

ATS

Ydintekniikka n:o 1/1978

ENS-NEWSLETTER 5		s. 2
KOTIMAAN TAPAHTUMIA		s. 10
YDINJÄTEHUOLLON SUUNTAVIIIVAT SUOMESSA		s. 16
INFCEN TYÖVAIHE KÄYNNISTYI	S. Vuori	s. 29
TURVALLISUUSTUTKIJANA LÄNNESSÄ - VAIKUTELMIA LOFT-PROJEKTISTA	H. Holmström	s. 31
LÄMMITYSREAKTORITUTKIMUKSEEN LIITTYNEET TALOUDELLISET TARKASTELUT	J. Kuusi	s. 41
SÄKERHETSSTUDIE FORSMARK 3. RASMUSSEN RAPPORTEN TILLÄMPAD PÅ BWR 75 (1000 MWe)	I. Tirén	s. 45

ATS YDINTEKNIikka

Numero 1/1978

Huhtikuu 1978

Julkaisija: Suomen Atomiteknillinen Seura
Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Ydinvoimatekniikan laboratorio
Lönnrotinkatu 37
00180 Helsinki 18
puhelin: 90•648931

Toimitus: päätoimittaja
Lasse Mattila
toimittaja
Jorma Karjala

LUOVA VÄLIVAIHE

Ydinenergian käytön näkymiä tarkasteltaessa emme voi välttyä käsitykseltä, että elämme eräänlaista välivaihetta. Emme tiedä koska ja miten se päättyy. Pystytäänkö tämä aika käyttämään hyödyllisesti?

Loviisan ensimmäinen yksikkö on käynyt runsaan vuoden, Olkiluodon ensimmäinen yksikkö valmistautuu polttoaineen lataamiseen ja seuraavat yksiköt yritetään saada valmiiksi aikataulujensa puitteissa. Jatko-ohjelma on auki.

Eduskunnassa käyty energiakeskustelu ei tuonut juurikaan uutta, ei ainakaan ydinenergian osalta. Vaikka yleinen henki oli energian säästön ja saannin varmistamisen linjoilla, hedelmiksi jäivät vanhat turpeeseen, vesivoimaan ja kotimaiseen puuhun perustuvat huoltokaaviot. Moniulotteisempia ajatuksia ei juurikaan ole esitetty.

Ydinenergiakeskustelu on siirtynyt uuteen aiheeseen: polttoainekierron jälkipään ongelmiin. Ongelman käsittely on käynnissä kansainvälisillä foorumeilla. USA:n aloitteesta perustettu ns. INFCE-ohjelma kartoittaa poliittisia, taloudellisia ja teknisiä polttoainekierto-ongelmia. Kenties päättäjillä on kahden vuoden kuluttua selvempi tausta-aineisto käytettävissä.

Kotimainen valmistava atomiteollisuus on kärsinyt lamasta siinä missä muukin teollisuus ja odottaa suuntaratkaisuja sekä valtiovallan että voimantuotantosektorin taholta.

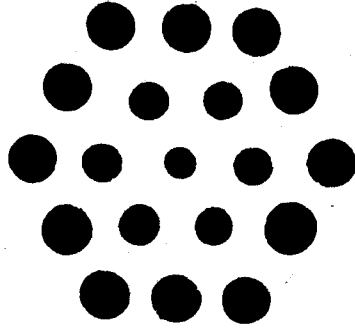
Suomessa on ensimmäisten voimalaitoshankekokemusten jälkeen todettu, että v. 1958 laadittu atomienergiainsäädäntö ei vaikeuksitta niele sitä moninaista ongelmaverkkoa, joka on syntynyt, vaikka lakeja onkin paikkailtu lähinnä kansainvälisten sopimusvelvoitteiden huomioonottamiseksi. Pääjohtaja Jauhon johdolla toimineen ydinjätetoimikunnan (APO-toimikunta) saatua valmiiksi mietintönsä ydinjätehuollon organisoimisesta, on valtioneuvosto asettanut hallintoneuvos Pekkasen johdolla toimikunnan luomaan uutta atomienergiainsäädäntöä sekä lainsäädäntöä ydinjätehuollon järjestämisestä. Myös säteilysuojalainsäädäntö on uudistuksen alaisena.

Ilmeistä on, että eduskuntakeskustelun jälkeen energiapoliittisen neuvoston ryhtyttyä hahmottelemaan energiapoliittista ohjelmaa lähestyy aika, jolloin uusia päätöksiä ydinvoiman mahdollisesta lisärakentamisesta on tehtävä.

Verrattuna siihen aikaan, jolloin nykyinen lainsäädäntö luotiin, jolloin käytössä tai rakenteilla olevia ydinvoimalaitoksia koskevat päätökset tehtiin ja jolloin valmistavan atomiteollisuuden ensi askeleet otettiin, atomitekninen ja -taloudellinen asiantuntijajoukko on kasvanut monta kertalukua. Uusi kausi ja uudet päätökset ovat nyt paljolti tämän joukon varassa.

I. Mäkipentti

ENS



No. 5
Newsletter
February 1978

EUROPEAN NUCLEAR SOCIETY NEWSLETTER

NUCLEAR TECHNOLOGY

After many months of discussions and negotiations, Presidential signatures from the ENS and the American Nuclear Society were placed on the document of agreement to share the ownership and control of the publication, Nuclear Technology.

This well established publication of the ANS has had a European Associate Editor, Professor Karl Wirtz, for some time. The arrangements now made anticipate an expanding role for Nuclear Technology in Europe and indeed throughout the world - a bigger and better technical journal for Nuclear Power and associated disciplines.

There will now be an encouragement for European authors to put forward their work into a journal supported by Europeans as well as Americans. At the same time, favourable subscription rates are available to individual members of the organisation members comprising ENS.

The practical arrangements agreed to by the two Presidents on behalf of their Societies envisage a sharing of control both in management and in editorial policy. For the time being, the ANS will continue to carry out the function of publishing the journal based in the USA with a provision to review these arrangements later as dictated by the search for the most practical and best arrangement available.

EUROPEAN NEWS

The Council of Europe at Strasbourg, 24-25 November 1977, held hearings on Energy and the Environment. President of EMS, Professor Karl Beckurts, was invited to present a position paper on the case for the Nuclear Option.

Major points of the review covered: Nuclear Energy in Europe and the Nuclear Controversy; Uranium, Thorium and the Breeder Reactor; Environmental and Safety Aspects; and Plutonium and the Non-proliferation Treaty.

In conclusion, Professor Beckurts made the following remarks:

'In summarising, it can be stated that the technological risks connected with nuclear power can be kept under sufficient control. This is the result of a unique worldwide effort in science and engineering. Nuclear technology has reached maturity, and there are nearly 200 power plants in the world, demonstrating a high reliability. About 140 'reactor years' of experience have been gathered in nuclear power plants without a single large accident affecting the environment and without any person killed by radiation effects. To some extent these high safety standards of nuclear power are due to the fact that it is a highly centralised technology, making the application of extreme and costly safety measures much more feasible than in other less centralised branches. The actual safety problem connected with nuclear power is an institutional one. Isn't the nuclear energy system too complex for mankind? Will the high level of caution required in dealing with nuclear power and the nuclear fuel cycle be sustained for a long period and under any circumstances? Will mankind resist the temptation to abuse the potential of nuclear fuels for the production - and application - of nuclear weapons? Technological 'fixes' can contribute towards a limitation of these institutional risks and it is not correct to call nuclear energy a 'Faustian bargain'. However, the possibility of human failure must be taken into account. This is the true moral dimension in the decision for or against nuclear power.

The decision however is not being made in a technologically innocent world. There are huge arsenals of nuclear weapons at the disposal of several countries whose technology could spread over large parts of the world irrespective of nuclear power utilisation. And mankind can also destroy itself by chemical or biological warfare. There are various technologies in the production, communication or transportation sectors with tremendous potential for good but also for abuse. We have thus made - mostly unconsciously - irreversible decisions in many related areas; it is absurd to believe that by foregoing the nuclear power option mankind could return to a paradise unspoiled by the technological Fall of Man. Rather, mankind is condemned to act reasonably and responsibly, and only by creating the proper institutional framework to master and control technologies will survival be possible. Nuclear power must be seen in this context, and no time should be lost in creating the political and institutional prerequisites for its worldwide use.

When considering the societal risks of nuclear power, we must also weigh the societal risks of not choosing the nuclear power option. Some people claim that the latter are low in view of reduced energy consumption growth rates, in view of an increasing availability of natural gas, and in hopeful expectation of a breakthrough in the development of alternative energy sources. But this is incorrect

since many European countries need nuclear energy now in order to fulfill their immediate energy requirements, and all European countries are facing a fatal risk when, in a few decades, world resources of mineral oil and natural gas will be exhausted and the true energy crisis occurs. Europe has to prepare itself for this challenge, and must therefore continue steadily to develop the nuclear option. The route must be taken stepwise, with due deliberation and a clear view of the associated risks. This will take time - more time than was anticipated at the beginning of the nuclear era, especially since public confidence for this complex technology is required. But whether and how Europe masters nuclear power may be a touchstone for its survival in tomorrow's world.'

K. Beckurts

NUCLEAR POWER AND PUBLIC IN DENMARK

At a nuclear debate at Namur, Belgium in September 1977, M. Olaf Nielsen, a Danish consultant engineer put forward a thoughtful analysis of the Nuclear Power controversy in Denmark. In conclusion he said:

The Danish debate on nuclear power has had a rather narrow scope that, however, is now enlarging. The debate has emphasised the safety aspects of nuclear power, in particular the problem of radioactive waste disposal. For the opponents of nuclear power this choice of emphasis is undoubtedly, in part, a tactical maneuver. The question of proliferation is not considered important for Denmark, who does not want to receive reprocessed plutonium after reprocessing in foreign plants. The question of sabotage is, however, of some concern. Only recently has the question of the social impact of nuclear power been broadly exposed.

The nuclear debate has been quite polarised with rigid stands; and fine distinction like e.g., the distinction between risk and safety have gone unnoticed. Also, the debate has not taken account of the nuclear threats from nuclear weapons, from the military high-level radioactive wastes, or from underground nuclear explosions.

These observations suggest that the opposition against nuclear power is to a large extent a symbolic protest against something else that lies deeper in the way our society is organised rather than against unsafe nuclear power itself..... The popular strong objection to nuclear power thus does not appear to be due to an overriding concern with nuclear safety.

The role of scientists in the nuclear debate

Most Danish scientists who take part in the nuclear debate appear to have taken strong stands pro or contra nuclear power. There are few participants in the debate who maintain a posture of neutrality and strict objectivity. It is rare that a scientist makes the distinction between addressing the public as an impartial, scientific expert witness and addressing the public as an advocate for a cause. Objectivity is under these conditions often reduced to using only those selected quotations from the literature that backs up one's own position.

There appears also to have been a tendency for some members of large research groups to let themselves be intimidated by the officially stated position of the establishment, so that they do not speak up as individuals in the debate. On the other hand, I know of

no case where a scientist has taken part in the nuclear debate in Denmark against his or her conviction even though he or she may not do so in accordance with the ideal scientific ethos.

Olaf Sigurd

A P G - A POWER FOR GOOD

A non-commercial pressure group under the title A Power for Good, (APG), has been established in the UK on the initiative of Mr Geoffrey Greenhalgh and Mr Sippon Rippon. The former was formerly Director of the British Nuclear Forum and his links with Europe, particularly with the European Atomic Forum, are well known. The latter was formerly the active Editor of Nuclear Engineering International; his interests in Europe include representation of the American Nuclear Society publication, Nuclear News.

APG is designed to bring the same type of considerations on public good to bear on the issue of nuclear power and to employ the same channels for information and pressure as has been used by other pressure groups, notably perhaps the Friends of the Earth. Already the APG group has been invited in principle to give evidence to the Commissioners of the European Economic Community.

The organisation is based on the following address and would be glad to hear from potential supporters in Europe:

A P G, 15 Ruvigny Mansions,
The Embankment, London SW15
tel: (01) 789 2159

(A Power for Good or Atom Power for Good; we think the interpretation of the title has been left open deliberately.)

INTERNATIONAL NEWS

The International Scientific Forum on an Acceptable Nuclear Energy Future of the World, met in Fort Lauderdale, Florida, from November 7 through 11, 1977, sponsored by the University of Miami's Center for Theoretical Studies. At the meeting fourteen distinguished international scientific figures subscribed to a public statement which started by recognising the increasing demand for energy, particularly in the developing world, and the role that nuclear power along with others could play in providing this essential. The statement concluded:

'Meeting the energy demands of the still rapidly increasing world population with legitimate expectations of a higher standard of living calls for large scale mobilization of labor, materials, capital, and technical and management skills. It should be a constant preoccupation to accomplish this economically and effectively to avoid overtaxing the world's resources of these necessities.

There is an urgency to the world energy problem which, especially in view of the long lead times, brooks no delay in determining and executing national programs and in seeking international cooperation to take up tasks and share the benefits equitably.'

Signatures to the statement included those of Nikolai G Basov (USSR), Hans Bethe (USA), Karl Cohen (USA), W Bennet Lewis (Canada), Keichi Oshima (Japan), Alvin Weinberg (USA), Eugene Wigner (USA) and Pierre Zaleski (France, Vice President ENS).

NEWS OF NATIONAL SOCIETIES

The Annual Dinner of the British Nuclear Energy Society was held in London on 8 December 1977. Guests included Professor Karl Beckurts, President of the ENS, who brought greetings to the BNES from the ENS at the dinner.

PUBLICATIONS OF INTEREST

Pocock, M, The History of Nuclear Power in the UK, Unwin Bros and Institution of Nuclear Engineers, 1977. Paper back £5.10, case bound £12.80

Members will also wish to note the change of name of the Journal of the British Nuclear Energy Society (BNES Journal) which from January 1978 has been retitled Nuclear Energy.

EDUCATION AND TRAINING OF ENGINEERS FOR THE NUCLEAR INDUSTRY

16 March 1978, in London, UK. Institution of Nuclear Engineers.

The purpose of this one day Seminar, is to bring together those in education and training for the industry and those in the industry itself who are concerned with the preparation of manpower for the nuclear industry.

The morning session will review present projections of manpower requirements in number and type, with specific papers on the construction industry, the operating utilities and the fuel cycle industry. The session is being chaired by Harvey Dunster of the Health and Safety Executive.

The afternoon session is designed to bring out some of the problems of Research and Development organisations, special needs for the regulating organisations, research and universities and polytechnics and to touch on the question of the transfer of technology to developing countries. This session is chaired by Professor Peter Grant of Imperial College.

The day's programme is to be introduced by Sir Montague Finniston, currently Chairman of the Government Enquiry into the Engineering Profession. The summing up will be presented by Mr Ron Gausden, Chief Inspector of the UK Nuclear Installations Inspectorate.

Mr Gausden is lecturing the previous evening in London, at the CEGB Headquarters, on the Application of Safety Criteria in the Assessment of Nuclear Power in the UK.

Information on this lecture and programmes/application forms for the seminar are available from the Institution of Nuclear Engineers, 1 Penderley Road, London SE6 2LQ (tel 698 1500).

NUCLEAR REACTOR SAFETY CONFERENCE

Calls for the ANS Belgium/ENS conference, 16-19 October, 1978, are enclosed with this Newsletter.

