

ATS

Ydintekniikka n:o 1/1981

VUOSIKOKOUKSEN PÖYTÄKIRJASTA	4
JULKAISUAPURAHOJEN JAKO	4
ENS NEWSLETTER	5
RANSKALAISTEN YDINVOIMALAITOSTEN SOVELTUVUUS- TUTKIMUS	14
TVO:N SOPIMUS COMURHEXIN KANSSA	15
VOIMAYHTIÖIDEN JA VTT:N TUTKIMUSPROJEKTIT	16
YHTEISTYÖSOPIMUS VTT:N JA EPRIN VÄLILLÄ	17
VOIMAYHTIÖIDEN YDINJÄTETOIMIKUNNAN TOIMINTA VUONNA 1980	18
JULKISRAHOITTEINEN YDINJÄTETUTKIMUS VTT:SSÄ	20
OTE STL:N NELJÄNNESVUOSIRAPORTISTA 1980/IV	24
ENERGIAKATSAUS '80	33
TVO:N NEUVOTTELUT CLAB'STA	39
OECD: SITING OF NUCLEAR PLANTS	45
NUCLEAR SAFETY UPDATE	48
YDINENERGIALAKITOIMIKUNNAN LAKIEHDITUS JA UUSI PÄÄTÖKSENTEKOJÄRJESTELMÄ Yrjö Sahrakorpi	52
LAADUNVARMISTUS Jarl Forstén	62
SUOMEN SÄHKÖNTUOTANTO VUOSINA 1980 - 2000 Eero Tamminen	70
NORDISKT SYMPOSIUM ON KÄRNAVFALL (ilmoitus)	83

SUOMEN ATOMITEKNILLISEN SEURAN TOIMIHENKILÖT v. 1981

Tehtävä ja nimi	Osoite ja puhelin	
	Työ	Koti
Seuran puheenjohtaja DI Paavo Holmström	Rauma-Repola Oy Porin tehtaat PL 96 28101 PORI 10 puh. 939-37211	Hallituskatu 6 B 34 28100 PORI 10 puh. 939-15419 16500 HERRALA puh. 918-840622
Varapuheenjohtaja DI Heikki Raumolin	Teollisuuden Voima Oy Kutojantie 8 02630 ESPOO 63 puh. 523522	Ristiaallokonkatu 4 E 02320 ESPOO 32 puh. 8017587
Rahastonhoitaja Tkt Aito Ojala	Ins.tsto Aito Ojala Runeberginkatu 60 B 44 00260 HELSINKI 26 puh. 448311	Relanderinaukio 2 F 48 00570 HELSINKI 57 puh. 688921
Sihteeri DI Pekka Louko	Imatran Voima Oy Eerikinkatu 27 00180 HELSINKI 18 puh. 6160474	Kiiskenevä 1 A 7 02170 ESPOO 17 puh. 424931
Johtokunnan jäsen, erikoistoimittaja Tkt Lasse Mattila	VTT/Ydinvoimatekn. laboratorio Lönrotinkatu 37 00100 HELSINKI 18 puh. 648931	Punavuorenkatu 5 A 23 00210 HELSINKI 12 puh. 663252
Johtokunnan jäsen Tkt Aapo Ranta-Maunus	Säteilyturvallisuus- laitos/Reaktoriturv.os. Kalevankatu 44 00180 HELSINKI 18 puh. 6167245	Kuutamokatu 6 E 02210 ESPOO 21 puh. 8030750
Johtokunnan jäsen DI Harry Viheriävaara	Imatran Voima Oy Fredrikinkatu 47 3. krs 00100 HELSINKI 10 puh. 6090413	Henkkilucdonkuja 4 A 6 02160 ESPOO 16 puh. 427531

Kva-sihteeri Tkt Olli Tiainen	Helsingin kaupungin energialaitos PL 469 00101 HELSINKI 10 puh. 6172470	Kaskenkaatantien 1 N 02100 ESPOO 10 puh. 452334
Yleissihteeri FK Anna Liisa Savolainen	Ilmatieteen laitos PL 503 00101 HELSINKI 10 puh. 171922/247	Sarvastonkaari 1 O 58 00840 HELSINKI 84 puh. 6985325
Päätöimittaja Tkt Heikki Reijonen	VTT/Sähkö- ja atomitek- niikan tutkimusosasto Vuorimiehentie 5 02150 ESPOO 15 puh. 4564148, 4566343	Kevättie 1 C 02200 ESPOO 20 puh. 8037359
Toimittaja FM Launo Tuura	Helsingin kaupungin energialaitos PL 469 00101 HELSINKI 10 puh. 6172471	Porthaninkatu 9 B 41 00530 HELSINKI 53 puh. 8724302
ATS Info puh.joht. Tkt Pekka Hiismäki	VTT/Reaktorilaboratorio Otakaari 3 A 02150 ESPOO 15 puh. 4566362	Yliskartanontie 18 A 02360 ESPOO 36 puh. 8016469

16.4.1981

SUURVOIMASELVITYS

Voimassa olevan energiapoliittisen ohjelman mukaan seuraavia suurvoimalaratkaisuja koskevat päätökset voidaan siirtää ainakin vuoteen 1982. Pääsynä ratkaisun kiireettömyyteen ovat tuoreimpiin selvityksiin perustuvat sähköenergian kysynnän kehitysnäkymät.

Tulevaa päätöksentekoa varten kauppa- ja teollisuusministeriön energiaosastolla on käynnistetty laaja selvitystyö, jossa tutkitaan rinnan kivihiileen, turpeeseen ja ydinvoimaan perustuvan sähköntuotannon kannattavuutta, teknisiä ratkaisuja sekä muita päätöksentekoon vaikuttavia näkökohtia.

Vuonna 1980 valmistuivat EKONO Oy:n tekemät selvitykset lämpövoimaloiden kustannuksista sekä polttoturpeen kilpailukyvästä lauhdutusvoiman tuotannossa. Myös näihin selvityksiin perustuva jatkotyö on meneillään. Eräänä päätöksenteon valmisteluun liittyvänä työnä kauppa- ja teollisuusministeriö teetti Valtion teknillisessä tutkimuskeskuksessa selvityksen Suomen sähköntuotannosta vuoteen 2000. Tässä selvityksessä tarkasteltiin sähköntuotannon optimaalista rakentamista, voimantuotannon ympäristövaikutuksia sekä voimalainvestointien vaikutuksia. Tätä vastikään julkistettua suurvoimaselvitystä on jo kommentoitu-kin tiedotusvälineissä. On syytä kuitenkin painottaa, ettei kauppa- ja teollisuusministeriö ole vielä ottanut kantaa selvitysten tuloksiin eikä tehnyt johtopäätöksiä niiden perusteella.

Nyt on jo selvää, että lisäselvityksiä tarvitaan. Lisäselvitykset eivät kuitenkaan viivästytä uuden suurvoimalan rakentamista koskevan päätöksen tekoa, sillä päätöksenteon tarve on siirtynyt näillä näkymin vuoden 1983 puolelle. Lisäselvitysten kohteena ovat erityisesti voimalavaihtoehtojen kustannukset, jotka kaipaavat täsmennystä vastatakseen paremmin

maailmanmarkkinoilla vallitsevaa tilannetta. Kustannuskehityksen ennakointi on luonnollisesti erittäin vaikeaa. Vaikuttaa todennäköiseltä, että sähköntuotannon kokonaiskustannusten erot hiili- ja ydinvoiman välillä ovat verrattain pienet. Tällaisessa tapauksessa on ymmärrettävää, että muutkin näkökohdat kuin pelkät sähköntuotannon kustannukset painavat merkittävästi tulevassa päätöksenteossa.

Ydinvoimaloiden rakentamisessa ei ole nähtävissä välitöntä jatkoa nykyisten laitosten valmistumisen jälkeen. Tämä aiheuttaa luonnollisesti joitakin ongelmia alalla toimiville organisaatioille sekä yksityisille henkilöille. Toisaalta jo toiminnassa olevat neljä laitosta takaavat sellaisen perusaktiiviteetin, että ydintekniikan kotimaisia suunnittelu- ja rakentamisvoimia on tarvittaessa saatavilla, kun päätökset seuraavien suurvoimaloiden rakentamisesta on tehty.

Erkki Vaara

VUOSIKOKOUKSEN PÖYTÄKIRJASTA

Seuran vuosikokous pidettiin 29.1.1981 Helsingin Yliopisto-päärakennuksessa. Kokous oli yhdistyksen toiminnassa 14. vuosikokous, joten nyt aloitettiin 15. toimintavuosi.

Kokouksen puheenjohtajaksi valittiin Juhani Kuusi. Kokous todettiin päätösvaltaiseksi ja sääntöjen mukaan kokoonkutsutuksi.

Kokouksen päätöksistä mainittakoon tilinpäätöksen hyväksyminen ja tili ja vastuuvapauden myöntäminen yhdistyksen tileistä ja hallinnosta vuoden 1980 hallitukselle.

Yhdistyksen puheenjohtajan ja johtokunnan jäsenten valinta erovuoroiseen tilalle tapahtui ilman äänestystä. Siis yksimielisesti valittiin puheenjohtajaksi edelleen Paavo Holmström sekä erovuoroisten tilalle hallitukseen Alpo Ranta-Maunus STL:stä ja Harry Viheriävaara IVO:sta.

Johtokunnasta valittiin edelleen yksimielisesti varapuheenjohtajaksi Heikki Raumolin, rahastonhoitajaksi edelleen Aito Ojala ja sihteeriksi edelleen Pekka Louko.

Yhdistyksen tilintarkastajiksi toimintavuodeksi 1981 valittiin Leena Katajapuro ja Svante Ernstén sekä heille varamieheksi Seppo Vuori.

Jäsenmaksut päätettiin pitää ennallaan.

Toimintasuunnitelman ja talousarvion käsittelyn yhteydessä hyväksyttiin ponsi siitä, että johtokunnan tulee tarkistaa koulutus-tilanne ja tarvittaessa ottaa yhteys INSKOon. Toimintasuunnitelma ja talousarvio hyväksyttiin hallituksen esittämässä muodossa.

LT

ATS:N JOHTOKUNTA JAKOI VUODEN 1980 JULKAISUAPURAHAT

Seuran johtokunta palkitsi huhtikuussa seuraavat julkaisutoiminnassa v. 1980 ansioituneet seuran jäsenet:

Örnulf Ramm-Schmidt ja Frej Wasastjerna kumpikin 400 mk sekä
Jorma Routti, Rainer Salomaa ja Seppo Vuori kukin 200 mk.

Julkaisuaktiivisuuden todettiin jonkin verran vilkastuneen erittäin heikosta edellisestä vuodesta, mutta huomattavalle parannukselle olisi edelleen tarvetta. Korkeatasoisten kirjoitusten laatimisella kotimaisiin päivälehtiin ja erityisalojen julkaisuihin voidaan tehokkaasti edistää seuran tavoitteita.

Johtokunta kehottaakin jäsenistöä ryhdistäytymään. Halukkaat kirjoittajat voivat saada tukea (esim. kanssakirjoittajia, tausta-aineistoa jne.) myös hiljan toimintansa uudelleen aloittaneelta ATS-Infolta, jonka puheenjohtajana toimii Tkt Pekka Hiismäki, VTT/Reaktorilaboratorio, puh. 90-4561.

Johtokunta toivoo näkyvää tulosta syntyneen, kun jäsenistöltä pyydetään ensi vuoden alussa näytteet kuluvan vuoden aikaansaannoksista apurahojen seuraavaa jakoa varten.



The ENS Newsletter

issues Nos 22, 23 and 24
December 1980 - April 1981

published for the ENS, by the
Institution of Nuclear Engineers

EUROPEAN NUCLEAR SOCIETY

COMMITTEE MEMBERSHIP

	Board	Steering	Finance	Planning	Programme	Publication	Information Committee
15 Jan 1981							
Chairmen	C Salvetti	C Salvetti	J Couture	G Brown	D Bünemann		B Pellaud
Links to Board	KB Beckurts	KH Beckurts	CPL Zaleski	J Lewins	KH Beckurts	C Salvetti	M Perelló
ANS: Central Europe		M Dalle Donne	R Fröhlich	WH Köhler	RI Ekholm	V Heinzl	WH Köhler
France		B Saitcevsy	P Lafore	A Ertaud	L Vautre	PA Toureau	L Taccoen
Italy		CE Rossi	G Toccafondi	A Tescari	G Schileo	G Botta	P Bullio
Austria		CM Fleck					
Belgian NS		G Tavernier	R de Cort	W Vinck	A Pesler	M Fossoul	F Dierkens
BNES (UK)		B Cartwright	PRP Bell	G Brown	JA Board	JA Board	F Chadwick
Finnish N S		O Tiiainen	A Ojala	H Raumolin	A Rastas	L Mattila	P Riisäki
Hellenic N S		C Markopoulos	N Papadopoulos	P Demotakis	C Apostolakis	E Sideris	J Kollas
I Noc 2 (UK)	J Lewins	J Lewins	MI Ahmed	J Edwards	A Dootson	K Simms	PR Smith
Italian N S	C Salvetti	G Basso	R Zona	M Cavaggioni	G Basso	P Fiorentini	A Airaghi
KIC		HW Levi	HH Hennies	T Roser	D Bünemann	WD Müller	E Münch
Netherlands		A Tiktak	GJ Duin	J Coehoorn	GA de Boer	JE Hoogenboom	JW Vassbinder
S F E N (France)	CPL-Zaleski	CPL-Zaleski	E Levy	M Gauzit	G Denielou	F Sorin	J Gaussens
Spanish N S	M Perelló	M Perelló	A Llorente	M Barandiarán	M Barandiarán	A Martin	F Albusu
Svedish N S		B Almgren	G Wieider	G Wieider	RI Ekholm	RI Ekholm	B Kumlin
Swiss N S		J Rognon	T Juillerat	JP Buclin	B Pellaud	H Winkler	B Pellaud
Yugoslavia N S		M Osredkar	Z Gabrovšek	M Matavšek	J P Jordanov	D Cvetkovic	N Urli
Co-opted					G Delcoigne (IAEA)	J Lewins (Newsletter)	G Delcoigne (IAEA) W Rudloff (ENS-ANS) BM Adkins

PRESIDENTIAL MESSAGE FOR THE NEW YEAR

Dear Fellow-Members,

the year just ending was definitely not one of the best as far as the world-wide development of nuclear energy is concerned. Nevertheless, at its end came the first signals of a trend inversion, which allows us to look at the future with reasonable optimism. In fact, in 1980 both anti-nuclear groups and some Governments have been increasing their efforts aiming at "rebotling the nuclear genie". Actions tending to an increasing strangling of the nuclear activities were taken in order to try to get back to the oligopolistic situation existing before 1954.

Such actions partially succeeded although they did not meet the main target. The cancellation of some projects of nuclear power stations already ordered by the Utilities and the delay of others; the restrictions imposed on the free international trade, even though in the respect of the IAEA safeguards; the controversial results of some referendums held in Sweden and the USA; the steady opposition to re-processing and to plutonium cycle on the part of the main uranium supplying Countries the actual moratorium existing in some European countries are just a few of the main negative events of the past year.

Among the positive ones, let's recall the following:

- the consciousness on the part of many Governments and increasingly wider sections of the public opinion that the contribution of the energy saving and the so-called alternative energy sources may undoubtedly help to find a solution to the energy crisis, but it will necessarily be small and expensive. Particularly in some countries of Europe, a solution to the crisis can only be found through nuclear energy, as it was underlined by the so-called Venice Summit of June 1980;
- the debate that took place in Geneva last summer during the Review-Conference of the Non-Proliferation-Treaty gave rise to clear statements on the part of the majority of the Countries, against the attempts to impose further restrictions on the right of developing the peaceful applications of nuclear energy according to the needs - autonomously evaluated - of each country;
- the November elections in the USA, which led to a defeat of the candidates unwilling to foster nuclear programs. The new Administration, whose settling down in Washington is scheduled for January 1981, seems to be in favour of a re-launching of nuclear energy as well as the elimination of the ties imposed by the Carter Administration on the trade of

nuclear materials and equipment.

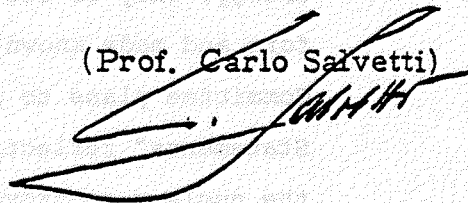
These positive elements shall not fail to affect positively the near future; hence, it is not exaggerated to say that the end of 1980 can be considered the turning point of a negative trend that has been marking the last five years.

Coming now to the ENS activity, I have to say that they have been developing and growing throughout 1980, thus achieving results that can be considered favourable under several points of view; among them I would like to mention the following:

- the new Membership to ENS on the part of the Nuclear Associations of Yugoslavia and Austria;
- the exceptional participation and qualified contribution of European Researchers and Nuclear Engineers to the Washington International Conference of last November, where they showed their technical achievements and proved the ENS capability to act as the mouthpiece of the European expectations as far as nuclear energy is concerned;
- the setting up of a new and more efficient Secretariat in Berne, Switzerland, in order to be able to satisfy more in depth the requirements of the members and to allow wider initiatives in the coming years.

The Society's forecasts for 1981 are more than satisfactory. Besides the activities we already started in view of the organization of some important Conferences, we think it is now high time to start issuing Bulletin to be sent to all the 12.000 members of the 17 National Societies associated to the ENS. This is an important and necessary step to take in order to build up a community of ideas and interests in Europe, in my opinion an important contribution to ensure a steady and long-term development of nuclear energy. It is with these feelings of reasoned optimism for the development of nuclear energy in Europe, and, along with it, the one of our Society; that I am sending to all Members and Friends of ENS my best wishes for a happy 1981.

(Prof. Carlo Salvetti)



Activities of the ENS Information Committee

The Information Committee met on September 4th in Strasbourg; the attendance was good and the discussion very lively.

The choice of the location had to do with one item on the agenda, namely the possibility of a permanent joint effort of the French Nuclear Society and ENS to provide information to members of the European Parliament whenever nuclear energy comes up for discussion. The Committee expressed support for an ENS presence in Strasbourg, at a modest level, and as a kind of antenna for the ENS national societies which could subsequently supply information to their respective Members of Parliament.

The ENS Newsletter was also discussed at length. The newsletter in its present form is distributed to the officers of ENS and its member-societies, and it keeps them abreast of ENS activities. But now, five years after the formation of ENS, it is felt that we need a newsletter or a magazine that would reach all of the more than 10,000 individual members of ENS and bring them regularly a tangible evidence of ENS' existence. The Information Committee strongly endorsed the proposal of a widely-distributed newsletter.

ENS' large membership can be a factor in the public debate on nuclear energy, only if its views are being expressed in an intelligible form and made known to the public. Therefore, the Information Committee plans to publish on a more frequent basis "ENS Policy Statements" reflecting the views of its members on key issues of the nuclear controversy. The first statement, scheduled for publication in early 1981, will deal with "The Disposal at Sea of Low-level Radioactive Wastes".

B. Pellaud
Chairman

ENS Information Committee

ans - ens "nuclear technology" 11/3/80

COMING IN 1981

EDITOR'S REPORT

The current statistics for *Nuclear Technology* are enclosed.

The development of *Nuclear Technology/Fusion* is progressing according to schedule. The first issue will be January, 1981, bound and mailed separately as week or two later than *Nuclear Technology*. There are still some policy questions to be resolved and we will have comments from H. Lawroski and Russ Ball regarding these matters of procedure and scope.

To refresh your memory of the sequence of events, at the San Francisco meeting in 1979, the idea of a new journal was proposed. Advisability and start-up problems were discussed and recommendations were made to proceed with a new journal as a part of *Nuclear Technology*. Of the several alternatives, it was decided that the new project should be discipline, rather than development level oriented. At the present, *Nuclear Science and Engineering* is research and *Nuclear Technology* is applications of all energy and nuclear disciplines. The new journal was suggested to include a single discipline such as waste management, fusion or reactor safety. Fusion was selected as the most attractive discipline for the objectives and the Controlled Nuclear Fusion Division was contacted. The Journals Committee and the Publication Committee provided the form of these deliberations. The plans were approved by the *Nuclear Technology* Governing Board in Zurich in May of 1980. Final details as worked out by *Nuclear Technology* and the Controlled Nuclear Fusion Division were discussed at the Las Vegas meeting. More recently, the editors of *Nuclear Science and Engineering* have raised objections to the scope of *Nuclear Technology/Fusion*. Starting a new publication effort is difficult and there are many risks. Reduction of the scope of *Nuclear Technology/Fusion* will add to the problems. From the beginning in San Francisco, the recognized objective was to provide the ANS-ENS members interested in fusion technology a single identifiable publication medium and I do not believe in reducing that objective now.

The metrication question is in another iteration and a report on that will be provided. Certain quantities, originally specified as SI have been returned to their original usage. A meeting of the Metrication Committee could not be arranged so I have written a report and am asking for the committee's critique and modification. Hopefully, we can get these matters resolved during the Washington meeting.

Norm Jacobson has retired as Manager of Publications and Mike Diekmann has assumed those responsibilities.

Ruth Farmakes will be retiring next March and Nancy Godlewski is to assume her responsibilities.

Roy G Post
Editor

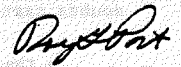
The American Nuclear Society announces the introduction of a segment of *Nuclear Technology* in which papers on all phases of applications of fundamental research to nuclear fusion technology will be published, beginning in January 1981. This supplementary journal, called *Nuclear Technology/Fusion*, is scheduled for publication in January, April, July, and October.

For some years the pages of *Nuclear Technology* have recorded the work of authors engaged in advancing fusion technology, in the United States and in other nations around the world. Technical papers in all areas of fusion development are included in the attached list of *Nuclear Technology* publications from 1975 through 1980.

The Society expects the presentation of this new series of *Nuclear Technology/Fusion* issues in *Nuclear Technology* to provide authors and subscribers with a publication identity that will contribute to the recognition of fusion energy as its potential for meeting future energy needs of mankind are realized.

In fulfilling this promise, an important role has been assumed in ANS by the Controlled Nuclear Fusion Division. In furthering the extension of international cooperation for achieving fusion development objectives, *Nuclear Technology* benefits from joint ownership and management by the European Nuclear Society with the American Nuclear Society.

Nuclear Technology/Fusion begins from a firmly established base of journal publishing history in *Nuclear Technology*.



October 1980

Roy G. Post, Editor

NATIONAL AND INTERNATIONAL NEWS

IAEA General Meeting, 22 Sep 1980

Sir John Hill, Chairman UKAEA, offered on behalf of the UK Government, (a) \$1 250 000 a year for four years to aid non-proliferation studies and (b) \$1 000 000 over four years to assist developing countries in technology transfer, subject to their acceptance of the Non-proliferation treaty. Other developed countries are expected to join the UK in these contributions.

By a close vote, the US Congress supported President Carter's wish to honour the obligation to ship 38 tons of enriched uranium to India for refuelling the Tarapur nuclear power reactors, despite original opposition on Capitol Hill over non-acceptance of the Non-proliferation Treaty.

Mr M Ziffero, formerly of CNEN, Italy, has been appointed Deputy Director General of the IAEA Department of Research and Isotopes.

The Director General, Dr Sigvard Eklund, has initiated an enquiry into the supply of trained scientists and technologists. The IAEA has turned to both the American Nuclear Society and the ENS for information and advice. Particular concern has been expressed over the loss of University posts and facilities for training nuclear and radio-chemists.

During the October IAEA Conference, "Current Nuclear Power Safety Issues", the IAEA announced arrangements to identify experts and special resources, to be made available internationally in the event of a nuclear emergency.

Post TMI-II saw a reduction of the US Nuclear Power capacity factor (61 plants) to 59.8% in 1979, from the previous year's 65%, due largely to enforced shutdowns by the NRC for post TMI safety checks.

New Head of UK AEA

Sir John Hill, who will have spent 13 years as Chairman of the UK Atomic Energy Authority, is to retire in February 1981 although remaining for the time being the part-time chairman of British Nuclear Fuels Ltd.

Sir John's successor is Dr Walter Marshall, FRs, currently Deputy Chairman and long associated with the AEA, particularly as Director of the Research Establishment at Harwell. Dr Marshall also spent a period as Chief Scientist in the Department of Energy.

NATIONAL AND INTERNATIONAL NEWS

The ENS notes with pleasure the US Enrico Fermi Award to two distinguished contributors to nuclear theory and nuclear power: Dr Alvin M Weinberg and Professor Sir Rudolph Peierls. Sir Rudolph was born in Germany in 1907 and with Professor Otto Frisch (who died last year) prepared the memorandum showing the expectation of a nuclear chain reaction in 235-uranium and suggesting how it might be separated from other isotopes. After the war, he returned to the University of Birmingham. Dr Weinberg was born in Chicago in 1915 and became Research Director of the Oak Ridge National Laboratory after the Second World War. He currently directs the Institute for Energy Analysis and is well known both for his text book, with Eugene Wigner, and for his thoughtful analysis of the problems of a plutonium era.

An early action by Dr Walter Marshall, new Chairman of the UK Atomic Energy Authority, sees the former Director of the Culham Fusion Laboratory (site also of the Joint European Torus) Dr R S (Bas) Pease, FRS, appointed as Fusion Programme Director in the UKAEA. His post as Director of Culham is taken over by Dr W M Lomer.

The European Commission has appointed a high level European Fusion Research Panel to advise on future developments in EEC funding of Fusion Research. We also note the role of our former President, Professor Karl Beckurts, on the Steering Committee for JET.

Egypt has now completed the ratification of the NON-Proliferation of Nuclear Weapons Treaty as of February 1981 having signed the original treaty in 1968. This is seen as a link with the reported agreement between Egypt and France to build two PWR nuclear power stations in the Delta outside Alexandria. The need for nuclear power in Egypt, where oil is imported and the hydro-electric capacity of the Nile is now fully utilised, has been evident for some years. Earlier proposals for US built and financed reactors did not mature but it is thought now that Egypt will be in a position with international help to fund the proposed stations.

