

# ATS Ydintekniikka 1/1983

SEURAN PUHEENJOHTAJALTA	1
YDINENERGIA-ALAN SANASTOTYÖ ALKUUN	2
OLKILUODON LAITOS KÄYTTÄJIEN MIELEEN	4
NUCLEAR POWER SHOWS STEADY INCREASE	5
YJT:N TOIMINNASTA	7
VTT OSALLISTUU UUSIIN REAKTORITURVALLISUUS- KOKEISIIN LOFT-REAKTORILLA	
H.Holmström, L.Mattila	12
EUROPEAN NUCLEAR SOCIETY:N JA NUCLEAR EUROPE -LEHDEN JOHTOKUNTIEN KOKOUKSET MADRIDISSA 4.3.1983	
O.Tiainen	22
YMPÄRISTÖTUTKIMUKSET PERUSVOIMALAITOSSELVITYKSESSÄ	
H.Niininen	26
ERI PERUSVOIMALAITOSYKSIKÖIDEN SOVELTUMINEN SUOMEN SÄHKÖJÄRJESTELMÄÄN	
L.Mäkelä, E.Salonsaari	32
THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON EMERGING NUCLEAR ENERGY SYSTEMS (An announcement)	43

# ATS YDINTEKNIikka

NUMERO  
TOUKOKUU  
JULKAISIJA

1/1983  
1983

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

## TOIMITUS

PÄÄTOIMITTAJA  
TKT HEIKKI REIJONEN  
PUH. 90-4564148

VTT/SÄHKÖ- JA ATOMITEKNIKAN  
TUTKIMUSOSASTO  
VUORIMIEHENTIE 5  
02150 ESPOO 15

ERIKOISTOIMITTAJA  
TKT LASSE MATTILA  
PUH. 90-648931

VTT/YDINVOIMATEKNIIKAN LABORATORIO  
LÖNNROTINKATU 37  
00180 HELSINKI 18

TOIMITTAJA  
FM LAUNO TUURA  
PUH. 90-6172471

HELSINGIN KAUPUNGIN ENERGIALAITOS  
PL 469  
00101 HELSINKI 10

## JOHTOKUNTA

PUHEENJOHTAJA  
DI HEIKKI RAUMOLIN  
PUH. 90-605022

TEOLLISUUDEN VOIMA OY  
FREDRIKINKATU 51-53  
00100 HELSINKI 10

JOHTOKUNNAN JÄSEN  
DI MATTI KOMSI  
PUH. 90-6160383

IMATRAN VOIMA OY  
EERIKINKATU 27  
00180 HELSINKI 18

VARAPUHEENJOHTAJA  
TKT ALPO RANTA-MAUNUS  
PUH. 90-6167245

SÄTEILYTURVALLISUUSLAITOS  
KALEVANKATU 44  
00180 HELSINKI 18

JOHTOKUNNAN JÄSEN  
TKT KARI TÖRRÖNEN  
PUH. 90-4565391

VTT/METALLILABORATORIO  
METALLIMIEHENKUJA 6  
02150 ESPOO 15

SIHTEERI  
DI PERTTI VISURI  
PUH. 90-605022

TEOLLISUUDEN VOIMA OY  
FREDRIKINKATU 51-53  
00100 HELSINKI 10

JOHTOKUNNAN JÄSEN  
DI HARRY VIHERRIÄVAARA  
PUH. 90-170011

ENERGIATAL.YHDISTYS RY.  
ETELÄRANTA 2  
00130 HELSINKI 13

RAHASTONHOITAJA  
FM LEENA KATAJAPURO  
PUH. 90-4512826

TKK/KIRJASTO  
OTANIEMENTIE 9  
02150 ESPOO 15

## TOIMIHENKILÖT

YLEISSIHTEERI  
DI LIISA MÄKI  
PUH. 90-6160510

IMATRAN VOIMA OY  
EERIKINKATU 27  
00180 HELSINKI 18

EKSKURSIOSIHTEERI  
DI KLAUS KILPI  
PUH. 90-648931

VTT/YDINVOIMATEKNIIKAN LAB.  
LÖNNROTINKATU 37  
00180 HELSINKI 18

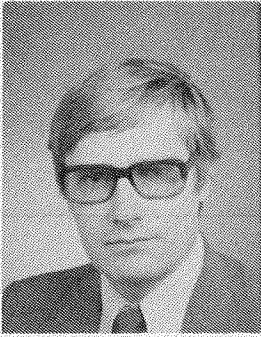
KANS.VÄL.ASIAIN SIHT.  
TKT OLLI TIAINEN  
PUH. 90-6172470

HELSINGIN KAUPUNGIN ENERGIALAITOS  
PL 469  
00101 HELSINKI 10

ATS-INFO PUHEENJOHTAJA  
TKT PEKKA HIISMÄKI  
PUH. 90-4566362

VTT/REAKTORILABORATORIO  
OTAKAARI 3 A  
02150 ESPOO 15

LEHDESSÄ JULKAISTUT ARTIKKELIT EDUSTAVAT  
KIRJOITTAJIEN OMIA MIELIPITEITÄ, EIKÄ  
NIIDEN KAIKISSA SUHTEISSA TARVITSE VASTATA  
ATS:N KANTAA.



Seuran puheenjohtaja  
Heikki Raumolin

Kuluneena keväänä ja erityisesti käytyjen eduskuntavaalien jälkeen on tiedotusvälineissä näyttänyt taas kasvavan keskustelu ydinenergiasta. Tuntuu jopa siltä, että sitä on pyritty tietoisesti lisäämään. Kansanedustajaehdokkailta ja valituilta kansanedustajilta on tiukattu kantaa mahdolliseen uuteen ydinvoimalaitokseen ja uusi ydinenergialaki on mainittu jopa valtiopäivien avajaispuheessa.

Käydyssä keskustelussa on ollut paljon myönteisiä piirteitä. Päähuomio on kiinnitetty taloudellisiin kysymyksiin ja sähkötarpeeseen. Nämä ovat todellakin keskeisiä kysymyksiä ratkaistaessa uuden perusvoimalaitoksen hankintaa. Toisaalta on havaittavissa myös merkkejä siitä, että pyritään luomaan keinolla millä tahansa ydinenergianvastaisia asenteita. Harrisburgin "onnettomuus" on yllättävän runsaasti esiintynyt jälleen ajankohtaisissa ohjelmissa.

Kaiken keskustelun keskeltä on todettavissa pari ilmeistä seikkaa. Ensinnäkin Suomessa on hyvin paljon ihmisiä, jotka suhtautuvat kriittisesti, kielteisesti tai epäilevästi ydinenergiaan yleisesti ja erityisesti uuden ydinvoimalaitoksen hankintaan. Useimmat heistä argumentoivat tavalla, jota ammattikseen atomialalla työtä tekevän on vaikea ymmärtää. Vielä vaikeampaa on käsittää, että asiallisena pitämämme tieto ei useinkaan mene perille puhumattakaan siitä, että se vaikuttaisi mielipiteeseen.

Toinen ilmeinen seikka on, että edessä olevat ratkaisut, onpa sitten kyse käyttöilupien jatkamisesta tai uudesta perusvoimalaitoksesta, eivät suju yhtä pienen piirin kesken kuin ennen. Päätäjät kokevat asiat niin merkittäviksi, että hankitaan paljon lausuntoja ja kerätään mielipiteitä julkisin kuulutuksin sekä valtakunnallisella että paikallisella tasolla. Sinänsä tällaisessa käsittelyssä on nähtävä hyviäkin puolia, asiathan ovat kunnossa.

ATS pyrkii valppaasti seuraamaan tapahtumia ja keskustelua. Seurana ATS ei kuitenkaan lähde esittämään julkilausumia ja hakemaan julkisuutta. Seuran voima ja aktiivisuus muodostuu jäsenistä, heidän panoksestaan ei ainoastaan työssä vaan myös jokapäiväisessä koti- ja harrastusympäristössä. Esitelmin ja ATS-Ydintekniikan kirjoituksin Seura pyrkii lisäämään jäsenten tietopohjaa ja näin parantaa osallistumismahdollisuuksia. Ratkaisevaa on kuitenkin jäsenten oma aktiivisuus. Olkaa ylpeitä tähänastisista saavutuksista ja antakaa muidenkin tietää se.

## YDINENERGIA-ALAN SANASTOTYÖ ALKUUN - JÄSENTEN APUA TARVITAAN

Ydintekniikan selittävän sanaston tekeminen on alkanut. Sanaston tehtävänä on olla apuna Seuran jäsenille, ydintekniikan ammattilaisille ja yhteisöille ydintekniikkaan liittyvän kielen käytössä. Tavoitteena on selkiyttää hämärästi määriteltyjä käsitteitä, yhdenmukaistaa kirjavaa käsitteistöä ja vakiinnuttaa hyväksi havaittuja käsitteitä. Sanastossa selitetään suomenkielisiä, ydintekniikkaan liittyviä sanoja suomenkielellä mahdollisimman lyhyesti ja yksikäsitteisesti. Sanaston rakenteessa otetaan huomioon käsitteistön hierarkkinen rakenne ja sanojen loogiset kytkennät toisiinsa. Sanojen yhteyteen liitetään kullekin sanalle vieraskieliset, lähinnä samaa merkitsevät vastineet. Mukaan otetaan ainakin ruotsin- ja englanninkieliset vastineet. Ottaen huomioon sanaston tavoitteet ja selittävä luonne tähdätään tällä työllä noin viidensadan sanan sanaston aikaansaamiseen. Sanasto tehdään käyttäen hyväksi Tekniikan Sanastokeskuksen apua. Työryhmän käytössä on mm. Sanastokeskuksen sanastotyöhön suunniteltu ATK-systeemi, joka olennaisesti vähentää käsin tehtävän paperityön määrää. Työn ensimmäinen vaihe on sanojen kerääminen. Tämän vuoksi työryhmä lähestyy nyt kaikkia alalla toimivia: lähettäkää työryhmän sihteerille työssänne tai muualla vastaantulleita ydintekniikan alaan liittyviä ammattisanoja, joita kokemuksenne mukaan käytetään yleisesti väärin, joille haluatte pyhittää vain tietyn merkityksen tai jotka eivät ole yleisessä käytössä mutta jotka ovat mielestänne niin hyviä, että niiden pitäisi olla. Työn alkuvaiheessa ei kannata olla liian kriittinen sanojen valinnan suhteen. Kaikenlaiset sanat, sanaluettelot ja vihjeet hyvistä jo olemassa olevista, esimerkiksi ulkomaalaisista sanastoista ovat tervetulleita.

ATS-SANA:n sihteeriksi Martti Kätkä, VTT/YDI  
Lönrotinkatu 37  
00180 HELSINKI 18  
puhelin 648931 (vaihe)

---

OHJE: Oheen on painettu niin sanottu termilomake, jolle voi merkitä kerätyt termit. Lomakkeesta tulee täyttää kohdat: PÄIVÄYS, TEKIJÄ, TERMI, LÄHDE, KÄSITTEEN MÄÄRITELMÄ. Kohtaan käsitteen määritelmä kirjoitetaan lähettäjän oma ehdotus; muussa tapauksessa on syytä ilmoittaa myös määritelmän lähde asianomaisessa kohdassaan. Jokaista termiä varten täytetään oma lomake. Lomakkeita voi kopioida tästä lehdestä tai tilata ATS-SANAn sihteeriltä.

T 012	PROJEKTI	T 014	KASITTEEN NRO	PAIVAYS	T 910	TEKIJA
-------	----------	-------	---------------	---------	-------	--------

Fi 100	TERMI					
Fi 140	LAHDE	Fi 200	TAIVUTUS	Fi 130	LYHENNE	
Fi 300	ALA	Fi 310	POHJOISM. LUOKIT.	Fi 330	SISAINEN SIOITUS	
Fi 400	KASITTEEN MAARITELMA					

T 901	VIITTAUS KUVAAN	Fi 800	MAARITELMAN LAHDE
Fi 563	RINNAKKAISTERMI		
Fi 502	SYNONYymi		
Fi 505	LISAHAKU 1	Fi 505	LISAHAKU 2

Sv <sub>Fi</sub> 100			Sv <sub>Fi</sub> 140	LAHDE
Sv 100			Sv 140	LAHDE
E 100			E 140	LAHDE
R 100			R 140	LAHDE

T 902	HUOMAUTUKSIA			

## OLKILUODON LAITOS KÄYTTÄJIEN MIELEEN

Olkiluodon ensimmäinen ydinvoimalaitosyksikkö on osoittautunut alkuvaikeuksien jälkeen luotettavaksi sähköntuottajaksi. - Ykköslaitos on nyt "makeimmillaan". Kakkosyksikössä on vielä ensi kesänä paljon tekemistä, jotta laitos saadaan lopulliseen vireeseen.

Ykköslaitos on käynyt keskeytyksettä viime kesän huoltoseisokista saakka. Ykkönen otti nimiinsä Pohjoismaiden ennätyksen ydinvoimalaitosten yhtäjaksoisessa tuotannossa. Lauantain 9.4.1983 vastaisena yönä Olkiluodosta muistettiin sähköllä Ringhalsin ykköslaitoksen käyttäjiä, joiden nimissä oli entinen ennätys 294 vrk 10 tuntia ja 19 minuuttia. Jo aikaisemmin talvella Olkiluodon ykkönen rikkoi ruotsalaisten ennätyksen yksiturbiinisten laitosten tuotantovarmuudessa.

Viime kesän huolto- ja polttoaineenvaihtoseisokista nyt 13.5. alkavaan huoltoseisokkiin saakka Olkiluodon ykköslaitos tulee olleeksi yhtäjaksoisessa tuotannossa 329 vrk ja tulee tuottaneeksi sähköä 4,9 miljoonaa megawattituntia. Hyvin on mennyt kakkoslaitoksellakin, joka on tehnyt sähköä 252 vuorokauden aikana, ei tosin yhtäjaksoisesti, 4,2 miljoonaa megawattituntia.

Ykkösen noin 5 miljoonaa megawattituntia ovat yli kymmenesosa koko valtakunnan vuotuisesta sähkönkulutuksesta. Osakkaat saavat sähkön TVO:lta omakustannushintaan, koska yhtiön tavoitteena ei ole tuottaa voittoa.

Maailmassa on ydinvoimalaitoksia nyt noin 270. Käyttökertoimilla mitattuna Olkiluodon ykköslaitos on maailman viime vuoden listalla 20. sijan paikkeilla. Kakkoslaitoskin sijoittui 40 parhaan joukkoon.

