

# ATS

## Ydintekniikka n:o 2/1980

---

---

ENS NEWSLETTER	2
LOVIISA 2:N TILANNE	7
RUOTSIN JA SUOMEN YDINJÄTEALAN YHTEISTYÖKOKOUS LOVIISASSA	8
SÄTEILYSUOJELUKOULUTUSTA IRAKILAISILLE	9
VUODEN 1979 JULKAISUAPURAHAT	9
RANSKAN YDINTEOLLISUUS ESITTÄYTYI	10
RUOTSALAINEN YDINJÄTEKYSYMYSTEN ORGANISAATIO JA RAHOITUSTA KOSKEVA MIETINTÖ JULKISTETTU	14
YDINENERGIALAKITOIMIKUNTA JULKISTI VÄLIMIETINTÖNSÄ	20
TMI-2 ONNETTOMUUDESTA SAATUIHIN KOKEMUKSIIN PERUSTUVIA PARANNUKSIA YDINVOIMALAITOSTEN SUUNNIT- TELUSSA J. Laaksonen	40
MATKAKERTOMUS	
ATS:N TUTUSTUMISMATKA JAPANIN YDINENERGIA-ALAN KOHTEISIIN 28.3.-11.4.1980	50
- Japan Atomic Industrial Forum	55
- Japan Atomic Energy Research Institute	62
- Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation	64
- Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co.	75
- Hitachi	79
- Toshiba	87
- Mitsubishi	95
- JGC-Corporation	98
- Japan Atomic Power Co., Tokai (BWR)	100
- Kansai Electric Power Co., Mikama (PWR)	102

# ATS YDINTEKNIikka

NUMERO 2/80

KESÄKUU 1980

JULKAISIJA Suomen Atomiteknillinen Seura -  
Atomtekniska Sällskapet i Finland r.y.

## TOIMITUS

PÄÄTOIMITTAJA  
TKT HEIKKI REIJONEN  
PUH. 90-4564148

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

ERIKOISTOIMITTAJA  
TKT LASSE MATTILA  
PUH. 90-648931

VTT/YDINVOIMATEKNIKAN LABORATORIO  
LÖNNROTINKATU 37  
00180 HELSINKI 18

TOIMITTAJA  
FM LAUNO TUURA  
PUH. 90-6172471

HELSINGIN KAUPUNGIN ENERGIALAITOS  
PL 469  
00101 HELSINKI 10

## ATS:n TOIMIHENKILÖT

PUHEENJOHTAJA  
DI PAAVO HOLMSTRÖM  
PUH. 939-37211

RAUMA-REPOLA OY, PORIN TEHTAAT  
PL 96  
28101 PORI 10

JOHTOKUNNAN JÄSEN  
DI HEIKKI RAUMOLIN  
PUH. 90-523522

TEOLLISUUDEN VOIMA OY  
KUTOJANTIE 8  
02630 ESPOO 63

VARAPUHEENJOHTAJA  
DI ANTERO RAADE  
PUH. 90-6160267

IMATRAN VOIMA OY  
PL 138  
00101 HELSINKI 10

JOHTOKUNNAN JÄSEN  
FL ANNELI SALO  
PUH. 90-544212

SÄTEILYTURVALLISUUSLAITOS  
PL 268  
00101 HELSINKI 10

RAHASTONHOITAJA  
TKT AITO OJALA  
PUH. 90-448311

INS.TSTO AITO OJALA  
RUNEBERGINKATU 60 B 44  
00260 HELSINKI 26

SIHTEERI  
DI PEKKA LOUKO  
PUH. 90-6160474

IMATRAN VOIMA OY  
PL 138  
00101 HELSINKI 10

YLEISSIHTEERI  
FK ANNA-LIISA SAVOLAINEN  
PUH. 90-171922/247

ILMATIETEEN LAITOS  
PL 503  
00101 HELSINKI 10

JOHTOKUNNAN JÄSEN  
TKT LASSE MATTILA  
PUH. 90-648931

VTT/YDINVOIMATEKNIKAN LABORATORIO  
LÖNNROTINKATU 37  
00180 HELSINKI 18

KANS.VÄL.ASIAIN SIHTEERI  
TKT OLLI TIAINEN

HELSINGIN KAUPUNGIN ENERGIALAITOS  
PL 469  
00101 HELSINKI 10

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

Antti Vuorinen



## Ydinenergialain uudistamisesta

Ydinenergialakitoimikunnan mietinnön I osan lausuntovaihe päättyy ennen varsinaista kesälomakautta. Monivuotisen pohjustelun eväikseen saanut hallitusneuvos Raimo Pekkasen johdolla työskennellyt toimikunta luovutti parin vuoden työskentelynsä tuloksena osamietinnön, joka kattaa pääosan suunnitellun uudistustyön lakitason valmistelusta. Lähes 1/4 -vuosisadan takainen atomienergialaki, jonka varsinainen aktiivipalvelusaika on runsas 10 vuotta, runsaan 10 vuotta kestäneen harjoituskauden jatkona, ansainneekin jo siirtymisen hyvin palvelleena historiaan. Vaikka uudistustarvetta tuskin kukaan kiistää, on vanha laki ilmeisesti hyvin täyttänyt tehtävänsä - meillä ei tiettävästi tuomioistuimissa ole käsitelty atomienergialain soveltamiseen liittyen ainoatakaan riitajuttua - ja tietenkin vielä paljon enemmän ja paremmin olisi voitu tehdä. Ajan henki kuitenkin vaatii, eikä varmaan yksin muiden maiden esimerkki, yksityisen kansalaisen ja yhteisöjen osallistumismahdollisuuksien ja tietouden kehittämistä.

Nimen muuttuminen atomienergialaista ydinenergialaiksi kieli nykyaikaistamisesta. Jos olisi päädytty ydinturvallisuuslakiin, ei olisi jäänyt lukijan utteruuden ja valppauden varaan sen tosiasian havaitseminen, että sisällöstä enenevä osa keskittyy turvallisuusasioiden tiimoille. Reviiriraja säteilysuojauslainsäädäntöön päin näyttää olevan liukumavaiheessa.

Lakiesitys sisältää eräitä uutuuksia, joista julkisissa tiedotusvälineissä mietinnön julkistamisen jälkeen varsin sävyisesti keskusteltiin, ja joiden toteutumiskelpoisuutta vielä useaan kertaan punnitaan. Mahdollisten uudistusten merkitys kirkastuu lopullisesti lakiin liittyvää asetusta muotoiltaessa.

Julkiselta ja poliittiselta taholta kasvavat paineet antavat pontta toimikunnan toisen työvaiheen monisäikeisten asiaryhmien linjanvetoihin, joita ohjaamaan on nimetty prof. Kari Tikka Helsingin Yliopistosta. On varmaa, että ydinjätehuoltoa koskevan lain soveltamista koskevat ratkaisut ovat edessäpäin. Missä määrin ja milloin nyt uudistusvaiheessa olevaa lakia sovelletaan uusia energiantuotantolaitoksia koskevia päätöksiä tehtäessä, jää itse kunkin nähtäväksi. Lakiuudistustyö on vaativaa ja opettavaista niille, jotka jaksavat vaivautua asian hyväksi tekovaiheessa ja varmaankin myös niille, joilla riittää sinnikkyyttä parannusesitysten tekoon.



# The ENS Newsletter

Issue No. 15  
April 1950

published for the E.N.S. by the  
Institution of Nuclear Engineers

## TO THE EDITOR

PLENTIFUL CHEAP ENERGY HAS A SINGULARLY STRONG POTENTIAL FOR INCREASING EVERYBODY'S STANDARD OF LIVING

IN MY FOUR ARTICLES ON ENERGY MATTERS (ENS NEWSLETTERS NO 6,10,12 AND 16), I HAVE EMPHASIZED THE NEED FOR PLENTIFUL, CHEAP ENERGY AND TRIED TO PRESENT ARGUMENTS FOR ACHIEVING THIS.

THERE HAS BEEN SOME RESPONSE TO THESE ARTICLES ASKING FOR MORE FACTUAL NUMBERS. I WISH THEREFORE TO RESPOND AND THEREBY ILLUSTRATE FURTHER MY POINTS.

- A. GROSS NATIONAL PRODUCT (GNP) IS GENERALLY REGARDED AS A MEASURE OF THE STANDARD OF LIVING IN A PARTICULAR COUNTRY.
- B. THE ENERGY PRODUCTION REPRESENTS TYPICALLY 10-20% OF THE GNP.
- C. INCREASED ENERGY CONSUMPTION SHOWS A CORRELATION WITH GNP AS A FAIRLY LINEAR RELATIONSHIP, TYPICALLY BY \$30/GJ.

FROM THIS, ONE CAN ALREADY CONCLUDE THAT TO INCREASE THE STANDARD OF LIVING ONE SHOULD:-

1. PROMOTE RATHER THAN RESTRICT THE USE OF ENERGY,
- BUT
2. IMPROVE (BY R AND D IN AGREEMENT WITH THE NUCLEAR AND ENERGY OPPONENTS') THE RATIO OF THE INCREASE OF GNP PER UNIT INCREASE IN ENERGY CONSUMED, AS IN C. ABOVE.

ONE CAN NOW CONCLUDE THAT CHEAPER ENERGY ACHIEVES BOTH THESE AMBITIONS. ONE CAN ALSO CONCLUDE THAT FOR EXAMPLE, 50% CHEAPER ENERGY (ACHIEVABLE WITH AN ORDERLY DEVELOPMENT OF THE NUCLEAR ENERGY OPTION) WOULD ACCORDING TO POINT B. GIVE EVERYBODY A BOOST OF THEIR STANDARD OF LIVING BY 5-10%. IN ADDITION, ACCORDING TO POINT C, THE POTENTIAL OF INCREASING INDUSTRIAL PRODUCTION AND THEREBY THE GNP IS OFFERED AS WELL.

CLEARLY THEN THE CAPITAL INVESTED IN ENERGY R&D AND IN ENERGY PRODUCTION CAPACITY HAS A UNIQUE POTENTIAL OF PAYING OFF WELL.

REINO EKHOLM  
PROGRAMME COMMITTEE  
E N S

## EEC Nuclear Research

Reports suggest that the delay in agreeing current EEC nuclear research budgets has been resolved and that France and Italy have come to an agreement whereby the Italian research into controlling nuclear accidents (Super SARAH) will be EEC funded. In return, agreement has been given to support the remaining EEC projects including the JET work at Culham. It now seems that the safety work will continue in parallel at Caderache and at Ispra for the time being.

## INTOR

JET (the Joint European Torus) may be large, larger than can be supported by an one west european country. But the Russian proposal for a demonstration machine is larger still. Invitations have been extended to Western Governments as well as Comecon States, to provide technical assistance in the project, known as INTOR (International Torus). Work is already in hand under the direction of Akadamecian Kadomstev. Four Working Party meetings have been held.

## Society News

The new President of the Italian Nuclear Society is Ing Francesco Frascchetti, Director General of "Nuovo Pigoine", the well known manufacturers of industrial machinery including compressors for uranium hexafluoride.

In a simultaneous move, Dr Ing G. Basso has handed over the duties of Secretary General to his colleague Fabio Pacini.

Introduction

The crisis at TMI lasted almost a week. Nobody knew exactly what was happening. A core meltdown was considered to be a possibility. Almost 100,000 people left the area following a limited evacuation recommendation made by the State Governor.

One year later, half a dozen commissions have been formed to analyse the accident and propose design and perhaps more significantly, institutional changes. In fact, the TMI accident turned out to be a minor incident regarding the environment which was blown out of proportion by very bad management of the emergency situation.

The accident will nevertheless have far reaching consequences in the United States as well as abroad, some involving the equipment, the major one related to organisation and to human behaviour (operator but also for members of the NRC and other institutions).

I - Design Modifications

The TMI reactor was a Babcock and Wilcox design, only one of which is at present operating in Europe, but some of the lessons learnt and changes to be made are not specific to this design of PWR but apply to all systems:

- Review of the criteria leading to the qualification of safety related components.
- Installment of new instruments to provide the operator with a better understanding of the primary system core behaviour (water level indicator, boiling margin, temperature measurements in the core to be upgraded).
- Upgrading of the control room design to display the various information in a more functional way.

II - Need for New Studies

ω

The TMI sequence of events involved a small LOCA accident. The operators in the control room as well as the staff of the NRC did not know how to deal with that type of accident because few studies have considered it. The main safety concern in the United States as well as in Europe had been the "design basis accident" of core melt-down. However, the Rasmussen report had pointed out the importance of the two factors: the human failure and the small LOCA (which were the main contributors to the TMI accident). It sorted out 80 sequences of events including the TMI sequence (identified in the report as TMLQ) which could lead to a core melt. It seems however that the assumptions of the Rasmussen report as applied to the TMI case were too pessimistic. The equipment worked better than was expected (a conclusion of the Presidential Kemeny Commission). The core was damaged (cladding) but did not melt to any appreciable extent.

This situation was also new to the technicians. Two main types of study will have to be made:

- Study more thoroughly the small LOCA sequence and its consequences.
- Study insufficient core cooling and partial damage to the core.

III - Operator Training

Most of the equipment functioned as designed, except for the PORV (Pressure Operated Relief Valve) that stuck open. The operators, who had not realised the "seriousness" of the accident, took a series of actions which lead to core damage. Were these actions "operator failure"? How did it happen? They followed their training procedures (keeping, for instance, the pressurisers from becoming "solid") but their training program did not include that type of accident. There might also not have been well enough qualified to go beyond the usual operating procedures. The same remarks will probably apply to training programs in other countries:

- These programs will have to be reviewed in order to include the results of these new studies.

- The use of simulators will be increased to confront the operator with unexpected situations. Consideration will be given to a more extended use of computer control of the reactor (Direct Digital Control).

- The number of operators might be increased (a new shift supervisor will be added in the United States) and their qualifications upgraded.

IV - Emergency Response

During the first few days, nobody knew exactly what was happening; contradictory statements from the utility and the NRC added to the confusion. Evacuation plans had to be drawn up in a few hours. Only when Harold Denton came to Harrisburg and became the sole Governmental spokesman at the plant did the situation improve. He stood as the only speaker and restored confidence.

These few days revealed a lack of preparation, organisation and coordination of the institutions involved (utility, NRC and State). Although the structure of the nuclear industry and of the regulatory bodies is different in the European countries, it will be useful to review the organisation of the emergency response:

- Who should be responsible and for what in the case of an accident? To avoid confusion, the responsibilities will have to be well defined.

- The communication system will have to be reviewed and improved. (Special 'phone lines should be installed between the agencies which could be involved in an accident and the nuclear plant.)

V - Public Information

The news media did a good job; it was one of the findings of the Presidential Commission (excepting one Commissioner, Mrs. Ann Trunk, who as an inhabitant of Middle Town near TMI disagreed with this statement). This does not mean that the public was well informed. The media passed to them the contradictory information they received from the utility and the NRC. The reporters had also to deal with a very technical subject. Only a few of them could get along with nuclear matters.

A good public information service is necessary in order to give confidence and to avoid confusion. The importance of the media must be recognised. Several measures could be taken in Europe to deal with these problems: - Organization of press centres near each reactor. - Distribution of brochures explaining the basic principles of nuclear technology. - Designation of a person at the reactor who will work with the local and national press to establish confidence and credibility.

Conclusion

The TMI accident had a very important impact for Europe. Most of the European Governments handled the situation well and without minimizing the significance of the accident, informed the public in a realistic way. In some countries, it will have a major impact for the future of nuclear power (e.g. the Swedish referendum). Few changes will be necessary in the design of reactors. However, more concern will have to be given to the management of an emergency situation, to organisation and to training. The credibility of the institution must already exist before an accident happens.

C. Pierre L-Zaleski

M. Zaleski is of course our Senior Vice-President and is currently serving as Scientific Adviser to the French Embassy in Washington. He is particularly well placed therefore to distil for us the European lessons of TMI

## Commissioning of Gösgen Nuclear Power Station

Gösgen Nuclear Power Station is located on the Aare river halfway between Zürich and Berne. It is a 920 MW net station, equipped with a 3-loop PWR, a single 3'000 RPM turbine and a natural draft cooling tower. The plant was supplied by Kraftwerk Union (KWU) under a turnkey contract.

First concrete pouring was achieved in December 1973 on reactor building foundation. Construction went on very smoothly.

In August 1976 the pressure and leakage tests for the containment (52 m diameter and steel strength of 32 mm) were successfully completed. A maximum pressure of 6.38 bar was held for 3 hours.

Since the beginning of 1976 start up activities were going on for the following systems:

- auxiliary power supply, 220/10 kV start up transformers
- 220 and 48 V DC power supply systems
- emergency diesel generator systems
- computer system
- fire protection system
- auxiliary boilers
- heating and ventilation systems
- water treatment plant
- intake structure and service water systems

After the successful completion of the pressure tests of the reactor system (cold hydro test) in Mai 1977 start up activities were continued on almost all auxiliary and supply system.

By December 1977 the start-up activities reached the point for the first hot functional test: During December 1977 and January 1978 the reactor system was brought up to operating temperature and pressure through operation of the three reactor coolant pumps. On three occasions the turbine generator set was operated for approximately 20 minutes with the nominal speed of 3000 rpm on a no load basis. The inspection of the different systems showed no special problems.

From February through April 1978 the fuel elements for the first core and the first reload were received and stored in the spent fuel pool and the dry fuel storage area. The preliminary operating licence was received from the Nuclear Licensing Authority (KSA/Federal Government) end of September 1978. Immediately thereafter we started with the first loading of the core and completed the second hot functional test by the middle of October. After completion of the hot functional test in October 1978 and the following inspection phase, the reactor went critical for the first time on January 20, 1979. Tests at 0, 5 %, 30 %, 50 % and 80 % power were completed by middle of April 1979. This testing phase of the power plant was quite successful. Some problems were encountered in the secondary system (feedwater system, valves etc.), since this part of the plant had to perform the first time with the increasing load. The cooling tower performed in the expected manner, showing a big variation in the plume, due to the rather unfavourable meteorological conditions.

By Mai 1979 we were hit by the Harrisburg-effect. We were not allowed to continue the testing of the plant power level; instead the plant rested shut down until June 10, 1979. During this time the nuclear licensing branch was fully engaged with the review of all nuclear power stations in the light of the events at Three Mile Island. Although the review-report to the federal government was quite favourable, the 100 % tests had to wait until the end of August 1979, because the licensing people were still engaged in the paper work in connection with the incident at the Three Mile Island plant and with responding to questions resulting from an intervention in the Gösgen licensing process, which is still pending. However, since June 11, we have been allowed to run the plant commercially at 80 % power.

The start-up tests for the 100 % reactor power phase could be carried out successfully end of August/beginning of September. Then the 6 week demonstration run started middle of September. The requirement of the 10 days full load uninterrupted run in the second half of the demonstration phase was successfully completed on October 18. With the completion of the demonstration run on October 30, 1979, the plant was taken over by KKG for full commercial operation beginning with the month of November 1979.

Hans W. Vogt  
Dipl.Ing.ETH  
Technischer Direktor  
Kernkraftwerk Gösgen-Däniken AG

## European News

In the United Kingdom, the Parliamentary Select Committee on Energy took evidence in February on nuclear power. A major issue is the coming decision that might lead to a change from gas-cooled reactors to pressurised water reactors. Sir Alan Cottrell (leading metallurgist and a former member of the UK Atomic Energy Authority) spoke strongly against the PWR in terms of the difficulty of testing and guaranteeing the metal pressure vessel against catastrophic failure.

In France, on 21 Feb, M André Giraud announced the loading of the two French PWRs at Gravelines and Tricastin having been satisfied that any difficulties with superficial cracking in the plating of the pressure vessels/heat exchangers could be dealt with in the period of years before damage could develop.

The EEC reports a net mean increase in electricity demand in its member countries in 1979 of 5.1%. Thanks principally to the successful French program, the generation of electricity from nuclear power rose to 11% overall EEC in 1979.

The Joint European Torus (JET) is located at Culham, England, where the European design and construction team is now getting underway. But already, it seems, JET will not be big enough to provide a sufficient demonstration of the fusion route to electricity and a proposal is being circulated for INTOR (International torus) to be built in cooperation between both East and West in Europe.

## Committee News

The Planning Committee met in London early in the year to work on a further version of the document to be presented to the Steering Committee in Berlin in March. This document springs from a working paper prepared under the auspices of Chairman Dr Gordon Brown which outlines to the Society its possible future role and the organisation and statutes that will be necessary to move effectively to such an end.

The Steering Committee will meet in Berlin during the period of the German Nuclear Society (KTG) annual meeting, followed on Tuesday 25 March by the Annual General Meeting of the ENS. We are grateful to KTG for their hospitality.

The Program Committee (chairman Dr D Dunemann KTG) will also be meeting in Berlin to consider ENS sponsorship and participation in international meetings that include the April 1981 Topical Meeting ANS/ENS in Munich. Areas of interest will include transport theory, reactor analysis and dynamics, thermal hydraulics and fluid dynamics.

## Honours and Awards

The news will be received with universal pleasure that Dr F R Farmer, Safety Adviser to the UK Atomic Energy Authority, has been elected a foreign Associate of the US Academy of Engineering.

## National News

The Danish (minority) government of the Social Democrat party is reported to have agreed to postpone indefinitely a report proposing the introduction of nuclear power in Denmark, despite the country's heavy dependence on imported fuel, currently chiefly oil. No nuclear power can be anticipated therefore in Denmark in this century but it is hoped to substitute imported coal from Poland and South Africa as well as to increase the use made of natural gas.

In the United States, Dr Joseph Hendrie has stepped down as Chairman of the embattled Nuclear Regulatory Commission. This leaves the question of succession open for President Carter to resolve in the light of the criticisms of the NRC made by the Kemeny Commission and the statutory need for political balance amongst the Commissioners, including Jo Hendrie.

Garetaker Chairman of the US NRC is Mr John Ahearne, succeeding Dr Joseph Hendrie.

Also in the United States, on 20 Feb, a minor Loss of Coolant Accident was reported from the Babcock and Wilcox plant at Crystal River, Florida, where a Pressure Operated Release Valve opened to release a quantity of radio-active water. This was apparently contained in the reactor building after manual isolation had been effected.

In the United Kingdom, the Central Electricity Generating Board have as a precautionary measure, shut down the early Magnox reactors at Dungeness and Bradwell. In these reactors, a considerable run of piping extends between reactor and heat exchangers or boilers and is fitted therefore with expansion bellows. Modern testing has shown inclusive faults in the welds of the bellows to structural support and as a safety precaution the reactors will be shut down until repairs are effected. Since the problems are well spaced from the reactors, this should not in itself prove difficult. It seems likely that the faulty welds were present from the reactor construction some sixteen years ago and are revealed by the higher standards and techniques of inspection now available.

## International News

The two and a half year long INFCE report (International Fuel Cycle Evaluation) has reported in Vienna. We hope to bring a resumé in a later Newsletter. INFCE was triggered by US concern, as expressed by President Carter, into the problem of weapons proliferation. The technical studies have been useful in defining what the technical problems are, how different countries have different needs in the fuel cycle and reprocessing in particular, and that no simple technical 'fix' can be expected to solve these problems. It seems inevitable therefore that the focus will return to the political stage. It is clear however that the basis of the American action is by no means universally supported or as seen to be necessarily easing the proliferation problem.

A Dutch independent report has admitted that technical information from the Dutch branch of the joint centrifuge enrichment project was improperly made available to Pakistan via a scientist working for the company in 1977. In addition, it was stated that the information divulged was more substantial than previously thought and that Pakistan was enabled to order through commercial sources in Holland a quantity of technical equipment which the Dutch Government would not now wish to have permitted to be exported, given the fact that Pakistan has not signed the non-proliferation treaty.

ENS INFORMATION COMMITTEE

Regular members as of January 1980

Chairman:

B. Pellaud  
Tel. (01) 28 94 80  
Tx. 53 499  
Swiss Nuclear Society  
General Atomic Europe  
Weinbergstr. 109  
CH-8006 Zürich

Dr. P. Tempus  
Tel. (01) 32 62 11  
Link to the Board  
Schulrat  
ETH-Zentrum  
8092 Zürich

F. Dierkens  
Tel. (02) 513 91 15  
Tx. 21852  
American Nuclear Society Section  
Belgium  
Electrobel  
Bruxelles  
Electronucléaire N.V.  
Rue de la Pépinière, 41  
B-1000 BRUXELLES / Belgique

H.H. Koehler  
Tel. (2204) 481  
Tx. 88 78 457  
or 88 78 492/3  
American Nuclear Society Section  
Central Europe  
Interatom  
Friedrich-Ebert-Strasse  
D-5060 Berg. Gladbach-Bensberg

P.A. Toureau  
Tel. (331) 764 54 81  
or 256 94 00  
American Nuclear Society Section  
France  
31, bd. Marbeau  
F-75116 PARIS / France

P. Bullio  
Tel. (6) 868 291  
American Nuclear Society Section  
Italy  
Segretario Generale FIEN  
Via Paisiello 26/28  
I-00198 ROMA / Italy

F. Chadwick  
British Nuclear Energy Society  
UKAEA  
11, Charles II Street  
LONDON SW1Y 4Q / England

J. Laaksonen  
Finnish Nuclear Society  
Institute of Radiation Protection  
Box 268  
SF-00101 HELSINKI 10 / Finland

C. Constantinides  
Hellenic Nuclear Society  
Alexandra University Hospital  
Athens / Greece

P.R. Smith  
Institution of Nuclear Engineers  
Allan House 1  
Penerley Road, Catford  
LONDON SE6, United Kingdom

A. Airaghi  
Italian Nuclear Society  
c/o Finmeccanica S.p.A.  
V. le Marescialli Pilsudski 92  
I-00197 ROMA / Italy

E. Münch  
German Nuclear Society (KITG)  
Kernforschungsanlage (KFA)  
Bongartstr. 20  
D-517 Jülich / Germany

J.W. Vasbinder  
Netherlands Nuclear Society  
Ministry of Economic Affairs  
Bezuidenhoutseweg 30  
DEN HAAG / The Netherlands

Tel. (1) 930 626

Tel. (?)

Tel. (21) 77 07 404 0  
(21) 65 20 100 P

Tel.  
(01) 698 1500  
(01) 980 4811

Tel. (6) 8 77 71

Tel. (4152) 12 617  
or (2461) 611

Tel. (31) 70 814011

M.J. Gaussens  
Tel. (331) 567 0

French Nuclear Society  
Société Française d'Energie Nucléaire  
48, rue de la Procession  
F-75724 PARIS Cedex 15 / France

F. Albisu  
Tel. 44-63 64 00  
Tx. 337 45  
Spanish Nuclear Society

SENER Tecnica Industrial y Naval SA  
Avenida del Triunfo 56  
Las Arenas  
BILBAO / Spain

B. Kumlin  
Tel. (08) 63 54

Swedish Nuclear Society  
CDL  
Fack  
S-102 40 STOCKHOLM / Sweden

G. Delcoigne  
Tel. (222) 52 45  
or 52 45  
Link with IAEA

Chief Public Information Section  
IAEA  
P.O.Box 590  
A-1011 VIENNA / Austria

W. Rudloff  
Tel. (9131) 18 3

Link with ANS  
KWU (Ref. Kernenergie + Umwelt)  
Postfach 3220  
D-8520 ERLANGEN/Germany

B.M. Adkins  
Tel. (?)

13, Avenue du Panorama  
F-91190 GIF-SUR-YVETTE / France

Editor's Note. Each issue of the ENS Newsletter carries a matrix showing the names of all committee members. I am glad to comply with the suggestion that approximately once per year we should publish more detailed information on each committee in turn, starting as above with the Information Committee, and showing not only names and countries, but addresses and telephone numbers. Will Committee Chairmen please provide me with this detailed information for publication in successive issues.



## TIEDOTUS ATS-LEHTEEN

## LOVIISA 2:N TILANNE

Viimeksi kuluneiden kuukausien aikana on Loviisa 2:lla keskitytty polttoaineen latausvalmiuden saavuttamisen edellyttämiin töihin. Suurimpana ongelmana ovat olleet reaktoripaineastian pinnoitteen laatuksymykset, jotka on ratkaistu suorittamalla pinnoitteelle tarpeelliset korjaustoimenpiteet ja koestukset.

Valtioneuvosto myönsi laitokselle käyttöluvan 15.5.80 ja Säteilyturvallisuuksilaitos vastaavasti polttoaineen latausluvan 19.5.80. Luvan saamisen jälkeen aloitettiin välittömästi n. 2 viikkoa kestävä latausvaihe. Latauksen päätteeksi reaktori suljetaan, jonka jälkeen seuraa ns. fysikaalinen käynnistys ts. reaktorin saattaminen kriittiseksi ja nollatehokokeet.

Fysikaalisen käynnistuksen jälkeen alkaa tehonnostovaihe, jonka aikana reaktorin tehoa nostetaan vaiheittain ja kullakin tehotasolla suoritetaan koekäyttöohjelman mukaiset kokeet. Noin viikon kuluttua tehonnostovaiheen alusta tahdistetaan ensimmäinen turbogeneraattori valtakunnan verkkoon ja sen jälkeen alkavat ydinteknillisten kokeiden ohella myös reaktorilaitoksen ja turpiinilaitoksen yhteiset kokeet. Tätä koekäyttöä on Loviisa 2:lla jonkin verran lyhennetty siten, että turpiinien koeajo pienellä teholla suoritettiin etukäteen käyttäen Loviisa 1:n höyryä.

Tahdistuksen jälkeen alkaa myös sähköntuotanto, joten Loviisa 2:lta on jo kesän aikana odotettavissa sähköä valtakunnan verkkoon. Tehonnostovaiheen päätyttyä seuraa vielä pääsopimuksen määrittelemä 2 viikon koeajo täydellä teholla ja koeajon onnistumisen jälkeen ts. syksyllä -80 laitos on valmis kaupalliseen käyttöön.

## RUOTSIN JA SUOMEN YDINJÄTEALAN YHTEISTYÖKOKOUS LOVIISASSA

Ruotsin ja Suomen ao. ministerien sopimukseen perustuen on vuodesta 1978 lähtien harjoitettu Ruotsin ja Suomen keskeisten ydinjäteorganisaatioiden välillä yhteistyötä, jonka tarkoituksena on ollut koordinoitua maiden ydinvoimalaitosjätteisiin kohdistuvaa tutkimustyötä. Yhteistyökokouksiin on osallistunut Ruotsista mm. PRAVIN, OKG:n, KBS:n ja Studsvikin sekä Suomesta mm. KTM:n, VTT:n, IVON ja TVO:n edustajia. Lisäksi NKA:n edustaja on ollut läsnä kokouksissa.

Viimeisin yhteistyökokous pidettiin Loviisassa 3-4.6.80. Esillä olivat tällä hetkellä sekä Ruotsissa että Suomessa ajankohtaiset ydinjätetutkimukset sekä tutkimusten organisointiin liittyvät asiat. Kummassakin maassa ollaan parhaillaan suorittamassa ydinjätealalla tiettyjä järjestelyjä. Suomessa ns. KTM-ydinjätetyöryhmä on jättänyt ydinjätetutkimusten organisointia koskevan mietinnön KTM:lle ja Ruotsissa ydinjätealan organisatorisia ja rahoituksellisia kysymyksiä käsittelevä mietintö tulee lausuntokierrokselle lähiaikoina. Ruotsin keskitetyn voimalaitosjätteen varaston, ALMAN, esisuunnittelu on valmistunut.

Itse tutkimuksista voidaan mainita mm. se, että keski- ja alhaisaktiivisen jätteen loppusijoittamiseen tühjätävät kenttätutkimukset on Suomessa aloitettu kesän alussa ja Ruotsissa vastaavat tutkimukset aloitetaan syksyllä.

**SÄTEILYSUOJELUKOULUTUSTA IRAKILAISILLE**

Iraqi Atomic Energy Commissionin (IAEC) on Imatran Voima Oy:n (IVO) välillä on solmittu sopimus 15 irakilaisen opiskelijain kouluttamisesta säteilysuojelutehtäviin. Koulutuskurssi alkaa 1.8.1980 ja päättyy huhtikuussa 1982. Kurssi käsittää kaksi jaksoa, teoreettisen jakson ja käytännöllisen jakson, joista kumpikin kestää noin yhdeksän kuukautta. Kesällä 1981 koulutuksessa on kahden kuukauden tauko.

Kurssin ensimmäisen jakson aikana opetetaan koulutettaville matematiikkaa, fysiikkaa ja elektroniikkaa. Ensimmäinen jakso toteutetaan Teknillisen korkeakoulun teknillisen fysiikan osaston ydintekniikan laboratorion toimesta, jolloin opetus tapahtuu Otaniemessä korkeakoulun tiloissa. Kurssin toisessa jaksossa käsitellään mm. seuraavia asioita: säteilyn ja aineen vuorovaikutus, säteilybiologia, dosimetria, säteilysuojelu, turvallisuus jne. Kurssin toinen vaihe pidetään pääosiltaan IVO:n koulutustiloissa Lautasaareissa. Toisen vaiheen opetus toteutetaan osaksi IVO:n omin voimin osaksi alan asiantuntijoiden voimin. Koko opetus annetaan englannin kielellä.

Koulutettavat ovat nuoria ylioppilaita. Kurssin jälkeen he tulevat toimimaan Irakissa säteilysuojelijoina reaktorilaitoksilla, isotooppilaboratoriossa jne. Heidän tehtäviinsä tulevat kuulumaan mm. turvallisuusohjeiden laadinta, turvallisuuden valvonta ja matala-aktiivisten jätteiden käsittely.

— 000 —

**ATS:N JOHTOKUNTA JAKOI VUODEN 1979 JULKAISUAPURAHAT**

Seuran johtokunta palkitsi maalikuussa seuraavat julkaisutoiminnassa v. 1979 ansioituneet jäsenet:

Heikki Niini ja Asko Vuorinen	500 mk sekä
Edmund Guerrillot ja Jorma K. Miettinen	200 mk .

Jäsenten julkaisuaktiivisuuden todettiin viime vuosina huomattavasti vähentyneen 1970-luvun puoliväliin verrattuna. Johtokunta kehottaakin jäsenistöä ryhdistäytymään tässä suhteessa, sillä korkeatasoisten kirjoitusten laatimisella kotimaisiin päivälehtiin ja erikoisalojen julkaisuihin voidaan tehokkaasti edistää seuran tavoitteita.

Toivottavasti tilanne on parantunut, kun jäsenistöltä pyydetään ensi vuoden alussa näytteet kuluvan vuoden aikaansaannoksista apurahojen seuraavaa jakoa varten.

## RANSKAN YDINTEOLLISUUS ESITTÄYTYI

Ranskan presidentin Suomen vierailuun liittyen suomalais-ranskalainen teknistieteellinen seura järjesti 2...3. kesäkuuta 1980 Otaniemessä VTT:n tiloissa symposion "Energian tehokas käyttö". Tätä symposiota täydentämään ATS järjesti illalla 2. kesäkuuta erityisistunnon, jossa ranskalaiset ydinenergia-alan asiantuntijat esittivät seuraavat alustukset:

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1. Fuel Cycle                        | Michel Rapin, Director,<br>Industrial Energetic<br>Applications, Commissariat<br>à l'Energie Atomique (CEA) |
| 2. Nuclear District Heating Reactors | Mr. Rapin, CEA  |
| 3. Turbine Generators                | Mr. Brunard, Ahlström-<br>Atlantique (A-A)  |
| 4. Nuclear Boilers                   | Mr. Touchard, Framatome (FA)  |
| 5. Breeders                          | Mr. Rapin, CEA  |

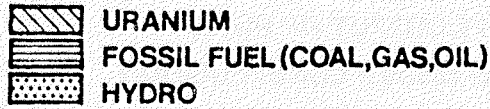
Ranskalaisten lämmitysreaktorihanke on niin pitkällä, että THERMOS-tyyppisen reaktorin lupakäsittely on käynnissä ajatellen sijoittamista Grenoblen ja Saclayn tutkimuskeskuksiin. Sijoittamalla laitos olemassa oleviin tutkimuskeskuksiin vältetään uuden laitospaikan hankkimisesta mahdollisesti koituvat huomattavat hankaluudet ja säästetään aikaa. 100 megawatin lämpötehoinen THERMOS-allasreaktori ei edes poikkea kovin ratkaisevasti näissä tutkimuslaitoksissa jo käytössä olevista tutkimusreaktoreista. THERMOS-tyyppinen reaktori voi olla kooltaan korkeintaan n. 200 lämpömegawattia. 100 megawatin perusmalli riittää Ranskassa n. 60 000 asukkaan yhdyskunnan peruslämmönlähteeksi.

CEA on edistynyt pienen prototyypin vaiheeseen kehittäessään kompaktia PWR-voimalaitosta. Nykynäkyillä laitos on kovin kallis.