Members in the UK have noted with pleasure that in the recent elections to the Royal Society, no less than three nuclear engineers have been recognised: Sir John Hill, former Chairman of the United Kingdom Atomic Energy Authority, Dr Ned L Franklin, Managing Director of the National Nuclear Corporation and Professor F R Farmer, well known for his contributions to the theory and practice of reactor safety and advisor to the UKAEA.

The Committee on the Safety of Nuclear Installations is a committee of the OECD Nuclear Energy Agency. A particular effort is being directed by the committee to the question of the capability for non-destructive testing of pressure vessels, essential to demonstrate the integrity of a PWR. A second round of testing of components, PISC II, has been initiated in which test plates will be circulated to some 30 testing laboratories in 14 countries though Europe, North America and Japan with subsequent confirmation by destructive testing. Such a programme is seen necessary after the doubts cast by the PISC I tests on the ability to guarantee the detection of defects approaching critical size.

In the UK, the Central Electricity Generating Board has placed contracts for the main work of the new Advanced Gas Cooled Reactor, Heyshan II. Taylor Woodrow have the contract for civil engineering works and NEI Parsons for the 2x 660 MW turbine generators.

The demonstration at Brokdorf, West Germany, at the end of February, site of a proposed nuclear station to supply the nearby city of Hamburg, was one of the largest anti-nuclear demonstrations seen in Germany. The attitude of the City which was expected to contribute to the capital costs, is seen by some as critical to the future of nuclear power in Germany if the political parties are to depart from a consensus on the question.

The murder of the Chief engineer of the Lemoniz nuclear power station by Basque separatists in Spain, 7 February, brought forth an immediate response of revulsion in the area. In view of the subsequent political developments in Spain, however, it does not seem now that the incident is crucial either to the political question or to the development of Spain's substantial nuclear power programme.

The Assessment and Perception of Risk

reprinted from British Standards Institute News

A two-day meeting to discuss the assessment and perception of risk was held recently in the learned surroundings of the Royal Society, London. One of the principal organizers of the meeting was Sir Frederick Warner, the newly-elected President of BSI. Sir Frederick is an authority on risk, having been closely associated with the Flixborough and Windscale inquiries. His firm, Cramer and Warner, was also involved in the risk assessment of the petrochemical site at Canvey Island.

The meeting, held on 12 and 13 November, drew an eminent audience from many branches of industry, government, medicine, academic life and the legal and underwriting professions.

The first session presented the psychologist's approach. Professor T R Lee (Surrey University) questioned the common assumption that so-called objective or scientific assessment provided the best estimate of risk and that public perceptions were 'irrational'. In contrast Professor Slovic of Oregon produced evidence that subjective judgements by experts and lay people alike could be surprisingly false. The session was concluded by Dr Kerry Thomas (Open University) who explained the methodology she used in an Austrian survey of comparative risk perception.

The next four speakers dealt with the quantification of biological risk. Asbestos, thalidomide and environmental smog were examples of the power of man-made chemicals to harm people. Paracetamol, DDT and penicillin, however, gave large benefits for small risk. Current risk and benefit assessment methods and their development from simple interpretation of mortality statistics through to the analysis of dose-response relationships were discussed.

Engineering and physical risks were covered in the final session. Mr F R Farmer, Safety Adviser to the UK Atomic Energy Authority, concentrated on the quantification of selected risks in industrial activities that might harm the public at large and reviewed the state-of-the-art in risk identification. Arguing that all risks are relative, Mr H Inhaber of the Canadian Atomic Energy Commission claimed that such energy forms as apparently risk-free as solar heating entail occupational risk in the production of quantities of steel, glass and aluminium. The results of some recent US studies on industrial risks, including nuclear power were reviewed by Professor D Okrent of California. In his paper titled *Risks in the built environment*, Mr M W Holdgate noted that little was known about the causes or long term effects of

accidental injury. Lack of education or information, he warned, could lead to false perceptions of risk and wasteful investment in trying to combat it. Dr A R Flint outlined the nature of risks in civil engineering, including collapse and unserviceability, what procedures existed to combat these risks in design, construction and operation, and their shortcomings.

Risk itself was wrongly defined in many studies, asserted Professor D Pierce (Aberdeen University). As an amalgam of the probability of an event and its occurrence, risks were not comparable, so risk assessment techniques, though highly fashionable, were of questionable use in decision-making. Mr P G Harvey of ICI presented an industrialist's view of risk, distinguishing between risks and hazards and concluding that acceptability should be defined jointly by society and industry. Finally Mr H J Dunster of the HSE looked at health and safety regulations, asserting that the Health and Safety at Work, etc Act 1974 exemplified the trend that risk regulation is being achieved increasingly on a quantitative basis.

Published proceedings of the meeting will be made available by the Royal Society in due course.

ENS NEWSLETTER CORRESPONDENTS

Swedish correspondent Dr Reino Ekholm. Belgian correspondent Mr L. Bindler. Italian correspondent Dr ssa Paola Fiorentini.

Finnish correspondent Dr Heikki Reijonen. UK correspondent (INuCE) Mr Alan Dootson.

NATIONAL INTERNATIONAL AND SOCIETY NEWS

The ENS Public Information Committee and the ENS Publications Committee is to meet in Brussels, immediately before the next meeting of the ENS Board, on 22 January, under the Chairmanship of M B Pellaud. Extension of the ENS Newsletter and the current progress with Nuclear Technology, will be considered. At the Board Meeting in London, it is expected that major attention will be given to the forthcoming ENS 1983 Conference, to be held in Brighton, as well as to the Newsletter. These and other matters, including a further attempt to complete the revision of ENS Statutes, will be placed before the Steering Committee of the European Nuclear Society at its next meeting, Florence, 3 May 1981

A fire broke out 5 January in a medium active waste store at the French reprocessing plant at Cap La Hague. The fire, in graphite and magnesium material from the early French reactors, was extinguished with liquid nitrogen and water; small quantities only of radioactivity were released and the plant was working normally next day

The American Nuclear Society solicit nominations for the Arthur Holly Compton award (by 2 March 1981) for outstanding contributions to education in the field of nuclear science and engineering. The award is not restricted to members of the ANS. Nominations should be made to the ANS Honors and Awards Committee, 555 North Kensington, La Grange Park, Illinois 60525 (Form of nomination available from the ANS or the Editor ENS News)

The annual Meeting of the Deutsches Atomforum eV and the Kerntechnische Gesellschaft eV will take place from 24 to 26 March 1981 in Dusseldorf. Although the major working language is German, some english contributions would be accepted. All aspects of the peaceful use of nuclear power will be discussed and an attendance of over 2000 is anticipated.

Safety of Irradiated Food. The Joint Expert Committee on the Wholesomeness of Irradiated Food (FAO, WHO and IAEA) have concluded that there is no toxicity arising in irradiation up to 1 Megarad (10 kilogray) and that consequently food treated to such levels need not be tested for toxicity, a recommendation December 1980 to the Codex Alimentarius Commission.

The Société Française d'Énergie Nucléaire announces an international colloquium on in situ testing and inspection of irradiated and unattainable components of nuclear power plants, to be held 26-27 November 1981 in Paris. Proceedings will be in French and English and summaries of contributions are sought by 15 June 1981.

The ENS has been invited to co-sponsor an international topical meeting on Irradiation Testing Technology jointly sponsored so far by the Petten establishment of the CEC and the Grenoble establishment of CERN to take place in September 1982 at Grenoble, France.

Formal agreement was provided by the Steering Committee for the entry of the new Austrian Nuclear Society, President Prof Dr C M Fleck. From 1 January 1981 therefore, CTEG becomes the seventeenth organisation member of ENS.

Dr Walter Marshall, FRS, takes over next month as Chairman of the UK Atomic Energy Authority (UKAEA). His long connection with the AEA includes a period as Director of the Atomic Energy Establishment Harwell where he developed its role for non-destructive testing and other non-nuclear applications of the expertise built up there, and later as Deputy Chairman. Dr Marshall served a period as Chief Scientist at the Department of Energy and chaired the committee reporting on the safety of pressure vessels when the UK reconsidered the possibility of introducing PWRs.

European Electricity Costs

Many industrialised countries have a current surplus of electricity generating capacity and stocks of coal, in view of the general recession and reduction in energy consumption. In the UK, more nuclear plant coming on line as the three AGRs of the first AGR order are completed will be used to decommission (mothball) smaller, older fossil fuel plant. It is noted that the current stock of coal produced above demand is some 10 000 dollars for each member of the coal mining industry. The French nuclear power programme is now beginning to show distinct cost advantages compared to the UK and West Germany, both for domestic and industrial consumers. The French are adopting an interesting policy of lowering tariffs for users close to nuclear plants and for bulk industrial consumers.

pence/kWhr	country	domestic tariff range	industrial tariff range
	UK	4.22-5.90	2.82-3.46
(source: AFG)	France	4.58-4.99	2.52
	Germany	4.52-5.59	2.89-3.47

NAMES AND ADDRESSES OF ENS MEMBER SOCIETIES

1. **American Nuclear Society:** Local sections in Europe
Central Europe: A Bayer, Kernforschungszentrum/INR, Postfach 3640, D-7500 Karlsruhe, West Germany.
France: M Rozenhoic, GAAA, 20 av Edouard Berriot, F-92350 Le Plessis Robinson, France.
Italy: Dr G.Toccafondi, c/o ENEL, Viale Regina Margherita, 137, I-00198, Roma, Italy
2. **Austrian Nuclear Society (OKTG):** Prof Dr C M Fleck, Schuttelstrasse 115, 1020 Wien, Austria.
3. **Belgian Nuclear Society:** Prof J Devooght, Rue Ravenstein 3, B-1000, Brussels, Belgium.
4. **British Nuclear Energy Society:** H Cartwright CBE, c/o Institution of Civil Engineers, 1-5 Gt George St, London SW1P 3AA.
5. **Foreningen Karteknis:** Gottfried Vieder -c/o Swedish State Power Board
6. **Hellenic Nuclear Society:** N. Papadopoulos, General Secretary, NRC 'Demokritos', Aghia Paraskevi, Attika, Athens, Greece.
7. **Institution of Nuclear Engineers:** Bruce Youngman, Secretary, Allan House, 1 Penerley Road, Catford, London SE6 2LQ, UK.
8. **Kerntechnische Gesellschaft e.V.:** Heusallee 10, D-5300, Bonn 1, FR Germany.
9. **Netherlands Nuclear Society:** Secretary ir G.J.Duin N.V.KEMA, Utrechtsweg 310, 6812 AR Arnhem
10. **Schweizerische Gesellschaft der Kernschleute:** H.Winkler, Secretary; c/o Eidg. Institut fur Reaktorforschung CH-5303 Wurenlingen
11. **Sociedad Nuclear Espanola:** D. A Llorente, c/o Estabanez Calderon, 7-91F, Madrid 20, Spain
12. **Societa Nucleare Italiana:** Ing.Dr. Francesco Frascchetti, c/o Nuovo Pignone Via Matteucci, 2, I-50127, Firenze, Italy.
13. **Societe Francaise d'Energie Nucleaire:** Secretariat; 48, rue de la Procession, F-75015 Paris, France.
14. **Suomen Atomiteknillinen Seura-Atomteknika Seelstakat / Finland, R.Y.(Finnish Nuclear Society):** Dr A Ojala, Runeberginkatu 60b 44-SF 00260, Helsinki, Finland.
15. **Yugoslav Nuclear Society: (PSENIT):** Prof Dr M Osredkar, Institut "Joseph Stefan", Ljubljana, PO Box 199, 61001 Lubiana.

SOCIETY NEWS

The Annual General Meeting of the European Nuclear Society is to be held in Italy, at San Miniato, on Saturday 9 May preceded by a Steering Committee meeting Friday 8 May. Major items on the Agenda will include revision of the ENS Statutes, election of officers and publishing plans. Consideration will have to be given to the form of the proposed 1983 Conference in view of the international meeting called by the IAEA in 1982.

The Planning Committee meets in London on 10 April 1981 under the Chairmanship of Dr G Brown. A joint Publishing - Information Committee was held in January under the Chairmanship of Dr B Pellaud.

The IAEA have announced the holding of an International Conference, "Three Decades of Nuclear Power" 13-17 Sept 1982 in Vienna. This is seen as a review conference to enable member countries to evaluate achievement and to reflect on the doubts engendered by the continued reinvestigations in certain countries of environmental, safety and economic issues. The IAEA supposes that such a conference would provide input to the April 1983 ENS Brighton Conference but it must raise the question that the similarity of topics will in effect pre-empt the ENS meeting.

OFFICERS OF THE ENS

President (1979/81): Sr Professor Carlo Salvetti, CNEN, viale Regina Margherita 125, I-00198 Roma, Italy: telex I 610183

Immediate Past President: Prof K H Beckurts.

Vice Presidents:

M C.P. L-Zaleski and Dr H Cartwright, CBE

Board Members:

Dr J D Lewins and Sr M Perello

Secretariat: Dr P Feuz and H.V Werthmuller, ATAG
ENS Barenplatz 2 PO Box 2613
CH-3001, Berne, Switzerland
tel: 031 22 03 82. telex: 33528 ATAG CH

Published for the ENS by I Nuc E and printed in the UK. Letters and material for publication should be addressed to:
Editor ENS Newsletter, Dr J.D.Lewins, Engineering Department, University of Cambridge, Trumpington Street, Cambridge CB2 1PZ. Telex: G 81239 DEPENG. tel: (0223) 66466

Registered Office of the European Nuclear Society
6, rue d'Italie, PO Box 737, CH-1211 Geneva, Switzerland

Twenty five copies are distributed free to each organisation member and one copy to each supporting member of ENS of record. Further copies may be obtained at cost by these members on enquiry of the Editor or the Institution of Nuclear Engineers.

THE ENS DIARY

New items in the diary are marked. **

1991

April

- 1 - 2 The Environmental Impact of Nuclear Power; Conference organised by British Nuclear Energy Society, London.
- 23 - 24 International Seminar, Role of Finite Element Methods in Radiation Physics Jointly sponsored by I Nuc E and Inst Physics. To be held at Imperial College, London.

May

- 6 - 8 Third Annual Symposium on Safeguards and Nuclear Material Management, Nuclear Research Centre, Karlsruhe. **
- 7 - 9 ENS Board, Steering Committee and Annual General Meeting, San Miniato. **

June

- 7 - 12 ANS Annual Meeting, Miami Beach

July

- 27 - 31 IAEA Symposium: Migration in Terrestrial Environment of Long Lived Radionuclides from the Nuclear Fuel Cycle, Knoxville, Tennessee, USA.

August

- 2 - 6 ANS/ENS Topical Meeting on "Reactor Safety Aspects of Fuel Behaviour", Idaho. Contact American Nuclear Society. **
- 17 - 21 SMIRT6 (Structural Mechanics in Reactor Technology) will be held in Paris, under arrangements being made by the French Nuclear Society, SFEN.

September

- 20 - 24 ANS/ENS Topical Meeting on "Probabilistic Risk Assessment", Fort Chester, New York, USA. Contact American Nuclear Society. **

November

- 9 - 12 International Conference on Fast Reactor Fuel Cycles, London. Details from British Nuclear Energy Society.
- 29 - 4 December ANS Winter Meeting, San Francisco

1992

April

- 20 - 21 Operator Training Symposium, Bristol, UK, INucEng. **
- 26 - 30 International Conference on Nuclear Fuel Cycles and Waste Disposal, Belgonucleaire and CEN/SCK Nuclear Research Centre at Mol. **

May

- 11 - 14 Vibration in Nuclear Plant, British Nuclear Energy Society. **

July

- 18 - 23 ANS/ENS Topical Meeting on "Fast Reactor Safety", Lyon, France. **

August

- 30 - 2 Sept ANS/ENS Topical Meeting on "Safety of Thermal Reactors", Chicago. Contact ANS. **

September

- 14 - 16 Heat and Fluid Flow in Nuclear and Process Plant Safety, Inst Mechanical Engineers (UK) at University of Sussex, Brighton. **
- 20 - 24 Gas Cooled Reactors Today, British Nuclear Energy Society, Bristol. **

RANSKALAISEN YDINVOIMALAITOKSEN SOVELTUVUUSTUTKIMUS

Imatran Voima Oy ja ranskalainen suunnittelu- ja konsultointiyhtiö Sofratome allekirjoittivat 21.1.1981 Helsingissä sopimuksen ydinvoimalaitoksen soveltuvuustutkimuksen suorittamisesta. Tutkimusyhteistyö käynnistyi osapuolten kesken jo vuodenvaihteessa ja tavoitteena on saada selvitykset valmiiksi loppuvuoteen 1982 mennessä.

Tutkimus on yksi osa maamme tulevan energiahuollon selvitystehtävistä. Noin 1990 luvun alussa tarvitaan uusi suuri voimala maassamme. Päätöksen siitä tekee valtioneuvosto, jota varten vaihtoehdot on selvitettävä.

Voimalan vaihtoehdot ovat hiili-, turve- tai ydinvoima. Imatran Voima tutkii näitä kaikkia; ydinvoimaa myös neuvostoliittolaisena ratkaisuna.

Parlamentaarisen energiapolitiikan neuvoston laatiman energiapoliittisen ohjelman hyväksyi valtioneuvosto v. 1979. Sen mukaan käytetään aika vuoden 1982 loppuun saakka tutkimusten suorittamiseen ja ratkaisut tehdään vasta sen jälkeen. Siihen mennessä on tutkittava "rinnan vaihtoehdot mahdollisuudet kivihiili- ja/tai turvelauhdutusvoimalan ja/tai 1000 MW ydinvoimalan käyttöönottamiseksi".

Soveltuvuustutkimusten tarkoituksena on pääasiassa saada selvitys siitä, mikä on kyseisen voimantuotantomuodon investointikustannus ja polttoainekustannus 1990-luvulla. Lisäksi selvitetään kuinka suuri osa kustannuksista olisi kotimaista osuutta. Ympäristö- ja turvallisuus selvityksissä tutkitaan laitoksen vaikutuksia ympäristöön ja analysoidaan sen soveltuvuutta Suomen hyvin ankariin turvallisuusmääräyksiin.

Ydinvoiman osalta antaa suunnittelu- ja konsulttiyhtiö Sofratomen kanssa nyt allekirjoitettu sopimus mahdollisuuden perehtyä Ranskan ydintekniikan tuloksiin. Tutkimuksen tavoitteet ovat:

- Perehtyminen ranskalaiseen 900 MW -painevesireaktorilaitokseen sekä sikäläiseen tekniikkaan ja turvallisuusajatteluun yleensä.
- Selvitys laitoksen soveltuvuudesta suomalaisen normistoon.
- Selvitys laitoksen teknisestä soveltuvuudesta Suomen olosuhteisiin (laitospaikka, verkko, kaukolämpö).
- Selvitys ydinpolttoaineen ominaisuuksista ja ranskalaisesta polttoainehuollosta.
- Osittainen alustavan turvallisuusraportin laadinta.
- Suunnitelmat toteutusvaihetta varten.
- Asiakirjojen laadinta tarjouskyselyjen pohjaksi.
- Taloudelliset laskelmat eri energiantuotantovaihtoehtojen vertailua varten.

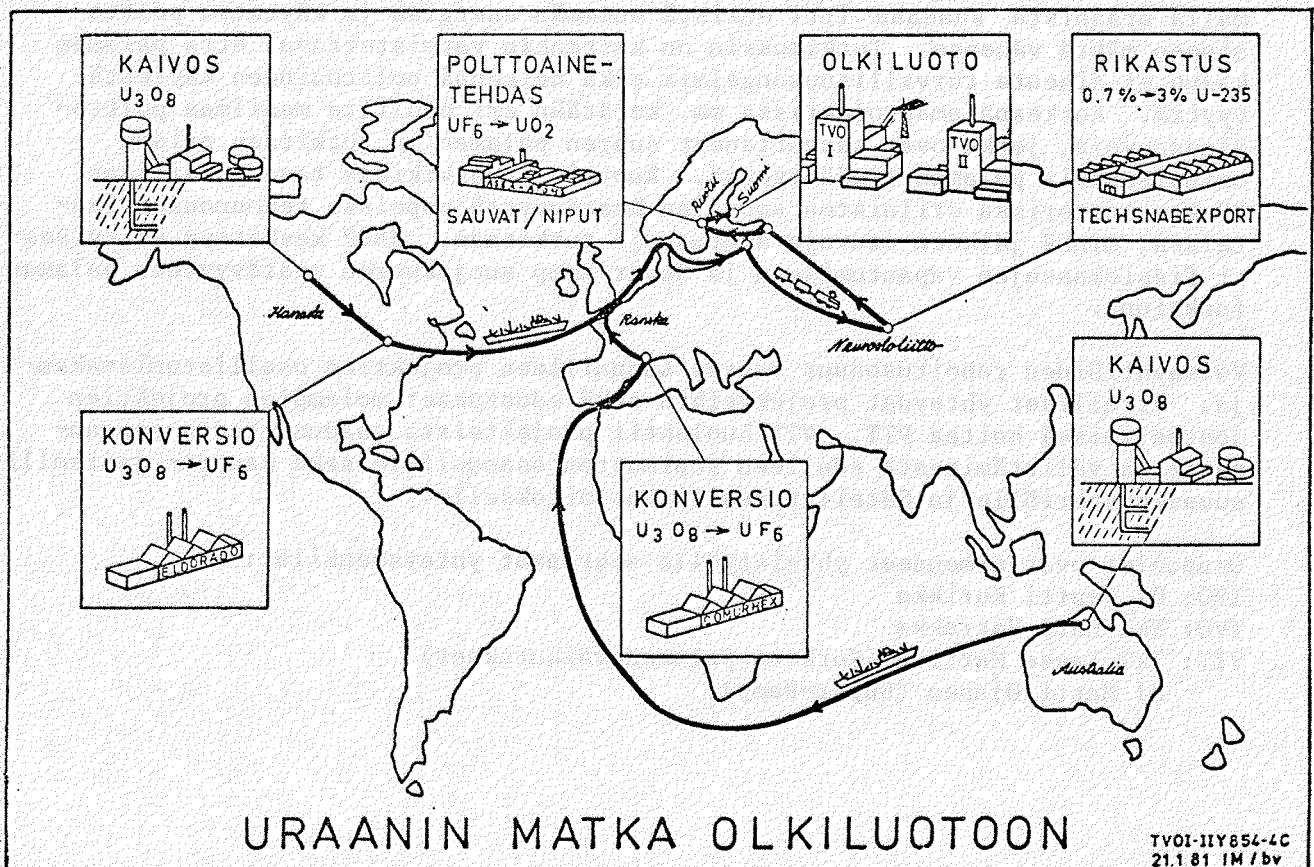
Vastaavaa soveltuvuustutkimusta on neuvostoliittolaisen Atomenergoexportin kanssa tehty jo alustavasti parin vuoden ajan, mutta lähikuukausina on tarkoitus tehdä laajempi systemaattinen soveltuvuustutkimusyösopimus neuvostoliittolaisten kanssa.

TVO:n SOPIMUS COMURHEXIN KANSSA URAANIN KONVERSIOSTA

TVO allekirjoitti 23.1.1981 sopimuksen ranskalaisen yhtiön Comurhexin kanssa Australiasta ostetun uraanin kemiallisesta käsittelystä. Nyt tehty sopimus on ensimmäinen ydinpolttoainekiertoon liittyvä toimitussopimus Ranskan ja Suomen välillä.

TVO solmi vuonna 1980 sopimuksen australialaisen Queensland Mines Limitedin kanssa raaka-uraanin toimittamisesta Olkiluodon TVO I- ja TVO II-ydinvoimalaitosten käyttöön. Tämä uraani tulee lähivuosina peittämään noin puolet Olkiluodon laitosten polttoaineen tarpeesta. Kanada tulee edelleen olemaan TVO:n toinen pääasiallinen polttoaineen toimittaja.

Nyt ranskalaisen yhtiön kanssa solmittu sopimus koskee ns. konvertointikäsittelyä, joka tehdään ennen väkevöintiä. Kanadalaisen uraanin kohdalla tämä tapahtuu toimittajamaassa.



VOIMAYHTIÖT JA VTT OSALLISTUVAT YHDESSÄ POLTTOAINEEN PALAMAN NOSTAMISEEN
TÄHTÄÄVIIN KANSAINVÄLISIIN TUTKIMUSPROJEKTEIHIN.

Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Imatran Voima Oy ja Teollisuuden Voima Oy ovat allekirjoittaneet ydinpolttoainetutkimusta koskevan yhteistyösopimuksen. Sopimuksen perusteella VTT, IVO ja TVO osallistuvat yhteisesti vuosina 1980-1982 Ruotsissa toteutettavaan ns. "SUPER-RAMP"-projektiin ja vuosina 1980-1987 Yhdysvalloissa toteutettavaan "KORKEAN PALAMAN VAIKUTUKSET"-projektiin (High Burnup Effects Program, HBEP).

Molemmat tutkimusohjelmat ovat kansainvälisiä yhteistyöprojekteja, joihin osallistuu tutkimuslaitoksia, turvallisuusviranomaisia, polttoaineen valmistajia ja voimayhtiöitä Euroopasta, Amerikasta ja Japanista.

Tutkimusohjelmien päämääränä on parantaa ydinpolttoaineen käyttöturvallisuutta ja tehostaa polttoaineen käyttötaloutta. Polttoaineen poistopalamaa lisäämällä uraanista saadaan irti entistä enemmän energiaa ja käytetyn polttoaineen määrä vähenee. Tutkimuksin on kuitenkin varmistettava, että palaman kasvu ei aiheuta turvallisuusongelmia eikä heikennä polttoaineen käytettävyyttä. Korkeapalamaprojektissa mm. kerätään eri puolilta maailmaa polttoainesauvoja, jotka ovat saavuttaneet suuren palaman ja tutkitaan niiden ominaisuuksia palaman lisääntyessä. Ruotsin Studsvikissa taas kokeillaan R2-kooreaktorissa erilaisten sauvojen kestävyyttä nopeissa tehonnousutilanteissa, minkä jälkeen sauvoja avataan ja tutkitaan. HBEP keskittyy erityisesti fissiokaasujen vapautumiseen ja Super-Ramp suojakuoren kestävyteen palaman funktiona.