Ykköslaitoksen käyttökerroin on ollut 12 kuukauden (3/82...3/83) aikana 87 prosenttia. Käyttökerroin heikkenee huhtikuussa kuitenkin jatkuvasti, kun laitoksella valmistaudutaan 13.5. alkavaan huolto- ja polttoaineenvaihtoseisokkiin. Seisokkiin valmistauduttaessa reaktorissa olevaa polttoainetta pyritään polttamaan hyödyksi mahdollisimman tarkkaan (ns. Stretch-out -ajo).

Vuoden 1982 käyttökerroin ykkösellä oli 87,3 % ja kakkosella 79,9%. Laitosten kumulatiiviset käyttökertoimet 31.12.1982 olivat ykköselle 69,9 % laskettuna 1. tahdistuksesta 2.9.1978 lähtien ja kakkoselle 53,1 % laskettuna 18.2.1980 lähtien.

## NUCLEAR POWER SHOWS STEADY INCREASE

Nuclear electricity generation in the OECD area increased in 1982 by 8.3 % to 734 TWh according to figures released today by the OECD Nuclear Energy Agency (NEA).

The NEA figures, which are based on projections for electricity generation and nuclear power to the year 2000 show that despite problems in various countries and cancellations of reactors the contribution from nuclear power is steadily growing.

At the end of 1982 there were 229 operable nuclear power reactors in the OECD area with a total installed electrical capacity of 147 GWe, an increase of 15 reactors over the 1981 figure. In addition, 149 reactors with a capacity of 151 GWe were under construction and 27 reactors representing 28 GWe were on order.

There were 20 reactor cancellations in the OECD area in 1982, 18 in the United States and 2 in Italy.

The substantial role that nuclear energy has come to play in electricity generation is illustrated by the figures in the following tables, which show that at the end of 1982 five OECD countries were producing more than 25 % of electricity from nuclear power plants. Finland led the figures with more than 40 %, closely followed by France (38.7%), Sweden (38.65%), Belgium (30.2%) and Switzerland (28.2%).

The nuclear share of electricity generation in the OECD area as a whole rose in 1982 to 14.8 % compared with the 1981 figure of 13.5 %. On the basis of estimates provided by Member countries in March 1983 the nuclear share of electricity generation in the OECD area will rise to 24 % in 1990 and increase to 29 % by the year 2000.

A comparison of fuel cycle supply and demand shows that with the present general over supply of uranium and fuel cycle services there are not likely to be any short term difficulties to constrain the growth of nuclear power.

From 1990 onwards the annual OECD requirements for uranium will amount to about 52 000 tonnes. Some 47 000 tonnes of this demand will be met by production from within the OECD area. The balance will continue to be supplied by imports, mainly from African countries.

Other projections for the nuclear fuel cycle to 1990 are:

- uranium enrichment capacity will increase by 7 million Separative Work Units ( $10^6$  SWU = MSWU) to 45 MSWU, with the demand rising only to 35 MSWU annually. This means during this period and even up to the year 2000 there will be excess enrichment capacity in the OECD area.
- reprocessing capacity of all types of spent fuel in the OECD area will increase by 3800 tonnes of Heavy Metal (HM) to 6100 tonnes HM. This compares with the annual requirements of the Fast Breeder Reactor programmes which the NEA estimates will only amount to 1400 tonnes HM in 1990.

- spent fuel storage capacity is expected to be far greater than requirements, increasing by 113 000 tonnes HM to total over 175 000 tonnes HM. The accumulated spent fuel requiring storage in this period will amount to 65 000 tonnes HM.

For further information: Mr. M. CRIJNS  
Nuclear Development Division  
OECD/NEA  
38 Boulevard Suchet  
75016 Paris, tel 524.96.83, telex 630668

The Nuclear Power Situation in OECD countries at 31st December 1982

<u>Countries</u>	<u>Nuclear Capacity</u> (GWe) (operable plants)	<u>Nuclear Electricity Generation</u> (TWh)	<u>Nuclear share of total Electricity</u> (%)
BELGIUM	3.5	14.5	30.2
CANADA	7.0	36.4	9.7
FINLAND	2.2	15.9	40.3
FRANCE	23.8	103.0	38.7
F.R. GERMANY	9.9	60.3	17.4
ITALY	1.3	6.6	3.8
JAPAN	17.3	103.7	20.3
NETHERLANDS	0.5	3.6	6.8
SPAIN	2.0	14.0	12.0
SWEDEN	7.3	37.3	38.65
SWITZERLAND	1.9	14.3	28.2
U.K.	6.1	41.6	16.4
U.S.A.	63.9	283.0	12.6

Nuclear Power Growth Estimates for the OECD Area

<u>Year</u>	<u>Nuclear Capacity</u> (GWe)	<u>Nuclear Electricity Generation</u> (TWh)	<u>Nuclear share of total Electricity</u> (%)
1982	147	734	14.8
1985	209	1102	19.5
1990	303	1626	24.2
1995	377	2131	27.4
2000	450	2491	28.8



## VOIMAYHTIÖIDEN YDINJÄTETOIMIKUNNAN TOIMINNASTA

Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta (YJT) perustettiin vuonna 1978 koordinoimaan ydinenergiaa tuottavien voimayhtiöiden Imatran Voima Oy:n (IVO) ja Teollisuuden Voima Oy:n (TVO) ydinjätealan tutkimustyötä . YJT:n tavoitteena on tutkimusten avulla luoda pohja voimayhtiöiden tuleville jätehuoltotoimenpiteille. Ensimmäinen tutkimusohjelma laadittiin vuodelle 1979, joten vuosi 1982 oli toimikunnan neljäs toimintavuosi.

YJT on pitänyt yhteyttä kotimaisiin ja ulkomaisiin ydinjätealan tutkimusta harjoittaviin organisaatioihin, osallistunut asiantuntijakokouksiin sekä harjoittanut informaatiotoimintaa.

Kotimaassa voimayhtiöiden edustajia on osallistunut asiantuntijoina atomienergianeuvottelukunnan ydinjätejaoston työskentelyyn. Tiivistä yhteistyötä on liittynyt toimeksiantoihin, joita on tehty mm. Valtion teknilliselle tutkimuskeskukselle, Geologiselle tutkimuslaitokselle, Helsingin yliopiston radiokemian laitokselle ja Teknilliselle korkeakoululle. YJT:n taholta on informoitu kauppa- ja teollisuusministeriön sekä säteilyturvallisuuslaitoksen edustajia ydinjätehuollon toimenpiteistä ja tutkimusten edistymisestä.

Pohjoismaisten ydinjäteorganisaatioiden kanssa on ollut sekä suora yhteydenpitoa että erilaisten yhteistyöryhmien puitteissa tapahtunutta yhteistyötä. YJT:n edustajia on osallistunut pohjoismaisen yhteistyöjärjestön NKA:n ydinjätetutkimusten koordinointiin.

Myös pohjoismaiden ulkopuolelle on ollut sekä suoria yhteyksiä että kansainvälisiin tutkimusprojekteihin liittynyttä yhteydenpitoa. YJT:n edustajia on osallistunut useisiin kansallisten ja kansainvälisten organisaatioiden, mm. IAEA:n ja OECD/NEA:n, järjestämiin asiantuntijakokouksiin. Erityisesti YJT:n tutkimuksia esiteltiin vuonna 1982 Utrechtissa IAEA:n ja OECD/NEA:n järjestämässä konferenssissa. Lisäksi informaationvaihtoa on harjoitettu useiden ulkomaisten organisaatioiden kanssa.

Pääosa tutkimusten tuloksista on julkaistu YJT:n raporttisarjassa. Vuoden 1982 toimintakertomuksen liitteenä on luettelo vuonna 1982 YJT-raporteista ja kansainvälisen Stripa-projektin tutkimusraporteista.

Syksyllä 1982 YJT julkaisi kirjasen "YDINJÄTEHUOLTO - Selvitys ydinjätehuollon tekniikasta ja suunnitelmista Suomessa" ja sen yhteenvetona esitteen "Ydinjätehuollon suomalainen ratkaisu". Kirjasta ja esitettä jaettiin muun muassa päättäjille valtakunnallisella tasolla sekä tiedotusvälineille.

Tutkimustyö ja sen kustannukset vuonna 1982

Tutkimustyöt liittyivät pääasiassa kahteen osa-alueeseen, voimalaitosjätteen loppusijoitukseen ja TVO:n käytetyn polttoaineen loppusijoitukseen. Voimalaitosjätteen loppusijoituksen sijoituspaikkaraportit valmistuivat kesäkuussa 1982. Tutkimukset osoittivat, että voimalaitosalueet soveltuvat näiden jätteiden loppusijoitukseen. Voimalaitosten käytöstäpoistoa koskeva työ käsitti teknisten vaihtoehtojen ja purkujätteen ominaisuuksien selvitystä.

TVO:n käytetyn polttoaineen loppusijoitusta koskeva tutkimus osoitti, että käytetty polttoaine voidaan tarvittaessa loppusijoittaa turvallisesti Suomen kalliooperään. Loppusijoitukseen liittyvät kokeet ovat meneillään suomalaista kalliooperää vastaavissa olosuhteissa Stripassa kansainvälisenä yhteistyönä.

Oheisessa taulukossa on yhteenveto tutkimusresurssien käytöstä ydinjätehuollon eri osa-alueille vuonna 1982. Kokonaistyömäärä yhtiössä oli noin 14 henkilötyövuotta. Suomalaisille tutkimuslaitoksille ja korkeakouluille tehtyihin tilauksiin käytettiin 2,2 miljoonaa markkaa. Lisäksi aiheutui muita kuluja mm. voimalaitosalueiden kenttätutkimuksista ja Stripan tutkimuksista niin, että YJT:n tutkimusohjelman kokonaiskustannukset olivat noin 7,2 miljoonaa markkaa. Tästä summasta IVOn osuus oli noin 3,2 miljoonaa markkaa ja TVOn osuus noin 4 miljoonaa markkaa.

YHTEENVETO TUTKIMUSTEN KUSTANNUKSISTA VUONNA 1982

Tutkimus	1)							
	Voimayhtiöt		Tutkimuslaitokset		Muut kustannukset		Kokonaiskustannukset	
	IVO (htkk)	TVO (htkk)	IVO (kmk)	TVO (kmk)	IVO (kmk)	TVO (kmk)	IVO (kmk)	TVO (kmk)
Tutkimusten suunnittelu ja koordinaointi	10,2	6,9			280,3	187,1	484,3	325,1
Voimalaitosjäte	60,8	32,8	610,3	689,7	820,8	81,9	2647,1	1427,6
Voimalaitoksen käytöstäpoisto	1,5	1,1	20	50			50	72
Käytetty polttoaine	0,8	35,5	45	774		698,9	61	2182,9
<b>Yhteensä</b>	<b>73,3</b> htkk	<b>76,3</b> htkk	<b>675,3</b> kmk	<b>1513,7</b> kmk	<b>1101,1</b> kmk	<b>967,9</b> kmk	<b>3242,4</b> kmk	<b>4007,6</b> kmk

1) käytetyn työpanoksen mukaan arvioidut kustannukset 1.1...31.12.1982

2) 1 htkk = 20 000 mk

Varautuminen ydinjätehuollon kustannuksiin

Loviisan voimalaitoksen ydinjätehuollon tuleviin kustannuksiin kerättiin sähkön hinnassa vuonna 1982 26 miljoonaa markkaa sekä Olkiluodon voimalaitoksen ydinjätehuollon kustannuksiin 148 miljoonaa markkaa. Kauppa- ja teollisuusministeriön vahvistaman ydinjätevarauksen kokonaismäärä oli vuoden 1982 lopussa Loviisan osalta 69 miljoonaa markkaa (0,31 p/kWh) ja Olkiluodon osalta 338 miljoonaa markkaa (1,36 p/kWh). Keräys on alkanut laitosten käyttöönotosta ja varat kattavat tähän asti aiheutetut tarpeet. Ero markkamäärissä johtuu siitä, että Loviisan osalta ydinjätehuoltoon kuuluu vain käytetyn polttoaineen kuljetukset voimalaitoksen hyötykäytön jälkeen voimalaitosjätteen loppusijoituksen ja laitoksen käytöstäpoiston lisäksi, kun taas Olkiluodon osalta ydinjätehuoltoon kuuluu käytetyn polttoaineen koko huolto, voimalaitosjätteen loppusijoitus ja laitoksen käytöstäpoisto.

Jätetilanne vuoden 1982 lopussa

Käytetty polttoaine

Vuoden 1982 aikana suoritettiin Lo 1 -yksiköllä käyttöajan viides ja Lo 2 -yksiköllä toinen polttoaineen vaihto. Lo 1 -yksikön toinen kuljetuserä, noin 14,4 tU (tonnia uraania), palautettiin Neuvostoliittoon. Vuoden 1982 lopussa voimalaitoksella oli varastoituina yhteensä noin 76 tU. Vuosina 1981 ja 1982 vaihdetut erät ovat varastoituina kummallakin laitousyksiköllä latausaltaissa. Käytetyn polttoaineen varastossa on Lo 1:ltä vuonna 1980 vaihdettu erä.

Käytetyn polttoaineen kuljetukset Neuvostoliittoon jatkuvat vuonna 1985, minkä jälkeen noudatetaan kaikkien kuljetuserien osalta viiden vuoden jäähtymisaikavaatimusta. Vuonna 1984 valmistuvan käytetyn polttoaineen varaston laajennusosa varmistaa riittävän varastointi- ja varakapasiteetin olemassaolon viiden vuoden jäädytydajalle.

TVO I -yksikölle vaihdettiin kolmannen kerran polttoainetta. Vuoden 1982 vaihtolatauksen jälkeen TVO I:n altaissa on käytettyä polttoainetta noin 62 tU. TVO II -yksiköllä vaihdettiin vuonna 1982 ensimmäisen kerran polttoainetta, noin 26 tU.

Tärkein lähivuosiin ajoittuva toimenpide TVO:n käytetyn polttoaineen huollossa on välivarastointikapasiteetin järjestäminen siten, että lisäkapasiteettia on käytettävissä 1980-luvun lopussa. Olkiluodon voimalaitosalueelle sijoitettavan vesiallasvaraston (KPA-varasto) suunnittelu jatkui vuoden 1982 aikana. Varasto suunnitellaan kahdelta laitousyksiköltä 30 vuoden aikana kertyvän koko polttoainemäärän varastoimiseen. Suunnittelun lähtökohtana on rakennustöiden aloittaminen vuonna 1984 ja varaston saaminen käyttöön vuonna 1988. Vuoden 1982 lopulla jätettiin alustava turvallisuusraportti säteilyturvallisuuslaitoksen käsiteltäväksi.