THE ENS DIARY : FUTURE EVENTS OF INTEREST

JANUARY

30 Institution of Nuclear Engineers Lecture: Mr Tom King, MP
'Nuclear Power and Public Acceptance', London

FEBRUARY

16 Finnish Nuclear Society, monthly meeting,
The SECURE Reactor Concept.

MARCH

6 - 10 IAEA Export of Nuclear Power Plants, Vienna

13 - 17 Société Française de Radioprotection, Caderache
Seminaire: La Dispersion en Physique Naturel

15 'Safety Criteria for Nuclear Power Plants in the UK',
Mr R Gausden, Chief Inspector of Nuclear Installations,
London - Inst Nuclear Engineers

16 'Training and Education for the Nuclear Industry'
Institution Nuclear Engineers' Day Seminar, London, UK

APRIL

10 - 14 IAEA Liquid Metal Fast Breeders, Bologna

24 - 28 IAEA Nuclear Control and Instrumentation, Cannes

MAY

22 - 26 International Congress: Société Française de
Radioprotection, Nainville-les-Roche

JUNE

15 Plutonium Recycling, SFEN/SFANS

18 - 23 ANS Annual Meeting, San Diego, California

26 - 30 IAEA Radiation Protection Monitoring, Stockholm

27 - 29 BNES/ANS/ASTM International Conference: Zirconium in
the Nuclear Industry, Stratford-on-Avon, UK

AUGUST

23 - 30 IAEA Plasma Physics, Innsbruck

SEPTEMBER

5 - 8

Second International Colloquium on Electron Beam Welding, Avignon, France (Secretary: M Buffereau, Commissariat a L'Energie Atomique, DMDIN DP 2 91190 Gif sur Yvette, France)

17 - 21

IAEA General Conference, Vienna

OCTOBER

3 - 7

Nuclex '78, Basle

16 - 19

Nuclear Reactor Safety, ANS Belgium/ENS, Brussels, Belgium

13 - 17

IAEA/NEA Decommissioning Nuclear Facilities, Vienna

NOVEMBER

27

International Conference: Radiation Protection in Nuclear Power Plants and the Fuel Cycle, BNES UK.

1979

MAY

6 - 9

European Nuclear Society Conference ENC 79 Hamburg (Secretary: KTG 5300 Bonn, I - Heusallee 10 Germany)

AUGUST

Co-sponsored ANS and ENS Topical Meeting in Seattle, Washington, USA, on Fast Reactor Safety.

MEETINGS PLANNED FOR 1979 BY THE IAEA

Physics and Chemistry of Fission

Thermodynamics of Nuclear Materials

Disposal of Radioactive Wastes

Handling of High Alpha-active Wastes

Uranium Evaluation and Mining Techniques

Manpower Requirements for Nuclear Power

Fast Reactor Physics

Reprocessing Irradiated Fuel and its Alternatives

NAMES AND ADDRESSES OF ENS MEMBER SOCIETIES

- I.
 1. Afdeling voor Kerntechniek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs: ir R van Erpers Royaards, N V KEMA, Utrechtseweg 310, Arnhem, The Netherlands
 2. American Nuclear Society: Local Sections in Europe
 - Belgium: M G. Tavernier, Belgonucleaire, rue du Champ de Mars, 25, B-1050 Brussels
 - Central Europe: A. Bayer, KFZ, Postfach 3640, 7500 Karlsruhe, INR West Germany
 - France: M. Rozenhole, GAAA, 20 av Edouard Herriot F-92350 Le Plessis Robinson, France
 - Italy: Avv P Bullio, Via Paisiello, 26/28, I-00198, Roma
 3. British Nuclear Energy Society: Paul Wolff
c/o Institution of Civil Engineers,
I-5 Gt George St
London SWIP 3AA
 4. Föreningen Kerntechnik: R I Ekholm, AB Atomenergi,
Fack, S-611 01 Nyköping I, Sweden
 5. Hellenic Nuclear Society: Dr C Apostolakis,
General Secretary, Isotopes Dept MRC 'Demokritos',
Aghia Paraskevi, Attiki, Athens, Greece
 6. Institution of Nuclear Engineers: Bruce Youngman, Secretary
I, Penderley Road, Catford, London SE6, UK
 7. Kerntechnische Gesellschaft im Deutschen Atomforum e.V
Allianplatz, Haus X D-5300, Bonn I, West Germany
 8. Schweizerische Gesellschaft der Kernfachleute
Dr P Tempus, c/o Eidg. Technische Hochschule
Ramistr. 101, CH-8006 Zurich, Switzerland
 9. Sociedad Nuclear Española: C Sanchez del Rio
Junta de Energia Nuclear,
Ciudad Universitaria Madrid, Spain
 10. Società Nucleare Italiana: Prof C. Salvetti c/o CNEN
Viale Regina Margherita, 125, I-00198 Rome, Italy
- II.
 1. Société Française d'Énergie Nucléaire: Secretariat,
48, rue de la Procession, 75015 Paris Cedix, France
 2. Suomen Atomiteknillinen Seura-Atomtekniska Sällskapet I Finland
R.Y. (Finnish Nuclear Society FNS)
Valtion teknillinen tutkimuskeskus,
Ydinvoimatekniikan laboratorio, Loonrotinkatu 37,
SF-00180, Helsinki I8

KOTIMAAN TAPAHTUMIA

LOVIISA 1:N TILANNE

Edellinen Loviisa 1:n tilanneraportti esitettiin joulukuun 1977 ATS-lehdessä ajalta 15.10. - 30.11. Jakson 1.12.1977 - 29.3.1978 käyttöhistoria on alla olevassa kuvassa.

Joulukuussa oli poikkeuksellisesti tehonsäätöä 3. - 4.12. johtuen kantaverkossa suoritetuista voimajohtotöistä. Samaan aikaan sattuneessa verkkohäiriössä Lo 1 toimi hyvin nostaen tehon nopeasti 100 MW:lla taajuuden laskettua 0,9 Hz. Verkon koossa pysymistä tämä auttoi huomattavasti.

Pyhänä 6.12. tiivistettiin vedenerotin-välitulistimen miesluukku. Käytettävyys oli joulukuussa 100 %.

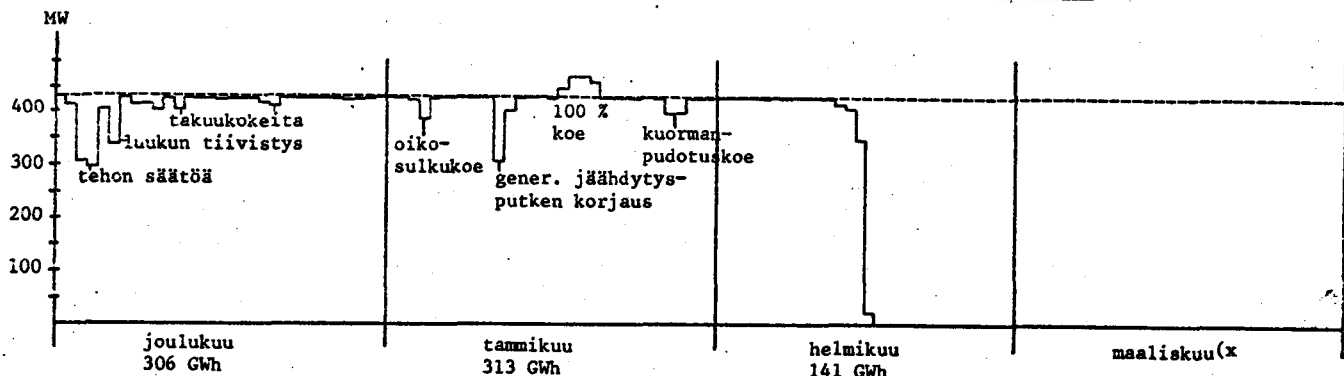
Tammikuussa suoritettiin takuukokeita sekä 100 %:n koe. Näiden vaativien kokeiden yhteydessä esiintyi turpiinpuolella eräitä häiriöitä. Vain erään generaattorin jäähdytysputken vuodon korjaus aiheutti mainittavaa energian menetystä. Käytettävyys oli 99,9 %.

Helmikuussa laitosta ajettiin tasaisesti revision alkamiseen saakka 15.2. Käyttöjakson lopussa suoritettiin vuosikokeita, jotka alensivat keskitehoja parina päivänä.

Revision suoritus tähtäsi n. 5 viikon kokonaisuikaan. Eräistä päätömittajan takuutöistä johtuen revisio oli suhteellisen laaja. Revisio suoritettiin 42,5 vuorokaudessa, ja laitos oli taas verkossa 30.3.

Anders Palmgren

LOVIISA 1:N VUOROKAUTINEN KESKITEHO 1.12.1977 - 29.3.1978



----- = Säteilyturvallisuuslaitoksen asettama tehorojoitus 92 % reaktoritehosta

x) 29.3.1978 asti

Laitoksen rakennustyöt ovat täysin valmiit lukuunottamatta eräiden asennusaukkojen sulkemista. Mekaanisten asennusten valmius on sekä laitteiden että putkistojen osalta n. 80 %. Pääkiertoputkiston 66:sta saumasta on ennen reaktoripaineastian asennusta hitsattu 12. Tällä hetkellä on projektin aikataulun kriittisellä polulla reaktoripaineastia, jota ei vielä ole saatu työmaalle, sekä sen jälkeen pääkiertoputkiston hitsauksen loppuun saattaminen, pääkiertopumppujen asennus ja koestus sekä primääripiirin painekoe.

Viimeinen höyrystin saapui Loviisaan juuri pääsiäisen alla.

Ensimmäinen turbogeneraattori on lähes täysin asennettu ja toisen asennusvalmius on 60 %.

Sähkövoima- ja instrumenttikaapelointi on käynnissä kaikissa laitososissa, valmiusprosentti työmäärästä laskettuna on n. 40 - 50 %.

Projekti on siirtymässä koekäyttövaiheeseen, tällä hetkellä on huuhteluja suoritettu useille systeemeille ja mm. ensimmäiselle päämerivesipumpulle on suoritettu "kuivapyöritys". Poikkeuksena Loviisa 1:n käytäntöön voidaan mainita mm. se, että tuorehöyryputkisto puhalletaan käyttäen Loviisa 1:n tuottamaa höyryä.

TILANNE OLKILUODOSSA

Asennustöiden painopiste Olkiluodossa on siirtynyt jo TVO II:lle ja TVO I:n tilannetta leimaavat täysin käyttöönottotapahtumat.

Siten työmaavahvuuskin on painottunut ensimmäistä kertaa toisen laitossyksikön puolelle, jossa vuoden 1978 alussa noin 2700 henkilön kokonaisvahvuudesta oli noin 1400 henkilöä.

TVO I

Rakennustyötä on jäljellä lähinnä tilojen loppusaneerauksen osalla. Näihin liittyy myös erilaisia viimeistelytyöitä.

Raskasputkistoasennus on täysin valmis ja putkistot ovat lähes valmiit käyttöönottoihin.

Reaktorin paineastiaan liittyvien järjestelmien kylmä koekäyttö ja painekoe suoritettiin tammikuun lopulla ja reaktorin paineastia vapautui tämän jälkeen loppuasennuksiin.

- Muista merkittävistä asennustapahtumista voidaan mainita
- putkistojen ja reaktoripaineastian määräaikaistarkastuslaitteiston koeistukset ja perustarkastusten suorittaminen
 - turbogeneraattorin akseleiden lopullinen rihtaus
 - 400 kV johdon ja laitoksen päämuuntajan jännitteelliseksi kytkeminen

Järjestelmien käyttöönotto on jatkunut suunnitelmien mukaisesti ja käyttöönotettujen järjestelmien luku alkaa lähestyä sataa.

Käyttöönottoon ja käyttöön liittyvät rutiinit on saatu luoduiksi ja niiden soveltaminen ja niihin totuttautuminen jatkuu koko koekäytön ajan.

TVO II

Laitoksen rakennuksen runkotyöt ovat käytännössä valmiit. Reaktorirakennuksen yläaltaat on valettu ja altaiden levytys on päästy aloittamaan.

Asennustyöt ovat edistyneet hyvin. Reaktorilaitoksen ja sen apujärjestelmien laiteasennukset ovat käytännössä valmiit ja raskasputkistoasennukset ovat menossa. Turbiinilaitoksella aloitettiin lauhdutin- ja esilämmitys-laitosasennukset vuoden alussa. Sähköasennuksista on erilaisten kojeistojen kaappiasennuksista tehty n. 75 %. Kaapelivedot ovat edistyneet siten, että kytkentätyöt sekä sähkö- että instrumenttiasennuksissa on voitu aloittaa aikataulun mukaisesti.

POLTTOAINETOIMITUKSET ALKOIVAT

Ensimmäinen erä TVO I:n uraanipolttoaineesta saapui 22.päivänä meritse Rauman satamaan ja sieltä edelleen kuorma-autolla Olkiluotoon.

Ensimmäinen erä käsitti kaksi 20 tonnin laatikkoa, jonka sisällä polttoainesauvaniput olivat jäädytettyinä.

TVO:n laitosten uraani on peräisin Kanadasta, sen väkevöinti tapahtuu Neuvostoliitossa sekä valmistus ydinvoimalaitoksen polttoaineeksi ASEA-ATOMIN polttoainetehtaalla Ruotsin Västeråsissa.

Alkulataukseen tarvittava uraani tuodaan kevään kuluessa useana eränä. Laitoksella se aluksi varastoidaan. Varsinainen lataus reaktoriin tapahtuu ensi kesän kuluessa.

ENERGIATALOUS SUOMESSA VUONNA 1977 - KULUTUS KASVOI VÄHÄN, SÄHKÖN TUOTANTO REILUSTI

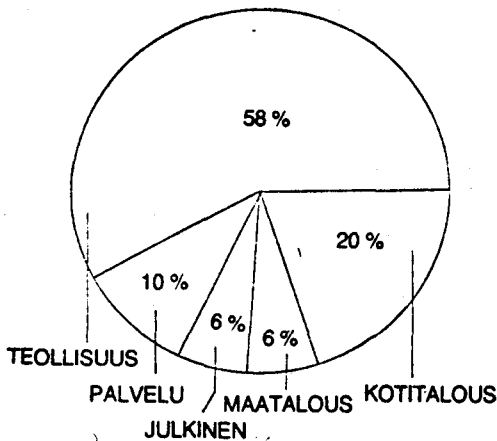
Energiaa kulutettiin v. 1977 23 Mtoe vastaava määrä, mikä merkitsee yhden prosentin kasvua edellisestä vuodesta. Sähköenergian kulutus kasvoi 2,3%.

Kotimaisten energianlähteiden - vesivoiman, puun, turpeen ja teollisuusjät-
teiden - avulla peitettiin energian kokonaiskulutuksesta 29%, kotimaisuusaste
nousi siis 2%-yksikköä. Vesivoiman tuotanto kasvoi 28%. Polttoturpeen kulutus
kaksinkertaistui, vastaten 1% kokonaisenergiasta. Öljyn osuus laski 55%:sta
53%:iin. Ydinvoimalla tuotettiin 3% kokonaisenergiasta.

Teollisuuden polttoaineiden kulutus vähentyi, mutta sähköm käyttö kasvoi.
Liikenteen kulutus säilyi ennallaan. Yksityinen ja julkinen sähköenergian ja
lämmitysenergian kulutus kasvoivat muutamalla prosentilla.