Voimayhtiöiden rahoitusosuus vastaa suunnilleen projektien osallistumismaksuja. Viralliset yhteydet projekteihin sekä edustukset molempien projektien johtelimissä hoitaa VTT. VTT huolehtii projekteista saadun tiedon seurannasta ja välittämisestä edelleen sopimusten osapuolille sekä kauppa- ja teollisuusministeriölle ja Säteilyturvallisuuslaitokselle.

Osapuolet ovat nimenneet yhteistyölle seuraavat yhteyshenkilöt:

IVO: DI Pentti Kurikka

TVO: TkL Eero Patrakka

VTT: TkT Lasse Mattila (Korkean palaman vaikutukset)

DI Matti Ojanen (Super-Ramp).

YHTEISTYÖSOPIMUS VTT:N JA EPRIN VÄLILLÄ

VTT solmii yhteistyösopimuksen Electric Power Research Institututen (EPRI) kanssa. Sopimuksen avulla varmistetaan tietojen vaihto ja yhteistyö EPRIn ja VTT:n välillä ydinteknisen tutkimuksen, testauksen ja turvallisuuden alalla.

EPRI on n. 700 amerikkalaisen voimayhtiön rahoittama tutkimuslaitos, joka sijaitsee Palo Altossa Kaliforniassa. EPRIllä on myös vastavalmistunut tutkimuslaitos (NDE Centre) North Carolinassa, jossa tutkitaan ja kehitetään rikkomattomia tarkastusmenetelmiä.

Yhteistyö tapahtuu lähinnä vaihtamalla raportteja ja koetuloksia. On myös mahdollista, että VTT voisi suorittaa EPRIn rahoittamia tutkimuksia. Tässä vaiheessa tietojen vaihto keskittyy seuraaville aloille:

- Materiaaliominaisuudet ja materiaalien käyttäytyminen
- Rikkomaton aineenkoetus
- Ydinpolttoaineen käyttäytyminen
- Ydintekniset pääkomponentit
- Jäähdytteenmenetysonnettomuudet ja hätäjäähdytys
- Rakenteellinen kestävyys
- Probabilistinen analyysi.

VTT:n puolesta koordinaattorina toimii laboratorionjohtaja Jarl Forstén.

VOIMAYHTIÖIDEN YDINJÄTETOIMIKUNNAN TOIMINTA VUONNA 1980

Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta (YJT) on perustettu koordinoimaan ydinenergiaa tuottavien voimayhtiöiden Imatran Voima Oy:n (IVO) ja Teollisuuden Voima Oy:n (TVO) ydinjätealan tutkimustyötä. YJT:n tutkimustyö pohjautuu vuosittain laadittaviin tutkimusohjelmiin, jotka toimitetaan KTM:n hyväksyttäväksi.

YJT käytti ydinjätehuollon tutkimuksiin vuonna 1980 noin 4,8 miljoonaa markkaa. Tutkimusten suorittamiseen osallistui yhtiöiden lisäksi tutkimuslaitoksia ja konsultteja. Oman tutkimustyönsä lisäksi YJT hankki käyttöönsä ydinjätealan tietoutta seuraamalla tiiviisti alan kehitystä muissa maissa sekä osallistumalla kansainväliseen yhteistyöhön.

Loviisan ja Olkiluodon laitosten voimalaitosjätteiden huoltoon liittyviä tutkimuksia olivat mm.

- jätehuoltoketjujen optimointi ja vaihtoehtojen vertailu
- märkien jätteiden kiinteytystä ja kiinteytystuotteita koskeneet tutkimukset
- roinan polttokokeet
- välivarastointitutkimukset
- geologiset tutkimukset Hästholmenilla ja Olkiluodossa (seismiset luotaukset, kallionäyte- ja porakonekairaukset, vesimenekkimittaukset, geofysikaaliset tutkimukset, vesinäyteanalyysit)
- selvitykset matala-aktiivisten jätteiden loppusijoituksesta maaperään.

Ydinvoimalaitosten käytöstäpoistoa ja siihen liittyvää jätehuoltoa koskeva tutkimustyö aloitettiin vuoden 1980 aikana.

Loviisan voimalaitoksen käytetyn polttoaineen huoltoon liittyviä tutkimuksia olivat mm.

- voimalaitoksella tapahtuvien käsittelyvaiheiden riskitutkimukset
- kuljetusten turvallisuus selvitykset.

Olkiluodon voimalaitoksen käytetyn polttoaineen huollon tutkimuksia olivat mm.

- käytetyn polttoaineen huollon kustannusten arviointi
- voimalaitoksella tapahtuvien käsittelyvaiheiden riskitutkimukset
- väliivarastointitutkimukset
- loppusijoitustutkimukset.

YJT on yhdessä kauppaja- ja teollisuusministeriön kanssa mukana vuonna 1980 käynnistyneessä kansainvälisessä Stripa-projektissa, jossa tutkitaan kokeellisesti ydinjätteiden loppusijoitukseen liittyviä kysymyksiä (loppusijoitustilojen täyteaineiden käyttäytyminen, hydrogeologia ja geokemia, nuklidien migraatio kallioperässä).

YJT-raporttisarjassa julkaistiin vuonna 1980 17 tutkimusraporttia ydinjätehuollon eri osa-alueilta.

LÄHDE

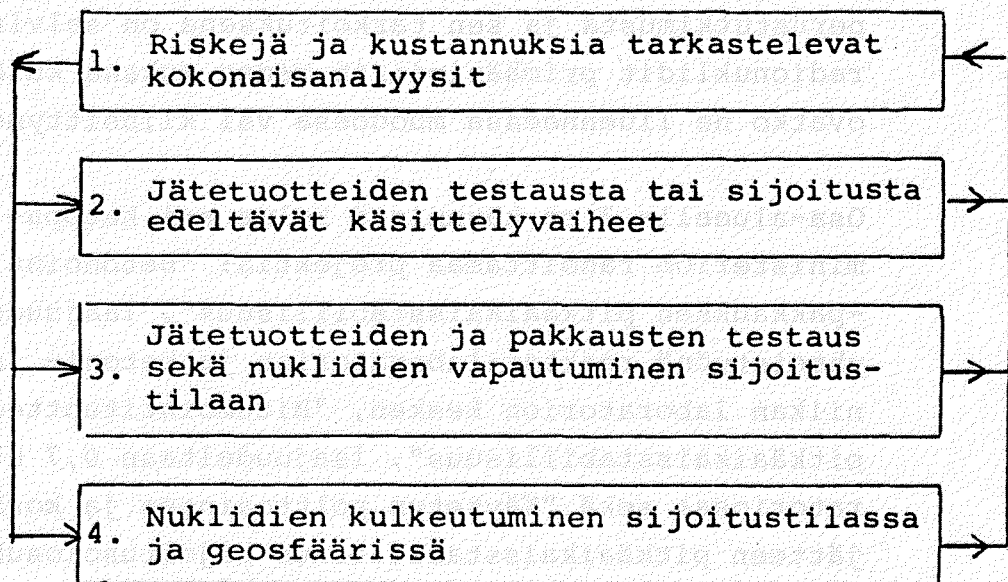
Toimintakertomus vuodelta 1980. Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta, maaliskuu 1981. 13 s. + liitt.

JULKISRAHOITTEINEN YDINJÄTETUTKIMUS VTT:SSA

Esityksen johdannoksi on tarpeen lyhyesti kertoa miten VTT näkee oman roolinsa ydinjätehuollon kentässä. Päävastuu ydinjätehuollon suunnittelusta ja toteuttamisesta on nykyisin sovelletun käytännön mukaisesti jätteen tuottajilla. Voimayhtiöt IVO ja TVO ovat perustaneet yhdessä voimayhtiöiden ydinjätetoimikunnan koordinoimaan alan suunnittelu- ja selvitystyötä. Suunnitelmansa voimayhtiöiden on jätettävä vuosittain kauppaja- ja teollisuusministeriön hyväksyttäväksi. Yhteiskunnan kannalta on keskeistä saada riittävän ajoissa varmuus siitä, että suunnitelmien pohjana olevat turvallisuusanalyysit on oikein suoritettu, perustuvat oikeisiin lähtötietoihin sekä johtavat hyväksyttävään riskitasoon. Turvallisuusanalyysien laatiminen ja niissä tarvittavien lähtötietojen hankkiminen edellyttävät monien eri tieteen ja tekniikan alojen asiantuntemusta ja sellaisenaan soveltuvat erittäin hyvin VTT:lla tehtäväksi. Maamme ja sen mukana ydinenergiaohjelmamme absoluuttinen pienuus aiheuttavat tässäkin selvät käytännölliset rajoituksensa. Maahamme ei voida ajatella luotavaksi kahta kattavaa asiantuntijapopulaatiota, joista toinen olisi suunnittelijoiden ja toinen viranomaisten käytettävissä. VTT joutuu näinollen toimimaan sekä voimayhtiöiden että viranomaisten asiantuntijana, mutta sen on samalla huolehdittava siitä, että eri reittien kautta toimitettua materiaalia ei erehdytä pitämään toisistaan riippumattomana, silloin kun ne sitä eivät ole.

Ydinjätehuollon alalla VTT:lle tulevat toimeksiannot ovat monesti sen verran spesifisiä, että niiden suorittamiseen tarvitaan vähintään muutaman vuoden työkokemus. Tarpeellisen asiantuntemuksen luominen ja oikea kohdentaminen onkin tärkein perustelu julkisen rahoituksen tarpeelle. V. 1981 julkisrahoitteisen tutkimuksen omakustannusarvo on noin 2,8 milj.mk, josta noin runsaat puolet rahoitetaan kauppa- ja teollisuusministeriön projektitutkimuksena, vajaat 10 % säteilyturvallisuuslaitoksen toimeksiantoina ja loput VTT:n budjetin kautta. VTT:n kustannusosuus koostuu kuitenkin pääasiassa yleiskustannuksista, joten KTM:n rahoituksen merkitys alan tutkimukselle on täten ratkaisevan tärkeä. Vaikka julkisrahoitteiseen ydinjätetutkimukseen sisältyykin jo selviä viranomaistyyppisiä toimeksiantoja m.m. varautumisesta ydinjätehuollon aiheuttamiin kustannuksiin, on sen pääosa kuitenkin katsottava valmiuksien luomiseksi ja kehittämiseksi. Tässäkin yhteydessä on syytä tuoda esille, että varat pitkäjänteisyyttä vaativaan valmiuksien luomiseen ja kehittämiseen tulisi osoittaa suoraan a.o. laitoksen budjetin kautta. Nykyisen käytännön ilmeisenä haittana on se, että päätökset tehdään vain yhdeksi vuodeksi ja päätöksentekoon kuluu noin puoli vuotta.

VTT:n ydinjätetutkimuksen organisointi on suoritettu oheisen kaavion esittämän jäsentelyn pohjalta.



Ydinjätetutkimuksen osa-alueiden riippuvuussuhteet

Kaaviossa korostuu jätehuoltoketjun loppupään tärkeys. Tämä onkin aluetta, missä omien paikallisten olosuhteidemme vaikutus on tuntuvinta ja mihin tutkimusta on tästä syystä suunnattava.

Osa-alueen 1 tuottamat tulokset sisältävät jalostetuinta ja välittömimmin päätöksentekoa palvelevaa tietoa. Lähtötiedoikseen kokonaisanalyysit tarvitsevat muiden kolmen osa-alueen tuottamia tietoja. Osa-alueella 1 on siten keskeinen, tutkimusta suuntaava rooli. Tarkastelutapa on systeemianalyyttinen ja työn dokumentteina syntyy myöhempää käyttöä varten tietokoneohjelmia. VTT:n työnjaon mukaisesti tästä osapalveesta vastaa ydinvoimatekniikan laboratorio. Kuluvan vuoden ohjelmassa on mukana Ydinjätehuollon riski- ja kustannustutkimus"-niminen projekti, laajuudeltaan 5 hta. Projektin yleistavoitteet ovat ydinjätehuollon ympäristö- ja turvallisuusriskien arviointi, ydinjätehuollon kustannusten arviointi varastoitavien katteiden ja takuusummien määräämistä varten sekä muiden arviointisuureiden vaikutuksen selvittäminen.

Osa-alueella 2 on jo saavutettu suuri valmius tilaustehtävien suorittamiseen. Julkisrahoitteista tutkimusta edustaa vain reaktorilaboratorion omalla rahoituksella toteutettava projekti "Primääripiirin veden koostumus ja puhdistusmenetelmät", laajuudeltaan 1,4 hta. Se edustaa reaktorikemian perustutkimusta ja sen tarkoituksena on selvittää miten eri radionuklidit primääripiirin veden mukana kulkeutuvat, ovatko ne liuenneessa muodossa vai kiinnittyneet hiukkasiin jne.

Osa-alueella 3 on käynnissä kolme eri kauppa- ja teollisuusministeriön rahoittamaa projektia: "Betonointituotteen ja -pakkauksen pitkäaikaisstabiilisuus", laajuudeltaan 1.5 hta yhteistyönä reaktorilaboratorion ja betoni- ja silikaattiteknikan laboratorion kesken, "Bitumointituotteen ja -pakkauksen pitkäaikaisstabiilisuus", laajuudeltaan 0,7 hta reaktorilaboratoriossa sekä "Käytetyn polttoaineen ja korkea-aktiivisen jätteen pitkäaikaisstabiilisuus sijoitusolosuhteissa", laajuudeltaan 1,8 hta yhteistyönä metallilaboratorion ja

reaktorilaboratorion kesken. Projektien yleistavoitteena on testausvalmiuksien ja arviointimenetelmien kehittäminen radionuklidien vapautumisen aikariippuvuuden kvantitatiiviseksi määrittämiseksi eri sijoitusolosuhteissa. Betonointituotteen ja bitumointituotteen tarkastelu on rajattu niihin jätetuotteisiin, joita Suomen ydinvoimalaitoksilla jo tuotetaan tai suunnitellaan. Korkea-aktiivisen jätteen tutkimus on vasta kouliintumisvaiheessa. Tässä on tarkoituksena hakea oppia Karlsruheesta ja Studsvikista.

Osa-alueella 4 on käynnissä kaksi projektia: kauppa- ja teollisuusministeriön sekä säteilyturvallisuuslaitoksen yhdessä rahoittama "Pohjaveden ja radionuklidien liikkumismallit", laajuudeltaan 2,5 hta yhteistyönä ydintekniikan laboratorion ja geotekniikan laboratorion kesken sekä "Loppusijoitustilat", laajuudeltaan 0,4 hta geotekniikan laboratoriossa. Edellisen projektin tavoitteena on matemaattisten mallien kehittäminen radionuklidien kulkeutumiselle loppusijoitustilassa ja geosfäärissä ja jälkimmäisen tarkoituksena on selvittää kalliorakentamiseen ja täyteaineen käyttöön liittyviä kysymyksiä. Tällä projektilla on myös yhteydet kansainväliseen Stripa-projektiin.

Edellä hahmoteltu tutkimusohjelma ja sen toteuttamisen organisointi on VTT:n asettaman ydinjätetutkimuksen koordinaatio-työryhmän ensimmäinen aikaansaannos. Vasta tulevaisuus näyttää miten työssä käytännössä onnistutaan ja pystytäänkö sen avulla tuottamaan niitä tietoja, joita päätöksenteossa tarvitaan.

VTT/Reaktorilaboratorio
Pekka Hiismäki
15.4.1981

OTE: "SUOMEN YDINVOIMALAITOSTEN KÄYTTÖ "

NELJÄNNESVUOSIRAPORTTI 1980/IV LOKAKUU - JOULUKUU

Ote julkaisusta "Suomen ydinvoimalaitosten käyttö, neljännesvuosiraportti 80/IV, loka-joulukuu, Säteilyturvallisuuslaitos.

Suomen ydinvoimalaitosten osalta vuoden 1980 viimeinen neljännes oli sikäli merkittävä, että kaikki neljä ydinvoimalaitosta tuottivat ensimmäisen kerran yhtäaikaan sähköä valtakunnan verkkoon (16.12.1980). Tilanne, jossa kaikki laitokset toimivat nimellistehollaan eli tuottivat 2 200 MW sähköä, saavutettiin 28.12.1980.

Suomen ydinvoimalaitosten vuonna 1980 tuottaman sähköenergian määrä oli 6 682 GWh eli noin 5 % edellisvuotta suurempi ja vastasi noin 17 % Suomen sähkönkulutuksesta vuonna 1980. Ydinvoimalla oli tuotettu sähköä vuoden 1980 loppuun mennessä yhteensä 18 638 GWh. Tämä vastaa noin 4,7 Mtoe kulutusta tuottaessa vastaava sähköenergia konventionaalisessa lauhdutusvoimalaitoksessa.

Seuraavassa taulukossa on esitetty yhteenveto Suomen ydinvoimalaitosten sähköntuotannosta ja laitosten käyttökertoimista vuonna 1980 sekä vastaavat luvut laitosten sähköntuotannon aloituksesta lähtien.

	Sähköntuotanto (GWh)		Käyttökerroin	
	1980	yhteensä	1980	kumulat.x)
Loviisa 1	1 408	9 795	0,36	0.65
Loviisa 2	321	321	0,53x)	0,53
TVO I	4 281	7 850	0,74	0,58
TVO II	672	672	0,13x)	0,13
Yhteensä	6 682	18 638	0,43	0,54

x) Sähköntuotannon aloituksesta lähtien nettotehoista 440 MW (Lo 1 ja 2) ja 660 MW (TVO I ja II) laskettuna.

Eri ydinvoimalaitosten käytöstä vuoden 1980 viimeisen neljänneksen aikana voidaan todeta, että Loviisa 1 käynnistettiin uudelleen joulukuun puolivälissä noin seitsemän kuukauden pituisen seisokin jälkeen, Loviisa 2 ydintekninen koekäyttö aloitettiin lokakuun puolivälissä, TVO I toimi joitain keskeytyksiä lukuunottamatta lplp tarkastelujakson ajan täydellä teholla ja TVO II ydinteknistä koekäyttöä jatkettiin lokakuun puolivälistä lähtien lähes kahdeksan kuukauden keskeytyksen jälkeen.

Ydinteknisen turvallisuuden kannalta merkittäviä tapahtumia tai havaintoja on tarkastelujaksolta kirjattu yhteensä yhdeksän. Näistä osa on jatkoa jo aiemmissa raporteissa esitettyihin havaintoihin. Tapahtumat tai havainnot eivät ole oleellisesti vähentäneet laitosten turvallisuutta eivätkä ne ole aiheuttaneet vaaraa laitoksen henkilökunnalle tai ympäristön asukkaille.

LOVIISA 1

Loviisa 1 laitoksen vuosihuolto jatkui joulukuun puoliväliin saakka päälaitteiden, lähinnä höyrystimen ja pääsulkuventtiilien tarkastuksen ja rakenteellisten virheiden korjauksen johdosta. Seisokin lopussa ladattaessa reaktori uudelleen sijoitettiin 36 uloimman polttoainenipun paikalle teräsputkista valmistetut niput vähentämään reaktoripaineastiaan kohdistuvaa neutronisäteilyä. Lisäksi suoritettiin loppuun eräitä laitosyksikön turvallisuutta lisääviä rakenteellisia muutoksia.

Reaktori käynnistettiin STL:n annettua siihen luvan 12.12., jonka jälkeen suoritettiin joukko reaktorifysikaalisia kokeita sekä kaksi reaktorin pikasulkukoetta. Sähköntuotanto aloitettiin 16.12. Reaktorin vähentyneen polttoainemäärän johdosta käytettiin reaktoria aluksi noin 95 prosentin teholla, jotta polttoaineen paikallinen kuormitushuippu ei olisi ylittänyt asetettua rajaa. Täydelle teholle siirryttiin vasta tammikuun puolella polttoaineen kuormitusten tasoituttua. Polttoainemäärän vähentämisen johdosta reaktorin latausjakso lyhenee jonkin verran.

LOVIISA 2

Loviisa 2 laitos ladattiin uraanipolttoaineella toukokuussa 1980, mutta ydinteknisen koekäytön aloitus siirtyi lokakuun alkuun höyrystimien tarkastuksen ja korjauksen johdosta. Säteilyturvallisuuslaitos (STL) antoi Loviisa 2 laitosta koskevan kriittisyys- ja pienteholuvan 1.10. Reaktorin kriittisyys saavutettiin 17.10. STL antoi 30.10 luvan nostaa reaktorin teho 7 %:iin ja laitos tahdistettiin ensimmäisen kerran valtakunnan verkkoon 4.11. (Generaattorit oli tosin tahdistettu verkkoon talvella 1980, jolloin turbiinilaitosta oli koekäytetty Loviisa 1 -laitoksen höyryllä). Koekäyttö eteni ilman suurempia keskeytyksiä 100 % tehotasolle saakka, joka savutettiin 15.12. Tehonnostoon liittyen STL teki seuraavat päätökset:

- lupa kriittisyyteen ja enintään 2 % teholle 1.10.
- lupa enintään 7 % teholle 31.10.
- lupa enintään 35 % teholle 5.11.
- lupa enintään 55 % teholle
- lupa enintään 80 % teholle 3.12.
- lupa toimia nimellisteholla 12.12.

TVO I

TVO I laitosta oli tarkastelujakson aikana lupa käyttää nimellisteholla. Reaktorin käyttö keskeytyi tarkastusjakson aikana neljä kertaa ja sähköntuotanto kuusi kertaa.

Keskeytyksiä aiheuttivat 6. - 8.11. suoritettu generaattorin tarkastus ja alasajoon liityvä reaktorin pikasulku, 16.11. tapahtunut generaattorin irtoaminen verkosta välitulistimen häiriön johdosta, 19. - 28.11. kylmäseisokissa suoritettu generaattorin roottorin vaihto 7.12, generaattorin irtoaminen verkosta jäähdytysvesihäiriön johdosta aiheuttaen reaktorin pikasulun ja sähköntuotannon keskeytyksen 11.12. saakka sekä 30.12 reaktorin pikasulku korkeasta paineesta turbiinipuolen vikojen seurauksena. Lisäk-

TVO II

TVO II laitoksen ydinteknistä koekäyttöä päästiin jatkamaan 9.10. lähes kahdeksan kuukauden pituisen generaattorin korjaus- ja muutostöiden aiheuttaman seisokin jälkeen sen jälkeen kun STL oli antanut luvan laitoksen uudelleenkäynnistykseen ja koekäyttöön enintään 65 % tehotasolla. Reaktori tehtiin kriittiseksi 9.10. ja sähköntuotanto aloitettiin 16.10 Koekäyttö eteni jaksoittain 100 % teholla tarkastusjakson aikana. Nimellisteho laitoksella saavutettiin 11.11. STL teki tarkastelujakson aikana seuraavat tehonnostoa koskevat päätökset:

- lupa käynnistykseen ja 65 %:n teholle
- lupa 85 % teholla 5.11.
- lupa koekäyttöön nimellisteholla 10.11
- em. luvan jatkolupa 5.12.