TVO seuraa jatkuvasti käytetyn polttoaineen huoltoon liittyvien ulkomaisten palvelujen käyttömahdollisuuksia varautuen kuitenkin käytetyn polttoaineen suoraan loppusijoitukseen Suomessa.

## Voimalaitosjäte

Loviisan voimalaitoksella on kertynyt vuoden 1982 loppuun mennessä kiinteystystä vaativia nestemäisiä hartseja yhteensä noin 30 m<sup>3</sup>, missä on aktiivisuutta luokkaa 1500 GBq. Jättemäärä vastaa 3 % hartsien varastointikapasiteetista. Nestemäisiä haihdutusjätteitä oli kerääntynyt alle 300 m<sup>3</sup>, mikä oli alle 25 % haihdutusjätteiden varastointikapasiteetista. Näissä jätteissä oli aktiivisuutta noin 440 GBq.

Kuivia voimalaitosjätteitä oli vuoden 1982 loppuun mennessä kerääntynyt noin 200 m<sup>3</sup>.

Olkiluodon voimalaitoksella oli vuoden 1982 lopussa varastoituna bituminoitua jätettä 1279 tynnyriä (á 200 l), roinaa ja suodatin-sauvoja 1038 tynnyriä ja muuta matala-aktiivista jätettä noin 10 m<sup>3</sup>. Bituminoitujen jätteen kokonaisaktiivisuus oli noin 3300 GBq. Tärkeimmät nuklidit ovat Co-60 ja Mn-54.

Bituminoitulle jätteelle riittää TVO I:llä varastotilaa vuoden 1985 loppuun saakka. Vuoden 1982 aikana käynnistettiin erillisen keskiaktiivisten jätteiden välivaraston (KAJ-varasto) suunnittelu. Varasto suunnitellaan otettavaksi käyttöön vuoden 1985 aikana.

Nykyisen suunnitelman mukaisesti voimalaitosjätteen loppusijoituksen alustavat turvallisuusraportit sekä Loviisan että Olkiluodon laitosten osalta laaditaan vuonna 1986 ja tilat otetaan käyttöön vuoden 1990-luvun alkupuolella.

---

Lähde: YJT:n toimintakertomus 1982

---

YJT:n toimintakertomus 1982 ja raporttisarjan julkaisu on saatavissa voimayhtiöistä.

## VTT OSALLISTUU UUSIIN REAKTORITURVALLISUUSKOKEISIIN LOFT- REAKTORILLA

H. Holmström ja L. Mattila

Yhdysvalloissa Idaho Fallsin kaupungin lähellä Idaho National Engineering Laboratoryssa (INEL) on vuodesta 1976 lähtien tehty Loss-of-Fluid Test (LOFT) -tutkimusreaktorilla erilaisia painevesireaktoreiden onnettomuus- ja häiriötilanteita jäljitteleviä kokeita. LOFT-laitteiston ydinreaktori on lämpöteholtaan 55 MW. Laitteistoon kuuluva primääripiiri sisältää kaikki suuren reaktorilaitoksen komponenttien vastineet, mutta sekundääripiiri on melko yksinkertainen.

### AMERIKKALAISESTA KANSAINVÄLISEKSI PROJEKTIKSI

LOFT-tutkimusohjelma on tähän asti ollut lähes täysin Yhdysvaltain reaktoriturvallisuusviranomaisen (USNRC) ja energiaministeriön (USDOE) rahoittama ja ohjaama, vaikka useat tutkimuslaitokset muistakin maista ovat voineet osallistua ohjelmaan, mm. VTT yhdessä muiden pohjoismaisten tutkimuslaitosten kanssa jo vuodesta 1976 lähtien. Osallistuminen on suurelta osin voitu maksaa toimittamalla NRC:lle pohjoismaisen reaktoriturvallisuustutkimuksen tuloksia.

LOFT-tutkimuslaitteiston käyttö on kallista. Vuoteen 1982 mennessä projektin kokonaiskustannukset olivat noin 450 miljoonaa dollaria viime vuosien vuosibudjettien oltua noin 45 miljoonaa dollaria. Tämä on niin suuri osa USNRC:n koko tutkimusbudjetista (n. 200 miljoonaa dollaria vuodessa), että muutama vuosi sitten esille tulleet suunnitelmat koeohjelman lopettamisesta ovat ymmärrettäviä. Kansainvälinen kiinnostus LOFT-projektiin osoittautui kuitenkin niin huomattavaksi, että USDOE tekikin vuodenvaihteessa 1981 - 1982 ehdotuksen LOFT-tutkimusohjelman jatkamisesta OECD:n ydinenergiajärjes-

tön (NEA) alaisena kansainvälisenä projektina vuodesta 1983 alkaen. NEA:llahan on jo kokemusta vastaavalla tavalla järjestetyistä mittavista tutkimusprojekteista (mm. norjalaisen Haldenin tutkimusreaktorin käyttö polttoainekokeisiin ja tietokonepohjaisten reaktorin valvonta- ja säätöjärjestelmien kehittämiseen sekä ydinjätekokeet Stripan käytöstä poistetuissa kaivoksissa Ruotsissa).

Melko raskaan neuvotteluprosessin jälkeen LOFT-ohjelman jatkosopimus saatiin viimeistellyksi helmikuussa 1983. Sopimus on parhaillaan allekirjoituskierröksellä osanottajamaissa eri puolilla maailmaa.

#### KUSTANNUKSET JA OSANOTTAJAT

OECD:n LOFT-projekti jatkuu vuoteen 1986 asti. Siihen mennessä suoritetaan noin kahdeksan koetta. Kokonaisbudjetti on yli 90 miljoonaa dollaria, josta yhdysvaltalaiset tahot (USNRC, USDOE ja voimayhtiöiden yhteinen tutkimuslaitos EPRI) suorittavat runsaat 70 miljoonaa dollaria. Pienten OECD-maiden osuudet vastaavat maiden bruttokansantuotteita. Suomalaisten osuus on 290 000 dollaria. Projektiin ovat liittymässä kaikki suuret ydinenergiamaat Ranskaa lukuunottamatta, siis Englanti, Saksan liittotasavalta, Japani ja Italia, ja pienemmistä maista Itävalta, Sveitsi, Ruotsi ja Suomi. Myöhemmin liittymistä harkitsevat ainakin Espanja ja Belgia. Myös OECD:n ulkopuolisten maiden osanotto pyritään tekemään mahdolliseksi. Tällaisista maista ainakin Taiwan on jo osoittanut kiinnostustaan.

#### HYÖDYNTÄMINEN SUOMESSA

LOFT-koeohjelman ohjaukseen osallistutaan aktiivisella panoksella projektin johto- ja teknisessä tukiryhmässä. Projektin johtoryhmän jäseneksi on nimetty VTT:n Energiatekniikan tutkimusosaston johtaja prof. V. Palva ja teknisen tukiryhmän jäseneksi erikoistutkija H. Holmström VTT:n ydinvoimatekniikan laboratoriosta, jolla on myös yleisvastuu projektin seurannasta ja tulosten edelleen välittämisestä Suomessa. LOFT-

koeohjelmaan osallistuminen tapahtuu käytännössä VTT:n ydinvoimatekniikan laboratoriossa toteutettavassa Reaktorionnettomuuksien lämpö- ja virtausteknilliset kokeet ja laskentamenetelmät -projektissa, jonka johto- ja teknisessä tukiryhmässä ovat edustettuina mm. säteilyturvallisuuslaitos ja voimayhtiöt. Tarpeen mukaan järjestetään erityisiä informaatiotilaisuuksia.

Jotta osallistumisesta saataisiin täysi hyöty, on myös jo tähänkin asti pyritty pitämään oma tutkija itse projektiryhmässä Idaho Fallsissa. Tehtävään on yleensä valittu melko kokeneita tutkijoita, jotka ovat toimineet kokeiden analyysi-tehtävissä. Tällöin he ovat käyttäneet sellaisia tietokoneohjelmia, jotka ovat keskeisiä myös käytännön ydinvoimalaitossovellutuksissa Suomessa. Näin on mm. päästy siihen, että tärkeiden tietokoneohjelmien uusimmat versiot on saatu Suomeen heti niiden valmistuttua, eli noin vuotta nopeammin kuin normaalitietä ohjelmakirjastojen kautta ja Suomessa ohjelmien käytössä esiintyneisiin vaikeuksiin on saatu nopeasti apua. Paikan päällä ollut tutkija on lisäksi voinut seurata useita muita siellä käynnissä olevia tutkimusohjelmia ja välittää Suomeen tuoreita tietoja reaktoriturvallisuusaiheisista suuntauksista Yhdysvalloissa.

#### LOFT-KOEHOJELMAN TAVOITTEET

Koeohjelman päätarkoituksena on tuottaa kokeellista tietoa ydinvoimalaitosten turvallisuustarkasteluissa käytettävien suurten tietokoneohjelmien käyttökelpoisuuden ja tarkkuuden arviointiin. Myös häiriö- ja onnettomuustilanteissa esiintyvien fysikaalisten ilmiöiden yksityiskohtainen kokeellinen havainnointi ja parempi ymmärtäminen on oleellista. Käytännön kannalta päämääränä on lopulta turvallisuusmarginaalien entistä luotettavampi määrittäminen turvallisuuskriteerien laadinnan pohjaksi. Tämä ei kuitenkaan ole aivan suoraviivaista, koska LOFT-koelaitteisto on sittenkin selvästi pienempi kuin suuret kaupalliset ydinvoimalaitokset (1:50) eikä muutenkaan voi täysin vastata käyttäytymiseltään suurta laitosta. Näin tietokoneohjelmien käytön merkitys tutkimustulosten soveltamisen välikappaleena korostuu.



LOFT-laitos on kuitenkin muihin tällä hetkellä käytössä ole-  
viin tutkimuslaitteistoihin verrattuna ainutlaatuinen. Se on  
varsin suuri ja samalla toiminta-alueeltaan monipuolinen sekä  
sisältää todellisen ydinreaktorin, eikä vain sähkölämmitteis-  
tä reaktorisydämen simulaattoria, kuten muut sitä lähinnä  
vastaavat laitteet. Uusia monipuolisia koelaitoksia saadaan  
käyttöön vasta noin vuoden 1985 jälkeen, ja niissä kaikissa  
käytetään sähkölämmitystä. LOFT-laitteiston pitäminen käyttö-  
valmiudessa näiden uusien laitosten valmistumiseen asti oli-  
kin sinänsä yksi taustatekijä tutkimusohjelman jatkamiselle.

#### KOE OHJELMA

Koeohjelma on pyritty laatimaan monipuoliseksi ja tämän het-  
ken tärkeimpiin kysymyksiin vastauksia antavaksi. Erilaisten  
onnettomuustilanteiden tunnistamiseen, hallintaan ja laitok-  
sen turvalliseen tilaan palauttamiseen kiinnitetään erityistä  
huomiota.

Ehdotettu koeohjelma jakautuu kahteen osaan:

1. Termohydrauliset kokeet, yhteensä 6 kpl
  - suuri vuoto primääripiirissä
  - pieni vuoto primääripiirissä
  - syöttöveden menetys
2. Fissiotuotteiden käyttäytymiskokeet, yhteensä 2 kpl

#### Termohydrauliset kokeet

Ohjelman ensimmäinen koe, joka simuloi höyrygeneraattorin  
syöttöveden menetystä, suoritettiin jo helmikuussa. Kun syöt-  
tövesipumppu pysäytettiin kokeen alussa, heikentynyt lämmön-  
siirto höyrygeneraattorissa johti primääripiirin lämpötilan  
ja paineen nousuun. Paineen noustua 157,3 bariin tapahtui  
reaktorin pikasulku automaattisesti. Samalla paineistimen  
varoventtiili avattiin ja jätettiin auki. Paine alkoi laskea  
ja sen laskettua noin 87 bariin pääkiertopumput pysähtyivät

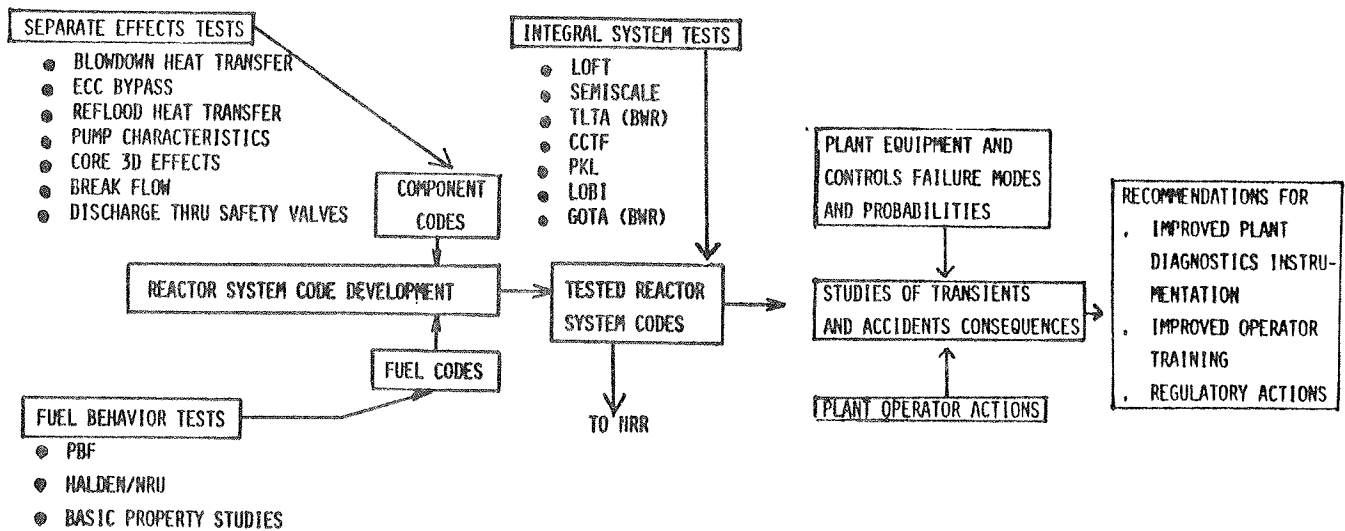
ja korkeapainepumput alkoivat syöttää hätäjäädytysvettä primääripiiriin. Pumppujen pysähtyttyä piirin virtaus muuttui luonnonkierroksi ja pian myös kaksifaasivirtaukseksi. Reaktorisydämessä syntynyt jälkilämpö poistui primääripiiristä lähinnä paineistimen varoventtiilin kautta, mutta myös höyrygeneraattorin (luonnonkierto) ja systeemin lämpöhäviöiden kautta niin tehokkaasti, että paine laski jatkuvasti. Toisaalta korkeapainepumppujen kapasiteetti riitti kompensoimaan varoventtiilin kautta menetetyn jäähdytteen massavirran. Niinpä kokeen yhtenä tärkeimpänä tuloksena voidaan päätellä tällaisen nk. feed and bleed -menetelmän olevan tehokas energia- ja massatasapainon säätökeino syöttövedenmenetystransientin aikana ainakin LOFT-laitteistoa vastaavilla painevesireaktorilaitoksilla.