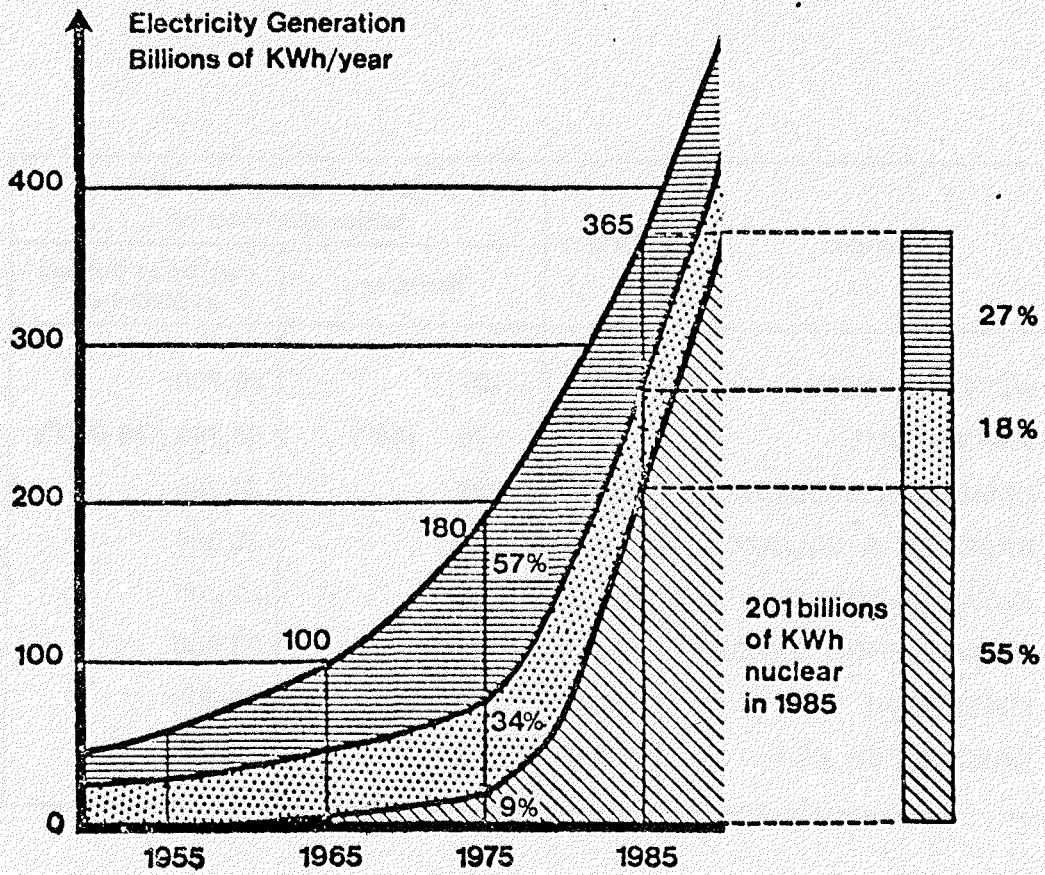
Ahlström-Atlantique on suuren luokan turbogeneraattorien valmistaja. Se on toimittanut tai siltä on tilattu yli 200 turbogeneraattoria konventionaalisille ja 58 ydinvoimalaitoksille.

Ranskan mittava, täydessä toteutusvauhdissa oleva ydinenergiaohjelma (kuva 1) on kasvattanut Framatomen maailman toiseksi suurimmaksi PWR-laitosten toimittajaksi (kuva 2). Tilauskirja on komea (kuva 3). Vientikapasiteettiakin kuitenkin olisi, sillä Ranskassa valmistuu lähivuosina 5...6 laitosta vuodessa kun taas Framatomen kapasiteetti olisi noin 8 kpl vuodessa.

# DEVELOPMENT OF ELECTRICITY GENERATION IN FRANCE BETWEEN 1965 AND 1985 AND CONTRIBUTION OF THE VARIOUS PRIME ENERGY SOURCES

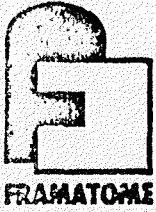


(Data provided by ELECTRICITE DE FRANCE,1978)



May 1979

KUVA 1.



## CLASSIFICATION OF PWR VENDORS

BY AGGREGATE OUTPUT OF UNITS  
IN OPERATION AND UNDER CONSTRUCTION  
AT THE END OF 1978

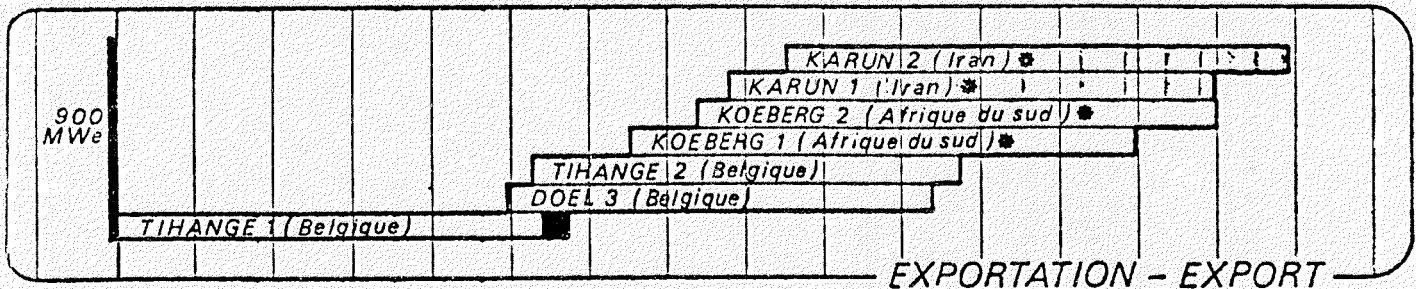
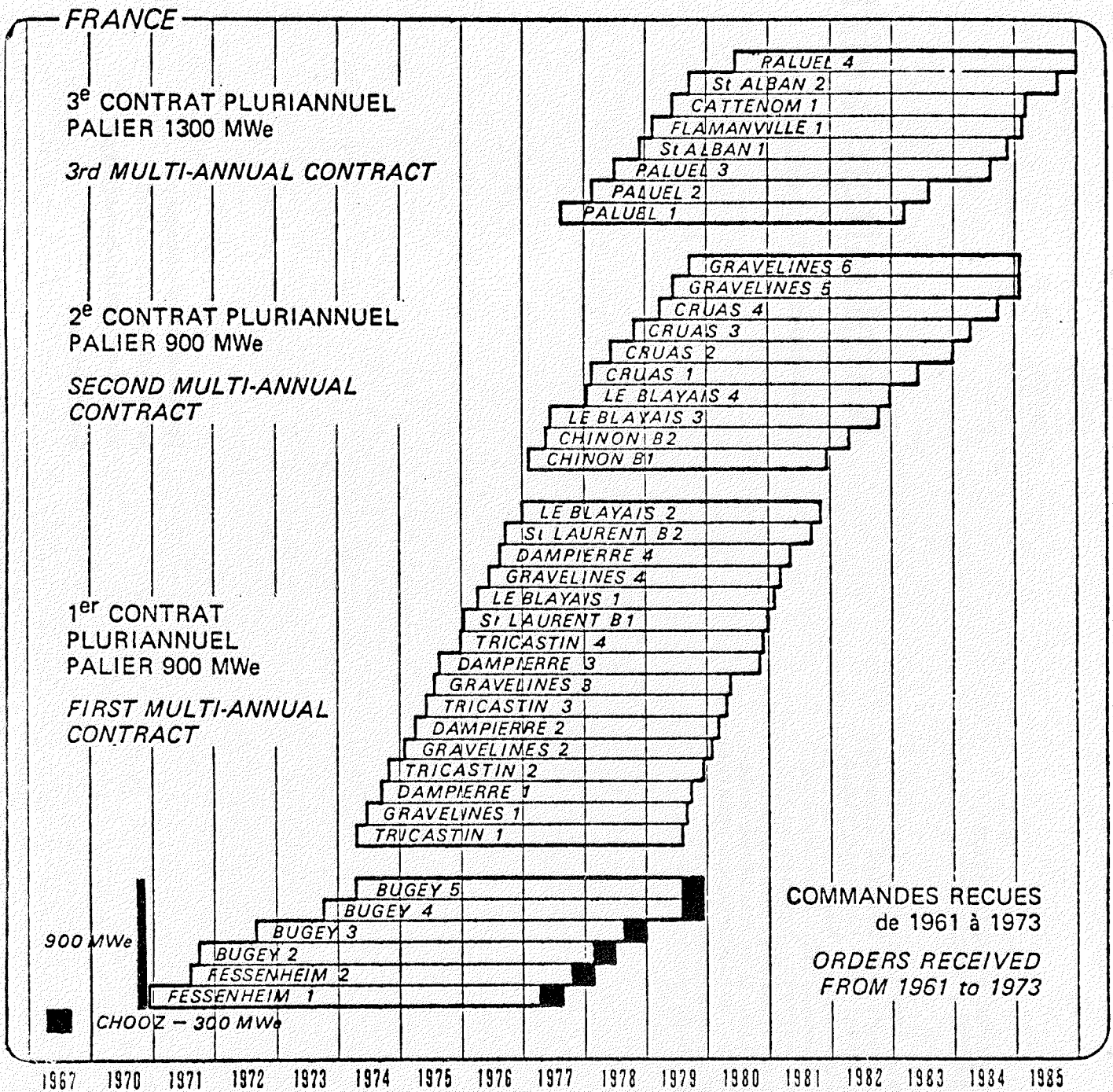
Vendor	Origin	Unit in operation and under construction	
		Number	Aggregate output in MWe net
WESTINGHOUSE	USA	107	95,700
FRAMATOME	F	46 (48 <sup>a</sup> )	44,800 (46,600 <sup>a</sup> )
COMBUSTION ENGIN.	USA	31	34,200
BABCOCK & WILCOX	USA	28	28,000
K.W.U. (SIEMENS)	F.R.G.	21	22,200
ATOMENERGO EXPORT	U.S.S.R.	43	21,600
MITSUBISHI	JAP.	9	6,000
BABCOCK-BR. BOV.	F.R.G.	2	2,500

(a) Figures in parentheses include addition of 2 optional units for Electricité de France (2 x 925 MWe).

Note: Most of the figures come from Worldwide Nuclear Reactors (Kidder, Peabody & Co, March 29, 1979).

# les commandes et réalisations

## orders and projects



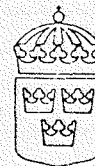
■ mise en service  
on stream

\* FRAMATOME, fournisseur de l'îlot nucléaire, est membre du consortium qui fournit la centrale complète.  
FRAMATOME, supplier of the nuclear island, is a partner in the consortium which furnishes the complete nuclear power plant.

Pour KARUN 1 et 2, le contrat est résilié depuis juin 1979.  
The KARUN 1 & 2 contract was terminated in June 1979.

RUOTSALAINEN YDINJÄTEKYSYMYSTEN ORGANISAATIOTA  
JA RAHOITUSTA KOSKEVA MIETINTÖ JULKISTETTU

Otsikossa mainittu mietintö "Kärnkraftens avfall - organisation och finansiering", SOU 1980:14 ilmestyi painosta kesäkuun alussa. Mietintöä laatinut yhden henkilön "työryhmä" (selvitysmiehenä maaherra Bertil Löfberg) asetettiin marraskuussa 1979. Selvitystyön kuluessa on luonnollisesti käytetty hyväksi alan asiantuntijoita eri intressiryhmistä. Mietintö on lähetetty lausuntokierrokselle, joka kestääneen vuoden lokakuuhun saakka. Hallitustason konkreettisia päätöksiä on odotettavissa ensi vuonna. Seuraavassa esitetään mietinnön yhteenveto-osa.



Statens offentliga utredningar

1980: 14

Industridepartementet

# Kärnkraftens avfall

Organisation och finansiering

Betänkande från utredningen om  
kärnkraftens radioaktiva avfall —  
organisations- och finansieringsfrågor

Stockholm 1980



## Till statsrådet Carl Axel Petri

Genom beslut den 30 november 1978 bemyndigade regeringen statsrådet Carl Tham att tillkalla en särskild utredare för att utreda organisations- och finansieringsfrågor rörande hantering och förvaring av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall.

Statsrådet Tham förordnade den 12 mars 1979 landshövdingen Bertil Löfberg till särskild utredare.

Till experter förordnades samma dag direktören Stig Bergström, civilingenjören Rune Edman, civilingenjören Harald Haegermark, byrådirektören Björn Hagman, departementsssekreteraren Bo C. Johansson, civilingenjören Alf Larsson, departementsssekreteraren Gösta Lindh, förste strålskyddsinspektören Sören Norrby, överingenjören Nils Rydell, länsrådet Nils Sjölin, direktören Erik Svenke och kammarrättsfiskalen Leif Wallestam.

Till sekreterare förordnades den 12 mars 1979 organisationsdirektören Birger Jensen och till biträdande sekreterare den 18 april 1979 juristen Bertil Carlstedt.

Byrådirektören Björn Hagman entledigades genom beslut av statsrådet Petri den 15 februari 1980 från förordnandet som expert.

Den särskilde utredaren får härmed överlämna betänkandet (SOU 1980:14) *Kärnkraftens avfall – organisation och finansiering*.

Stockholm den 17 april 1980

*Bertil Löfberg*

*Birger Jensen*

## Sammanfattning

Utredaren har haft till uppgift att utreda och lägga fram förslag om organisation och finansiering av hanteringen och förvaringen av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall.

### Utredningsarbetet

Utredningsarbetet har huvudsakligen inriktats på de frågor om organisation och finansiering som hänger samman med hantering och förvaring av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall från kärnkraftverken. Här innefattas avveckling av anläggningarna.

I arbetet har uppmärksamats att frågor om organisation och finansiering av omhändertagande av annat radioaktivt avfall från bl. a. sjukhus, forskningsinstitutioner och industrier behöver snarast utredas särskilt.

De förslag som läggs fram avser huvudsakligen ett kärnkraftsprogram med tolv reaktorer, som vardera är i drift under ca 25 år.

### Använt kärnbränsle och radioaktivt avfall

Radioaktiva restprodukter från kärnkraftverken varierar i hög grad i sammansättning och egenskaper. I kapitel 3 redogörs översiktligt för de olika slagen av restprodukter, deras uppkomst och förekomst och deras egenskaper och krav på hantering och förvaring.

Metoder och teknik för hantering och förvaring av radioaktiva restprodukter i Sverige har utvecklats främst genom det arbete som har bedrivits genom projektet Kärnbränslesäkerhet (KBS), som är knutet till Svensk Kärnbränsleförsörjning AB (SKBF), och genom programrådet för radioaktivt avfall (Prav). I kapitel 3 beskrivs också översiktligt de förslag till former för hantering och förvaring av restprodukterna som har blivit resultatet av utvecklingsarbetet.

Det anförs vidare att förslagen gör det möjligt att ange en relativt fullständig modell för hur hantering och förvaring av kärnkraftens restprodukter i Sverige kan ordnas i framtiden. Något skäl att på tekniska grunder gå ifrån modellen synes inte föreligga. Det utesluter inte att andra tekniskt och ekonomiskt mera fördelaktiga lösningar kan komma att utvecklas och genomföras.

De förfaranden och anläggningar som ingår i modellen för hantering och förvaring av de radioaktiva restprodukterna beskrivs särskilt. Vidare redogörs för de principiella förfarandena för avveckling av kärnkraftverk.

### Behov av fortsatt forskning och utveckling

Betydande fortsatta insatser för forskning och utveckling förutses komma att behövas inom olika områden för hantering och förvaring av radioaktiva restprodukter. Det gäller särskilt slutförvaring och metoder för behandling av olika slag av avfall. I kapitel 4 redovisas en inventering av behoven och en uppskattning av kommande kostnader. De samlade kostnaderna under åren 1980–2000 uppskattas till ca 1 040 milj. kr.

### Kärnkraftens restkostnader

På grundval av modellen för hantering och förvaring av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall är det möjligt att mer eller mindre säkert beräkna de samlade kostnaderna för verksamheten fram till omkring år 2060, då restprodukterna från tolv kärnkraftverk kan förutses ha placerats i slutligt förvar. Kostnadernas fördelning på olika delperioder kan också uppskattas. Kostnaderna kan också fördelas över den förutsedda samlade energiproduktionen från kärnkraftverken och uttryckas i t. ex. öre/kWh.

För beräkning av kostnaderna för avveckling av kärnkraftverk finns några utländska undersökningar. Vidare har SKBF/KBS gjort en studie om rivning av ett svenskt kärnkraftverk av den typ som representeras av Oskarshamn 2 och Barsebäck 1.

Kostnadsberäkningar som har utförts av det norska konsultföretaget Scandpower A/S, på uppdrag av utredaren, redovisas i kapitel 5. Där redovisas också motsvarande beräkningar, som har presenterats i två studier från SKBF/KBS.

### Organisation

SKBF/KBS har till utredaren anfört synpunkter på organisationsfrågorna. Synpunkterna refereras inledningsvis i kapitel 6. Där redovisas vidare utredarens överväganden och förslag.

#### Utgångspunkter

Utredarens överväganden leder fram till följande utgångspunkter för förslagen.

Den egentliga hanteringen och förvaringen av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall bör i huvudsak samlas i en organisation med gemensam ledning för de skilda leden i verksamheten. Genom en samlad organisation vinnas att åtgärder i de olika leden samtidigt kan anpassas till varandra och att övervakning och kontroll av verksamheten underlättas.

Den samlade organisationen bör vara nära knuten till kärnkraftföretagen. Hanteringen av restprodukterna hänger åtminstone i de inledande skedena nära samman med åtgärder i kraftstationerna. Den kompetens och de resurser som finns hos kärnkraftföretagen kan till stor del utnyttjas i verksamheten med restprodukterna. Förhållandet att offentliga organ har ett dominerande ägarinflytande i den samlade kärnkraftindustrin tillgodoser till en del kraven på samhällelig insyn i verksamheten.

Ansvar för den långsiktiga övervakningen av slutförvaringen bör ligga direkt på staten. Denna verksamhet ligger så långt fram i tiden att det inte är realistiskt att nu ange en bestämd organisation för den.

Staten måste ha ett betydande inflytande över hela organisationen och dess verksamhet.

För hantering och förvaring av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall bör skapas en organisation, som består dels av ett företag som drivs gemensamt av kraftföretagen men under insyn och kontroll av staten, dels av ett statligt organ som kan utöva ett fristående inflytande över verksamheten. Därutöver skall statens kärnkraftinspektion och statens strålskyddsinstitut oförändrat utöva en oberoende tillsyn och kontroll av verksamheten.

#### Olika organisationsformer

Från dessa utgångspunkter kan organisationen för hantering och förvaring av kärnkraftens restprodukter utformas på flera sätt. Utredaren behandlar tre olika former för organisationen. Gemensamt för alla tre är att den direkta hanteringen och förvaringen av de radioaktiva restprodukterna ankommer på ett företag i aktieföretagsform, som ägs av kärnkraftföretagen. Det kan vara Svensk Kärnbränsleförsörjning AB eller ett särskilt företag, som konstrueras efter mönster av detta företag. Statens direkta insyn och inflytande i företaget tillgodoses genom representation i styrelsen.

I övrigt innebär de tre skilda formerna för organisationen att ansvar och uppgifter fördelas mellan aktieföretaget och

- en ny central förvaltningsmyndighet för vissa styrande och kontrollerande uppgifter.
- statens kärnkraftinspektion, som utöver sina nuvarande uppgifter även svarar för vissa styrande och kontrollerande uppgifter.
- en expertnämnd som knyts till statens industriverk eller industridepartementet och vid regelbundna tillfällen tar ställning till de ekonomiska förhållandena i verksamheten.

#### Ett aktieföretag och en myndighet

Aktieföretaget skall samordna, planera och vidta åtgärder för att åstadkomma en säker hantering och förvaring av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall. I verksamheten skall i första hand utnyttjas den kompetens och de resurser som disponeras av delägarna.

Företaget skall varje år ställa samman ett program för verksamheten och dess finansiering. Detta skall underställas myndigheten för bedömning och

godkännande. Företaget skall därefter vara skyldigt att följa det godkända programmet.

Aktiebolaget bildas i samverkan mellan alla kärnkraftföretagen, som också svarar för att verksamheten upprätthålls så länge som behövs. Statens vattenfallsverk skall alltid ha minst hälften av aktiekapitalet. I företagets styrelse bör vart och ett av de medverkande kraftföretagen vid sidan av statens vattensfallsverk utse en ledamot och en suppleant. Statens vattenfallsverk bör under nuvarande förhållanden utse lika många ledamöter och suppleanter som de övriga kraftföretagen tillsammans, och aldrig färre. Därutöver bör regeringen utse ordförande och en suppleant.

Till grund för företaget och dess verksamhet bör ligga ett konsortialavtal som godkänns av regeringen. Medverkan i företaget skall vara en förutsättning för att ett kraftföretag skall få driva kärnkraftverk.

Myndigheten, som förslagsvis kan benämnas överstyrelsen för hantering och förvaring av radioaktivt avfall, bör vara central förvaltningsmyndighet för hantering och förvaring av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall. Den bör ha tillsyn över hela den verksamhet härmed som bedrivs inom landet och efter befogenhet vidtaga eller föreslå de åtgärder som behövs för att åstadkomma en säker hantering och förvaring av de radioaktiva restprodukterna. Detta bör i första hand ske genom bedömning och godkännande av de program för verksamheten som aktiebolaget skall tillställa myndigheten.

Därutöver skall myndigheten bl. a. initiera och finansiera en sådan allmän forskning och utveckling inom området, som bör bedrivas vid sidan av den direkt tillämpningsinriktade forskning och utveckling som sker hos kärnkraftföretagen och deras gemensamma företag för hantering och förvaring av de radioaktiva restprodukterna.

Myndigheten skall ledas av en styrelse med huvudsakligen parlamentarisk sammansättning. Chef för myndigheten bör vara en generaldirektör.

För myndighetens behandling av frågor om forskning och utveckling bör finnas ett råd med företrädare för olika vetenskapliga och tekniska ämnesområden.

I övrigt bör inom myndigheten finnas ca tio tjänstemän, som inom ett kansli fördelas på enheter för planering, teknik, ekonomi och information. Myndigheten bör dessutom disponera medel för att anlita utomstående experter.

Kostnaderna för myndighetens verksamhet och för den forskning och utveckling som bedrivs genom myndigheten skall bestridas av kärnkraftföretagen. Medlen härför bör placeras i en särskild fond ur vilken myndigheten kan ta i anspråk erforderliga medel.

De årliga kostnaderna beräknas nu till ca 2,5 milj. kr. för kansli m. m. och till drygt 20 milj. kr. för forskning och utveckling.

#### *Statens kärnkraftinspektion som central myndighet*

De uppgifter som här angetts böra ankomma på en ny central förvaltningsmyndighet skulle kunna förläggas till statens kärnkraftinspektion. Härför skulle endast kravas små förändringar i inspektionens organisation. Behovet av ytterligare personal bör bli mindre än för en ny myndighet.

Skäl för att föra de centrala myndighetsuppgifterna till kärnkraftinspektionen är bl. a. att dessa uppgifter väsentligen innebär kontroll och tillsyn av samma slag som ankommer på inspektionen. Om uppgifterna hålls samman i en myndighet undviks att konkurrens om resurser, kompetensvister och intressekonflikter m. m. kan hämma arbetet att åstadkomma största möjliga säkerhet.

Det finns också skäl emot att på detta sätt utvidga kärnkraftinspektionens uppgifter. Vissa av de tillkommande uppgifterna skulle kunna innebära ett avsteg från principen om att den tillsyn och kontroll, som utövas av inspektionen, skall vara helt fri och oberoende i förhållande till den egentliga hanteringen och förvaringen av de radioaktiva restprodukterna.

#### *Ett aktiebolag och en expertnämnd*

Huvuddelen av de uppgifter som här angetts böra ankomma på en ny myndighet eller kärnkraftinspektionen skulle kunna koncentreras till aktiebolaget. För att tillgodose kraven på allmän insyn i företaget och möjligheterna att påverka verksamheten bör då det statliga inflytandet i företaget bli större. Ett sätt kan vara att ge styrelsen ett betydande parlamentariskt inslag. Ett annat sätt kan vara att komplettera styrelsen med någon form av representantskap, som är helt parlamentariskt sammansatt.

Vissa centrala tillsyns- och kontrolluppgifter skulle dock handläggas helt vid sidan av företaget. Det gäller huvudsakligen finansieringen av verksamheten. Den utgör en grundläggande förutsättning för att hanteringen och förvaringen av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall skall kunna fullföljas på ett säkert sätt. Avgörandet i dessa frågor skulle ytterst kunna ankomma på regeringen. Underlag för regeringens ställningstaganden skulle kunna ställas samman av en särskild expertnämnd. Nämnden skulle bestå av fristående kärntekniska och ekonomiska experter. Den skulle följa den ekonomiska utvecklingen i hanteringen och förvaringen av de radioaktiva restprodukterna, beöma och ta ställning till olika ekonomiska åtgärder.

Verksamheten i nämnden skulle kunna koncentreras till en årlig genomgång av underlag, som tillhandahålls av kraftföretagen och det gemensamma företaget.

Om de olika uppgifterna för hantering och förvaring av de radioaktiva restprodukterna i huvudsak koncentreras till ett företag härför skapas en klar och entydig uppdelning mellan de verkställande uppgifterna och den fristående tillsyn och kontroll som ankommer på kärnkraftinspektionen. Vidare undviks konkurrens om resurser, kompetensvister m. m. Det kan emellertid sättas i fråga om det samhälleliga inflytandet kan göras gällande med tillfredsställande kraft.

#### *Val av organisation*

Efter en bedömning av de fördelar och nackdelar som kan anföras för de tre organisationsformerna *förordar* utredaren den organisation som inne-

bär att en ny myndighet skapas. Ett avgörande skäl härför är att den bör ge de bästa förutsättningarna för en fristående effektiv parlamentarisk insyn och kontroll inom området för hantering och förvaring av radioaktiva restprodukter.

#### *Programrådet för radioaktivt avfall*

Oberoende av vilken organisation som väljs för hantering och förvaring av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall föreslår utredaren, att programrådet för radioaktivt avfall avvecklas. Rådets verksamhet bör fördelas på det föreslagna aktiebolaget, den nya myndigheten eller kärnkraftinspektionen.

#### *Studsvik Energiteknik AB*

Utredaren förordar att frågorna om ställning och uppgifter för Studsvik Energiteknik AB tills vidare behandlas vid sidan av frågorna om hantering och förvaring av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall från kärnkraftverken.

Företaget har resurser för såväl forskning och utveckling som avfallshantering, som den nya myndigheten och aktiebolaget för hantering och förvaring av kärnkraftens restprodukter kan utnyttja efter eget bedömande. Studsvik Energiteknik AB skulle också kunna få centrala uppgifter i fråga om sådant radioaktivt avfall som uppkommer utanför kärnkraftsområdet.

#### *Finansiering*

Olika synpunkter och förslag i finansieringsfrågan refereras inledningsvis i kapitel 7. Det gäller en utredning från Centrala driftledningens finansutskott från år 1977, synpunkter som företrädare för kärnkraftföretagen har anfört till utredaren och en undersökning, som på uppdrag av utredaren har utförts genom företagsekonomiska institutionen vid Göteborgs universitet. I samma kapitel redovisas utredarens överväganden och förslag.

#### *Utgångspunkter*

Utredarens överväganden leder fram till bl. a. följande slutsatser och utgångspunkter för utformning av ett system för avsättning och förvaltning av medel för att bestrida kärnkraftens restkostnader.

Kärnkraftföretagen har det samlade tekniska och finansiella ansvaret för hantering och förvaring av kärnkraftens restprodukter. Det samlade ansvaret skulle försvagas om de medel, som sätts av och förvaltas för att bestrida framtida restkostnader, mer eller mindre helt skiljs från företagen. Ett system för avsättning och förvaltning av medlen, som innebär att de behålls hos kärnkraftföretagen, ansluter på ett naturligt sätt till och bygger under företagens samlade ansvar för hantering och förvaring av kärnkraftens restprodukter. Det ansluter också till den förordade organisationen,

där ett företag som ägs av kärnkraftföretagen ansvarar för den egentliga hanteringen och förvaringen av restprodukterna.

Placeringar av medel i en statlig fond eller på ett bankkonto skulle inte ge större säkerhet för medlens värdebeständighet, förräntning och tillgänglighet, än vad som får anses ligga i ett sådant kraftproduktionssystem, som representeras av kärnkraftföretagen och deras ägare.

Ansvaret för restprodukterna är juridiskt i första hand knutet till kärnkraftföretagen. Ägarnas ansvar och åtaganden enligt konsortialavtal m. m. bör därför preciseras och formaliseras, särskilt när det gäller kärnkraftens restkostnader. Det bör bl. a. krävas att avtalen och ändringar i dem skall godkännas av regeringen eller av den nya myndigheten efter bemyndigande från regeringen. Ägarnas ansvar bör särskilt slås fast beträffande åtaganden som skall gälla åtgärder och kostnader, som inträffar efter det att kärnkraftverken har avvecklats.

Krav på säkerhet för att erforderliga medel finns tillgängliga när de behövs tillgodoses genom en statlig tillsyn av hur företagen sätter av och förvaltar medlen. Olika uppgifter avseende sådan tillsyn har förutsatts ankomma på den förordade nya statliga myndigheten.

Statlig tillsynsverksamhet och viss forskning och utveckling finansieras genom en särskild s. k. diversemedelsfond, som tillförs medel genom avgifter från kärnkraftföretagen.

#### *Ett system för finansiering*

Utformningen av ett system för finansiering av kärnkraftens restkostnader kan gå olika långt, när det gäller precisering, planering och disposition av medel, ställande av säkerheter, redovisning m. m. Den praktiska utformningen av systemet måste bli beroende av bl. a. den faktiska utvecklingen av hanteringen och förvaringen av restprodukterna i tekniskt avseende, framtida krav på säkerhet i den kärntekniska verksamheten, eventuella förändringar i ägarförhållandena inom kärnkraftindustrin och de olika kärnkraftföretagens finansiella förutsättningar. Den närmare utformningen av systemet bör ankomma på den förordade nya statliga myndigheten för frågor om hantering och förvaring av kärnkraftens restprodukter.

Utredaren föreslår därför endast huvuddragen i ett system för finansiering av kärnkraftens restkostnader. De innebär i korthet följande.

Kärnkraftföretagen och det av dem ägda gemensamma företaget för hantering och förvaring av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall svarar själva för att erforderliga medel för att bestrida kärnkraftens restkostnader avsätts och förvaltas, så att de finns tillgängliga när de behövs.

En ny statlig myndighet utövar allmän tillsyn över finansieringen och påverkar den genom att godkänna eller på annat sätt ta ställning till vissa åtgärder m. m.

Kärnkraftföretagen avsätter årligen i sina bokslut de medel som erfordras enligt aktuella beräkningar av de samlade restkostnaderna. De årliga avsättningarna redovisas av varje företag i resultaträkningen. De ackumulerade avsättningarna redovisas i balansräkningen under en särskild rubrik.

De avsatta medlen förvaltas av kärnkraftföretagen själva. De bör härvid

i första hand kunna använda dem för investeringar i sin egen verksamhet eller låna ut dem till sina ägare. I den mån så inte sker bör medlen placeras på bankkonto eller räntebärande konto i riksbanken eller riksgäldskontoret. Statens vattenfallsverk skall som statligt affärsdrivande verk placera alla avsatta medel hos riksgäldskontoret, i den mån de inte disponeras för att täcka verkets behov av rörelsemedel.

För de avsatta medel som kärnkraftföretagen placerar i egna investeringar eller lånar ut till sina ägare bör ges fullgoda säkerheter. De bör i huvudsak vara sådana som avses i svensk banklagstiftning, dvs. vattenkraftstationer, fastigheter, skog, mark m. m. Därutöver bör det dock vara möjligt att godta sådana "säkerheter" som kan sägas ligga i företagens rörelse och kommer till uttryck i redovisningen av denna. Placeringen av avsatta medel skall ske i samråd med myndigheten, som skall godkänna de säkerheter som kan erbjudas.

Medel som kärnkraftföretagen sätter av för att bestrida kärnkraftens restkostnader skall vara avdragsgilla vid inkomsttaxeringen. Avkastningen av placerade medel beskattas.

De avsatta medlen tas i anspråk för att bestrida de kostnader som uppkommer för olika åtgärder i hanteringen och förvaringen av kärnkraftens restprodukter. Kostnaderna redovisas i resultaträkningen som kostnader i rörelsen. De ackumulerade avsättningarna i balansräkningen minskas med samma belopp.

Kärnkraftföretagen betalar en avgift för att finansiera statlig insyn och kontroll genom den nya myndigheten och viss forskning och utveckling. Avgiften debiteras och uppbärs av myndigheten, som för över influtna medel till en diversemedelsfond. Denna förvaltas lämpligen av kammarkollegiet, som på begäran ställer medel till förfogande för myndigheten.

Kärnkraftföretagens årliga avsättningar bestäms till ett visst belopp per kWh elenergi som har levererats från kärnkraftverken. För tiden t. o. m. år 1980 bör avsättningarna motsvara 1,4 öre/kWh. Beloppet per kWh skall i framtiden korrigeras med hänsyn till resultaten av nya beräkningar av kostnaderna.

Avgiften för statlig tillsyn m. m. och viss forskning och utveckling bestäms också för varje år till ett visst belopp per kWh. Om den utgår för år 1980 skulle den behöva vara 0,1 öre/kWh. Den skall fortlöpande korrigeras med hänsyn till beräknade medelsbehov och förändringar i mängden levererad elenergi.

Avsättning av 1,4 öre/kWh för levererad elenergi t. o. m. år 1979 innebär, att kärnkraftföretagens ackumulerade avsättningar i boksluten för år 1979 bör uppgå till 1 310 milj. kr. I boksluten för år 1979 förutses ackumulerade avsättningar komma att redovisas till ett belopp av ca 790 milj. kr.

Om det inte anses möjligt att under ett år föra upp avsättningarna till den nivå som motsvarar 1,4 öre/kWh bör det kunna ske successivt under några år.

Avgiften 0,1 öre/kWh skulle för år 1980 motsvara ca 23 milj. kr.

För att säkerställa att även oförutsedda tillkommande kostnader kan bestridas av kärnkraftföretagen bör dessa så långt som möjligt teckna försäkringar mot följderna av olika slag av olyckor. Genom visst överuttag av medel för avsättning hos företagen kan skapas en viss reserv för att

täcka oförutsedda kostnader. Genom de fortlöpande korrigeringarna av avsättningar och de uttag av medel, som fordras härför, bör det också vara möjligt att fylla sådana brister i avsättningarna, som kan bli följden av uppkommande oförutsedda kostnader. Därutöver bör säkerhet för att erforderliga medel finns tillgängliga skapas genom olika former av bindande åtaganden och förbindelser mellan kärnkraftföretagen och mellan dem och deras ägare. Dessa bör anges i avtal m. m. som godkänns av regeringen eller den nya myndigheten.

## YDINENERGIALAKITOIMIKUNTA JULKISTI VÄLIMETINTÖNSÄ

Alkuvuodesta 1978 asetettu ydinenergialakitoimikunta julkisti helmikuussa 1980 välimietinnön, joka sisältää ehdotuksen uudeksi ydinenergialaiksi ja ehdotukset vastaaviksi muutoksiksi eräissä muissa laeissa. Toimikunta jatkaa työtään laatimalla ehdotuksen säännöksiksi taloudellisesta varautumisesta ydinjätehuollosta aiheutuviin kustannuksiin.

Mietintö on julkaistu komiteamietintönä 1980:13. Lähes 300-sivuinen mietintö sisältää lakitekstiehdotuksen ja sen perustelujen lisäksi laajat katsaukset ydinenergia-alan toimintaan ja ydinenergiainsäädännön kehitykseen ja nykytilanteeseen maailmassa ja Suomessa. Mietintöön on liitetty kolme eriävää mielipidettä.

Kauppa- ja teollisuusministeriö on pyytänyt mietinnöstä lausunnon heinäkuun puoliväliin mennessä noin 50:ltä eri taholta, kuten eri ministeriöiltä, muilta valtion ja kunnallishallinnon elimiltä, korkeakoululta ja tutkimuslaitoksilta, voimayhtiöiltä ja teollisuuden järjestöiltä, työmarkkinajärjestöiltä sekä muutamalta luonnonsuojelu- tms. järjestöltä.

Lausuntoa on pyydetty myös ATS:lta. Lausuntoa valmistelemaan seuran johtokunta on asettanut työryhmän. Seuran jäsenet voivat toimittaa työryhmän käsiteltäväksi kirjallisia kannanottoja 30.6.80 mennessä osoitteella DI Antero Raade, Imatran Voima Oy, Ruoholahdenkatu 8, 00180 HELSINKI 18. Ohessa julkaistaan kopio mietinnön alkulauseesta, ehdotusten yhteenveto sekä ehdotus ydinenergielain tekstiksi.



## YDINENERGIALAKITOIMIKUNNAN MIETINTÖ I

### BETÄNKANDE I AVGIVET AV BEREDNINGSS- KOMMISSIONEN FÖR LAGSTIFTNING OM KÄRNKRAFT

HELSINKI-HELSINGFORS 1980

Kauppa- ja teollisuusministeriölle

Kauppa- ja teollisuusministeriö asetti 2.2.1978 toimikunnan, jonka tehtävänä oli laatia ehdotus voimassa olevan atomienergielain (356/57) ja -asetukseen (75/58) kokonaisuudistamisesta ja laatia ehdotus erillisen ydinjätehuoltolain säätämiseksi. Toimikunnan tuli saada työnsä päätökseen 31.12.1978 mennessä. Toimikunnalle asetettua määräaikaa on jatkettu kauppa- ja teollisuusministeriön marraskuussa 1978 tekemällä päätöksellä vuoden 1979 loppuun saakka ja sitten ministeriön 29.11.1979 tekemällä päätöksellä 15.6.1980 saakka sillä osin kuin kysymys on taloudellisesta varautumisesta ydinjätehuollosta aiheutuviin kustannuksiin ja tätä koskevien säännösten laatimisesta.

Toimikunnan puheenjohtajaksi kutsuttiin hallintoneuvos Raimo Pekkanen korkeimmasta hallinto-oikeudesta ja jäseniksi pääjohtaja Pekka Jauho Valtion teknillisestä tutkimuskeskuksesta, varatuomari Heikki Kolehmainen Teollisuuden Voima Oy:stä, vanhempi budjettisihteeri Reijo Kosunen valtiovarainministeriöstä, lainsäädäntöneuvos Mikko Kämäräinen oikeusministeriöstä, toimistopäällikkö Ilkka Mäkipentti kauppa- ja teollisuusministeriöstä, osastopäällikkö Olli Ojala ja ylitarkastaja Olli Paasivirta sisäasiainministeriöstä, varatuomari Juhani Santahol-

ma Imatran Voima Oy:stä, pääsihteeri Kyösti Suonio ympäristön-  
suojausneuvostosta, osastopäällikkö Erkki Vaara kauppa- ja  
teollisuusministeriöstä ja johtaja Antti Vuorinen säteilytur-  
vallisuuslaitoksesta. Varatuomari Kolehmainen siirrettyä mui-  
hin tehtäviin, on hänen tilalleen 1.1.1980 alkaen kutsuttu  
varatuomari Risto Roto Teollisuuden Voima Oy:stä.

Toimikunta, joka otti nimekseen ydinenergialakitoimikunta, kut-  
sui sihteerikseen ylitarkastaja Jussi Mannisen sekä vanhemmat  
hallitusasihteerit Risto Paeremaa ja Yrjö Sahrakorven, kaikki  
kauppa- ja teollisuusministeriöstä.