Neljännesvuosiraporttia voi tilata osoitteesta:

SÄTEILYTURVALLISUUSLAITOS—STRÅLSÄKERHETSINSTITUTET
INSTITUTE OF RADIATION PROTECTION
PL 268
00101 HELSINKI 10

LOVIISA 1 ja 2

KÄYTTÖTIETOJA 1980

	Lo 1	Lo 2
Reaktorin lämmönkehitys (GWh)	4419,47	1129,27
Reaktorin käytettävyys (aika kriittisenä)	0,406 (3567,9h)	0,198 (1737,1h)
Reaktorin käyttökerroin (perusteho 1375 MW)	0,366	0,093
Reaktorin keskiteho (MW)	503,1	128,6
Laitoksen sähkökehitys (GWh)		
- brutto	1499,08	354,64
- netto	1407,70	321,57
Laitoksen käytettävyys (generaattori verkossa)	0,396 3482,1h	0,144 (1269,2h)
Laitoksen käyttökerroin		
- brutto (perusteho 465 MW)	0,367	0,087
- netto (perusteho 440 MW)	0,364	0,083
Laitoksen keskiteho (MW)		
- brutto	170,7	40,4
- netto	160,3	36,6

TVO I ja II

KÄYTTÖTIETOJA 1980

	TVO I	TVO II
Reaktorin lämmönkehitys (GWh)	13316,01	2176,07
Reaktorin käytettävyys (aika kriittisenä)	0,842 (7399,1h)	0,208 (1824,2h)
Reaktorin käyttökerroin (perusteho 2000 MW)	0,757	0,124
Reaktorin keskiteho (MW)	1514	247,7
Laitoksen sähkökehitys (GWh)		
- brutto	4431,77	694,49
- netto	4280,83	672,55
Laitoksen käytettävyys (generaattori verkossa)	0,781 (6860,5h)	0,144 (1261,6h)
Laitoksen käyttökerroin		
- brutto (perusteho 683 MW)	0,739	0,116
- netto (perusteho 660 MW)	0,738	0,116
Laitoksen keskiteho (MW)		
- brutto	504,7	79,2
- netto	487,1	76,6

x) - sähköntuotannon aloitus 18.2.1980

SELVITYKSET TEHODIAGRAMMAAN

- tapahtuma

- A,a reaktorin pikasulku
 B,b reaktorin alasajo seisokkiin
 D,d reaktorin alasajo pienteholle
 E,e muu käyttöhäiriö, huomattava korjaustoimenpide
 suuri tehonmuutos, tai muu tapahtuma
 G,g generaattorin irtoaminen verkosta reaktorin pysyessä
 kriittisenä

- tapahtuman syy

- A,B,D,E,G käyttöhäiriön tai tapahtuman syy reaktorissa tai sen
 apujärjestelmässä
 a,b,d,e,g käyttöhäiriön tai tapahtuman syy muissa järjestelmissä
 tai ulkoisissa tapahtumissa

- käyttöhäiriöllä tai tapahtumalla on turvallisuusmerki-
 tystä
 tapahtuma on suunniteltu

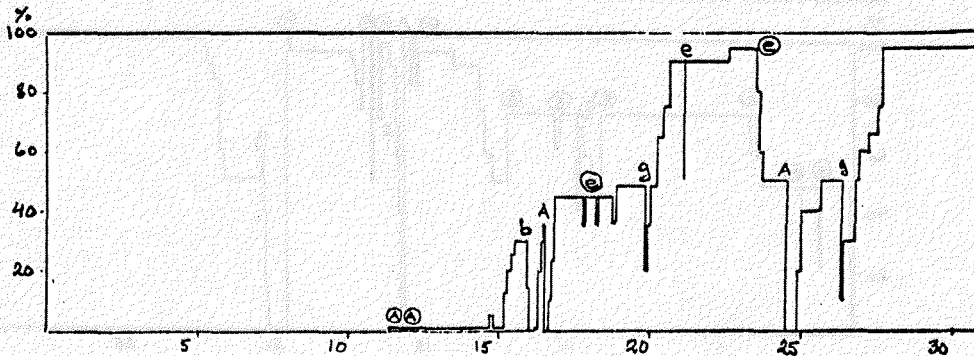
LAITOSTEN NIMELLISTEHOT

- Loviisa 1 ja 2
 - lämpöteho 1375 MW
 - sähköteho (brutto) 465 MW
 - sähköteho (netto) 440 MW

- TVO I ja II Olkiluoto
 - lämpöteho 2000 MW
 - sähköteho (brutto) 683 MW
 - sähköteho (netto) 660 MW

NUCLEAR POWER PLANT LOVIISA 1

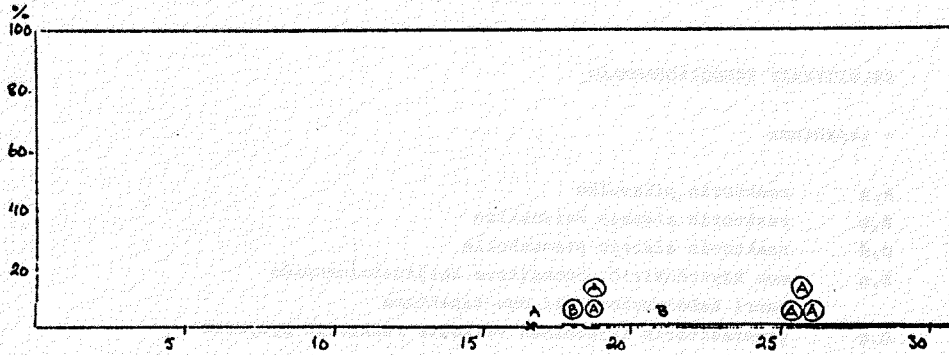
THERMAL POWER, DECEMBER 1980



- 13.12 Reaktorin pikasulkukokeita
 16.12 Syöttövesihäiriö ja sen johdosta suoritettu alasajo
 17.12 Reaktorin pikasulku neutronivuomittauksen kalibroinnin seurauksena
 18.-19.12 Höyrystimien varoventtiilikokeiden aiheuttamia tehonalennuksia
 20.12 Turbiinien pikasulku höyrystimien korkeasta pinnasta
 22.12 Generaattorin magnetointihäiriön aiheuttama turbiinin alasajo
 24.12 Suunniteltu tehonalennus verkkotilanteen johdosta
 25.12 Reaktorin pikasulku neutronivuomittauksen vian johdosta
 27.12 Syöttövesihäiriö ja generaattorin 1 irtoaminen verkosta

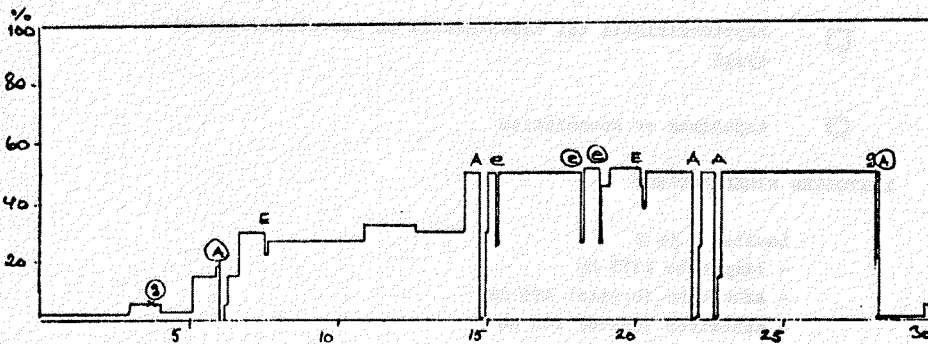
NUCLEAR POWER PLANT LOVIISA 2

THERMAL POWER, OCTOBER 1980



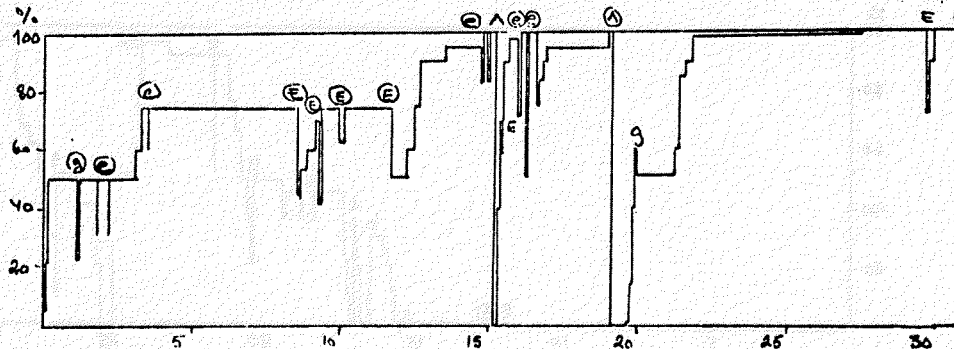
- 17.10 Reaktori kriittiseksi ensimmäisen kerran
- 17.10 Reaktorin pikasulku neutronimittausjärjestelmän vian seurauksena
- 19.10 Koeohjelman mukaiset alajakoe ja pikasulkukokeet
- 22.10 Reaktorin sammuminen liiallisen boorinsyötön seurauksena
- 26.10 Reaktorin pikasulkukokeita

THERMAL POWER, NOVEMBER 1980



- 4.11 Laitoksen sähköntuotannon aloitus; generaattorin 1 tahdistus ja irroitus verkosta
- 6.11 Täydellinen sähkönmenetys ja reaktorin pikasulkukoe
- 8.11 Kahden säätösauvan putoaminen
- 15.11 Reaktorin pikasulku syöttövesihäiriön johdosta
- 16.11 Syöttövesihäiriö ja tehonalennus syve-pumppujen pysähtymisen johdosta
- 19.11 Syöttöpumppujen pysäytyskoe
- 19.11 Magnetointikokeiden aiheuttama tehonalennus
- 21.11 Yhden säätösauvan alasajo ohjauksyksikön korjausta varten
- 22. ja 23.11 Reaktorin pikasulku pääkiertopumppujen ohjauksen vikojen johdosta pumppujen pysäytyskokeiden yhteydessä
- 29.11 Molempien turbiinien pikasulku höyrystimen korkeasta pinnasta
- 29.11 Reaktorin pikasulkukoe

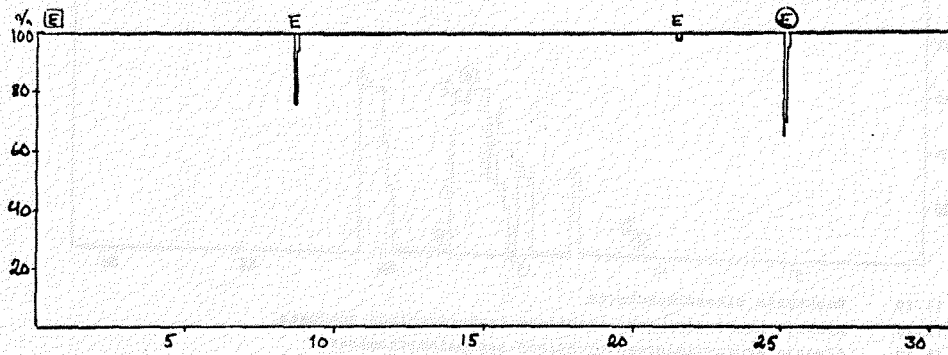
THERMAL POWER, DECEMBER 1980



- 2.12 Turbiinien kuormanpuutoskoe
- 2,3,4.12 Turbiinikokkien aiheuttamia tehonalennuksia
- 9,10.12 Pääkiertopumppujen pysäytyskokeiden aiheuttamia tehonalennuksia
- 10.12 Reaktorin itsensäätökokeet
- 12.12 Polttoaineen vuodonvalvontalaitteiston kokeita/turbiini 2 korjaukset
- 15.12 Turbiinien stabilointia/syöttövesipumppujen pysäytyskokeita
- 16.12 Reaktorin pikasulku työskentelyvirheen seurauksena
- 16.12 Säätösauvan putoaminen ohjauksyksikön vian johdosta
- 16.12 Turbiinisäätöjen testauksia
- 17.12 Turbiinin pikasulkukoe/tehonsäätökokeita
- 20.12 Reaktorin pikasulkukoe/Generaattorin 4 irroitus verkosta kollektorivian takia
- 30.12 Pääkiertopumpun pysähtymisen aiheuttama tehonalennus
- 31.12 Yhden pähöyrylinjan eristysventtiiliin virheellinen sulkeutuminen testauksen yhteydessä ja vastaavan pääkiertopumpun pysäyttämisen

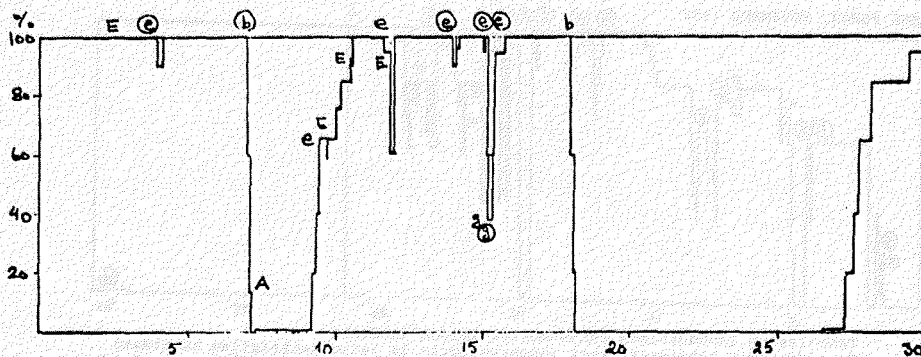
NUCLEAR POWER PLANT TVO I, OLKILUOTO

THERMAL POWER, OCTOBER 1980



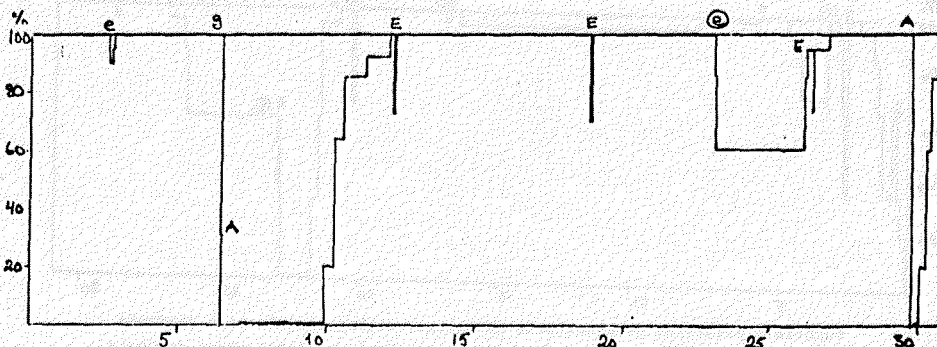
- 1.10 Apusyöttövesijärjestelmän painetasauspullojen viat
- 9.10 Pääkiertopumpun 313P4 pysähtymisen taajuusmuuttajan lämpötilalaukaisun johdosta ja tehonalennus pumpun käynnistämiseksi
- 22.10 Tehonalennus polttoaineen pintälämpövuon johdosta
- 26.10 Tehonalennus syöttövesilinjojen eristysventtiilien kokeita ja pääkiertopumpun P3 automatiikan huoltoa varten

THERMAL POWER, NOVEMBER 1980



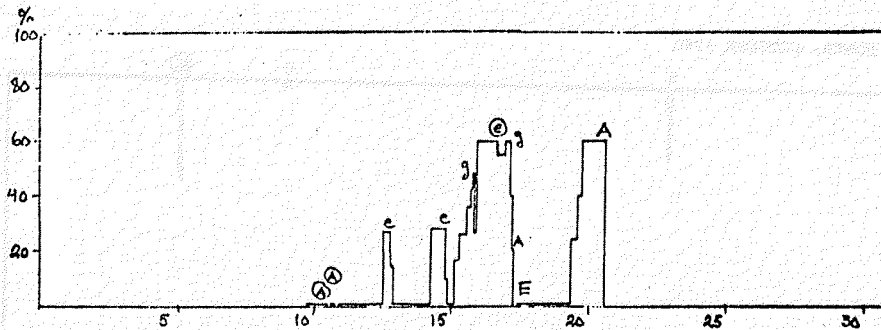
- 3.11 Neutronivuopiikki pääkiertopumppujen säätöhäiriön seurauksena
- 4.11 Suunniteltu tehonalennus TVO II transienttikokeiden suorittamiseksi
- 7.11 Generaattorin tarkastusseisokki
- 8.11 Reaktorin pikasulku lauhduttimen tyhjiönmurtaajien virhetoiminnan johdosta
- 10.11 Pääkiertopumppujen säätöhäiriön korjauksen aiheuttama tehonalennus
- 11.11 Tehonalennus pääkiertopumppujen ajopisteen mennessä yli käyttöalueen
- 12.11 Tehonlasku TVO II kokeita varten
- 12.11 Pääkiertopumppujen säätöhäiriön aiheuttama neutronivuotopiikki ja autom. tehonalennus
- 14.-16.11 Tehonalennuksia TVO II kokeita varten
- 16.11 Turbiinin alasajo ja generaattorin irtoaminen verkosta välitulistimen pinnannousun johdosta, tahdistus ja omakäyttöajo
- 18.11 Alasajo kylmäseisokkiin generaattorin roottorin vaihtoa varten

THERMAL POWER, DECEMBER 1980



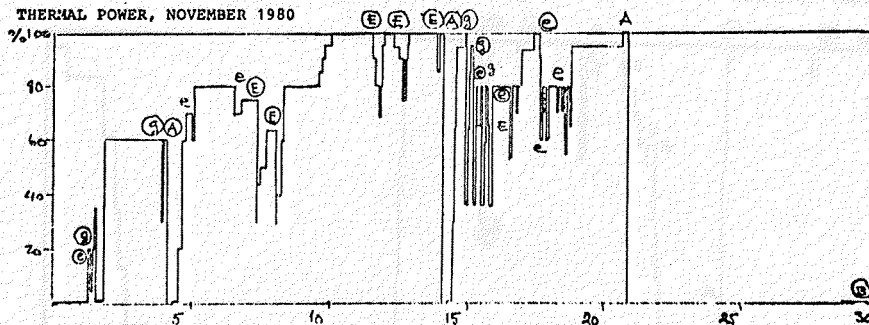
- 3.12 Tehonalennus turbiinipuolen putkivuodon korjaamiseksi
- 7.12 Generaattorin irtoaminen verkosta korkean jäähdytysveden lämpötilan johdosta, jälkitalantessa reaktorin pikasulku korkeasta paineesta
- 13,19.12 Tehonalennus taajuusmuuttajan vian johdosta pysähtyneen pääkiertopumpun käynnistämiseksi
- 24..26.12 Ajo alennetulla tehotasolla pienen sähkönkulutuksen johdosta
- 27.12 Tehonalennus taajuusmuuttajan vian johdosta pysähtyneen pääkiertopumpun käynnistämiseksi
- 30.12 Reaktorin pikasulku korkeasta paineesta generaattorin jäähdytysvesijärjestelmän ja turbiinin ohitusventtiilien vian johdosta

THERMAL POWER, OCTOBER 1980



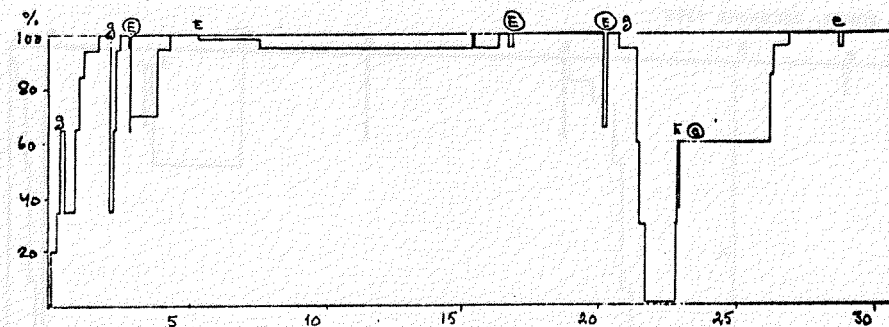
- 11.10 Reaktorin pikasulkukokeita
- 13.10 Alasajo kuumavalmiuteen turbiinin laakerivärinän johdosta
- 15.10 Alasajo kuumavalmiuteen turbiinin tasapainoittamiseksi
- 16.10 Generaattorin tahdistus verkkoon
- 16.10 Turbiinin alasajo välitulistimen pinnannousun johdosta
- 18.10 Alasajo turbiinin laakerivärinän johdosta
- 18.10 Reaktorin pikasulku korkeasta paineesta turbiinipuolen säätöventtiilien virhetoimintojen seurauksena
- 18.10 Ulospuhallusventtiilin aukijämisen ja ryhmän käyttöveden syötön aiheuttama reaktorin lämpötransientti
- 21.10 Reaktorin pikasulku painegradientista generaattorin roottorin jäähdytysveden lämpötilannousun ja turbiinin ohitusventtiilien virhetoimintojen seurauksena

THERMAL POWER, NOVEMBER 1980



- 2.11 Tehonlaskun lauhduttimen tyhjennuskokeiden johdosta
- 2.11 Generaattorin tahdistuskokeet (generaattori- ja laitoskatkaisijaa käyttäen)
- 2.11 Tehonalennus kuumavalmiuteen turbiinipuolen säätö-öljyjärjestelmän vian johdosta
- 4.11 Kuormanpudotuskoe
- 5.11 Pikasulkukoe
- 6.7.11 Tehonalennus turbiinin ohitusventtiilien vian johdosta
- 8.9.11 Pääkiertopumppujen pysäytyskokeita
- 12.-14.11 säätökokeiden aiheuttamia suunniteltuja tehonalennuksia + oikosulkukoe
- 15.11 Suunniteltu pikasulkukoe (A-eristys)
- 15.11 Kuormanpudotuskoe (siirtyminen omakäytölle)
- 16.11 Turbiinin pikasulkukoe
- 16.11 Tehonalennus sähkökatkoskokeita 417 varten
- 16.11 Turbiinin pikasulku generaattorin jäähdytysveden korkeasta lämpötilasta 417-kokeitten johdosta
- 16.11 Tehonalennus sähkökatkoskokeita varten
- 16.11 Osittainen pikasulun aiheuttama tehonalennus 417-kokeen aiheutettua syve-lämpömittauksen menetyksen
- 18.11 Tehonalennuksia turbiinautomaattikan testauksia varten
- 18.11 Alasajojen p1 laukeaminen lauhduttimen paineesta
- 21.11 Reaktorin pikasulku reaktorin nopeasta paineenmuutoksesta
- 30.11 Alasajo suojarakennuksen tarkastamiseksi

THERMAL POWER, DECEMBER 1980



- 1.12 Turbiinin pikasulku generaattorin jäähdytysvesijärjestelmän vian johdosta
- 3.12 Generaattorikatkaisijan aukeaminen pienen jäähdytysvesivirtauksen johdosta
- 4.12 Suunniteltu tehonalennus höyryn kosteusmittauksia varten
- 6..17.12 Tehonalennus 95 %:iin höyryn korkean kosteuden johdosta
- 17.12 Tehonnosto 100 %:iin mahdollinen pääkiertovirtausta pienennettävässä
- 20.12 Tehonalennus eristysventtiilien määräaikauskokeita varten
- 21.22.12 Tehonalennus 95 %:iin ja kuumavalmiuteen turbiinipuolen putkivuodon korjaamiseksi
- 23.12 Osittainen pikasulku matalasta syöttöveden lämpötilasta
- 24.26.12 Ajo alennetulla tehotasolla pienen sähkökulutuksen johdosta
- 29.12 Tehonalennus lauhduttimen merivesipumpun pysäyttämiseksi tarkastusta varten

Maassamme kulutettiin viime vuonna 24,8 miljoonaa öljytonnia vastaava määrä energiaa. Kulutus lisääntyi edellisestä vuodesta vain yhdellä prosentilla. Kulutuskasvu on näin ollen hidastunut merkittävästi. Vuodesta 1979, jolloin energian kokonaiskäyttö lisääntyi vielä 5 %. Myös sähköenergian kulutuksen kasvu laantui viime vuonna. Kasvuksi muodostui 5 % edellisen vuoden kasvun ollessa 8 %.

Sekä energian kokonaiskulutuksen että sähkön käytön kasvut olivat varsin alhaisia 5,5 prosentin talouskasvuun nähden. Kehitys osoittaa että viime vuosien energiansäästötoimet ovat johtaneet myönteisiin tuloksiin kaikilla kulutussektoreilla.

HIDAS KASVU MYÖS LÄHIVUOSINA

Kokonaiskulutuksen odotetaan kasvavan vuosittain 2 prosentilla ja sähkön kulutuksen noin 4 prosentilla. Arvio perustuu bruttokansantuotteen 3 %:n keskimääräiselle vuosikasvulle vuosina 1981 - 1985 sekä säästötoimien jatkumiselle nykyisessä laajuudessaan.

ENERGIAHUOLLON KOTIMAISUUSASTE

Kotimaisten polttoaineiden ja vesivoiman osuus kokonaisenergiasta oli viime vuonna 28 % eli sama kuin edellisenä vuonna. Osuuden jääminen alle aikaisempien arvioiden ja tavoitteiden aiheutui siitä, että vesivoiman tuotanto supistui tuntuvasti heikon vesitilanteen vuoksi. Polttoturpeen ja muun kotimaisen polttoaineen käyttö lissääntyi sen sijaan voimakkaasti muutaman aikaisemman vuoden tapaan.

Polttoturpeen kulutus vastasi kahta prosenttia energian kokonaiskulutuksesta. Turpeen kulutus lisääntyi sekä teollisuudessa että kiinteistöjen lämpöhuollossa.

Öljyn kulutus supistui viime vuonna 4 % ja sen osuus kokonaisenergiasta putosi vuoden 1979 48 %:sta 46 prosenttiin.

Kivihiilen kulutus nousi tähänastiseen vuosiennätykseen 5,5 miljoonaan tonniin. Lisäystä edellisestä vuodesta oli lähes miljoona tonnia. Kulutuksen lisäys oli välitön seuraus ydinvoimaohjelman viivästymisestä ja ydinvoimalaitosten tuotantoseisokeista sekä normaalia pienemmästä vesivoiman tuotannosta.

Ydinvoimalla peitettiin maamme kokonaisenergiasta 7 % eli saman kuin vuonna 1979. Osuus oli aikaisemmin esitettyä arvioita alhaisempi. Maakaasun käytön osuudeksi muodostui 3 % kokonaisenergiasta.

ENERGIAHUOLLON RAKENNE MUUTTUMASSA

Energiahuollon rakennemuutos jatkuu edelleen 1980-luvun alkupuolella. Kotimaisuusasteen arvioidaan nousevan lähimmän viiden vuoden aikana noin 3 prosenttiyksikköä. Tuontienergian osalla merkittävin rakennemuutos tulee olemaan ydinvoiman osuuden voimakas nousu maamme kaikkien neljän ydinvoimalaitoksen tullessa täyteen käyttöön. Niiden osuus kokonaisenergiasta nousee tuolloin 12 prosenttiin.

Mikäli ydinvoimalaitokset toimivat lähivuosina suunnitelmien mukaan kivihiilen kokonaiskulutus vuosina 1981 - 83 pudota lähes 3 miljoonan vuositonniin tasolle viime vuotisesta 5,5 miljoonasta tonnista.

Vuosikymmenen puoliväliin tultaessa hiilen käyttö saattaa kuitenkin jälleen saavuttaa yli 5 miljoonan tonnin vuositason.

Öljyn kokonaiskulutuksen arvioidaan edelleen supistuvan 1980-luvun alkupuolella ja sen osuuden kokonaisenergiasta pienenevän 1...2 prosenttiyksiköllä vuosittain. Öljyn osuudeksi kokonaisenergiasta muodostuisi 37 % vuonna 1985.

TEOLLISUUDEN ENERGIANKULUTUS

Teollisuuden polttoaineiden ja sähkön kulutuksesta käytettävissä olevat tiedot osoittavat teollisuuden energian käytön tehostuneen edelleen viime vuonna. Polttoaineiden käytön arvioidaan lisääntyneen noin 2 % ja sähkön kulutuksen noin 3 %. Samanaikaisesti teollisuustuotanto lisääntyi yli 6 %. Energian käytön tehostumiseen vaikuttivat tuotantokapasiteetin käyttöasteen koheneminen sekä energiansäästö-investoinnit.

Öljyn ja maakaasun käyttö väheni, kivihiilen ja kotimaisten polttoaineiden käyttö sensijaan lisääntyi. Teollisuudessa kivihiilen käytön odotetaan kasvavan melko ripeästi 1980-luvun alkupuolella öljyn hinnan jatkuvasti noustessa.

Teollisuuden polttoaineiden kokonaiskulutus kasvaa 1980-luvun ensi vuosina selvästi hitaammin kuin teollisuustuotanto. Kehitykseen vaikuttavat paitsi tehostuva energian käyttö niin myös teollisuuden sisäiset rakennemuutokset.

KIINTEISTÖJEN ENERGIANKÄYTTÖ

Kiinteistöjen lämmitykseen käytettiin viime vuonna vähemmän energiaa kuin edellisenä vuonna. Kun otetaan huomioon, että lämmitettävä rakennustilavuus kasvoi samaan aikaan ja että viime vuoden keskilämpötila oli alhaisempi kuin vuonna 1979, voidaan todeta kiinteistöjen energian käytössä saavutetun merkittävää säästöä. Lämmityksen hyötyenergian ominaiskulutus on alentunut 1970-luvun alun tasolta jo runsaat 15 prosenttia.