Seuraavat kaksi koetta tultaneen tekemään touko- ja kesäkuussa. Niissä tutkimuksen kohteena on pieni vuoto primääriputkiston kuumalla puolella paineastian ja höyrygeneraattorin välillä. Toisessa kokeessa pumput pysäytetään kokeen alussa, kun taas toisessa niiden annetaan olla käynnissä. Mielenkiinto kohdistuu etenkin pumppujen vaikutukseen primääripiirin tyhjenemismenetykseen, mutta myös tietokoneohjelmien kykyyn simuloida tällaisia LOFTissa uudentyypisiä kokeita.

Uusimpien suunnitelmien mukaan tämän jälkeen seuraisi vuoden 1983 lopussa yksi koeohjelman mielenkiintoisimmista kokeista. Siinä on tarkoitus tutkia suurta jäähdytteenmenetysonnettomuutta, joka alkaa, kun kylmän haaran pääkiertoputki katkeaa äkillisesti niin, että putken päät siirtyvät sivulle mahdollistaen jäähdytteen esteettömän virtauksen molemmista päistä. Kokeessa on ainutlaatuista, että se pyritään suorittamaan käyttäen epäedullisia koeolosuhteita, jotka vastaisivat mahdollisimman pitkälle turvallisuusviranomaisten lupakäsittelyn yhteydessä vaatimia "varman päälle" -olettamuksia. Polttoainesauvojen suurin lineaariteho tulee olemaan noin 50 kW/m ja keskimäinen polttoainesauvanippu on paineistettu (n. 20 bar). Polttoainesauvoja mahdollisesti pullistuu ja puhkeaa, mutta koetta ei kuitenkaan voida pitää fissiotuotteiden käyt-

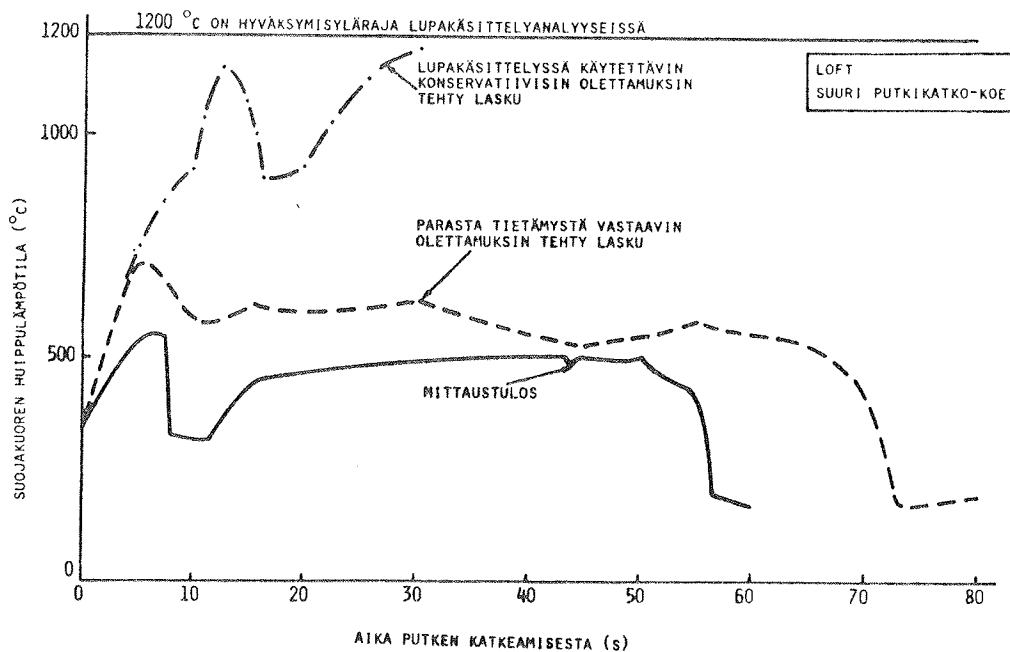
Laitoksen puhdistaminen ja saattaminen uudelleen käyttökuntoon on niinikään mielenkiintoista ja sinänsä oma tutkimusaiheensa. Toisessa fissiotuotekokeessa pyritään suojakuorten maksimilämpötilat nostamaan jopa noin 1700 K asti. Tässä kokeessa suojakuoren vaurioitumismekanismi olisi erilainen kuin edellisessä kokeessa ja vapautuvien fissiotuotteiden koostumus toinen. Sauvoista joutuisi myös polttoainemurusia primääripiiriin. Tässä kokeessa hätäjähdytettä syötettäisiin vain kylmään haaraan.

RESEARCH PLAN FOR DEVELOPING LMR SAFETY  
ANALYSIS METHODS AND THEIR APPLICATION



Kuva 1.

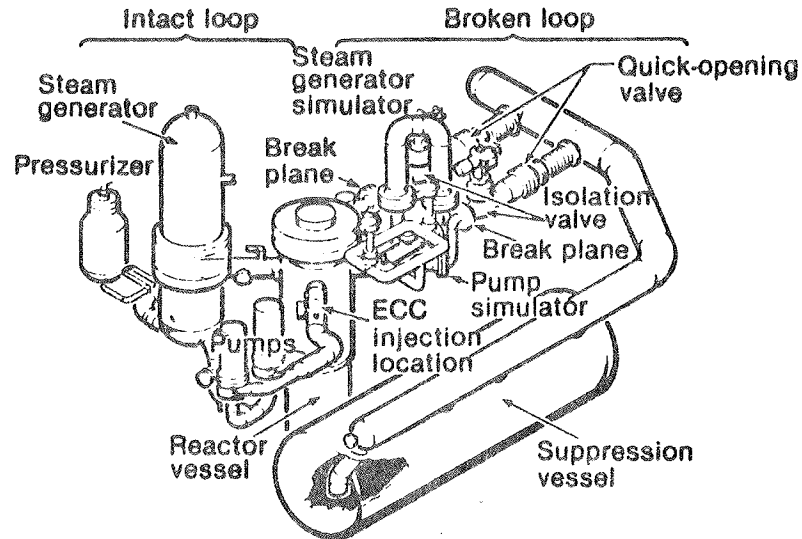
Yhdysvaltojen reaktoriturvallisuuksiviranomaisen havainnollistava kaavio siitä, miten eri kokeellisia tutkimusohjelmia, joista LOFT on yksi keskeisiä, käytetään ydinvoimalaitosten turvallisuusselvityksissä tarvittavien suurten tietokoneohjelmien kehittämiseen ja luotettavuuden testaamiseen. Suomessakin esim. pienten vuotojen LOFT-kokeita on käytetty mm. VTT:n SMABRE-ohjelman testaamiseen. SMABRE-ohjelma on käytössä sekä lupakäsittelyselvityksissä että Loviisan koulutussimulaattorissa. LOFT-laitoksella suoritettuja laitoshäiriötilanteita tullaan käyttämään VTT:n häiriöanalyysiohjelmiston lisätestaamiseen.



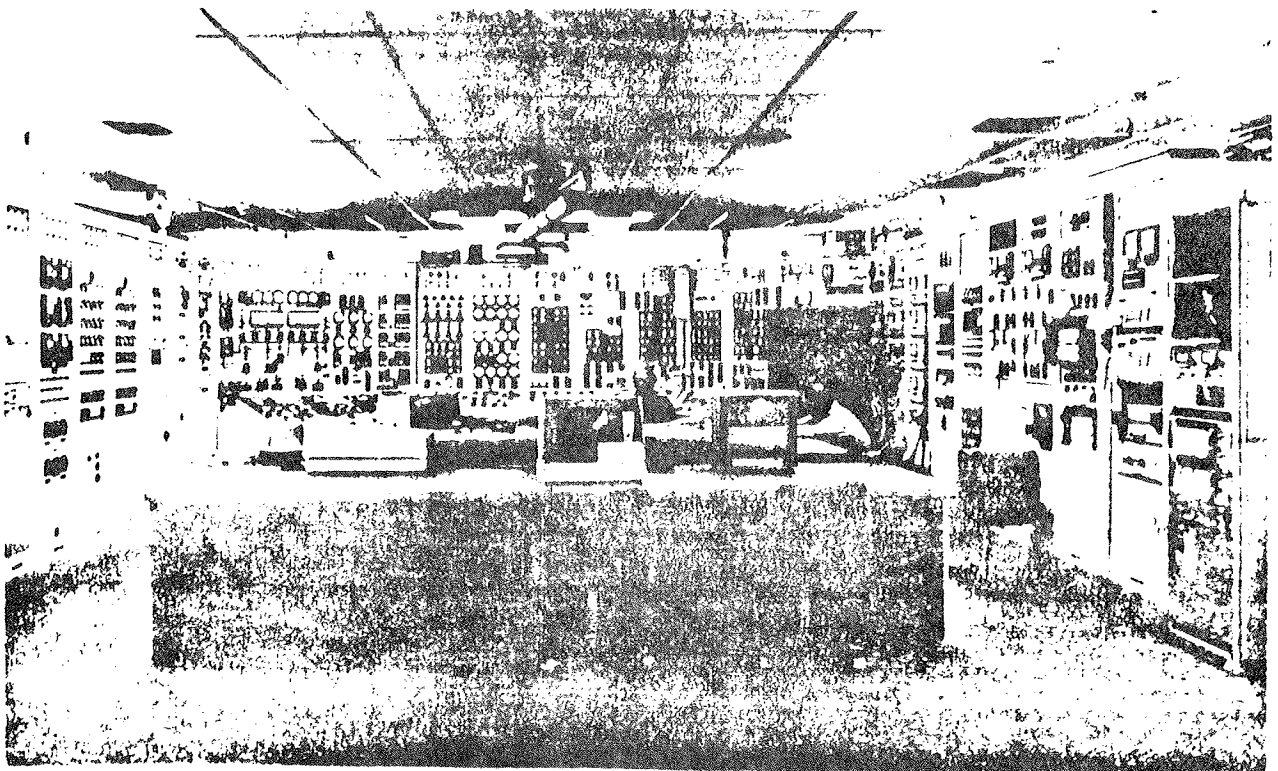
Kuva 2.

Suurta putkikatkoa jäljittelevässä LOFT-kokeessa mitattu kuumimman polttoainesauvan suojakuoren huippulämpötila ajan funktiona. Mitattua arvoa verrataan ydinvoimalaitosten turvallisuusanalyysissä käytetyllä ohjelmalla kahdella eri tavalla laskettuihin arvioihin. Todetaan, että todella mitattu lämpötila on olennaisesti alhaisempi kuin ennuste, joka saadaan kun ohjelmaa käytetään ydinvoimalaitosten lupakäsittelyselvityksissä edellytetyin "varman päälle"-tyyppisin olettamuksin. Myös parasta tämänhetkistä tietämystä vastaavin olettamuksin laskettu ennuste ylittää selvästi mittaustulot.