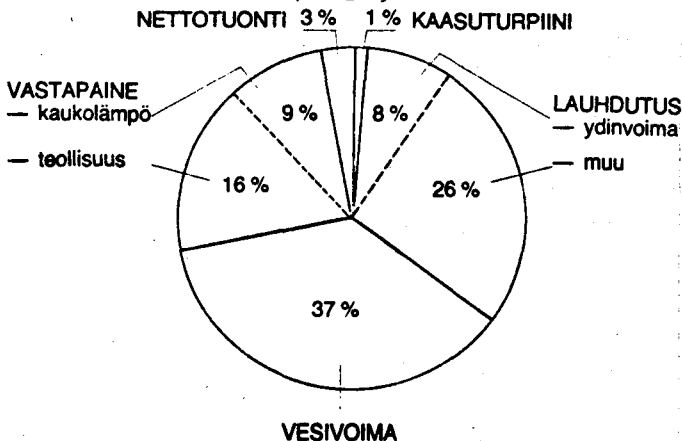
Voimalaitoskapasiteetti kasvoi v. 1977 aikana 1029 MW suurimpien lisäysten
ollessa Loviisa 1 (420 MW) sekä kolme 70...180 MW kaukolämpövoimalaitosta.
Voimalaitosten asennettu teho nousi siten 9066 MW:iin. Vuoden lopussa oli
kapasiteettia rakenteilla 2060 MW, josta kolme ydinvoimalaitosta 1740 MW. Vuon-
den aikana ei aloitettu uusien suurvoimalaitosten rakennustöitä eikä tehty sel-
laisten rakentamispäätöksiä.

SÄHKÖNKULUTUS VUONNA 1977
100% = 30,5 TWh

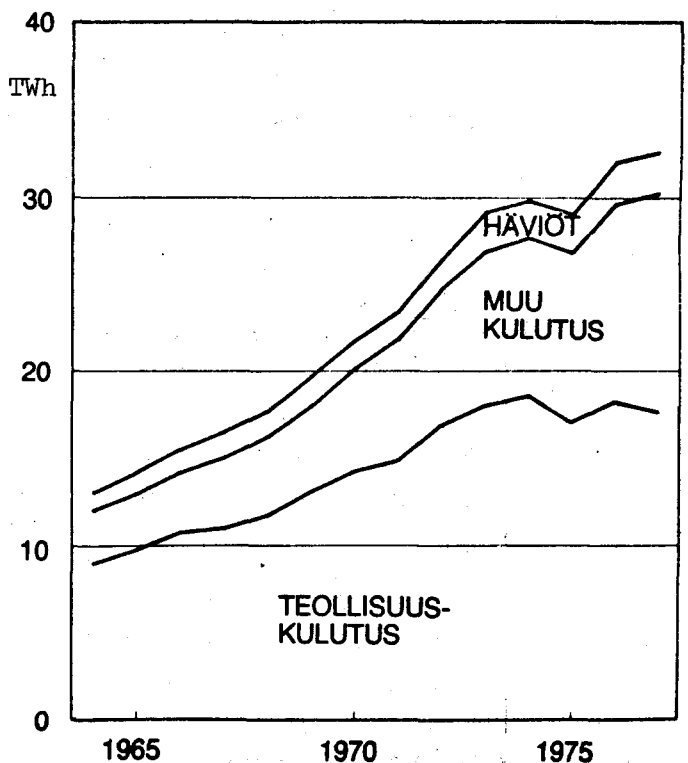


Sähkön tuotanto kasvoi 14% eli 31,7 TWh:iin.
Sähkön tuonti supistui voimakkaasti netto-
tuonnin jäädessä 0,9 TWh:iin.

SÄHKÖN HANKINTA VUONNA 1977
100% = 32,6 TWh.



SÄHKÖN KULUTUKSEN KEHITTYMINEN



Energian tuonnin arvo kasvoi 18% ollen 7,1 Gmk. Tämä oli 23% koko tuonnin arvosta (21% v. 1976).

Polttoaineiden hinnat kohosivat vuoden aikana 13...19%, paitsi raskasöljy, joka päästettiin 10% nousulla.

Energiainvestointien v. 1976 alkanut alamäki jatkui siten, että v. 1977 niiden arvo oli n. 3,3 Gmk, tästä voimalaitoksiin n. 2 Gmk.

Lähteet: Energiakatsaus. Vuosi 1977.
Sähköviesti 1/1978

ENERGIAPOLITIIKAN NEUVOSTON JÄSENET NIMETTY

Joulukuussa 1977 asetetun energiapolitiikan neuvoston kokoonpano on seuraava: puheenjohtaja kauppa- ja teollisuusministeri Eero Rantala ja varapuheenjohtaja maa- ja metsätalousministeri Johannes Virolainen. Jäsenet: kansanedustaja Pentti Sillantaus ja johtaja Erik Olander (Kansallinen Kokoomus); diplomi-insinööri Gustaf Sundman (Ruotsalainen Kansanpuolue); johtaja Arne Berner (Liberaalinen Kansanpuolue); professori Asser Stenbäck (Suomen Kristillinen Liitto); professori Paavo Huikari, kansanedustaja Veikko Hanhiova ja tekniikan tohtori Markku Nurmi (Keskustapuolue); apulaiskaupunginjohtaja Taisto Heikkilä, valtiotieteen lisensiaatti Pekka Parkkinen ja diplomi-insinööri Gunnar Riskula (Suomen Kansan Demokraattinen Liitto); kansanedustaja Jermu Laine, kansanedustaja Risto Tuominen, diplomi-insinööri Christer Granskog ja toimitusjohtaja Lars Larsson (Suomen Sosialidemokraattinen Puolue).

Neuvoston pysyvinä asiantuntijoina ovat ylijohtaja Erkki Vaara kauppa- ja teollisuusministeriöstä, neuvotteleva virkamies Carolus Lassila ulkoasiainministeriöstä, johtaja Seppo Lindblom Suomen Pankista, diplomi-insinööri Eino Toiviainen Suomen Sähkölaitosyhdistyksestä, toimitusjohtaja Risto K. Alanko Teollisuuden Keskusliitosta, johtaja Pentti Sierilä Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitosta, toimitusjohtaja Pentti Alajoki Imatran Voima Oy:stä ja vara-toimitusjohtaja Mikko Tanner Neste Oy:stä.

Neuvoston pääsihteerinä toimii toimistopäällikkö Esko Ylikoski ja apulaispääsihteerinä ylitarkastaja Taisto Turunen, molemmat KTM:stä.

Neuvoston jaosto-organisaatiota ei ole vielä pystytetty.

Lähde: Energiakatsaus. Vuosi 1977.

ATOMIENERGIALAKI UUDISTETAAN

KTM on asettanut toimikunnan, jonka tehtävänä on ehdotuksen laatiminen nykyisen atomienergielain ja -asetuksen kokonaisuudistuksesta sekä erillisen ydinjätehuoltolain säätämisestä. Toimikunnan puheenjohtajana on hallitusneuvos Raimo Pekkanen korkeimmasta hallinto-oikeudesta. Toimikunnan tulee saada työnsä päätökseen vuoden 1978 loppuun mennessä.

Nyt asetetun toimikunnan työlle ovat luoneet pohjaa atomienergianeuvottelukunnan yhteydessä toimineet kaksi työryhmää sekä KTM:n ydinjätehuoltotyöryhmä, joka on juuri saanut valmiiksi mietintönsä.

KANSAINVÄLISTÄ YDINENERGIAPOLITIIKKAA JA YDINENERGIA PUNNITTAVANA -
KAKSI TUORETTA KOTIMAISTA KIRJAA

Melko harvalukuisen ydintekniikan alan kotimaiseen painettuun kirjallisuuteen on hiljan saatu parikin vahvaa ja mukavasti toisiaan täydentävää lisäystä.

Aikaisemminkin asialla ollut akateemikko Erkki Laurila kuvaa kirjassaan Ydinenergiapolitiikan harhailut kansainvälisen ydinenergiapolitiikan taustaa ja tapahtumia ja pohdiskelee hiukan tulevaisuuttakin. Aivan viime vuosina onkin jälleen korostuneesti voitu havaita, että politiikka, etenkin kansainvälinen, mutta myös kansallinen, liittyy mitä läheisimmin ydinenergiatekniikan kehittymiseen. Varsinaisten politiikan koukeroiden lisäksi Laurila käsittelee mielenkiintoisesti mm. ydinenergian talousnäkökohtia, ydinenergiakeskustelua ja ydintekniikan merkitystä tutkimuksen nykyisen yhteiskunnallisen roolin muotoutumisessa.

Jorma Heinonen, Olli J. Heinonen, Jussi Manninen ja Jorma K. Miettinen selvittävät kirjassaan Ydinenergia ja elämisen laatu ydinenergian asemaa muiden energianlähteiden joukossa ja käsittelevät ydinenergiakeskustelun keskeisiä aiheita pyrkien asettamaan ongelmat oikeisiin mittasuhteisiinsa. Tekijät lähtevät hyvin yleisistä energiapoliittisista lähtökohdista ja energiataloudellista taustaa, niin kansainvälisesti kuin Suomenkin osalta, luodaan varsin laajasti. Energian kysynnästä ja tarjonnasta, energiavaroista, ydinpolttoainekierrosta, ydinvoimalaitosten käyttökokemuksista, säteilyn vaikutuksista jne. tarjotaan runsaasti ja hyvinkin tuoretta numeroaineistoa.

Laurilan 125-sivuinen kirja on julkaistu Otavan tietodelfiininä ja työryhmän 177-sivuinen Tammen huutomerkkinä. Kummankin hinta on hiukan yli kolmekymppiä.

KTM:N ENERGIAOSASTO TEHOSTAA TIEDON JULKISTAMISTAAN

Kauppa- ja teollisuusministeriössä laadittavat energiataloudelliset katsaukset ja selvitykset sekä ministeriön rahoittamat energiatutkimukset pyritään mahdollisuuksien mukaan julkaisemaan tarkoitusta varten perustetussa energiaosaston julkaisusarjassa. Julkaisujen myynti tapahtuu valtion painatuskeskuksen kautta, paitsi neljä kertaa vuodessa ilmestyvä Energiakatsaus, joka on saatavissa vain KTM:n energiaosastolta.

YDINJÄTEHUOLLON SUUNTAVIIVAT SUOMESSA

Ydinjäte- 1. APO-työryhmän mietintö luovutettu KTM:lle

Kansainvälisen Atomienergiajärjestön, IAEA:n pyynnöstä kauppa- ja teollisuusministeriössä päätettiin keväällä 1976 osallistua alueellisia ydinpolttoainekeskuksia koskevaan tutkimusohjelmaan "Regional Fuel Cycle Centers, RFCC" ja sen Case Study-tutkimukseen. Tätä työtä varten kauppa- ja teollisuusministeriö perusti ALPO-projektin (myöhemmin ALPO-I:ksi nimitetty projekti), jolle ehdotettu johtoryhmä piti ensimmäisen kokouksensa 1976-06-10. Laajentamalla ALPO-projektin johtoryhmää ja täsmentämällä sen tehtävää osaksi Atomienergianeuvottelukunnan suosituksen pohjalta muodostettiin työryhmä, joka 1976-09-08 päivätyn kauppa- ja teollisuusministeriön asetuskirjelmän mukaisesti sai seuraavat tehtävät:

- 1) tehdä 31.5.1977 mennessä yksilöity esitys toimenpiteiksi atomienergian tuottamiseen liittyvän aktiivisten jätteen (mukaanluettuna käytetty polttoaine) huollon organisoimiseksi Suomessa;
- 2) tehdä 31.12.1977 mennessä esitys edellä 1)-kohdassa tarkoitettujen jätteen käsittelyn, kuljetuksen ja säilytyksen kannalta tarpeellisten kotimaisten ja yhteistyössä muiden maiden kanssa tehtävien selvitysten suorittamisesta sekä mahdollisesti jo ennen tätä tehdä esityksiä kiireellisiksi havaitsemiensa selvitysten ja tutkimusten aloittamisesta;
- 3) tehdä 31.1.1978 mennessä esitys edellä 2)-kohdassa tarkoitettujen selvitystyön koordinoinnista sekä siihen asti koordinoita tätä selvitystyötä;
- 4) koordinoita Suomessa sekä valvoa Suomen osallistumista IAEA:n alueellisia polttoainekeskuksia käsittelevään case-projektiin.

Työryhmän asetuskirjelmän mukainen kokoonpano oli seuraava:

Puheenjohtaja: pääjohtaja Pekka Jauho (VTT)

Jäsenet: ulkoasiainneuvos Ilkka Pastinen (UM)

toimistopäällikkö Ilkka Mäkipentti (KTM)

professori Pekka Silvennoinen (VTT)

professori Antti Vuorinen (STL)

toimitusjohtaja Magnus von Bonsdorff (TVO)

varatuomari Juhani Santaholma (IVO)

Sihteeri: filosofian lisensiaatti Jorma Heinonen (VTT)

Tärkeä osuus toiminnassa on ollut APO:n avukseen perustamalla kahdella alatyöryhmällä. Ns. YJO-työryhmä selvitti ydinjätehuollon organisaatio-, vastuu-, rahoitus- ja lainsäädännöllisiä kysymyksiä. Tutkimus- ja kehitystyön tarvetta selvittämään APO perusti erillisen projektityöryhmän.

Ydinjäteryhmän mietintö on julkaistu kauppa- ja teollisuusministeriön energiaosaston julkaisusarjassa B nimellä "Ydinjätehuollon järjestäminen Suomessa". Kirjasen hinta on 15 mk ja sitä myy Valtion painatuskeskus.

Seuraavassa esitetään tiivistelmä ydinjäteryhmän mietinnöstä:

0. TIIVISTELMÄ

0.1 Suomen ydinjätteet

Ydinenergialla on lähivuosisikymmenien aikana merkittävä osuus koko maailman ja myös Suomen sähköntuotannossa. Vuonna 1980, kun myös nyt rakenteilla olevat ydinvoimalaitokset ovat valmistuneet, Suomen ydinsähköteho on yhteensä 2200 MWe, joka muodostaa noin 25 % asennetusta kokoniasvoimalaitostehosta. Tuottaessaan ydinenergiaa on Suomen kaltainen pieni maa monin tavoin oleellisesti riippuvainen johtavista teollisuusmaista ja niiden tarjoamista palveluksista, kuten uraanin väkevöinnistä ja käytetyn polttoaineen jälleenkäsittelystä.

Ydinenergiaa tuotettaessa syntyy radioaktiivisia jätteitä nk. ydinpolttoainekierron eri vaiheissa. Merkittävimmät jätteet voidaan jakaa seuraavaan kahteen pääryhmään:

- 1) Käytön aikana voimalaitoksella muodostuvat radioaktiiviset kaasumaiset, nestemäiset ja kiinteät tuotteet, nk. ydinvoimalaitosjäte.
- 2) Jälleenkäsittelyjäte tai jälleenkäsittelemätön polttoaine.

On olennaista erottaa toisistaan mainitut kaksi jäteryhmää, joiden aiheuttamat ongelmat ja sovelletut huoltomenetelmät eroavat toisistaan ratkaisevasti. Käytetyn polttoaineen radioaktiivisuus on useita kertalukuja suurempi kuin voimalan käytön aikana syntyvän muun jätteen aktiivisuus. Lisäksi kaikkein säteilymyrkyllisimmät alfa-aktiiviset nuklidit, aktinidit, jäävät yleensä käytännöllisesti katsoen täysin polttoaineeseen.

Lähivuosisikymmenien aikana Suomessa joudutaan huolehtimaan ydinvoimalaitosjätteestä, käytetystä polttoaineesta sekä mahdollisesti osasta jälleenkäsittelyssä syntyviä jätteitä.

0.2 Ydinjätteen määrä

1000 MWe kevytvesireaktorissa syntyy vuosittain keskimäärin noin 30 t käytettyä polttoainetta. Tällöin mainittu 2200 MW:n sähköteho merkitsee noin 70 t vuotuista määrää käytettyä polttoainetta, jonka radioaktiivisuus 1 kk:n säilytysajan jälkeen on noin 1 GCi. Vastaava vuotuinen ydinvoimalaitosjätteen tuotanto on käsiteltynä noin 500 m³ ja aktiivisuus noin 10 kCi.