LIIKENTEEN POLTTOAINEKULUTUS

Liikenteen polttoaineita käytettiin viime vuonna sama määrä kuin edellisenä vuonna. Tuotekohtaisesti kehitys kuitenkin vaihteli melkoisesti: Moottoribensiinin kulutus supistui 4 % henkilöautokannan kasvusta huolimatta. Merkittävin syy kulutuksen alenemiseen oli polttoaineiden hintojen nousu. Moottoribensiinin hintahan nousi edellisestä vuodesta keskimäärin 40 %. Dieselöljyn kulutus lisääntyi viime vuonna 5 %.

MUU ENERGIANKULUTUS

Kuluttajaryhmissä maa- ja metsätalous, kotitaloudet, rakennustointiminta sekä palvelutoimialat yleispiirteisinä ovat sähkönkulutuksen jatkuva kasvu ja polttoainekulutuksen hienoinen aleneminen. Vuonna 1980 näissä ryhmissä sähkönkulutus lisääntyi 6 % eli jonkin verran nopeammin kuin sähkön kokonaiskulutus. Kotitalouksien sähkönkulutus kasvoi vajaalla 5 %:lla mikä oli selvästi pitkän aikavälin keskiarvoa alhaisempi.

YDINVOIMAN OSUUS JÄÄNYT ALLE TAVOITTEIDEN

Maassamme tuotettiin vuonna 1980 sähköä 4 % enemmän kuin vuonna 1979. Tuotannon kasvu jäi kulutuksen kasvua pienemmäksi, koska sähkön vienti väheni.

Leimaa-antavia piirteitä viime vuoden sähkön hankinnassa olivat normaalia selvästi pienempi vesivoiman tuotanto sekä ydinvoimatuotannon ennakoitua pienempi osuus. Nämä molemmat tekijät lisäsivät tavallisen lauhdevoiman tuotannon tarvetta, mikä heijastui viime vuoden ennätyksellisessä kivihiilen kulutuksessa. Samaan suuntaan vaikutti myös se, ettei sähkön tuonti Neuvostoliitosta käynnistynyt täydellä teholla vielä viime vuonna.

Sähköenergian hankintakyky kasvaa 1980-luvun ensivuosina merkittävästi, kun maamme neljä ydinvoimalaitosta ovat kaupallisessa käytössä ja sähkön tuonti Neuvostoliitosta nousee täyteen määräänsä eli 600 MW:iin. Myös eräät vastapainevoimalaitoshankkeet ja pienet vesivoimalaitokset lisäävät käytettävissä olevaa voimalaitoskapasiteettia.

KATSAUS ENERGIAPOLITIIKKAAN 1980

Vuonna 1979 hyväksytyn energiaohjelman toimeenpano pääsi täyteen vauhtiin vuonna 1980. Mm. budjetin energiamäärärahat perustuivat oleellisilta osin tähän ohjelmaan. Vuoden alussa tuli voimaan uusi sähkölaki. Sen edellyttämä sähköhuollon suunnittelu käynnistyi sähköhuollon neuvottelukunnassa, joka valmistelees ensimmäisen runkosuunnitelmaehdotuksen keväääseen 1981 mennessä. Myös alueellinen sähköhuollon suunnittelu on käynnistymässä.

Energian säästäminen

Energian säästämisen edistämiseksi jatkettiin aikaisemmilta vuosilta peräisin olevia toimintamuotoja. Toiminnan kehittämislle antoi suuntaviivoja mm. kauppa- ja teollisuusministeriön energiansäästötoimikunnan keväällä valmistunut työ. Asuntojen lämpökorjauksia vauhditettiin. Lisäksi kaukolämmitysinvestointeja rahoitettiin yli 50 milj. markalla. Uutena tukimuotona otettiin käyttöön teollisuuden säästöinvestointien korkotuki.

Kotimainen energia

Jyrsinturve ja teollisuuden puujäte olivat edullisia polttoöljyyn verrattuna. Vuonna 1980 tuotanto-olosuhteet olivat varsin hyvät ja Vapon turvetuotanto nousi 9,4 milj.m³:iin. Koko maan tuotanto oli yhteensä 10,5 milj.m³. Kauppa- ja teollisuusministeriö myönsi investointiavustuksia 63 milj. mk 125 hankkeeseen, jotka liittyvät kotimaisen energian käyttöön. Investoinneilla arvioidaan korvattavan vuosittain 210 000 öljytonnia vastaava tuontienenergiamäärä.

Energiatutkimus

Vuonna 1980 energiatutkimukseen oli käytettävissä varoja 38 milj. mk, joka oli 15 milj.mk enemmän kuin vuonna 1979. Kaikki lisäys kohdistettiin energiansäästöä ja kotimaisten polttoaineiden käyttöä edistävään tutkimus- ja kehitystoimintaan ydinvoiman käyttöön liittyvien tutkimusten rahoituksen pysyessä suunnilleen edellisen vuoden tasolla. Kotimaisten polttoaineiden tutkimusvaroista huomattavin osa osoitettiin turpeen ja puun energiakäytön tutkimukseen.

TAULU: ENERGIAN KOKONAISKULUTUS ENERGIALÄHTEITTÄIN 1979-1985⁽¹⁾
 Tabell: Totalförbrukning av primärenergi enligt energikälla 1979-1985⁽¹⁾
 Table: Total primary energy consumption by energy source 1979-1985⁽¹⁾

	MÄÄRÄ, Mängd, Quantity			OSUUS, Andel, Share		
	1979	1980 [*]	1985 ^E	1979	1980 [*]	1985 ^E
ULJY Olja Oil	11,78	11,29	10,2	48	46	37
MAAKAASU Naturgas Natural gas	0,85	0,80	1,0 ⁽²⁾	3	3	3 ⁽²⁾
HIILI Kol Coal	3,21	3,76	3,5	13	15	13
YDINVOIMA Kärnkraft Nuclear power	1,59	1,67	3,3	7	7	12
TUONTISÄHKÖ Elimport Electricity imports	0,16	0,30	1,0	1	1	4
TUONTIENERGIA Importerad energi Imported energy	17,59	17,82	19,0	72	72	69
VESIVOIMA Vattenkraft Hydro power	2,69	2,52	3,0	11	10	11
TURVE Torv Peat	0,41	0,47	1,1	2	2	4
MUUT KOTIMAISET Övriga inhemska bränslen Other indigenous fuels	3,79	3,97	4,3	15	16	16
KOTIMAISET Inhemska energi, totalt Total indigenous energy	6,89	6,96	8,4	28	28	31
KAIKKIAAN Inalles Total	24,48	24,78	27,4	100	100	100

1) ei sisällä öljyn toimituksia ulkomaanliikenteeseen
 exkl. bunkringar, excl. bunkers

2) ei sisällä siirtoverkoston mahdollisia laajennuksia

TAULU: ENERGIAN KOKONAISKULUTUS SEKTOREITTÄIN 1979-1985
 Tabell: Energianvändning inom olika sektorer 1979-1985
 Table: Total energy consumption by sector 1979-1985

	1980 [*]	± % 79/85	OSUUS, Andel, Share		
	Mtoe		1979	1980 [*]	1985 ^E
TEOLLISUUS Industri Industry	11,7	+ 3	46	47	50
LÄMMITYS Uppvärmning Space heating	6,4	- 4	27	26	22
LIIKENNE Trafik Transportation	3,0	- 0	12	12	12
MUU Övrigt Others	3,7	+ 5	15	15	16
YHTEENSÄ Totalt Total	24,8	+ 1	100	100	100

TAULU: SÄHKÖN HANKINTA 1978-1985, TWh

Tabell: Tillförsel av elenergi 1978-1985, TWh

Table: Electricity supply 1978-1985, TWh

	1979	1980*	1985 ^E	OSUUS, Andel, Share		
				1979	% 1980*	1985 ^E
VESIVOIMA, Vattenkraft, Hydro Power	10,76	10,09	11,9	28	25	24
VASTAPAINVOIMA, Mottryckskraft, Back pressure power	10,26	10,74	12,3	27	27	25
YDINVOIMA, Kärnkraft, Nuclear power	6,36	6,68	13,0	17	17	27
MUU LÄMPÖVOIMA, Övrig värmekraft, Other thermal power	9,96	11,21	7,6	26	28	16
TUONTI, Import, Imports	2,24	2,39	4,0	6	6	8
HANKINTA, Tillförsel, Supply	39,58	41,11	.	104	103	.
- VIENNI, Export, Exports	1,59	1,16	.	- 4	- 3	.
KOKONAISKULUTUS, Totalförbrukning, Total consumption	37,99	39,95	48,8	100	100	100

ENERGIAN TUOHTI, MÄÄRÄT

	KIVIHIILI	KOKSI	ANTRASIIITTI	RAAKAÖLJY	KESKI- TISLEET	RASKAS POLTTOÖLJY	MAAKAASU	SÄHKÖ
	1000 t	1000 t	1000 t	1000 t	1000 t	1000 t	Milj.m ³ (0°C)	GWh
1973	2907	832	66	9522	1783	2253	-	4602
1974	3837	978	101	9468	1954	2119	412	3388
1975	3730	889	105	9622	1832	1106	670	4155
1976	2676	921	106	11136	1414	1407	817	4129
1977	4193	894	95	11517	1487	1555	759	1390
1978	4703	930	86	10454	1444	1377	902	1575
1979	4647	1260	124	12716	1357	1527	924	2257
1980	4542	1229	127	12877	1391	1333	905	2364

ENERGIAN TUOHTI, ARVO, MILJ. MK

	KIVI- HIILI	KOKSI	ANTRA- SIIITTI	RAAKA- ÖLJY	KESKI- TISLEET	RASKAS POLTTO- ÖLJY	HUU- ÖLJY	HAA- KAASU	SÄHKÖ	YDIH- POLTTO- AIHE	YHTEENSÄ
1973	155	137	7	1046	321	231	38	-	130	-	2050
1974	473	199	15	3090	793	553	78	105	183	-	5459
1975	504	292	19	3105	677	269	34	169	126	-	5195
1976	354	288	20	3598	607	373	25	207	208	-	5975
1977	611	301	19	4612	713	488	31	211	96	24	7106
1978	708	342	19	4310	760	446	39	262	117	240	7243
1979	741	480	25	7409	1542	799	32	265	174	256	11723
1980	939	621	41	11580	1665	915	43	488	199	149	16640

ENERGIAN TUOHTI, KESKIMÄÄRÄISET HIINAT

	KIVIHIILI	RAAKAÖLJY	KESKITISLEET	RASKAS POLTTOÖLJY	MAAKAASU	SÄHKÖENERGIA
	mk/t	mk/t	mk/t	mk/t	mk/1000 m ³	mk/MWh
1973	54	110	180	95	-	28
1974	123	327	406	261	225	54
1975	135	320	370	244	252	30
1976	132	350	426	265	253	50
1977	146	400	479	313	278	69
1978	151	412	526	324	290	74
1979	159	583	1137	524	287	77
1980	207	899	1197	686	539	84

Lähde: Ulkomaankauppatilasto

TVO KÄYNNISTÄNYT NEUVOTTELUT KÄYTETYN POLTTOAINEEN VÄLIAIKAISESTA VARASTOIMISESTA RUOTSISSA

Teollisuuden Voima Oy:n Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla syntyvä käytetty polttoaine varastoidaan aluksi laitosten omissa vesialtaissa. TVO on tilannut ns. tiheitä telineitä, joiden asentamisen jälkeen altaissa on varastokapasiteettia noin 10 vuoden käyttöä varten. Yleismaailmallinen tilanne käytetyn polttoaineen jälkikäsittelyn ja loppusijoituksen osalta on vielä avoin. Varatakseen aikaa parhaan ratkaisun valinnalle TVO selvittää mahdollisuuksia välivarastointitilojen lisäämiseen. Tässä tarkoituksessa TVO on tutkinut oman välivaraston rakentamista Olkiluotoon sekä mahdollisuuksia löytää ulkomailta varastointitiloja.

Ruotsalaiset voimayhtiöt rakentavat käytetyn polttoaineen välivaraston

Ruotsalaisten ydinvoimayhtiöiden yhteisesti omistama osakeyhtiö Svensk Kärnbränsleförsörjning AB (SKBF) aloitti toukokuussa 1980 käytetyn ydinpolttoaineen keskitetyn välivaraston rakennustyöt Oskarshamnin lähellä Ruotsissa. Välivarasto tunnetaan nimellä CLAB (Centrallager för använt bränsle). Ensimmäiset lupahakemukset oli jätetty marraskuussa 1977 ja rakentamisluvat myönnetty elokuussa 1979.

Ensimmäisessä vaiheessa rakennetaan varasto 3000 uraanitonnille käytettyä polttoainetta. Vertailun vuoksi voidaan todeta, että TVO:n Olkiluodon voimalaitosyksiköt tuottavat vuodessa noin 35 tonnia käytettyä polttoainetta. Varaston ensimmäinen vaihe valmistuu vuonna 1985. Myöhemmin varaston kapasiteettia voidaan tarvittaessa laajentaa aina 9000 tonniin saakka. Ensimmäisen vaiheen kustannusarvio on noin 1 miljardi Ruotsin kruunua vuoden 1980 rahassa.

CLAB:iin liittyy kuiviin kuljetusastioihin ja merikuljetuksiin perustuva kuljetusjärjestelmä. Voimalaitospaikoilla on olemassa tarvittavat väylät ja aluksen SKBF on tilannut vuoden 1980 lopussa. Satamalaitteita joudutaan kuljetusjärjestelmän kehittämisen yhteydessä täydentämään.

CLAB:ssa käytetty polttoaine sijoitetaan kallion sisään louhittuihin vesialtaisiin, joissa sitä voidaan säilyttää vuosikymmeniä. Polttoaineelle ei tehdä mitään erityisiä toimenpiteitä, vaan se säilytetään alkuperäisissä nipuissa. Varastoal-
taiden lisäksi CLAB:iin kuuluu maanpäälliset kul-
jetusastioiden vastaanotto- ja käsittelytilat sekä tarvittavat aputilat.

Väliavarastointi ei ole lopullinen ratkaisu käytetyn ydinpolttoaineen ja siinä olevien korkea-aktiivisten ydinjätteiden huollolle. Käytetty polttoaine on väliavarastoinnin jälkeen joko loppusijoitettava sellaisenaan kallioperään tai jälleenkäsiteltävä, jolloin siinä olevat uraani ja plutonium erotetaan korkea-aktiivisesta jätteestä käytettäväksi edelleen polttoaineena ja jäljelle jäävä korkea-aktiivinen jäte sijoitettavaksi kallioperään. Väliavarastoi-
malla käytetyn polttoaineen varaavat voimayhtiöt itselleen valinnanvapauden eri ydinjätehuoltovaihto-
ehtojen välillä ja samalla jäädyttävät korkea-
aktiiviset jätteet paremmin käsiteltäviksi.

TVO käynnistänyt neuvottelut ruotsalaisen väliavaraston käytöstä

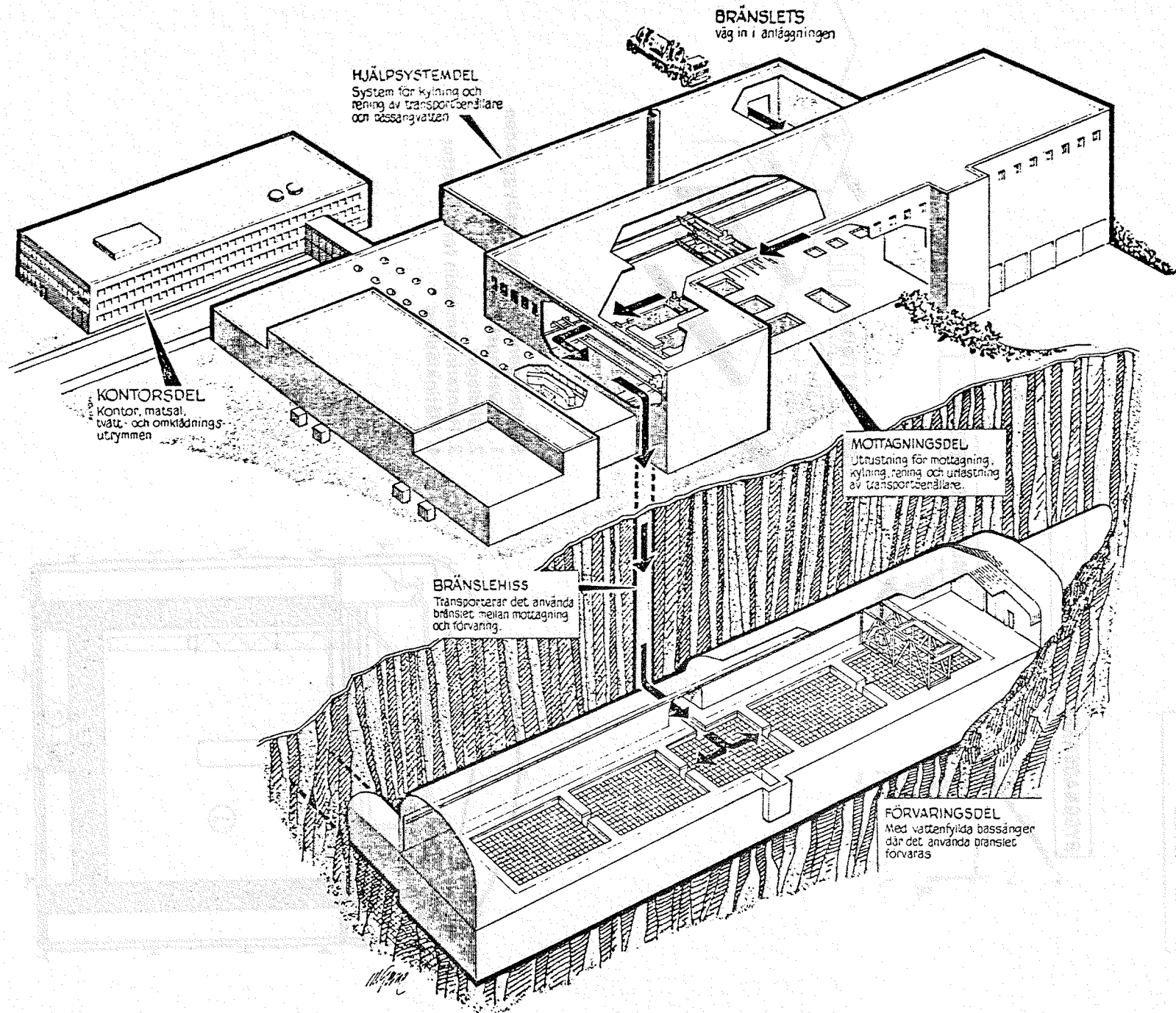
Taloudellisesti on edullisempaa osallistua pienellä osuudella suuren varaston käyttöön kuin rakentaa oma pieni varasto. Tästä syystä TVO on pyrkinyt neuvot-
teluihin ruotsalaisten kanssa.

TVO:n osallistumisesta väliavaraston käyttämiseen on hyötynyt myös ruotsalaisille, koska suurten pääoma-
kustannusten jakajaksi tulee enemmän käyttäjiä.

Neuvottelujen aloittaminen ei vielä merkitse päätös-
tä TVO:n osallistumisesta ruotsalaisen väliavaraston käyttöön. Neuvottelujen tuloksesta ilmoitetaan aikanaan erikseen.

Alustavien tunnustelujen jälkeen ovat TVO ja SKBF käynnistäneet teknilliskaupalliset neuvottelut ja informoineet tästä Suomen ja Ruotsin hallituksia.

Liitteenä kuvia CLAB-hankkeesta, lähteenä OKG Aktueellt-lehden numerot 80.2-3 ja 81.1.



BRÄNSLETS
väg in i anläggningen

HJÄLPSYSTEMDEL
System för kylning och
rening av transportbällare
och bäsängvattnet

KONTORSEDEL
Kontor, matsal,
tvätt- och omklädnings-
utrymmen

MOTTAGNINGSEDEL
Utrustning för mottagning,
kylning, rening och utlastning
av transportbällare

BRÄNSLEHISS
Transporterar det använda
bränslet mellan mottagning
och förvaring.

FÖRVARINGSEDEL
Med vattenfyllda bäsängar
där det använda bränslet
förvaras

14

2201 2201 2201 2201 2201 2201 2201 2201 2201 2201

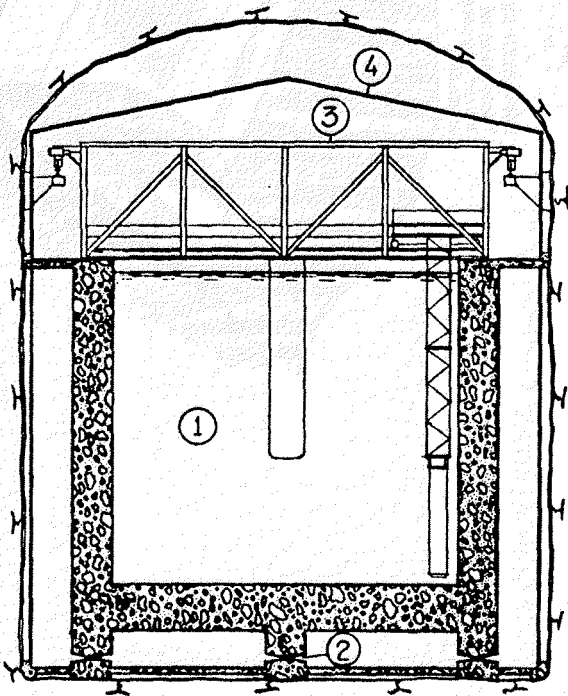
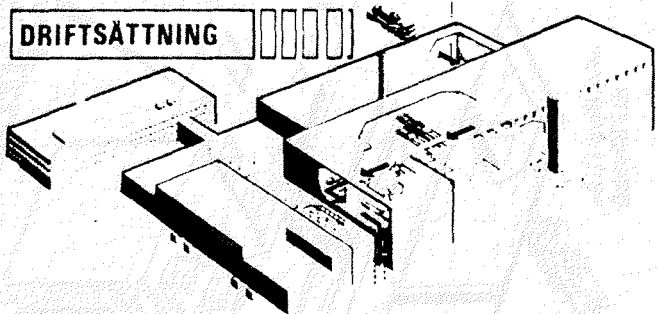
1980	1981	1982	1983	1984	1985
------	------	------	------	------	------

MARKARBETEN

BYGGNADSARBETEN

MONTAGEARBETEN

DRIFTSÄTTNING



Sektion genom förvaringsbyggnaden

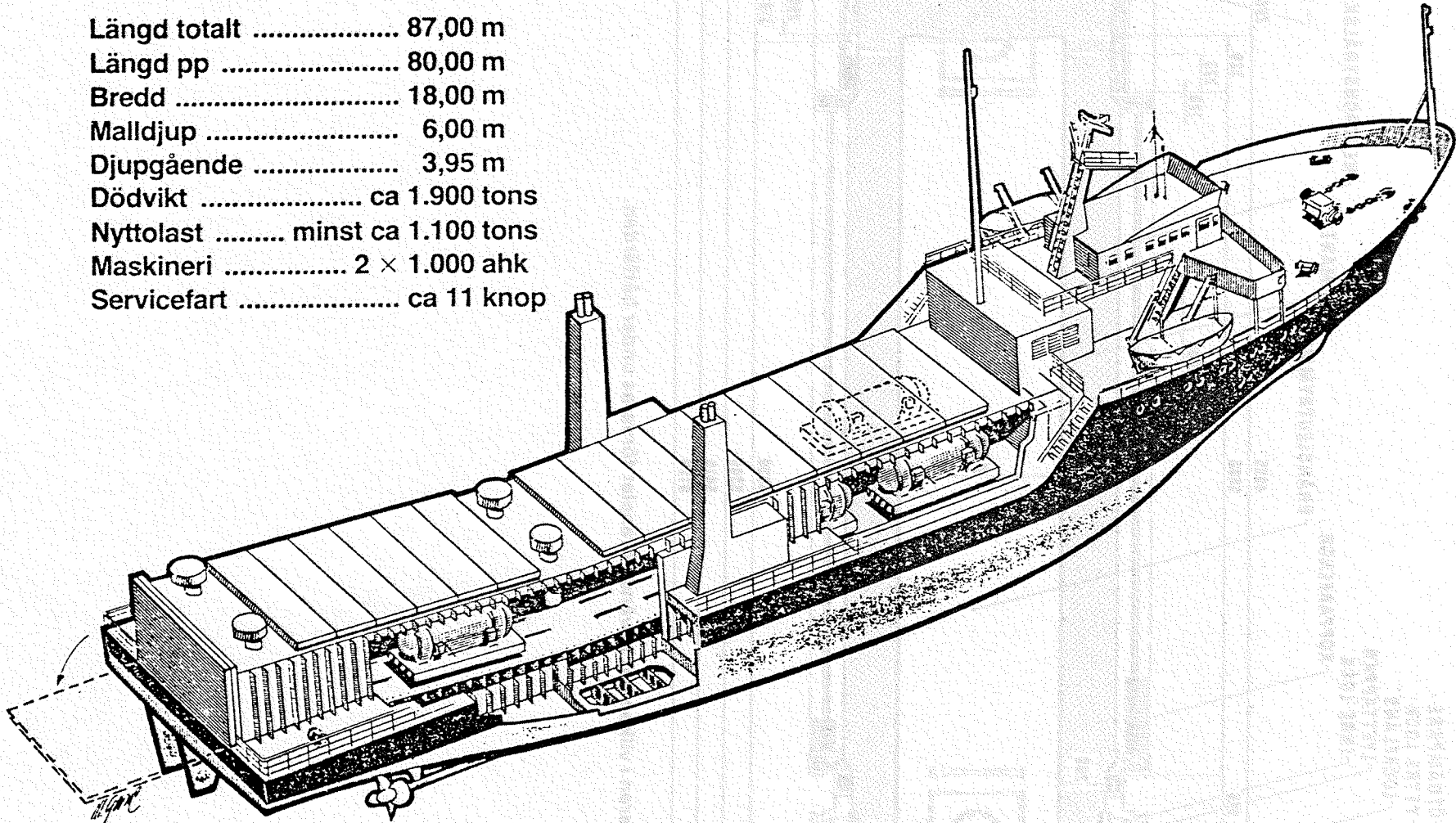
1. Förvaringsbassäng
2. Glidlager
3. Hanteringsmaskin för kassetter
4. Plåtinklädnad