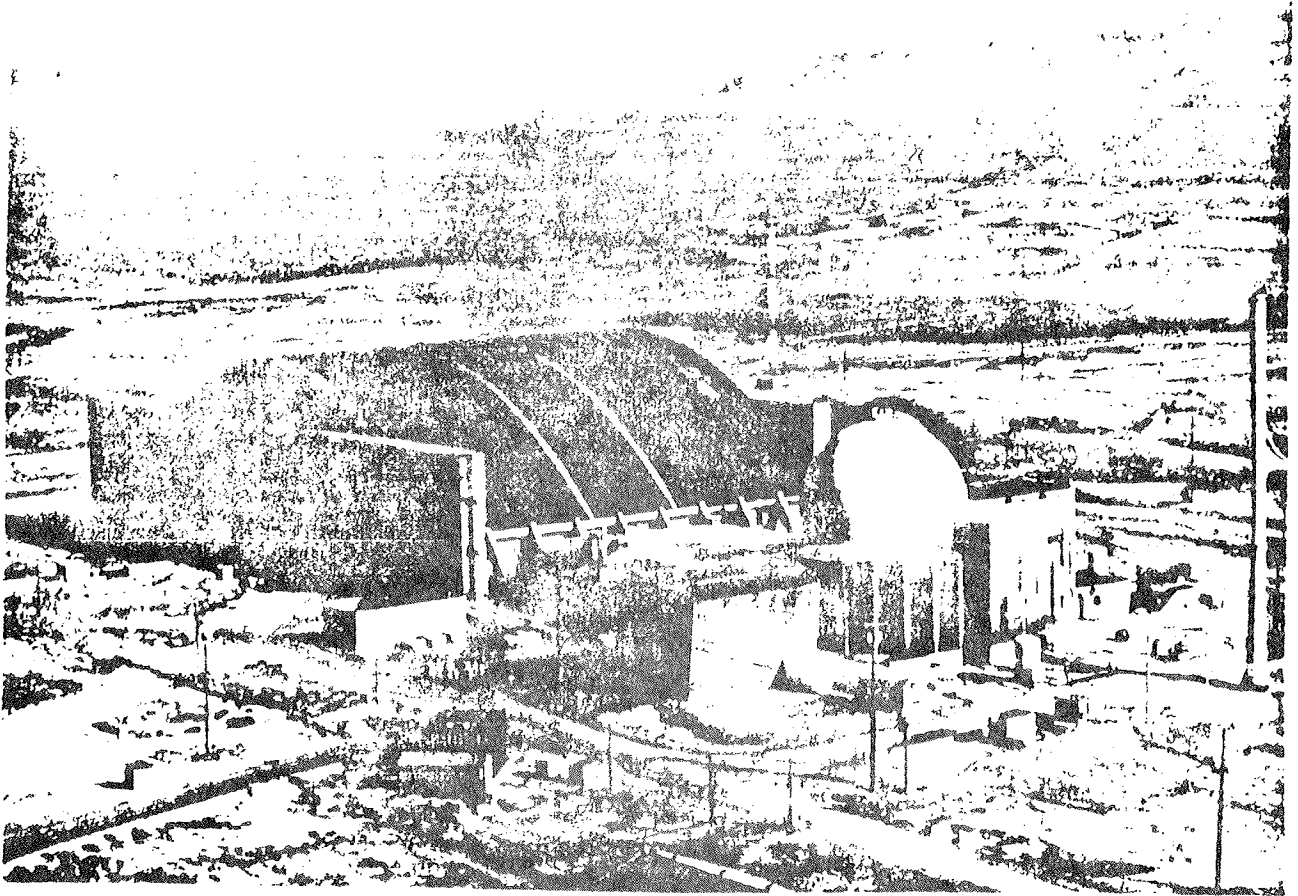
## LOFT SYSTEM CONFIGURATION



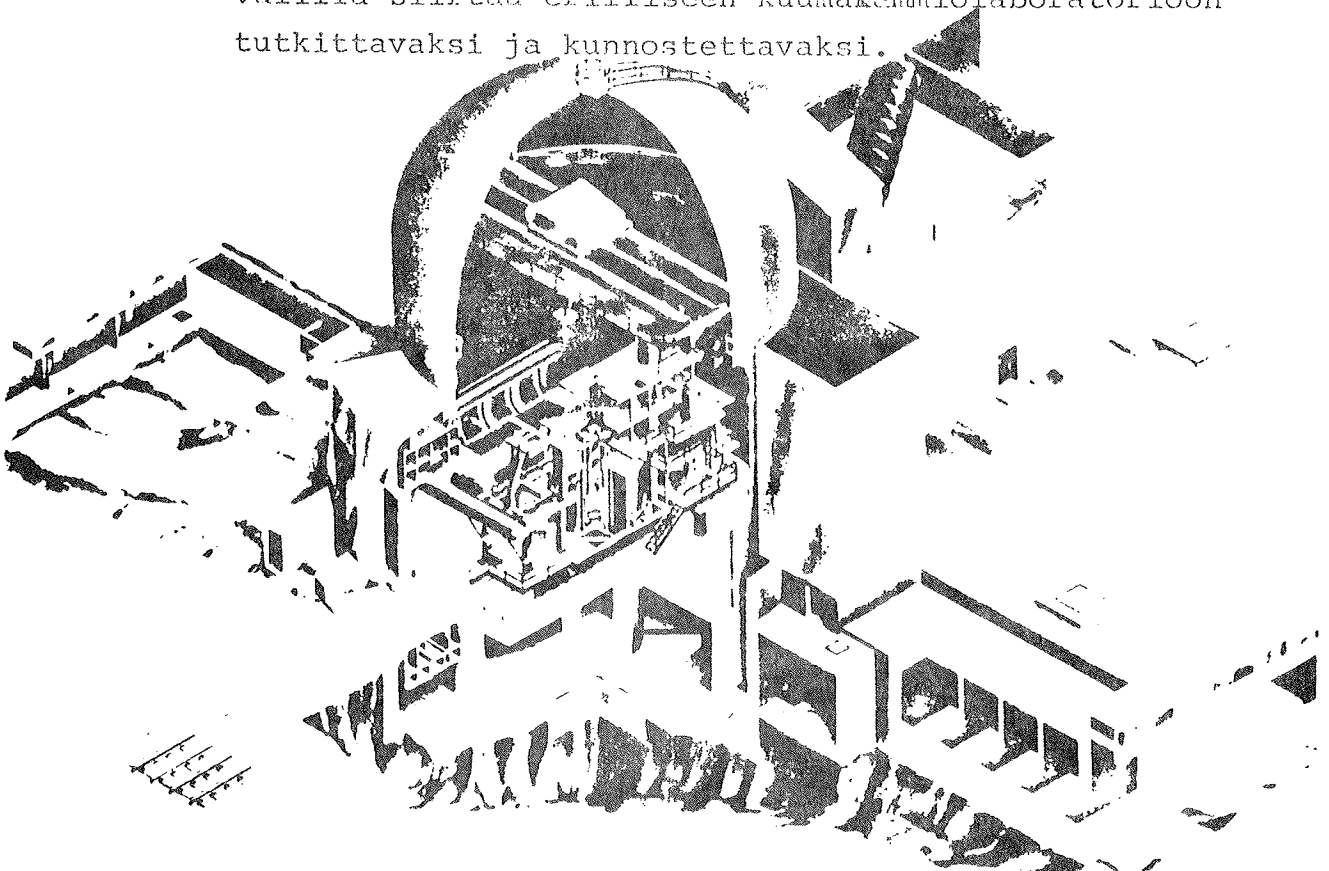
Kuva 3 . Isometrinen piirros laitteiston pääkomponenteista.



Kuva 4. LOFT-koelaitoksen valvomo. Koeohjelmaan liittyy myös suppea man-machine -tutkimuskokonaisuus.



Kuva 5 . LOFT-koeohjelmaa toteutetaan Yhdysvaltojen energiaministeriön koalueella Idahossa. Reaktoriosa voidaan kokeiden välillä siirtää erilliseen kuumakammiolaboratorioon tutkittavaksi ja kunnostettavaksi.



Kuva 6 . Koelaitteisto suojarakennuksen sisällä.

EUROPEAN NUCLEAR SOCIETY:N JA NUCLEAR EUROPE-LEHDEN JOHTOKUNTIEN  
KOKOUKSET MADRIDISSA 4.3.1983

1 Yleistä

European Nuclear Society (ENS) ja Nuclear Europe-lehden johtokuntien kokoukset pidettiin Junta de Energia Nuclearilla Madridissa 4.3.1983. Osallistuin kokouksiin johtokuntien jäsenenä. Madrid oli valittu kokouspaikaksi sen takia, että säilytettäisiin perinteisesti hyvät yhteydet Espanjan vireästi toimivaan ydinteknilliseen seuraan. ENS:n johtokunnassa ei ole nyt vuoteen ollut espanjalaista jäsentä.

2 Nuclear Europe-lehden johtokunnan kokous

Ensimmäisenä kokouksena oli ENS:n jäsenjulkaisun Nuclear Europe-lehden johtokunnan kokous. Kokouksen alussa lehden julkaisujohtaja Dr. Peter Feuz (ATAG) kertoi lehden tilanteesta. Lehden talous näyttää toteutuvan realistisen budjetin mukaisesti. Tämä edellyttää jonkin verran rahoitusta ENS:ltä. Mainos-tulot vaihtelevat kuukausittain riippuen numeron aihepiiristä. Lehdellä on noin 20 mainosvuosisopimusta, joihin kuhunkin liittyy 3...9 ilmoituksen julkaiseminen vuodessa. Mainosagenteista on saatu hyvää kokemusta. Lehti toimittaa marginaalikustannuksella teemanumeroiden lisäkappaleita, jos tähän osataan ajoissa varautua.

Nuclear Europe-lehden toimitustyön helpottamiseksi on julkaistu melko tiukat kirjoitusohjeet. Vuoden 1983 julkaisusuunnitelman joulukuulle kaavailtu Italian aihe korvataan toisella. Ensisijaisesti pyritään saamaan aiheeksi Yhdysvaltain katsaus. Lehden kirjeen-vaihdossa on vaikeuksia Ruotsin, Italian, Espanjan ja Ranskan kanssa. Muuten lehden julkaisutyötä hoitava ATAG piti lehden tilannetta hyvänä.

Erillisenä kohtana käsiteltiin Nuclear Europe-lehden julkaisuvastuukysymyksiä. On esiintynyt arvostelua lehdelle toimitettujen artikkeleiden käsittelystä ja julkaisujen priorisoinnista. Osa näistä on arvovaltakysymyksiä. Keskustelujen jälkeen todettiin, että julkaisujohtajalla täytyy olla oikeus melko itsenäisesti päättää lehden sisältöä koskevista yksityiskohdista. Puheeksi otettiin myös jäsenseurojen ENS:n tuella järjestettävien konferenssien mainostaminen Nuclear Europe-lehdessä. Todettiin, että kolmasosa-sivun mainoksen saa ilmaiseksi. Kokosivun mainoksesta ja aukeamamainoksesta joutuu maksamaan alennetun hinnan. ENS olettaa, että osanottomaksuihin sisällytetään mainoskulut.

### 3 ENS:n johtokunnan kokous

ENS:n johtokunnan kokouksen alussa puheenjohtaja Dr. Pierre Zaleski esitti hyvin lyhyen katsauksen ENS:n viimeaikaisimmista tapahtumista. Tämän jälkeen käsiteltiin vuoden 1982 tilinpäätöstä. Tilinpäätöksessä tehdään varaus neljännen Euroopan ydinenergiakonferenssin järjestelykuluja varten. Nuclear Technology-lehden voitontjakokysymys on ratkennut. Jotta ENS:n jäsenseurojen jäsenet säilyttävät jäsenetunsa lehteen nähden, ENS saa tyytyä omistuspohjansa edellyttämään 10 % osuuteen lehden voitosta.

Seuraavaksi keskusteltiin uusista projekteista, jotka korvaisivat Nuclear Technology-lehden ENS:n osuuden pienenemistä. Yhtenä ajatuksena oli, että ENS tukisi jotain olemassa olevaa ammattilehteä osallistumalla sen julkaisutoimikuntien työhön ja antamalla nimensä julkaisun käyttöön. Näin Euroopan ydinteknillinen tutkimus korostaisi asemaansa Yhdysvaltain tutkimukseen nähden. Toisena vaihtoehtona tuotiin esille, että



ENS:n jäsenseurojen julkaisut toisivat nykyistä voimakkaammin esille lehden liittymisen myös ENS:n toimintaan. Päätettiin kuitenkin jättää aihepiiri vielä odottamaan ajatusten selkeytymistä.

ENS:n uusia ad hoc-komiteoita käsiteltiin. ENS toivoo mahdollisia täydennyksiä kansainväliseen komiteaan ja nimityksiä nimityskomiteaan. Näistä täytyy keskustella myös Suomen Atomiteknillisessä Seurassa. Todettiin, että ENS:n komitea International Safety Institute-asiassa raportoi tuloksensa ENS:n johtokunnalle. Neljännessä Euroopan ydinenergiakonferenssista (ENC 4) vaihdettiin mielipiteitä, jotka myös liittyivät aiheeltaan kilpailevien konferenssien pitämisen maailmanlaajuiseen koordinointiin. ENC 4:n osalta päätettiin, että ENS:n ja FORATOM:n sihteeristöt selvittävät yhteisjärjestelykysymyksiä. Jos osoittautuu tarpeelliseksi piakkoin asetetaan yhteinen ohjelmatoimikunta, se tehdään heti. Konferenssi on tarkoitus pitää vuonna 1986 Genevessä. Epäselvää on vielä, pidetäänkö ENS:n ja FORATOM:n konferenssit yhteiskokouksena vai vain samaan aikaan samassa kaupungissa. Edelleen keskusteltiin vuoden 1984 ANS/ENS-konferenssista.

Luzernin "ENS Public Acceptance Workshop 1983":a käsiteltäessä todettiin, että osanottajakaton asettaminen on vähentänyt osallistumista. Katto osanottajamäärälle on vaikeuttanut matkaesitysten tekemistä. Kokouksen osanottajat ovat melko korkeilta organisaatorisilta paikoilta.

Päätettiin, että ENS:n Public Acceptance Workshopien tulevista pitopaikoista keskustellaan toukokuun lopulla Cadarachessa. Jos jokavuotisia kokouksia ei pidetä aina Luzernissa, myös Suomi on mahdollinen isäntämaa.

ENS:n ja Nuclear Europe-lehden seuraavat johtokuntien kokoukset pidetään 24.5.1983 Cadarachessa. Keskiyökokouksena 25.5.1983 pidetään Steering Comitteen kokous ja torstaina 26.5.1983 yleiskokous (General Assembly). Myös muita ENS:n ja Nuclear Europe-lehden kokouksia on kaavailtu pidettäväksi viikolla 21 Cadarachessa. 27.5.1983 järjestetään tutustumiskäynnit Tricastinin uraaniväkevöintilaitokselle ja Marcoule'n radioaktiivistenjätteen kiinteytyslaitokselle. Yleiskokouksen yhteyteen on tarkoitus järjestää keskustelutilaisuus energia- ja ydinenergiakysymyksistä.

*Olle J. A. Taiminen*

H. Niininen/IV 11.4.1983

## YMPÄRISTÖTUTKIMUKSET PERUSVOIMALAITOSSELVITYKSESSÄ

### Tutkimusten puitteet

- Tehty aikavälillä kevät -82...kevät -83.
- Kokonaispanos noin 1,5 Mmk, josta noin puolet on suuntautunut suomalaisissa tutkimuslaitoksissa/korkeakouluissa tehtyihin tilaustutkimuksiin.
- Tutkimustulokset on raportoitu raporttisarjassa IVO-YMPÄRISTÖTUTKIMUKSET (ks. liite).
- Lisäksi hyödynnetty paljon ulkomaisia tutkimuksia, esimerkiksi Ruotsin Kol-Hälsa-Miljö- (KHM-) projektiin on ollut suora yhteys.

