoden 1991 alussa. Parannustyöt perustuvat viranomaisten (RKS) tekemiin laitoskohtaisiin suosituksiin Tshernobylin onnettomuuden jälkeen ja niitä vauhditti A-yksiköllä 1987 sattunut LOCA:n alkuvaiheita muistuttanut käyttötapahtuma.

Nucleonics Week, 15.2.1990

Suomi on jälleen maailman paras maa vertailtaessa ydinvoimalaitosten vuoden 1989 käyttökertoimia. Tulos oli 89,90 %. Toisena oli nouseva Unkari 89,77 %, kolmantena entinen kärkiä Sveitsi 83,66 % ja neljäntenä yllättäjä Espanja 81,24 %. TVO II:n sijoitus laitosyksikö-sarjassa oli 20., kun Loviisan 1 ja 2 olivat 24. ja 25. TVO I ei ollut TOP 25 -listalla johtuen pitkästä metallijauheseisokista.

Nucleonics Week, 8.2.1990

Tshekkoslovakia lopettaa uraanin louhinnan asteittain vuoteen 2000 mennessä. Maan polttoaine- ja energiaministeriön asiantuntijoiden mukaan nykyisellä hintatasolla on uraanin louhinta tappiollista. Hintatason ei otaksuta nousevan kymmenen vuoteen.

Nuclear Fuel, 5.2.1990

Tshekkoslovakian atomienergiakomissio tekee Bohunice 1 ja 2 VVER 440 -yksiköille primääripiirin turvallisuusarvioinnin samoin todennäköisyyspohjaisin me-

netelmin kuin Siemens KWU teki Neuvostoliiton Novoronesh-laitokselle. Ensimmäisen polven VVER 440 -yksiköt (14) eivät vastaa nykyisiä turvallisuuskäsitteitä ja niitä tullaan parantelemaan.
Nucleonics Week, 15.2.1990

Unkarin hallitus on peruuttanut Paks 5 ja 6 -yksiköiden hankinnan Neuvostoliitosta 16.11.1989 tehdyllä päätöksellä. Syynä on kummankin maan heikentynyt taloudellinen valmius laitoitoimituksiin lähivuosina. Unkarilaiset neuvottelevat kuitenkin länsimaisten täysrahoitteisten laitojen hankinnasta mm. kanadalaisten, sveitsiläisten ja ranskalaisten kanssa.
Nucleonics Week, 30.11.1989

Unkarin hallitus on organisoinut uudeleen onnettomuustilanteiden hallintajärjestelmän koskien sekä koti- että ulkomaisia ydinonnettomuuksia. Järjestelmään osallistuu useita ministeriöitä ja sitä johtaa puolustusministeriö.
Nucleonics Week, 4.1.1990

USA:n Braidwood 1, 1120 MW PWR Westinghouse -yksiköllä sattui huomionarvoinen käyttöhäiriö vuosihuollon jälkeisessä ylösajossa, kun jälkilämmönpoistojärjestelmän varoventiili avautui virheellisesti aseteltuun pienemässä paineessa. Primaaripiiristä poistui 60 m³ vettä kahdeksassa minuutissa aiheuttaen paineistimen tyhjenemisen ja kuivakiehumisen. Uhkaava tilanne saatiin hallintaan nopeasti. Isojen varoventiilien luotettavuus asetetaan jälleen (sitten TMI-onnettomuuden) kyseenalaiseksi.
Nucleonics Week, 7.12.1989

USA:n Three Mile Island 1 792 MW PWR B&W -yksikkö saavutti vuonna 1989 100,03 % käyttökertoimen ollen tällä tuloksella maailman paras. TMI 1 oli yli kuusi vuotta pysäytettynä TMI 2 -yksikön onnettomuuden jälkeen.
Nucleonics Week, 8.2.1989