KUVA 3

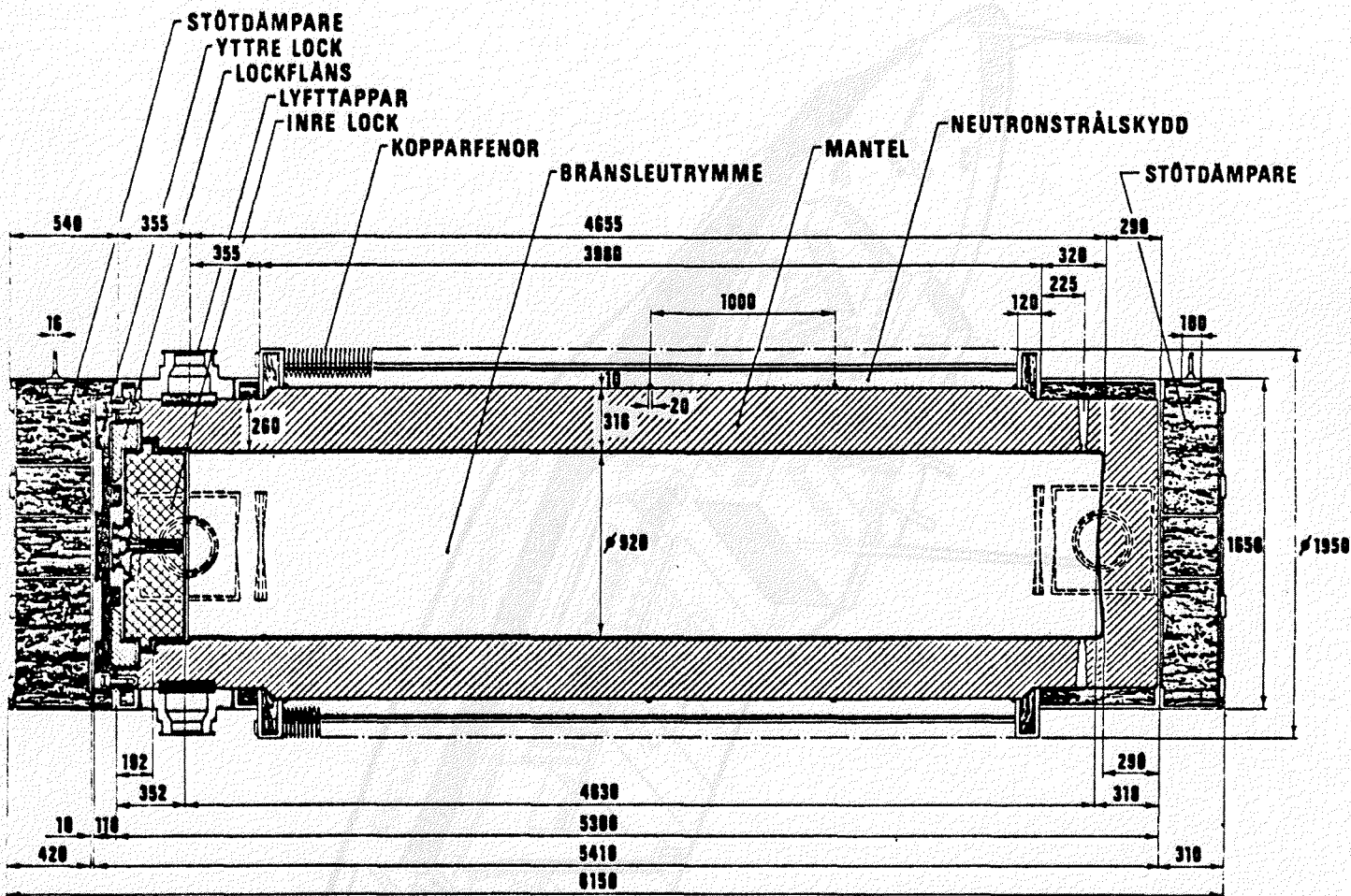
0 10 m

HUVUDDATA

Längd totalt	87,00 m
Längd pp	80,00 m
Bredd	18,00 m
Malldjup	6,00 m
Djupgående	3,95 m
Dödvikt	ca 1.900 tons
Nyttolast	minst ca 1.100 tons
Maskineri	2 × 1.000 ahk
Servicefart	ca 11 knop



43



Transportbehållaren i vilken det använda bränslet förvaras under båtfärden.

SITING OF NUCLEAR PLANTS:
LICENSING AUTHORITIES EXPRESS COMMON VIEWS

Statement by the CSNI Sub-Committee on Licensing
Concerning the Licensing Aspects of
Nuclear Power Plant Siting *

The main contribution towards the protection of public health and safety from the risks arising from the operation of nuclear power plants derives from the high quality standards achieved in the design, construction and operation of these plants. Nevertheless, advantage should be taken of the contribution which can be made to public health and safety by choice of sites. However, site selection alone should not be used to supplant the basic goal of achieving assurance of overall nuclear plant safety by the engineering and operation of the plant.

The practical choice of sites for a nuclear power programme in any country or region is pre-determined by existing conditions in that country or region and site selection is therefore an optimisation process of the factors which influence both the safety of the plant and the public. These methods, as well as their parameters, may vary in different countries depending on the use of nuclear power plants (for electricity generation, district heating, process heat, etc.) and on their natural, technical and socio-economic situations. In some countries, site selection is viewed in practice as a process independent of specific plant engineering features, while in other countries it is viewed more as only one element in the overall process.

Emergency planning is a necessary and prudent measure which also provides an additional safety precaution against highly improbable severe accidents. The feasibility of emergency measures should be taken into account in site selection within the context of the siting options in the particular country or region.

It is recognised that further study of such questions as source terms, dispersion and deposition models, uncertainty analyses for accident consequences, and health effects models, and the continued development of risk assessments for nuclear plants will assist in improving understanding of the relationships among siting, emergency planning and engineered safety features as well as verification of the effectiveness of emergency response procedures. International co-operation on these questions should be encouraged.

* Source: OECD Press Release, PRESS/A(81)1, January 1981

Background Information

The safety record of the nuclear power industry is unequalled in any other technology; its excellence results from the engineered safety features and special operating procedures carefully developed in many countries to attain (and exceed) the safety objectives specified in the nuclear plant licensing process. These safety provisions cover a wide domain, extending from the technical measures in the plants to the qualification of the operators and the criteria used for selecting sites.

Since the 1979 accident at the Three Mile Island nuclear power station in the United States, the authorities in that country have been studying proposals for new siting criteria, which would place greater weight on the density of population in the neighbourhood of any nuclear site. These proposed criteria are such that they would rule out nuclear power plants being located in certain regions where local population densities are higher, despite the possibility in practice of maintaining the level of public protection by introducing additional "engineered" safety features.

If these criteria are accepted, the United States would be adopting an approach to nuclear siting different from that presently established within most NEA Member countries.

This makes obvious the interest of an exchange of view at international level and, to facilitate such a discussion, the OECD Nuclear Energy Agency arranged a special meeting of the CSNI Sub-Committee on Licensing. As a result of this meeting, the Agreed Statement in Annex I was drawn up, placing siting in the context of overall safety. The Statement makes the following main points:

. Site selection alone should not replace engineering and operating measures to achieve safety, although the choice of a site can evidently also make a contribution to public health and safety.

. Selection of a site is, naturally, governed by practical conditions in the country or region concerned (population density, availability of land and cooling water, etc.). In some countries, the choice is made independently of the specific plant design; in others, however, engineered features are considered as factors in the final site selection in order to provide an adequate level of safety independent of a particular population density.

. When selecting a site it is important to consider the feasibility of implementing an emergency plan in case of an accident extending beyond the plant site, as the ability to take quick emergency measures is also a factor in achieving protection of the public.

. Analysis of the relationship between siting, emergency planning and engineered safety provisions enables regulators to judge the overall safety of a nuclear plant. To improve definition of this relationship, further research should be continued at national and international levels on certain topics, including: the expected amount and composition of fission product release from the core as a result of a hypothetical accident (the "source term"); the dispersion of radioactive materials released in such an accident and their deposition within the plant and in the environment; assessment of potential health consequences; and development of risk assessment techniques for nuclear plants.

NUCLEAR SAFETY UPDATE - The Response of
OECD Safety Authorities to the TMI Accident **

The OECD Nuclear Energy Agency (NEA) announces today the publication of a new report "Nuclear Safety Research in the OECD Area: The Response to the Three Mile Island Accident".

This report results from the work initiated by the OECD Committee on the Safety of Nuclear Installations (CSNI)* soon after the accident, in order to review the lessons to be learned from the event, the first major accident in a nuclear power plant. United States officials have kept the Committee informed concerning the US assessments of the causes of the accident and the actions taken and envisaged. These lessons have had implications on safety research in all Member countries.

The Report published today describes the changes to national safety research programmes since the TMI accident under four main headings:

- projects relating to reactor systems and their operation,
- the man/system interface and the problem of learning from experience,
- evaluating the residual risk of a major accident
- reducing the possible consequences of an accident.

A brief discussion of the report is attached. For further information please contact the Nuclear Energy Agency, 38 boulevard Suchet, 75016, Paris, Telephone 524-96.67

* Delegates to CSNI are senior scientists and engineers with responsibilities for nuclear safety and licensing in the OECD Member countries. The Committee provides a forum for the exchange of views and research results, seeks consensus on major safety issues, and is engaged in enhancing knowledge in numerous areas by co-operative means.

E.10359

** Source: OECD Press Release, February 1981

THE "POST-TMI" REPORT

The accident at the Three Mile Island (TMI) nuclear power plant in March 1979 began with an almost routine incident in the station water-treatment plant, a system which is present in all thermal power stations. This fault, compounded by other plant failures and certain human mistakes led to a sequence of events which finally resulted in severe damage to the reactor core.

The response of nuclear safety and licensing authorities to the lessons learned from the accident was to initiate not only new research projects but also examinations of their entire research programmes. The main results of these efforts are described in the new NEA report which has been arranged according to the principle areas in which greatest efforts or change in direction are taking place.

Plant and System Behaviour

An immediate lesson learned from the TMI accident was that the sequence of events had involved physical situations which had not so far been studied in great depth. Up to the time of the accident, the basis of reactor safety assessments and supporting research had been the premise that accidents leading to core damage and to harmful radioactive releases would be abrupt (due for example to the sudden rupture of one of the 70cm-diameter main coolant pipes) and nearly instantaneous. By contrast the TMI accident sequence evolved over a number of hours, and the coolant loss was through a relatively small (7 cm) pipe, equivalent to a "small break" in the system.

The TMI accident showed the importance of understanding operating modes of the reactor in degraded conditions. Many countries are therefore now investigating foreseeable cooling modes, particularly those in which the primary fluid is in two phases.

Since the loss of coolant was due to a "small break", research projects on this type of accident now concentrate on the system-wide effects of a small break in the reactor primary system.

Prior to the accident, it was widely assumed that an accident of any consequence would be of short duration, either because it would be terminated by prompt action of the emergency cooling systems, or because otherwise the fuel would melt and its geometry and coolability would no longer be of prime concern.

The TMI accident with its relatively long duration has changed the perception. During the event the reactor core suffered no significant damage until the last reactor-coolant pumps had been shut down, 100 minutes after the accident began. This has pointed out the need to know the status and geometry of the core so that its coolability in natural circulation may be determined. New research programmes planned or started all focus on this heat-up sequence to study the oxidation of the fuel cladding, the high temperature reactions induced, and so on.

The reports of the major investigations of the TMI accident emphasised that the principal deficiencies causing or worsening the accident arose from a lack of appreciation of the human factors involved, rather than from the operation of the plant and its hardware. Nevertheless, the reports do contain numerous statements about possible deficiencies in certain components and the need to consider the interrelations between all the systems in the plant. As a result, many studies of reactor equipment behaviour were started or modified by plant suppliers, operators and regulatory organisations.

The accident also drew attention to the uncertainty of whether certain reactor components are dependable enough, particularly in the extreme environmental conditions that may prevail when the situation is degrading towards an accident. These specific concerns are considered in the report.

Improving Plant Operations

The most severe criticism levelled against the regulatory authorities and the utilities was based upon the belief that insufficient effort had been placed upon learning from experience in other reactor plants. Moreover insufficient attention was being paid to the growing complexity of plant control-rooms as more and more instrumentation was added at the request of design engineers or licensing authorities. That this situation is changing rapidly is evident from the number of new research activities described in the report.

Risk Assessment

After the accident, two major considerations swiftly emerged: the technical lesson that there was an urgent need for careful study of accident situations in which an event with high probability but low consequence degenerates through multiple failures to a much more serious event - the so-called small-break LOCA typified by the TMI occurrence - and the specific conclusion that human failures not plant deficiencies had predominated in causing and extending the accident.

Since the accident, the merit of using risk assessment techniques to identify potential trouble areas in plant systems has been much more widely recognised, and the major investigations of the accident called for increased emphasis on risk assessment. Groups have been set up or strengthened in a number of countries to develop and apply risk assessment techniques to many areas of reactor technology.

Reduction of Accident Consequences

The basic validity of the "defence-in-depth" concept to protect the public from exposure to radioactivity was demonstrated at Three Mile Island. The containment building performed its function so well that radioactivity released to the public originated almost entirely from necessary plant activities related to hydrogen removal or the changing of the charcoal filters. Circumstances more severe than those which happened at TMI could cause serious challenges to the integrity of the containment building. These challenges are perceived by some to be of higher probability than before TMI, while others argue the merits of strengthening the containment barrier against release of radioactive material to the atmosphere. As a result several new research programmes have been started and older ones accelerated.

Vanhempi hallitussihteeri Yrjö Sahrakorpi

Ydinenergialakitoimikunnan lakiehdotus

ja uusi päätöksentekojärjestelmä

Esitelmä Suomen Atomiteknillisen
Seuran vuosikokouksessa Helsingin
Yliopistolla 29.1.1981

Arvoisat kuulijat

Antaessaan vuoden 1956 valtiopäiville esityksensä atomienergi-
laiksi perusteli hallitus atomienergian hyväksikäyttöön liit-
tyvän toiminnan saattamista luvanvaraiseksi sillä, että ylei-
sen edun vuoksi on välttämätöntä antaa hallitukselle mahdol-
lisuus määrätyissä rajoissa edistää ja valvoa tämän tärkeän
alan kehitystä.

Mietinnössään on ydinenergialakitoimikunta asettunut samalle
kannalle katsoessaan parhaan keinon ydinenergian käytön val-
vomiseen ja ydinenergian käytölle asetettujen tavoitteiden
saavuttamiseen olevan ydinenergian käytön pitäminen luvan-
varaisena.

Toimikunnan lupajärjestelmä jakautuu soveltamisalaltaan kah-
teen pääosaan: ydinlaitoslupiin ja muihin ydinenergian käyt-
töä koskeviin lupiin. Tässä esityksessä keskitytään ydinlai-
toksia koskevaan lupajärjestelmään.

Ydinlaitosluvat

Kuten muistetaan on toimikunta ehdottanut, että laissa tar-
koitettaisiin ydinlaitoksella:

- ydinenergian aikaansaamiseen käytettäviä laitoksia,
tutkimusreaktorit mukaanlukien
- ydinaineen laajamittaiseen valmistamiseen, tuotta-
miseen, käyttämiseen, käsittelyyn tai varastointiin
käytettäviä laitoksia

- ydinjätteen laajamittaiseen tuottamiseen, käyttämiseen, käsittelyyn tai varastointiin käytettäviä laitoksia

Tässä kysymykseen tulevia laitoksia olisivat siis esim.

- ydinvoimalaitos
- ydinaineiden varastointilaitos
- väkevöintilaitos
- ydinpolttolaitos- ja muu polttoaineen valmistamisessa tarvittava käsittelylaitos
- ydintutkimuslaitos
- käytetyn polttoaineen jälleenkäsittelylaitos
- ydinjätteiden välivarasto
- ydinjätteiden käsittelylaitos
- ydinjätteiden loppusijoitusvarasto

Laajamittaisuusvaatimus definioitaisiin asetuksella, kuten lakiehdotuksen määritelmät muutoinkin. Erikseen on todettava, ettei lain soveltamisala kata ydinenergia-alan kaivostoimintaa. Tätä asiantilaa on mietinnöstä saaduissa lausunnoissa melko voimakkaasti arvosteltu. Toimikuntahan olikin jo mietinnössään todennut käsittelevänsä kaivostoimintakysymyksen perusteellisemmin jälkimmäisessä mietinnössään.

Ehdotuksen mukaan tarvitaan, kuten nykyisinkin, lupa ydinlaitoksen rakentamiseen, hallussapitoon ja käyttämiseen.

Erityistapauksen ydinlaitoksen osalta muodostaa lakiehdotuksen järjestelmässä kysymys ydinlaitoksen käytöstä poistamisesta. Käytöstä poistaminen ei muodollisesti ole luvanvaraisista samassa merkityksessä kuin esim. ydinlaitoksen rakentaminen. Käytöstä poistaminen on kuitenkin ehdotuksen mukaan sallittua vasta kun valvontaviranomainen eli säteilyturvallisuuslaitos on hyväksynyt yksityiskohtaisen käytöstä poistoa koskevan suunnitelman käytännön toimenpiteiksi. Käytännöllisiltä seurauksiltaan hyväksymismenettely ei eroa lupamenettelystä.

Lupaviranomainen ja lupamenettely

Lakiehdotuksen mukaan "luvan ydinlaitoksen rakentamiseen, hallussapitoon ja käyttämiseen myöntää valtioneuvosto".

Ministeriöiden välistä työnjakoa säännellään mm. valtioneuvoston ohjesäännöllä, jolla kauppa- ja teollisuusministeriön tehtäväksi on annettu esim. energian käyttöä ja energiahuoltoa koskevat kysymykset. Valtioneuvoston ollessa päättävä viranomainen on tällöin valtioneuvoston osastona toimivan kauppa- ja teollisuusministeriön asiana valmistella ja valtioneuvostolle esitellä ydinlaitosten rakentamista, hallussapitoa ja käyttämistä koskevat asiat. Näin ollen lupahakemus osoitetaan valtioneuvostolle ja toimitetaan kauppa- ja teollisuusministeriölle.

Kauppa- ja teollisuusministeriön tulee tällöin tarkistaa, että hakemus sisältää kaikki ne elementit, jotka toteutuksessa täyttävät ydinlaitoksen rakentamiselle, hallussapidolle ja käyttämiselle asetetut yleiset periaatteet sekä yksittäiset lupaedellytykset, jotka ovat ratkaisun tekemiseksi välttämättömiä. Jos hakemus on puutteellinen, on ministeriön pyydettyä lisäselvityksiä. Tämän jälkeen on lupahakemuksesta kuultava säteilyturvallisuuslaitosta ja niitä muita viranomaisia, joiden toimialaa ministeriö katsoo hakemuksen koskevan. Tällaisia viranomaisia ovat ehdotuksen 19-20 pykälien valossa esim. kunnalliset viranomaiset, ympäristönsuojeluviranomaiset, poliisiviranomaiset, paloviranomaiset, pelastuspalvelutehtäviä hoitavat viranomaiset ja ulkoasiainministeriö.

Saatuaan kaikki tarpeelliset lausunnot ja muut selvitykset on ministeriön tehtävä asiassa ratkaisuehdotus ja esiteltävä se valtioneuvostolle, joka lopullisesti ratkaisee asian. Valtioneuvoston harkinta sisältää toisaalta oikeusharkintaa ja toisaalta tarkoituksenmukaisuusharkintaa. Toimikunta on ehdotuksessaan lähtenyt siitä, että ratkaisu tehdään ratkaisemalla ensin oikeuskysymykset, joihin kuuluu mm. laitoksen

turvallisuuden toteaminen, minkä jälkeen päätös tehdään muilta osin käyttäen tarkoituksenmukaisuusharkintaa. Tämä on tahdottu ilmaista käyttämällä nimenomaan sanontaa "ydinenergian käytön tulee olla, sen eri vaikutukset huomioon ottaen, yhteiskunnan kokonaisedun mukaista". Lakiehdotuksen 12 §:ssä on valtioneuvostolle annettu ratkaisuohe, jossa todetaan, että sen on otettava huomioon ydinlaitoksen rakentamisesta aiheutuvat hyödyt ja haitat kiinnittäen erityisesti huomiota

- ydinlaitoksen tarpeellisuuteen maan energiahuollon kannalta
- laitoksen suunnitellun sijaintipaikan sopivuuteen
- ydinlaitoksen turvallisuuteen ja ympäristövaikutuksiin
- ydinpolttoaine- ja ydinjätehuollon järjestämiseen

Lisäksi ainoastaan painavat syyt oikeuttavat poikkeamaan voimassaolevasta sähköhuollon runkosuunnitelmasta.

On korostettava myös sitä, että luettelo ei ole tyhjentävä - huomiota voidaan joutua kiinnittämään myös laitoksen kansantaloudellisiin, energiapoliittisiin, kauppa- ja ulkopolitiittisiin, aluepoliittisiin sekä muihinkin yhteiskunnallisiin vaikutuksiin. Tässä luetellut tekijät kuuluvat tyyppillisesti tarkoituksenmukaisuusharkinnan piiriin.

Edellä siteeratun säännöksen sanamuoto on ehdotuksesta saaduissa lausunnoissa joutunut arvostelun kohteeksi sen vuoksi, että tarkoituksenmukaisuusharkintaa ilmentävä kokonaisuuskäsite sisältää myös ydinlaitoksen turvallisuuden ja ympäristövaikutukset. Tätä kysymystä tulisikin vielä tarkasti pohtia ennen lopullisen hallituksen esityksen antamista.

Siltä osin kuin kysymys on oikeusharkinnasta saa päätöksestä ehdotuksen mukaan valittaa korkeimpaan hallinto-oikeuteen.

Lupamenettelystä on vielä todettava se, että ydinlaitoksen hallussapitoon ja käyttämiseen on saatava valtioneuvoston lupa, joka voidaan myöntää vasta rakentamisluvan saatua myönteisen ratkaisun. Hallussapito- ja käyttämisluvan edellytykset ovat pitkälti samansisältöisiä kuin rakentamisedellytykset. Huomionarvoista on kuitenkin, että valtioneuvoston tulee tällöinkin harkita, ovatko paitsi oikeusharkinnalla ratkaistavat lupaedellytykset myös ydinlaitoksen hallussapito- ja käyttämislupien myöntäminen (edelleen) yhteiskunnan kokonaisedun mukaista. Lausunnoissa on jonkin verran arvosteltu tätä, lähinnä sen vuoksi, että jo jatkokäsittely voi johtaa jo rakennusvaiheessa olevan laitoksen hallussapito- ja käyttämisluvan epäämiseen. Toimikunta on mietintönsä perusteluosassa kiinnittänyt huomiota tähän ongelmaan ja katsonut, että jos hanke rakentamislupavaiheessa on todettu yhteiskunnan kokonaisedun mukaiseksi, edellyttää luvan hakijan oikeusturva, ettei hallussapito- ja käyttämislupaa harkittaessa hanketta voida todeta yhteiskunnan kokonaisedun vastaiseksi sellaisen perusteen nojalla, joka oli tiedossa jo rakentamisluvan myöntämisen yhteydessä ja päätymistä kielteiseen tulokseen yhteiskunnan kokonaisedun perusteella olisi näin ollen pidettävä poikkeuksellisina hankkeen toteuttamisen tässä vaiheessa. Siten tällainen päätös edellyttäisi uusia ja painavia perusteita.

Yleiseltä merkitykseltään huomattava ydinlaitos

Erityisasemaan on ehdotuksessa asetettu yleiseltä merkitykseltään huomattava ydinlaitos, jonka rakentaminen edellyttää aiemmin mainittujen lupien lisäksi valtioneuvoston periaatepäätöstä siitä, onko ydinlaitoksen rakentaminen yhteiskunnan kokonaisedun mukaista. Tällaisia laitoksia ovat

- ydinenergian aikaansaamiseen käytettävät laitokset, joiden lämpöteho ylittää 10 megawattia
- ydiaineen ja ydinjätteen laajamittaiseen valmistamiseen, tuottamiseen, käyttämiseen, käsittelyyn tai varastointiin käytettävät laitokset.

Lupa tällaisen ydinlaitoksen rakentamiseen voidaan myöntää, milloin valtioneuvosto on periaatepäätöksessään katsonut rakentamisen yhteiskunnan kokonaisedun mukaiseksi ja eduskunta on päättänyt jättää em. päätöksen kumoamatta, eikä sen jälkeen ole ilmennyt sellaisia perusteita, joiden nojalla rakentamista ei enää voida pitää yhteiskunnan kokonaisedun mukaisena. Lisäksi sovelletaan ydinlaitoksien yleisiä rakentamisedellytyksiä.

Periaatepäätöksen tuominen päätöksentekojärjestelmään on monien muiden tärkeiden asioiden joukossa ehkä keskeisin mietinnön ehdotuksista.

Toimikunta onkin katsonut erityisen tärkeäksi ydinlaitoksen hankkimista koskevan ensimmäisen päätöksen tekemisen ja asetti tavoitteeksi sen, että päätöksenteko ensimmäisessä vaiheessa tapahtuisi riittävän monipuolisen tiedon pohjalta ja riittävän korkealla tasolla. Ydinlaitoshankkeen periaatteellinen hyväksyttävyyys yhteiskunnan kokonaisedun kannalta tulisi myös ratkaista mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Ennen tämän periaatepäätöksen antamista rakennuttajayhtiö on joutunut käymään yksityiskohtaisiakin neuvotteluja eri toimittajien kanssa ja hankkimaan erilaisia selvityksiä. Laki-ehdotukseen sisältyy kuitenkin säännös, jonka mukaan hakija ei saa ryhtyä ennen periaatepäätöksen tekemistä toimenpiteisiin, jotka saattavat vaikeuttaa valtioneuvoston mahdollisuuksia ratkaista asia vapaan harkintansa mukaan. Toimikunta on perusteluissaan katsonut tämän mukaisesti kielletyiksi sellaiset s o p i m u k s e t ja muut r a t k a i s u t, joillavaikeutettaisiin periaatepäätöksen tekemistä. Toisaalta on todettava, että tällaisten sopimusten ja ratkaisujen tekoa ei sinänsä ole määrätty rangaistavaksi, elleivät ne samalla muodosta luvatonta ydinenergian käyttöä. Korvausta koskevan säännöksen mukaan jää vastuu taloudellisista menetyksistä rakennuttajayhtiölle, jos periaatepäätös saa kielteisen sisällön.