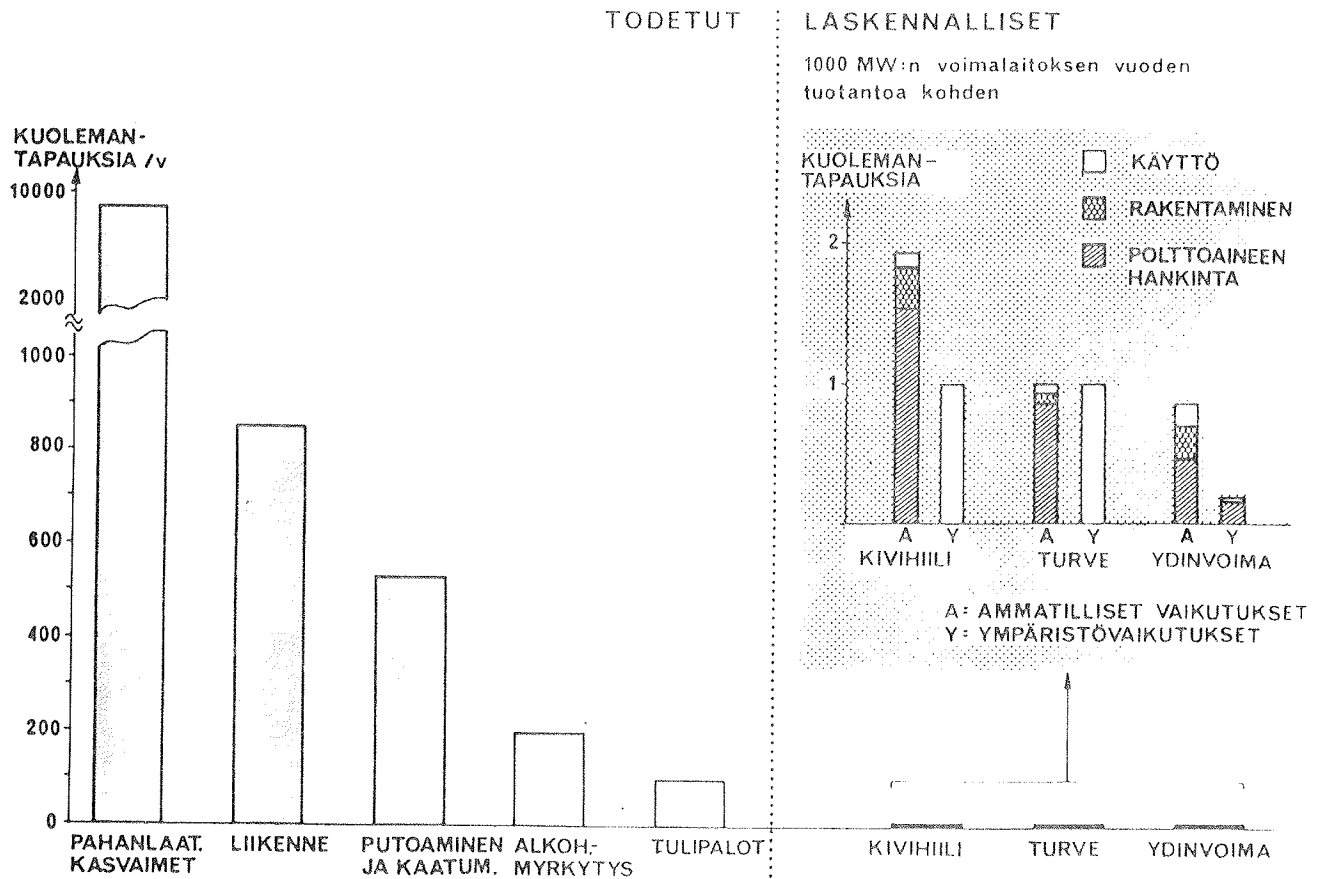
### Tutkimuskohteet

- "Tavanomaisten" ympäristövaikutusselvitysten lisäksi paneuduttu suhteellisen paljon ympäristöllisen hyväksyttävyyden arvioinnin problematiikkaan. Ts. pyritty luomaan ympäristövaikutustiedoille arviointikehystä.
- Hyväksyttävyyden arviointia tehty sekä teknis-taloudellisista että sosiologisesta (sosiaalipsykologisista lähtökohdista).
- Vaikutustutkimuksia tehty kivihiilen, turpeen ja ydinvoiman koko polttoainekierroista pääjaotuksen ollessa
  - \* terveydelliset vaikutukset
  - \* paikalliset vaikutukset (mm. jäähdytysvesi-, maise-, jne- kysymykset)
  - \* laaja-alaiset vaikutukset (happamoituminen, ilmasto-vaikutukset, luonnonvarakysymys)

### Terveydelliset vaikutukset

- Terveydellisiä vaikutuksia arvioitu ympäristön osalta matemaattisilla malleilla ja ammattiympäristön

osalta statistiikkaan nojautuen. Pelkistettyjä tuloksia (ilman lähempiä perusteluja) oheisessa kuvassa, johon on otettu mukaan myös eräitä kehystietoja yhteiskunnan muista terveysvaikutuksista.



Kuva. Energiavaihtoehtojen laskennalliset terveysvaikutukset asetettuna eräiden yhteiskunnan (Suomi) muiden terveysvaikutusten "kehykseen"

- Johtopäätös: Energiasektori ei ole järin merkittävä tekijä yhteiskunnan terveysvaikutusten kannalta. Melko laaja keskustelu asiasta onkin ehkä ymmärrettävä pikemminkin seurauksena energia-alan avomieliisestä terveysvaikutusten julkistamistavasta.

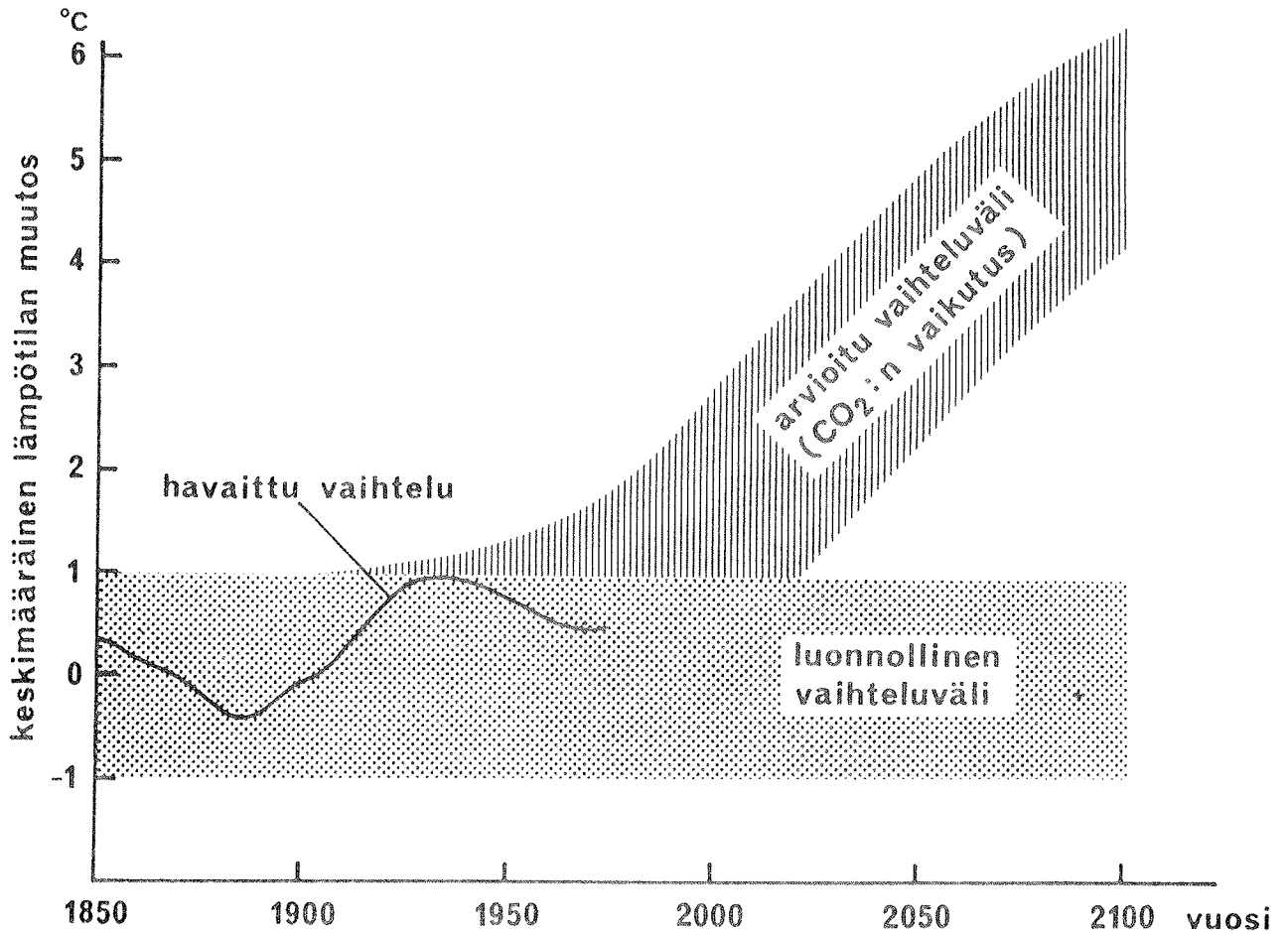
#### Paikalliset vaikutukset (lähivaikutukset)

- Tämänäntyypiset vaikutukset voidaan kokemusten mukaan yleensä pitää varsin hyväksyttävällä tasolla oikean etukäteissuunnittelun avulla. Eräs pulmallisimpia asioita lienee turpeennoston vesistövaikutukset, mikäli turvetuotanto laajenee kovasti.

#### Laaja-alaiset vaikutukset

- Tämänhetkinen kuumin ympäristökysymys on happamoituminen. Rikkipäästöjen kaukokulkeutumisen vaikutukset ovat näkyvissä Etelä-Ruotsissa ja -Norjassa varsin selvästi, meillä on saatu ensimmäisiä hajanaisia merkkejä happamoitumiskehityksestä.
- Happamoitumisen vaikutuksia (kasvutappiot, korroosio, raskasmetallien liikkeellelähdestä johtuvat terveysvaikutukset, ...) ei pystytä kvantifioimaan muuten kuin että kysymys on ainakin potentiaalisesti suuren mittaluokan ympäristövaikutuksista.
- Rikkipäästöjen rajoittaminen on konkretisoitumassa kansainvälisellä tasolla noin vuosikymmenen prosessin (muk.luk. ETYK-käsittely, ECE:n puitteissa tehty sopimus jne.) jälkeen. Suomi on yhdessä muiden pohjoismaiden kanssa esittämässä kantanaan kansainväliseksi rikkipäästöjen rajoittamiseksi 30 %:n reduktiota aikavälillä 1983...1993 (referenssitaso vuosi -80). Ko. kannanotto on esitetty uudessa energia-poliittisessa ohjelmassa.
- Ottaen huomioon yllä olevat kehitysnäkymät, on IVOn selvityksissä päädytty kivihiilen kohdalla kahteen perusvaihtoehtoon: laitokseen sekä rikinpoistolla varustettuna että ilman rikinpoistoa. Näiden vaihtoehtojen kustannusero on luokkaa 2 p/kWh.
- Muita laaja-alaisia ympäristökysymyksiä ovat fossiilisten polttoaineiden käytön ilmastovaikutukset sekä luonnonvarojen käyttö. Etenkin ilmastovaikutusten kohdalla on pitemmällä aikavälillä piirrettävä fossiilisten polttoaineiden yhteyteen suuri kysymys-

merkki. Eräiden mallien mukaan saattaisi maapallon lämpötila horjua dramaattisesti jo muutamien vuosikymmenien kuluessa (kuva).

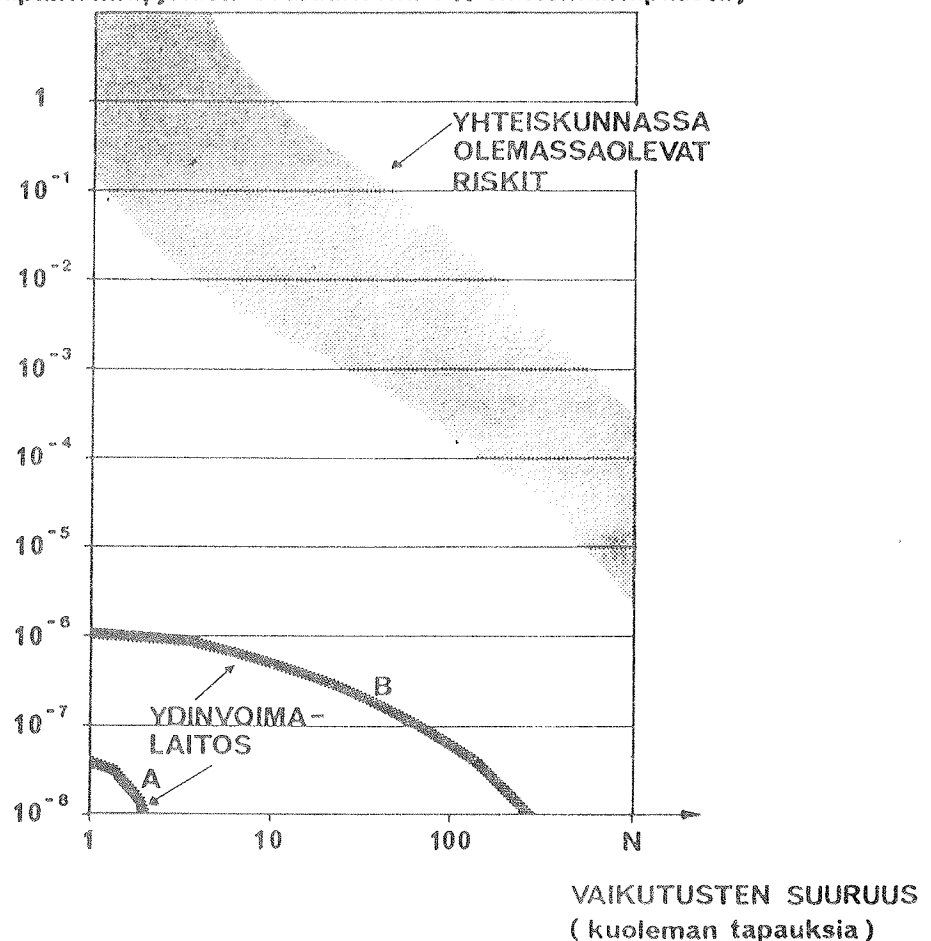


Kuva. Maapallon pintalämpötilan muutos ilmakehän CO<sub>2</sub>:n pitoisuuksien kasvun seurauksena, kun fossiilisten polttoaineiden kulutuksen kasvu on 2 % vuodessa

## Ydinvoiman ympäristökysymykset

- Kuulijakunnan hallitseman tietomäärän huomioon ottaen en katso tarkoituksenmukaiseksi lähteä pitemmältä valottamaan ydinvoiman erityiskysymyksiä. To-dettakoon kuitenkin, etteivät rationaalisesti tarkastellen esim. jäte- ja onnettomuuskysymykset ole mitään suuren luokan ympäristökysymyksiä. Ydinvoiman ympärillä tapahtuviin ilmiöihin onkin haettava selityksiä yhteiskuntatieteiden puolelta. (Niistä enemmän ATS:n seuraavassa kokouksessa.)
- Äärimmäisten ydinvoimalaitosonnettomuuksien ympäristövaikutusten arvioiden kohdalla on meneillään mielenkiintoinen "kehitys" (ks. kuva).