Toimikunta on kuullut asiantuntijoina akateemikko Erkki Lauri-  
laa, professori Jorma K. Miettistä Helsingin yliopiston radio-  
kemian laitoksesta, osastopäällikkö Pekka Ojalaa sosiaali- ja  
terveysministeriöstä, osastopäällikkö Pauli Suviojaa vesihalli-  
tuksesta, johtaja Kalevi Nummista Imatran Voima Oy:stä, toimi-  
tusjohtaja Magnus von Bonsdorffia Teollisuuden Voima Oy:stä,  
tullineuvos Pauli Kekkosta tullihallituksesta, apulaisjohtaja  
Eero Koivukoskea Suomen Kunnallisliitosta, johtaja Karl Johan

Brunströmiä TInlands svenska kommunförbundet, energiainsi-  
nööri Mauri Marjamäkeä Suomen kaupunkiliitosta, poliisiylitar-  
kastaja Kyösti Jousimaata, yli-insinööri Esko Monosta ja toi-  
mistopäällikkö Lauri Relanderia sisäasiainministeriöstä, ali-  
valtiosihteeri Keijo Korhosta ja ulkoasiainsihteeri Arto  
Kurittua ulkoasiainministeriöstä, ylitarkastaja Urpo J. Saloa  
kauppa- ja teollisuusministeriöstä, pääsihteeri Mikko Viita-  
sloa puolustusministeriöstä, professori Matts Roosia Energia-  
poliittinen Yhdistys - Vaihtoehto ydinvoimalle r.y:stä, pro-  
fessori Pekka Suomista Suomen luonnonsuojeluliiton edustajana  
sekä insinööri Philip Hildénia Natur och miljövård r.f:sta  
ja hallituseuvos Matti Salmenperää sosiaali- ja terveysminis-  
teriöstä.

Toimikunnan toimeksiannosta on oikeustieteen lisensiaatti Arto  
Kosonen laatinut selvityksen ulkomaisesta ydinenergiainsäädän-  
nästä.

Toimikunta on käynyt tutustumassa Loviisan ja Olkiluodon ydin-  
voimalaitoksiin.

Toimikunta on katsonut tarkoituksenmukaiseksi laatia ensimmäi-  
senä osamietintönään ehdotuksen ydinenergian käytön lupajär-  
jestelmää sekä vastuuta ydinjätteistä koskeviksi säännöksiksi.  
Toimikunta jatkaa tämän osamietinnön jälkeen työtään laatimalla  
ehdotuksen säännöksiksi taloudellisesta varautumisesta ydin-  
jätehuollosta aiheutuviin kustannuksiin.

Edellä sanottuun viitaten toimikunta kunnioittavasti jättää  
osamietintönsä kauppa- ja teollisuusministeriölle.

Toimikunnan mietintöön liittyy eräviä mielipiteitä.

Helsingissä 29. päivänä helmikuuta 1980.

Raimo Pekkanen

Pekka Jauho	Reijo Kosunen
Mikko Kämäräinen	Ilkka Mäkipentti
Olli Ojala	Olli Paasivirta
Risto Roto	Juhani Santaholma
Kyösti Suonio	Erkki Vaara
Antti Vuorinen	Jussi Manninen
Risto Paeremaa	Yrjö Sahrakorpi

## 5. YHTEENVETO TOIMIKUNNAN EHDOTUKSISTA

Toimikunta on laatinut ehdotuksen ydinenergialaiksi, joka korvaisi nykyisen atomienergiain lain (356/57). Ehdotuksessaan toimikunta on lahtenyt siitä, että ydinenergian käyttö on kiellettyä ilman lupaa ja että ydinenergian käytössä on otettava huomioon yhteiskunnan kokonaisuus, ydinenergian käytön turvallisuus ihmisen ja ympäristön kannalta, ydinjätehuollon varmistaminen ja Suomen tekemät ydinenergia-alan kansainväliset sopimukset (1 §).

Soveltamisala. Toimikunnan ehdotuksessa on lain soveltamisalaa nykyisestä jonkin verran laajennettu lähinnä eräiden ydinjätehuollon järjestämisen ja ydinaseiden leviämisen estämisen kannalta merkittävien toimenpiteiden saamiseksi valvonnassa piiriin. Ydinenergialakia sovellettaisiin: a) ydinlaitoksen (jolla ehdotuksessa tarkoitetaan ydinenergian aikaansaamiseen käytettäviä laitoksia, tutkimusreaktorit mukaan luettuna, sekä ydinaineen ja ydinjätteen laajamittaiseen valmistamiseen, tuottamiseen, käyttämiseen, käsittelyyn tai varastointiin käytettäviä laitoksia) rakentamiseen, hallussapitoon ja käyttämiseen; b) ydinainneiden ja ydinjätteiden hallussapitoon, valmistukseen, tuottamiseen, luovutukseen, käsittelyyn, käyttämiseen, varastointiin, kuljetukseen, vientiin ja tuontiin; c) ydinkäyttöisen kulkuvälineen käyttöön ja hallussapitoon Suomen alueella; sekä d) uraania ja toriumia sisältävien malmien ja niiden rikasteiden vientiin ja tuontiin (2 §).

Asetuksella voitaisiin määrätä, että ydinenergialakia sovellettaisiin myös eräiden ydinenergian tuottamisen kannalta keskeisten tarvikkeiden (aineiden, laitteiden, laitteistojen) ja tietoaaineiston hallussapitoon, luovutukseen, tuontiin ja vientiin, milloin niillä on merkitystä ydinaseiden leviämisen kannalta tai niihin kohdistuu Suomen tekemien kansainvälisten ydinenergia-alan sopimusten velvoitteita. Edelleen täysin uutena kohteena lain soveltamisalaa kuuluisi sellaisen ydinenergian käyttöä koskevan sopimuksen tekeminen ulkomaalaisen tai ulkomaaisen yhteisön kanssa, joka toteutetaan muualla kuin Suomessa ja jolla on merkitystä ydinaseiden leviämisen kannalta tai johon kohdistuu edellä mainittujen sopimusten velvoitteita (2 §).

Ydinenergia-alan soveltamisalaa kuuluvista toiminnoista käytetään laissa nimitystä ydinenergian käyttö, joka siis sisältäisi paitsi varsinaista ydinenergian tuottamista myös tuottamista valmistelevia ja tuottamisen seurauksena syntyvien ydinjätteiden huoltoon liittyviä toimenpiteitä. Kaikki ydinenergian käyttö-käsitteen piiriin kuuluvat toiminnot olisivat pääsääntöisesti luvanvaraisia (9 §).

Yleiset periaatteet. Toimikunnan ehdotuksen mukaan kaiken ydinenergian käytön tulee olla tiettyjen yleisten periaatteiden mukaisia. Nämä laissa nimenomaisesti esitetyt periaatteet olisivat, että: a) ydinenergian käyttö sen eri vaikutukset huomioonottaen on yhteiskunnan kokonaisuuden mukaista; b) ydinenergian käyttö ei tähtää ydinräjähdeiden valmistamiseen tai käyttöön; c) ydinenergian käytössä on ryhdytty sellaisiin käytettävissä oleviin toimenpiteisiin, jotka ovat tarpeen ydinenergian käytöstä henkilölle, omaisuudelle ja ympäristölle aiheutuvan vaaran pitämiseksi mahdollisimman vähäisenä; ja d) turvajärjestelyihin (toimenpiteisiin ydinenergian käytön turvaamiseksi lainvoimaiselta toiminnalta) sekä palo- ja pelastustoimen järjestämiseen liittyvät suunnitelmat ja toimenpiteet ovat riittävät (5-8 §).

Lakiehdotuksen mukaan lupaa ei voida myöntää toimintaan, joka ei ole ydinenergian käytön yleisten periaatteiden mukaista. Sen, jolle on myönnetty lupa ydinenergian käytön, velvollisuutena on huolehtia ydinenergian käytön turvallisuudesta (28 §). Luvanhaltijan, jonka toiminnan seurauksena syntyy ydinjätettä, on huolehdittava myös kaikista tuottamiensa jätteiden ydinjätehuoltoon kuuluvista toimenpiteistä ja niiden asianmukaisesta valmistelusta sekä vastattava niiden kustannuksista (29 §).

Valtionneuvoston periaatepäätös; yleinen kuuleminen. Toimikunta on pitänyt työssään eräänä keskeisenä tavoitteena sitä, että yleiseltä merkitykseltään huomattavan ydinvoimalaitoksen rakentamiseen johtavat päätökset tehdään riittävän korkealla tasolla, riittävän aikaisessa vaiheessa ja riittävän monipuolisen tiedon pohjalta. Tällaisen ydinlaitoksen rakentaminen edellyttäisi lakiehdotuksen mukaan ennen rakentamisluvaa käsitteilyä valtioneuvoston periaatepäätöstä siitä, onko ydinlaitoksen rakentaminen yhteiskunnan kokonaisuuden mukaista. Yleiseltä merkitykseltään huomattavia olisivat kaikki muut ydinlaitokset paitsi sellaiset ydinenergian aikaansaamiseen käytettävät laitokset, joiden lämpöteho ei ylitä 10 megawattia (11 §).

Yhteiskunnan kokonaisuutta harkitessaan valtioneuvoston olisi otettava huomioon ydinlaitoksen rakentamisesta aiheutuvat hyödyt ja haitat kiinnittäen erityisesti huomiota: a) ydinlaitoshankkeen tarpeellisuuteen maan energiahuollon kannalta; b) ydinlaitoksen suunnitellun sijaintipaikan sopivuuteen; c) ydinlaitoksen turvallisuuteen ja ympäristövaikutuksiin; sekä d) ydinpolttoraine- ja ydinjätehuollon järjestämiseen (12 §).

Periaatepäätöstä haettaisiin kirjallisesti ja hakemukseen olisi liitettävä muun muassa selvitykset laitoksen arvioiduista ympäristövaikutuksista ja turvallisuudesta (13 §). Ennen päätöksen tekemistä hakija ei saisi ryhtyä toimenpiteisiin, jotka saattavat vaikeuttaa valtioneuvoston mahdollisuuksia ratkaista asia vapaan harkintansa mukaan (11 §).

Ehdotukseen on otettu säännös erityisen kuulemistilaisuuden järjestämisestä ennen periaatepäätöksen tekemistä. Hakijan on julkistettava kauppa- ja teollisuusministeriön tarkastama yleispiirteinen selvitys laitoshankkeesta, laitoksen arvioiduista ympäristövaikutuksista ja sen turvallisuudesta siten, että selvitystä on yleisesti saatavilla. Ministeriön on varattava ydinlaitoksen lähiympäristön asukkaille, kunnille sekä paikallisille viranomaisille mahdollisuus ennen periaatepäätöksen tekemistä esittää mielipiteensä hakemuksesta. Ministeriön on lisäksi laitoksen suunnitellulla sijaintipaikkakunnalla järjestettävä julkinen tilaisuus, jossa asiasta voidaan esittää suullisesti tai kirjallisesti mielipiteitä. Tiivistelmä esitetystä mielipiteistä on saatettava valtioneuvoston tietoon (14 §).

Kauppa- ja teollisuusministeriön olisi periaatepäätöstä koskevasta hakemuksesta lisäksi lakisääteisesti pyydetävä lausunto säteilyturvallisuuslaitokselta ja ympäristönsuojeluviranomaisilta sekä suunnitellun ydinlaitoksen sijainti- ja naapurikunnilta ja hankittava muu ministeriön tarpeelliseksi katsoma selvitys (13 §).



Ilmoitus eduskunnalle: Lakiehdotuksen mukaan valtioneuvoston tekemä, yleisellä merkitykseltään huomattavan ydinlaitoksen rakentamista koskeva periaatepäätös on viipymättä ilmoitettava eduskunnan puhemiehelle. Hänen on saatettava se eduskunnan tietoon heti tai, jollei eduskunta ole koolla, niin pian kuin se kokoontuu. Periaatepäätös on kumottava, jos eduskunta niin päättää (15 §).

Luvat ydinenergian käyttöön. Myös ydinlaitoksia koskevien varsinaisten lupien myöntämisen osalta toimikunta ehdottaa ratkaisuvallan siirtämistä nykyistä korkeammalle valtionhallinnossa. Lupien myöntämisen sekä yleisellä merkitykseltään huomattavan että muun ydinlaitoksen rakentamiseen, hallussapitoon ja käyttämiseen ratkaisisi aina valtioneuvosto. Luvan muuhun ydinenergian käyttöön myöntäisi kauppa- ja teollisuusministeriö tai milloin asetuksella niin määrätään, säteilyturvallisuuslaitos (16 §).

Lupa ydinenergian käyttöön voidaan pääsääntöisesti myöntää vain Suomen kansalaiselle tai suomalaiselle yhteisölle, säätiölle tai laitokselle (17 §).

Lupa voidaan myöntää määräaikaisena. Milloin ydinlaitoksen hallussapitoon ja käyttämiseen annettava lupa myönnetään määräaikaisena, on määrääjän pituutta harkittaessa otettava huomioon ydinlaitoksen turvallisuuden varmistaminen ja ydinlaitoksen arvioitu käyttöikä (23 §). Lupaehtoja voidaan tarkistaa tai niitä muuttaa muun muassa, milloin se on tarpeellista ydinenergian käytön turvallisuuden varmistamiseksi tai, olosuhteiden olennaisesti muuttuessa, ydinenergian käytölle ydinenergialaissa säädettyjen yleisten periaatteiden toteuttamiseksi (24 §). Luvan voi sen myöntänyt viranomainen myös peruuttaa muun muassa, milloin jokin luvan myöntämisen edellytyksistä ei enää täyty tai luvan ehtoja taikka valvontaviranomaisen antamia määräyksiä on rikottu siten, että lain yleisten periaatteiden toteutuminen olennaisella tavalla vaarantuu (25 §).

Toimikunnan yhtenä tavoitteena on ollut saada lupapäätökset nykyistä yksinkertaisemmiksi. Nykyiset lupaehdot voitaisiin ehdotuksen mukaan osittain korvata lain nojalla annettavilla yleisillä määräyksillä. Säteilyturvallisuuslaitos voisi antaa ydinenergian käytön turvallisuutta koskevia yleisiä määräyksiä, jotka vahvistaisi kauppa- ja teollisuusministeriö. Sisäasiainministeriö voisi antaa ydinlaitoksessa tai ydinlaitoksen alueella suoritettavia ydinenergian käytön turvajärjestelyjä sekä palo- ja pelastustoimintaa koskevia yleisiä määräyksiä kauppa- ja teollisuusministeriötä ja säteilyturvallisuuslaitosta kuultuaan (61 §).

Valvontaviranomainen. Ehdotuksen mukaan ydinenergia-alan johto ja ydinenergialain soveltamisen valvonta kuuluu edelleen kauppa- ja teollisuusministeriölle (36 §), jonka yhteydessä toimisi ydinenergian käyttöön liittyvien asioiden valmistelua käsittelevä varten valtioneuvoston asettama neuvottelukunta (38 §).

Toimikunta on pyrkinyt nykyistä selvemmin korostamaan ydinenergian käytön turvallisuutta valvovan viranomaisen, säteilyturvallisuuslaitoksen riippumatonta asemaa. Laitoksen tehtävänä olisi muun muassa valvoa ydinenergian käytön turvallisuutta ja ydinenergian käyttöä koskevien lupien noudattamista, osallistua lain mukaisten lupahakemusten käsittelyyn, antaa ydinenergian käytön turvallisuutta koskevia yleisiä määräyksiä sekä suorittaa ydinaseiden levittämisen estämiseksi tarpeellista ydinenergian käytön valvontaa (37 §). Laitoksen yhteydessä toimisi ydinenergian käytön turvallisuutta koskevien asioiden valmistelua käsittelevä varten niinkään valtioneuvoston asettama neuvottelukunta (38 §).

Lakiehdotuksessa on viranomaisille annettu oikeus ydinenergialaissa ja sen nojalla annetuissa säännöksissä ja määräyksissä sekä Suomen tekemissä ydinenergia-alan kansainvälisissä sopimuksissa edellytetyä valvontaa varten päästä paikkoihin, joissa tapahtuu ydinenergian käyttöön liittyvää toimintaa ja oikeus valvoittaa luvanhaltijaa ryhtymään valvonnan kannalta tarpeellisiin toimenpiteisiin, kuten raporttien ja ilmoitusten antamiseen (45 §).

Jos valvontaviranomaisen suorittamassa tarkastuksessa tai muutoin havaitaan, että ydinenergian käytön turvallisuuden varmistamiseksi tai Suomen ydinenergia-alan kansainvälisten sopimusvelvoitteiden toteuttamiseksi on välttämätöntä suorittaa ydinlaitoksen rakenteessa tai sen rakentamiseen ja käyttöön liittyvässä toiminnassa muutoksia, valvontaviranomaisen on neuvoteltavaan luvanhaltijan kanssa annettava asiasta tarpeelliset määräykset (46 §). Jos havaitusta epäkohdasta tai puutteellisuuksista ydinenergian käytössä aiheutuu vaaraa terveydelle tai ympäristölle taikka valvonnan toteuttaminen niin vaatii, valvontaviranomainen voi määrätä toiminnan keskeytettäväksi, kunnes toiminnan turvallisuudesta on varmistuttu (48 §).

Ydinjätehuolto. Toimikunnan ehdotuksessa on nykyistä huomattavasti yksityiskohtaisemmat säännökset ydinjätehuollon vastuukysymyksistä. Lakiehdotuksessa tarkoitetaan ydinjätteellä sellaisia ydinenergian tuottamisen yhteydessä tai muutoin ydinaineiden valmistuksessa tai käytön seurauksena syntyneitä radioaktiivisia aineita ja radioaktiivisiksi tulleita laitteita ja rakenteita, ydinlaitos mukaan luetuna, jotka on poistettu käytöstä. Käytetty ydinpolttoainekokonaisuudessaan luetaan ydinjätteeksi. Jos se jälleenkäsitellään, ydinjätteeksi katsotaan niin sanottu jälleenkäsittelyjäte.

Luvanhaltijan velvollisuus huolehtia ydinjätteistä lakkaa ehdotuksen mukaan pääsääntöisesti vasta silloin, kun jätteet on lopullisesti siirretty ulkomaille tai ne on sijoitettu pysyväksi tarkoitettulla tavalla (loppusijoitus) ja loppusijoituksen jälkeen tehtävien toimenpiteiden kustannuksiin on varauduttu säädetyllä tavalla (35 §). Mikäli ydinlaitos tai ydinjäte luovutetaan toiselle, lupaviranomainen voi kokonaan tai osittain siirtää luovuttajan huolehtimisvelvollisuuden luovutuksensaajalle, jos velvollisuuden siirtäminen ei vaaranna ydinjätehuollon toteutumista (32 §). Kauppa- ja teollisuusministeriö voi asetuksella annettavien perusteiden mukaan määrätä, että ydinjätteet on loppusijoitusta varten luovutettava valtiolle tai valtion määräysvallassa olevalle kotimaiselle yhteisölle tai laitokselle (33 §).

Ydinlaitoksen käytöstä poistamiseen liittyvistä ydinjätehuoltoon kuuluvista toimenpiteistä on laadittava yksityiskohtainen suunnitelma. Käytöstä poistamiseen ei saa ryhtyä ennen kuin valvontaviranomainen on hyväksynyt suunnitelman (30 §).

Luvanhaltijan on ennakoitua varauduttava ydinjätehuollon vaatimien myöhemmin tehtävien toimenpiteiden kaikkiin kustannuksiin (31 §). Toimikunnan toinen osamietintö tulee sisältämään säännökset siitä menettelystä, jota noudattaen näihin kustannuksiin varaudutaan, samoin kuin säännökset siitä edellä mainitusta valtion viranomaisorganisaatiosta, jonka asiana olisi huolehtia ydinjätteistä.

Suhde muuhun lainsäädäntöön. Toimikunta ei ole katsonut mahdolliseksi sellaista menettelyä, että ydinenergian käyttöön kohdistuisivat yksinomaan ydinenergialain säännökset.

nökset, vaan on ottanut lakiin nimenomaisen säännöksen siitä, että ydinenergialain mukainen lupa ei vapauta luvansaajaa noudattamasta muussa lainsäädännössä toiminnalle asetettuja vaatimuksia ja määräyksiä (39 §). Kahta lakia, sähkölakia ja säteilysuojuslakia toimikunta kuitenkin ehdottaa muutettavaksi siten, että niissä edellytetyt lupaa ei tarvittaisi toimintaan, johon on oltava ydinenergialaisia tarkoitettu lupa ydinenergian käyttöön.

Koska säteilyturvallisuuslaitoksella on yleisvastuu ydinlaitosten turvallisuudesta ja tietämys siitä, millaisia erityisvaatimuksia on ydinlaitosten turvallisuudelle asetettava, on toimikunta sisällyttänyt ydinenergialakiin säännöksen, jonka mukaan säteilyturvallisuuslaitoksen tulee antaa lausuntoja ja tehdä aloitteita asianomaisille viranomaisille ydinenergian käyttöön liittyvien turvallisuusvaatimusten huomioon ottamisesta erityisesti alueiden käytön suunnittelussa, ympäristönsuojelun järjestämisessä, rakennuslupien myöntämisessä, palo- ja pelastustoimien järjestämisessä sekä turvajärjestelyissä (44 §). Toimikunnan mielestä tulisi myös muille viranomaisille asettaa eräissä tapauksissa velvollisuus pyytää säteilyturvallisuuslaitoksen lausunto silloin, kun ratkaistavana olevalla asialla on ydinenergian käytön turvallisuuden kannalta olennainen merkitys ja sisällyttänyt tätä koskevan säännöksen ehdotukseensa (44 §).

Lakiehdotuksessa on lisäksi lähdetty siitä, että ydinenergian käytön turvallisuuteen liittyvien erityisvaatimusten osalta säteilyturvallisuuslaitoksen asiana on, siten kuin asetuksella tarkemmin säädetään, valvoa ydinlaitoksen rakentamista sekä rakennusluvan noudattamista samoin kuin antaa työturvallisuuden järjestämisestä koskevia määräyksiä ja valvoa niiden noudattamista. Säteilyturvallisuuslaitoksen tulee myös yhteistyössä asianomaisten muiden viranomaisten kanssa valvoa turvajärjestelyjen sekä ydinenergian käyttöön liittyvien palo- ja pelastustoimien suunnittelua ja toteuttamista (40-42 §).

Rangaistukset: Toimikunta on pyrkinyt ehdotuksessaan nykyistä selvempiin ydinenergialain rikkomista koskeviin rangaistussääntöihin. Ydinenergiarikoksesta, jollainen olisi muun muassa tahallinen vaaran aiheuttaminen ydinainetta tai ydinjätettä käyttämällä, ydinräjähteen valmistaminen tai hankkiminen tai ydinräjähdysten aiheuttaminen, olisi tuomittava vankeuteen vähintään kahdeksi ja enintään kahdeksitoista vuodeksi. Ydinenergiarikoksella uhkaamisesta olisi rangaistus enintään neljä vuotta vankeutta (50 §). Ydinenergian käytöstä ilman ydinenergialain mukaista lupaa samoin kuin muusta lain säännösten rikkomisesta olisi suurin rangaistus kaksi vuotta vankeutta (51 §).

Muutoksenhaku: Kauppa- ja teollisuusministeriön sekä säteilyturvallisuuslaitoksen päätöksiin haetaan muutosta valittamalla korkeimpaan hallinto-oikeuteen siten, kuin muutoksenhausta hallintoasioissa on säädetty.

Kustannukset: Toimikunnan lakiehdotus perustuu ydinenergia-alan nykyiseen hallinto-organisaatioon, eikä ehdotus sinänsä aiheuta olennaisia kustannuslisäyksiä. Ydinenergialain mukaisista luvista sekä muista ydinenergian käytön turvallisuusvalvontaan kuuluvista suoritteista perittäisiin valvonnan kohteilta maksuja, joiden suuruus määräytyy valtion maksuperustelain nojalla.

YDINENERGIALAKI

EDUSKUNNAN PÄÄTÖKSEN MUKAISESTI SÄÄDETÄÄN:

1. luku: Lain tarkoitus ja soveltamisala

1 §.

Lain tarkoitus

Ydinenergian käytössä on otettava huomioon yhteiskunnan kokonaisuus, ydinenergian käytön turvallisuus ihmisen ja ympäristön kannalta, ydinjätehuollon varmistaminen ja Suomen tekemät ydinenergia-alan kansainväliset sopimukset.

Tässä laissa säädetään ydinenergian käytön yleisistä periaatteista, käytön luvanvaraisuudesta ja valvonnasta sekä ydinjätehuollon toteuttamisesta.

2 §.

Lain soveltamisala

Tätä lakia sovelletaan:

1. ydinlaitoksen rakentamiseen, hallussapitoon ja käyttämiseen
2. ydinaineyden ja ydinjätteen hallussapitoon, valmistukseen, tuottamiseen, luovutukseen, käsittelyyn, käyttämiseen, varastointiin, kuljetukseen, vientiin ja tuontiin sekä uraanin ja toriumia sisältävien malmien ja rikasteiden vieniin ja tuontiin;
3. ydinkäyttöisen kulkuvälineen käyttöön ja hallussapitoon Suomen alueella;
4. jäljempänä 2 momentissa tarkoitettujen aineiden, laitteiden ja laitteistojen sekä ydinenergia-alan tietoaimeiston

hallussapitoon, luovutukseen, tuontiin ja vientiin; sekä

5. sellaisen ydinenergian käyttöä koskevan sopimuksen tekemiseen ulkomaalaisen tai ulkomaisten yhteisön kanssa, joka toteutetaan muualla kuin Suomessa ja jolla on merkitystä ydinaseiden leviämisen kannalta tai johon kohdistuu Suomen tekemien kansainvälisten ydinenergia-alan sopimusten velvoitteita.

Milloin jäljempänä mainituilla aineilla, laitteilla, laitteistoilla tai tietoaimeistolla on merkitystä ydinaseiden leviämisen kannalta tai niihin kohdistuu Suomen tekemien kansainvälisten ydinenergia-alan sopimusten velvoitteita, asetuksella voidaan määrätä, että tätä lakia sovelletaan myös:

1. muihin aineisiin kuin ydinaineisiin, milloin ne ominaisuuksiensa vuoksi soveltuvat käytettäväksi ydinenergian aikaansaamisessa;
2. laitteisiin ja laitteistoihin, jotka on tarkoitettu tai muutoin erityisesti soveltuvat käytettäväksi ydinlaitoksissa;
3. laitteisiin ja laitteistuihin, jotka on tarkoitettu tai muutoin erityisesti soveltuvat käytettäväksi ydinaineyden tai 1 kohdassa tarkoitettujen aineiden valmistuksessa; sekä
4. sellaiseen ydinenergia-alan tietoaimeistoon, joka on saatettu kirjalliseen tai muuhun aineelliseen muotoon ja jota ei ole yleisesti saatavilla.

3 §.

Kaivostoiminta

Uraani- ja toriummalmeja sisältävien kivennäisesiintymien etsintään ja valtaukseseen sekä niitä koskevaan kaivostoimintaan sovelletaan kaivoslain (503/65) säännöksiä.

## 4 §.

Määritelmät

Tässä laissa tarkoitetaan:

- 1) ydinenergian käytöllä 2 §:n 1 momentissa tarkoitettua toimintaa;
- 2) ydinaineella ydinenergian aikaansaamiseen soveltuvia erityisiä halkeamiskelpoisia aineita ja lähtöaineita kuten uraania, toriumia ja plutoniumia;
- 3) ydinjätteellä sellaisia ydinenergian tuottamisen yhteydessä tai muutoin ydinaineiden valmistuksessa tai käytön seurauksena syntyneitä radioaktiivisia aineita ja radioaktiivisiksi tulleita laitteita ja rakenteita, ydinlaitos mukaan luettuna, jotka on poistettu käytöstä;
- 4) ydinjätehuollolla kaikkia niitä toimenpiteitä, jotka ovat tarpeen ydinjätteiden säilyttämiseksi ja käsittelemiseksi sekä sijoittamiseksi pysyväksi tarkoitettulla tavalla (loppusijoitus);
- 5) ydinlaitoksella ydinenergian aikaansaamiseen käytettäviä laitoksia, tutkimusreaktorit mukaan luettuna, sekä ydinaineen ja ydinjätteen laajamittaiseen valmistamiseen, tuottamiseen, käyttämiseen, käsittelyyn tai varastointiin käytettäviä laitoksia;
- 6) ydinkäyttöisellä kulkuvälineellä kaikenlaisia kuljetukseen tarkoitettuja, ydinlaitoksella varustettuja välineitä; sekä
- 7) turvajärjestelyillä toimenpiteitä ydinenergian käytön turvaamiseksi lainvastaiselta toiminnalta.

2. luku: Yleiset periaatteet

## 5 §.

Yhteiskunnan kokonaisuus

Ydinenergian käytön tulee olla, sen eri vaikutukset huomioon ottaen, yhteiskunnan kokonaisedun mukaista.

## 6 §.

Ydinräjähteet

Ydinräjähteiden valmistaminen ja käyttö on Suomessa kielletty.

## 7 §.

Turvallisuustaso

Ydinenergian käyttö edellyttää, että on ryhdytty sellaisiin käytettävissä oleviin toimenpiteisiin, jotka ovat tarpeen ydinenergian käytöstä henkilölle, omaisuudelle ja ympäristölle aiheutuvan vaaran pitämiseksi mahdollisimman vähäisenä.

## 8 §.

Turvajärjestelyt sekä palo- ja pelastustoimi

Ydinenergian käyttö edellyttää, että turvajärjestelyihin sekä palo- ja pelastustoimen järjestämiseen liittyvät suunnitelmat ja toimenpiteet ovat riittävät.

3. luku: Lupa ydinenergian käyttöön

9 §.

Velvollisuus hakea lupa

Ydinenergian käyttö on kielletty ilman tämän lain mukaista lupaa.

Lupaa ei kuitenkaan tarvita sellaiseen asetukseen määrättävään ydinenergian käyttöön, johon ei liity turvallisuuden kannalta merkittävää vaaraa ja jonka merkitys muutoinkin on vähäinen. Asetuksella voidaan tällöin säätää, että tällaisesta luvan hakemisesta vapautetusta toiminnasta on kauppa- ja teollisuusministeriön määräämällä tavalla tehtävä ilmoitus.

10 §.

Ennakkotieto

Kauppa- ja teollisuusministeriön on hakijan pyynnöstä annettava sitova ennakkotieto siitä, onko aiottuun toimintaan haettava 9 §:ssä tarkoitettu lupa.

4. luku: Valtioneuvoston periaatepäätös

11 §.

Periaatepäätös

Yleiseltä merkitykseltään huomattavan ydinlaitoksen rakentaminen edellyttää valtioneuvoston periaatepäätöstä siitä, onko ydinlaitoksen rakentaminen yhteiskunnan kokonaisedun mukaista.

Hakija ei saa ryhtyä ennen valtioneuvoston periaatepäätöksen tekemistä toimenpiteisiin, jotka saattavat vaikeuttaa valtioneuvoston mahdollisuuksia ratkaista asia vapaan harkintansa mukaan.

Yleiseltä merkitykseltään huomattavia ovat 4 §:n 1 momentin 5 kohdassa tarkoitettut ydinlaitokset lukuunottamatta sellaisia ydinenergian aikaansaamiseen käytettäviä laitoksia, joiden lämpöteho ei ylitä 10 megawattia.

12 §.

Yhteiskunnan kokonaisedun harkinta

Harkitessaan 11 §:n 1 momentissa tarkoitettua yhteiskunnan kokonaisedun valtioneuvoston on otettava huomioon ydinlaitoksen rakentamisesta aiheutuvat hyödyt ja haitat kiinnittäen erityisesti huomiota:

1. ydinlaitoshankkeen tarpeellisuuteen maan energiahuollon kannalta;
2. ydinlaitoksen suunnitellun sijaintipaikan sopivuuteen;
3. ydinlaitoksen turvallisuuteen ja ympäristövaikutuksiin; sekä
4. ydinpolttoaine- ja ydinjätehuollon järjestämiseen.

Milloin kysymyksessä on sellaisen ydinlaitoksen rakentaminen, johon sovelletaan sähkölain (319/79) säännöksiä, suunnitellun ydinlaitoshankkeen tulee olla valtakunnallisen sähköhuollon runkosuunnitelman mukainen, jollei ole painavia syitä suunnitelmasta poikkeamiseen.

13 §.

Periaatepäätöksen hakeminen, käsittely ja tarvittavat selvitykset

Periaatepäätöstä haetaan valtioneuvostolle osoitetulla kirjallisella hakemuksella. Hakemukseen on liitettävä asetuksella tarkemmin säädettävät selvitykset laitoksen arvioituista ympäristövaikutuksista ja turvallisuudesta sekä muu tarpeellinen aineisto.

Kauppa- ja teollisuusministeriön on 1 momentissa tarkoitettua periaatepäätöstä koskevasta hakemuksesta kuultava säteilyturvallisuuksilaitosta ja ympäristönsuojeluviranomaisia sekä suunnitellun ydinlaitoksen sijainti- ja naapurikuntia sekä hankittava muu ministeriön tarpeelliseksi katsoma selvitys.

14 §.

Yleinen kuuleminen

Hakijan on ennen periaatepäätöksen tekemistä julkistettava kauppa- ja teollisuusministeriön tarkastama yleispiirteinen selvitys laitoshankkeesta, laitoksen arvioidusta ympäristövaikutuksista ja sen turvallisuudesta siten, että selvitystä on yleisesti saatavilla.

Kauppa- ja teollisuusministeriön on varattava ydinlaitoksen lähiympäristön asukkaille ja kunnille sekä paikallisille viranomaisille mahdollisuus ennen periaatepäätöksen tekemistä esittää kirjallisesti mielipiteensä hakemuksesta. Tästä mahdollisuudesta on ilmoitettava suunnitellun ydinlaitoksen sijaintikunnassa ja sen naapurikunnissa kunnan ilmoituksen tiedoksisaattamisessa noudatettavalla tavalla. Ministeriön on lisäksi laitoksen suunnitellulla sijaintipaikkakunnalla järjestettävä julkinen tilaisuus, jossa asiasta voidaan esittää suullisesti tai kirjallisesti mielipiteitä. Tiivistelmä esitetyistä mielipiteistä on saatettava valtioneuvoston tietoon.

15 §.

Ilmoitus eduskunnalle

Valtioneuvoston 11 §:n nojalla tekemä periaatepäätös on viipymättä ilmoitettava eduskunnan puhemiehelle. Hänen on saatettava se eduskunnan tietoon heti tai, jollei eduskunta ole koolla, niin pian kuin se kokoontuu. Periaatepäätös on kumottava, jos eduskunta niin päättää.

5. luku: Lupamenettely

16 §.

Lupaviranomaiset

Luvan ydinlaitoksen rakentamiseen, hallussapitoon ja käyttämiseen myöntää valtioneuvosto.

Luvan muuhun kuin 1 momentissa tarkoitettuun ydinenergian käyttöön myöntää kauppa- ja teollisuusministeriö.

Luvan myöntäminen, ydinlaitoksen rakentamista, hallussapitoa ja käyttämistä koskevaa lupaa lukuun ottamatta, voidaan asetuksella siirtää säteilyturvallisuuksilaitokselle.

17 §.

Luvansaaja

Lupa ydinenergian käyttöön voidaan myöntää Suomen kansalaiselle tai suomalaiselle yhteisölle, säätiölle tai laitokselle.

Lupa ydinaineen ja ydinjätteen kuljetukseen sekä ydinkäyttöisen kulkuvälineen käyttöön ja hallussapitoon Suomen alueella tai Suomen alueen kautta voidaan erityisistä syistä myöntää myös ulkomaalaiselle ja ulkomaiselle yhteisölle, säätiölle tai laitokselle.

Lupa ydinaineen tai ydinjätteen hallussapitoon, käyttämiseen, kuljetukseen sekä vientiin ja tuontiin voidaan valvontatehtävään liittyvässä asiassa myöntää myös sellaiselle kansainväliselle järjestölle tai vieraan valtion viranomaiselle, jonka tehtävänä on suorittaa Suomen tekemässä ydinenergia-alan kansainvälisessä sopimuksessa edellytettyä valvontaa.

## 18 §.

Yleiseltä merkitykseltään huomattavan ydinlaitoksen rakentaminen

Lupa yleiseltä merkitykseltään huomattavan ydinlaitoksen rakentamiseen voidaan myöntää, milloin:

1. ydinlaitoksen rakentaminen on 11 ja 15 §:n perusteella katsottu yhteiskunnan kokonaisedun mukaiseksi eikä sen jälkeen ole ilmennyt sellaisia perusteita, joiden nojalla rakentamista ei enää voida pitää yhteiskunnan kokonaisedun mukaisena; ja
2. ydinlaitoksen rakentaminen muutoin täyttää jäljempänä 19 §:ssä muun ydinlaitoksen rakentamisluvan myöntämiseksi säädetty edellytykset.

## 19 §.

Ydinlaitoksen rakentaminen

Lupa muun kuin 18 §:ssä tarkoitetun ydinlaitoksen rakentamiseen voidaan myöntää, milloin:

1. suunniteltu ydinlaitos täyttää 5 - 8 §:n yleiset periaatteet;
2. hakijalla on käytettävään tarpeellinen asiantuntemus;
3. hakijalla on riittävät taloudelliset mahdollisuudet hankkeen toteuttamiseen ja toiminnan harjoittamiseen ja hakija on lisäksi varannut valvontaviranomaiselle riittävän mahdollisuuden 45 §:ssä tarkoitetun valvonnan toteuttamiseen;
4. suunnitelmat ja niihin sisältyvät toteuttamisaikataulut ydinpolttoaine- ja ydinjätehuollon sekä ydinlaitoksen käytöstä poistamisen järjestämiseksi ja rahoittamiseksi ovat riittävät ja asianmukaiset;

5. ydinlaitokselle on varattu sijoituspaikka rakennuslain (370/58) säännösten mukaisesti ja se on suunnitellun toiminnan turvallisuuden kannalta tarkoituksenmukainen;
6. ympäristönsuojelu on asianmukaisesti otettu huomioon rakentamisen ja toiminnan suunnittelussa;
7. suunnitelmat ydinlaitoksen alueen turvajärjestelyistä sekä palo- ja pelastustoimen järjestämisestä ovat asianmukaiset; sekä
8. hakijalla muutoinkin harkitaan olevan edellytykset harjoittaa toimintaa turvallisesti ja Suomen kansainvälisten sopimusvelvoitteiden mukaisesti.