Kun toisaalta katsotaan, että periaatepäätöksen tekeminen edellyttää riittävän monipuolisen ja luotettavan tietoaaineiston hankkimista, merkitsee tämä toimikunnan mukaan 12 §:n ohje huomioonottaen, että päätöksentekotilanteessa olisi pystyttävä arvioimaan sähkönkysynnän kehitys ainakin 6-9 vuoden pituisen ajanjakson päähän tulevaisuuteen. Edelleen olisi tulloin jo tiedettävä, mihin paikkaan laitos tullaan sijoittamaan. Mahdottomana en pitäisi sitäkään, että vielä päätöksentekotilanteessa esim. kaksi luonnonolosuhteiltaan, kaavoitustilanteeltaan ja muultakin sopivuudeltaan tunnettua sijoituspaikkaa kilpailisivat keskenään.

Ehdotuksen mukaan on periaatepäätöstä koskevaan hakemukseen liitettävä erikseen asetuksella tarkemmin säädeltävät selvitykset laitoksen arvioiduista ympäristövaikutuksista ja turvallisuudesta sekä muu tarpeellinen aineisto.

Periaatepäätöstä tehtäessä tulisi myös olla käytettävissä selvitys siitä, miten laitoksen polttoainehuolto aiotaan hoitaa. Päätöksenteon pohjana saattaisi tältä osalta olla selvitys siitä, mitkä toimittajat voivat liiketaloudelliset ja kansainväliset näkökohdat huomioon ottaen tulla todennäköisesti kysymykseen. Ihannetapaus tietysti olisi, että ydinpolttoainehuolto olisi päätöstä tehdessä asiallisesti ottaen turvattu koko laitoksen toiminta-ajaksi.

Toimikunnan perustelujen mukaan tulisi ydinjätehuollon osalta päätöksentekijällä olla selvä kuva syntyvien jätteiden laadusta ja määrästä, tosiasiaissa käytettävissä olevista teknillisistä vaihtoehtoista jätehuollon hoitamiselle, jätteiden käsittelyn ja loppusijoituksen niveltymisestä mahdollisiin valtakunnallisiin jätehuoltosuunnitelmiin sekä jätehuollon kustannusten suuruudesta hakijan omien ja kansantaloudellisten voimavarojen kannalta.

Kun riittävän monipuolisten selvityksien hankkiminen periaatepäätöstä varten saattaa käytännössä viedä runsaastikin aikaa, saattaa tämä tavoite joutua ristiriitaan sen edellä esitetyn tavoitteen kanssa, että periaatepäätös tulisi antaa

hankkeen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Mitä pitemmälle erilaatuisten selvitysten hankkiminen ja sopimusneuvottelut eri laitostoimittajien kanssa edistyvät, sitä vaikeammaksi käy hankkeesta luopuminen ja valtioneuvoston mahdollisuus vapaasti päättää asiasta. Juuri tähän sisältyykin ilmeinen paradoksi: vaikka valtioneuvoston periaatepäätöksellä ei olekaan sitovaa vaikutusta on päätöksenteon pohjana oltava varsin pitkälle meneviä selvityksiä, jotta periaatepäätöksellä olisi merkitystä ja juuri tämä vaatimus on omiaan siirtämään periaatepäätöksen ajankohtaa lähemmäksi varsinaista lupamenettelyä. Tästä syystä onkin esitetty ajatuksia, joiden mukaan eduskuntaan vietävän päätöksen tulisi olla varsinainen rakentamislupapäätös. Rakentajayhtiöiden intressissä olisi tietysti saada mahdollisimman aikaisessa vaiheessa mahdollisimman sitova päätös. Tästä olisi yhteiskunnan kannalta katsoen kuitenkin se seuraus, että rakentamislupahakemus jäisi käytännössä epäitsenäiseen asemaan, koska sijaa tarkoituksenmukaisuusharkinnalle ei luultavasti enää tällöin jäisi ja valmistelutoimet olisivat edenneet varsin pitkälle.

Joka tapauksessa ei erehdyttäne paljoakaan, jos todetaan, että periaatepäätöksen oikean ajankohdan löytäminen tulee osoittautumaan erittäin vaikeaksi, tietysti edellyttäen, että maahamme vielä hankitaan yleiseltä merkitykseltään huomattava ydinlaitos.

Eduskunnan päätöksenteko

Toimikunta on ehdottanut, että periaatepäätös viipymättä saatettaisiin eduskunnan tietoon. Periaatepäätös olisi kumottava, jos eduskunta niin päättää.

Toimikunta on katsonut, että ydinlaitoksen rakentaminen on oloissamme siksi harvoin tapahtuva ja niin mittava toimenpide, että sen sallimisesta voitaisiin ajatella säädettäväksi hankekohtaisella erityislailalla, jolloin voitaisiin samalla

ratkaista monia mm. laitospaikkakunnan taloudellisesta rasituksesta ja lainsäädäntöjen päällekkäisyydestä aiheutuvia ongelmia. Toimikunta on pitänyt tärkeänä eduskunnan kytke- mistä päätöksentekomenettelyyn, koska periaatepäätöksen koh- teena on koko yhteiskunnan kannalta hyvin merkittävä asia, mutta koska ydinenergian käyttöä koskevat lupapäätökset ovat kuitenkin hallintopäätöksiä, jotka Suomen valtiojärjestelmän mukaan kuuluvat hallintoviranomaisten toimivaltaan, on toimi- kunta päätenyt käsillä olevaan ratkaisuun. Hallitus voi tie- tenkin ilman eri säännöistäkin antaa asiasta selonteon tai tie- donannon eduskunnalle, mutta tämä on kokonaan hallituksen harkinnassa.

Valtioneuvoston periaatepäätöksen valmistelu ja itse periaate- päätöksen antaminen tapahtuisi siten toimeenpanovallan pii- rissä. Toimikunta on perusteluissaan todennut, että sillä ei ole ollut mahdollisuuksia selvittää, voidaanko edellä esi- tetty menettely toteuttaa tavallisessa lainsäädäntöjärjestyk- sessä. Tältä osin on todettava, että menettely ei täydelli- sesti noudata sitä rajanvetoa, joka lainsäädäntövallan ja toimeenpanovallan välillä on omaksuttu. Ehdotetussa muodossa ydinenergialaki näyttäisi vaativan perustuslainsäätämistäjär- jestyksessä tapahtuvaa säätämistä, kuten mm. oikeusministeriö on huomauttanut.

Kuulemismenettely

Erityistä huomiota toimikunta on kiinnittänyt periaatepäätök- sen tekemiseksi tarvittavan tietoaineksen hankkimiseen. Niin- pä ministeriön olisi kuultava periaatepäätöstä koskevasta ha- kemuksesta ainakin säteilyturvallisuuslaitosta ja ympäristön- suojeleviranomaisia sekä suunnitellun laitoksen sijainti- ja naapurikuntia sekä hankittava muu tarpeellinen selvitys. Edellä olevaan pakollisten kuultavien luetteloon on kohdis- tunut melkoisia paineita sikäli, että suuri osa lausunnon antaneista viranomaisista on katsonut välttämättömäksi ao. viraston mainitsemisen luettelossa.

Kokonaan uutta on toimikunnan ehdotus yleisen kuulemisen järjestämiseksi. Sen mukaan hakijan on julkistettava kauppa- ja teollisuusministeriön tarkastama yleispiirteinen selvitys laitoshankkeesta, sen arvioiduista ympäristövaikutuksista ja sen turvallisuudesta. Tämän selvityksen tulee olla yleisesti saatavilla.

Tämän lisäksi on ministeriön varattava ydinlaitoksen lähiympäristön asukkaille ja kunnille sekä paikallisviranomaisille tilaisuus kirjallisten mielipiteiden esittämiseen. Lisäksi on tulevilla laitospaikkakunnalla järjestettävä julkinen tilaisuus, jossa asiasta voi esittää mielipiteitä. Toimikunta on pitänyt tärkeänä, että julkistamismenettely johtaa kaikenkaikkiaan kansalaisten ja viranomaisten väliseen vuorovaikutukseen ja on sen vuoksi ehdottanut säädettäväksi, että tiivistelmä esitetyistä mielipiteistä on saatettava valtioneuvoston tietoon.

Erityisesti voimantuottajapiireissä on tätä "public-hearing"-tyyppistä järjestelyä voimakkaastikin arvosteltu sen vuoksi, että on pelättävissä ydinvoimaa vastustavien kansalaisten ja ulkomaalaisten pyrkivän käyttämään näitä tilaisuuksia ydinvoiman vastaisen propagandan tekemiseen. Onkin todettava, että juuri tähän ydinvoiman vastustajat luultavasti pyrkivät. Mielenkiintoisena yksityiskohtana pantakoon lopuksi merkille, että oikeusministeriö on lausunnossaan katsonut, että suunniteltu julkinen tilaisuus tulisi järjestää myös naapurikunnissa sekä koko ydinlaitoksen vaikutusalueella ja että yleinen kuuleminen tulisi järjestää myös rakentamislupaprosessin yhteydessä.

Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Metallilaboratorio
Jarl Forstén

J Forstén oli ATS:n kokouksessa 26.2.1981 pidetyn laadunvarmistusaiheisen paneelikeskustelun puheenjohtajana.

LAADUNVARMISTUS

Laadunvarmistuksella (Quality Assurance) tarkoitetaan kaikkia suunniteltuja ja järjestelmällisiä toimenpiteitä, jotka ovat tarpeen riittävän varmuuden saamiseksi siitä, että valmiste tai laitos toimii tyydyttävästi käytössä. Määritelmä on hyvin kattava ja teknisten seikkojen lisäksi se kattaa mm. hallinnollisia ja organisatorisia asioita. Näin ollen esim. laadunvalvonta on vain eräs osatoiminto laadunvarmistuksen sateenvarjon alla. Laadunvalvonnalla (quality control) tarkoitetaan tässä niitä laadunvarmistustoimenpiteitä, joiden avulla voidaan mitata ja ohjata valmisteen, prosessin tai laitoksen ominaisuuksia sekä todeta ovatko ne asetettujen vaatimusten mukaiset.

Laadunvarmistusta on harrastettu jo hyvin kauan mutta terminä ja yksilöitynä käsitteenä laadunvarmistussana otettiin käyttöön (10 CFR 50, Appendix B) ydinvoimalaitosalalla v. 1971 USA:ssa. Suomessa termi laadunvarmistus otettiin käyttöön v. 1972-73 VTT:ssä ja STL:ssä. Asiallisesti laadunvarmistusvaatimukset oli sisällytetty jo ensimmäisiin suunnittelukritereihin. IVO:n laitoshankkeet lähtivät käyntiin ennen kuin muodolliset laadunvarmistusvaatimukset esitettiin ja näin ollen IVO on joutunut jälkepäin kehittämään laadunvarmistusjärjestelmäänsä mikä luonnollisesti on aiheuttanut eräitä vaikeuksia. TVO oli siinä onnellisessa (?) asemassa että laadunvarmistusvaatimukset voitiin sisällyttää hankintasopimukseen. Tänä päivänä laadunvarmistuskäytäntö on otettu käyttöön ydinvoimalaitoksiin liittyvissä toiminnoissa. Ydinteknisiä komponentteja valmistavan teollisuuden, laitostoimittajien ja voimayhtiöiden toimintaa kuvataan ja säädellään myös laadunvarmistusteknisessä mielessä. Tarkastusta ja laadunvalvontaa suorittavat organisaatiot ja VTT hoitavat rikkovan ja rikkomattoman aineenkoetustoiminnan kirjallisen laadunvarmistusjärjestelmän mukaisesti.

Laadunvarmistuskäytäntö on ollut ripeässä kehitysvaiheessa 1970-luvun loppupuolella Pohjoismaissa. Resurssien tehokkaan yhteiskäytön, laadunvarmistuskäytännön yhtenäistämisen, koulutusaspektien ja kokemusvaihdon takia päätettiin v. 1976 käynnistää laaja yhteispohjoismainen projekti (ns. NKA/QA projekti) joka on jatkunut neljä vuotta. Projektissa on käsitelty mm. seuraavia aiheita:

- suunnitteluun, valmistukseen ja asennukseen liittyvää laadunvarmistustoimintaa
- TMI-onnettomuuden seuraukset laadunvarmistuksen kannalta
- terminologiaa
- teknisessä ja laadunvarmistuksellisessa toiminnassa tarvittavia apuvälineitä (tarkistuslistoja)
- virallista tarkastusta
- ydinvoimalaitosten käyttöä koskevaa laadunvarmistustoimintaa
- kokemuksen hyväksikäyttö laadunvarmistusjärjestelmää kehitettäessä
- laatupiiritoimintaa
- laadunvarmistustoiminnan laajuutta
- dokumentaatiota ja arkistointia lähinnä laadunvarmistustositteita silmälläpitäen
- valmistajien ja toimittajien arvosteluperusteita sekä
- laadunvarmistuskäsikirjan laatimista.

NKA/QA projektin raportit on esitetty liitteessä 1 ja niitä voi tilata Suomen Hitsaustekniseltä yhdistykseltä.

Laadunvarmistuksesta saadut yleiset käyttökokemukset

Laadunvarmistus on johdon työkalu tietyn laatutason saavuttamiseksi. Yhdessä organisaatiossa kehitetty laadunvarmistusjärjestelmä ei sellaisenaan sovellu käytettäväksi toisessa organisaatiossa.

Yleismaailmallisesti tarkastellen laadunvarmistuskäytännön soveltaminen ei ole aina ollut helppoa. Myös Suomessa on laadunvarmistuksen soveltamisessa ilmennyt vaikeuksia. Ehkä merkittävin vaikeus kaikilla organisaatioilla on ollut laadunvarmistusajattelutavan kehittäminen. Jo laadunvarmistuksen tavoitteiden perillevieminen on kohdannut vaikeuksia. Vaikeuksien syynä on ollut henkilökunnan riittämätön tietous laadunvarmistuksen sisällöstä ja tästä aiheutuvat motivointiongelmat.

Lisäämällä laadunvarmistuksen päämääriin myös ydinvoimalaitoksen käytettävyyden parantaminen voidaan saavuttaa myönteisempi suhtautuminen erityisesti yritysjohton taholta. Varsin monessa tapauksessa päästään käytettävyyttä lisäävillä toimenpiteillä myös parantuneeseen turvallisuuteen.

Vaikeuksia ovat aiheuttaneet myös työnjakokysymykset. Laadunvarmistustyön tehtävänä on varsin suurelta osin valvonta.

Laadunvarmistustoimintaa on haitannut yleiset sanontatavat. Mm. laadunvarmistusstandardeissa käytetyt käsitteet, kuten

- tarvittava
- riittävä
- soveltuva

ovat yleisiä, mutta samalla epämääräisiä antaen mahdollisuuden erilaisiin tulkintoihin.

Nykyisentyyppinen laadunvarmistus edellyttää hyvin laajalle ja syvälle ulottuvaa dokumentointia. Kuitenkin vain osa näistä dokumenteista on aktiivisessa käytössä. Laajaan dokumentointijärjestelmään liittyvä raskas dokumenttien hyväksymis- ja ylläpitojärjestelmä ei kuitenkaan erottele dokumentteja niiden käyttöasteen tai tärkeyden mukaan.

Laadunvarmistuksesta saatava hyöty on vaikeasti määriteltävissä: kuinka paljon turvallisuus paranee (riskit pienenevät), kun lisätään laadunvarmistustoimenpiteitä, mitä vaikutusta lisääntyneellä laadunvarmistuksella on pitkäaikaisiin kustannuksiin jne. Ongelma on siinä, että meillä ei ole tehokkaita keinoja mitata laadunvarmistuksen vaikutusta ja tehokkuutta.

Henkilökunnan asenteilla ja osaamisella on ratkaiseva merkitys asetettujen laadunvarmistustavoitteiden saavuttamisessa. Koulutuksen tulisi sisältää teknisten tietojen lisäämisen ohella laatuajattelutapaa ja laadun merkitystä käsittelevää opetusta.

Jotta suunnittelun tarkastuksesta saataisiin parhaat mahdolliset tulokset, tulisi se suorittaa sellaisten henkilöiden toimesta, jotka ovat riippumattomia alkuperäisestä suunnittelusta ja joilla ennen kaikkea on paljon kokemusta ydinvoimalaitosten rakentamisesta ja käytöstä.

Laadunvarmistusajattelu leviää tällä hetkellä ydinsektorin ulkopuolelle mm. valmistajan tuotevastuun mukana. Ydinvoimalaitosten rakentamisen yhteydessä kehitettyä laadunvarmistuskäytäntöä pidetään kuitenkin niin raskaana että jo laadunvarmistussanan käyttö tavallisessa teollisuudessa aiheuttaa negatiivisia reaktioita.

25.3.1981

JF/SM

NKA/QA-PROJEKTET

RAPPORTFÖRTECKNING

Delprojekt 1: Kvalitetssäkring vid konstruktion, tillverkning och montage

- NKA/QA-K1(79)1 Sammenligning av noen grunnleggende nasjonale og internasjonale kvalitets-sikrings-standarder
- NKA/QA-K1(79)2 EKKI's quality assurance manual
- NKA/QA-K1(79)3 Kvalitetssikring for konstruksjon, tilvirkning og montasje. Amerikanske, finske og svenske erfaringer
- NKA/QA-K1(79)7 Statens Vattenfallsverks kvalitets-handbok för uppförande av kärnkraft-verk
- NKA/QA-K1(80)3 A survey of documents for interpretation and amplification of 10 CFR 50, Appendix B
- NKA/QA-K1(80)4 Nuclear quality assurance - Post TMI-2, changes and tendencies
- NKA/QA-K1(81)1 De olika grundläggande kvalitetssäkrings-standarderna i relation till deras bruk i Norden

Delprojekt 2: Terminologi

NKA/QA-K2(78)1 Terminologi

Delprojekt 3: Utarbetande av checklistor

NKA/QA-K3(78)7 Teknisk checklista (exempelsamling) avsedd för granskning, övervakning, kontroll etc. vid uppförande av kärnenergianläggningar

NKA/QA-K3(80)1 Auditchecklista avsedd för s.k. QA-systemaudits vid uppförande av kärnenergianläggningar

NKA/QA-K3(80)2 Technical check list (collection of examples) intended for review, supervision, control etc. during construction of nuclear power plants

NKA/QA-K3(80)3 Audit check list intended for QA-audits during construction of nuclear power plants

NKA/QA-K3(80)6 Rekommendationer för planering, utförande och rapportering av audits av kvalitetssäkringssystem

Delprojekt 4: Officiellt godtagbar inspektion

NKA/QA-K4(80)2 Officiell provning och kontroll

Delprojekt 5: Kvalitetssäkring vid drift

NKA/QA-K5(80)1 Kvalitetssäkring vid drift av kärnkraftverk

NKA/QA-K5(80)2 Kvalitetshandbok för driftfasen av kärnkraftverk

- NKA/QA-K5(80)3 Huvudinstruktionerna för ändrings-
arbeten och inköp
- NKA/QA-K5(80)4 Behövliga instruktioner vid driftfasen
av kärnkraftverk
- NKA/QA-K5(80)5 Auditchecklistor för systemaudit vid
drift av kärnkraftverk

Delprojekt 6: Återföring av erfarenheter från konstruk-
tion, tillverkning, montage och drift till kvalitets-
säkringsarbetet

- NKA/QA-K6(78)2 Återföring av erfarenheter från konst-
ruktion, tillverkning, montage och
drift av kärnkraftverk till kvalitets-
säkringsverksamheten för uppförande-
fasen. Del 1: Riktlinjer och metoder
- NKA/QA-K6(80)3 Komplement till del 1: Kvalitetscirklar

Delprojekt 7: Kvalitetssäkringens omfattning

- NKA/QA-K7(79)3 Kvalitetssäkringens omfang i forbin-
delse med konstruktion, fremstilling
og afprøvning af nukleare anlæg

Delprojekt 11: Utarbetande av kvalitetssäkringshandbok

- NKA/QA-K11(81)1 Kvalitetssäkringshåndbok

Delprojekt 12: Dokumentation

- NKA/QA-K12(80)3 Arkivering av kvalitetssäkringsdokument

Delprojekt 13: Principer för leverantörsbedömning

- NKA/QA-K13(80)1 Principer för leverantörsbedömning

Rapporterna kan beställas från:

Dansk forening for kvalitetsstyring
Postboks 52
2950 Vedbæk
DANMARK

Norges kvalitetstekniske forening
Carl Grondahls v. 4
N-Oslo 8
NORGE

Sveriges kvalitetstekniska förening
Box 2163
103 14 Stockholm 2
SVERIGE

Suomen hitsausteknillinen yhdistys r.y.
Mäkelänkatu 36 A 2
00510 Helsinki 51
FINLAND

27.3.1981

RL/PSi

Eero Tamminen
Sähkötekniikan laboratorio
Valtion teknillinen tutkimuskeskus

SUOMEN SÄHKÖNTUOTANTO VUOSINA 1980-2000

Kauppa- ja teollisuusministeriön energiaosaston julkaisusarjassa on ilmestynyt kirjoituksen otsikon mukainen selvitys, tekijänä Eero Tamminen, Pirjo Mäkinen, Seppo Vuori ja Seppo Kärkkäinen VTT:ltä. Julkaisu on yhteenveto ns. suurvoimalaitos selvityksestä, laajasta tutkimuksesta, jonka tuloksia on julkaistu myös VTT:n tiedonantona.

Seuraavassa on tutkimuksen koko ensimmäinen luku "Johtopäätökset ja yhteenveto", sekä eräitä tulostaulukkoja.

Taulukko 3.2. Eräiden rakennusohjelmien vertailu
(kysyntäarvio A1, korko 5 %)

Vuosi	Ohjelma A1.1 (hiili)				Ohjelma A1.4 (ydin-hiili)				Ohjelma A1.5 (hiili-turve)				Ohjelma A1.6 (ydin-hiili-turve)			
	Y	H	T	KT	Y	H	T	KT	Y	H	T	KT	Y	H	T	KT
1980																
81																
82																
83																
84																
1985																
86																
87		500				500					200				200	
88										500				500		
89		500			1000											
1990											200				200	
91				200						500			1000			
92		500						200								
93								200			200				200	
94		500				500				500						
1995																200
96						500					200				200	
97		500										200		500		
98						500						200				
99				200							200				200	
2000				200						500						200
yht.		2500		600	1000	2000		400		2000	1000	400	1000	1000	1000	400
MW	3100				3400				3400				3400			

Y = ydinvoimalaitos H = hiilivoimalaitos T = turvevoimalaitos KT = kaasuturbiiniblokki

1.1 Johtopäätökset

Tärkein tässä työssä tarkasteltu kysymys koskee uuden kapasiteetin tarvetta sekä ydin- ja hiililauhdutusvoiman keskinäistä asemaa Suomen sähköntuotannossa. Toisena oleellisena ongelmana on tarkasteltu turpeeseen perustuvan lauhdutusvoimantuotannon mahdollisuuksia.

Raportoitavista tuloksista suurin osa koskee energiantuotannon taloudellisia kysymyksiä. Näiden osakseen saaman huomion ei tule johtaa siihen, että muut valintaperusteet unohdetaan, etenkin kun kustannuserot vaihtoehtojen välillä ovat usein suhteellisen pieniä ja epävarmoja.

Tuotantokapasiteetin rakentamista on tarkasteltava sekä energiantuotannon kustannusten että koko kansantalouden, tuotannon ympäristövaikutusten ja sovellettavan teknologian sosiaalisten ja poliittisten vaikutusten kannalta. Mainittujen lisäksi on muitakin, rajatumppia, mutta silti tärkeitä tarkastelukulmia.

Tässä työssä on käsitelty melko laajasti suoraviivaisia ympäristövaikutuksia sekä erilaisia onnettomuustilanteita koskevia seurausvaikutus- ja todennäköisyyslaskelmia. Lisäksi on tarkasteltu kansantaloudellisia vaikutuksia. Eri näkökulmat on yhdistettävä kokonaisnäkemykseksi harkittaessa vaihtoehtoja.

Seuraavassa käsitellään lyhyesti, millaisia johtopäätöksiä tuloksista voidaan tehdä sähköenergiantuotannon kustannusten kannalta.

Ensimmäiseksi on korostettava sitä, että jokainen kapasiteettia koskeva johtopäätös on seurausta käytetystä kysyntäarviosta. Tässä työssä ei ole tutkittu kysynnän kehittymistä, vaan on lähdetty kahdesta arviosta, joista pienempi (arvio A1) päättyy vuonna 2000 kysyntään 70 TWh ja suurempi (A2) kysyntään 90 TWh. Jos arviota muutetaan, muuttuvat kapasiteettiohjelmat vastaavasti.

Kaikki realistiset rakentamishjelmat sisältävät hiililauhdutusvoimaa sekä kaasuturbiinivoimaa tai muuta huippuvoimaa kuormitushuippujen ja eri laitosten satunnaisten vikautumisien varalta. Ohjelmat, joissa rakennettaisiin vain ydinvoimaa ja kaasuturbiinivoimaa, eivät tule kysymykseen, koska tällöin ydinvoimalaitokset joutuisivat osallistumaan merkittävästi tuotannon säätöön.

Useimmissa tapauksissa ovat vaihtoehtoisten ohjelmien kokonaiskustannukset suhteellisen lähellä toisiaan.

Tarkastellaan pienempää kysyntäarviota A1. Jos koroksi otetaan 5 % ja ydinvoimalle käytetään alempaa investointikustannusten arviota 3 820 mk/kW, ovat optimaalisen ydin- ja hiilivoimasta koostuvan ohjelman diskontatut kokonaiskustannukset noin 1 % pienemmät kuin optimaalisen, pelkästään hiilivoimasta muodostuvan ohjelman. Jos ydinvoimalle käytetään korkeampaa kustannusarviota 4 790 mk/kW, nousevat ydinhiilivoimaohjelman kustannukset noin 0,5 % korkeammiksi kuin hiilivoimaohjelman kustannukset. Tämä hiilivoimaohjelma käsittää 2 500 MW lauhdutusvoimakapasiteettia ja ydinhiiliohjelma 1 000 MW ydinvoimaa sekä 2 000 MW hiilivoimaa.