## TAPAHTUMATAAJUUS / VUOSI

(tapahtumia, joiden seurauksena  $\geq N$  kuolemantapausta)

Kuva. 1000 MW ydinvoimalaitoksen pahimman mahdollisen onnettomuustilanteen akuutit ympäristövaikutukset, "klassillisten" arvioiden mukaan (B) ja uudempien realistisempien arvioiden mukaan (A) yhteiskunnan riskikuvaan sijoitettuna

## IVOn YMPÄRISTÖTUTKIMUKSET PERUSVOIMALAITOSSELVITYKSESSÄ

- 1 Wallin H., Hyväksyttävyyden analysoinnista. Imatran Voima Oy, Helsinki 1983. IVO-YMPÄRISTÖTUTKIMUKSET-raporttisarja (IVO-YMP).
- 2 Raunemaa T., Kulmala M., Pihkala K-M., Uusien ja uusiutuvien energialähteiden riskivertailu. Helsingin yliopisto, Fysiikan laitos, Helsinki 1982. IVO-YMP.
- 3 Salo M., Energiavaihtoehtoihin liittyvät asenteet ja uskomukset. Helsinki 1982. IVO-YMP.
- 4 Aaltonen M., Sähköntuotannon ammatilliset terveysvaikutukset. Tampereen teknillinen korkeakoulu, työsuojelutekniikan laitos, Tampere 1982. IVO-YMP.
- 5 Kivihiili-, turve- ja ydinvoimalaitoksen terveydelliset vaikutukset ympäristössä. Imatran Voima Oy, Helsinki 1983. IVO-YMP.
- 6 Ala-Outinen R., Ydinvoimalaitosten normaalikäytön päästötilasto. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Ydinvoimatekniikan laboratorio, Otaniemi 1982. IVO-YMP.
- 7 Savolainen I., Todennäköisyyspohjainen vakavien reaktiorionnettomuuksien analysointi. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Ydinvoimatekniikan laboratorio, Otaniemi 1982. IVO-YMP.
- 8 Kaunisto T., Hakkarainen T., Tunturi P.J., Savukaasujen kaasujvaikutukset materiaaleihin. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Metallurgian laboratorio, Otaniemi 1982. IVO-YMP.
- 9 Mäkinen A., Kivihiilivoimalaitoksen lentotuhkapäästön raskasmetallien leviäminen ja vaikutusten arviointi sammalanalyysien avulla. Helsingin yliopisto, Kasvitieteen laitos. Helsinki 1982. IVO-YMP.
- 10 Ilman epäpuhtauksien vaikutuksesta metsän kasvuun. Metsätutkimuslaitos, Oulun yliopisto, 1982. IVO-YMP.
- 11 Takatalo S., Kirjallisuusselvitys maaperän ja vesistöjen happamoitumisesta. Oy Vesi-Hydro Ab, 1982. IVO-YMP.
- 12 Salmela R., Lämpövoimalaitoksen jäähdytysvesien vaikutus kalastoon ja kalastukseen. Imatran Voima Oy, Helsinki 1983. IVO-YMP.
- 13 Kostiainen T., Turvetuotannon vesistövaikutukset. Imatran Voima Oy, Helsinki 1982. IVO-YMP.



Lauri Mäkelä ja Esko Salosaari,  
 Imatran Voima Oy  
 Tiivistelmä esitelmästä ATS:ssä 17.3.1983

ERI PERUSVOIMALAITOSYKSIKÖIDEN SOVELTUMINEN  
SUOMEN SÄHKÖJÄRJESTELMÄÄN

Tulevaa perusvoimalaitosvalintaa varten on usealla taholla tehty ja paraikaa tekeillä laajoja selvityksiä. Muun muassa Imatran Voimassa on selvityksen alaisena eri laitosten soveltuvuus maamme sähköhuollossa. Tutkittuja laitostyyppiä ovat 1000 MW ydinvoimalaitos, 500 MW hiilivoimalaitos ja 250 MW turvelauhdutusvoimalaitos. 1000 MW pienemmästä ydinvoimalaitoksesta meillä on jo ennestään kokemuksia. Tarkastelemme seuraavassa aluksi perusvoimalaitosten tarvetta ja ajoittumista maamme sähköhuollossa sähköön kysyntänäkymien pohjalta ja sitten lähemmin laitosten teknistä soveltumista voimajärjestelmään erikoisesti 1000 MW laitosesikön osalta.

PERUSVOIMALAITOSTEN TARVE JA SIJOITTUMINEN  
 SÄHKÖHUOLLOSSA

Sähköön kysyntäkehitys

Sähköön käytön kasvu perinteisillä kulutussektoreilla asumisessa, palveluissa ja teollisuudessa on kyllästynyt ja hidasta tulevaisuudessa riippumatta sähköön hintatasosta ja taloudellisesta kehityksestä. Massa- ja paperiteollisuudessa, PK-teollisuudessa ja rakennusten lämmityksessä sähköön kysyntäkehitys on riippuvainen kuluttajien ratkaisuksista ja sähköön hinnasta.

Massa- ja paperiteollisuudessa sähkön käytön kehitys riippuu voimakkaasti tuotantoratkaisuista. Nykyisistä edullisemmalla sähkön hinnalla tuotantoratkaisut painottuvat mekaanisen massan valmistukseen, jossa puun saanto massaksi on noin 95 % ja ulkoinen sähkön tarve 2000...2500 kWh tuotettua massatonna kohti. Nykyistä korkeampi sähkön hinta ohjaisi kehitystä energian käytöltään omavaraiseen selluvaltaiseen massan valmistukseen, jossa saanto kuitenkin jää noin 50 %:ksi. Sähkön avulla on siten mahdollista jalostaa maamme niukat puuvarat pitemmälle ja luoda edellytyksiä taloudelliselle kehitykselle.

PK-teollisuudessa, johon luetaan kuuluvaksi mm. elintarvike-, tekstiili-, mekaaninen metsä- ja puu-, kivi- ja savi- sekä metallituoteteollisuusalat, voidaan hinnaltaan edullisen sähkön avulla parantaa tuottavuutta ja tehostaa raaka-aineiden käyttöä sekä alentaa teollisuushallien lämmityskustannuksia.

Rakennusten lämmityksessä sähkö on selvimmin kilpailutilanteessa muiden energiamuotojen kanssa. Sähkö ja siihen yhdistettynä energiaa säästävät ratkaisut kuten säätö, lämpöpumput sekä rinnakkainen käyttö polttoaineiden kanssa tarjoaa joustavan ja käyttömukavan keinon lämmityskustannusten alentamiseksi. Sähkön ja polttoaineiden vuorottaiskäytölle on olemassa sovellutuskohteita myös teollisuudessa. Vuorottaiskäytön avulla voidaan parantaa pääomavaltaisen sähköjärjestelmän käyttöastetta ja aikaa myöten myös alentaa sen avulla sähkön yleistä hintatasoa.

## Sähkön hintakehitys

Sähkön tukkuhinta on maassamme tällä hetkellä reaalisesti samalla tasolla kuin 15 vuotta sitten. Vastaavana aikana polttoaineiden reaali-hinnat ovat nousseet voimakkaasti. Sähkön tuotanto perustuu pääosin edullisiin tuotantomuotoihin: vesivoimaan, vastapainevoimaan ja ydinvoimaan. 1970-luvulla tehdyt ydinvoimalaitosratkaisut ovat johtaneet sähkön hinnan alentumiseen.

Sähkön hintatasoa tulisi voida edelleen laskea maassamme, sillä sähkön hinta tärkeimmissä kilpailijamaissamme Ruotsissa, Pohjois-Amerikassa ja useissa Keski-Euroopan maissa on tuntuvasti meitä alhaisempi. Sähkön kulutuksen kasvun hidastuessa noin puoleen aikaisemmasta, uusien laitosten rakentaminen ja rahoitus ei rasita sähkön hintaa siinä määrin kuin ennen. Myös maamme voimansiirtojärjestelmä vaatii vain vähäisiä täydennyksiä. Merkittävimmin sähkön tulevaan hintaan vaikuttaakin polttoainehintojen ohella tulevat perusvoimantuotantoratkaisut.

Sähköntuottajien yhteistyövaltuuskunnassa (STYV) käytettyjen hintojen mukaan ydinvoima on tuntuvasti hiili- ja turvevoimaa edullisempaa. Vuoden 1983 alun hintatasoon korjattujen, yleistä tasoa edustavien kustannustietojen mukaan sähkön tuotantokustannus on 6000 h/a käyttäjällä ja 5 % reaalikorolla, 25 vuoden taloudellisella pitoajalla turvelauhutusvoimalla (250 MW) noin 22 p/kWh, hiilivoimalla (2 x 500 MW) rikinpoistolaittein 19 p/kWh ja ydinvoimala (1000 MW) 14 p/kWh.

Käytännössä ydinvoiman käyttöaika muodostuu käytettävyyden sallimaksi alhaisten polttoainekustannusten vuoksi ja sähkön tuotantokustannus on siten esitettyä alhaisempi. Pienemmistä yksiköistä koostuvan ydinvoiman tuotantokustannus on jonkin verran 1000 MW yksikköä korkeampi.

Polttoaineen osuus hiilivoiman kustannuksesta on kaksi kolmasosaa, joten hiilivoiman kustannus on koko suunnittelujaksolla (35 vuotta) hyvin herkkä odotettavissa olevalle polttoainehintojen nousulle. Ydinvoimalla polttoaineen osuus on neljännes, uraanin osuus alle 10 % kokonaiskustannuksista. Sitä vastoin ydinvoima on hiilivoimaa herkempi pääomakustannusten nousulle, sillä pääomakustannusten osuus ydinvoiman kustannuksista on noin 55 %. Pääomakustannukset ovat kuitenkin helpommin omin toimenpitein hallittavissa ja rajoittuvat seuraavan 10 vuoden ajalle.

On arvioitu, että ydinvoiman avulla voitaisiin sähkön hintatasoa edelleen alentaa ja siten luoda edellytyksiä asumus- ja lämmityskustannusten alentumiselle ja taloudelliselle kehitykselle.

#### Perusvoimalaitosten ajoittuminen

Seuraavan ydinvoimalaitoksen käyttöönotto tulee taloudelliseksi kun maamme sähkön kulutus nousee alueelle 56-60 TWh/a, mikä STYV:n laatimien ennusteiden mukaan tapahtuisi 90-luvun alussa.

Ydinvoiman toteuttaminen edellyttää yhteensovittamista metsäteollisuuden laajennushankkeiden kanssa. Suomen teollisuus ja Imatran Voima ovatkin sopineet yhteistyöstä ydinvoiman rakentamisessa.

Ydinvoimalaitoksen pitkästä lupakäsittely- ja rakentamisajasta johtuen se saadaankaupalliseen käyttöön aikaisintaan 1991-92 eli arvioituna määrällisen lisäystarpeen ajankohtana.

Hiili- ja turvelauhdutusvoiman lisäämisessä ei ole kiirettä lyhyemmästä rakentamisajasta (noin 5 vuotta) johtuen ja varsinkaan kun ei ole varmuutta sähkön kysyntäkehityksestä niiden korkeilla sähkön hinnoilla. Taloudellisen tarkastelun mukaan näyttää hiilivoiman tapauksessa edullisemmalta lisätä aluksi huippuvoimaa ja vasta noin 2 vuotta määrällistä tarvetta myöhemmin hiilivoimalaitoskapasiteettia.

1000 MW ydinvoimalaitoskapasiteetin käyttöönotosta tai arvioitua hitaammasta kulutuskasvusta aiheutuvan väljän kapasiteetin kustannukset jäävät vähäisiksi, sillä ydinvoima korvaa aina kalliimpaa ja vanhempaa tuotantokapasiteettia. Se sijaan sähkönvajauksesta aiheutuvat kustannukset ovat sekä kuluttajille että tuottajille korkeat. 1000 MW pienemmän ydinvoimalaitoksen aiheuttamat edut kulutukseen sovittamisessa ja varavoima- ym. tarpeessa jonkin verran kaventavat kustannuseroa voimalaitostyyppien välillä.

## LAITOSYKSIKÖIDEN TEKNILLINEN SOVELTUVUUS, KYTKEYTYMINEN KANTAVERKKOON JA SÄÄDÖN HOITO

### Laitospaikat ja kytkeytyminen kantaverkkoon

Ydinvoimayksiköiden vaihtoehtoisina sijoituspaikkoina ovat Loviisa ja Olkiluoto. 400 kV verkkoa on täydennettävä kummassakin vaihtoehdossa.

Kivihiiliyksiköt on niin ikään oletettu sijoituviksi nykyisille laitospaikoille etelä- ja länsirannikolle.

Turvevoimalaitospaikat riippuvat ratkaisevasti polttoaineen hankinnasta. Riittäviä turvevaroja 2-3 laitokselle löytyy Pohjois-Pohjanmaalta. Yksiköt on kytkettävissä 400 tai 220 kV verkkoon.

### Nordel-järjestelmä ja hetkellinen häiriöreservi

Yhteys Nordel-verkkoon on edellytys suurten yksiköiden kytkemiselle Suomen järjestelmään (kuva 1).

Olkiluodon 660 MW yksiköiden kytkeminen verkkoon ei olisi ollut mahdollista ilman Nordel-yhteyttä. 400 kV verkkoa jouduttiin tällöin vahvistamaan yhteydellä Pohjois-Suomeen ja Ruotsiin.

Laitoksen lauetessa verkosta saadaan teho hetkellisesti verkkoon jäävistä koneista. Tämä merkitsee Suomen verkossa sitä, että suurin osa tehosta saadaan muusta Nordel-verkosta Ruotsin yhteyden kautta.

Eri yksiköitä verrattaessa on ratkaisevaa, mikä on siirtokykyero Ruotsista, kun varaudutaan yksikön laukeamiseen. Alle 660 MW yksiköt eivät aiheuta siirtokykyyn muutosta. 1000 MW yksikkö-koko pienentää siirtokykyä. Se voidaan palauttaa samaksi lisäkompensoinnin avulla.