0.3 Tarvittava tutkimus- ja kehitystyö

Käytetty polttoaine ja sen jälleenkäsittelyjäte muodostavat ongelmallisimman kysymyksen ydinenergian jätehuollossa. Mikäli tästä voidaan välttyä, niin jäljellejäävä ydinvoimalaitosjätteen huolto voidaan teknisesti hoitaa sangen kohtuullisin voimavaroin. Tämä tilanne olisi mahdollinen, jos käytetty ydinpolttoaine voitaisiin toimittaa kokonaisuudessaan peruuttamattomasti ulkomaille rajoitetun varastointiajan (vuosia... vuosikymmen) jälkeen, mitä Suomen osalta onkin pidettävä ensisijaisena tavoitteena. Kuitenkin nykytilanteessa on varauduttava myös siihen, että Suomessa saatetaan joutua säilyttämään käytettyä polttoainetta pitkiä ajanjaksoja, ehkä lopullisesti tai vastaanottamaan ja huoltamaan jälleenkäsittelyjätettä.

Korkea-aktiivisen jälleenkäsittelyjätteen huolto ja ennenaikkea sen loppusijoitus on hyvin monimutkainen ja monitahoinen ongelma, jota tutkitaan maailmassa suurin voimavaroin. Näin ollen on lähdettävä siitä, että Suomen kaltaisen maa ei yksin pelkästään omin voimavaroin voi ainakaan laaja-alaisesti tehdä merkittävää käytännön kehitystyötä. Toisaalta on korostettava, että ulkomaisen työn tulosten tarkoituksenmukainen hyödyntäminen vaatii riittävää teknisen tietämyksen tasoa, joka näin erikoistuneella ja samalla monitahoisella alueella on varta vasten hankittava ja ylläpidettävä.

0.3.1 Käytetty polttoaine

Käytetyn polttoaineen lopullista sijoittamista jätteenä pidetään edelleenkin epätodennäköisenä vaihtoehtona, koska se merkitsisi raaka-aineresurssien tuhlausta ja ydinjätehuollon teknistä vaikeuttamista. Sen sijaan todennäköisenä ja suositeltavana pidetään käytetyn polttoaineen jälleenkäsittelyä, jolloin hyödyntämiskelpoiset uraani ja plutonium erotetaan varsinaisesti jätteiksi luokiteltavista aineosista.

Suomessa ei käytetyn polttoaineen jälleenkäsittelytoiminta ole mielekästä. Loviisan polttoaine vietään käytön jälkeen Neuvostoliittoon ja myös Olkiluodon voimalan käytetty polttoaine pyritään toimittamaan ulkomaille jälleenkäsittelyä varten.

Käytettyä polttoainetta joudutaan säilyttämään maassamme ainakin joitakin vuosia. Loviisan voimalaitoksella noudatetaan neuvostoliittolaista käytäntöä, jonka mukaan käytettyä polttoainetta säilytetään laitospaikalla vähintään kolme vuotta. On mahdollista, että Olkiluodon polttoainetta joudutaan säilyttämään huomattavasti pitempään. Käytetyn polttoaineen varastointitarpeesta riippuen on Suomessa lähivuosikymmenien aikana ajoissa ryhdyttävä tilanteen edellyttämiin toimenpiteisiin. On hankittava riittävä tekninen tietämys eri varastotyypeistä ja niiden turvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä.

Käytetyn polttoaineen kuljetuksiin liittyviä teknisiä kysymyksiä pidetään yleisesti ratkaistuin. Tämänhetkinen kehitystyö kohdistuu pääasiassa kuljetusastioihin yhtenä päämääränä kuljetustehon lisääminen.

Suomen osalta ovat lähiajan tutkimuskohteina keskeisiä kuljetusten turvallisuuskysymykset. Mahdollisten onnettomuustapausten varalta on kehitettävä valmius pelastuspalvelun järjestämiseksi.

0.3.2 Jälleenkäsittelyjäte

Käytetyn polttoaineen jälleenkäsittelyssä syntyneitä korkeaaktiivista jätettä on toistaiseksi pääasiallisesti säilytetty nestemäisenä tankeissa, mutta tavoitteena on kiinteyttää se lasiin tai keraamisiin materiaaleihin. Vuosikymmeniä... vuosisatoja kestävä välivarastoinnin jälkeen on ehdotettu, että kiinteä jäte sijoitetaan lopullisesti geologisiin muodostumiin, esim. suolakaivoksiin tai kiteiseen peruskallioon, valtameren pohjalle, tai sen alle tai toteutetaan jokin muu teknologisen kehityksen mahdollistama ratkaisu.

Vaikka käytetään hyväksi ulkomaisia jälleenkäsittelypalveluja, on olemassa mahdollisuus, että Suomeen palautetaan kiinteää korkea-aktiivista jälleenkäsittelyjätettä. Tällainen mahdollisuus tulee maassamme ennakoida ja ryhtyä ajoissa tarpeellisiin toimenpiteisiin. On hankittava riittävä valmius kiinteän jälleenkäsittelyjätteen varastointiin ja sijoitukseen.

Korkea-aktiivisen jätteen loppusijoitus on jo yksinomaan teknisesti erittäin vaativa tehtävä, tosin se tulee käytännössä ajankohtaiseksi aikaisintaan ehkä parin vuosikymmenen kuluttua. Kuitenkin tähän kysymykseen sen suuren merkityksen takia on syytä paneutua jo nyt aloittamalla ja tukemalla alan tutkimus- ja kehitystyötä. Suurin resurssien tehty ulkomaista työtä on luonnollisesti pyrittävä hyödyntämään. Tällöin on keskeisellä sijalla Ruotsissa toteutettu huomattava tutkimus ja selvitystyö, koska ruotsalaiset olosuhteet vastaavat melko pitkälle suomalaisia olosuhteita ja koska alan yhteydet Ruotsiin ovat hyvät.

Kiinteän korkea-aktiivisen jätteen välivarastointi ja loppusijoitus edellyttävät myös näiden jätteiden ominaisuuksien riittävää tuntemusta. Tämän vuoksi olisi Suomeen hankittava perustietous kiinteytetyn, lähinnä lasitetun korkea-aktiivisen jälleenkäsittelyjätteen ominaisuuksista. Koska varastointin ja sijoituksen kannalta merkittävät ominaisuudet riippuvat myös itse kiinteytysprosessista, on tästäkin hankittava tietämystä. Pelkästään teoreettista tietoutta ei voida pitää riittävänä. Toisaalta alan kokeellinen toiminta edellyttää yleensä suuria voimavaroja. Tällöin olisi mielekkäintä osallistua johonkin ulkomaiseen ohjelmaan. Kun riittävä tietämys on saavutettu, voidaan arvioida minkä asteinen kansallinen kokeellinen valmius on välttämätön. Esim. siinä tilanteessa, jolloin tiedetään varmuudella Suomen joutuvan vastaanottamaan kiinteytettyä korkea-aktiivista jätettä, tuntuisi perustellulta, että meillä olisi mahdollisuus määrittää näiden jätetuotteiden merkitsevät ominaisuudet.

0.3.3 Ydinvoimalaitosjäte

Ydinvoimalaitoksen käytön aikana syntyy vuosittain merkittäviä määriä "märkiä" ja "kuivia" radioaktiivisia jätteitä, jotka vaativat käsittelyä ja/tai varastointia, kunnes jätteen sisältämä radioaktiivisuus on kuoleentunut vaarattomalle tasolle. Laitospaikalla tapahtuva jätehuolto perustuu jo suhteellisen vakiintuneeseen ja käytännössä kokeiltuun teknologiaan.

Alan tutkimus- ja kehitystyö tähtää ensisijaisesti jätehuollon teknistaloudelliseen optimointiin ja käyttöhenkilökunnan sekä ympäristön turvallisuuden parantamiseen.

Suomessa on perusteltua harjoittaa laitospaikalla tapahtuvan ydinjätehuollon tutkimus- ja kehitystyötä ensisijaisesti voimayhtiöiden toimesta. Julkisella rahoituksella ylläpidetty toiminta on myös välttämätöntä, jotta taataan riittävän korkeatasoinen ja monipuolinen tiedon taso jo nyt huomattavan kansallisen merkityksen saaneella alueella.

Ydinvoimalaitosjätteen pitkäaikaisvarastointiin ja sijoitukseen on olemassa periaatteessa useita teknisesti toteutettavia vaihtoehtoja, mutta yleisesti hyväksyttyä käytäntöä ei vielä ole. Syynä lienee korkea-aktiivisen jälleenkäsittelyjätteen priorisointi tutkimuksissa ja tähän asti melko paljon sovelletun mereen upotuksen tai maahan hautauksen taloudellisuus ja vaivattomuus. Suomen ydinvoimalaitosjätteiden pitkäaikaisvarastoinnin ja lopullisen sijoituksen paikkojen ja menetelmien selvittämiseen on perusteltua aloittaa laaja, useiden eri alojen asiantuntijoita käyttävä tutkimusohjelma, joka pyrkisi hyväksyttävän vaihtoehdon löytämiseen ottaen huomioon turvallisuuden, teknisen toteutettavuuden ja kustannukset. On tarpeen kehittää menetelmät sijoituksesta tai varastoinnista aiheutuvan riskin arvioimiseksi sekä normaaleissa että epätavallisissa tilanteissa. Tässä työssä on odotettavissa runsaasti tukea ulkomaisista tutkimusohjelmista.

0.3.4 Ydinteknisten laitosten käytöstä poisto

Ydinreaktorin käyttöikäksi on arvioitu 30...40 vuotta. Ydinlaitoksen käytöstä poisto ja purkaminen tulisi ajoissa ennakoida ja sopeuttaa vaadittavat suunnitelmat ja toimenpiteet muihin valtakunnallisiin ydinjätehuoltosuunnitelmiin. Olisi tarkoituksenmukaista, että käytöstä poisto otettaisiin huomioon jo laitosten suunnittelussa ja rakentamisessa.

0.4 Ydinjätehuollon organisaatio

0.4.1 Perusedellytykset

Suomen ydinjätehuoltoa järjestettäessä on otettava huomioon erityisesti seuraavat seikat:

- Ydinjätehuolto on kaikissa olosuhteissa järjestettävä niin, että turvallisuuden vaatimukset täytetään.
- Ydinjätehuoltoon liittyvien vastuukysymysten pitkäkestoisuudesta johtuen on tarkoituksenmukaista, että valtio huolehtii ydinjätteiden loppusijoituksesta.
- On saatava aikaan mahdollisuus ydinjätteisiin liittyvien vastuiden siirtoon jäljempänä esitetyllä tavalla.
- Vastuunsiirtomahdollisuudesta huolimatta jätteen tuottajilla on säilyttävä ensisijaisen vastuun ydinjätehuollon hoitamisesta ja loppusijoituksen valmistelusta sekä teknillisesti että taloudellisesti.
- On huolehdittava lähiajan selvitys- ja tutkimustarpeen sekä jatkuvan ydinjätehuollon edellyttämistä organisoimistoimenpiteistä.

0.4.2 Tarvittavat toimenpiteet

0.4.2.1 Atomienergiälain muutostarve

Atomienergiälainsäädäntöön tarvitaan ydinjätehuollon osalta uudistuksia erityisesti seuraavissa suhteissa:

- 1 Ydinjätehuollon kannalta oleelliset radioaktiiviset jätteet on nimenomaisella määräyksellä saatettava atomienergiälainsäädännön ja sen lupajärjestelmän piiriin. Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden käsittelystä sekä ydinjätteiden käsittely- ja varastointilaitosten perustamisesta samoin kuin ydinlaitosten käytöstä poistamisesta on lainsäädäntöön otettava tarkemmat säännökset.

- 2 Huolenpito- ja kustannusvastuumääräykset on tarkistettava niin, että kyseiset vastuut voidaan yksikäsitteisesti siirtää vastuuhenkilöltä toiselle ja viime kädessä valtiolle. Tämä edellyttää erityisesti voimassa olevan atomienergielain 5 §:n muuttamista. Vastuiden on myös voitava lakata siinä tapauksessa, että käytetty ydinpolttoaine tai radioaktiivinen jäte lopullisesti ja peruuttamattomasti siirretään valtakunnan rajojen ulkopuolelle Suomen lainkäyttövallan ulkopuolella olevalle haltijalle.

- 3 Lakiteknisesti olisi tarkoituksenmukaista, että uudistukset toteutetaan atomienergialakia muuttamalla ja täydentämällä sitä erillisellä ydinjätehuoltolailla.

0.4.2.2 Huolenpito- ja kustannusvastuu

Jätteen tuottajat vastaavat käytetystä ydinpolttoaineesta ja radioaktiivisesta jätteestä sekä niiden käsittelyistä ja varastoinnista pääsääntöisesti loppusijoitukseen saakka sekä ydinlaitosten käytöstä poistamistoimenpiteistä (huolenpito- ja kustannusvastuu). Huolenpito- ja kustannusvastuu siirtyy seuraavassa kohdassa mainitulle loppusijoitusorganisaatiolle, kun sanottu organisaatio on ottanut vastaan loppusijoitusta varten käytettyä ydinpolttoainetta, radioaktiivista jätettä tai käytöstä poistetun ydinlaitoksen loppusijoituskuntoon saatettuna.

Mikäli loppusijoitusorganisaatio kuitenkin ottaa huolehtia-akseen käytetyn ydinpolttoaineen ja/tai radioaktiivisen jätteen välivarastoinnista tai muista käsittelyvaiheista,

siirtyy huolenpitovastuu loppusijoitusorganisaatiolle, kustannusvastuun jatkokäsittelystä ja loppusijoituskuntoon saattamisesta säilyessä aikaisemmalla vastuullisella haltijalla.

0.4.2.3 Loppusijoitusorganisaatio

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen loppusijoituksesta ja loppusijoituskuntoon saatetun ydinlaitoksen jatkuvasta hoidosta ja huolenpidosta vastaa loppusijoitusorganisaatio, jossa valtion määräysvalta on ehdoton.

Eräs mahdollinen muoto tälle organisaatiolle on valtion liikelaitos, jota jäljempänä nimitetään valtion ydinjätelaitokseksi (VYL).

0.4.2.4 Valtion ydinjäterahasto

Ydinjätelaitoksen varsinaisen käytännön toiminnan alkaessa nykyisen käsityksen mukaan vasta 1990-luvulla, perustetaan välittömästi rahoitustoimenpiteiden käynnistämiseksi valtion ydinjäterahasto (VYR), joka aikanaan voidaan liittää valtion ydinjätelaitokseen.

0.4.2.5 Lähiajan toimenpiteet

Eräitä edellä olevia, lähinnä loppusijoitusorganisaation perustamiseen liittyviä toimenpiteitä ei voida pitää välittömästi ajankohtaisina. Tästä huolimatta on kuitenkin huolehdittava, että tarvittavat toimenpiteet suoritetaan oikea-aikaisesti. Vastuu käytännön toimenpiteistä loppusijoitusvaraston suunnittelemiseksi ja toteuttamiseksi säilyy jätteen tuottajilla, kunnes edellä kohdassa 3 tarkoitettu organisaatio on perustettu ja se on ottanut huolehtiakseen loppusijoituksesta.

Kauppa- ja teollisuusministeriön energiaosaston atomitoimistolla on valtakunnallinen yleisvastuu ydinjätealan huoltoon liittyvien toimenpiteiden käynnistämisestä ja koordinoimisesta mukaan lukien valtion tutkimus- ja kehittämistoiminnan sekä jätteen tuottajien vastaavan toiminnan yhteen niveltäminen.