Ydinlaitoksen rakentamistöitä ei saa aloittaa ennen 1 momentissa tai 18 §:ssä tarkoitetun luvan myöntämistä.

## 20 §.

Ydinlaitoksen hallussapito ja käyttäminen

Lupa ydinlaitoksen hallussapitoon ja käyttämiseen voidaan myöntää, milloin:

1. ydinlaitoksen rakentamisessa on noudatettu rakentamisluvan määräyksiä;
2. ydinlaitoksen hallussapidossa ja käyttämisessä noudatetaan 5-8 §:ssä säädettyjä yleisiä periaatteita;
3. valvontaviranomainen on todennut ydinlaitoksen täyttävän asetetut turvallisuusvaatimukset ja sen järjestelyissä on otettu huomioon Suomen kansainväliset sopimusvelvoitteet;
4. toimenpiteet ja suunnitellut toteuttamisaikataulut ydinpolttoaine- ja ydinjätehuollon sekä ydinlaitoksen käytöstä poistamisen järjestämiseksi ja rahoittamiseksi ovat riittävät ja asianmukaiset;

5. ydinlaitoksen alueen turvajärjestelyt sekä palo- ja pelastusteimen järjestäminen on asianmukaisesti toteutettu;
6. ydinlaitoksen haltijan vahingonkorvausvastuu toiminnan yhteydessä sattuneen ydinvahingon varalta on järjestetty atomivastuulaissa (484/72) säädetyllä tavalla;
7. hakijalla on käytettävänä tarpeellinen asiantuntemus sekä ydinlaitoksen käyttöorganisaatio ja käyttöhenkilökunnan kelpoisuus, koulutus ja valvonta ovat asianmukaiset;
8. ydinlaitokselle on määrätty vastuullinen johtaja, jonka valvontaviranomainen on hyväksynyt;
9. ydinlaitoksen käyttöä varten tarvittavat ohjesäännöt ja käyttöohjeet ovat asianmukaiset; sekä
10. hakijalla muutoinkin harkitaan olevan edellytykset harjoittaa toimintaa turvallisesti ja Suomen kansainvälisten sopimusvelvoitteiden mukaisesti.

Ydinlaitoksen käyttämiseen ei saa ryhtyä ennen 1 momentissa tarkoitettua lupaa myöntämistä.

21 §.

#### Muu ydinenergian käyttö

Lupa 2 §:n 1 momentin 2 - 5 kohdissa tarkoitettuun toimintaan voidaan myöntää, milloin:

1. hakemuksen tarkoittama toiminta täyttää 5 - 8 §:n yleiset periaatteet;
2. hakijalla on käytettävänä tarpeellinen asiantuntemus sekä toimintaa hoitava organisaatio ja toimintaa hoitavan henkilökunnan kelpoisuus, koulutus ja valvonta ovat asianmukaiset;

3. hakijalla on riittävät taloudelliset mahdollisuudet toiminnan harjoittamiseen;
4. toiminnalle on määrätty vastuullinen johtaja, jonka valvontaviranomainen on hyväksynyt;
5. toimintaa koskevat ohjesäännöt ja käyttöohjeet ovat asianmukaiset;
6. vahingonkorvausvastuu toiminnan yhteydessä sattuneen ydinvahingon varalta on järjestetty atomivastuulaissa säädetyllä tavalla, milloin toiminta sitä edellyttää;
7. ydinjätteenhoito on järjestetty asianmukaisella tavalla, milloin toiminta sitä edellyttää; sekä
8. hakijalla muutoinkin harkitaan olevan edellytykset harjoittaa toimintaa turvallisesti ja Suomen tekemien kansainvälisten sopimusvelvoitteiden mukaisesti.

22 §.

#### Lupahakemuksen käsittely

Lupahakemuksesta on kuultava säteilyturvallisuuslaitosta sekä niitä muita viranomaisia, joiden toimialaa hakemus koskee.

Lupaviranomaisen on hankittava myös muu lupahakemuksen ratkaisemisen kannalta tarpeellinen selvitys. Hakijan tulee täydentää hakemustaan lupaviranomaisen pyytämällä tarpeellisilla selvityksillä.

23 §.

#### Lupaehdot

Lupa on sisällytettävä tarpeellisiksi katsotut lupaehdot.

Lupa voidaan myöntää määräaikaisena. Milloin ydinlaitoksen hallussapitoon ja käyttämiseen annettava lupa myönnetään mää-



räaikaisena, on määräajan pituutta harkittaessa otettava huomioon ydinlaitoksen turvallisuuden varmistaminen ja ydinlaitoksen arvioitu käyttöikä.

Luvassa voidaan määrätä, että toiminta on aloitettava määräajassa luvan myöntämisestä lukien.

#### 24 §.

##### Lupaehtojen muuttaminen

Lupaehtoja voidaan tarkistaa tai niitä muuttaa, milloin se on tarpeellista ydinenergian käytön turvallisuuden varmistamiseksi, Suomen kansainvälisten ydinenergia-alan sopimusvelvoitteiden täyttämiseksi tai ydinaseiden leviämisen estämiseksi taikka olosuhteiden olennaisesti muuttuttua, ydinenergian käytölle tässä laissa säädettyjen yleisten periaatteiden ja luvan myöntämisen edellytysten toteuttamiseksi.

Lupaehtoja muutettaessa on luvanhaltijaa kuultava ja soveltuvin osin noudatettava samaa menettelyä kuin lupaa myönnettäessä.

#### 25 §.

##### Luvan peruuttaminen

Lupa voidaan peruuttaa, milloin:

1. jokin luvan myöntämisen edellytyksistä ei enää täyty;
2. luvan ehtoja taikka valvontaviranomaisen tämän lain nojalla antamia määräyksiä on rikottu siten, että tämän lain yleisten periaatteiden toteutuminen olennaisella tavalla vaarantuu; tai
3. luvansaaja kuolee tai menettää oikeuskelpoisuutensa tahi luvan saanut yhteisö, säätö tai laitos puretaan tahi muutoin lopettaa toimintansa taikka joutuu konkurssiin.

Peruuttaminen edellyttää, että luvansaajalle on varattu jäljempänä 47 §:ssä tarkoitetulla tavalla mahdollisuus valvontaviranomaisen määräämässä kohtuullisessa ajassa korjata puute, milloin korjaaminen luvansaajan toimin on mahdollista.

#### 26 §.

##### Peruuttamisesta päättäminen

Luvan peruuttamisesta päättää luvan myöntänyt viranomainen.

Lupaa peruutettaessa on soveltuvin osin noudatettava samaa menettelyä kuin lupaa myönnettäessä.

#### 27 §.

##### Korvaus

Peruuttaessaan luvan ydinlaitoksen rakentamiseen tai käyttämiseen tahi päättäessään evätä luvan ydinlaitoksen käyttämiseen, valtioneuvosto voi eduskunnan myönnettäessä tarkoitukseen määrärahan, harkintansa mukaan myöntää luvanhaltijalle korvauksen, milloin luvan peruuttaminen on johtunut Suomen tekemistä ydinenergia-alan kansainvälisistä sopimusvelvoitteista taikka olosuhteiden muuttumisesta siten, ettei ydinlaitoksen rakentamista tai käyttämistä enää voida pitää yhteiskunnan kokonaisedun mukaisena.

#### 28 §.

##### Velvollisuus huolehtia turvallisuudesta

Luvanhaltijan velvollisuutena on huolehtia ydinenergian käytön turvallisuudesta.

Luvan peruuttaminen, sen voimassaolon päättyminen tai luvansaajaisen toiminnan lopettaminen ei vapauta luvansaajaa momentissa tarkoitetusta velvollisuudesta.

6. luku: Ydinjätehuolto

## 29 §.

Huolehtimisvelvollisuus ydinjätteistä

Luvanhaltijan, jonka toiminnan seurauksena syntyy ydinjätettä, on huolehdittava kaikista tuottamiensa jätteiden ydinjätehuoltoon kuuluvista toimenpiteistä ja niiden asianmukaisesta valmistelemisesta sekä vastattava niiden kustannuksista.

Kauppa- ja teollisuusministeriö tai säteilyturvallisuuslaitos, milloin se on myöntänyt luvan jätteitä aiheuttavaan toimintaan, päättää huolehtimisvelvollisuuden toteuttamisesta ja sen lakkaamisesta.

Kauppa- ja teollisuusministeriö voi määrätä ydinjätteistä huolehtimaan velvolliset hoitamaan jätehuoltotoimenpiteitä yhteisesti, jos siten voidaan lisätä turvallisuutta tai pienentää merkittävästi kustannuksia tahi jos muut painavat syyt sitä vaativat.

## 30 §.

Ydinlaitoksen käytöstä poistaminen

Luvanhaltijan on riittävän ajoissa ennen ydinlaitoksen käytöstä poistamista esitettävä valvontaviranomaiselle yksityiskohtainen suunnitelma ydinlaitoksen käytöstä poistamiseen liittyvistä ydinjätehuoltoon kuuluvista toimenpiteistä. Käytöstä poistamiseen ei saa ryhtyä ennen kuin valvontaviranomainen on hyväksynyt suunnitelman.

## 31 §.

Varautuminen kustannuksiin

Luvanhaltijan on ennakolta varauduttava ydinjätehuollon vaatimien myöhemmin tehtävien toimenpiteiden kaikkiin kustannuksiin, siten kuin siitä erikseen säädetään.

## 32 §.

Huolehtimisvelvollisuuden siirtäminen

Kun ydinlaitos tai ydinjäte luovutetaan toiselle, lupaviranomainen voi kokonaan tai osittain siirtää luovuttajan huolehtimisvelvollisuuden luovutuksensaajalle, jos velvollisuuden siirtäminen ei vaaranna ydinjätehuollon toteutumista.

## 33 §.

Luovuttaminen valtiolle

Kauppa- ja teollisuusministeriö voi asetuksella annettavien perusteiden mukaan määrätä, että ydinjätteet on loppusijoitusta varten luovutettava valtiolle tai valtion määräämässä olemalla kotimaiselle yhteisölle tai laitokselle.

## 34 §.

Loppusijoitus

Ydinjätteiden loppusijoitus on suoritettu, kun:

1. valvontaviranomainen on todennut ydinjätteet sijoitetuksi pysyväksi hyväksymällään tavalla; ja
2. loppusijoituksen jälkeen tehtävien toimenpiteiden kustannuksiin on varauduttu säädetyllä tavalla.

Valtion on loppusijoituksen jälkeen huolehdittava ydinjätteistä.

## 35 §.

Huolehtimisvelvollisuuden lakkaaminen

Edellä 29 §:ssä säädetty huolehtimisvelvollisuus lakkaa, kun:

1. se on 32 §:n mukaisesti siirretty toiselle;
2. ydinjätteet on lopulliseksi hyväksyttävällä tavalla siirretty Suomen oikeudenkäyttövallan ulkopuolelle; tai
3. ydinjätteiden loppusijoitus on suoritettu 34 §:n mukaisesti.

7. luku: Ydinenergia-alan viranomaiset

36 §.

Kauppa- ja teollisuusministeriö

Ydinenergia-alan johto ja tämän lain soveltamisen valvonta kuuluu kauppa- ja teollisuusministeriölle.

37 §.

Valvontaviranomainen

Ydinenergian käytön turvallisuuden valvonta kuuluu säteilyturvallisuuslaitokselle (valvontaviranomainen).

Säteilyturvallisuuslaitoksen tehtävänä on erityisesti:

1. valvoa ydinenergian käytön turvallisuutta ja ydinenergian käyttöä koskevien lupien noudattamista sekä antaa tarpeellisia määräyksiä turvallisuutta koskevien lupaehtojen täytäntöönpanemiseksi ja soveltamiseksi;
2. osallistua tämän lain mukaisten lupahakemusten käsittelyyn ja ratkaista sellaiset lupahakemukset, jotka on säädetty laitoksen ratkaistaviksi;
3. antaa ydinenergian käytön turvallisuutta koskevia yleisiä määräyksiä;
4. suorittaa ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellista ydinenergian käytön valvontaa;

5. antaa lausuntoja ja tehdä esityksiä toimialaansa liittyvissä asioissa; sekä
6. suorittaa toimintansa kannalta tarpeellista tutkimus- ja kehitystyötä sekä osallistua kansainväliseen yhteistyöhön.

38 §.

Neuvottelukunnat

Ydinenergian käyttöön liittyvien asioiden valmistavaa käsittelyä varten toimii kauppa- ja teollisuusministeriön yhteydessä valtioneuvoston asettama neuvottelukunta.

Ydinenergian käytön turvallisuutta koskevien asioiden valmistavaa käsittelyä varten toimii säteilyturvallisuuslaitoksen yhteydessä valtioneuvoston asettama neuvottelukunta.

Tarkemmat säännökset neuvottelukuntien tehtävistä ja järjestyksuodosta annetaan asetuksella.

8. luku: Muu lainsäädäntö ja viranomaisten yhteistyö

39 §.

Muu lainsäädäntö

Tämän lain mukainen lupa ei vapauta luvansaajaa noudattamasta muussa lainsäädännössä toiminnalle asetettuja vaatimuksia ja määräyksiä.

40 §.

Rakennuslain mukainen maankäytön suunnittelu ja rakennusvalvonta

Ydinlaitoksen sijoitusalueen maankäytön suunnittelusta ja ydinlaitoksen rakentamisesta on lisäksi voimassa, mitä siitä on rakennuslaissa säädetty.

Ennen ydinlaitoksen sijoituspaikaksi tarkoitetun alueen maankäyttöä koskevan suunnitelman hyväksymistä ja rakennuslaissa edellytettyjen lupien myöntämistä on asiassa hankittava säteilyturvallisuuslaitoksen lausunto siltä osin kuin asiassa on kysymys ydinenergian käytön turvallisuuteen liittyvistä erityiskysymyksistä.

Säteilyturvallisuuslaitoksen asiana on valvoa ydinlaitoksen rakentamista sekä rakennusluvan noudattamista ydinenergian käytön turvallisuuteen liittyvien erityisvaatimusten osalta, siten kuin asetuksella tarkemmin säädetään.

41 §.

Turvajärjestelyt sekä palo- ja pelastustoimi

Ydinlaitoksen rakentamiseen tai käyttöön luvan saaneen velvollisuudesta huolehtia turvajärjestelyistä sekä käyttöön liittyvästä palo- ja pelastustoimesta samoin kuin niihin liittyvien valmiussuunnitelmien laatimisesta ydinlaitosta ja sen aluetta varten määrätään sisäasiainministeriön 61 §:n mukaisesti antamissa yleisissä määräyksissä sekä tarvittaessa lupaehtoisissa.

Soveltuvien osin l momentissa säädetty velvollisuus koskee myös muuhun ydinenergian käyttöön luvan saanutta.

Säteilyturvallisuuslaitoksen tulee yhteistyössä asianomaisten muiden viranomaisten kanssa valvoa turvajärjestelyjen sekä ydinenergian käyttöön liittyvän palo- ja pelastustoimen suunnittelua ja toteuttamista.

42 §.

Työturvallisuus

Ydinenergian käyttöön luvan saaneen on huolehdittava työntekijöiden työturvallisuudesta noudattaen työturvallisuuslain (299/58), säteilysuojauslain (174/57) ja tämän lain säännöksiä.

Milloin työturvallisuuden järjestämisessä on kysymys ydinenergian käytön turvallisuuden erityisvaatimuksista, kuuluu tätä koskevien määräysten antaminen ja niiden valvonta säteilyturvallisuuslaitokselle, siten kuin asetuksella tarkemmin säädetään.

Työntekijäin ja työnantajien välisestä yhteistoiminnasta työsuoje-lussa on voimassa, mitä siitä on erikseen säädetty.

43 §.

Säteilysuojelu, ydinaineen kuljetus  
ja vastuu ydinvahingosta

Säteilysuojelusta on voimassa, mitä siitä on erikseen säädetty.

Ydinaineen kuljetuksesta sekä vastuusta ydinvahingon varalta on voimassa, mitä niistä on erikseen säädetty.

44 §.

Viranomaisten yhteistyö

Säteilyturvallisuuslaitoksen tulee antaa lausuntoja ja tehdä aloitteita asianomaisille viranomaisille ydinenergian käyttöön liittyvien turvallisuusvaatimusten huomioon ottamisesta erityisesti alueiden käytön suunnittelussa, ympäristönsuojelun järjestämisessä, rakennuslupien myöntämisessä, palo- ja pelastustoimen järjestämisessä sekä turvajärjestelyissä.

Milloin muun kuin tässä laissa tarkoitetun viranomaisen ratkaistavana olevalle asialla on ydinenergian käytön turvallisuuden kannalta olennainen merkitys, asiasta on ennen sen ratkaisemista hankittava säteilyturvallisuuslaitoksen lausunto, ellei lausuntoa ole pidettävä ilmeisen tarpeettomana.

9. luku: Valvonta

45 §.

Viranomaisten oikeudet

Kauppa- ja teollisuusministeriöllä ja säteilyturvallisuuslaitoksella on tässä laissa ja sen nojalla annetuissa säännöksissä ja määräyksissä sekä Suomen tekemissä ydinenergia-alan kansainvälisissä sopimuksissa edellytettyä valvontaa varten:

1. oikeus päästä paikkaan, jossa rakennetaan tai suunnitellaan rakennettavaksi tai käytetään ydinlaitoksia sekä suorittaa tällaisessa paikassa taikka itse laitoksessa tarkastuksia ja saada näytteitä;
2. oikeus päästä paikkaan, jossa säilytetään tai käytetään ydinaineita tahti ydinjätteitä taikka 2 §:n 2 momentissa tarkoitettuja aineita, laitteita ja laitteistoja ja saada niistä näytteitä samoin kuin suorittaa tällaisessa paikassa tarkastuksia;
3. oikeus päästä paikkaan, jossa säilytetään tai käytetään tässä laissa tarkoitettua ydinenergia-alan tietoa-aineistoa, ja suorittaa tällaisessa paikassa tarkastuksia;
4. oikeus saada tarvitsemansa tiedot sekä tarkastettavakseen ydinaineen, ydinjätteen, ydinlaitoksen sekä sen rakenteiden ja laitteiden, samoin kuin 2 §:n 2 momentissa tarkoitettua aineen, laitteen ja laitteiston valmistukseen, laadunvalvontaan tai käsittelyyn liittyvät suunnitelmat ja sopimukset sekä niiden perusteet;
5. oikeus päästä paikkaan, jossa valmistetaan ydinlaitoksen osiksi tarkoitettuja rakenteita ja laitteita ja suorittaa tällaisessa paikassa tarpeellisiksi katsomiaan tarkastuksia sekä vaatia, että sellaisten osien ja laitteiden valmistus tapahtuu valvontaviranomaisen valvonnassa ja hyväksymällä tavalla;

6. oikeus tarkastaa ja tarkkailla edellä tämän momentin 1, 2 ja 3 kohdissa tarkoitettujen aineiden, laitteiden, laitteistojen ja laitosten sekä tietoa-aineiston siirtoja, kuljetuksia, tuontia ja vientiä sekä tarvittaessa suorittaa mittauksia ja saada tai ottaa näytteitä;
7. oikeus velvoittaa tämän lain mukaisten lupien haltijat pitämään vahvistettujen kaavojen mukaista materiaalikirjanpitoa ja käyttökirjanpitoa sekä tarkastaa nämä kirjanpidot;
8. oikeus velvoittaa tämän lain mukaisten lupien haltijat antamaan vahvistettujen kaavojen mukaiset raportit samoin kuin muut tarvittavat tiedot ja ilmoitukset; sekä
9. oikeus ryhtyä tai velvoittaa tämän lain mukaisten lupien haltijat ryhtymään muihin tässä pykälässä tarkoitettua valvonnan kannalta tarpeellisiin toimenpiteisiin.

Edellä 1 momentissa säädetty koskee myös Suomen tekemissä ydinenergia-alan kansainvälisissä sopimuksissa tarkoitettua valvontaa edellyttävässä laajuudessa sellaisia Suomen hallituksen hyväksymiä henkilöitä, jotka valvontaviranomaisen edustajan läsnäollessa suorittavat edellä tarkoitetuissa sopimuksissa tarkoitettua valvontaa.

46 §.

Turvallisuuden varmistamiseksi välttämättömät muutokset

Jos valvontaviranomaisen suorittamassa tarkastuksessa tai muutoin havaitaan, että ydinenergian käytön turvallisuuden varmistamiseksi tai Suomen ydinenergia-alan kansainvälisten sopimusvelvoitteiden toteuttamiseksi on välttämätöntä suorittaa ydinlaitoksen rakenteessa tai sen rakentamiseen ja käyttöön liittyvässä toiminnassa muutoksia, valvontaviranomaisen on neuvoteltuaan luvanhaltijan kanssa annettava asiasta tarpeelliset määräykset.

Valvontaviranomaisen on pyydettävä ennen 1 momentissa tarkoitettun määräyksen antamista 38 §:n 2 momentissa mainitun neuvottelukunnan lausunto. Lausuntoa ei tarvitse kuitenkaan pyytää, milloin määräystä on pidettävä merkitykseltään vähäisenä.

#### 10. luku: Pakkokeinot ja rangaistukset

##### 47 §.

##### Puutteellisuuksien ja epäkohtien poistaminen

Jos valvontaviranomaisen suorittamassa tarkastuksessa tai muutoin havaitaan, että ydinenergian käytössä ei ole noudatettu lupaehtoja tai tämän lain nojalla annettuja säännöksiä ja määräyksiä, valvontaviranomaisen on luvansaajan kanssa neuvoteltuaan annettava asianmukaiset ohjeet puutteellisuuksien ja epäkohtien poistamiseksi. Valvontaviranomainen voi tarvittaessa luvansaajaa kuultuaan päätöksellään velvoittaa luvansaajan kohtuullisen määräajan kuluessa suorittamaan tarpeelliset toimenpiteet.

Jos luvansaaja ei määräajassa ole täyttänyt valvontaviranomaisen määräystä, valvontaviranomainen voi velvoittaa luvansaajan suorittamaan toimenpiteet sakon uhalla taikka uhalla, että tekemättä jätetty teetetään tai tehdään hänen kustannuksellaan.

##### 48 §.

##### Toiminnan keskeyttäminen

Jos havaitusta epäkohdasta tai puutteellisuudesta aiheutuu vaaraa terveydelle tai ympäristölle taikka valvonnan toteuttaminen niin vaatii, valvontaviranomainen voi luvansaajaa mikäli mahdollista kuultuaan, määrätä toiminnan keskeytettäväksi, kunnes toiminnan turvallisuudesta on varmistuttu.

##### 49 §.

##### Virka-apu

Poliisiviranomaisten tulee tarvittaessa antaa virka-apua tämän lain ja sen nojalla annettujen säännösten ja määräysten valvontaa koskevissa asioissa.

Asianomaisella poliisipiirin päälliköllä on valta kauppa- ja teollisuusministeriön tai valvontaviranomaisen pyynnöstä toimittaa kotietsintä tai henkilöön käyvä tarkastus luvattomasti täällä valmistettujen, kuljetettujen, hallussapidettyjen, käytettyjen, maahantuotujen taikka maastavietäväksi yritettyjen, tässä laissa tarkoitettujen aineiden, laitteistojen, laitteiden ja laitosten tai luvattomasti täällä hallussapidetyn, käytetyn, maahantuodun tahti maastavietäväksi yritetyn, tässä laissa tarkoitettun ydinenergia-alan tietoaineiston löytämiseksi sekä määrätä ne pantavaksi takavarikkoon. Takavarikko on voimassa, kunnes 52 §:n nojalla vireille pantu aineen, laitteiston, laitteen, laitoksen tai ydinenergia-alan tietoaineiston menettämistä koskeva asia on lainvoimaisesti ratkaistu tahti oikeus taikka virka-apua pyytäneen viranomaisen esityksestä asianomaisen poliisipiirin päällikkö toisin määrää.

Takavarikkoon otetut aineet, laitteistot, laitteet, laitokset ja ydinenergia-alan tietoaineisto on säilytettävä omistajan tai haltijan kustannuksella viranomaisen sinetöimänä varmassa paikassa.

##### 50 §.

##### Ydinenergiarikos

Joka aiheuttaa ydinräjähdyskysen taikka valmistaa tai muulla tavoin hankkii haltuunsa ydinräjähteen taikka käyttää hallussaan olevaa ydinainetta tai ydinjätettä tahallisesti siten, että siitä aiheutuu vaaraa toisen hengelle, terveydelle tai omaisuudelle, on tuomittava y d i n e n e r g i a r i k o k s e s t a vankeuteen vähintään kahdeksi ja enintään kahdeksitoista vuodeksi.

Yritys on rangaistava.

Joka uhkaa ydinräjähdyksellä taikka muulla 1 momentissa säädetyllä teolla sellaisissa olosuhteissa, että on perusteltua syytä pelätä toisen hengen, terveyden tai omaisuuden olevan vaarassa, on tuomittava ydinenenergiarikokseilla uhkaamisesta vankeuteen enintään neljäksi vuodeksi.

51 §.

Luvan ydinenergian käyttö ja ydinenergiain säännösten rikkominen

Joka ilman tämän lain mukaista lupaa käyttää ydinenergiaa, on tuomittava luvattomasta ydinenenergian käytöstä vankeuteen enintään kahdeksi vuodeksi tai sakkoon.

Joka jättää noudattamatta, mitä tämän lain 28 §:n 1 momentissa, 29 §:n 1 momentissa tai 30 §:ssä on säädetty, taikka rikko tai jättää noudattamatta tämän lain 23 §:ssä tarkoitettuja lupaehtoja tai sen, mitä viranomainen on tämän lain nojalla määrännyt turvallisuuden varmistamiseksi, turvajärjestelyistä huolehtimiseksi tai palo- ja pelastustoimen järjestämiseksi, tahi rikko tässä laissa säädetyn vaitiolovelvollisuuden, on tuomittava ydinenenergiain säännösten rikkomisesta vankeuteen enintään kahdeksi vuodeksi tai sakkoon.

52 §.

Menettämisseuraamus

Tämän lain 50 tai 51 §:ssä tarkoitettujen rikosten johdosta voidaan vastoin tätä lakia tai sen nojalla annettuja säännöksiä tahi määräyksiä:

1. rakennettu, hallussapidetty tai käytetty ydinräjähdde tai ydinlaitos;

2. valmistettu, hallussapidetty, tuotettu, luovutettu, käsitelty, käytetty, varastoitu tai kuljetettu tahi maahan tuotu taikka maasta viety ydinaine tai ydinjäte sekä maahan tuotu taikka maasta viety uraania tai toriumia sisältävä malmi tai rikaste;

3. käytetty tai hallussapidetty ydinkäyttöinen kulkuväline, sekä;

4. hallussapidetty, luovutettu, maahan tuotu tai maasta viety aine, laite, laitteisto tai ydinenergia-alan tietoaaineisto, jotka on mainittu tämän lain 2 §:n 2 momentin 1-4 kohdassa,

tai sen arvo ja rikoksen tuottama taloudellinen hyöty tuomita kokonaan tai osaksi valtiolle menetelyksi.

53 §.

Syytteeseenpano

Tässä laissa mainitusta rikoksesta alkoon virallinen syyttäjä tehkö syytettä ennen kuin on hankkinut asiasta kauppa- ja teollisuusministeriön ja valvontaviranomaisen lausunnot.

11. luku: Erinäisiä säännöksiä

54 §.

Muutoksenhaku

Tämän lain nojalla annettuun päätökseen haetaan muutosta valittamalla siten, kuin muutoksenhausta hallintoasioissa on säädetty.

55 §.

Päätöksen täytäntöönpano

Tämän lain nojalla annettu päätös, josta on valitettu, menee valituksesta huolimatta täytäntöön ellei valitusviranomainen muuta määrää.

56 §.

Maksut

Tässä laissa tarkoitetuista luvista sekä muista ydinenergian käytön turvallisuusvalvontaan kuuluvista suoritteista peritään maksu sen mukaan, kuin asetuksella erikseen säädetään. Maksujen perusteet määräytyvät valtion maksuperustelain (980/73) säännösten mukaisesti. Leimaveron osalta on voimassa, mitä leimaverolaissa (662/43) on säädetty.

57 §.

Vaitiolovelvollisuus

Viranomaisen palveluksessa oleva tai se, joka viranomaisen toimeksiannosta suorittaa tämän lain nojalla tutkimusta tai selvitystä, ei saa ilmaista sivulliselle eikä käyttää yksityiseksi hyödykseen, mitä hän siinä tehtävässään on saanut tietoonsa liike- ja ammattisalaisuuksista.

Se, joka on saanut tässä laissa tarkoitetun toiminnan yhteydessä tietoja, jotka on pidettävä salassa Suomen ydinenergia-alan kansainvälisten sopimusten mukaisten velvoitteiden noudattamiseksi tai muutoin ydinaseitten leviämisen estämiseksi, ei saa ilmaista niitä sivulliselle.

Asiakirjojen julkisuudesta on muuten voimassa, mitä siitä erikseen on säädetty.

58 §.

Omistajaton ydinaine

Mikäli tavataan ydinainetta tai ydinjatetta, jolle ei löydy luvanhaltijaa taikka muuta omistajaa tai haltijaa, tällainen ydinaine tai ydinjäte kuuluu valtiolle.

59 §.

Kansainväliset sopimukset

Tässä laissa säädetyn lisäksi on ydinenergian käytössä noudatettava Suomen tekemien ydinenergia-alan kansainvälisten sopimusten velvoitteita.

60 §.

Lain täytäntöönpano

Tarkemmat määräykset tämän lain täytäntöönpanosta ja soveltamisesta annetaan asetuksella.

Kauppa- ja teollisuusministeriö voi antaa ydinenergian käyttöä koskevia yleisiä määräyksiä muissa kuin 61 §:ssä säädettyissä asioissa.

61 §.

Yleiset määräykset

Säteilyturvallisuuslaitos voi antaa ydinenergian käytön turvallisuutta koskevia yleisiä määräyksiä. Määräykset vahvistaa kauppa- ja teollisuusministeriö ja niistä on kuultava 38 §:n 2 momentissa mainittua neuvottelukuntaa.

Sisäasiainministeriö voi antaa ydinlaitoksessa tai ydinlaitoksen alueella suoritettavia ydinenergian käytön turva- ja järjestyjä sekä palo- ja pelastustointia koskevia yleisiä määräyksiä



kauppa- ja teollisuusministeriötä ja säteilyturvallisuuslaitosta kuulluaan.

62 §.

Voimaantulo

Tämä laki tulee voimaan päivänä           kuuta 19    ja sillä kumotaan 25 päivänä lokakuuta 1957 annettu atomienergialaki (356/57) ja sen nojalla annetut säännökset.

Tämän lain voimaan tullessa vireillä olevat valitusasiat ratkaistaan kuitenkin aikaisemmin voimassa olleen lainsäädännön mukaan.



Jukka Laaksonen

TMI-2 ONNETTOMUUDESTA SAATUIHIN KOKEMUKSIIN PERUSTUVIA  
PARANNUKSIA YDINVOIMALAITOSTEN SUUNNITTELUSSAJohdanto

TMI-2 ydinvoimalaitosonnettomuus antoi ensimmäiset kokemukset siitä, mitä todella tapahtuu, kun suuren ydinvoimalaitoksen reaktori vaurioituu vakavasti ja suuri määrä fissiotuotteita vapautuu reaktorin jäähdytysveteen. Näin ollen ei ole ihmeteltävää, että onnettomuuden jälkeen on osattu katsella monia ydinvoimalaitosten turvallisuuteen liittyviä kysymyksiä uudesta näkökulmasta, joka on laajempi kuin aikaisemmin teoreettiselta pohjalta muodostettu. Seurausvaikutuksena on kuluneen vuoden aikana syntynyt runsaasti sekä laitoksen rakennetta että käyttöä koskevia turvallisuuden lisäämistä merkitseviä ajatuksia. Lienee perusteltua väittää, että kaikki ydinvoimalaitokset ovat tänä päivänä ainakin jossain määrin turvallisempia kuin ennen onnettomuutta ja että onnettomuuden jälkeen suunniteltavat laitokset, erityisesti painevesireaktorit ovat aikaisempaa "sukupolvea" turvallisempia.

Kevytvesireaktoreihin tehtäviä parannuksia on suunniteltu ja toteutettu onnettomuuden jälkeen luonnollisesti kaikissa kyseisiä reaktoreita rakentavissa tai käytävissä maissa. Tarkoitukseni ei kuitenkaan ole tässä esityksessä kertoa esimerkkejä ulkomailla tehdystä työstä. Yhteenvedona siitä riittänee todeta, että mitään yksittäistä, huomattavaa turvallisuustason nousua merkitsevää parannusta ei ole voitu asettaa yläpuolelle muiden, vaan pääperiaatteena on ollut monien pienehköjen, toisiaan täydentävien parannusten tekeminen. Pidemmällä tähtäimellä on ehkä mahdollista, että uusissa laitoksissa tullaan vaatimaan järjestelyjä, joiden tarkoitus on estää suojarakennuksen rikkoutuminen myös siinä tapauksessa, että reaktorisydän sulaa ja reaktoripaineastia murtuu. Toistaiseksi tätä koskevia vaatimuksia ei kuitenkaan ole tiedossa.

Myös suomalaisilla voimalaitoksilla, erityisesti Loviisassa on nähty tarpeelliseksi tiettyjen muutosten tekeminen. Tämän lisäksi on ollut esillä joitakin muutoksia, joita ei ole mahdollista toteuttaa nykyisillä laitoksilla, mutta jotka on syytä ottaa huomioon mahdollisia uusia laitoksia suunniteltaessa. Seuraavassa esitän muutokset ryhmiteltyinä niiden päämäärien alle, joiden saavuttamista ne lähinnä palvelevat. Erikseen haluan korostaa vielä sitä, että muutokset eivät tähtää nimenomaan TMI-2 tyyppisen onnettomuuden estämiseen vaan ovat vaikutukseltaan yleisempiä.

#### Primaarijähdytteen vuodon aiheuttavien venttiilivikojen riskin vähentäminen

Primaarijähdytteen vuodon aiheuttavan putkirikon mahdollisuus on ydinvoimalaitoksissa pyritty tekemään mahdollisimman pieneksi. Vuototilanne voi kuitenkin syntyä myös silloin, kun primaaripiirin ulospuhallusventtiili tai varoventtiili avautuu ja jää auki-asentoon. Erityisen hankalaa tämä on PWR-laitoksella, koska kyseiset venttiilit ovat paineentasaajan yhteydessä. Niiden ollessa auki työntyy primaarivesi paineentasaajaan väärinä sieltä normaalisti saatavan informaation primaaripiirin vesimäärästä. Amerikkalaisten tilastojen mukaan venttiilin auettua on n. yksi mahdollisuus sadasta, ettei se sulkeudu tarkoitettulla tavalla. Koska tämän suhteen parantaminen on vaikeata, on pyrittävä minimoimaan tarve venttiilien käyttöön. Loviisassa tarve oli jo alun pitäen vähäinen. Koekäytön häiriökokeet osoittivat, että kaikissa äkillisissä häiriöissä paine käyttäytyy rauhallisesti ja pysyy pienempänä kuin 130 bar. Ulospuhallusventtiilin avautumispaineeksi oli asetettu 131 bar, varoventtiilien 137,4 bar ja 146,7 bar. TMI-onnettomuuden jälkeen päätettiin estää ulospuhallusventtiilin automaattinen toiminta kokonaan (voitiin osoittaa tarpeettomaksi). Varoventtiilien avautumismahdollisuutta pienennettiin laskemalla ylipaineesta tapahtuvaa reaktoripikasulun asetusarvoa 3 bar siten, että se on nyt 134 bar.

BWR-laitoksella ovat ulospuhallus- ja varoventtiilit aivan eri asemassa, niitä tarvitaan usein eikä niiden toimintataajuutta

voi vähentää. Toisaalta niiden sijainti höyrylinjoissa on sellainen, ettei niiden aukijuuttuminen muuta pääprosessin toimintaa oleellisesti erilaiseksi kuin normaalikäytössä eikä näin ollen aiheuta yhtä vaikeaa tilannetta kuin PWR:llä. TVO:n laitoksilla on jo aiemmin ollut mahdollisuus venttiilien pakkosulkemiseen niiden jäätyä virheellisesti auki eikä muutoksia ole pidetty tarpeellisena.

### Luonnonkierron varmentaminen

Kevytvesireaktoreiden suunnittelussa on eräänä vaatimuksena, että reaktoria jäähdyttävän veden tulee kiertää primääripiirissä painovoimaisesti eli ns. luonnonkierrolla, jos pääkiertopumput eivät toimi. Tämän kierron tulee olla riittävä kaiken jälkilämmön pois siirtämiseen heti reaktorin sammutuksen jälkeen.

Luonnonkierron varmentamisessa ratkaisevin merkitys on primääripiirin oikealla muotoilulla. Tässä suhteessa eivät nykyiset PWR:t, ei myöskään Loviisa, edusta parasta mahdollista muotoilua. Primaaripiirin muoto lienee yleensä määräytynyt ensi sijassa optimaalisen tilasuunnittelun perusteella. Lopputuloksena on piirissä ylimääräisiä mutkia, joihin saattaa kerääntyä vaarallisia määriä kaasua tai höyryä sekä "ylämäkiä", joissa sekundaaripuolen jäähdyttämä vesi nousee vaivalloisesti. Tulevaisuudessa laitoksissa pitäisi pyrkiä siihen, että piirin kuumahaarassa vesi virtaa koko ajan vaakasuoraan tai ylöspäin, kylmähaarassa puolestaan vaakasuoraan tai alaspäin.

Nykyisessä PWR-sukupolvessa on siis huolehdittava siitä, ettei piiriin kerääny haitallista määrää höyryä tai kaasua. Höyry voidaan puristaa kokoon paineella, kaasun poisto puolestaan vaatii erillisiä ilmauslinjoja. Loviisassa tilanne oli jo ennen TMI-onnettomuutta melko hyvä. Painetta kyetään esimerkiksi painekokeissa saatujen kokemusten perusteella pitämään tasaisen korkeana myös ilman höyrystimen höyrypatjaa. Lisäksi kaikissa tarpeellisissa kohdissa on ollut alusta alkaen ainakin jonkinlainen ilmauslinja. Kaikkien ilmausten toimintakykyä suuressa paineessa ei kuitenkaan ole voitu varmistaa. Parannuksena

Loviisan painesäätöön on paineentasaajan sähkölämmittimille järjestetty mahdollisuus dieselvarmennetun sähkön saantiin. Niin on normaali paineen ylläpito mahdollista myös pitkäaikaisen ulkoisen sähkökatkon aikana. Ilmauksen varmentamiseksi on reaktoripaineastiaan ja pääkiertopumppuihin asennettu uudet aikaisempia luotettavammat ilmauslinjat.