#### Varavoiman tarve

Järjestelmämme on tehomitoitettu. Tästä johtuen tuotantokapasiteetin lisästarve määräytyy voimalaitostehon hetkellisestä riittävydestä talven huippukuormitustilanteessa. Perustana on toimitusvajausriski  $5 \times 10^{-4}$ . Se vastaa STYV:in selvityksen mukaan kokonaistaloudellista optimia. 1000 MW yksikkökoolla muodostuu varatehon tarve 100-200 MW suuremmaksi kuin 500 MW yksiköillä eli 1-2 % koko sähköntuotantokapasiteetista.

Laitosyksiköt suunnitellaan ja rakennetaan siten, että ne täyttävät STYV:n asettamat yhteyskäyttöteknilliset vaatimukset. Tämä on perusedellytys järjestelmäämme liitettävillä yksiköillä.

Ydinvoimalaitosten alhaisista muuttuvista kustannuksista johtuen niillä pyritään ajamaan aina täyttä tehoa ja käyttöä viikko- ja vuorokausisäätöön pyritään välttämään. Sen sijaan kivihiili- ja turvelaitoksia voidaan käyttää säännöllisesti säätöön.

Taajuuden säätöön ei normaalitilanteissa käytetä mitään näistä vaihtoehtoisista laitostyypeistä. Ne tulee kuitenkin voida kytkeä tarvittaessa normaali- tai häiriötilan taajuuden säätöön.

Vaihtoehtojen välillä ei ole taajuuden säätöominaisuuksissa sellaisia eroja, jotka olisivat merkittäviä soveltuvuusvertailussa.

### Säädön tarve ja hoito

Arvio säädöntarpeesta kymmenen vuoden tähtäyksellä on pakostakin jonkinverran epätarkka. Varaavan sähkön käytön lisääntyminen vähentää tulevaisuudessa vuorokausivaihtelua. Kulutuksen ohjauksen ja sähkön sekä polttoaineiden vuorottaiskäytön avulla voidaan vaihteluja edelleen tasata. Näitä mahdollisuuksia kehitetään paraikaa.

Suurimmat vuorokausivaihtelut 1990-luvun alussa ovat syksyn tilanteissa. Talven huippuviikoilla vaihtelut ovat hieman pienempiä varaavien lämmitysmuotojen vaikutuksesta.

Vuorokausi- ja viikkovaihteluista voidaan hoitaa suuri osa vesi- ja vastapainevoiman sekä tuonnin avulla. Erillisellä lämpövoimalla, tiilapläiskuormilla ja kulutuksen ohjauksella hoidetaan loput.



Säädön hoito riippuu voimalaitosratkaisuista. Hiilivoimalla säätötarve voidaan hoitaa pienin lisäkustannuksin hiilivoimaa säätämällä.

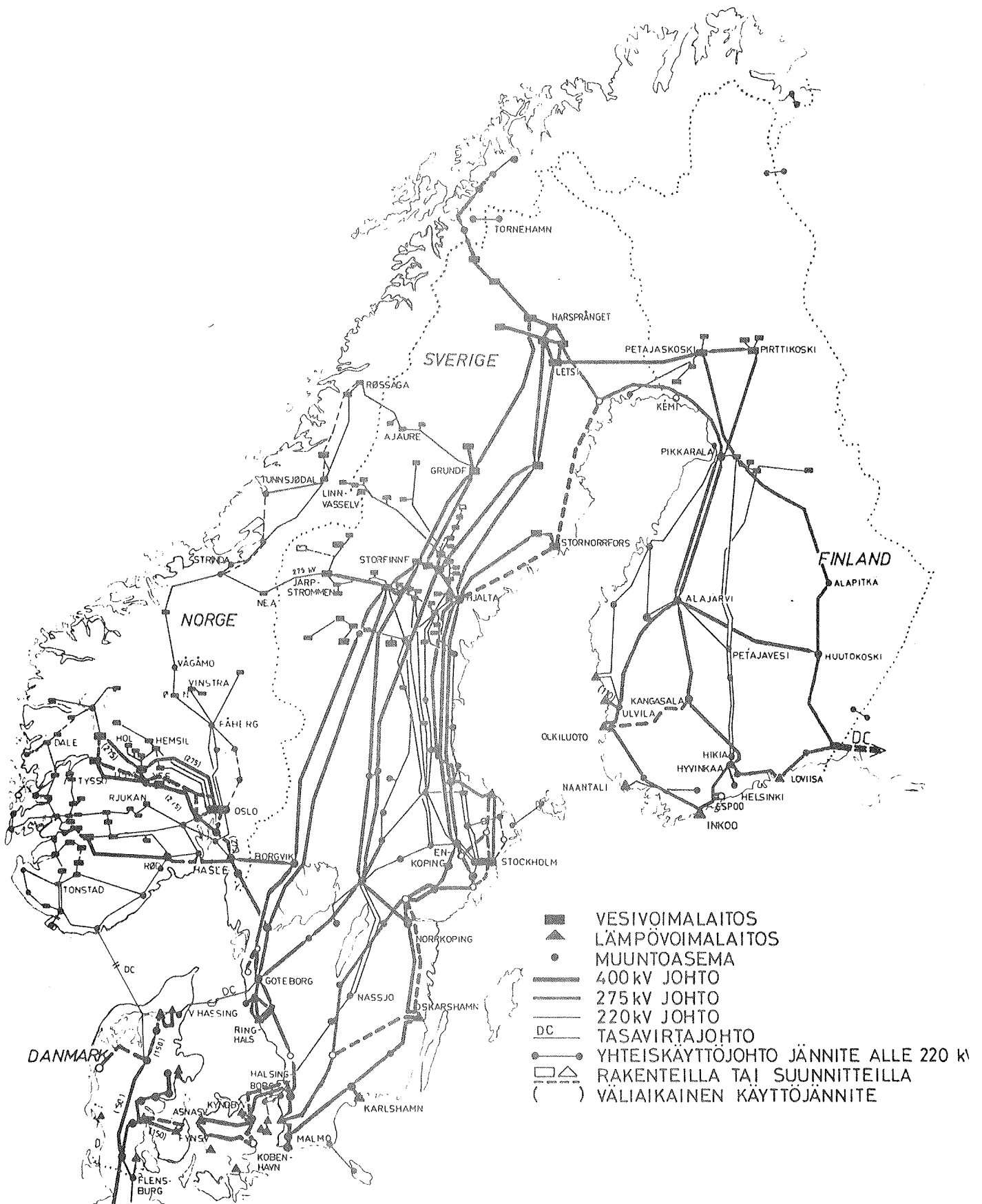
Ydinvoimavaihtoehdossa säädön tarve voidaan hoitaa hiilivoimaa säätämällä. Alhaisen kuormituksen aikoina voidaan ydinvoimalaitosten tehoa joutua rajoittamaan. Säädettävillä tilapäis-kuormilla voidaan kuitenkin laitokset pitää täydellä teholla ja vuorokausi- ja viikkosäätötarve hoitaa ja kattaa kustannukset siten, että säätö ei ole oleellinen tekijä taloudellisuusvertailuissa.

## YHTEENVETO

Ydinvoima tulee tuntuvasti hiili- ja turvelaudutusvoimaa edullisemmaksi. Nämä eivät olekaan Suomen sähköhuollossa toistensa vaihtoehtoina, vaan vaihtoehtoja ovat ydinvoiman käyttöön perustuva pitemmälle sähköistetty energiahuolto ja suoralle, paikalliselle polttoaineiden käytölle perustuva vähemmän sähköistetty energiahuolto. Ydinvoiman rakentaminen johtaa alhaisempaan sähkön ja energian hintatasoon, vientiteollisuuden kilpailukyvyn paranemiseen, raaka-aineiden korkeampaan jalostusasteeseen ja kansantaloudellisesti parempaan kehitykseen. Seuraavan ydinvoimalaitoksen taloudellinen käyttööottoajankohta sijoittuu 90-luvun alkuun, jolloin sen avulla voidaan alentaa sähkönhuollon kustannuksia ja siten sähkön hintaa. Ydinvoimalla on myös selvät ympäristöedut fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna.

Tarkasteltavana olevat kaikki laitosvaihtoehdot ja yksikkökoot ovat liitettävissä järjestelmäämme. Myös 1000 MW yksikkökoko on kytkettävissä järjestelmässämme. Se aiheuttaa kuitenkin eräitä lisäkustannuksia, jotka otetaan huomioon kustannusvertailuissa. Yhteys Nordel-verkkoon on tärkeä edellytys suurten yksiköiden kytke- miselle.

KUVA 1



# THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON EMERGING NUCLEAR ENERGY SYSTEMS

Helsinki, Finland  
June 6—9, 1983

Organizers:  
Helsinki University of Technology  
Technical Research Centre of Finland

## SCOPE:

First and Second International Conferences on Emerging Nuclear Energy Systems (ICENES) devoted to the dissemination of scientific information in the field of novel nuclear energy concepts were held in 1978 in Graz (Austria) and in 1980 in Lausanne (Switzerland). The intent of ICENES3 is to provide a forum for both invited and contributed papers on the latest developments in the analysis and feasibility assessment on such topics, as:

hybrid and symbiotic fusion-fission reactors, advanced fuel cycles for fission and fusion, inertial confinement fusion, impact fusion, dense plasma devices, accelerator breeding, transmutation, muon catalyzed fusion, merit evaluation of emerging nuclear systems, novel fission reactor systems and strategies, neutronics and blanket design, and related questions.

In the contributed papers emphasis is laid upon concepts beyond current fission and fusion systems; invited papers will provide a broader perspective in the overall problematic.

## CONFERENCE VENUE:

The four day conference will be held at the Helsinki University of Technology located ca. 10 km from downtown Helsinki. The program is divided into eight consecutive sessions including a summary with a panel discussion. The technical sessions will contain 2—3 invited talks each. The number of contributed papers is planned to be about 40. All papers are presented orally. The conference language is English.

## INVITED REVIEW PAPERS

- N. Amherd (USA), Utility views of fusion energy systems
- L. P. Feoktistov (USSR), Assessment of the laser based hybrid thermonuclear reactors
- V. Gribkov (USSR), Recent progress in dense plasma focus research
- A. Harms (Canada), Nuclear energy synergetics
- M. Heindler (Austria), Merit evaluation and feasibility criteria of emerging nuclear energy systems
- W. Häfele (FRG), Nuclear energy in the world future
- G. Kulcinski (USA), Fusion reactor design and the road to commercialization
- J.D. Lee (USA), US-DOE Fusion breeder program – blanket design and system performance
- N. Murata (Japan), Fission reactor studies in view of nuclear energy programs
- M. Monsler (USA), Status of inertial fusion and prospects for practical power plants
- V. M. Novikov (USSR), Molten salt advanced and emerging nuclear systems: flexible energy option
- L. Ponomarev (USSR), Muon catalyzed fusion
- M. Steinberg (USA), The Spallator – a new option for nuclear power
- G.L. Woodruff (USA), Fusion blanket experiments and data

## REGISTRATION:

The attached registration form should be completed and returned not later than March 31, 1983. The conference fee FIM 500 (appr. US \$ 100) will include all conference material and admission to all technical sessions. Advance registration and hotel reservation is recommended because of the high season of traveling. More detailed information on the conference and the location will be sent to registred participants. For additional information please contact the conference secretariat.

## OTHER ACTIVITIES:

The non-technical part of the conference will include social events and excursions. Information on possibilities for private tours in Finland before or after the conference will be sent upon request.

## IMPORTANT DATES:

December 31, 1982	Deadline for abstracts
February 15, 1983	Notification of acceptance
March 31, 1983	Deadline for registration and hotel reservation
May 10, 1983	Deadline for complete papers
June 6–9, 1983	Conference

## CONFERENCE ORGANIZATION

*Chairman:* Professor Jorma Routti  
Helsinki University of Technology  
Otaniemi SF-02150 Espoo 15,  
Finland  
Telephone: (90) 4512450  
Telex: 125161 htkk sf

*Secretariat:* Drs. Seppo Karttunen and Juhani Vira  
Technical Research Centre of Finland  
Nuclear Engineering Laboratory  
P.O.B. 169, SF-00181 Helsinki 18,  
Finland  
Telephone: (90) 648931  
Telex: 122972 vttin sf

### *International Program Committee:*

Dr. V. Gribkov	Lebedev Physical Inst. Moscow, USSR
Prof. A.A. Harms	McMaster University, Hamilton, Canada
Dr. M. Heindler	Technische Univ., Graz, Austria
Prof. W. Häfele	Kernforschungsanlage, Jülich, FRG
Dr. P.K. Iyengar	Bhabha Atomic Research Center, Bombay, India
Dr. H. Kuroi	Atomic Energy Research Inst., Tokyo, Japan
Dr. J.D. Lee	Lawrence Livermore Nat. Lab., Livermore, USA
Prof. J. Ligou	Ecole Polytechnique Féd., Lausanne, Switzerland
Dr. M. Steinberg	Brookhaven National Lab., Upton, USA

**SPONSORS:**  
Finnish Nuclear Society  
European Nuclear Society  
American Nuclear Society  
USSR Academy of Sciences

# THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON EMERGING NUCLEAR ENERGY SYSTEMS

Helsinki, Finland, June 6–9, 1983

## REGISTRATION FORM

Family name: \_\_\_\_\_ Initials: \_\_\_\_\_ Mr/Mrs/Ms

Company/Institution and address: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Telephone: \_\_\_\_\_ Telex: \_\_\_\_\_

Accompanying person(s) \_\_\_\_\_

Conference fee FIM 500 (appr. US \$ 100) should be paid on submission of this form or latest by March 31, 1983 to Kansallis-Osake-Pankki, Espoo–Otaniemi

account No. 130910–24939

Please indicate ICENES3-conference and name of participant when making payment.

## ACCOMMODATION

Date of arrival \_\_\_\_\_ Date of departure \_\_\_\_\_

Hotel Dipoli: (1st class hotel at conference site)

single room appr. FIM 230 per day

double room appr. FIM 300 per day

University dormitory rooms with shower (a limited number available)

single room appr. FIM 150 per day

double room appr. FIM 200 per day

Own accommodation arrangement

Please return this form at your earliest convenience, latest by March 31, 1983 to

Dr. Seppo Karttunen  
Technical Research Centre of Finland  
Nuclear Engineering Laboratory  
P.O.B. 169  
SF–00181 Helsinki 18, Finland