Lähiajan toimenpiteinä jätteen tuottajat (ydinvoimaa rakentavat voimayhtiöt) ovat perustaneet ydinjätehuollon yhteiselimen (voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta), jonka tehtäviin tulee kuulua mm.:

- 1 Jätteen tuottajien piirissä suoritettavan selvitys-, tutkimus- ja kehitystyön koordinointi.
- 2 Suunnitelmien laatiminen edellisessä kohdassa mainituista toimenpiteistä, mukaan luettuna ehdotus niiden rahoittamiseksi.
- 3 Suunnitelmien saattaminen voimayhtiöitten toimesta kauppa- ja teollisuusministeriön hyväksyttäväksi.
- 4 Raportointi kauppa- ja teollisuusministeriölle sekä säteilyturvallisuuslaitokselle em. suunnitelmien toteutuksesta sekä muista ydinjätehuollon alaan kuuluvista toimenpiteistä.
- 5 Esitysten tekeminen tarvittavien konkreettisten toimenpiteiden käynnistämiseksi jätteen tuottajien organisaatioiden ulkopuolella.

0.4.2.6 Varautuminen kustannuksien kattamiseen hyötykäytön aikana
Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen käsittelyjen ja loppusijoituksen, samoin kuin ydinlaitoksen käytöstä poistamisen sekä jatkuvan hoidon kustannuskate tulee kerätä tai muutoin varmistaa ja jo hyötykäytön aikana.

0.4.2.7 Kustannuskate

Ydinjätteiden aiheuttamien kustannusten kattaminen:

- 1 Jätteen tuottajat suorittavat valtion ydinjätterahastoon määrättyjen perusteiden mukaiset maksut. Rahaston varoilla ja sen tuotoilla tulee kattaa:
 - ydinjätteen lopullisen sijoituksen jatkuvaan huolenpitoon liittyvät kustannukset
 - käytöstä poistettuun ydinvoimalaitokseen liittyvät jatkuvat huolenpitokustannukset.

Rahastointiperusteet vahvistetaan siten, että rahastoidut määrät ja niiden tuotot kattavat edellä mainitut kustannukset. Rahaston varat on sijoitettava turvatusti ja tuottavasti.

- 2 Kohdassa 1 tarkoitettujen rahastosiirtojen lisäksi jätteentuottajat vastaavat muistakin ydinjätehuollon kustannuksista ja varautuvat energiantuoton vaiheessa kustannusten suorittamiseen. Vastuuvarautumis- perusteet määräytyvät lain ja ydinlaitoksen käyttöluvan perusteella. Näiden perusteiden avulla laske- taan kulloisenkin kokonaisvastuun määrä, joka tarkis- tetaan esim. vuosittain. Vastuuseen varautuminen tapahtuu joko yrityksen sisäisellä rahastoinnilla tai ilmoituksella yrityksen taseiden liitetiedoissa tai käyttäen hyväksi molempia edellä mainittuja tapoja.

Jätteentuottajien tulee antaa valtiolle hyväksyttävää vakuudet kokonaisvastuun määrään saakka (rahastoitu- jen ja taseiden liitetiedoissa ilmoitettujen vastui- den yhteismäärä) huolenpito- ja kustannusvastuun toteuttamiseksi jätteentuottajan maksukyvyttömyyden varalta.

- 3 Mikäli käytettyä polttoainetta tai korkea-aktiivista jätettä joudutaan lopuksi jättämään maan rajojen sisäpuolelle, on tarkoituksenmukaista, että loppu- sijoitusvaraston perustaa valtion ydinjätelaitos. Perustamiskustannukset voidaan kattaa seuraavasti:

- loppusijoitusvaraston perustamisen yhteydessä jätteentuottajilta perittävillä perustamismak- suilla
- lainoituksella osaksi VYR:sta ja osaksi yleisiltä lainamarkkinoilta.

- 4 Loppusijoituksen jatkuvien kustannusten tullessa katetuiksi edellä kohdassa 1 esitetyllä tavalla peritään loppusijoitusvaraston perustamiskustannusten lainaosuudet jätteen tuottajilta kertakaikkisina maksuina loppusijoitettavan jätteen määrän ja laadun mukaan. Maksut suoritetaan ydinjätettä ydinjätelaitokselle luovutettaessa.

0.4.2.8 Verotus

Tarvittavilta osin on huolehdittava siitä, ettei edellä tarkoitettua ydinjätehuollon kustannuskatteen varaamisesta aiheudu ylimääräisiä verotuksellisia rasituksia ydinenergian tuotannolle.

0.5 Toimenpide-ehdotukset

Työryhmä on päätenyt suosittelemaan seuraavia välttämättömiä ja kiireisiä lähiajan toimenpiteitä:

- 1 Lainsäädäntöä on uudistettava ydinjätehuollon osalta muuttamalla atomiennergialakia ja täydentämällä sitä erillisellä ydinjätehuoltolailla.
- 2 Jätteen tuottajat tulee velvoittaa tulevaisuuden ydinjätehuoltokustannuksiin sekä kustannuskatteen varaamiseen.
- 3 Kauppa- ja teollisuusministeriön tulisi käynnistää välttämätön ydinjätealan tutkimus- ja kehitystyö sekä koordinoita ja valvoa sitä. Tutkimusvastuu tulisi rajata toisaalta jätteen tuottajien suorittaman tutkimuksen, toisaalta julkisin varoin suoritetun tutkimuksen välillä.
4. Suomessa tulisi ajoissa ennakoita polttoainekierron loppupäätä koskeva kansainvälinen kehitys sekä varautua seuraaviin ydinjätehuollon vaiheisiin:
 - käytetyn polttoaineen välivarastointi riittävän pitkäksi ajaksi
 - mahdollisesti palautettavan kiinteän jälleenkäsittelyjätteen varastointi ja lopullinen sijoitus tai vaihtoehtoisesti

- käytetyn polttoaineen varastointi ja lopullinen sijoitus jälleenkäsittellemättömänä.

Ydinvoimalaitosjätteen osalta tulisi erityisesti pitkäaikaisvarastointiin ja lopulliseen sijoitukseen liittyvää selvitystyötä laajentaa.

- 5 Ulkomaisia ydinjätealan yhteyksiä tulisi kehittää ja ylläpitää, koska Suomessa ei ole mahdollisuuksia harjoittaa itsenäisesti mittavaa alan tutkimusta. Erityisesti tulisi edelleen voimakkaasti kehittää yhteistyötä ruotsalaisten kanssa.

Työryhmä korostaa sen tavoitteen tärkeyttä, että käytetty ydinpolttaine saadaan lopullisesti toimitettua ulkomaille. Tämä näkökohta tulisi ottaa huomioon myös Suomen tulevissa ydinvoimalaitoshankinnoissa.

Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Ydinvoimatekniikan laboratorio
S. Vuori

KANSAINVÄLINEN YDINPOLTTOAINEKIERRON ARVIOINTIOHJELMA (INFCE)
Varsinainen työvaihe on käynnistymässä

INFCE:n käynnistyminen, tavoitteet ja toimintamuodot sovittiin Washingtonissa 19...21.10.1977 pidetyssä järjestäytymiskokouksessa. Näiltä osin INFCE:n tilannekatsaus on esitetty ATS-Ydintekniikka-lehden numerossa 3/1977.

INFCE:n työtä tehdään 8 erillisessä työryhmässä, jonka jokaisen toiminnasta on vastaamassa 2...3 ns. yhteispuheenjohtajamaata. Näiden työryhmien aihepiirit ja yhteispuheenjohtajamaat ovat seuraavat:

1. Polttoaineen ja raskaan veden saanti (Kanada, Egypti, Intia)
2. Väkevointipalvelujen saanti (Ranska, Saksan Liittotasavalta, Iran)
3. Toimitusten (teknologia, polttoaine, raskas vesi) varmistus pitkällä aikavälillä (Australia, Filippiinit, Sveitsi)
4. Jälleenkäsittely, plutoniumin käsittely, jälleenkierätys (Japani, Iso-Britannia)
5. Nopeat reaktorit (Belgia, Italia, Neuvostoliitto)
6. Käytetyn polttoaineen käsittely (Argentiina, Espanja)
7. Jätteen käsittely ja sijoitus (Hollanti, Ruotsi, Suomi)
8. Uudet polttoainekierrot ja reaktortyyppit (Korea, Romania, USA)

Lisäksi toimintaa on valvomassa erityinen koordinoitukomitea (TCC, Technical Co-ordinating Committee), jonka jäseninä ovat työryhmien puheenjohtajamaat. Edelleen vuoden 1978 lopulla ja kaksivuotisen selvityksen päätteeksi on tarkoitus pitää järjestäytymiskokouksen kaltaiset yleiskokoukset.

Työryhmistä Suomi on ilmoittanut osallistuvansa ryhmien 3, 4, 6 ja 7 toimintaan. Päähuomio tullaan kuitenkin keskittämään ryhmään 7. Yleistavoitteena Suomen osalta on hankkia mahdollisimman paljon ja varhaisessa vaiheessa tietämystä omassa maassa tulevaisuudessa tehtävien ratkaisujen tueksi.

Tähän mennessä kaikki työryhmät ovat pitäneet ensimmäisen kokouksensa ja työryhmät 6, 7 ja 8 jo toisenkin kokouksensa. Kaikkiaan INFCE:n toimintaan osallistuu jollakin tavoin kaikkiaan noin 50 valtiota. Suomi on aktiivisimmin seurannut työryhmien 4, 6 ja 7 toimintaa. Näiden työryhmien toiminnan käynnistymisestä voidaan todeta seuraavaa:

- Ryhmässä 4 toiminta on jaettu kahdelle alaryhmälle, joista toinen käsittelee jälleenkäsittelyä ja toinen plutoniumin käsittelyä ja jälleenkierätyistä. Kumpikin alatyöryhmä on pitänyt ensimmäiset kokouksensa ja varsinainen työ on jaoteltu lukuisiin eri osatehtäviin. Työryhmän jäsenvaltioiden jälleenkäsittelytarvetta ja jälleenkierätyssuunnitelmia koskevaan kyselyyn on myös Suomen osalta toimitettu vastaus.
- Ryhmässä 6 ei ole varsinaisesti erotettu erillisiä alatyöryhmiä, vaan selvitys on jaettu erillisiin tehtäväalueisiin, joihin kuhunkin syventyy tarkemmin suppeampi määrä osallistujamaita. Myös tämä työryhmä on lähettänyt oman kyselynsä koskien osallistujavaltioiden ydinvoimaohjelmaa, käytetyn polttoaineen määrää, varastointikapasiteettia ja mahdollista kapasiteettivajausta.

- Ryhmä 7 on Suomen osalta erityisasemassa, koska Suomi toimii siinä osapuheenjohtajana. Työryhmän toiminnassa täsmennettiin aluksi INFCE-loppuasiakirjassa annettuja tehtävämäärittelyjä ja tehtiin ehdotukset täsmällisemmästä rajautumisesta muihin työryhmiin. Alkuvaiheessa Suomessa on pyritty mahdollisimman aktiivisesti paneutumaan työryhmän tulevan ohjelman, aikataulun ja sisällön suunnitteluun, koska Suomen osuus varsinaisissa teknillisissä selvityksissä resurssien puutteellisuuden vuoksi ei oletettavasti tule olemaan erityisen merkittävä. Työryhmän varsinaista teknillistä selvitystä koskeva toiminta on toistaiseksi jaettu kahdelle alatyöryhmälle, joista ensimmäinen käsittelee polttoainekiertoratkaisuja, joihin ei liity jälleenkäsittelyä ja vastaavasti toinen sellaisia polttoainekiertomalleja, joihin jälleenkäsittely sisältyy. Kullekin polttoainekierrolle selvitykset tehdään kolmelle eri suuruiselle ydinvoimaohjelmalle (10, 50 ja 100 GWe), kuivalle ja kostealle loppusijoituspaikalle (esim. suolamuodostelmat ja graniitti) sekä käsitellään kaikkia polttoainekierron kuluessa syntyviä jätteitä. Eri vaihtoehtoja tullaan vertailemaan seuraavien viiden vaikutustekijöiden valossa:
- a) turvallisuus ja terveysvaikutukset
 - b) muut ympäristövaikutukset
 - c) proliferaatio- ja safeguards-näkökohdat,
 - d) institutionaaliset- ja laillisuuskysymykset sekä
 - e) taloudelliset seikat

INFCE-ohjelman valvontaa ja tiedon välittämistä varten on Suomeen perustettu erityinen seurantaryhmä, jossa ovat edustettuna KTM, UM, AEN, VTT, STL, IVO ja TVO. Puheenjohtajana toimii toimistopäällikkö I. Mäkipentti KTM:stä ja sihteerinä prof. P. Silvennoinen ja TkL S. Vuori VTT:sta.

TURVALLISUUSTUTKIJANA LÄNNESSÄ - VAIKUTELMIA LOFT-PROJEKTIN TIIMOILTA

1. Yleistä

LOFT-projekti (Loss of Fluid Test) on osa USNRC:n rahoittamaa vesireaktorien turvallisuustutkimusohjelmaa (Water Reactor Safety Research Program), jonka toteutusta energiaministeriö DOE (Department of Energy) ohjaa ja valvoo. Oleellisinta projektissa lienee se, että sen puitteissa on tarkoitus suorittaa maailman ensimmäiset nk. integroidut nukleaariset jäähdytteenmenetyskokeet, joissa koelaitteisto simuloi painevesireaktorilaitoksen koko primääripiiriä komponentteineen, ja sisältää mm. ydinenergiaa tuottavan sydämen. Kysymyksessä ei kuitenkaan ole täysmittakaavainen koe, vaan sydämen terminen teho on 55 MW ja sen aktiivinen pituus 1,7 m. Koko laitteisto on mitoitettu niin, että jäähdytteen tilavuuden suhde reaktorin tehoon on sama kuin tyypillisessä täysmittakaavaisessa kaupallisessa reaktorissa.

Suomi ja VTT pääsi osallistumaan projektiin pohjoismaisen yhteistyön kautta. Neljän pohjoismaan (Norjan, Ruotsin, Suomen ja Tanskan) valtiolliset tutkimuslaitokset tekivät nimittäin NRC:n kanssa ryhmänä (Nordic Group) yhteisen sopimuksen. Osallistumisoikeuden vastapainoksi pohjoismaat kehittävät uusia tietokoneohjelmia Tanskassa Risø:ssa ja myös jonkinverran Norjassa Kjellerissä. VTT antaa panoksensa Tanskassa tehtävään työhön sekä raportoi tietokoneohjelmien käyttökokemuksistaan.

2. LOFT-projektin toteutuksesta

Kokeet suoritetaan DOE:n omistaman Idahon tutkimuskeskuksen (Idaho National Engineering Laboratory, INEL) koalueella, n. 100 km:n päässä Idaho Fallsin kaupungista. Koko alue on kitukasvuista erämaata, jonka laitamilla häämöttää vuoria. Kuvassa 1 on kartta näiltä seuduilta. LOFT-koelaitteisto sijaitsee TAN-alueella (Test Area North). INEL:ssä toimii tällä hetkellä neljä DOE:n kanssa asiaan kuuluvan sopimuksen tehnyttä yritystä (operating contractors), joista EG&G on saanut vastuulleen suurimmat projektit. Kuvassa 2 on INEL:n yleinen organisaatiokaavio parin vuoden takaa, jolloin mukana oli EG&G:n edeltäjä Aerojet Nuclear. DOE:n edeltäjä oli ERDA (Energy Research and Development Administration). LOFT on INEL:n projekteista ylivoimaisesti suurin. Sen vuotuinen budjetti on nykyään noin 35 miljoonaa dollaria. Tähän astiset kokonaiskustannukset ovat jo kivunneet n. 250 milj. dollariin. Kuvassa 3 on projektin organisaatiokaavio. Itse työskentelin Program Planning and Test Evaluation Branchissa.