TVO:n laitoksilla luonnonkierto ei ole ongelma, koska kierto tapahtuu kokonaan reaktoripaineastian sisällä. Mahdolliset kaasut nousevat paineastian yläosaan ja höyrylinjoihin, jossa ne eivät haittaa kiertoa ja josta ne voidaan helposti poistaa. Muutoksia ei siis ole tarvittu.

### Reaktorin pikasulku suoraan sekundaaripiirin häiriöistä

Kokemusten mukaan valtaosa ydinvoimalaitosten häiriöistä lähtee liikkeelle sekundaaripiiristä. Useimmat PWR-laitosten sekundaaripuolen häiriöt eivät edellytä reaktorin pikasulkuja, mutta vakavissa tapauksissa olisi edullista saada automaattinen pikasulku ennen kuin häiriö ehtii siirtyä sekundaaripiiristä primaaripiiriin. PWR-laitoksella primaari- ja sekundaaripiiri ovat keskinäisessä vuorovaikutuksessa ainoastaan höyrykehittimien välityksellä. Näin ollen on luonnollista valita pikasulkuehdot höyrykehittimien sekundaaripuolen parametrien perusteella. Loviisan laitoksella on todettu, että käytettävissä olevien suurten vesimassojen ansiosta on kaikissa syöttövesipuolen häiriöissä riittävää, jos reaktorin pikasulku tapahtuu höyrykehittimien pinnankorkeudesta. Ennen TMI-onnettomuutta oli käytössä suojaus, joka pysäyttää yhden pääkiertopumpun, jos pinta vastaavassa höyrykehittimessä on laskenut tasolle 1800 mm (normaalipinta 2100 mm). Neljän pumpun pysähtyttyä tapahtuu reaktorin pikasulku. TMI:n jälkeen päätettiin lisätä uusi suojaussignaali: reaktorin pikasulku saadaan suoraan pinnan laskettua kahdessa höyrykehittimessä tasolle 1700 mm. Sekundaaripiirin höyrypuolelta tulevat suojaukset todettiin Loviisassa riittäviksi.

BWR-laitoksella primaari- ja sekundaaripiirin välinen vuorovaikutus on niin suuri, että tarvittavat suojaukset on suunnit-

teltu alun pitäen eikä TVO:n laitoksella ole tehty TMI:n johdosta muutoksia.

### Reaktorin jäähtymisen turvaaminen pienien jäähtymisvuotojen yhteydessä

Pienien jäähtymisvuotojen seurauksena pyrkii PWR-laitoksen primäripiirin paine laskemaan. Tällöin on olemassa se vaara, että reaktorissa alkaa tapahtua kiehumista ja näin muodostuva höyry kerääntyy reaktoripaineastian yläosaan. Mikäli höyryä muodostuu hyvin paljon saattaa vedenpinta reaktoripaineastiasa laskea niin alas, että polttoainetta jää sen yläpuolelle. Tällöin jäähtymis heikkenee ja polttoainevauriot ovat mahdollisia.

Reaktorissa tapahtuvan kiehumisen estämiseksi tai rajoittamiseksi on tärkeätä, että pienen vuodon aikana pystytään ylläpitämään riittävää painetta tai alentamaan reaktoriin menevän veden lämpötilaa riittävän nopeasti. Paineen ylläpito tapahtuu korkeapainehätäjäjähdystyspumpuilla, nopea jäähtymis puolestaan sekundaaripiirin painetta laskemalla.

Korkeapainehätäjäjähdystysjärjestelmän käynnistys- ja toimintavarmuutta on parannettu Loviisan laitoksella kahdella tavalla. Aikaisemmin järjestelmä käynnistyi automaattisesti vain matalasta paineentasajaan pinnasta (alle -3,2 m). Tämä ei taannut käynnistystä vuotokohtaan ollessa paineentasajassa tai sen yläosaan liittyvissä putkissa (näihin vuotomahdollisuuksiin sisältyy myös varoventtiilin aukeaminen). Uusi käynnistyssignaali järjestelmälle tulee primäripiirin paineesta  $< 80$  bar sekundaaripiirin paineen ollessa samanaikaisesti  $> 35$  bar. Toinen muutos koski järjestelmän käyttämiä syöttölinjoja. Aikaisemmin toinen järjestelmän puolisko syötti vettä kaikkiin kuuteen kiertopiiriin pumpun painepuolelle ja toinen puolisko vastaavasti pumppujen imupuolelle. Muutetussa kytkennässä eri puoliskot syöttävät eri kiertopiireihin, kumpikin vain kolmeen piiriin. Tällä varmistettiin se, että vuodon paikasta riippumatta ainakin toinen järjestelmän puolisko syöttää kaiken vetensä ehjiin piireihin siten, että se pääsee vuotokohtaan vain reaktoripaineastian kautta.

Nopeaa primaaripiirin jäädytystä varten suunniteltiin menetelmät, joilla sekundaaripuolen paine saadaan alennetuksi tarvittavalla nopeudella. Suunnitelmaa varten piti tehdä joitakin kokeita, mutta rakenteellisia muutoksia laitoksella ei tarvittu.

BWR-laitoksella suojautuminen pieniä vuotoja vastaan on suoraviivaisempaa, koska tarvittavat käynnistyssignaalit saadaan reaktoripaineastian pinnankorkeudesta ja hätäjäähdytysjärjestelmien eri osat syöttävät vetensä erillisiä linjoja pitkin suoraan reaktoripaineastiaan. TVO:n laitoksilla ei siis tarvittu muutoksia.

#### Reaktorisuojarakennuksen automaattisen eristyksen varmentaminen

Reaktorisuojarakennuksen automaattinen eristys on tärkeä kaikissa tilanteissa, joissa suojarakennukseen voi levitä poikkeuksellisen paljon radioaktiivisia aineita.

Loviisan laitoksella, kuten myös monella muulla PWR-laitoksella on aikaisemmin ollut mahdollista, että reaktorisuojarakennuksen automaattista eristystä ei olisi saatu tietyntyyppisten pienten vuotojen yhteydessä. Eristys tapahtui vain korkeasta suojarakennuksen paineesta (yli 0,18 bar yp) tai samanaikaisesta primaaripiirin matalasta paineesta (alle 100 bar) ja paineentasaajan matalasta pinnasta (alle -3,2 m). Lisäksi tapahtui pelkkä ilmastoinnin eristys suojarakennuksen alatilän paineen ylittäessä ulkoilman paineen.

Tehtyjen muutosten jälkeen suojarakennuksen eristys tapahtuu lisäksi aina, kun korkeapainehätäjähdytysjärjestelmä käynnistyy. Tämä varmistaa lisäksi sen, että hätäjäähdytysvesi ei epähuomiossa poistu kierrosta normaaliin reaktorisuojarakennuksen viemärijärjestelmään.

TVO:n laitoksella ei suojarakennuksen eristys ole vaatinut muutoksia.



## Reaktorisuojarakennuksen räjähdysvaaran vähentäminen

Primaaripiirin jäähdytteenmenetyksen yhteydessä on olemassa vaara, että reaktorisuojarakennukseen tulee vetyä ja sen saavutettua tietyn pitoisuuden tapahtuu räjähdysmäinen vedyn ja hapen yhtyminen.

Huomattavin potentiaalinen vetylähde heti onnettomuuden alkuvaiheessa on metalli-vesireaktio, jonka tuloksena vedessä oleva happi sitoutuu polttoaineen zirkoniumsuojakuoreen ja vety vapautuu. Reaktio tapahtuu vain, jos polttoaine kuumenee hyvin suuriin lämpötiloihin. Toinen, hitaasti vetyä tuottava reaktio, on veden radiolyytin hajoaminen. Sitä ei voida välttää ja sen seurauksena vetypitoisuus kasvaa vaaralliselle rajalle ajassa, joka saattaa vaihdella muutamasta päivästä muutama viikkoon riippuen suojarakennuksen tilavuuden ja reaktorin tehon suhteesta.

Loviisan voimalaitoksella on käsitykseni mukaan suurempi suojarakennuksen tilavuus/reaktoriteho-suhde kuin millään muulla kevytvesireaktorilaitoksella. Tämän vuoksi tarve vetypitoisuuden vähentämiseen tulisi todennäköisesti vasta useita viikkoja onnettomuuden jälkeen. Aikaisemmin hyväksytyjen suunnitelmien mukaan voidaan vetyä vähentää suojarakennuksesta puhaltamalla sitä muun ilman mukana hallitusti suodattimien kautta ulkoilmaan. Puhalluksesta aiheutuvat säteilyannokset ympäristössä olisivat pieniä. TMI-onnettomuuden jälkeen käsitykset yleisöreaktioista pieniinkin suunniteltuihin puhalluksiin ovat muuttuneet. Tämän vuoksi on ulospuhallukselle tutkittu erilaisia vaihtoehtoja ja vaikuttaa ilmeiseltä, että vedynpolttomahdollisuus tullaan järjestämään tavalla tai toisella. Eri vaihtoehtojen välillä ei ole kuitenkaan vielä tehty lopullista valintaa.

TVO:n laitoksilla on alusta asti ollut turvana metalli-vesireaktion varalta suojarakennuksen käytönaikainen typpitäyttö. Typpi-kehän ylläpitoa ja onnettomuuden jälkihoitoa varten on käytössä kiinteä rekombinointijärjestelmä, jolla vety ja happi voidaan

polttaa tarvittaessa. Lisätoimenpiteitä ei siis ole edellytetty.

### Onnettomuustilanteiden valvonnassa tarvittavan instrumentoinnin parantaminen

Onnettomuustilanteissa on mahdollista, että eräät mittauksin valvottavat suureet muuttuvat huomattavasti normaalikäytössä vallitsevista arvoistaan. Lisäksi on joitakin suureita, joita ei normaalikäytössä tarvitse erikseen valvoa, mutta joiden tunteminen onnettomuuden aikana olisi hyödyksi toimenpiteitä suunniteltaessa. TMI-onnettomuuden jälkeen on valvontainstrumentoinnin riittävyttä arvioitu uudelleen ja eräät parannukset on todettu aiheellisiksi.

Reaktoria uhkaavan jäähdytyskriisin osoittamiseksi suoriin tietosaatantisiin reaktoripaineastian pinnankorkeudesta. Tiedossani ei ole yhtään PWR-laitosta, jossa pinnankorkeutta mitattaisiin käyttöolosuhteissa. Loviisassa on yksi mittaus, mutta se näyttää oikein vain kylmässä tilassa. Luotettavan mittauksen rakentaminen jälkeinpäin on osoittautunut toistaiseksi ylivoimaiseksi. Uusiin PWR-laitoksiin mittaus vaadittaneen. BWR-laitokset on alusta lähtien luonnollisesti varustettu reaktoripaineastian pinnankorkeuden mittauksella.

Reaktorin pinnankorkeuden mittauksen puuttuessa voidaan epäsuoraa tietoa reaktorissa vallitsevasta tilanteesta saada seuraamalla sieltä ulos tulevan jäähdytteen lämpötilaa. Lämpötilan mittauksen tulisi ulottua selvästi tulistetun höyryn alueelle asti. Loviisassa mittausalueen yläraja on nykyisellä kalibroinnilla vain 367°C. Antureina käytettävien termoparien mittausalue ulottuu kuitenkin 600°C asti ja tarkoituksena on kalibroida varalla olleet 18 ulostulomittauksia tähän lämpötilaan asti.

Edelleen tärkeä tieto PWR-laitoksen reaktorin jäähdytyksen toiminnasta olisi suora mittaus primaaripiirin luonnonkiertovirtauksesta. Myöskään sellaista mittauksia ei toistaiseksi ole onnistuttu lisäämään valmiille laitoksille. Loviisassa normaalikäytön virtaus määritetään höyrynkehittimen yli vallitsevasta paine-erosta, joka on luonnonkierrolla hyvin vähäinen. Normaali-

leissa käyttötilanteissa luonnonkierron toiminta päätellään höyrynkehittimen yli vallitsevasta lämpötilaerosta. Onnettomuusolosuhteissa tämä päättely ei välttämättä anna oikeata tulosta.

Reaktorisuojaarakennuksen painemittaukselta on TMI-onnettomuuden jälkeen vaadittu, että mittausalueen tulisi kattaa koko se alue, jolla rakennuksen uskotaan kestävän. Loviisassa tämä on johtanut alueen laajennukseen. Vanha mittausväli oli 0,02 bar ap ... 0,5 bar yp, uusi tulee olemaan 0,2 bar ap ... 3 bar yp. TVO:lla mittausalue todettiin riittäväksi.

Tiettyjen säteilyn mittausjärjestelmien päästömonitorin suojarakennuksen aktiivisuusmittaus) mittausalueita on TMI-onnettomuuden jälkeen edellytetty laajennettavan niin, että ne kattavat fysikaalisesti pahimmat onnettomuustilanteet. Molemmilla voimalaitoksilla joudutaan säteilymittausjärjestelmää täydentämään. Päätökset hankittavista lisälaitteista tehdään lähiaikoina, mahdollisesti vielä kuluvan toukokuun aikana.

#### Suuren reaktorivaurion jälkeisten toimintamahdollisuuksien parantaminen

Suuren reaktorivaurion jälkeen leviäisi voimalaitoksen reaktorisuojaarakennukseen ja myös eräisiin järjestelmiin suojarakennuksen ulkopuolelle huomattavasti radioaktiivisia aineita. Paikalliset säteilytasot nousisivat niin suuriksi, että eräissä tiloissa ei päästäisi lainkaan käymään ilman laajoja dekontaminointitoimia. Tämä vaikuttaisi haitallisesti mm. onnettomuuden jälkeen tarvittavien laitteiden huoltomahdollisuuteen ja prosesseista tarvittavien näytteiden ottoon.

TMI-onnettomuuden jälkeen kävi selväksi, että ydinvoimalaitosten yleissuunnittelussa ei ole juurikaan kiinnitetty huomiota pahan reaktorivaurion jälkihoitomahdollisuuksiin. Näin ollen Suomessakin oli ensimmäiseksi tehtävä perusteelliset analyysit vallitsevasta tilanteesta. Nämä analyysit on pääpiirteissään saatu valmiiksi ja niiden perusteella on nähtävissä joitakin selviä parannusta vaativia kohteita. Parannusten suunnittelussa

lähtökohdaksi otettavaa suurinta hypoteettista reaktorivauriota on kuitenkin hankala valita. Tehdyt onnettomuusanalyysit osoittavat toisaalta, että suunnitteluperusteina käytetyissä onnettomuuksissa ei suuria reaktorivaurioita synny eikä lisätoimia tarvittaisi. Toisaalta oletettaessa lähes kaikkien fissiotuotteiden leviävän ympäri laitosta törmättäisiin ylivoimaisen vaikeisiin säteilysuojelutavoitteisiin. Mahdollisista konkreettisista parannuksista olevilla laitoksilla on siis ennen aikaista sanoa mitään.

Tulevaisuudessa suunniteltavissa laitoksissa pitäisi saastumiselle alttiit rinnakkaiset laitososat erottaa toisistaan riittävällä etäisyydellä ja säteilysuojauksella ja ne pitäisi varustaa dekontaminointimahdollisuudella. Lisäksi kulkureitit kaikille huoltoon vaativille kohteille pitäisi suunnitella ennakolta myös onnettomuustilannetta ajatellen.

#### Ergonomiset parannukset prosessivalvonnassa

Nykyisten voimaloiden valvomot eivät häiriöiden havaitsemista tai onnettomuustilanteiden hoitamista ajatellen ole selvästikään ihanteellisia. Valmiin valvomon muuttamiseen ei kuitenkaan ole suuria mahdollisuuksia.

TVO:n laitoksille on TMI-onnettomuuden jälkeen suunniteltu värikoodaus, jonka avulla poikkeuksellisessa tilassa olevat venttiilit erottuvat selvästi ohjauspaneeleista. Loviisassa tämä oli tehty jo ennen TMI-onnettomuutta ohjaajien aloitteesta.

Loviisaan ollaan lisäksi suunnittelemassa ylimääräistä näyttöpaneelia, johon koottaisiin toisinnot tärkeimmistä valvomonäytöistä ja jonka avulla saisi mahdollisimman hyvän kokonaiskuvan laitosprosessien tilasta.

Tulevia laitoksia ajatellen mainittakoon vielä lopuksi, että TMI-onnettomuuden jälkiseurauksena on eri maissa herännyt vilkas mielenkiinto ihminen-konevuorovaikutusten tutkimiseen. Nähtäväksi jää, tuottaako se ajan mittaan konkreettisia parannusehdotuksia vai käykö siten kuin monille muillekin TMI:n jälkeen esitetyille kauniille ajatuksille, jotka tuntuvat vähin äänin unohtuvan odottamaan seuraavaa onnettomuutta.

## MATKAKERTOMUS

1980-05-28

ATS:N TUTUSTUMISMATKA JAPANIN YDINENERGIA-ALAN KOHTEISIIN 1980

Alkusanat	2
Japan Atomic Industrial Forum (JAIF)	6
Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI)	13
Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation (PNC)	16
Tokai, mm. Tokai Mura	16
O-arai (JOYO) ja Tsuruga (FUGEN)	18
Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co. (IHI)	26
Hitachi	30
Toshiba	38
Mitsubishi	46
JGC-Corporation	49
Japan Atomic Power Co., Tokai (BWR)	51
Kansai Electric Power Co., Mihama (PWR)	53

Nämä sivunumerot  
viittaavat oikeas-  
sa yläkulmassa  
olevia numeroita

## ATS:N JAPANIN EKSKURSIO 1980

Suomen Atomiteknillisen Seuran Japanin ekskursiolla 1980 oli mukana 17 henkilöä, joista 16 seuran jäsentä (Liite 1). Useimpiin vierailukohteisiin ryhmä tutustui in corpore. Muutama erillisneuvottelu jouduttiin järjestämään samanaikaisesti pääohjelman kanssa. Muutamia vierailukohteisiin tutustui ryhmän mukana myös jompi kumpi Suomen Tokion Suurlähetystön teollisuussihteereistä, TkL Anders Diehl tai DI Ilpo Kaislaniemi.

Matkalle lähdettiin Helsingistä 28.3.80 ja sinne palattiin 11.4.80. Vierailukohteet liitteessä 2.

Ekskursioon osallistunut ryhmä edusti varsin monia ydintekniikan eri aloja. Vierailuohjelma oli näinollen rakennettava "jokaiselle jotakin"-periaatteella.

Tästä vaikeudesta huolimatta oli ekskursion ohjelman suhteen onnistuttu erinomaisesti. Kiitos tästä lankeaa ATS:n ekskursiontoimikunnalle, ennenkaikkea matkanjohtajana toimineelle Olli Tiaiselle, sekä käytännön järjestelyistä Japanissa huolehtineelle Tokion Suurlähetystön henkilökunnalle, ensisijaisesti teollisuussihteereille Anders Diehlille ja Ilpo Kaislaniemelle. Japanilaisten isäntien vaivoja säästämätön aulius ja ystävällisyys täydensivät osanottajien mieliin jääneen kuvan onnistuneesta ekskursiosta.

Tekniset arviot eri käyntikohteista sisältyvät kunkin vierailukohteen matkakertomukseen. Yleisvaikutelmaksi jäi Japanissa ydintekniikkaan tapahtuva erittäin laaja-alainen ja runsas satsaus. Se on tähän mennessä saattanut Japanin kykeneväksi rakentamaan itsenäisesti omat ydinvoimalaitoksensa. Havaintoja siitä, että Japanissa jo tällä hetkellä oltaisiin jollakin ydintekniikan alueella kehityksen maailmankärjessä, ei osanottajien silmiin kuitenkaan liene sattunut.

Paavo Holmström

ATS:n Japanin ekskursio 1980

## O S A N O T T A J A L U E T T E L O

TkT Olli J. A. Tiainen	Helsingin kaupungin energialaitos
DI Paavo Holmström	Rauma-Repola Oy, Porin Tehtaat
TkT Aito Ojala	Enerconsult Ky
DI Ilmari Kianne	Imatran Voima Oy
DI Rauno Linkama	Imatran Voima Oy
DI Tauno Rask	Imatran Voima Oy
DI ja rouva Pertti Niemi	Imatran Voima Oy
DI Kalervo Nurmimäki	Imatran Voima Oy
Apul.prof. Heikki Kalli	Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu
DI Timo Haapalainen	Oy Finnatom Ab
TkT Pekka Hiismäki	Valtion teknillinen tutkimuskeskus Reaktorilaboratorio
Prof. Juhani Kuusi	Oy Finnatom Ab
DI Raimo Aaltonen	Teollisuuden Voima Oy
DI Jukka Kangas	Teollisuuden Voima Oy
DI Antti Piirto	Teollisuuden Voima Oy
TkL Ami Rastas	Teollisuuden Voima Oy

ATS:n Japanin ekskursion 1980

V I E R A I L U K O H T E E T

31.3.80 klo 10.00 - 12.00	The Japan Atomic Industrial Forum, Tokyo
klo 14.30 - 17.00	Ishikawajima Harima Heavy Industries Co, Yokohama Works
1.4.80 klo 13.30 - 17.00	Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai Plant
2.4.80 klo 8.30 - 11.30	Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation, Tokai Plant
klo 13.30 - 16.30	Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation, O-arai Plant
3.4.80 klo 8.40 - 16.00	Hitachi Co, Ltd., Hitachi Factory
4.4.80 klo 9.00 - 11.30	Japan Atomic Power Co., Ltd., Tokai Plant
klo 14.30 - 16.30	The Japan Gasoline Company, Nuclear Project Division, Tokyo
7.4.80 klo 9.00 - 14.30	Toshiba Electric Co., Ltd., Tsurumi Works
8.4.80 klo 9.00 - 12.00	Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation, Tsuruga Plant



klo 14.00 - 17.00

Kansai Electric Power Company, Inc.,  
Mihama Atomic Power Station

9.4.80

Mitsubishi Heavy Industries Co.,

9.00 - 14.00

Ltd., Kobe Works

UY/Olli J A Tiainen

1980-05-12

1 (3)

SEMINAARITILAISUUDET JAPAN ATOMIC INDUSTRIAL FORUM INC:SSA ATS:N  
JAPANIN MATKAN AIKANA

Suomen Atomiteknillisen seuran (ATS) Japanin matkan yhteydessä pidettiin kaksi seminaaritilaisuutta Japan Atomic Industrial Forum Inc:ssa (JAIF). JAIF on vuonna 1956 perustettu Japanin ydinteollisuusjärjestö. Ensimmäinen seminaaritilaisuus pidettiin 1980-03-31 ja toinen tätä suppeampi 1980-04-07. Edellinen oli laaja Japanin ja Suomen ydinenergiaprojekteja käsittelevä yhteistilaisuus, johon osallistuivat kaikki matkan suomalaiset osanottajat ja Tokiossa toimivat Suomen teollisuussihteerit. Seminaarin japanilaiset osanottajat ovat liitteessä 1. Jälkimmäisessä seminaarissa käsiteltiin ydinenergian käyttöä kaukolämmön ja teollisuuden prosessilämmön tuotantoon. Siihen osallistuivat suomalaisten puolelta Juhani Kuusi ja Olli J A Tiainen. Seminaarin japanilaiset osanottajat on mainittu liitteessä 2.

JAIF:issa pidetyn ensimmäisen laajan seminaarin puheenjohtajana toimi ATS:n puheenjohtaja Paavo Holmströmin ehdotuksesta JAIF:in varapuheenjohtaja ja Japan Atomic Power Co:n presidentti Dr. Tamaki Ipponmatsu. Kuten liitteestä 1 ilmenee japanilaiset edustivat hyvin ydinteollisuuden ja -tutkimuksen eri toteutustahoja.

Seminaarin alussa Dr. Tamaki Ipponmatsu piti katsauksen Japanin ydinenergiaohjelmaan ja valotti sen taustaa. Japanissa voimalaitoskapasiteetti vuonna 1979 perustui 22,2 % vesivoimaan, 66,5 % lämpövoimalaitoksiin, joiden pääasiallisena polttoaineena on öljy, sekä 11,3 % ydinenergiaan. Öljyriippuvuuden pienentämiseksi ydinenergian osuus on tarkoitus nostaa 15,6...16,8 %:iin vuonna 1985 ja 26,7...28,2 %:iin vuonna 1995. Maaliskuussa 1980 Japanissa oli käynnissä 21 ydinvoimalaitosyksikköä bruttoteholtaan yhteensä lähes 15000 MW, rakenteilla oli 7 yksikköä (7000 MW) ja suunnitteilla 7 (7100 MW).

Dr. Ipponmatsu kertoi myös tulevasta fissioenergian kehittämissuunnitelmista, joihin kuuluvat raskasvesireaktorit tyyppiä FUGEN ydinpolttoainevarojen käytön joustavuuden lisäämiseksi sekä nopeat hyötöreaktorit (esim. MONJU). Tämän jälkeen Kalervo Nurmimäki kertoi Suomen energiahuollosta ja Juhani Kuusi SECURE-ydinlämmitysreaktorista. Juhani Kuusen alustus antoi aiheen em. toiseen seminaaritilaisuuteen.

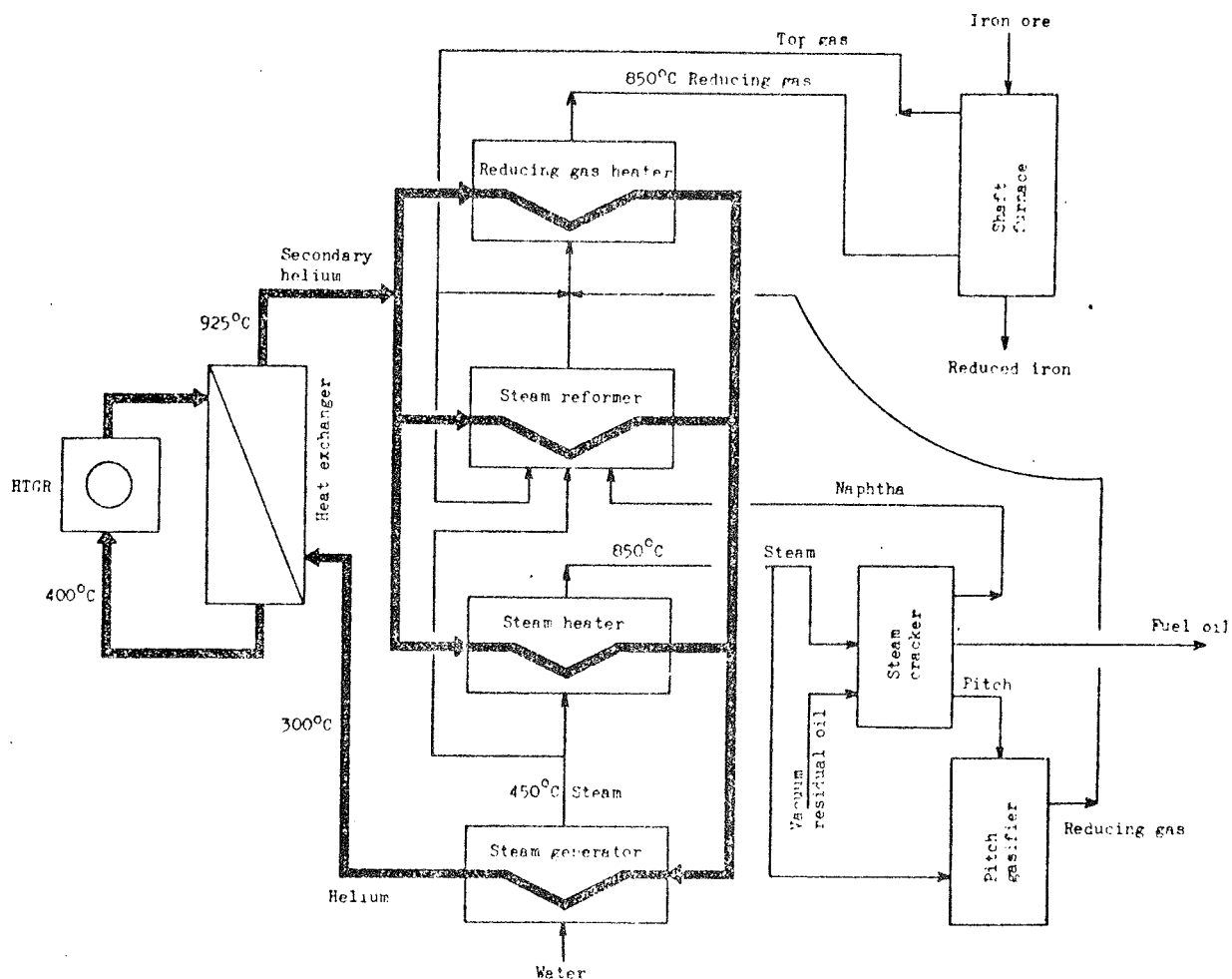
Alustusten jälkeen käydyssä keskustelussa käsiteltiin ydinvoimalaitosten luotettavuuskysymyksiä, TMI-2:n aiheuttamia seuraamuksia, yleisön suhtautumista ydinenergiaan, valmistavan teollisuuden tilannetta ja kotimaisuusasteen lisäämistä ydinvoimalaitosprojekteissa. Luotettavuuden merkitystä korostettiin. TMI-2 on otettu Japanissa vakavasti huomioon ja se on aiheuttanut viranomais-toimenpiteitä. Jos ydinenergiaprojekteissa tapahtuu myös Japanissa viivästymistä, teollisuudelle aiheutuu vaikeuksia. Reaktorityypeistä BWR säilyttää myös lähitulevaisuudessa etusijan. Japanissa toimittajan kannalta ensimmäisessä ydinvoimalaitosprojektissa kotimaisuusaste on tyypillisesti 60 % nousten toisessa projektissa 70...80 %:iin ja kolmannessa lähelle 100 %.

Fukushima I on tällä hetkellä suurin käynnissä oleva ydinvoimalaitos, jonka 6 kiehutusreaktoriyksikön yhteisteho on yli 4500 MW. Yleisön vastustus ei tuntunut keskustelun perusteella yhtä vaikealta ongelmalta kuin useissa muissa ydinenergiaa käyttävissä tai käyttöä suunnittelevissa länsimaissa. Japanissa paikallinen väestö hyötyy monin tavoin, mm. korvauksina, paikkakuntansa ydinvoimalaitoksista. Tärkeää on myös paikkakunnan palvelutason, elinkeinoelämän ja ympäristön kohentuminen ydinvoimalaitoksen myötä.

Ydinenergian käyttöä kaukolämmön ja teollisuuden prosessilämmön tuotantoon käsittelevän seminaarin puheenjohtajana toimi "The Iron and Steel Institute of Japan":in Executive Director S Tabata. Seminaarin ensimmäisessä osassa pitivät Olli J A Tiainen ja Juhani Kuusi alustukset Helsingin kaupungin kaukolämmityksestä ja Suomen pääkaupunkiseudun tutkimuksista käyttäen ydinenergiaa kaukolämmön tuotannossa sekä SECURE-lämmitysreaktorin teknillisistä ratkaisuista ja turvallisuudesta. Esityksiä seurasi vilkas kuulusteluluontoinen keskustelu, jossa suomalaiset osanottajat olivat vastaavana puolena.

Seuraavaksi käsiteltiin kehitystyöprojektia, joka tähtää korkealämpötilareaktorin (VHTR, Very High Temperature Reactor) käyttöön teräksen valmistuksessa kuvan 1 mukaisesti. Ensimmäisenä vaiheena tutkitaan 50 MW(th) kooreaktorin rakentamismahdollisuutta. Tulevaisuudessa reaktorikoko voitaisiin nostaa 3000 MW(th). Poikkeuksellisesti japanilainen He-jäähdytetty korkealämpötilareaktori on suunniteltu käyttämään matalaa uraanin väkevöintiastetta (4...8 %). VHTR-tutkimukset ovat alkaneet vuonna 1969, ja ensimmäinen laitoskonstruktiosuunnitelma valmistui vuonna 1975.

Lopullisen koereaktorisuunnitelman pitäisi valmistua vuonna 1980. Suunnitelman toteuttamiseen liittyen on suunniteltu ja rakennettu He-kiertopiirejä. Tämän lisäksi on tutkittu kokeellisesti polttoainetta ja reaktorirakenteiden kestävyiksi. Koe-reaktorin pitäisi olla käynnissä vuonna 1990 ja prototyyppi-reaktorin ennen vuotta 1995. Kaupallisen reaktorin valmistaminen on suunniteltu aloitettavaksi ennen vuotta 1995.



Kuva 1, Ydinenergian käyttö teräksen valmistuksessa  
 (Atoms in Japan, February 1979)

List of Japanese Participants

in the Finnish-Japanese Meeting on Nuclear Energy (31.3.1980)

(in Alphabetical Order)

S. An	Professor University of Tokyo
C. Asada	Managing Director Japan Atomic Power Co.
S. Hamaguchi	Managing Director Kansai Electric Power Co.
Y. Iida	Director Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.
T. Ipponmatsu	Vice Chairman Japan Atomic Industrial Forum
R. Makiura	Managing Director Toshiba Corp.
K. Mori	Executive Managing Director Japan Atomic Industrial Forum
K. Tomono	Manager, Nuclear Power Design Division Nuclear Power Construction Department Tokyo Electric Power Co.
H. Urata	Managing Director Hitachi, Ltd.
K. Yamamoto	Vice President Japan Atomic Energy Research Institute President, Japan Nuclear Society President of the Japan Atomic Energy Society

JAIF Secretariat

I. Kokubu	Secretary General
H. Mitsuishi	Chief Office of Planning and International Affairs
H. Aoki	Assistant Chief Office of Planning and International Affairs
H. Nakasuqi	Office of Planning and International Affairs

UY/Olli J.A. Tiainen

1 (2)

List of Japanese Attendants

April 7th, 1980

Japan Atomic

Industrial Forum, Inc.

Chairman

S. Tabata	Executive Director The Iron and Steel Institute of Japan
M. Takei	Director for Research Affairs The Institute of Energy Economics
K. Sasaki	Editor, Science and Technology Department, Nihon Keizai Shimbun
K. Takeda	Executive Director Institute of Applied Energy
K. Shimokawa	Managing Director Engineering Research Association of Nuclear Steelmaking
H. Ishikawa	Director Japan Atomic Energy Research Institute
M. Takeda	Assistant Manager of Construction Department Japan Atomic Power Company
M. Ando	Nuclear Power Engineering Test Center

K. Yamaji	Central Research Institute of Electric Power Industry
Y. Fukai	Manager High Temperature Reactor and Fusion Technology Department Office, Toshiba Corporation
Y. Miyazaki	Deputy General Manager Nuclear Systems Department Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.
T. Wajima	Manager, Nuclear Power Development Department Hitachi, Ltd.
E. Yamada	Chief Engineer Nuclear Power Development Division Ishikawajima-Harima Heavy Industry Co.,
(J. A. I. F.)	
I. Kokubu	Secretary General
T. Araki	Manager Nuclear Industry Development Dept.
Y. Shibata	Coordinator Nuclear Industry Development Dept.
N. Ishizuka	Manager Section for Promotion of Development Policy Nuclear Industry Development Dept.



## 1.4.-80 iltapäivä

Tutustuminen JAERI:n Tokain laitokseen (JAERI = Japan Atomic Energy Research Institute)

## ohjelma

ATS:n vierailua varten laadittu ohjelma koostui Dr Susumu Sugurin esittämästä katsauksesta JAERI:n ja erityisesti sen Tokain tutkimuslaitoksen toimintaan sekä viiden tutkimusprojektin lähemmästä esittelystä. Tapasimme myös JAERI:n presidentin Dr Hiroshi Muratan ja varapresidentin Dr Kenzo Yamamoton. Viimeksimainittu oli mukana myös JAIF:n järjestämässä tilaisuudessa ja Anders Diehlin vastaanotolla edellisenä päivänä. Vierailun kunniaksi salossa liehui Suomen lippu.

## JAERI

JAERI on v. 1956 perustettu valtiollinen ydintutkimuslaitos, jolla on palveluksessa kaikkiaan 2400 henkeä. JAERIA voidaan luonnehtia ydintekniikan tavoitetutkimuslaitokseksi, jolla on käytettävissään kuusi varsinaista tutkimusreaktoria, useita nollatehoreaktoreita ja reaktoreihin asennettuja koeluppeja, yhdeksän hiukkaskiihdytintä ja joukko säteilytyskammioita. JAERI:n rooliin ei kuulu tuotekehitystyö, joka tapahtuu PNC:ssä mutta toiminta selvästi tavoitteellisempaa kuin korkeakoulujen tutkimustyö. JAERI on myös se japanilainen organisaatio, joka osallistuu tärkeimpiin kansainvälisiin tutkimusprojekteihin.

JAERI:lla on kolme toimintakeskusta: Tokain laitos, Takasakin laitos ja Oarain laitos. Tokain laitos on näistä suurin, ja sen ohjelmaan kuuluvat kevytvesilaitosten turvallisuustutkimus, kaasujäähdytteisten korkealämpötilareaktoreiden tekniikka, fuusiotutkimus, ydin- ja reaktorifysiikan perustutkimus sekä nuklidituotanto. Takasakissa tutkitaan säteilyn käyttöä sterilointiin, polymerointiin ja muihin tuotannollisiin prosesseihin. Oaraissa on 50 MW:n suurvooreaktori ja sinne on keskitetty plutoniumpolttoainetutkimus, ydinjätetutkimus sekä sovellettu isotooppi tekniikka.