Jos taas koroksi otetaan 10 %, on optimaalinen hiiliohjelma kustannuksiltaan pienin ydinvoimainvestoinneista riippumatta. Yhden 1 000 MW:n ydinvoimalaitoksen käsittävä ohjelma on nyt noin 1 % kalliimpi ydinvoiman investointikustannuksilla 3 820 mk/kW ja noin 3,5 % kalliimpi, jos investointikustannus on 4 790 mk/kW.

Diskonttauskoron arvosta ja ydinvoimalaitosten investointikustannuksista riippumatta sisältävät kaikki pienemmällä kysyntäarviolla saadut ohjelmat 500 MW:n hiililauhdutusvoimalaitoksen ensimmäisenä uutena suurena pohjakuormayksikkönä. Tämä laitos on ohjelmissa otettu käyttöön vuosina 1987-1988 ohjelmasta riippuen.

Tulosta ei kuitenkaan pidä tulkita siten, että esillä oleva tutkimus osoittaisi, että tämä pohjakuormakapasiteetin

ensimmäinen laajennus tarvitaan välttämättä jo em. vuosina. Tulos perustuu kysyntäarvioon A1, josta tällä hetkellä ollaan jäljessä noin yhden vuoden kehityksen verran. Edelleen on myös mahdollista lykätä pohjakuormalaitosten rakentamista, jos huippuvoiman rakentamista siirretään aikaisemmaksi.

Seuraavina laajennuksina käsittävät ydinvoimaa sisältävät ohjelmat 1 000 MW:n laitoksen vuosina 1989 tai 1991 kysyntäarvion A1 mukaan ja hiilivoimasta muodostuvat ohjelmat toisen 500 MW:n hiililyksikön samoina vuosina ja kolmannen kolme vuotta myöhemmin.

Seuraavat tekijät vahvistavat ydinvoiman taloudellista kilpailuasemaa voimalaitosohjelmassa: Raakaenergian hinnan nousu, jos nousu on prosentuaalisesti sama eri energialajeille, sekä kulutuksen nopea kasvu (merkittävästi yli 70 TWh v. 2000).

Vastaavasti seuraavat tekijät heikentävät ydinvoiman asemaa ohjelmassa: Kulutuksen kasvu ei muodostu erityisen nopeaksi, korkokanta nostetaan tarkasteluissa yli 5 %:n, ydinvoiman investoinnit nousevat arvioitua alarajaansa 3 820 mk/kW korkeammiksi, ydinvoiman käytettävyyttä jää alle arvioidun.

Näiden vaihtoehtoisten tilanteiden taloudellisia seurauksia on tarkasteltu tässä selvityksessä. Eri vaihtoehtojen väliset erot mitattuina taloudellisilla mittapuilla eivät muodostu ratkaisevan suuriksi tarkastelluissa tapauksissa.

Toinen tärkeä kysymys koski turvelauhdutusvoiman kannattavuutta. Koska turpeen ja hiilen raakaenergiakustannukset ovat perushintatilanteessa lähellä toisiaan, aiheutuu ohjelmien kokonaiskustannusten ero tällöin turvelaitosten suuremmista investointikustannuksista. Tällöin turvelaitosten etuna on kotimainen raakaenergia. Tuontiraakaenergian hintojen noustessa kääntyy kokonaiskustannusten ero turveohjelmien eduksi.

Lauhdutusvoimainvestoinnit lisäävät tuontia 1 000 MW:a kohden seuraavasti: Ydinlaitos 2 100 - 2 600 mmk, hiililaitos 1 100 mmk ja turvelaitos 1 400 mmk. Kun voimalaitoksen kapasiteetin käyttöajaksi oletetaan 5 500 h vuodessa, on raakaenergian tuonti ydinlaitoksella n. 175 mmk, hiililaitoksella n. 430 mmk, kun taas turpeen hinnasta tuontipanoksien osuus on pieni. Voimantuotannon työllistävä vaikutus on vähäinen, turpeentuotannon työllisyysvaikutus sitä vastoin on merkittävä.

Ydinvoiman ja toisaalta hiili- tai turvevoiman ympäristövaikutukset ovat niin eri luonteisia, että yhteisiä kvantitatiivisia mittoja ei juuri voi käyttää. Laitoksia on tästä johtuen arvioitava ympäristövaikutustensa kokonaiskuvan perusteella.

1.2 Rakentamisajat

Hiili-, turve- ja kaasuturbiinilaitosten rakentamisajat eivät aiheuta ongelmia. Tässä työssä on kaasuturbiinilaitoksen rakentamisaikana pidetty yhtä vuotta. Käytännössä tämä voidaan jopa alittaa. Hiili- ja turvelaitoksia on käsitelty neljän vuoden aikataulun pohjalta. Varsinaiset rakennustyöt voidaan haluttaessa suorittaa nopeamminkin, mutta tämä saattaa nostaa kustannuksia jonkin verran. Eri osien toimitusajat, jotka puolestaan riippuvat markkinatilanteesta, määräävät tilauspäättöksen ja käyttöönoton välisen ajan, em. neljää vuotta voidaan kuitenkin pitää ohjeellisina.

1 000 MW:n ydinvoimalan rakentamisen vaatima aika tilauspäättöksestä siihen, kun laitos yhdistetään verkkoon on sitä vastoin vaikea arvioida tarkasti. Investointeja ajoitettaessa on työssä käytetty 6 vuoden rakentamisaikataulua, jota voidaan pitää minimiaikatauluna. Tilauspäättöksen ja verkkoon yhdistämisen välinen aika on pitempi, 8-10 vuotta johtuen mm. hallinnollisista toimenpiteistä, paineastian ja muiden komponenttien toimitusajoista, myöhästymisistä, joita ei voida ottaa kiinni lisäämällä projektien resursseja sekä koekäytön vaatimasta ajasta.

Ohjeellisina aikoina laitoksen tilauspäätöksestä verkkoon yhdistämiseen voidaan siten pitää seuraavia: Kaasuturbiinit 1 vuosi, konventionaalinen lauhdutusvoima 4 vuotta ja ydinvoima 9 vuotta.

1.3 Tärkeimmät lähtökohdat

Tuotantokapasiteetin rakentamishjelmia tarkasteltaessa tärkein lähtökohta on kulutusta koskeva arvio. Työssä on käytetty kahta arviota, pienempää A1 ja suurempaa A2. Vuoden 1979 kulutus oli noin 38 TWh; kulutus vuonna 2000 on arvion A1 mukaan 70 TWh ja arvion A2 mukaan 90 TWh. Yksityiskohtainen kehitys on esitetty luvussa 2.

Näitä arvioita ei tule pitää ennusteina, eikä niitä pidä tulkita esimerkiksi siten, että kulutuksen arvioitaisiin pysyvän niiden välissä.

Kapasiteetin rakentamisessa ovat vaihtoehtoina ydinvoima ja hiililauhutusvoima. Laitoskoko on 1 000 MW ja vastaavasti 500 MW. Huippuvoima muodostuu 200 MW:n kaasuturbiiniblokeista. Edelleen on tarkasteltu viiden yhteiseltä teholtaan 1 000 MW:n turvelauhutuslaitoksen rakentamista. Työssä on analysoitu rakennusohjelmia, joissa pohjakuormalaitoksiksi rakennetaan vaihtoehtoisesti: vain hiilivoimaa, vain ydinvoimaa, hiili- ja ydinvoimaa, hiili- ja turvevoimaa sekä hiili-, ydin- ja turvevoimaa.

Kahden kysyntäarvion ja eri rakentamispolitiikkojen lisäksi on energian hinnoille käytetty kahta arviota. Toisessa hintojen on oletettu pysyvän vakaina, ja toisessa tuontienergian hinnat kaksinkertaistuvat reaalisesti vuoteen 2000 mennessä.

Pääomakustannusten laskennassa on käytetty 5 %:n ja vaihtoehtoisesti 10 %:n korkokantaa. Ydinvoimalaitoksen investointikustannuksille on käytetty kahta arviota: noin 3 800 mk/kW ja noin 4 800 mk/kW.

Kustannus- ja hintatiedot ovat vuoden 1979 viimeisen neljänneksen ja raakaenergian osalta vuoden 1980 alun tietoja. Tekniset perustiedot on myös tarkistettu vuoden 1980 alussa.

1.4 Epävarmuustekijät ja jatkotutkimusten tarve

Koko tämän työn oleellinen sisältö liittyy voimalaitosohjelmien epävarmuustekijöihin. Seuraavassa todetaan luettelonomaisesti tärkeimmät näistä.

Kapasiteetin laajentamisen perustana on kasvava energiankysyntä. Alempikin kasvuarvio A1 päättyy 70 TWh:n kulutukseen vuonna 2000, kun kulutus v. 1979 oli 38 TWh. On mahdollista, että sähköenergian kulutus kehittyy huomattavasti arviota A1 hitaammin, jolloin kaikki rakentamispäätökset siirtyvät.

Korkeasuhdannevuonna 1979 sähkönkulutus kasvoi n. 8 % edellisestä vuodesta, ja tämän vuoden alussa oletettiin kasvun jatkuvan. Kulutukseksi v. 1980 ennustettiin 41 TWh. Tällä hetkellä näyttää siltä, että kasvu on noin puolet arvioidusta, ja kulutus tulee olemaan n. 39,5 TWh. Ero, 1,5 TWh, on noin yhden vuoden keskimääräinen ennustettu kysynnän kasvu, joten jos oletamme kysynnän kehittyvän jatkossa arvion A1 mukaisesti, on rakentamisaikatauluja siirrettävä vuodella myöhäisemmiksi tässä raportoiduista.

Koko kysyntäennuste on otettava kriittisen tarkastelun kohteeksi. On selvitettävä, mitkä tekijät vaikuttavat kotimaiseen välittömään kulutukseen sekä tavaroiden kulutuksen muodossa tapahtuvaan välilliseen sähkönkulutukseen. Teollisuuden sähkönkulutuksen kehittyminen on arvioitava tuotannon rakenteen ja volyymin kehityksen pohjalta. Koska runsaasti energiaa vaativan prosessiteollisuuden osuus Suomen sähkönkulutuksesta ja myös koko energiankulutuksesta on vieläkin melkein 50 %, on erityistä huomiota kiinnitettävä prosessiteollisuuden kehitykseen niiden mahdollisuuksien puitteissa, joita tuote-, raaka-aine- ja raakaenergia-markkinat tarjoavat.

Raakaenergiamarkkinoiden, saatavuuden ja hintojen epävarmuutta ei tänä päivänä tarvitse korostaa. Todetaan, että merkittävä kulutuksen kasvu reaalihintojen noustessa ei ole mahdollista tuonnista riippuvassa Suomessa. Tammi-syyskuussa 1980 oli energiatuonnin osuus koko tuonnista 28 %, tuontienergian osuus 71 % koko energiankulutuksesta ja kauppatase oli huomattavasti alijäämäinen. Luvuista voitane päätellä, että tuontienergian hintojen reaalin kaksinkertaistuminen jo vakiona pysyvällä tuonnilla johtaisi tilanteeseen, jossa kauppataseen tasapainon saavuttaminen on mahdotonta.

Erityisesti ydinvoimalaitosten käytettävyyteen sekä niiden polttoainehuoltoprosesseihin liittyy sekä teknisiä että yhteiskunnallisia epävarmuustekijöitä.

1.5 Työn rakenne ja menetelmät

Tämä julkaisu on yhteenveto seuraavista töistä, jotka käsittelevät Suomen sähköntuotantokapasiteetin rakentamista vuosina 1980-2000.

1. Tamminen, E. & Mäkinen, P., Suomen sähköntuotantokapasiteetin optimaalinen rakentaminen vuosina 1980-2000. Espoo 1980. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Sähkötekniikan laboratorio, Tiedonanto 56. (viite /1/)
2. Lautkaski, R., Pohjola, V., Savolainen, I. & Vuori, S., Kivihiileen, turpeeseen ja ydinvoimaan perustuvan energiantuotannon ympäristövaikutukset. Helsinki 1980. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Ydinvoimatekniikan laboratorio, Tiedonanto 55. (viite /2/)
3. Tamminen, E. & Kangas, M., Voimalaitosinvestointien vaikutuksista tuontiin ja työllisyyteen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Sähkötekniikan laboratorio, tutkimusraportti, tullaan julkaisemaan. (viite /3/)

Työt muodostavat suurvoimalaitos selvityksen nimellä tunnetun kokonaisuuden. Tässä yhteenvedossa rajoitutaan keskeisiin

tuloksiin. Edellä mainitut raportit antavat täydellisemmän ja yksityiskohtaisemman kuvan tuotantokapasiteetin rakentamiseen liittyvistä kysymyksistä.

Eri tapauksissa optimaaliset kapasiteetin rakentamisohjelmat on määrätty käyttäen hyväksi International Atomic Energy Agencyn WASP-ohjelmakirjastoa. Optimointikriteerinä ovat vuoteen 1980 diskontatut ohjelman kokonaiskustannukset, ts. investointi-, raakaenergia- ja käyttökustannukset.

Ohjelmille on laskettu investoinnit, energiantuotannon jakautumat, raakaenergian kulutus ja kustannukset sekä sähköntuotannon kustannukset. Yksityiskohtaiset tulokset on julkaistu edellä ensimmäisenä mainitussa osaraportissa /1/.

Konventionaalisiin energiantuotantomuotoihin (kivihiili, turve) ja ydinvoimaan liittyvät haittavaikutukset ovat luonteeltaan varsin eri tyyppisiä, joten niiden suora vertailu ei ole yksinkertaista. Tästä syystä päätavoitteena selvityksessä on ollut kartoittaa kunkin vaihtoehdon osalta eri vaiheisiin liittyvät haittavaikutukset lähtien polttoaineen louhinnasta ja päättyen jätetuotteisiin asettamatta eri vaiheiden ja vaihtoehtojen vaikutuksia merkittävyysjärjestykseen.

Esillä olevassa julkaisussa keskitytään pääasiassa itse energiantuotantovaiheista aiheutuviin ympäristöhaittoihin. Laajempi selvitys koko polttoainekierron ympäristövaikutuksista ja myös laitoshenkilökuntaan kohdistuvista riskeistä sisältyy yllä mainittuun viitteeseen /2/.

Kolmantena mainittu osa, viite /3/ käsittelee voimalaitosinvestointien kansantaloudellisten vaikutusten laskemista panos-tuotos-mallilla. Tuloksista on yhteenveto viidennessä luvussa.

Taulukko 3.1. Optimaaliset rakennusohjelmat.

No	Kysyntä	Kapasiteetti			Korko %	Vertailukust. mmk	Tunnus
		Y	H	T			
1	A1	-	H	-	5	20707	A1.1
2	A1	Y38	-	-	5	20648	A1.2
3	A1	Y48	-	-	5	21335	A1.3
4	A1	Y38	H	-	5	20460	A1.4
5	A1	Y48	H	-	5	20707	sama kuin 1
6	A1	-	H	T	5	21144	A1.5
7	A1	Y38	H	T	5	20899	A1.6
8	A1	Y48	H	T	5	21144	sama kuin 6
9	A1	-	H	-	10	13456	A1.7
10	A1	Y38	-	-	10	13771	A1.8
11	A1	Y48	-	-	10	14087	A1.9
12	A1	Y38	H	-	10	13456	sama kuin 9
13	A1	Y48	H	-	10	13456	sama kuin 9
14	A1	-	H	T	10	13734	A1.10
15	A1	Y38	H	T	10	13734	sama kuin 14
16	A1	Y48	H	T	10	13734	sama kuin 14
17	A2	-	H	-	5	30674	A2.1
18	A2	Y38	-	-	5	29906	A2.2
19	A2	Y38	H	-	5	29415	A2.3
20	A2	Y48	H	-	5	30450	A2.4
21	A2	Y38	H	T	5	30069	A2.5
22	A2	Y48	H	T	5	31105	A2.6
23	A2	-	H	-	10	19672	A2.7
24	A2	Y38	-	-	10	20337	A2.8
25	A2	Y38	H	-	10	19652	A2.9
26	A2	Y48	H	-	10	19672	sama kuin 23
27	A2	-	H	T	10	20104	A2.10
28	A2	Y38	H	T	10	20080	A2.11
29	A2	Y48	H	T	10	20104	sama kuin 27

Y38 Δ ydinvoimalaitos investointikustannus 3820 mk/kWY48 Δ ydinvoimalaitos investointikustannus 4790 mk/kWH Δ hiilivoimalaitosT Δ turvevoimalaitos

Taulukko 3.7. Sähköntuotannon pääomakustannukset eri ohjelmille vuosilta 1980-2000 mmk.

		Ohjelmat						
		Al.1	Al.4	Al.5	Al.6	A2.1	A2.4	A2.6
Poistot	Vanhat laitokset	9613	9613	9613	9613	9613	9613	9613
	Uudet laitokset							
	Ydinvoima		1528		1273		3353	3034
	Hiilivoima	1503	947	1013	555	3593	2515	1895
	Turvevoima			765	765			1052
	Kaasuturbiinit	98	128	53	53	203	255	240
	Uudet yhteensä	1601	2603	1831	2646	3796	6123	6221
	Poistot yhteensä	11214	12616	11444	12259	13409	15736	15834
Korot (5 %)	Vanhat laitokset	7882	7882	7882	7882	7882	7882	7882
	Uudet laitokset							
	Ydinvoima		1872		1624		4072	3746
	Hiilivoima	1894	1217	1284	696	4410	3111	2338
	Turvevoima			971	971			1296
	Kaasuturbiinit	86	112	50	49	179	215	199
	Uudet yhteensä	1980	3201	2305	3340	4589	7398	7579
	Korot yhteensä	9862	11088	10187	11222	12471	15280	15461
	Poistot ja korot yhteensä	21076	23299	21631	23481	25880	31016	31295

Taulukko 3.8. Sähköntuotannon kustannukset 1980-2000.

	A1.1		A1.4		A1.5		A1.6	
	mmk	%	mmk	%	mmk	%	mmk	%
Poistot	11214	21	12216	23	11444	21	12259	22
Korot (5 %)	9862	18	11083	21	10187	18	11222	21
Pääomakustannukset yhteensä	21076	39	23299	43	21631	39	23481	43
Raakaenergia	25357	47	22382	42	n.25600	n.47	22871	42
Käyttö	7744	14	7955	15	n. 7900	n.14	8231	15
Juoksevat kustannukset yhteensä	33101	61	30337	57	33500	61	31102	57
Kustannukset yhteensä	54177	100	53636	100	55131	100	54583	100
Tuotanto TWh	474,7		474,7		474,7		474,7	
Kustannukset p/kWh (korot 5%)	11,41		11,30		11,61		11,50	
Kustannukset p/kWh (korot 10%)	13,49		13,63		13,76		13,86	

Taulukko 3.9. Sähköntuotannon kustannukset 1980-2000.

	A2.1		A2.4		A2.6	
	mmk	%	mmk	%	mmk	%
Poistot	13409	18	15736	21	15834	21
Korot (5 %)	12471	17	15280	21	15461	21
Pääomakustannukset yhteensä	25880	35	31016	42	31295	42
Raakaenergia	38311	52	32469	45	n.33360	n.45
Käyttö	9619	13	9850	13	n.10050	n.13
Juoksevat kustannukset yhteensä	47930	65	42319	58	43410	58
Kustannukset yhteensä	73810	100	73335	100	74705	100
Tuotanto TWh	642,7		642,7		642,7	
Kustannukset p/kWh (korot 5%)	11,48		11,41		11,62	
Kustannukset p/kWh (korot 10%)	13,42		13,79		14,03	

Taulukko 4.3. Yhteenvedo tarkasteltujen energiamuotojen (kivihiili, turve, ydinvoima) aiheuttamista ympäristöön ja laitoshenkilökuntaan kohdistuvista vaikutuslajeista eri toimintavaiheissa

TOIMINTAVAIHE	KIVIHIILI	TURVE	YDINVOIMA
1. Polttoaineen louhinta ja jalostusprosessit	Toiminta <u>ei</u> tapahdu Suomessa; Vesistöjen virtausolosuhteita tapaturmia, hengityselinsairauksia, haittatapauksien lkm huomattava; pintalouhinnasta ekologisia ja esteettisiä ongelmia.	Vesistöjen virtausolosuhteiden muutokset, maapohjan määrien pääsy vesistöihin luonnonsuojelliset näkökohdat, henkilökunnan työolosuhteet (pöly).	Toiminta <u>ei</u> tapahdu Suomessa; henkilökunta altistuu säteilyannoksille - louhinta- ja jalostusjätteiden luonnollisesta radioaktiivisuudesta säteilyannoksia väestölle.
2. Kuljetukset	Rannikolla oleville laitoksille laivakuljetuksista riski kuljetushenkilöstölle; rautatie- ja maantiekuljetuksista myös yleisölle liisääntyvän liikenneonnettomuusriskin kautta.	Turvesoista kaukana oleville laitoksille kuljetustarve maanteitse tai rautateitse suuri, liikenneonnettomuusriski kasvaa.	Tuoreen ja käytetyn polttoaineen sekä jätetuotteiden kuljetukset lisäävät hieman liikenneonnettomuusriskejä. Säteilyannoksista aiheutuvat vaikutukset pienempiä kuin itse voimalaitokseen liittyvät vastaavat haitat.
3. Energian tuotantovaihe voimalaitoksilla			
3a) Normaalikäytön ilmapäästöt - päästöjen tyyppi	SO ₂ , hiukkaset, NO _x , raskasmetallit, hiilivedyt, radioaktiiviset aineet (uraanin tytärynuklidit).	Laadultaan samoja kuin kivihiililaitoksissa;	Normaalikäytössä pieniä määriä radioaktiivisia jalokasuja ja halogeeneja.
- vaikutustyyppi	Terveysvaikutuksia - arvioiden suuruuksista vaihtelevat suuresti; puuston ja muun kasvillisuuden kasvun hidastuminen; vesistöjen happamuusasteen kasvu; rakenteiden korroosiosta taloudellisia haittoja.	Laadultaan samoja kuin kivihiilille; rikkidioksidipäästöt kautta seuraavat vaikutukset vähäisempiä; hiilivedyt ja niistä aiheutuvien syöpätapauksien määrä prosessin toimintaolosuhteista riippuvia.	Taustäsäteilytaso selvästi alhaisempi kollektiivinen säteilyrasitus aiheuttaa pienen vaikutusten syövästä ja perinnöllisistä vaikutuksista aiheutumisriskin samaa luokkaa kuin kivihiililaitoksen radioaktiivisuuspäästöistä.
3b) Normaalikäytön aikaiset päästöt veteen - päästöjen laatu	Pieniä määriä korroosiotuotteita, prosessikemikaaleja	Kuten kivihiili	Pieniä määriä radioaktiivisia aineita (pääasiassa korroosiotuotteita)
- vaikutukset	Vähäisiä	Vähäisiä	Vähäisiä
3c) Jäähdytysvesipäästöt	Vesistön lämpötila nousee suppealla alueella; vesikasvillisuuden ja kalakannan laatu ja määrä muuttuvat tällä alueella; äkilliset muutokset voivat aiheuttaa vaurioita kalakannalle.	Kuten kivihiili	Kuten kivihiili; lämpöpäästöt suurempia johtuen alhaisemmasta hyötysuhteesta
3d) Työolosuhteista aiheutuvat terveysvaikutukset henkilökunnalle	Pöly ja prosessikemikaalit aiheuttavat hengityselinsairauksia.	Kuten kivihiili	Henkilökunnan saamasta säteilyannoksesta lisäsyöpäriskin ja perinnöllisiin vaikutuksiin.

TOIMINTAVAIHE	KIVIHIILI	TURVE	YDINVOIMA
3e) Onnettomuustilanteet	Työtapaturmat, pölyräjähdykset, vaikutukset kohdistuvat laitoshenkilökuntaan	Kuten kivihiili	Vaikutukset onnettomuuden vakavuudesta, sää- ja väestöolosuhteista voimakkaasti riippuvia Vaikutustyyppinä ovat säteilyn terveydelliset varhais- ja myöhäisvaikutukset sekä taloudelliset menetykset; vuotta kohden lasketut keskimääräiset haitat vähäisiä, epätodennäköisen vakavan onnettomuuden kertavaikutukset huomattavan laajalle alueelle ulottuvia.
4. Jätteet	Polttoprosessissa jäljelle jäänyt tuhka sisältää mm. raskasmetalleja ja radioaktiivisia aineita; päästöt pohjaveteen estettävissä tai viivästettävissä riittävästi sopivilla kiinteytys- ja taltiointimenetelmillä, suuri osa palamistuotteista suoraan ilmapäästönä ympäristöön.	Kuten kivihiili	Jätteitä syntyy 2 perustyyppiä a) voimalaitosjätteet b) käytetty polttoaine/korkeaaktiivinen jälleenkäsittelyjäte. Jätetuotteiden kiinteytys-, kapselointimenetelmiä ja mahdollisesti erillisiä täyteainekerroksia käyttävä sopivat geologiset ominaisuudet täytävä loppusijoituspaikka on teknisesti suunniteltavissa estämään tai riittävästi viivästämään päästöt ihmisen elinympäristöön. Mahdolliset vaikutukset aiheutuvat pienestä lisäyksestä taustasäteilyn aiheuttamaan säteilyrasitukseen.
5. Globaaliset vaikutukset	Ilmakehään joutuva hiilidioksidi muuttaa yleisesti hyväksytyyn käsityksen mukaisesti maapallon lämpötila- ja ilmasto-olosuhteita.	Kuten kivihiili, siltä osin kuin ylitetään turvevarojen luonnollisesta uusiutumisesta johtuva hiilidioksidin sitoutuminen.	Eräistä hyvin pitkäikäisistä radionuklideista (kuten C-14, Kr-85, I-129) aiheutuu huomattavia kollektiivisia annoksia. Vastaavassa ajassa taustasäteilystä aiheutuvaan säteilyrasitukseen verrattuna lisäys on hyvin pieni.