Projektin päätarkoitukset ovat:

- 1) Arvioida tiettyjen analyttisten menetelmien käyttökelpoisuutta ja riittävyyttä sekä parantaa niitä. Kyseessä olevilla menetelmillä ennustetaan nykyisin jäähdytteenmenetysjonnettomuuden kulkua ja seuraamuksia sekä turvalaitteiden toimintaa ja turvallisuusmarginaaleja kaupallisissa reaktoreissa.
- 2) Tutkia mahdollisia odottamattomia ilmiöitä ja tapahtumia sekä kehittää analyttisiä laskentamenetelmiä niitä varten.
- 3) Hankkia kokemusta standardien ja koodien soveltamisessa ja käytössä. (Nykyisten koodien käyttö edellyttää kokemusta).
- 4) Testata nykyisten hätäjäähdytyskriteerien käyttökelpoisuus ja riittävyys.

Kuvassa 4 on isometrinen piirros koelaitteiston pääkomponenteista. Kuvassa 5 nähdään koko siirrettävä laitteisto vedettynä suojarakennuksen ulkopuolelle. Toistaiseksi on suoritettu neljä isotermistä koetta, joissa sydämen paikalla oli vain virtausvastussimulaattori. Seuraava koe tapahtunee huhtikuussa 1978. Siinä on jo nukleaarinen sydän paikallaan, mutta se ei tuota lämpöä. Ensimmäinen varsinainen nukleaarinen koe suoritetaan nykyisten suunnitelmien mukaan marraskuussa 1978. Pitemmällä (usean vuoden) tähtäimellä suunnitelmassa on mm. eri tehotasoja, erikokoisia murtumia, erilaisia murtumapaikkoja, erilaisia hätäjähdytysjärjestelmiä ja myös muita kuin jäähdytteenmenetys-transientteja.

Olin mukana viimeisimmässä kokeessa(L1-4). Kuvan 6 mukaisesta paneelista saattoi seurata tiettyjen parametrien käyttäytymistä reaaliajassa. Oikealla ylhäällä näkyvässä kuvaruudussa oli neljän erilaisen parametrin etukäteen lasketut aikakäyrät ja niiden päälle piirtyivät reaaliajassa mittaustulosten mukaiset käyrät - todella mielenkiintoista, jopa jännittävää. Kuvassa 7 näkyy osa koelaitteiston valvomoa.

3. Omasta työstä ja INEL-vaikutelmista

Oli miellyttävää huomata, että sopeutuminen INEL:n työmenetelmiin ja -ilma-
piiriin sujui hyvin. Silmiinpistävin piirre projektissa oli ehkä se, että rahaa ja työvoimaa oli käytettävissä runsaanlaisesti. Suomessahan niiden puute on ylivoimaisesti suurin ongelma. Työn tasossa ei liene suuriakaan eroja.

Käsitin tehtäväni lähinnä 3-osaiseksi: 1) Tehdä työni projektin puitteissa sen verran hyvin, että amerikkalaiset ovat tyytyväisiä, 2) Toimittaa haluttua saatavissa olevaa aineistoa (informaatiota, tietokoneohjelmia yms.) pohjoismaihin, 3) Luoda suhteita, joista olisi hyötyä sekä silloin että myöhemmin.

Ensimmäisen kohdan kannalta minua käsittäakseni onnisti, kun sain tehtäväkseni kokeiden etu- ja jälkikäteisanalyysien suorittamisen EG&G:n menetettyä yht'äkkiä pari tehtävään sopivaa omaa miestään. Näin pääsin tekemään amerikkalaisten arvostamaa työtä, jolloin muidenkin asioiden hoito kaiketi helpotui. Työtahti oli tosin usean kuukauden ajan tosirankka. Komennusaikani loppupuolella pyrinkin saamaan enemmän aikaa muihin tehtäviin. Tämä oli mahdollista, koska em. kokeiden analysointityö siirrettiin vähitellen pääosiltaan amerikkalaisen insinöörin vastuulle.

Em. tehtävien lisäksi olin mukana varsin monessa muussakin toiminnassa. Kaikenkaikkiaan toteaisin, että vaikka olisinkin mielelläni hankkinut koke-
musta sellaista ohjelmien kuin FRAP, FLOOD-4 ja CONTEMPT käytössä, mikä ei nyt ollut mahdollista, tehtävämääritykseni oli hyvä kompromissi meidän ja amerikkalaisten etujen välistä.

Suhteiden luomisen ja kiinnostavan aineiston toimittamisen kannalta oli hyvin hyödyllistä, että minut oli valittu kaikkien neljän pohjoismaan paikalliseksi viralliseksi yhteyshenkilöksi. Tässä ominaisuudessa nimittäin on mahdollista ottaa yhteyksiä huomattavasti suoraviivaisemmin kuin muuten, ja esim. VTT:n erikoistoivomusten täyttäminen helpottui ja nopeutui. Myös yhteistoiminta esim. Japanin ja Saksan Liittotasavallan yhteyshenkilöiden kanssa oli hedelmällistä. Meillähän oli suunnilleen samat intressit ja asema (ainakin periaatteessa), joten saatoimme yhteisvoimin ajaa etujamme.

LOFT-projektissa oli hyvä henki. Töritä tehtiin tehokkaasti ja innostuneesti. Työ koettiin merkitykselliseksi. Huumori oli oleellinen osa lähes kaikessa kommunikoinnissa. Tilanteeseen varmasti vaikutti paljonkin se tosiseikka, että oltiin suuren huomion kohteena (EG&G:n johto, NRC, DOE, Saksa, Japani jne.) ja oltiin päästy alkuperäisen aikataulun edelle. Aikataulukysymykset ovat erityisen tärkeitä, koska niistä pääasiallisesti riippuu EG&G:n "voitto" (=palkkiosumma). Eräissä muissa projekteissa tilanne oli aivan toinen. Kun yrityksen johto ei suuremmiten välitä, se huomataan ja tuloksena on turhautumisia, riitoja ja yleinen hällä väliä-tyyli.

LOFT-projektissa näytti informaatio kulkevan hyvin ylhäältä alas ja myös päinvastoin. Isompia tiedotustilaisuuksia järjestetään silloin tällöin (melko harvoin) tarpeen mukaan. Pienempien ryhmien kokouksia taas pidettiin hyvinkin usein. Eri tehtäväryhmien välisessä tiedonkulussa olikin sitten enemmän kitkaa. Tämä toisaalta osaltaan mahdollisti sitä melko yleistä amerikkalaista käytäntöä, että saatetaan antaa sama tehtävä riippumattomasti kahdelle eri henkilölle. Laajemmissa puitteissa esim. NRC voi aloittaa samanlaisen projektin kahdessa eri tutkimuskeskuksessa, ja sitten parin vuoden kuluttua lopetella tai uudelleen suunnata huomommin alkaneen. Tämä käytäntö edellyttää yleensä huomattavia resursseja, mutta tietyissä tilanteissa se saattaa olla harkinnan arvoinen pienemmissäkin puitteissa.

INEL:n työntekijät raportoivat yleensä lyhyesti kirjallisessa muodossa edellisen viikon tehtävistään ja seuraavan viikon suunnitelmistaan. Lienee harkinnan arvoinen käytäntö. Kaikenkaikkiaan kommunikoinnissa käytettiin hyvin paljon vapaamuotoisia käsin kirjoitettuja tiedotelappuja (notegrams). Niille kirjoiteltiin ehdotuksia, kommentteja, tehtävämäärityksiä, tilanneraportteja jne. Mielestäni tapa on hyvä. Vapaamuotoisuudesta huolimatta notegramit olivat dokumentteja ja omiaan selvittämään tilanteita, eikä esim. unohtamisia juuri päässyt tapahtumaan.

Kuvassa 8 on sisänäkymä rakennuksesta, jossa työskentelin. Tähän laajaan maisemakonttoriin oli sijoitettu koko LOFT-projekti sen johtohenkilöitä myöten, lukuunottamatta koealueella työskenteleviä. Lisäksi saman katon alta löytyi useiden muiden projektien/osastojen henkilökuntaa (PBF, Semiscale, Model Verification, jne.). Kellokortteja ei INEL:ssä käytetty. Työssä ollessa piti aina kantaa valokuvalla varustettua tunnistuskorttia. Turvallisuusmiehet olivat aseistettuja. Työaika oli klo 8.00-17.00, välillä tunnin ruokatauko. Normaali vuosiloman pituus on vain 2 viikkoa! Työvoiman vaihtuvuus on varsin suuri. Turvallisuudentunne työpaikan tai varsinkin aseman suhteen ei liene kovin vahva millään tasolla. Organisaatiomuutokset ja erottamiset ovat tavallisempia kuin esim. pohjoismaissa tai Saksassa. Ulkomaisiin vierailuviin insinööreihin suhtauduttiin keskimäärin hyvin ystävällisesti.

4. Idaho Fallsista ja siellä elämisestä

Idaho Falls on vajaan 40 000 asukkaan kaupunki Snake-joen varrella, laajalle levittäytynyt, täysin omakotitalovaltainen. Kaupunki on saanut nimensä varsin kauniista pienehköstä putouksesta keskustan lähellä (kuva 9). Kaupungin tarjoamat palvelut ovat minimaalisia. Yksityiset + kirkot huolehtivat asioista. Yleisiä liikennevälineitä ei oikeastaan ole. Junalla ei kaupunkiin pääse, lentokoneella kylläkin. Kaikilla näyttää olevan ainakin yksi auto.

Kirkoista, joita on monta, varsinkin mormonikirkko on dominoivassa asemassa. Siihen kuuluu noin puolet kaupungin asukkaista. Monissa yksityiskohdissaan varsin "erilainen" uskonto. Asenteet ovat yleisesti melkoisen "vanhoillisia".

Kirkkojen lisäksi koulut ja YMCA (=NMKY) pitävät yllä harrastustoimintoja ja ovat nuorison yhteyskanavia. Kulttuuri- ja varsinkaan huvitilaisuuksia ei ole kovin usein. Elokuvateattereissa on lähes 100 % amerikkalainen ohjelmisto. TV-kanavia näkyy ilman kaapelia neljä, joista yhdessä (public TV) ei ole mainoksia! Ohjelmat ovat keskimäärin masentavia, mutta valikoiden löytää kiinnostavaakin. Tempo on kova. Kaikkea mainostetaan laulaen. Kaupunkilaisten tavallisia harrastusmuotoja ovat mm. "alppihiihto", retkeily, metsästys ja kalastus. Usein harrastukset maksavat melkoisesti, varsinkin väliaikaiselle vieraille.

Sairastaminen vie helposti vararikkoon, jos vakuutukset eivät ole kunnossa. Sairaalapäivän keskimääräinen hinta on noin 350 mk. Monenlaisista vaatetta tarvitsee, koska lämpötila vaihtelee seudulla - 40°C ja + 40°C:n välillä vuoden mittaan.

Asuntotilanne on nyt ollut lähes pari vuotta erityisen vaikea loppukeväällä 1976 tapahtuneen padonmurtuman takia, jolloin suuri joukko lähiseutujen ihmisiä menetti kotinsa. Jos sellaisen löytää, 3 makuuhuoneen kalustetun asunon normaali vuokra lienee n. 1500 mk/kk. Kalustus on yleensä vuokra-asunnoissa surkeahko.

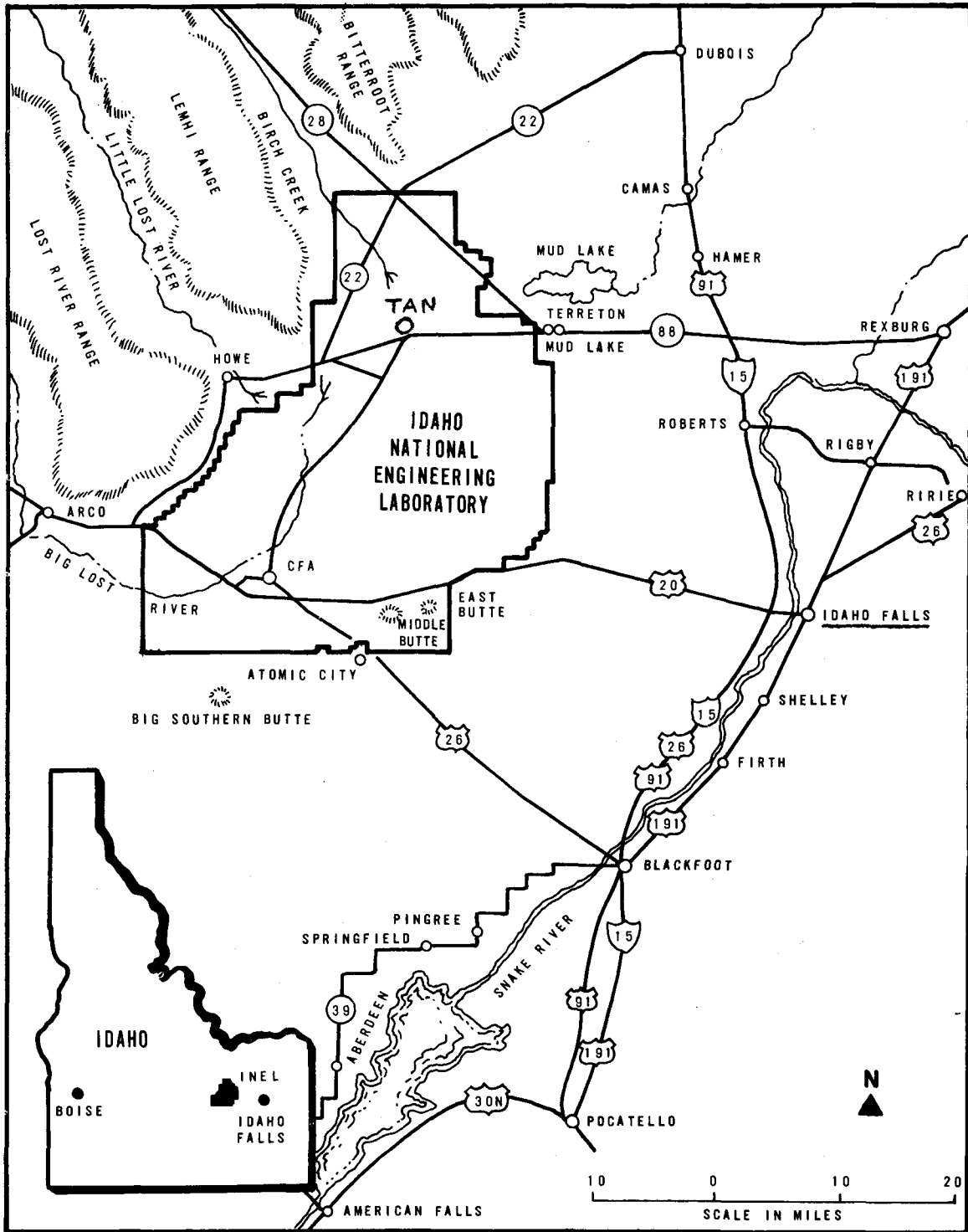
Ruokatavaraliikkeet ovat auki joka päivä yleensä myöhään. Yksi iso liike on auki 24 h vuorokaudessa. Ruokatavarat maksavat keskimäärin vähemmän kuin Suomessa, niinkuin monet muutkin tavarat. Tosin esim. huonekalut ja jääkaapit ovat kalliita.

Omasta vapaa-ajan vietostani toteaisin lyhyesti, että suurimpana erona Suomen aikoihin verrattuna oli sosiaalisen kanssakäymisen huomattava vilkastuminen. Vaikka pari lomamatkaa tulikin tehtyä ja Lännen nähtävyyksiä nähtyä, oli amerikkalaisiin, saksalaisiin, japanilaisiin ja muihin ihmisiin ja heidän ajatuksiinsa tutustuminen mielestäni vielä antoisampaa.