### Rosa III

BWR:n sydämenhätäjäähdytysjärjestelmän tutkimista varten rakennettua Rosa III installaatiota esitteli Dr. Shiba. Projektin henkilövahvuus oli 14 henkeä. Järjestelmä kuumentettiin  $70 \text{ kp/cm}^2$ :n paineeseen sähkölämmittimien avulla. Putken murtumaa simuloitiin kahdella nopeasti avautuvalla venttiilillä. Transientin tallettamista varten järjestelmään kuului kaikkiaan noin 1000 mittauspistettä. Paitsi JET pump-puihin liittyvää putkimurtumaa voidaan laitteella simuloida myös höyryputken murtumaa. Kaksifraasivirtauksen havainnollistamiseksi veteen oli sekoitettu fluoresoivaa ainetta (Ce), joka herätettiin ulkoisella gammasäteilyllä. BWR-reaktoreiden jäähdytteenmenetysonnettomuuden tutkimuksista oli saatavana kaikkiaan 20 julkista raporttia, valitettavasti kaikki japaniksi.

### PWR:n jäähdytteen- menetysonnet- tomuuden tutkimus

Japanilais-amerikkalais-saksalaisena yhteistyönä oli JAERI:iin rakennettu pystysuunnassa 1:1 ja vaakasuunnassa 1:5 kokoinen sylinterimäisen sydämen "Reflood"-testauslaite, jota esitteli projektin johtaja Dr. K. Hirano. Sydämeen kuului kaikkiaan 32 lämmityssauvanippua, kussakin 6 x 6 sauvaa. Kiertopiirejä oli 4 kpl ja höyrygeneraattoreita 2. Murtuman simulointi tapahtui yhdessä luopissa, kolmen säilyessä ehjänä. Sydämen hätäjäähdytysveden injektointikohtia oli 5 kpl. Laitteisto oli perusteellisesti instrumentoitu ja transienttia voitiin seurata myös neljän TV-kameran avulla. Näimme erään kokeen nauhoituksen.

### Nuklidi- tuotanto

Nuklidituotantoa esitteli Dr. Shikatu. JAERI tuottaa tarvittavat nuklidit lähes kaikkiin Japanissa käytettyihin radiolääkeaineisiin. Lainsäädäntö edellyttää, että diagnoosi- ja terapiavalmisteiden myynti tapahtuu lääketehneiden kautta.

Tarvittavat radionuklidit tuotetaan joko aktivoimalla tai erottamalla fissiotuotteista. Fissiotuotteiden ja trans-

uraanien erottamistekniikkaa kehitettiin myös pitäen silmällä jälleenkäsittelyprosessia.

#### NSRR- reaktori

NSRR-reaktori on rengasmaisella sydämellä varustettu TRIGA-reaktori, jonka maksimi pulssiteho on 23 000 MW. Tällä tehtävää tutkimusta esitteli Dr. Inabe. Päättökäytös oli ydinpolttoaineen käyttäytyminen tehopulssin aikana. Reaktorilla oli mahdollista aikaansaada paitsi polttoaineen suoja-kuoren myös itse uraanioksidin sulaminen yhden ainoan tehopulssin seurauksena. Rajuilta vaikuttavien kokeiden tarkoituksena oli tuottaa tietoa reaktiivisuuden aiheuttamista onnettomuustilanteista. Kaikkiaan reaktorilla oli ammuttu noin tuhat tehopulssia.

#### JT-60

Fuusiotutkimusta ja erityisesti rakenteilla olevaa break-even-koelaitetta JT-60 esitteli Dr. Shimomura. Laitteen on määrä valmistua v. 1984 ja se on yksi neljästä samaa tarkoitusta varten rakennettavasta plasmafuusiolaitteesta maailmassa. Vakuumikammion ja käämien valmistus oli käynnissä Hitachin tehtailla. Laitteen eri osien kehittämistä ja valmistamista varten oli käynnissä lukuisia tukiprojekteja. Tällaisia oli mm. suurivirtaisten neutraalisuihkuinjektorien kehitystyö.

JAERI:sta saatua kirjallisuutta:

- JAERI yleisesite
- Schematic Diagram of Cylindrical Core Test Facility
- Recent Results from NSRR Experiments
- In-reactor experiments in Japan
- A list of radioisotopes

lainattavissa P. Hiismäki, VTT/REA  
puh. 456 6362

UY/Olli J A Tiainen

1980-05-12

1 (2)

VIERAILU POWER REACTOR AND NUCLEAR FUEL DEVELOPMENT CORPORATIONIN  
TOKAI WORK:ISSÄ

Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporationin (PNC) Tokain laitokset olivat vierailukohteena 1980-04-02 aamupäivällä. Vierailun alussa Dr. Tadashi Muto (Assistant General Manager of the Tokai Works) esitteli PNC-yhtiön ja erityisesti sen Tokain laitokset. PNC-yhtiö toteuttaa Japanin ydintutkimussuunnitelmien koelaitosten rakentamisen. Yhtiö kehittää uusia reaktorityyppejä (esim. raskasvesireaktori FUGEN, 165 MW(s)) ja nopeat hyötöreaktorit (JOYO, 75 MW(th) ja MONJU, 300 MW(s)) sekä ydinpolttoainekierron palveluja (uraanin etsintä, malmin rikastus, konversio, väkevöinti, jälleenkäsittely ja jätehuolto). Yhtiön toiminta jakautuu kuuteen eri toimintapisteeseen taulukon 1 mukaisesti.

Taulukko 1 PNC-yhtiön toimintapisteet (PNC news and reports, September 1978)

1. O-arai Engineering Center
  - A) Facilities Related to FBR
    - Experimental FBR JOYO
    - Sodium Component Test Facility 1
    - Sodium Component Test Facility 2
    - Sodium Flow and Heat Transfer Test Facility
    - Sodium Technology Development Laboratory
    - Sodium Analysis Laboratory
    - Fuel Monitoring Facility
    - Alpha-Gamma Facility
    - Fluid Dynamic Test Facility
    - 1 MW Steam Generator Test Facility
    - 50 MW Steam Generator Test Facility
    - FBR Safety Test Laboratory 1
    - FBR Safety Test Laboratory 2
    - FBR Safety Test Laboratory 3
    - Material Monitoring Laboratory
    - Irradiated Fuel, Irradiated Structural Material & Irradiated Fuel Assembly Test Laboratory
    - Hydrodynamics Test Facility
  - B) Facilities Related to HWR
    - Deuterium Critical Assembly
    - Heat Transfer Test Loop Laboratory
    - Component Test Loop Laboratory
    - HWR Engineering Test Facility
    - Safety Test Laboratory
    - In-Service Inspection Test Facility
  - C) Facilities for FBR and HWR
    - Radioactive Waste Treatment Facility
    - Other Facilities for Common Use
2. Tokai Works
  - Inspection Laboratory
  - Analytical Laboratory
  - Plutonium Fuel Fabrication and Assembling Pilot Plant
  - Uranium Enrichment Laboratory
  - Spent Nuclear Fuel Reprocessing Plant
  - Radioactive Waste Storage Facility
3. Ningyo Toge Works
  - Uranium Ore Refinery
  - Neutralization and Precipitation Base
  - Mineral Test Facility
  - Uranium Enrichment Pilot Plant (Under Construction)
  - Integrated Uranium Refining Pilot Plant (Under Construction)
  - Mineral Slug Dam
4. Tsuruga Construction Office
  - HWR "FUGEN"
5. Chubu Exploration Office

Tämän jälkeen keskusteltiin polttoaineen jälleenkäsittelystä ja plutoniumpitoisen oksidipolttoaineen valmistuksesta. Tokaissa on käynnistynyt alkuvaikeuksien jälkeen Tokai Muran jälleenkäsittelylaitos koekäyttöön. Laitoksen kapasiteetti on 200 tonnia oksidipolttoainetta vuodessa (tähän mennessä käsitelty noin 30 t). Suunnitteilla on uuden yhtiön (Japan Nuclear Fuel Service Co. Ltd) toteutettavaksi 1200 t/vuosi -jälleenkäsittelylaitos. Plutonium-uraani-oksidipolttoainetta (MOX) on Tokain polttoainetehtaalla valmistettu 35 tonnia. Suurin osa tästä on tehty FUGEN-ydinvoimalaitosta varten (polttoaineessa Pu:a noin 1 %), mutta myös JOYO:n polttoaine on täällä tehty (PuO<sub>2</sub>:n osuus 17,7 %).

PNC:n Tokain laitoksilla tutustuttiin jälleenkäsittelylaitokseen ja Pu-polttoainetehtaaseen. Jälleenkäsittelylaitos käyttää Purex-prosessia. Polttoainetehdas teki myönteisen vaikutuksen. Pu-polttoaineen valmistuslinjat oli asennettu ikkunallisiin huonetiloihin, joten vierailijat pääsivät ne vaivattomasti näkemään.

Apul.prof. Heikki Kalli  
LTKK/Energiatekniikan laitos  
14.5.1980

ATS:n tutustumismatka Japaniin

## KOEREAKTORIT JOYO JA FUGEN

### Johdantoa

Japanin tärkein energiapoliittinen ongelma on voimakas öljyriippuvuus; 75% energiantuotannosta tapahtuu tuonti-öljyllä. Tästä riippuvuudesta maa pyrkii vapautumaan lisäämällä erityisesti hiilen ja ydinenergian osuuksia. Japanin omat uraanivarat ovat kuitenkin niukat, ydinpolttoaineen saanti varmistetaan

- ottamalla osaa uraaninetsintään eri puolilla maailmaa
- pyrkimällä mahdollisimman pitkälle omavaraisuuteen polttoainekierron muissa osissa, erityisesti rikastuksessa, polttoaineen valmistuksessa sekä jälleenkäsittelyssä
- kehittämällä määrätietoisesti uusia reaktorityyppejä, joiden luonnonuraanin tarve olisi pienempi, t.s. jotka toisaalta käyttäisivät uraanin tarkemmin kuin nykyiset kevytvesireaktorit ja toisaalta hyödyntäisivät jälleenkäsittelyssä saatavaa plutoniumia.

Näistä uusista reaktorityypeistä kaksi tärkeintä ovat:

ATR - advanced thermal reactors, joita edustaa raskasvesihidasteinen koereaktori FUGEN ja

FBR - fast breeder reactors, joita edustaa nopea koereaktori JOYO.

Hallituksen rahoittamassa vuosien 1978...1987 R&D-budjetissa ATR:n kehitystyö saa 9% ja FBR:n kehitystyö 32% kokonaisuudesta, joka nousee  $n. 4 \cdot 10^{12}$  jeniin.

Nopea koereaktori JOYO; vierailu O-arain tutkimuskeskuk-  
sessä 2.4.1980

Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporationin (PNC) O-arain tutkimuskeskus sijaitsee n. 120 km Tokiosta koilliseen Tyynen valtameren rannalla Miton kaupungin läheisyydessä. Tutkimuskeskus on erikoistunut uusien reaktortyyppien kehitystyöhön, keskuksessa työskentelevistä 1500 henkilöstä on 550 korkeakoulutasa, heistä 500 kehittää nopeita reaktoreita ja loput 50 puuhailee HWR:ien parissa.

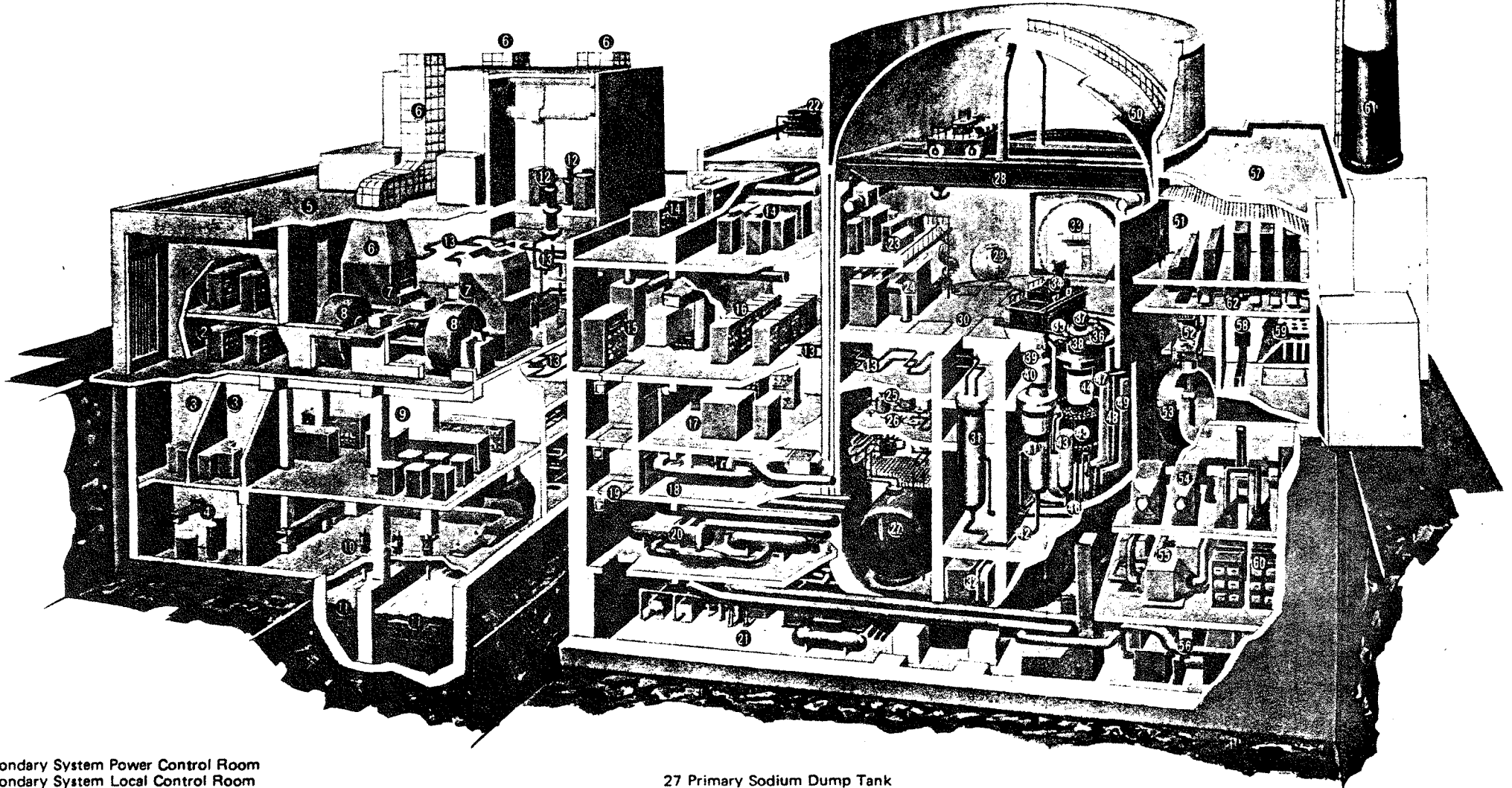
Keskuksen tärkein yksityinen laitteisto on koereaktori JOYO. Tämän lisäksi on useita erilaisia natriumteknologiaan liittyviä koelaitteistoja, samoin muutamia HWR:ien turvallisuuden ja komponenttien testaukseen käytettäviä laitteistoja, lähinnä koeluppeja.

Nopea hyötöreaktori JOYO tuli ensi kerran kriittiseksi vuoden 1977 huhtikuussa neljä vuotta kestäneen rakennusvaiheen ja kaksi vuotta vaatineiden testien jälkeen. Lokakuussa 1978 reaktori aloitti jatkuvan toimintansa 50 MW:n lämpöteholla, viime syksynä tehoa nostettiin 75 MW<sub>th</sub>:iin ja tarkoituksena on edelleen jatkaa 100 MW<sub>th</sub>:iin, jolloin hyötösuhde kuitenkin putoaa alle yhden eli reaktori ei enää ole hyötöreaktori.

JOYOn yleinen suunnitteluperiaate on ns. luuppiratkaisu, kuten oheisesta kuvasta ilmenee. Siinä primääripiirin pumput ja välilämmönvaihtimet on sijoitettu reaktoriastian ulkopuolelle toisin kuin ns. allasratkaisussa, joka tällä hetkellä on voittamassa kannatusta (PHENIX ja SUPER-PHENIX Ranskassa, PFR Englannissa, BN-600 N-liitossa). Japanilaisen valintaan on virallisesti vaikuttanut parempi pääkomponenttien huollettavuus luuppiratkaisussa, epävirallisesti taas riippuvuus amerikkalaisista, jotka pysyttelevät luuppilinjalla (CRBR, FFTF). JOYO ei tuota sähköä, syntyvä lämpö puhalletaan välipiiristä Na/ilma-lämmönvaihtimien kautta taivaalle.

# CUT AWAY VIEW

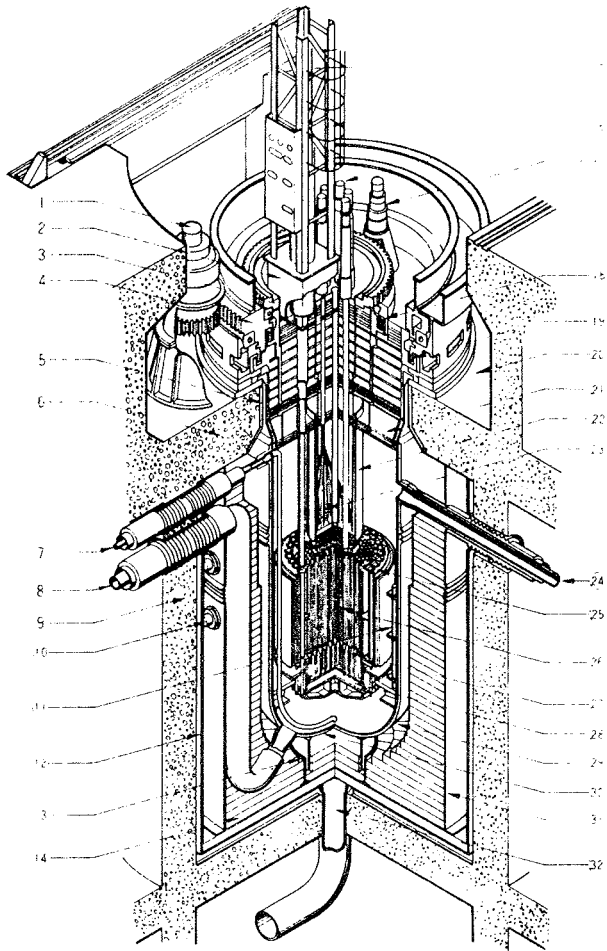
JOYO



70

- |   |  |  |                                    |   |
|---|--|--|------------------------------------|---|
| 1 Secondary System Power Control Room     | 16 Primary System Local Control Room                 | 27 Primary Sodium Dump Tank              | 41 Primary Circulation Pump        | 54 Fuel Handling System Ventilation Equipment |
| 2 Secondary System Local Control Room     | 17 Primary System Preheater Room                     | 28 Reactor Building Polar Crane          | 42 Primary System Pipes (Cold Leg) | 55 Reactor Containment Ventilation Equipment  |
| 3 Transformer Room                        | 18 Air Conditioning Equipment Room                   | 29 Emergency Air Lock                    | 43 Over Flow Column                | 56 Auxiliary Building Air Conditioning Room   |
| 4 Demineralizer Room                      | 19 Hatch   | 30 Reactor Operating Floor               | 44 Control Rod Guide Column        | 57 Reactor Auxiliary Building                 |
| 5 Main Cooling Building                   | 20 Concrete Shield Cooling System Room               | 31 Main Intermediate Heat Exchanger      | 45 Reactor Core                    | 58 New Fuel Examination Room                  |
| 6 Main Cooler Air Duct                    | 21 Reactor Containment Air Conditioning Unit         | 32 Concrete Shield N <sub>2</sub> Blower | 46 Primary System Pipes (Hot Leg)  | 59 New Fuel Storage                           |
| 7 Main Air Blast Cooler                   | 22 Cooling Tower for Service System                  | 33 Equipment Hatch                       | 47 Reactor Vessel                  | 60 Filter Bank                                |
| 8 Main Blower                             | 23 Rotating Plug Control Console                     | 34 Ex-Vessel Transfer Machine            | 48 Graphite Shield                 | 61 Stack                                      |
| 9 Electric Power Distribution Room        | 24 Reactor Containment Under Floor Conditioning Unit | 35 Large Rotating Plug Driving Mechanism | 49 Guard Vessel                    | 62 Cable Bay                                  |
| 10 Service System Pump Room               | 25 Primary Sodium Sampling Equipment                 | 36 Small Rotating Plug Driving Mechanism | 50 Reactor Containment Vessel      |   |
| 11 Service System Water Pond              | 26 Valve Control Room                                | 37 Control Rod Driving Mechanism         | 51 Central Control Room            |   |
| 12 Secondary System Main Circulation Pump |  | 38 Rotating Plug                         | 52 Fuel Handling Cask Car          |   |
| 13 Secondary System Main Pipes            |  | 39 Pony Motor                            | 53 Transfer Rotor                  |   |
| 14 Diesel Generator Power Control Room    |  | 40 Primary Circulation Pump Motor        |                                    |   |
| 15 Auxiliary Cooling System Room          |  |  |                                    |   |





- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1 Large Rotating Plug Drive Mechanism | 17 Small Rotating Plug Drive Mechanism |
| 2 Door Valve                          | 18 Freeze Seal (S.R.P.)                |
| 3 Small Rotating Plug                 | 19 Freeze Seal (L.R.P.)                |
| 4 Large Rotating Plug                 | 20 Reactor Pit                         |
| 5 Pedestal Cooling Path               | 21 Dip Plate                           |
| 6 Pedestal                            | 22 Control Rod Guide Column            |
| 7 Aux Coolant Inlet                   | 23 S/A Outlet Thermocouple             |
| 8 Main Coolant Inlet                  | 24 Main Coolant Outlet                 |
| 9 Concrete Shield                     | 25 In-Vessel Storage Rack              |
| 10 Stabilizer                         | 26 Core                                |
| 11 Irradiation Pot                    | 27 Core Support Structure              |
| 12 Carbon Steel Shield                | 28 Core Support Structure              |
| 13 Lateral Support                    | 29 Leak Jacket                         |
| 14 Graphites                          | 30 Reactor Vessel                      |
| 15 In-Vessel Transfer Machine         | 31 Guard Vessel                        |
| 16 Control Rod Drive Mechanism        | 32 Concrete Shield Cooling Gas Inlet   |

THERMAL CHARACTERISTICS (50 MW Operation)

Thermal power (prim. core)	
whole core	50MW
core region	45.5MW
radial blanket region	3.4MW
axial blanket region	1.1MW
Power density (ave./max.)	
core region	547/934W/cm <sup>3</sup>
radial blanket region	5.25/90.1W/cm <sup>3</sup>
Thermal flux (nominal)	
core region average	5.4x10 <sup>5</sup> kcal/h-m <sup>2</sup>
radial blanket average	1.4x10 <sup>4</sup> kcal/h-m <sup>2</sup>
Coolant flow	
whole core	2200 ton/h
core fuel region	450 kg/sec
radial blanket region	100 kg/sec
leak flow	54 kg/sec
Fuel clad temperature (nominal)	
reactor vessel inlet	370°C
reactor vessel outlet	435°C
Fuel Clad temperature (nominal)	
core fuel	500.4°C
radial blanket fuel	458.4°C
Fuel pellet temperature (nominal)	
core fuel	1315°C
radial blanket fuel	760°C

NUCLEAR CHARACTERISTICS (DESIGN PARAMETERS)

Component ratio (Fuel/coolant/structure)	
core fuel region	38/41/20
radial blanket region	48/33/18
axial blanket region	38/41/20
Core fuel	
material	PuO <sub>2</sub> -UO <sub>2</sub>
pellet density	10.3 g/cm <sup>3</sup> (93.5% T.D.)
Pu enhancement	17.7 w/o
U <sup>235</sup> enrichment	23%
Pu isotope ratio (239/240/241/242)	76.6/23.4
Blanket fuel	
material	UO <sub>2</sub>
pellet density	10.3 g/cm <sup>3</sup> (94% T.D.)
U isotope ratio (235/238)	0.2/99.8 v/o
Fuel inventory (core region)	
PuO <sub>2</sub>	160 kg (140 kg Pu)
UO <sub>2</sub>	743 kg (650 kg U)
Average core flux	1.33x10 <sup>15</sup> n/cm <sup>2</sup> sec
Average energy of core flux	256 keV
Breeding ratio	1.01
Maximum burnup	50,000 MWD/ton
Effective delayed-neutron fraction	0.005
Prompt neutron life time	2.8x10 <sup>-7</sup> sec
Power coefficient	~-8.1x10 <sup>-5</sup> Δk/k/MW
Excess reactivity (250°C)	
temperature override	1.0 %Δk/k
burnup margin	1.0 %Δk/k
control margin	0.5 %Δk/k
Total worth of 6 control rods	~12 %Δk/k

REACTOR CORE

Core height	600 mm
Core diameter (equivalent)	731 mm
Core volume	251 l

JOYO

MAIN CHARACTERISTICS OF COOLING SYSTEM (50MW Operation)

PRIMARY COOLING SYSTEM

Primary coolant	sodium
Number of loops	2
Flow rate per loop	1086 ton/h
Heat exchanger inlet temperature	435°C
Heat exchanger outlet temperature	370°C
Total sodium weight	123 ton
Piping layout	double wall type
Piping material	SUS304
Piping diameter	20-22B
Primary pump	
number of pumps	2
type of pump	centrifugal type
rated head	70mNa
height	6400mm
casing diameter	1200mm
rated revolution	930rpm
motor capacity	330kW
pony motor	2.2kW
Intermediate Heat Exchanger	
number of IHX	2
type of IHX	shell and tube
height (A/B)	6940/6310mm
heat transfer surface (A/B)	3x4/356m <sup>2</sup>
tube dimension (A)	15.9mm O.D.
tube dimension (B)	1.1mm t

tube dimension (B)	2835 tubes
heat transferred	22.2mm O.D.
pressure drop (primary)	1.2mm t
(secondary)	1812 tubes
	50MW/unit
	590mmNa
	2400mmNa

SECONDARY MAIN COOLING SYSTEM

Secondary coolant	sodium
Number of loops	2
Flow rate per loop	1086 ton/h
Air blast cooler outlet temperature	248°C
Total sodium weight	73 ton
Piping material	STPA 24
Piping diameter	12B
Secondary pump	
number of pumps	2
type of pump	centrifugal
rated head	35mNa
rated revolution	975rpm
motor capacity	180kW

AIR BLAST COOLER

Number of cooler	2/loop
Type	forced air with multi fin tube

Heat transfer surface	1225m <sup>2</sup>
Air flow	7380m <sup>3</sup> /min
Heat capacity	25MW/unit
Blower capacity	409kW
Blower revolution	585rpm

AUXILIARY COOLING SYSTEM

Number of loops	1
Heat removal capacity	2.6MW
Primary loop pump	linear induction type
pump head	18mNa
rated flow	56.5 ton/h
Secondary loop pump	linear induction type
pump head	56.5 ton/h
rated flow	45mNa
Intermediated heat exchanger	
heat transfer surface	20m <sup>2</sup>
Air blast cooler	forced air with multi fin tube
heat transfer surface	210m <sup>2</sup>
air flow	890m <sup>3</sup> /min

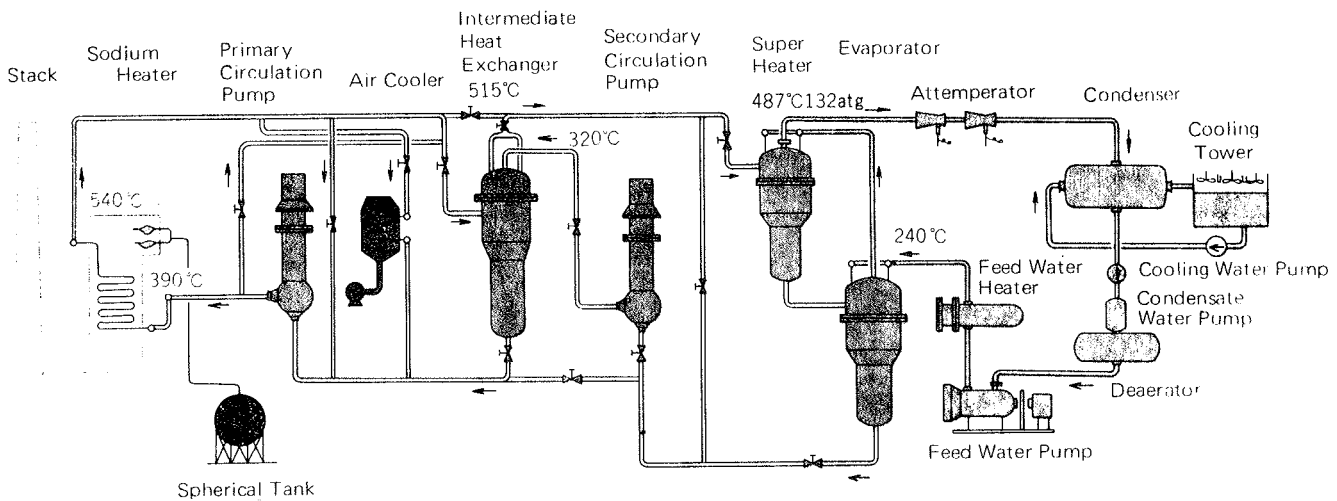
PRIMARY OVER FLOW SYSTEM

Tank volume	25m <sup>3</sup>
Coolant flow	11 ton/h

JOYO:n välittömässä läheisyydessä on useita laboratorioita, joissa tutkitaan natriumteknologiaa ja FBR:n turvallisuuden liittyviä kysymyksiä. Kaikki JOYOn komponentit on täällä etukäteen testattu oikeissa toimintaolosuhteissa, tällä hetkellä kehitystyön kohteena on nopea 300 MW<sub>e</sub>:n hyötöreaktori MONJU, joka käynnistyy vuosikymmenen puolivälin tienoilla.

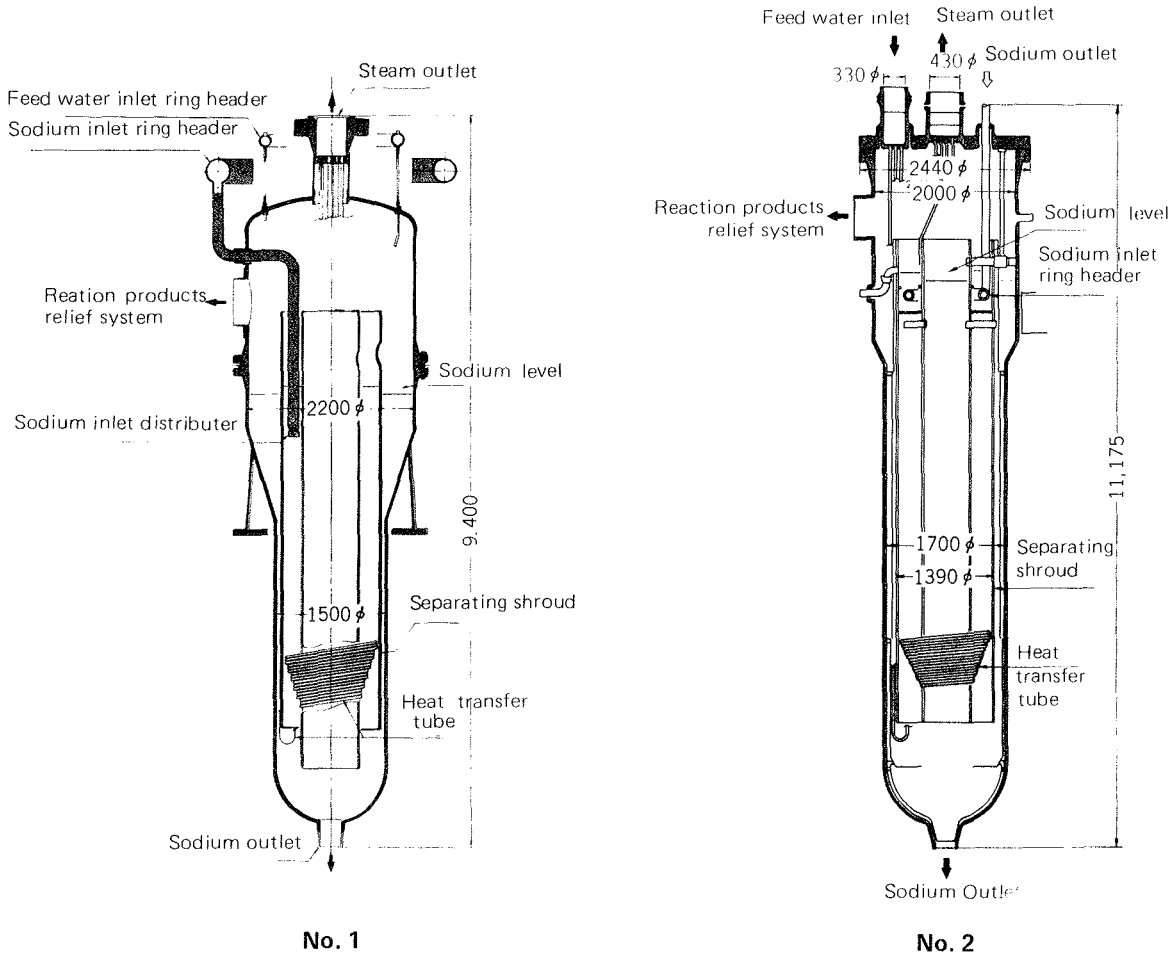
Tärkein edellämämainituista laboratorioista on höyrystinten kehitystyöhön ja testaukseen rakennettu 50MWSG Test Facility. Toimintaolosuhteet, lähinnä natriumin lämpötilat, vastaavat MONJUa, reaktorin sijasta natrium lämmitetään luonnonkaasulla, jota kuluukin 130 tonnia päivässä.

Flow Diagram of 50MWSG Test Facility

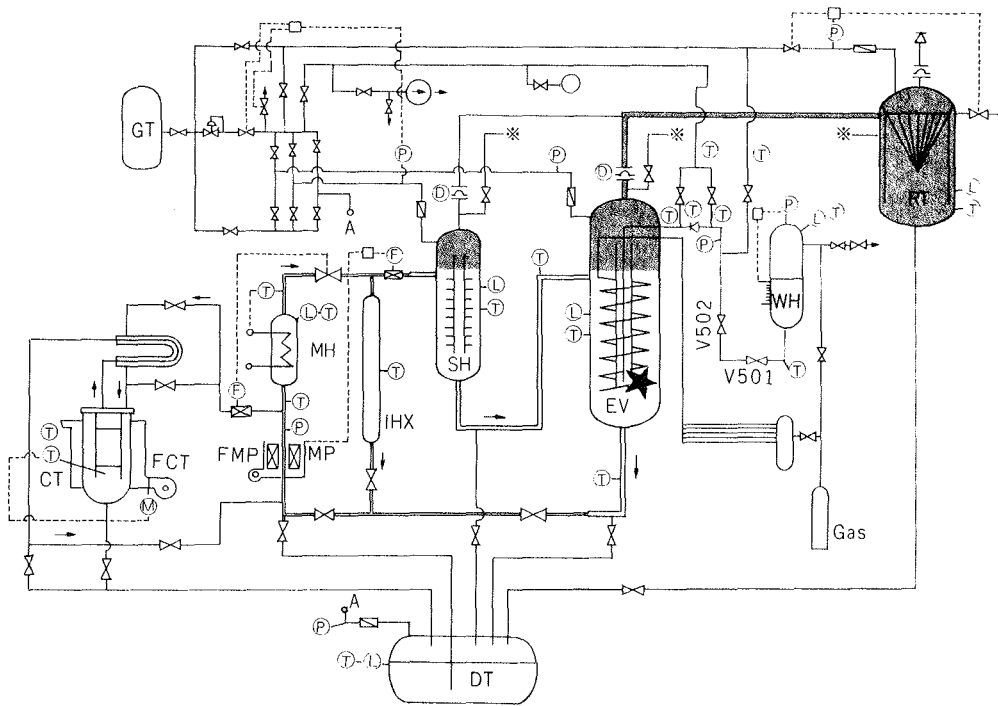


Tähän mennessä on toiminnallisia testejä suoritettu erityisesti kahdella 50 MW:n höyrystimellä: No.1 on Hitachin ja No.2 Mitsubishin valmistama. Molemmat muistuttavat melkoisesti sitä höyrystinratkaisua, johon SUPER-PHENIXissä on päädytty (myöhemmin).

Toiminnallisten testien lisäksi suoritetaan höyrystinvikoihin liittyviä kokeita, erityisesti tutkitaan natrium/vesi-reaktiota vuototilanteissa. Tästä esimerkkinä oheinen SWAT-3 laitteisto, jolla lähes luonnollisessa koossa pyritään osoittamaan MONJU:n höyrystinten turvallisuus vuototilanteissa.



**Structural Diagram of Steam Generator**



**Diagram of SWAT-3**

EV: Model evaporator (Reaction vessel)	[1300φX6400H]	DT: Damp tank	[2500φX4200φ]
SH: Model superheater	[800φX4000H]	RT: Reaction products tank	[3000φX6000H]
IHX: Model intermediate heat exchanger	[200φX4500H]	CT: Cold trap	[800φX2600H]
MH: Main heater (Sodium heater)	[500φX2000H]	WH: Water heater	[800φX3500H]
GT: Gas reserver	T: Temperature	P: Pressure gauge	L: Liquid level gauge
		F: Flowmeter	

MONJU:n jälkeen japanilaisten tarkoituksena on rakentaa 1000...1500 MW<sub>e</sub>:n nopea demonstraatioreaktori, joka valmistuisi 90-luvun alkupuolella. Ensimmäisten kaupallisten nopeiden hyötöreaktorien rakentaminen alkaisi sitten suunnilleen samoihin aikoihin, joten ne käynnistyisivät ehkä ennen vuosituhannen vaihdetta.

#### Raskasvesihidasteinen koereaktori FUGEN; vierailu 8.4.1980

FUGEN sijaitsee Japanin länsirannikolla, siis Japaninmeren puolella, todella luonnonkauniilla niemellä Tsurugan kaupungin läheisyydessä. Samalla laitosalueella toimii 350 MW:n BWR (TSURUGA-1), rakenteilla on 1160 MW:n PWR ja nopea hyötöreaktori MONJU:nkin tulee aivan läheisyyteen.