USA:ssa ja **Saksan liittotasavallassa** on kehitelty materiaaleja korvaamaan säteilyannoksia aiheuttavaa kobolttipitoista stelliittiä. Uusia rautapohjaisia kovamekaniikkaa, kuten NOREM, EB5183 ja Everit50, voitaisiin käyttää stelliitin sijasta primääripiirin venttiileissä. Neuvotteluja venttiilivalmistuksen aloittamiseksi

käydään EPRI:n koordinoimana. Koboltti aiheuttaa 90 % pintakontaminaatiosta USA:n laitosyksiköillä.
Nucleonics Week, 15.2.1990

USA:n Three Mile Island 2 -onnettomuussyksikön reaktoripaineastian alapäädyssä otetussa materiaalinäytteessä on todettu kaksi tuumaa syvä halkeama, kun päädyn seinämän paksuus on viisi tuumaa. Halkeaman syvyys on yllättänyt asiantuntijat ja polttoainesulan oletetun läpivuotamisajankohdan läheisyys onnettomuudessa arvioidaan uudelleen.
Nucleonics Week, 15.2.1990

Ins. Pekka Lehtinen on Säteilyturvakeskukseen ydinturvallisuusosaston tarkastaja, p. 90-7082 385.

English Abstracts

Special issue: New nuclear power to Finland

Editorial: Finland, Energy and Electricity
Heikki Kolehmainen (page 1)

Organizations responsible for electricity supply in Finland demand, that the decision on new nuclear capacity should be made as soon as possible, which means just after the Parliamentary election in 1991. Practically, Finland has two alternatives, namely coal and nuclear power, to satisfy its growing need of electricity. Environmental aspects and long-term economy support nuclear power. Thus, giving the right and actual information on the energy situation in Finland and especially on the nuclear power has a great importance during this year.

Electricity Supply Plan for the 1990s
Harry Viheriävaara (pages 2—5)

Electricity consumption was 59.7 TWh in 1989. It is estimated that consumption will be 80 TWh in 2000. Electricity supply capacity is 13500 MW (1.1.1990), of which net import is 1600 MW. Capacity under construction is 1260 MW, which means net increase of 1030 MW. The growth of production capacity will be 9 TWh during 1990—1995 and 7 TWh during 1995—2000. Furthermore, import agreements will be ending during 1995—2000, which means 4.5 TWh need for extra capacity. Thus, the need for

new basic power, coal or nuclear, is evident before the year 2000.

New Nuclear Power, Readiness and Time Schedule
Heikki Raumolin (pages 6—8)

Since the construction of a new nuclear power plant is such a demanding and complicated endeavour, the Finnish nuclear power companies deemed necessary to initiate cooperation already in the early 1980s. Perusvoima Oy, founded in February 1986, coordinates and executes this cooperation. Due to the increased consumption of electricity and its predicted further growth the need for a new basic power plant has been evident throughout 1980s. As the decision on a new nuclear plant is postponed other solutions have been reached such as importing electricity and using fossil fuels. In the meantime feasibility studies have been conducted and different alternatives have been identified to facilitate the take off as soon as the necessary decisions on a new nuclear power plant are made. Today the power companies have the capacity to launch a nuclear power plant project after the 1991 Parliamentary election. The planned alternatives are the big and small versions of the Swedish BWR-90 concept, Soviet made VVER-1000 and French-German NPI-1000.

Introduction to the Three Plant Concepts Offered to Finland

Ingmar Tirén (ABB Atom), Fritz Ruess, Rüdiger Leverenz (NPI), Gennadij Birjukov, Vsevolod Voznesenski, Sergei Tah (AEE) (pages 9—20)

Finland has four planned alternatives for the next nuclear power plant: big and small versions of Swedish BWR-90 of ABB Atom, Soviet VVER-1000 of AEE and French-German PWR-1000 of NPI. These concepts have been presented at three ATS meeting during years 1989 and 1990. The presentations are now published in a short form in three separate articles. The AEE presentation is translated into Finnish and shortened and the ABB and NPI presentations are in English in their original form.