5. Yhteenveto

Matka oli monessa suhteessa hyödyllinen. Seuraavassa luettelossa ehkä tärkeimmät annit:

- Tuoreiden tietojen ja dokumenttien saaminen sekä LOFT-projektista että myös muista turvallisuustutkimusprojekteista.
- Tietokoneohjelmien saannin helpottuminen ja nopeutuminen.
- Mahdollisuus saada pikaista apua Suomessa esiintyviin esim. tietokoneohjelmien käyttöä koskeviin ongelmiin.
- Amerikkalaisten työtapoihin tutustuminen ja niistä oppiminen.
- Hyvien henkilökohtaisten suhteiden luominen sekä amerikkalaisiin että muiden maiden edustajiin.
- Harjaantuminen englannin kielessä, erilaisten asioiden hoitamisessa, raporttien kirjoittamisessa, RELAP-ohjelman käytössä, jne.



IDAHO NATIONAL ENGINEERING LABORATORY VICINITY MAP

Kuva 1

ENERGY RESEARCH AND DEVELOPMENT ADMINISTRATION
 Administrator
 Deputy Administrator
 Assistant Administrator for Laboratory and Field Coordination

CHICAGO OPERATIONS OFFICE

IDAHO OPERATIONS OFFICE
 Administration of ERDA regional operations; nuclear, environment and safety, geothermal, and related programs; facility and site safety and environmental monitoring; and of interfaces between contractors and functions administered by other ERDA field offices. Management of selected services and ERDA-furnished contractor efforts.

ASSISTANT ADMINISTRATOR FOR NUCLEAR ENERGY

DIVISION OF NAVAL REACTORS

PITTSBURGH NAVAL REACTORS OFFICE

CH OFFICE — INEL TEST SITE

ARGONNE NATIONAL LABORATORY WEST
 (Operating Contractor)
 Operates programs at INEL Test Site in support of ERDA's Liquid Metal Fast Breeder Program, including fuels and materials testing, large core physics studies, and fuel safety testing and analysis.

IDAHO NATIONAL ENGINEERING LABORATORY
 Management of research and development efforts in light water reactor safety, reactor fuel safety and development, geothermal energy development, nuclear waste management, and reactor materials and physical sciences. Construction and operation of facilities for research and development programs. Management of support services for INEL Test Site. —**Aerojet Nuclear Company** (Operating Contractor).
 Management of nuclear fuels reprocessing plant, waste solidification facility, chemistry research and processing technology development. Management of chemistry and reprocessing support for INEL Test Site Contractors. —**Allied Chemical Corporation** (Operating Contractor).

IDAHO BRANCH OFFICE, PNRO

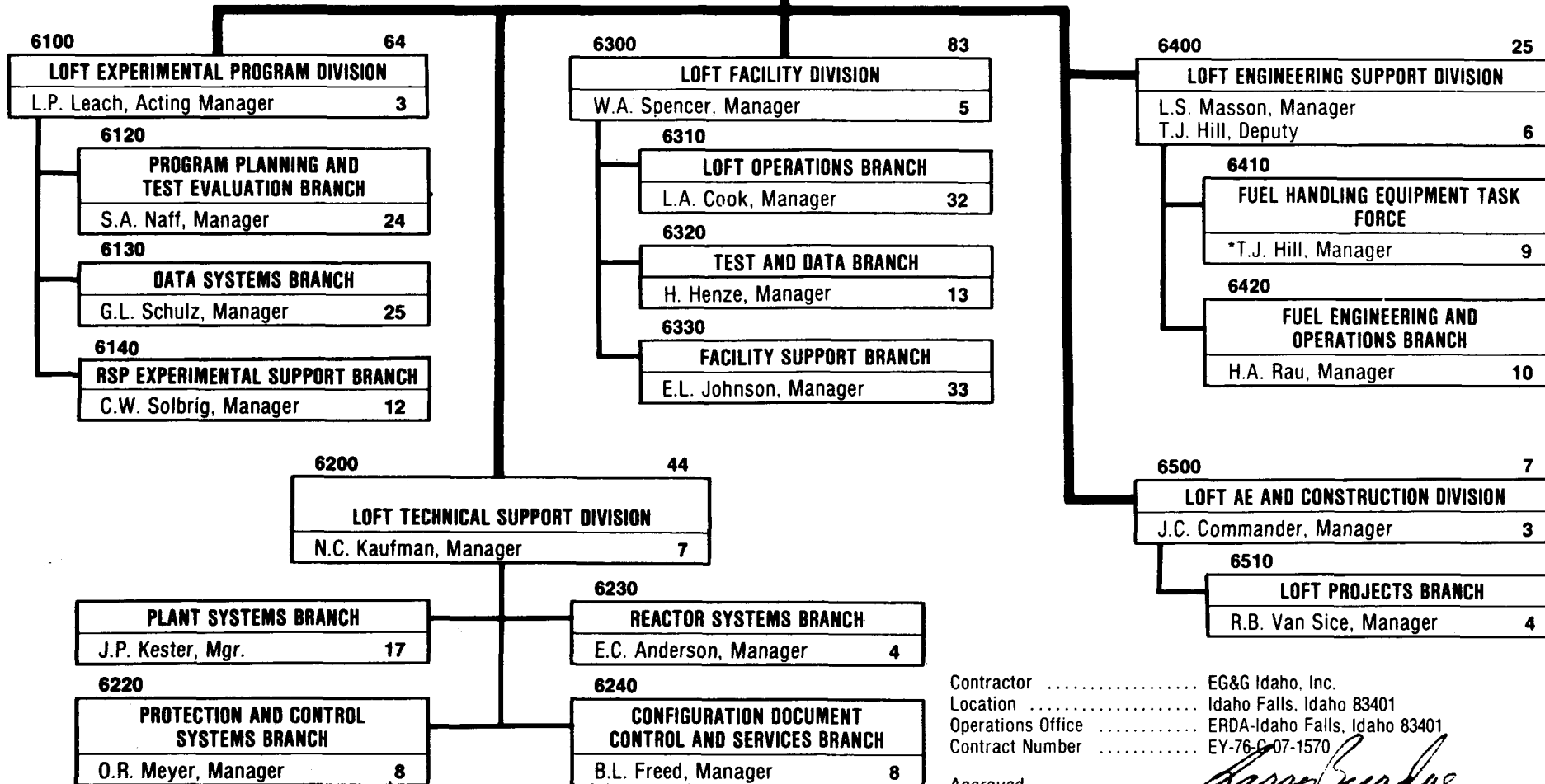
WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION
 (Operating Contractor)
 Operates the Naval Reactor Facility at INEL Test Site

HEALTH SERVICES LABORATORY
 Management of site environmental and radiation dose monitoring and data systems. Support of all site operations in areas of biological and environmental sciences. —**ERDA**

IDAHO NATIONAL ENGINEERING LABORATORY TEST SITE

REPORTS TO THE GENERAL MANAGER

6000	
LOFT	
L.F. Burdge, Director	21



Title: LOFT
No. 6000

Contractor EG&G Idaho, Inc.
 Location Idaho Falls, Idaho 83401
 Operations Office ERDA-Idaho Falls, Idaho 83401
 Contract Number EY-76-C-07-1570

Approved *L.F. Burdge*
 Total Employees 244
 Effective Date July 15, 1977

* Dual Assignment

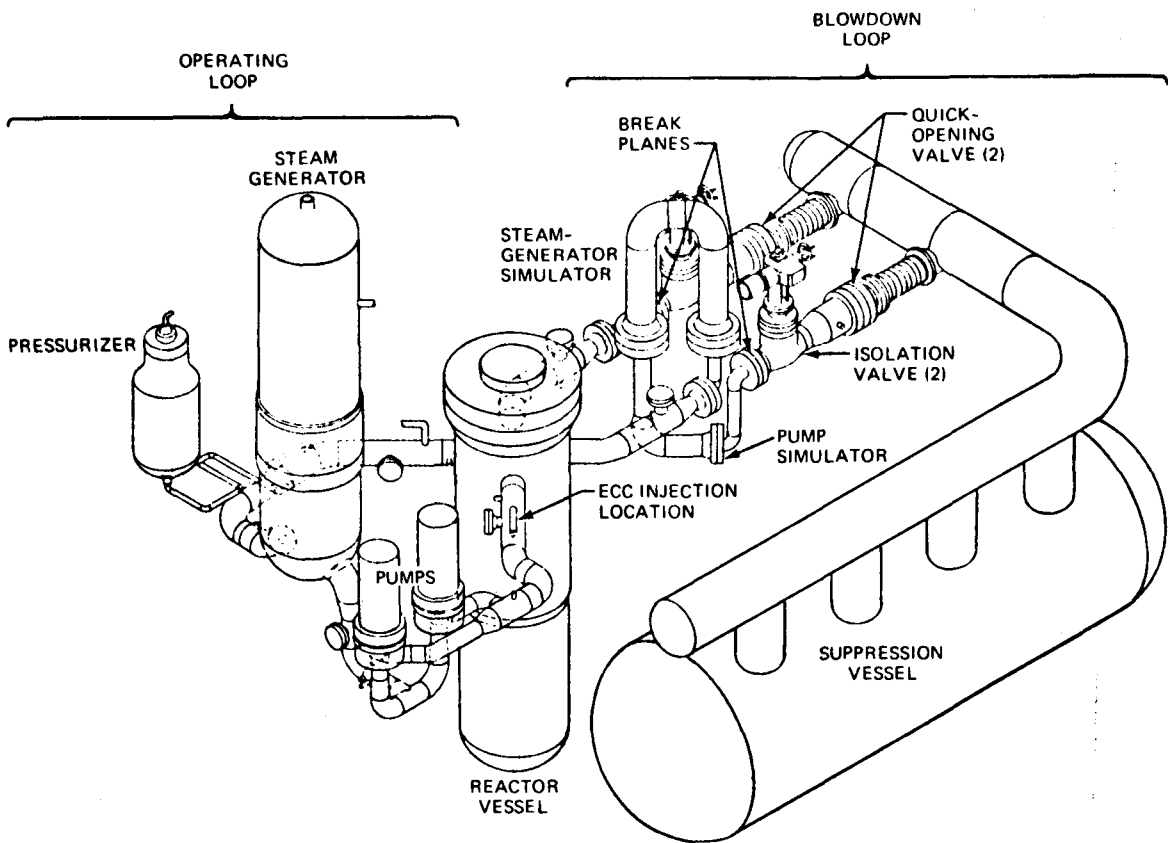
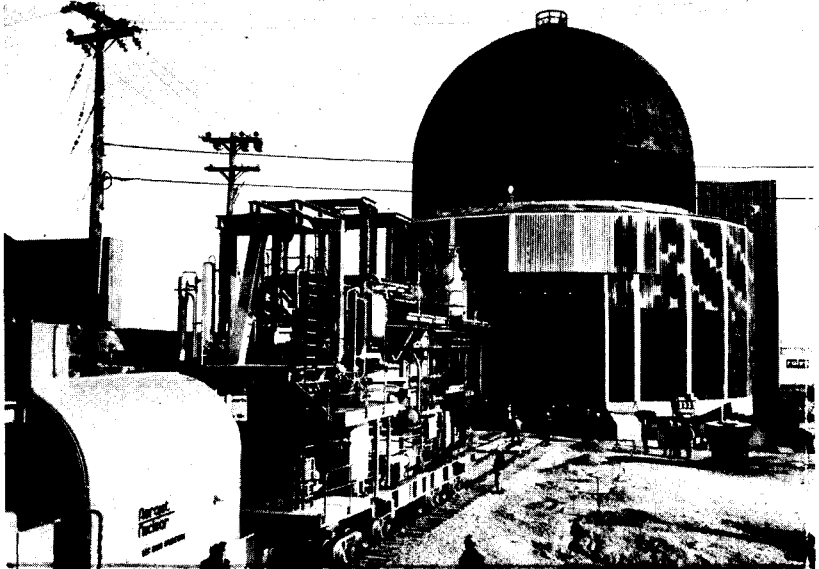


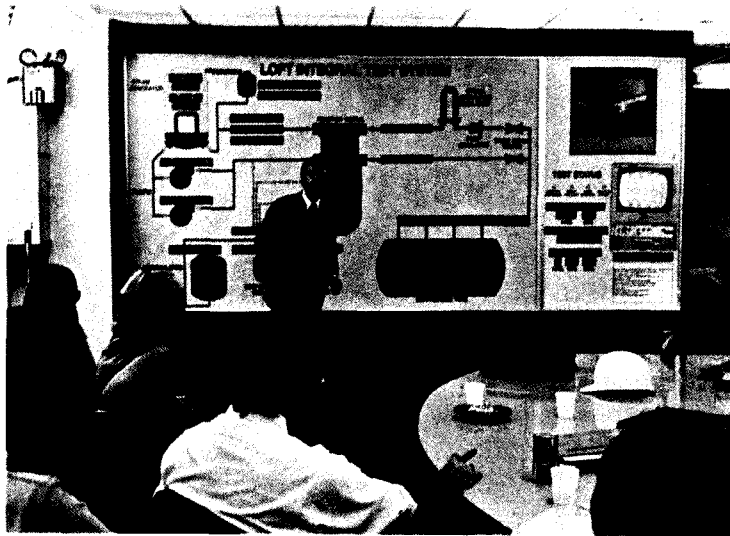
Fig. 2 LOFT primary-coolant-system configuration for double-ended cold-leg break.

Kuva 4.

LOFT Mobile Test Reactor

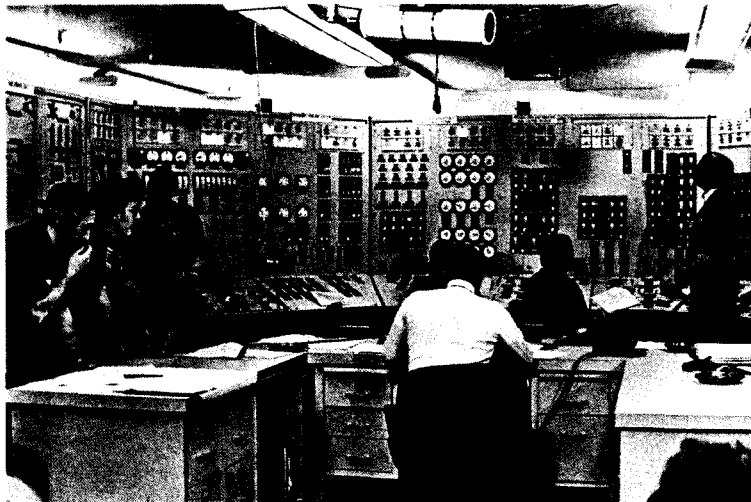


Kuva 5.



Online realtime experiment display board in LOFT VIP Center.

Kuva 6.



LOFT Control Room - during the L1-4 experiment.

Kuva 7.



The new Technical Support Building, opened late in FY-76

Kuva 8.



Snake River Falls and Temple, Idaho Falls, Idaho

Kuva 9.

Tkt Juhani Kuusi
Oy Finnatom Ab

ATS:n kokous 16.2.1978

LÄMMITYSREAKTORIESITUTKIMUKSEEN (SECURE)
LIITTYNEET TALOUDELLISET TARKASTELUT

1. JOHDANTO

Osana yhteispohjoismaiseen lämmitysreaktoritutkimukseen eli nk. SECURE-projektiin (1.1.1976-30.9.1977) kuului lämmitysreaktoreiden kehittämisen ja käyttöönoton taloudellisten edellytysten selvittely. Työn kuluessa suoritettiin investointi- ja käyttökustannusten arviointi osittain suomalais-ruotsalaisena yhteistyönä osittain kummassakin maassa rinnan erityispiirteiden vaikutusten huomioonottamiseksi. Suomessa osallistui varsinaisten projektiosapuolten lisäksi näiden taloudellisten tarkastelujen suorittamiseen merkittävässä määrin myös Imatran Voima Osakeyhtiö.