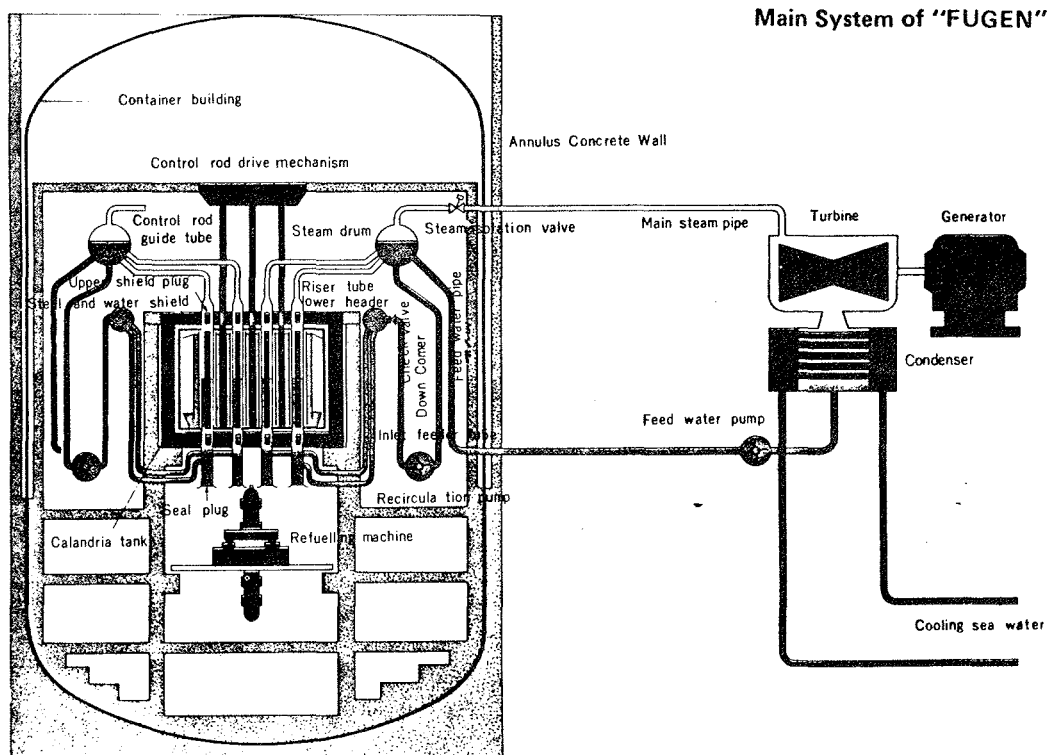
FUGEN on 165 MW:n raskasvesihidasteinen kevytvesijäähdytteinen paineputkireaktori, joka toimii kiehutusvesimoodissa. Jäähdytvesi kiehuu siis reaktorin sydämessä ja syntyvä höyry johdetaan turbiiniin, kuten BWR:ssa. Oheisesta periaatekaaviosta nähdään, että FUGEN muistuttaa ratkaisuiltaan läheisesti englantilaista SGHWR:ia, tämä samankaltaisuus jatkuu myös monissa yksityiskohdissa. Ehkä tärkein ero on polttoaineessa: FUGENissa polttoaineen rikastusaste on alhaisempi (n. 1,5%) ja UO<sub>2</sub>:n joukkoon on sekoitettu PuO<sub>2</sub>:ia (toistaiseksi tosin vain kokeilumielessä pienehköjä määriä).

FUGENista on kehitelty edelleen 600 MW:n demonstraatiolaitosta, jonka periaatesuunnittelu saatiinkin päätökseen jo viime vuonna ja yksityiskohdat selvinnevät tämän vuoden kuluessa.

**Design Data of "FUGEN"**

Reactor type	Heavy water moderated, boiling light water cooled, pressure tube type
Output	
Gross thermal output	557MWt
Gross electrical output	165MWe
Core	
Core height	3,700mm
Core diameter	4,050mm
Lattice	240mm square
Number of fuel channels	224
Fuel inventory	39tons
Moderator (heavy water) inventory	86tons
Moderator temperature	68°C
Fuel	
Fuel material	Slightly enriched (1.5%) UO <sub>2</sub> and slightly plutonium-mixed oxide PuO <sub>2</sub> -UO <sub>2</sub>
Pellet diameter	14.4mm
Cladding material	Zircaloy-2
Cladding thickness (min.)	0.80mm
Fuel assembly	28 rods cluster
Nominal element spacing	2.1mm
Total length of fuel assembly	4,388mm
Pressure tube	
Material	Zr-2.5% Nb alloy
Inside diameter	117.8mm
Thickness	4.3mm
Calandria tube	
Material	Zircaloy-2
Thickness	1.9mm
Primary coolant system	
Coolant pressure in steam drum	68kg/cm <sup>2</sup>
Coolant temperature in steam drum	284°C
Coolant flow rate	7,600tons/hr
Steam exit quality (mean)	14%
Number of cooling loops	2
Turbine system	
Steam pressure	63.5kg/cm <sup>2</sup>
Steam temperature	279°C
Steam flow rate to turbine	910tons/hr

FUGEN



TUTUSTUMINEN ISHIKAWAJIMA-HARIMA HEAVY INDUSTRIES (IHI)  
YOKOHAMAN TEHTAISIIN 31.3.1980

1. IHI Yokohaman tehtaot

Yhtiö, joka on perustettu 1853, sijaitsee noin tunnin ajomatkan päässä Tokion keskustasta etelään. Tänäpä se työllistää 37 000 työntekijää. Yhtiön vuotuinen kokonaisliikevaihto oli vuonna 1977 625 Mrd jeniä (n. 10 Mrd mk), josta määrästä noin 57 % muodostuu raskaan konepajateollisuuden tuotteista, 37 % laivanrakennuksesta ja 6 % suihkumoottoreista. Yokohaman tehtaot on jaettu neljään pääyksikköön: raskas konepaja, laivanrakennustelakka, ydinvoimalaitoskomponenttitehdas ja tutkimuslaitos.

2. Isännät

IHI:n puolesta keskusteluihin ja tehdaskierroksen opastukseen osallistuivat seuraavat henkilöt:

Makio Amano	General Manager, Nuclear Power Division
Ejo Ando	Manager, Equipment Design Department
Kugao Nojima	Manager, Plant Engineering Department
A. Shindoh	Manager, Nuclear Equipment Department
Munemitsu Fukagawa, Dr. Eng.	Deputy Manager, Metallurgical Department, Research Institute
Heiji Takagi	Deputy Manager, Heavy Vessel Workshop
Kyozo Tomita	Deputy Manager, Quality Assurance Department
Akio Fuji	Research Engineer, Metallurgical Department, Research Institute
Yasua Shinohara	Engineer, Production Engineering Dept.
Katsuhiko Tokunaga	Engineer, Piping & Heat Exchanger Workshop
Hisao Wakamatsu	Engineer, Plant Engineering Department

3. Ydinvoimalaitoskomponenttien tuotanto

Ydinvoimalaitoskomponenttitehdas, joka perustettiin 1969 raskaiden yvl-komponenttien valmistukseen, on hallipinta-alaltaan 59 000 m<sup>2</sup> jakautuen kolmeen raskaaseen ja kahteen kevyeen tuotanto-osastoon. Työntekijämäärä on noin 1 300. Tehtaan päätuotteet ovat:

- reaktoripaineastiat (pääasiassa BWR, myös PWR valmius),
- kontainmentit ja linerit,

- lämmönsiirtimet ja säiliöt,
- putkistot,
- radwaste-järjestelmät, sekä lisäksi
- kemian-, öljynjalostus- ja terästehtaiden raskaat laitteet.

Komponentti- ja laitevalmistuksen ohella tehtaalla aktiviteettiin kuuluu suunnittelutyö ja jännitysanalyysilaskelmat, ainettarikomattomien kokeiden suorittaminen, sekä laitospaikalla suoritettavat kokoamis- ja asennustyöt.

Lämpökäsittely voidaan suorittaa yhtenä kappaleena 9,4 (halk.) x 20 (pit.) m kokoiselle paineastialle. Tehtaalla on 8 000 tonnin puristin ja 3 000 tonnin taivutuspuristin, jolla kyetään taivuttamaan 300 mm:n paineastian vaippalevyjä.

Putkistojen valmistuksessa on keskitytty mahdollisimman pitkälle vietyyn esivalmistukseen automatisoidulla valmistuslinjalla. Tällöin päästään soveltamaan pitkälle kehitettyjä automaattisia hitsauskoneita, jotka takaavat paremman hitsaustuloksen, sekä mahdollisuuden hitsausseamojen tarkastamiseen jo tehtaalla. Putkistolinjalla valmistetaan primääri- ja apujärjestelmien putkistolementtejä sekä ruostumattomasta että hiiliteräksestä.

#### 4. Hitsausmenetelmät ja materiaalit

Paksuseinäisten paineastioiden hitsauksessa on käytetty kapearailohitsausta (narrow cap welding), jolla sekä hitsausaikaa että -kustannuksia on kyetty pienentämään. IHI on kehittänyt tästä jauhekaarihitsausmenetelmän (narrow cap submerged arc welding), jossa ongelmana ollut kuonanpoisto hitsausrailosta on kyetty ratkaisemaan löytämällä optimaaliset hitsausolosuhteet. Menetelmässä käytetään tavanomaista jauhekaarihitsauskoneetta ja pulverilähdettä. Hitsausmenetelmällä saavutetaan seuraavat tärkeät edut:

- helppo kuonanpoisto
- kovera palon muoto ilman työstöä
- ei kuumahalkeamia
- hyvät saosmetallin mekaaniset ominaisuudet
- mukautuvuus monenlaisiin hitsausolosuhteisiin

Seuraava taulukko kuvaa tyypillisiä hitsausolosuhteita, sekä kuvista 1 ja 2 ilmenee tyypilliset railon muodot.

#### EXAMPLE OF WELDING CONDITIONS

TECHNIQUE	SINGLE ELECTRODE	TANDEM ELECTRODE
SIZE OF ELECTRODE	4.0MM DIAMETER	3.2MM DIAMETER
TYPE OF CURRENT	AC	AC
PREHEAT TEMP.	150°C MIN.	150°C MIN.
INTERPASS TEMP.	260°C MAX.	260°C MAX.
WELDING CURRENT	450 ~ 650 A	450 ~ 520 A
VOLTAGE	27 V	25 ~ 28 V
TRAVEL SPEED	26 ~ 30 CM/MIN.	45 ~ 55 CM/MIN.
WELDING SEQUENCE	TWO PASSES PER LAYER	ONE PASS PER LAYER

Toisena hitsausmenetelmänä esiteltiin sähkökuonapäällehitsaus (Electroslag overlay welding, ESW) paineastioiden vuoraukseen. Menetelmä on IHI:ssä havaittu muita päällehitsausmenetelmiä paremmaksi. ESW-menetelmässä käytetään hyväksi järjestettyä magneettikenttää estämään magneettinen puhallus hitsauksen aikana. Normaalia sähkökaarta ei synny elektrodin ja kappa-  
leen väliin, koska sulalla kuonalla on korkea sähkövastus, jolloin kuonan lämpötila (n. 2 000 °C) sulattaa hitsauselektro-  
din. Periaate käy ilmi kuvista 3 ja 4.

ESW-menetelmän ominaispiirteet ovat:

- alhainen seostuminen (5-15 %)
- alhaiset kaasupitoisuudet
- jouhea hitsin liittyminen perusaineeseen
- sulan hitsin kiinteytyminen on paljain silmin havaittavissa
- sulatuslämmön aikaansaaminen sulan kuonan avulla.

Paineastioiden päällystykseseen hitsataan yksi kerros 150 mm:n levyisellä elektrodilla.

Paineastiamateriaalina todettiin edelleen käytettävän A 533:a BWR-paineastioiden suuren koon ja tämän teräksen hyvän iskusitkeyden vuoksi. Runsaammin seostetun A 543:n osalta on suoritettu runsaasti tutkimuksia, joiden tulokset eivät kuitenkaan vielä ole julkisia.

## 5. Tehdaskierros

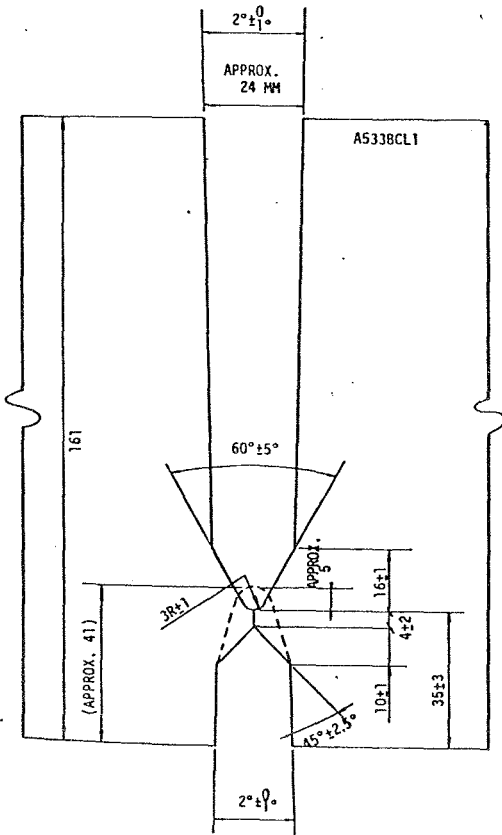
Tehdaskierroksen aikana tutustuttiin paineastioiden valmistuslinjaan, primääripiirin putkien päällehitsaukseen ja putkistovalmistuslinjaan. Raskaalla valmistuslinjalla työn alla oli yhden BWR-paineastian vaippalevyjen taivutus ja esityöstö sekä BWR-kontainmentin osien työstö ja kokoonhitsaus. Hitsausseamat kyetään tarkastamaan 300 mm:iin asti 12 MeV lineaarikiihdyttimellä.

Putkien päällehitsauslinjalla oli meneillään primääripiirin putkien päällystys jauhekaarhitsauksella. Hitsauksessa käytetään 75 mm:n elektrodia, joka hitsataan spiraalin muotoon siten, että vaippa peittyy kahdella rinnakkaisella päällehitsausnauhalla. Putket päällystetään yhdellä kerroksella. Alle 500 mm:n putket päällystetään MIG-hitsauksella.

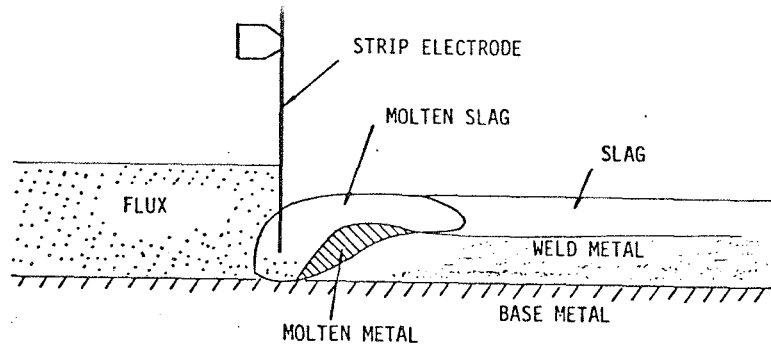
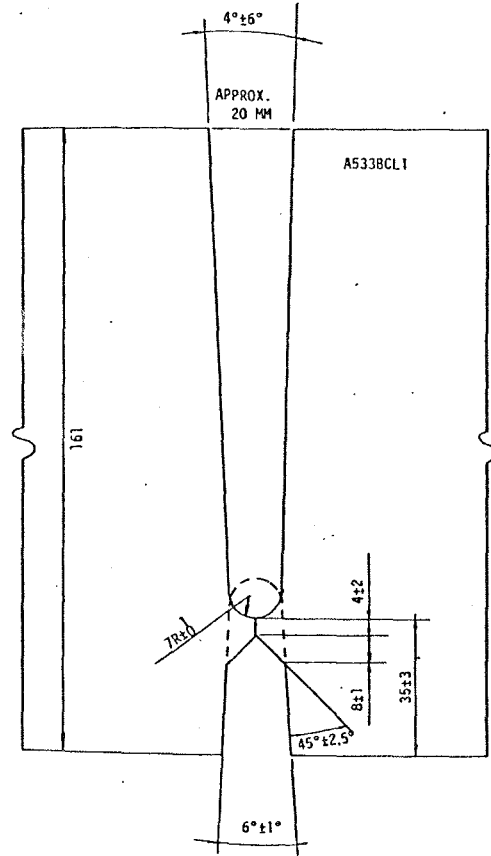
Putkistovalmistuslinjalla, jolla valmistetaan myös muita prosessilaitosten putkistoja, oli havaittavissa huomattavaa tyhjäkäyntiä. Pitkälle automatisoidun valmistuslinjan ansiosta kyetään putkistojen kokonaiskustannuksissa 40 %:in säästöön. Putkilinjalla oli käytössä IHI:n omat automaattiset hitsauskoneet.



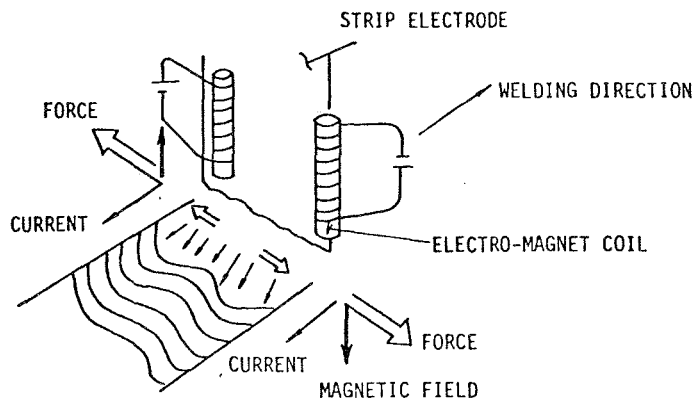
KUVA 1 TYPICAL EDGE PREPARATION FOR SINGLE SAW PROCESS



KUVA 2 TYPICAL EDGE PREPARATION FOR TANDEM SAW PROCESS



KUVA 3 SCHEMATIC ILLUSTRATION OF ELECTROSLAG OVERLAY WELDING PROCESS



KUVA 4 SCHEMATIC ILLUSTRATION OF INDUCED MAGNETIC FIELD

Ami Rastas

Hitachi, Ltd; Hitachi Works, Rinkai Works ja Ohmika Works

Hitachi on ollut mukana kymmenen BWR:n rakentamisessa, neljän kohdalla päätoimittajana.

Vuonna 1975 "Ministry of International Trade and Industry" (MITI) perusti komitean "LWR Improvment and Standardization Study Committee", jonka tehtävät liittyivät seuraaviin alueisiin:

- henkilökunnan säteilyannosten pienentäminen,
- käytön ja kunnossapidon tehokkuuden parantaminen,
- laitteiden ja materiaalien luotettavuuden parantaminen,
- laitosten ja laitteiden standardisointi.

Hitachi ja Toshiba ovat olleet kiinteästi mukana kyseisen komitean toiminnassa.

Hitachi (samoja kuin muutkin japanilaiset laitostoimittajat) käyttävät erittäin paljon pienoismalleja lay-out suunnittelussa. Tavoitteena on päästä kokonaan eroon isometrisistä piirustuksista. Suunnittelu- ja rakentamisvaiheen jälkeen pienoismalleja käytetään laitoshenkilökunnan koulutukseen.

QA-toiminnan periaatteet perustuvat amerikkalaiseen käytäntöön.

BWR'ien suojarakennukset ovat joko MARK I- tai MARK II -tyyppiä. Ne on kuitenkin tehty väljemmiksi (leveämmiksi) kuin vastaavat alkuperäiset amerikkalaiset tyypit. Runsaampi tilankäyttö on eräänä syynä siihen, että vuotuiset henkilökunnan säteilyannokset ovat pienempiä kuin amerikkalaisissa BWR-laitoksissa.

Hitachilla on koelaitteisto sydämen ruiskutusjärjestelmän toiminnan tutkimista varten. Pääasiallisena tavoitteena on selvittää ruiskutusvirtauksen jakautumista polttoainekanaviin. Ilma - vesi -kokeet aloitettiin kesällä 1979. Tällä hetkellä on menossa höyry-vesi-kokeet. Tutkimusprojektin budjetti on noin 10 milj. US\$.

Hitachin rakentamissa laitoksissa ei ole esiintynyt jännityskorroosion aiheuttamia säröjä (stress corrosion cracking, SCC) ruostumattomissa teräsputkissa. Toshiba:n rakentamissa laitoksissa on säröjä ollut. SCC:tä tutkitaan Japanissa laajan yhteisprojektin puitteissa. Seuraavia toimenpiteitä on tehty SCC:n estämiseksi:

- On kehitetty ja otettu käyttöön uusia vähemmän hiiltä sisältäviä teräslaatuja.
- Hitsaus ja lämpökäsittelymenetelmiä on parannettu.
- Reaktoriveden happipitoisuuden kiinnitetään erityistä huomiota. Reaktoriveden happipitoisuuden pienentämiseksi käynnistyksen aikana poistetaan ilma paineastiasta lauhduttimen tyhjäpumpujen avulla. Normaalikäytön aikana pidetään happipitoisuus arvossa 0,1 ppm syöttämällä reaktoriveteen happea. Kyseinen happipitoisuus tarvitaan oksidikerroksen ylläpitämiseksi.

Kuormanseurantakäyttötapaa ei Japanissa ole toistaiseksi aloitettu. Tavoitteena on päästä siihen muutaman vuoden sisällä. Yleisesti katsottiin tarvittavan parannuksia polttoaineen rakenteeseen ennen kuormanseurantakäytön laajempaa toteutusta.

Japanilaisten ydinvoimalaitosten vuosiseisokit ovat olleet yllättävän pitkiä (noin kolme kuukautta). Tämä on myös eräänä syynä suhteellisen

huonoihin käytettävyysslukuihin. Japanilaisten mukaan pitkä seisokki johtuu erilaisia tarkastuksia koskevista tiukoista viranomaismääräyksistä. Tävoitteena on saada vuosiseisokki lyhennettyä 70 vuorokauteen.

Hitachi on kehittänyt nopean sipping-laitteiston, jolla voidaan tarkastaa 16 polttoainenippua kerrollaan. Tarkempi kuvaus laitteistosta on esitekansiossa.

Polttoaineen valmistusta varten ovat GE, Toshiba ja Hitachi perustaneet vuonna 1971 yhtiön Japan Nuclear Fuel Co., Ltd. (JNF). Polttoaineen edelleenkehitystä varten on Hitachin ja Toshibaan toimesta perustettu yhtiö Nippon Nuclear Fuel Development Co., Ltd.

Hitachin edustajat olivat hyvin yllpeitä uudesta BWR:n valvonta- ja ohjausjärjestelmästä NUCAMM-80. Sen suunnittelussa on kiinnitetty erityistä huomiota inhimillisten virhemahdollisuuksien eliminointiin. On-line -tietokonetta on käytetty valvontatehtäviin normaalia enemmän ja monipuolisemmin. Yhtenä erikoisuutena voidaan mainita, että järjestelmä ilmoitti tarvittavista ohjaustoimenpiteistä viehkeällä naisäänellä. Itse valvomopulpetti vaikutti ergonomisesti erittäin hyvin suunnitellulta.

Hitachin edustajien mukaan heidän laitostensa neutronitehossa olevan kohinan huipusta huippuun mitattu arvo on enintään 3...4 % (uusissa jopa 1...2 %). He ovat pystyneet pienentämään kohinaa muuttamalla jet-pumppujen suuttimen asentoa ja tekemällä muutoksia pääkiertopumppujen ja moottorien välisiin kytkimiin. Hitachilta saadut kohinatiedot poikkesivät kuitenkin laitosyksiköllä Tokai 2 saaduista tiedoista.

Hitachin (myös Toshiba) edustajat tuntuivat arvostavan kovasti pari vuotta sitten GE:n, AA:n, Hitachin ja Toshibaan perustamaa yhteistyöelintä "BWR Development Board"ia, jonka tehtävänä on kehittää "advanced BWR".

R

I Kianne/UK

21.5.1980

SUOMEN ATOMITEKNILLISEN SEURAN KÄYNTI HITACHI CITYSSÄ 3.4.1980

Tehdaskäynti turpiinitehtaalla (Hitachi Works)

1

Yleistä

Tehdas käsittää kolme vierekkäistä hallia, joiden välillä on pilaririvit katon ja hallinosturien kannatusta varten. Kunkin hallin leveys on noin 30 m ja pituus 200 m. Halleissa oli rakenteilla 785 MW:n ja 1000 MW:n konventionaalisia höyryturpiineja, kaasuturpiineja sekä Fransis-tyyppisiä vesiturpiineja ja peltonpyöriä. Koekuopassa oli yhden vesiturpiinin tehdaskoestus käynnissä. Lisäksi suoritettiin koepöydällä höyryturpiinin staattista tasapainotusta. Hallissa oli vielä vaurioitunut höyryturpiini korjattavana. Laitteet ja koneet oli järjestetty siten, että niiden ympärillä oli runsaasti tilaa. Yleisvaikutelma oli väljä ja siisteys erinomainen.

2

Teknillisiä havaintoja

Höyryturpiinien korkeapaineosan siipien reunoissa japanilaiset käyttivät niitattuja siteitä. Tyypillisestä eurooppalaisesta rakenteesta poiketen ko panta on eurooppalaista paksumpi ja niitin kantaa varten oli sorvattu kolo, jolloin niitin pannan yläpuolelle jäävä tyssätyy osa voidaan sorvata pois. Niittiratkaisusta on pyritty Euroopassa luopumaan liitoksen epäsäännöllisyyden johdosta. Kyseessä olevaa ratkaisua ei ole käytetty esim. Imatran Voima Oy:n Inkoon voimalaitoksella.

Höyryturpiinin matalapaineosassa japanilaiset käyttävät sidevan-teita, mikä poikkeaa saksalaisten käyttämästä vapaasti seisovasta konstruktiosta. Tuenta oli tehty rakenteella, joka jäykistää siivet täysiin kierroksiin päästäessä.

Koneet oli todennäköisesti valmistettu amerikkalaisten General Electric'n lisenssin mukaan. Kukin pesä oli tuettu omalla kannatuslaakerilla, joka lisää rakenteen pituutta.

Osesto tai toimipaikka

Leatija

Paivamaara

Asiatunnus

V

P Niemi/LG

30.4.1980

Jakelu	Tarkastanut	Paivamaara
	Hyvaksynyt	Paivamaara
	Voimassa	

## HITACHI, RINKAIN TEHTAAT

Rinkain tehtaot kuuluvat hallinnollisesti Hitachin tehtaaisiin. Tehdashalli on tavanomainen levyjen hitsaushalli, joka on erikoistunut suurten paineastioiden (ei paksuseinäisten) kuten reaktorin kontainmenttien ja lämmönvaihtimien valmistukseen. Tällä tehtaalla suoritetaan vain levyjen hitsaukset, hionnat, NDT-tarkastukset (tunkeumaväri-, magneettipulveri- ja radiograafiset tarkastukset) sekä hiekkapuhallus ja maalaus. Työn alla oli Fukushima II-2:n (BWR-1100 MW) Mark II -tyyppinen kontainmentin yläosa (sylinteriosa oli jo asennuspaikalla). Kontainmentin korkeus on 48,8 m ja materiaalina SGV 49. Hitsausmenetelminä käytettiin MIG-hitsausta ja kaarihitsausta. Suurin lohko, joka tehtaalta voidaan kuljettaa ja asentaa on halkaisijaltaan  $\varnothing$  12 m ja paino 100 ton.

Mitään teknillisesti erikoista tai normaalista levy-pajasta poikkeavaa työlaitette tai menetelmää ei havaittu.



Antti Piirto

1 (3)

TVO

## HITACHIN OMIKAN TEHTAAT

Hitachin Omikan tehtaot valmistavat mm. voimalaitoksien valvomolaitteita, raskaan teollisuuden ja prosessiteollisuuden säätöjärjestelmiä sekä kaupunki- ja rautatieliikenteen ja ilman saastumisen valvontajärjestelmiä.

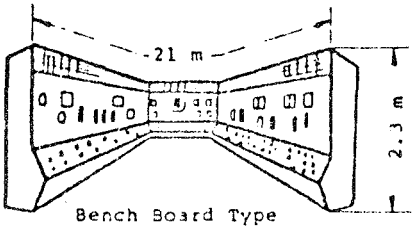
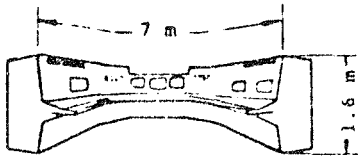
Tehtaitten yleisesittelyn suorittivat pääjohtaja S. Izawa ja apulaisjohtaja K. Mizuno. Kiertokäynnin aikana tutustuttiin Hitachin kehittämään uudentyyppiseen ydinvoimalaitoksen ohjaus- ja valvontajärjestelmään NUCAMM-80 (Nuclear Power Plant Control Complex with Advanced Man-Machine Communication) sekä elektroniikkakorttien automatisoituun valmistus- ja testauslaitteistoon.

Japanin ydinvoimalaitostoimittajat ovat alkuvaiheessa turvautuneet amerikkalaisiin yhtiöihin (GE, Westinghouse). Tästä johtuen ydinvoimalaitoksien valvomoissa on käytetty tyyppillisiä amerikkalaisia ratkaisuja. Ydinvoimalaitosyksikköjen koon kasvaessa on valvomolaitteisto laajentunut, jolloin ohjaus- ja valvontatoimenpiteitten suorittaminen on vaikeutunut. Ohjaajilta vaaditaan näin ollen aikaisempaa enemmän taitoa laitoksen käyttötilan arvioimiseksi nopeasti ja tarkasti. NUCAMM-80:n tarkoituksena on helpottaa ohjaajan työtä. Laitoksen käytettävyyden parantamiseen on pyritty siten, että NUCAMM-80 havaitsee varhaisessa vaiheessa laitoksen epänormaalien käyttäytymisten, paikallistaa vian, ilmoittaa vian mahdollisen syyn sekä antaa suosituksen korjaavaksi toimenpiteeksi.

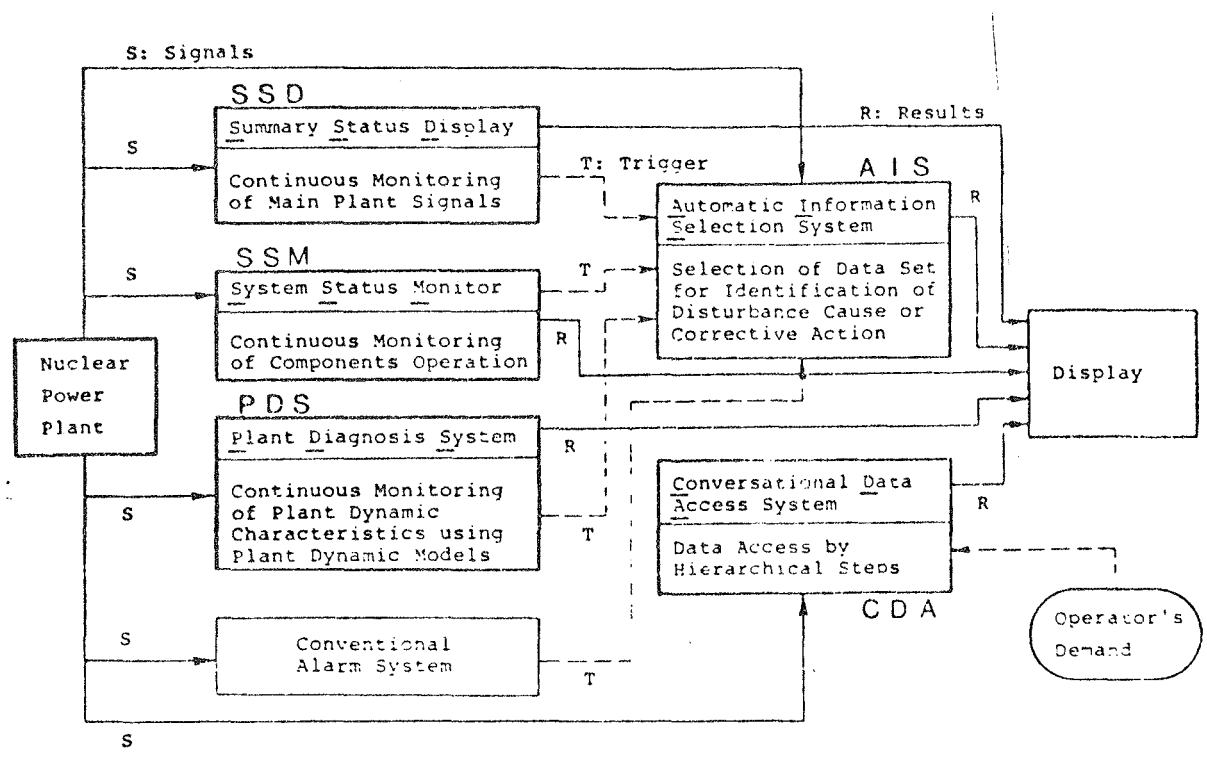
Kuvassa 1 on esitetty tavanomaisen valvomon ja NUCAMM-80:n parempaan ihminen-kone-kommunikaatioon perustuvan valvomon pääpiirteet. NUCAMM-80 tukeutuu neljään tietokoneeseen, joista yksi on varakoneena. Värikuvaputkia on 6 kpl ja automaattisia toimintoja on huomattavasti lisätty. Näin valvomopulpetin kokoa on pystytty oleellisesti pienentämään ja merkkilamppujen sekä ohjauslaitteiden lukumäärää vähentämään.

NUCAMP-80:ssa laitoksen toiminnan valvonta jakaantuu viiteen alajärjestelmään: laitoksen käyttötilan valvonta, järjestelmien toiminnan valvonta, laitoksen toiminnan analysointi, automaattinen tarvittavan tiedon valinta kuvaputkille ja dialogiin perustuva tiedon haku (kuva 2). Valvontajärjestelmän päätarkoituksena on havaita laitoksen epänormaaliin käyttäytymiseen liittyviä ilmiöitä. Käyttöhäiriötapauksessa on pyrkimyksenä rajoittaa häiriön seuraukset mahdollisimman vähäiseksi. Epänormaali käyttäytyminen havaitaan vertailemalla prosessiparametrien todellisia arvoja järjestelmää kuvaavan lineaarisen dynaamisen mallin tai koko laitosta kuvaavan yksinkertaisen mallin antamiin laskennallisiin arvioihin. Vian paikallistamisessa ja korjaamisessa on pyritty yhdistämään ihmisen konetta parempi päätteleyky ja koneen ihmisiä parempi tietojenkäsittelykapasiteetti. Käyttöhäiriöt on jaettu neljään luokkaan mahdollisten seuraustapahtumien haitallisuuden mukaan. Automaattinen esitettävän tiedon valintajärjestelmä näyttää häiriötapauksista niihin oleellisesti liittyvän tiedon värikuvaputkella luokituksen mukaisesti tärkeysjärjestyksessä. Jos kaksi käyttöhäiriötä kuuluu samaan luokkaan, esitetään siihen liittyvät tiedot, jonka parametrin hälytys- tai laukaisuraja on lähinnä.



Item	Conventional Console	NUCAMP-80
Configuration	 <p>Bench Board Type</p>	 <p>Desk-Top Type</p>
Monitoring	Instruments CRTs: 1-2 Indicators: 320 Recorders: 30  Computers: 1 Core Performance Calculation	Instruments CRTs: 6 Indicators: 120 Recorders: 23  Computers: 4 (Multi-Computer System) Core Performance Calculation Prediction of Power Distribution Plant Operation Monitoring (Display of Intensive Information)
Operation	Switches: 600	Switches: 200 Automatic Startup and Shut-down

Kuva 1 NUCAMP-80-valvomon ja tavanomaisen valvomon pääpiirteitä



Kuva 2 NUCAMP-80:n valvontajärjestelmän lohkokkaavio

Voimalaitos-  
osasto

Tauno Rask/KAN

26.5.1980

ATS:n Japanin matka 28.3. - 11.4.1980

KÄYNTI TOSHIBAN TEHTAILLA YOKOHAMASSA 7.4.1980

Toshiban turbiinitehtaat sijaitsevat Yokohamassa osana Keihin tuotantolaitoksista, toisen osan muodostaa Tsurumin tehdas, joka nykyisin tuottaa generaattoreita, suuria sähkömoottoreita ja sähköteknisiä erikoislaitteita.

Turbiinitehtaat sijaitsivat sataman tuntumassa alueella, joka näytti varsin täyteen rakennetulta.

Turbiinitehdas:	alue	6,9 ha
	rak.pinta-ala	6,5 ha

Läntinen turbiinitehdas:	alue	8,7 ha
	rak.pinta-ala	5,9 ha

Tärkeimmiksi tuotteiksi mainitaan:

- höyryturbiinit maalla käyttöön
- kaasuturbiinit maalla käyttöön
- lämmönvaihtimet turbiinilaitoksille
  - lauhduttimet
  - syöttöveden esilämmittimet
  - kaasunpoistimet
  - höyrystimet
  - kosteuden erottimet
  - välitulistimet edellisiin
- putkistot turbiinilaitoksia varten
- höyrynpaineen ja -lämpötilan alennuslaitteistot
- valukappaleet

Iältään Toshiban tehtaot Yokohamassa ovat varsin vanhat, v. 1976 vietettiin 100-vuotisjuhla. Mitä tehtaot alun perin 100 vuotta sitten ryhtyivät tekemään, ei ole tämän raportoijan tiedossa.

Turbiinien tekeminen aloitettiin 1936. 1938 valmistui ensimmäinen 75 MW/1800 k/m höyryturbiini. Tehtaan nimi oli alun perin Ishikawajima Shibaura Turbine Co. Ltd., mutta 1961 se yhtyi Toshiba Corporationiin.

Vuonna 1952 tehtiin lisenssisopimus koskien höyryturbiineja maakäyttöön General Electricin (USA) kanssa ja vuonna 1957 lisenssisopimus BBC:n (Sveitsi) kanssa kaasuturbiinien suhteen.

Toshiba väittää olevansa Japanin johtava ja suurin turbokoneiden valmistaja. Meille annetussa esitteessä, joka on painettu 1979, mainitaan mm. seuraavia lukuja:

tuote	luku- määrä	kokonais- teho
välitulistusturb.	124	43584 MW
ilman välitulist.	90	2080 "
ydinvoimaturb.	7	4470 "
geotermisiä turb.	22	1355 "
erilaisia teoll.turb.	455	6204 "
mekaanisia käyttöjä varten	669	1645 "
	<u>1367</u>	<u>59338 MW</u>

Sama esite mainitsee voimalaitosturbiineille, joissa on välitulistin ja jotka ovat konventionelleja laitoksia varten, seuraavia tehoarvoja ja niitä vastaavia lukumääriä:

1 kpl	1000 MW	ylikriitt.	2-akselinen	50 Hz
6 "	700 "	"	1- "	60 "
6 "	660 "	alikriitt.	1- "	50 "
13 "	600 "	ylikriitt.	1- ja 2- "	50/60 "
10 "	500 "	"	1- "	60

Kaikkiaan on tämän kategorian koneita 124 kpl, kuten edellisestä taulukosta ilmenee.