The Location of the Next Nuclear Power Plant

Aage Lahtinen (IVO), Mauri Toivanen (TVO) (pages 23—25)

Finland has two planned alternatives for the location of the next nuclear power plant: Loviisa at the south coast and Olkiluoto at the west coast of Finland. Both have already two nuclear units, Loviisa 1 and 2 (Soviet VVER-440) and TVO I and II (Swedish BWR-75). The possible location of a new plant and the organization at the building site are described in two articles.

The Capability of Finnish Contractors to Build a New Nuclear Power Plant in 1990s

Juhani Kuusisto (pages 26—27)

Nuclear power plants were built in Finland during the 1970s, mostly by Finnish contractors. The capability to build new plants has increased since then, as the leading companies in the field are now even stronger in terms of resources. Quality-consciousness is resulting in the application of a new system of responsibility for quality in construction. This means the use by the contractor of a quality system for work done, including bonuses and penalties, approved by the client. The construction period is radically shortened by improving cooperation between client, designer, contractor and supervisory authorities well in advance of the construction work itself.

The Realization of a New Nuclear Power Plant Will Not Be Hampered by a Lack of Trained People

Osmo Kaipainen, Heikki Raumolin (pages 29—30)

New nuclear power requires constructors and users. Key people will be the professionals in nuclear technology. ATS Ydintekniikka interviewed professors Heikki Kalli and Rainer Salomaa on how the universities answer the challenges posed by the plan to construct a new nuclear power plant. Both agreed that in the 1990s we will witness a tough competition for students and graduating engineers. So far there has been an ample supply of students. It will take at least three years for a student to meet the growing demand. Complementary studies are instead quickly available if needed. The realization of the nuclear power plant will not be hampered by a lack of trained people.

The New Law on Radiation and Nuclear Power

Antti Niittylä (pages 30—31)

The Law on Nuclear Energy, which entered into force in 1988, controls the use of nuclear power. The new Law on Radiation is under consideration in the Parliament. The internationally approved main principles on radiation protection are the basis of the law. In the article, these principles and the contents of the law are described.

Electricity in the 1980s

Esa Hellgrén (pages 32—33)

In Finland total electricity consumption in 1989 was 59.7 TWh, an increase of 1 TWh or 1.7 per cent on the previous year. The electricity supply by energy sources in 1980s was:

	1980 TWh	1988 TWh	1989 TWh	1989 %
Hydropower	10.1	13.2	12.8	21
Back-pressure power and district heating	10.7	14.0	14.7	25
Nuclear power	6.6	18.4	18.0	30
Condensing, gas turbs	11.3	5.6	5.3	9
Net import	1.2	7.4	8.9	15
Total supply	39.9	58.6	59.7	100

The national average rate paid for electricity at the end of 1989 was 38.8 p/kWh, which is 4 % more than at the beginning of the year. Even now the rate is among the lowest in Europe.

Industry used more than half and forest industry alone 1/3 of the total electricity consumption. The share of private consumption and agriculture was 23 %, services 11 % and public sector 7 %. Electric heating is included in all sectors and its share was almost 10 %. Grid losses were 5 %.

Operation History 1989 in Finland

(pages 34—35)

Finland's four nuclear power units generated 30 % of the total national electricity supply, and 35 % of the electricity produced in the country. Capacity factor averaged 89.4 % (Loviisa I 92.4, Loviisa 2 91.8, TVO I 81.5 and TVO II 93.9). Net production was 18.0 TWh (Loviisa 7.1 TWh and TVO 10.9 TWh).

Furthermore, radioactivity levels in the environment of the power plants and the radiation dose of the personnel were low. Occupational dose averaged 2.0 manSv/GWe (Loviisa 1.8 manSv and TVO 2.8 manSv).

Finns and Energy Policy

Paavo Hoikka, Pentti Kiljunen (pages 36—38)

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, 35 % less and the rest are still thinking.

01601 (0-10)
01601-0101A (0-10)
01601-0101A (0-10)
01601-0101A (0-10)
01601-0101A (0-10)
01601-0101A (0-10)