2. LÄMMITYSREAKTORIN INVESTOINTI-, KÄYTTÖ- JA POLTTOAINEKUSTANNUKSET SEKÄ LÄMMÖN HINTA

Varsinaiset laskelmat suoritettiin nimellisteholtaan 200 MW:n laitokseen pohjalta.

Rakennuskustannusten arviointi perustui mihinkään tiettyyn paikkaan kiinnittämättömään kallioon louhittuun luolasijoitukseen.

Laitekustannusten arviot saatiin tarjouspyyntöjen kautta valmistajilta.

Rakennusajan korot laskettiin neljän vuoden rakennusajan perusteella.

Investointikustannusten jakautuma eri kustannuserien välillä muodostui taulukon 1 mukaiseksi.

Rakennus- ja työmaakustannukset	34 %
Reaktori, prosessijärjestelmät, kaukolämmityspiiri	19 %
Instrumentointi- ja sähköjärjestelmät	22 %
Apujärjestelmät sekä muut järjestelmät ja laitteet	6 %
Käyttöönotto, vakuutukset, luvat	2,5 %
Suunnittelu	3,5 %
Rakennusajan korot	13 %
	<hr/>
	100 %

Taulukko 1. 200 MW:n lämmitysreaktorin investointi-
kustannusten jakautuminen

Taulukossa kiinnittää huomiota rakennus- ja työmaakustannusten sekä instrumentointi- ja sähköjärjestelmien kustannusten suuri osuus. Nämä ovatkin kohteita, joista suunnittelun tarkistamisella ja uudelleen suunnittelulla lienee löydettävissä huomattavia säästömahdollisuuksia.

Mikäli laitoksen teho nostetaan 200 MW:sta 400 MW:iin, nousevat investointikustannukset arviolta vain 20 %. Tämä osoittaa laitokseen suuren merkityksen energian

tuotannon taloudellisuuden kannalta varsinkin, kun muistetaan investointikustannusten suuri osuus ydinlaitoksien ekonomian kohdalla.

Henkilökunnan tarve ja käyttökustannukset arvioitiin IVO:ssa Loviisan kokemusten perusteella.

Laitoksen oma keskimääräinen sähkönkulutus on noin 5 MW.

Polttoainekustannuksia laskettaessa käytettiin taulukon 2 mukaisia yksikkökustannuksia.

raakauraani	40 \$/lb U ₃ O ₈
konversio	5 \$/kg U
rikastus	70 \$/kg SWU
elementinvalmistus	200 \$/kg U
jälleenkäsittely	300 \$/kg U
plutoniumhyvitys	15 \$/g Pu-fiss

Taulukko 2. Polttoainekustannusten perustana olevat yksikkökustannukset

Mikäli laitoksen käyttöikä on 25 vuotta, laskentakorko 10 % ja sähkön hinta 100 mk/MWhe antavat tarkastelut em. lähtökohtien mukaisesti taulukossa 3 esitetyt lämmön-hinta-arviot (mk/MWht).

Huipun käyttöaika	Laitoskoko	
	200 MW	400 MW
4500 h/a	74	50
6000 h/a	58	40

Taulukko 3. Lämmitysreaktorin lämmön hinta-arviot (mk/MWht)

3. LÄMMITYSREAKTORIN KILPAILUKYKY JA KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET

Lämmitysreaktorin kilpailukyvyn arvioimiseksi konventionaalisen lämmitysvoimalaitoksen suhteen verrattiin lämmöntuotantokustannuksia hiilikäyttöisen vastapainevoimalaitoksen (91 MWe, 167 MWt) kustannuksiin.

Vertailun tekee hankalaksi vaikeus määritellä lämmitysreaktorin kohdalla menetetyt sähköntuotantokapasiteetin hinta.

Tarkastelujen tulokset voidaan tiivistää toteamukseen, että lämmitysreaktorin nykyversio kokoluokassa 200 MW olisi kilpailukykyinen Suomen etelärannikolla, mikäli hiilen hinta nousisi 50 % vertailussa käytetystä hintatasosta (5,7 mk/GJ). 400 MW:n laitos olisi sen sijaan jo hiilen nykyhinnoilla (vertailutaso) kutakuinkin kilpailukykyinen hiilikäyttöisen lämmitysvoimalaitoksen kanssa.

Analysoitaessa lämmitysreaktorin käyttömahdollisuuksia Suomen energiahuollossa todettiin, että vuonna 1985 voitaisiin maassa katsoa olevan sijan noin kahdelle 400 MW:n ja noin kahdelle 200 MW:n laitokselle. Ruotsin kohdalla vastaava analyysi päättyy hieman suurempiin mutta suuruusluokalleen samoihin arvioihin.

Nykyäänhän käytössä olevat lämmitysvoimalaitokset on rakennettu pääasiassa 1960- ja 1970-luvuilla, joten niiden korvaaminen uudella kapasiteetilla tulee ajankohtaiseksi 1990-luvulla. Tämä merkitsee sitä, että lämmitysreakteireita laajemmassa mittakaavassa voitaisiin ottaa käyttöön vasta silloin edellyttäen, että taloudelliset perusteet ovat olemassa.

4. TARKASTELUJEN TULOSTEN PUOLTAMAT TOIMENPITEET NYKYTILANTEESSA

Esitutkimusvaiheen päättyessä syksyllä 1977 olivat näkymät lämmitysreaktorin jatkokehitystyön osalta erikoisesti Ruotsissa vallinneen ja edelleen virallisesti vallitsevan tilanteen johdosta sanget synkät huolimatta esitutkimuksen positiivisista teknisistä ja kohtuullisista taloudellisista tuloksista. Niinpä varsinainen tekninen kehitystyö jouduttiin keskeyttämään.

Tällä hetkellä näyttää kuitenkin siltä, että tilanne Ruotsissa on muuttumassa ydinenergian kannalta positiivisempaan suuntaan, mikä saattaa tuoda lämmitysreaktorin taas mukaan valtakunnallisiin energiahuoltosuunnitelmiin. Jotta sen tarjoamat mahdollisuudet voitaisiin täysimääräisesti ottaa huomioon sekä Ruotsissa että Suomessa tehtävässä suunnittelutyössä tulisi toisaalta tarkastella hieman yksityiskohtaisemmin lämmitysreaktorien lähisijoitukseen liittyviä yhdyskunnallisia kysymyksiä sekä selvittää mahdollisuudet erikoisesti lämmitysreaktorin investointikustannusten pienentämiseksi.

Edellinen kävisi päinsä suorittamalla suhteellisen yksityiskohtainen sijoituspaikkaselvitys joittenkin potentiaalisten sijoituspaikkojen kohdalla mieluummin jonkin asteen yhteistyössä viranomaisten kanssa.

Investointikustannusten pienentämisarviot ja niihin liittyvä suunnittelutyö taas saataisiin suoritettua tehokkaammin esitutkimuksessa syntynyttä asiantuntemusta käyttämällä.

Ruotsissa ollaankin ilmeisesti pääsemässä liikkeelle näiden molempien tehtäväkenttien kohdalla. Olisi tärkeää, että Suomessakin seurattaisiin esimerkkiä mahdollisimman pikaisesti. Tavoitehan toiminnalle on hyvin houkutteleva: pystyä tuottamaan Ruotsin ja Suomen alueella tulevaisuudessa suuri osa alueen lämmöntarpeesta ekonomisesti ja alueen näkökulmasta katsottuna "kotimaisin" laittein ja polttoainein.

SÄKERHETSSTUDIE FORSMARK 3. RASMUSSEN RAPPORTEN
TILLÄMPAD PÅ BWR 75 (1000 MWe)

På initiativ av Energikommisionen har ASEA-ATOM genomfört en studie av säkerheten mot härdsmälta i Forsmarks kärnkraftverk, aggregat 3 (Forsmark 3).

Studien är baserad på den metodik som kommit till användning i den amerikanska sk Rasmussen-rapporten (WASH-1400). Arbetet har gällt att beräkna sannolikheten för att reaktorhärden smälter till följd av svårartade kombinationer av störningar, fel eller haverier, som antas inträffa mer eller mindre samtidigt i anläggningen.

Resultatet har enligt överenskommelsen med Energikommisionen utformats som en jämförelse i riskavseende mellan Forsmark 3 och det i Rasmussenrapporten exemplifierade kärnkraftverket av samma typ: Peach Bottom II (BWR).

Utredningen visar, att risken för härdsmälta i Forsmark 3 är försvinnande låg, om enbart oberoende slumpfel antas inträffa. Därmed fokuseras intresset på risken för systematiska fel, som antas på en gång drabba flera likartade komponenter eller funktioner. Sannolikheten för systematiska fel har beräknats på ett pessimistiskt sätt, trots att stora ansträngningar gjorts i konstruktionsarbetet för att undvika denna typ av fel. Även risken för mänskligt felhandlande och dess inverkan på sannolikheten för härdsmälta har beaktats.

Resultatet framgår av nedanstående diagram. Det innebär, att sannolikheten för härdsälta i Forsmark 3 är ungefär en åttondel av motsvarande sannolikhet i den amerikanska anläggningen. Denna reduktion kan tillskrivas flera orsaker, som här skall sammanfattas.

- 1) Bättre övertalighet (reduktion) hos säkerhetssystemen i Forsmark 3.
- 2) Alternativa system för avställning av reaktorn är tillgängliga för Forsmark 3. Styrstavsinskjutningen kan verkställas dels med ett hydraulsystem, dels med ett elektriskt inskruvningssystem.
- 3) Säkerhetssystemen i Forsmark 3 har inga uppgifter att fylla i de övriga aggregaten (Forsmark 1 och 2). I Peach Bottom är flera utrymmen gemensamma för block II och III. Dieselgeneratorerna i Peach Bottom II har också uppgifter i Peach Bottom III.
- 4) Det yttre nätet i Forsmark 3 är starkare än enligt WASH-1400 beroende på att 70 kV-nätet i Forsmark är anslutet till gasturbin-drivna el-generatorer.
- 5) Den svenska trettiominutersregeln innebär, att operatörsingripande efter rörbrottshaveri ej behöver utföras under den första halvtimmen, då en stressituation kan anses råda för personalen. Regeln minimerar behovet av åtgärder från operatörens sida även i andra fall.

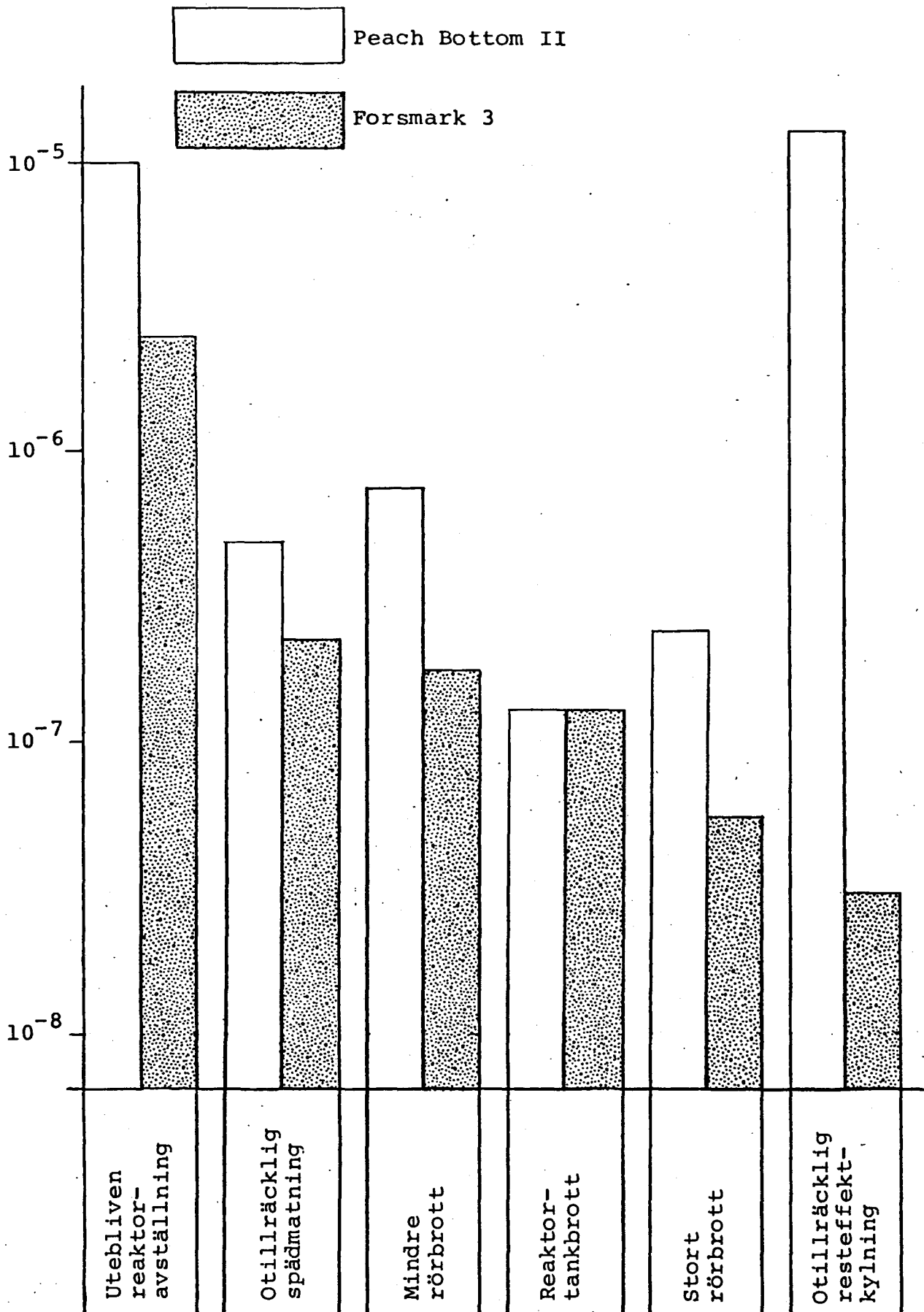
Därutöver tillkommer kvalitativa förbättringar i Forsmark 3 jämfört med Peach Bottom II, vilka ej kunnat uttryckas i siffermässiga termer. Särskilt kan man här peka på bättre brandskydd och konsekvent separation mellan säkerhetsrelaterade delsystem i Forsmark 3.

I diagrammet är resultatet uppdelat på riskbidrag för härdsmlta orsakad av:

- Utebliven reaktoravställning
- Utebliven spädmatning av reaktorhärden
- Utebliven nödkylning vid rörbrott
- Brott på reaktortanken
- Utebliven resteffektkylning

Jämförelsen med den amerikanska anläggningen kan tyckas vara en orättvis betraktelse: En station som konstruerats på bas av de under senare år allt strängare säkerhetskraven (Forsmark 3) bör rimligtvis uppvisa en högre reell säkerhetsnivå än en anläggning, som konstruerats för ca 10 år sedan på bas av mindre omfattande säkerhetskrav (Peach Bottom II). Vår slutsats, att Forsmark 3 verkligen är säkrare, innebär ingalunda att vi uppfattar Peach Bottom II som otillfredsställande i detta hänseende. Vad som är en tillfredsställande absolut säkerhetsnivå är närmast en politisk fråga.

Tässä esitetty työ on raportoitu yksityiskohtaisesti Ruotsin Energiakomission helmikuussa 1978 ilmestyneessä raportissa "Säkerhetsstudie Forsmark 3", Ds I 1978:3.



SANNOLIKHET FÖR HÄRDSMÄLTA I FORSMARK 3 OCH PEACH BOTTOM II (per år)