Mielenkiintoinen on ylikriittisen paineen käyttö kaikissa 500 MW ja sitä suuremmissa koneissa vientiin menneitä koneita lukuun ottamatta. Tämä poikkeaa eurooppalaisesta käytännöstä, missä ylikriittinen paine tuskin on saanut kannattajia viime aikoina huolimatta polttoainekustannusten noususta.

Tarkemman, vuonna 1978 painetun turbiinien toimitusluettelon mukaan on ylikriittinen paine ollut "listalla" alkaen v. 1976 konetehon ollessa 450000 kW, paine 3500 psig (~ 241 bar),  $t = 1000^{\circ}\text{F}$  ( $538^{\circ}\text{C}$ ). Kaikkiaan on samassa luettelossa 34 kpl tuorehöyryn samoil-la paine- ja lämpötila-arvoilla suunniteltua konetta, joiden tehoarvoina on 450, 500, 600, 700 ja 1000 MW. On mielenkiintoista todeta, että eräitä harvoja poikkeuksia lukuun ottamatta nimellinen vastapaine on 1,5 in. Hg, vastaten suunnilleen 0,038 bar abs. Välitulistetun höyryn lämpötila on joko  $1000^{\circ}\text{F}$  ( $538^{\circ}\text{C}$ ) tai  $1050^{\circ}\text{F}$  ( $566^{\circ}\text{C}$ ).

Toinen mielenkiintoinen seikka on kaksiakselisten eli "Cross-Compound" -koneiden runsas käyttö. Ensimmäiset "CC" -koneet on otettu käyttöön 1967 ja tällöin niiden teho oli vain 265 MW yksikköä kohti (so. kahden generaattorin yhteisteho). Ne ovat kokonaishöyryvirran kannalta 4-juoksuisia, pisimmän siiven pituus 23 in. eli 584,2 mm, mikä on kovin lyhyt siipi. Tarvetta "CC" -koneeseen menoon tässä vaiheessa ei ole helppo tajuta. Samoihin aikoihin tilatussa Naantalin 1. yksikössä on 3 juoksua "Tandem Compound" (TC)-järjestelmässä ja 2 juoksussa siiven pituus oli 700 mm ja yhdessä 600 mm, so. pidemmät kuin silloisissa japanilaiskoneissa. Kummassakin tapauksessa on kysymys 50 Hz:n koneesta.

Kaikkiaan on Toshiba tehnyt 22 kpl CC-koneita teholuokissa 1000 MW (1 kpl), 600 MW, 350 MW ja 265 MW. 700 MW koneet ovat kaikki "TC" -koneita, niiden viimeisen asteen siiven pituus on 33,5 in eli 850,9 mm. Tämä on suuruusluokaltaan Inkoon koneiden pisimmän siiven pituus. Japanilaisessa koneessa on 4 juoksua, Inkoon koneissa 2. Tehoa Inkoossa on 266,5 MW, nimellinen vastapaine 0,0392 bar abs. Ilmeisesti lauhduttimeen menevä höyryvirta japanilaisilla on spesifisesti Inkoota pienempi, mikä ylikriittisestä paineesta kysymyksen ollen onkin ilmeistä paremmasta termisestä prosessihyötysuhteesta johtuen.

Kaikki Japanissa näkemämme turbiinitehtaat tekivät aktioturbiineita, so. General Electric Corp.:n lisensillä. Euroopassa on syystä tai toisesta reaktioturbiini saavuttanut viimeisen 10...15 vuoden aikana jonkinlaisen yliotteen, mutta tämä saattaa hyvinkin olla liikkeenjohdollista etevämyyttä eräissä toiminnimissä, eikä sillä ole mitään tekemistä koneen omien ominaisuuksien kanssa.

Mitä konstruktion tulee muuten, niin sitä leimasi eräänlainen vanhoillisuus. On syytä kysyä, johtuuko tämä lisenssinantajan vanhoillisista konstruktioista vai mikä on syytä. Erikoisesti kiinnitti huomiota ylikriittisten koneiden 1. juoksupyörän siipien konstruktio. Ensinnäkin vielä nyt käytettiin niitattua siipipantaa. Länsi-Euroopassa ei sellaista enää näe Brittein saaria ehkä lukuun ottamatta. Itä-Euroopassakin pitää mennä Neuvostoliittoon saakka moista ihmettelemään. Lähemmässä tarkastuksessa kuitenkin ilmeni, että siivet olivat jyrskityt normaaliin tapaan, mutta sen lisäksi oli vielä niitattu siipipanta. Tämä viittaa suuriin lujuusopillisiin vaikeuksiin käytössä, sillä termodynaamisesti, so. 1. siiven hyötysuhteen kannalta sanottu konstruktio on katastrofaalinen.

Vielä pidemmälle oli menty suurissa ylikriittisissä koneissa, joissa oli 1. pyörän höyryvirta jaettu erikoisesti kehitetyssä suutinrenkaassa kahteen osaan ja täten oli 1. siiven pituus saatu puoleen korkeuteen siitä, mitä täydellä höyryvirralla vaadittaisiin. Tätä pidettiin huomattavana tuloksena kehitystyölle, joka oli tarkoitettu ratkaisemaan "jättiläismäisiä" probleemoja turbiinisuunnittelussa. Lujuusopin kannalta päätelmä on varmasti oikea, mutta termodynaamisesti tuhoisa, kuten käydyssä keskustelussa japanilaisten puolelta myönnettiin.

Mielenkiintoinen oli reaktio- ja aktioturbiinien välinen kilpailu periaatetasolla, mikä käy selvästi ilmi myös Toshiba asentajaista. Perustelut aktioturbiinin erinomaisuudesta (Toshiban vaihtoehto) verrattuna reaktioturbiiniin ovat esitemateriaalissa voimakkaasti esillä. Toshiba korostaa voimakkaasti viimeisen siiven suunnittelun merkitystä, vaikeutta ja kalleutta ja väittää omalla, tietokoneen avulla toimivalla suunnittelujärjestelmällään saadun erinomaisia tuloksia. Lyhyellä tehdaskäynnillä ei tietenkään ole mahdollisuuksia arvioida heidän tietokoneohjelmien pätevyyttä, mutta silmämääräinen arviointi viimeisen siiven erinomaisuudesta ei ollut yksinomaan vakuuttava.

Kootuista koneista saattoi päätellä, että laakerivälit olivat koneilla yleensä suuret. Euroopassa pyritään kaikkiin keinoin mahdollisimman lyhyisiin laakeriväleihin ja vastaavasti lyhyisiin koneisiin värinöiden kurissa pitämiseksi ja luonnollisesti kustannussyistä. Japanilaiset koneet voimalaitoksilla vaikuttivat yleensä erittäin suurilta ja varsinkin pitkiltä.

Toshiba ilmoittaa tyypillisessä valmistus- ja asennusohjelmassa suuren höyryturbiinin valmistamisajaksi käyttöönotto mukaan lukien noin 30 kk suunnittelun alkamisesta.

Laadunvarmistukseen, "QA":han, näytetään kiinnitettävän suurta huomiota. Turbiinin valmistuksen seuraavilla vaiheilla on kullakin oma laadunvarmistusaktiiviteettinsä:

- tilauksen vastaanotto
- perussuunnittelu
- detaljisuunnittelu
- laadun tarkkailun suunnittelu
- raaka-aineiden tilaus
- prosessin valvonta
- lopullinen tehdasasennus
- asennus- ja käyttöönottokokeet
- kaupallinen käyttö ja huolto

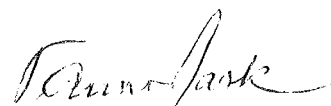
Turbiinitehtaan tuotantokapasiteetista ei allekirjoitaneella ole selvää käsitystä. Toshiba väittää tehneensä puolet Japanin turbogeneraattoreista ja vaikuttaa eräistä esitteiden käyristä päätellen, että 1969...1979 heidän koko tuottamansa kapasiteetti olisi ollut noin 40000 MW. Tämä olisi vain keskimäärin 4000 MW vuotta kohti. Viime vuosina on tuotantokapasiteetti varmasti noussut myös Toshibaa, joten ei liene väärässä, jos väittää kapasiteetin nyt olevan noin kaksinkertainen. Se riippuu myös tilattujen koneiden yksikkötehosta.

Tehtaat näyttivät olevan kohtuullisen tyydyttävässä työllisyystilanteessa. Mistään korkeakonjunktuurista ei täälläkään ollut kysymys. Siisteys oli erinomainen, työtahti näytti hyvältä olematta millään lailla "tap-pava". Työkoneet olivat moderneja, tehtaiden varustus riittävä, mutta ei mitenkään ylivoimainen esim. eräisiin Euroopan mantereen turbiinitehtaisiin verrattuna, pikemminkin päinvastoin. Nimenomaan tasapainotuslaitteet, ylikierroskoestusasema jne. olivat varsin vaatimattomat Toshibaa.

Saadusta kirjallisesta materiaalista ilmenee mm., että Toshiba - poiketen eräistä suurista eurooppalaisista turbiinitehtaista - on erittäin monipuolinen turbiini-valmistaja. Sen ohjelmaan kuuluvat suurimmat "CC"-yksiköt ylikriittiselle paineelle, väliottolauhdutus-turbiinit suurimmista aina 4000 kW:iin saakka, vastapaineväliottoturbiineja ja pelkkiä vastapaineturbiineja niinkin pieniin kokoihin saakka kuin 3650 kW. Lisäksi Toshiba on tehnyt muutaman "märän" höyryn turbiinin japanilaisia ydinvoimalaitoksia varten, mitä taitaa olla 7 kpl.

Yleisenä huomiona tekisi mieli väittää "right or wrong", että konstruktioit vaikuttivat vanhahtavilta, konepajatekniikka hyvältä keskitasolta, siisteys ja ahkeruus erinomaiselta.

Suurin yllätys oli konstuktiivinen jälkeenjääneisyys, minkä saattaa ajatella johtuvan vain siitä, että toimintaan lisenssien eikä omien konstruktioiden pohjalta.





Osasto tai toimipaikka

Laatija

Asiakirjan nimi ja no

Sivu

V

P Niemi/LG

Päivämäärä

Asiatunnus

30.4.1980

1 (3)

Jakelu	Tarkastanut	Päivämäärä
	Hyväksynyt	Päivämäärä
	Voimassa	

**TOSHIBA (ydinvoimalaitosmateriaalit ja komponentit)**

Toshiban edustajat kertoivat seuraavista tutkimuksista:

Jännityskorroosion estäminen

BWP laitoksilla 304-tyyppisen austeniittisen putken hitsin muutosvyöhyke on altis raerajalla jännityskorroosiolle, jonka tiedetään aiheutuvan kolmesta eri tekijästä:

- jännityksistä (hitsauksesta aiheutuneet jäännösjännitykset, käytön aiheuttamat jännitykset, jne.)
- materiaalista (hitsauksen aiheuttamasta herkistymisestä, seosainepitoisuuksista, jne.)
- ympäristöstä (hapestä reaktorivedessä, korroosiotuotteista, jen.)

Näiden eri tekijöiden vaikutusta on pyritty eliminoimaan erilaisin menetelmin. Nyt esiteltiin jäännösjännitysten vaikutusten eliminoimiseksi kehitettyjä menetelmiä.

Eräs niistä on iduktiolämmitykseen ja vesijäähdytykseen perustuva menetelmä IHSI (Introduction Heating Stress Improvement). Tässä menetelmässä putken ulkopinta lämmitetään induktiokelalla (noin 500 - 550°C:een) ja sisäpintaa jäähdytetään (100 - 170°C) samanaikaisesti vedellä (vesisuihkua sekä juoksevaa vettä on kokeiltu). Kun lämpötilaero on oikea, putken ulkopinnalla puristusjännitys ylittää myötörajan ja ulkopinta puristuksen vaikutuksesta lyhenee alkuperäisestään. Vastaavasti sisäpintaan tulee tässä vaiheessa myötörajan ylittävä

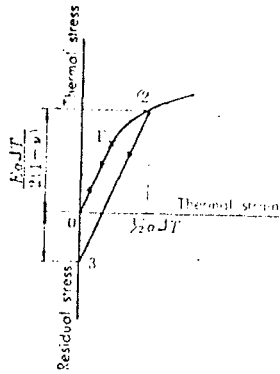


Fig. 1 Stress-strain diagram

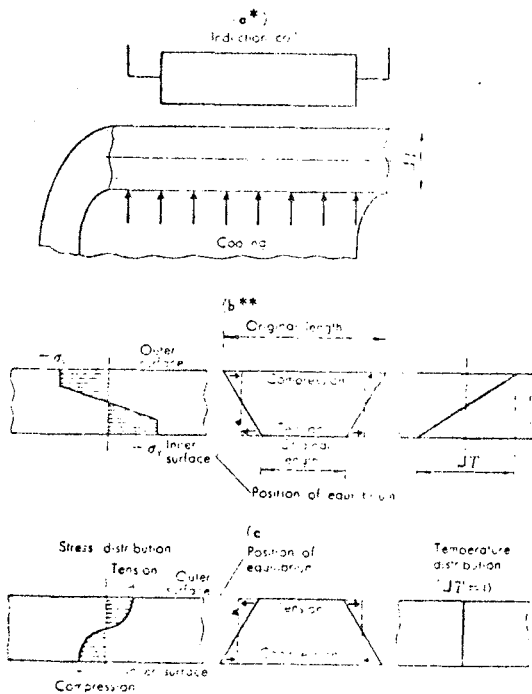
vetojännitys, jolloin sisäpinta venyy. Kun lämmitys lopetetaan ja lämpötilat tasaantuvat, mitat palautuvat alkuperäisiksi, mutta sisäpinnalle tulee puristusjännitystä ja ulkopinnalle vetojännitystä (koska myötörajan ylityksen jälkeen ei palata jännitysvenymäkäyrän origoon, katso kuvia 1 ja 2).

Suoritetuissa kokeissa on tutkittu eri parametrien vaikutusta (lämmitys, jäädytys, putken pakkaus jne.). Kokeet ovat osoittaneet menetelmän parantavan jäännösjännitystilaa putken hitsissä, ja:

- sisäpinnalla on korkea vetojännitys saatu pienennettyä tai muutettua puristusjännitykseksi
- halkeamia ei ole havaittu sisäpinnassa (vaikka vetojännitykset ylittävät myötörajan)
- mikrorakenteessa ja mekaanisissa ominaisuuksissa havaittiin pieniä muutoksia.

Valmistuksen aikana voidaan käyttää myös seuraavaa menetelmää:

- Juuren hitsauksen jälkeen putken sisäpinnalle järjestetään vastaava vesijäädytys kuin edellisessä menetelmässä, jolloin hitsaus aiheuttaa samantyyppisen jäännösjännitysjakaman hitsiin kuin edellä.



(Note) \*  $\sigma_{max} = \frac{E\alpha\Delta T}{2(1-\nu)}$   
 E: Young's modulus  
 α: Linear expansion coefficient  
 ν: Poisson's ratio  
 \*\*  $\Delta T > \frac{2\sigma_y(1-\nu)}{E\alpha}$   
 σ<sub>y</sub>: Yield stress

Fig. 2 Principle of IHSI



Eräs menetelmä saada muutosvyöhykkeen ominaisuudet sisäpinnalla muutetuksi on seuraava: Ennen varsinaista liitoshitsausta hitsattavien kappaleiden sisäpinta railon läheltä pinnoitetaan erittäin niukkahiillisellä hitsillä, joka lämpökäsitellään. Varsinaisen liitoshitsin muutosvyöhyke saadaan tähän pinnoitehitsiin, jolloin liitoshitsin muutosvyöhykkeen ominaisuudet sisäpinnalla eivät riipu perusaineen ominaisuuksista.

#### Lauhdutinputkien kehitys

Kehittelyn kohteena oli titaaniputkista ( $\varnothing$  25 x 0,8 mm) valmistettava lauhdutin ( $\approx$  72 000 putkea). Putket hitsataan ja valssataan tuubilevyyn erikoisesti tätä työtä varten kehitetyllä laitteella. Tutkimustulokset titaanilauhduttimista ovat hyviä. Hankintahinnaltaan titaanilauhdutin on moninkertainen ( $\approx$  3 kertaa kalliimpi) verrattuna tavantomaisiin lauhduttimiin, mutta huoltokustannusten pieneneminen vuoksi kokonaiskustannukset saattavat jäädä pienemmiksi titaanilauhduttimilla.

#### Tehdaskierros ydinvoimalalaitteita valmistavalla osastolla

Osasto suunnittelee, valmistaa ja koestaa pääasiassa pienehköjä reaktorin sisäosia, säätösauvoja, säätösauvakoneistoja ja vastaavia BWR ja FBR reaktoreihin. Tehdaskäynnin aikana valmisteilla oli BWR:n säätösauvakoneistoja. Koneistot ovat hydraulisesti toimivia. Kehitteillä on myös moottoritoiminen säätösauvakoneisto tehokkaamman ja yksinkertaisemman toiminnan aikaansaamiseksi.

Hydraulisesti toimivan koneiston käyttöikä on sama kuin reaktorin käyttöikä. Materiaaleina ruostumaton, enintään 0,025 % Co sisältävä materiaali. Osaston koneistuksesta voidaan mainita automaattisorvit, numeerisesti ohjatut sorvit, putkien hoonauuskone ja monikäyttökoneistuslaitteet. Mittauslaitteista voidaan mainita tietokoneohjattu kolmea dimensiotta miittaava laite. Säätösauvakoneistojen testausta varten oli rakennettu koelooppi, jolla testattiin koneiston suorituskyky, käyttöikä ja seismiset ominaisuudet reaktoria vastaavissa olosuhteissa. Osastolla vallitseva siisteys ja järjestys olivat kunnossa.

Osasto tai toimipaikka

Laetija

Päivämäärä

Asiatunnus

V

P Niemi/LG

30.4.1980

Jakelu	Tarkastanut	Päivämäärä
	Hyväksynyt	Päivämäärä
	Voimassa	

## MITSUBISHI, KOBEN TEHTAAT

Tutustuimme Koben tehtailla PWR:n raskaiden komponenttien, kuten paineastian, höyrystimen, paineastimen ja hätäjähdytystankin valmistukseen sekä reaktoripaineastian sisäosien valmistukseen. Mitsubishi on valmistanut laitteita 12 ydinvoimalaitokselle ja yhdelle laivareaktorille. 2 laitoksen laitteet olivat käynnin aikana lisäksi valmisteilla.

### Raskaiden komponenttien valmistus

Laitteet tehdään suurelta osin Westinghousen design'in pohjalta. Reaktoripaineastian vaippa tehdään levyistä hitsaamalla, mm. sydänalueen renkaassa on 3 pituussaamaa (halkaisijatoleranssi  $\pm 0,5\%$ ). Laipparengas ja yhdealueen rengas ovat takeita. Vaipan saumat ja yhteet hitsataan jauhekaariautomaatilla 2:lla langalla esilämmityslämpötilassa  $+150^{\circ}\text{C}$ . Esilämmitys suoritetaan kaasulla. Jokaisen sauman hitsauksen jälkeen sauma lämpökäsitellään, samoin lopullinen tuote lämpökäsitellään hiukan pidempään ( $\approx 10$  tuntia).

Ruostumaton pinnoite hitsataan jauhekaariautomaatilla nauhalla 1 kerroksella, jonka paksuus on  $5\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ . Pinnoite hiotaan kevyesti hitsauksen jälkeen. Pinnoite tarkastetaan tunkeumaväri- ja ultraäänitarkastuksella, mutta ei pyörrevirtatarkastuksella. Ennen pinnoitusta pinnalle suoritetaan ultraääni- ja magneettipartikkelitarkastus. Päätyjen hitsausta varten tehtaalle oli kääntöpöytä, jonka maksimikuorma 2 m etäisyydellä oli 120 ton ja 3,5 m etäisyydellä oli 68 ton. Päätyjen ruostumaton pinnoite hitsattiin jauhekaariautomaatilla nauhalla keskiosaa lukuunottamatta, joka hitsattiin japanilaisilla elektrodeilla. Muista laitteista voidaan mainita 6000 ton puristin sekä hallien nosturit  $2 \times 200$  ton ja  $2 \times 120$  ton.

Ainettarikkomattomat tarkastukset tehdään myös painekokeen jälkeen. Radiografiseen kuvaukseen käytetään lineaarikiihdytintä. Paineastia kansineen koeponnistetaan tehtaalla. Reaktoripaineastian käytön aikaiset määräaikaistarkastukset tehdään sisäpuolisella ultraäänitarkastuslaitteella. Koben tehtailla voidaan suorittaa kaikenlaisia ainettarikkovia koestuksia mm. hauras-murtumakokeita.

Höyrystimet ovat U-putki tyyppisiä pystyhöyrytimiä. Vaipat tehdään levyistä, mm. ylävaippa 4 osasta kuten myös yläpäätty. Alapäätty tehdään valamalla. Lämmönvaihtoputket ( $\approx 6\ 000$  putkea) kiinnitetään putkilevyyn hitsaamalla ja valssaamalla. Putkien tukilevyt ovat austeniittista materiaalia, putket inconel'ia. Putkien tarkastus suoritetaan kauko-ohjatulla pyörrevirtalaitteella, jota voidaan käyttää myös määräaikaistarkastuksissa.

#### Reaktoripaineastian sisäosia valmistava tehdas

Käynnin aikana oli valmistuksen loppuvaiheessa 2 looppisen reaktorin sisäosat, Ikata 2, 560 MW. 3 looppisen reaktorin valmistus oli alkamassa. Valmistuksessa käytettiin numeerisesti ohjattuja erikoistyöstökoneita. Suuret renkaat koneistettiin pystyasennossa, usein useampien osien kokonpanossa. Sisäosien koeasennukset tehtiin tehtaalla. Hitsaukset tehtiin TIG-hitsauksena kuumalla elektrodilla. Eräiden osien valmistuksen ja koneistuksen jälkeen kappale vielä lämpökäsiteltiin noin  $400^{\circ}\text{C}$ :ssa, jotta niiden mitat saataisiin paremmin pysymään alkuperäisinä. Sisäosiin käytettävän materiaalin Co-pitoisuus maksimi on 0,03 %. Myös välitangot on valmistettu kokonaan austeniittisesta materiaalista ja niiden käyttöikä on sama kuin laitoksen käyttöikä. Säätosauvakoneistot ovat magneettikelatoimisia.

Kokonaisuutena Mitsubishin tehtailta jäi sellainen kuva, että laitteet osataan tehdä tavanomaisin menetelmin, mutta kehityksen edelläkävijöitä he eivät ole.

Juhani Kuusi

MITSUBISHIN KOBEN TEHTAIDEN LAITOKSET:  
MITSUBISHI CORPORATION (GENERATORS) JA  
POWER AND INDUSTRIAL SYSTEMS CENTER (9.4.1980)

Mitsubishi Electric Corporationin generaattoreita ja moottoreita käsit-  
tävän tuotannon arvo vuonna 1979 ylitti 125 milj. USD ja Power and  
Industrial Systems Center tuotti instrumentointi- ja sähköjärjestelmiä  
325 USD:n edestä, joten jälleen olivat kyseessä kunnioitettavaa  
suuruusluokkaa olevat tutustumiskohteet.

Vierailu kokonaisuudessaan molempiin yksiköihin oli hyvin lyhyt -  
tunnin luokkaa ja isänniksi valittujen kolmen nuoren insinöörin  
englannin kielen taito olematon, joten tiedon siirto jäi kutakuinkin  
yleisvaikutelman varaan.

Generaattoripuolella toistaiseksi rakennetut suurimmat fossiilisten  
laitosten koneet ovat kokoa 670 MVA/3600 rpm ja ydinvoimalaitosten  
osalta kokoa 920 MVA/1800 rpm. Nopea vilkaisu kokoomahalliin antoi  
kuvan vakiintunutta tekniikka käyttävästä, ehkä hieman tilausvajausta  
kärsivästä tuotantolaitoksesta.

Jälkimmäisessä vierailukohteessa instrumentointi- ja ohjausjärjestelmä-  
komponenttien ja -kaapistojen osalta pisti silmään amerikkalaistyyppi-  
nen konservatiivisuus sekä mallien että kokojen suhteen. Voidaan ehkä  
hyvällä syyllä sanoa, että Euroopassa on menty liian pitkälle mm. koon  
ja valmistuskustannusten minimoinnissa voimalaitosten useiden instru-  
mentointi- ja sähköjärjestelmäkomponenttien kohdalla. Ero eurooppalai-  
seen kärkeen oli kuitenkin odottamattoman suuri. Kysymykseen digitaali-  
järjestelmien tulosta prosessiohjaukseen oppaat totesivat vaikeaselkoi-  
sesti (?), että heillä on jo ko. järjestelmä kehitettynä (?), mutta  
installaatioita voimalaitoksiin ei vielä ole.



Tekninen osasto  
Jukka Kangas

Asiakirjan nimi  
MUISTIO

Asiakirjatunnus  
49

Sivu(t)  
1 (2)

Voimaantulopvm

Laati(ja) Pvm	Tarkastaj(i) Pvm	Hyväksyjä(i) Pvm	Ark n o
JKs/kb/17.4.1980			

4.4.80 klo 14.30 - 16.00 "THE JAPAN GASOLINE COMPANY (JGC)"  
VIERAILU

Vierailun aikana esitteli PH.D. Mark Goldstein lyhyesti JGC:n aktiviteetteja ydinvoima-alalla. Tämän lisäksi nähtiin filmi, joka esitteli Tokain käytetyn polttoaineen käsittelylaitoksen rakennusvaihetta.

JGC on toiminut yli 50 vuotta öljyn jalostuksen, petrokemian, ydinvoiman ja muilla alueilla. JGC on insinööri- ja konstruktioyritys, jolla on 2650 työntekijää. Ydinvoima-alalla on 270 teknillistä työntekijää. Yhtiön myynti on ollut vuonna 1978 932 milj. US\$.

Vuonna 1965 perustettiin ydintekninen osasto. Tähän mennessä ydinvoima-alalla toteutetut n. 80 projektia jakautuvat seuraaville aloille:

- a) Uraanin jalostuslaitos (sisältäen UF<sub>6</sub> konversion)
- b) Uraanin rikastuslaitos
- c) Ydinvoimalaitos ja siihen liittyvät laitteet (käsittäen nestelmäisten ja kiinteiden jätteiden käsittelylaitokset/betoni-, bitumi- ja muovikiinteityslaitokset/polttolaitokset jne)
- d) Käytetyn polttoaineen käsittelylaitos
- e) Säteilökemiallinen laitos
- f) Ydinvoimatutkimuksen laitteisiin liittyvät laitokset.

VANHENTUNEET ASIAKIRJAT

Asiakirjatunnus	Laati(ja) Pvm	Asiakirjatunnus	Laati(ja) Pvm

JAKELU

Litteet

g) "Decommissioning"-laitteet

Paras tekniikka ja "know-how" on JGC:llä tällä hetkellä seuraavilla ydinvoimaan liittyvillä alueilla:

- a) Ydinvoimalaitoksiin liittyvät arkkitehti-palvelut
- b) Ydinvoimalaitosten laitosjätteen käsitte-lylaitteet
- c) Käytetyn ydinpolttoaineen jälleenkäsittely-laitos

Esimerkkeinä JGC:n kehittämistä laitteista esiteltiin

- a) \ "Nuclepore Membrane Filter"(NPMF), joka suodattaa "crudia" radioaktiivisista jätevesistä
- b) Lietteiden kiinteytys muoviin
- c) Bitumointilaitos

Japanilaisilla on pitkällä tähtäyksellä tarkoitus upottaa matala-aktiiviset jätteet mereen. Japani-laisten mielestä tähän tarkoitukseen ei betonointi sovi lainkaan ja bitumointikaan ei ole riittävän hyvä. JGC:llä on tarkoitus osoittaa, että muovitus olisi riittävän hyvä em. tarkoitukseen.

Suurimmalle osalle vierailijoista jaettiin kirjallinen aineisto JGC:stä. Tästä aineistosta saa tarvittaessa täydellisemmän kuvan JGC:n aktiiviteeteista ydinvoima-alalla.

Japan Atomic Power Company (JAPC);  
Tokai Plant

JAPC on yksityinen voimayhtiö, jolla on ainoastaan ydinvoimalaitoksia. JAPC:llä on Tokaissa käytössä 166 MWe:n GCR (Tokai-1) ja 1100 MWe:n BWR (Tokai-2) sekä Tsurugassa käytössä 357 MWe:n BWR ja rakenteilla 1160 MWe:n PWR. Henkilökunnan kokonaismäärä on noin 1100. Tokain laitoksella työskentelee noin 400 henkilöä.

Tokain laitoksella toimivat oppaina A. Machida (Deputy General Manager), H. Tsukada ja R. Onnki. Tutustumiskohteena oli ydinvoimalaitosyksikkö Tokai-2. Se on tyypiltään GE:n BWR-5 varustettu-  
na levennetyllä MARK-II suojarakennuksella. Turbiini (1500 rpm) sijaitsee reaktoriin nähden poikittain.

Laitosyksikön rakenteesta voidaan mainita seuraavat erityispiirteet:

- Tehonsäätö tapahtuu pääkiertopiirissä olevien säätöventtiilien avulla (ei pääkiertopumpuilla kuten tavallisesti).
- Suojarakennus on varustettu jälleekierrätys-ilmastointijärjestelmällä, joka sisältää aktiivihiilisuodattimia.
- Höyrylinjoissa on kahdet suojarakennuksen ulkopuoliset eristysventtiilit ja vuodon valvontajärjestelmä.

Kahden jälkimmäisen erityispiirteen kerrottiin johtuvan siitä, että laitosyksikkö sijaitsee tiheästi asutulla seudulla.

Tokai-2:n rakentaminen aloitettiin maaliskuussa 1973 ja se otettiin kaupalliseen käyttöön marraskuussa 1978 noin vuoden myöhässä alkuperäisestä aikataulusta. Laitteet on toimittanut pääasiassa Hitachi.

Rakentamisen aikana jouduttiin tekemään rakenteellisia muutoksia muunmuassa seuraavista syistä:

- Jännityskorroosiosäröt ruostumattomissa teräsputkissa. Ongelman tultua esiin amerikkalaisilla ja japanilaisilla BWR laitoksilla vaihdettiin eräiden putkistojen materiaali vähähiilisempään teräslaatuun. Myös hitsaus- ja lämpökäsittelymenetelmiä muutettiin. Lisäksi reaktoriveden happipitoisuutta koskevia vaatimuksia tiukennettiin.

- Suojarakennuksen lauhdutusaltaan dynamiikka. Altaan rakenteita vahvistettiin ja komponenttien sijoittelua muutettiin. Päästöventtiilien vent-putkien alapäät varustettiin uudentyyppisillä quencher'eillä. Muutostöiden jälkeen suoritettiin painevärähtelyjen ja dynaamisten voimien mittauksia todellisissa puhallustilanteissa (ensimmäistä kertaa maailmassa).
- Syöttöveden aiheuttamat lämpöjännitykset. Syöttövesiyhteen ja -jakotukin rakennetta muutettiin syöttöveden (215 °C) aiheuttamien lämpöjännitysten pienentämiseksi.

Käyttöönoton yhteydessä suoritettiin normaalia enemmän erilaisia kokeita ja mittauksia johtuen siitä, että Tokai-2 on ensimmäinen käyttöön otettu BWR-5 maailmassa. Kaupalliseen käyttöön ottamisesta lähtien laskettu käytettävyyks on ollut vajaat 80 %. Pikasulkuja on tänä aikana ollut neljä. Polttoainenvaihtoseisokkeja on ollut yksi (kesto 110 vuorokautta).

Oppaiden mukaan laitoksen rakenteessa ja käytössä on kiinnitetty erityistä huomiota henkilökunnan säteilyannosten pienentämiseen. Muunmuassa polttoaineen vaihtokone ja säätösauvakoneistojen huoltolaitteisto ovat automaattisia. Alkuperäistä MARK-II:sta väljempi suojarakennus helpottaa huolto- ja korjaustöiden suorittamista. Turbiini on suojattu sen välittömässä läheisyydessä olevilla säteilysuojilla. Annosnopeus turbiinihallissa on käytön aikana 1...2 mrem/h.

Henkilökunnan säteilyannosvalvonta on yhdistetty kulunvalvontaan. Mentäessä valvotulle alueelle työnnetään magneettikortti/dosimetri-yhdistelmä laitteeseen, joka nolaa TLD-dosimetrin ja avaa portin. Palattaessa valvotulta alueelta samainen laite ilmoittaa kyseisellä käyntikerralla saadun annoksen sekä tietystä ajanhetkestä lasketun kumulatiivisen annoksen.

TMI-tapaus ei ole aiheuttanut oleellisia rakenteellisia muutoksia laitoksikseen. Sen sijaan käyttöhenkilökunnan koulutusta on lisätty ja valmiussuunnitelmia on täydennetty. Lisäksi toukokuun 1980 alusta lähtien viranomaisten edustaja tulee olemaan jatkuvasti laitospaikalla.

JAPC suunnitteli runsas vuosi sitten luopumista suojarakennuksen tyypitöistä. TMI-tapausten vuoksi ei suunnitelmaa ole kuitenkaan toteutettu.



K Nurmimäki/TKP

15.4.1980

53

## KANSAI ELECTRIC POWER CO, INC.

Kansai on voimayhtiö, jonka alueella sijaitsevat mm. miljoona-kaupungit Osaka ja Kioto. Laitoskapasiteettia Kansalla on 23 000 MW jakaantuen siten, että konventionaalisen lämpövoiman osuus on n. 50% ja vesi- ja ydinvoimaa on molempia n. 25%. Vuonna 1978 tuotettu energia oli lähes 80 miljardia kWh eli yli kaksi kertaa Suomen kulutus.

Reaktorityypin valinnassaan Kansai on päätenyt painevesilaitoksiin, joita sillä on valmiina 7 kpl, Mihama 1, 2 ja 3, Takahama 1 ja 2 sekä Ohi 1 ja 2. Ohin laitokset on varustettu jäälauhduttimilla.

## Mihaman ydinvoimalaitos

ATS:n retkikunta tutustui Mihaman inforakennukseen sekä 3-yksikön valvomoon ja turpiinisaliin. Mihamassa kuten Japanin ydinvoimalaitoksilla yleensäkin on kiinnitetty erittäin suurta huomiota yleisön informoimiseen. Laitoksen portille on rakennettu vaikuttava inforakennus, jossa pienoismallein ym. esitellään laitosta. Inforakennuksen yläkerran luentosalissa saimme perusteellisesti keskustella painevesilaitosten vaikeuksista.

Itse laitos sijaitsee luonnonkauniilla paikalla niemen kärjessä, mutta siten sijoitettuna, että se on mereltä päin täysin näkymättömissä korkean vuoren suojassa. Inforakennuksesta laitokselle kuljetaan lahden yli korkean sillan kautta. Raskaita kuljetuksia varten on lahden laitoksen puoleisella rannalla oma satama. Isännät kertoivat, että sen jälkeen kun ensimmäinen laitos lähti käyntiin, on lahden vesi puhdistunut jäähdytysveden oton ansiosta niin, että paikalliset asukkaat ovat ryhtyneet kasvattamaan kaloja verkkoaltaissa ja nykyään saadaan 100 000 kalaa vuodessa näistä altaista. Muutenkin paikallisista asukkaista on pyritty pitämään huolta, sillä 340:stä yhtiön työntekijästä 120 on paikallista ja 600:sta aliurakoitsijoiden työntekijästä puolet on paikallisia.

Itse voimalaitokset ovat käyneet erittäin huonosti. 340 MW:n Mihama 1 oli viime vuoden loppuun mennessä tuottanut 5,5 TWh 9 toimintavuoden aikana. 500 MW:n 2-yksikkö oli vuoden -72 puolivälissä tapahtuneen käynnistämisen jälkeen sentään tuottanut yli 16 TWh.

Täysin kotimaisin voimin tehty 3-loopin Mihama 3 on kolmessa vuodessa tuottanut 13,6 TWh. Suurimpana syynä alhaisiin käytettävyysslukuihin näyttivät olevan höyrystinviat ja huomattavan pitkät latausajat. Höyrystimien putkissa on erikoisesti Mihama 1:llä ollut kaikki muut klassiset viat ns. "dentingiä" lukuunottamatta ja joissain höyrystimissä 25% putkista on jouduttu tulppaamaan. Myöskään lauhdutusputket eivät ole kestäneet merivettä, vaan nyt ollaan vaihtamassa titaaniputkia.

Reaktorillakin oli ollut vaikeuksia Rod Control Cluster Guide Tubeista katkenneiden pintojen vuoksi. Vastaisen varalle oli nyt asennettu "sound detektorit".

TMI:n tapahtumat olivat järkyttäneet myös Japanin ydinvoimaviranomaisia ja kaikki painevesilaitokset oli ajettu alas. Eräitä muutoksia TMI:n johdosta on Japanissakin jo tehty, mutta mm. reaktorin kauko-ohjattua ilmausta tai pinnankorkeuden mittausta ei vanhoihin laitoksiin ole ainakaan vielä lisätty. Japanin NRC:ltä on toukokuussa tulossa päätös TMI muutoksista.

Mihama 3:lle pääsimme sisälle käyvän laitoksen valvomoon, koska olimme "erikoisjoukkoa", vaikka valvomon sivulla oli myös erillinen tutustumiskäytävä, josta valvomoon näkee ikkunoiden läpi.

Turpiinin akseli oli reaktorirakennuksen tangentin suuntainen kuten kaikilla käymillämme japanilaisilla laitoksilla, joten missiilivaaraa eivät Japanin viranomaiset pelkää. Suurjännitekytkinlaitos oli sisäänrakennettu ilmeisesti pienemmän tilaustarpeen takia. Isännät olivat erittäin ystävällisiä ja avomielisiä.