

# ATS

## Ydintekniikka n:o 2/1981

---

---

ATS 15 VUOTTA	Pekka Jauho	1
ATS:N 15-VUOTISJUHLA		5
ENS:N JÄSENLEHTI UUDISTUMASSA		8
NORHAV/LOFT YHTEISTYÖPROJEKTI		9
FINNATOMIN LASKENTA- JA OHJELMISTOPALVELUT FEMdata Ky:LLE		9
OECD: NINTH ACTIVITY REPORT OF NEA		10
IAEA:N SUURI YDINENERGIAKONFERENSSI SYKSYLLÄ 1982		15
THE NEW 4-YEAR NORDIC SAFETY PROJECTS Franz Marcus		20
KANSAINVÄLINEN STRIPA-TUTKIMUSPROJEKTI YDINJÄTTEIDEN LOPPUSIJOITUKSESTA Veijo Ryhänen		23
PEKAVA-TUTKIMUS VTT:LLÄ	Seppo Kärkkäinen	28
KTM:N YDINTEKNIIKAN TUTKIMUSVAROJEN JAKO V, 1981 Sakari Immonen		39
SUURVOIMALAITOSPÄÄTÖS VIIMEISTÄÄN 1984		42

# ATS YDINTEKNIikka

NUMERO 2/81  
SYYSKUU 1981  
JULKAISIJA Suomen Atomiteknillinen Seura—  
Atomtekniska Sällskapet i Finland r.y.

## TOIMITUS

PÄÄTOIMITTAJA  
TKT HEIKKI REIJOHEN  
PUH. 90-4564148

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

ERIKOISTOIMITTAJA  
TKT LASSE MATTILA  
PUH. 90-648931

VTT/YDINVOIMATEKNIKAN LABORATORIO  
LÖHNROTINKATU 37  
00180 HELSINKI 18

TOIMITTAJA  
FM LAURO TUURA  
PUH. 90-6172471

HELSINGIN KAUPUNGIN ENERGIALAITOS  
PL 469  
00101 HELSINKI 10

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

## SUOMEN ATOMITEKNILLINEN SEURA 15 VUOTTA

Suomen atomienergiapolitiikan voidaan katsoa alkaneen 25 vuotta sitten prof. Erkki Laurilan johdolla toimineen Energiakomitean jätettyä mietintönsä. Tässä asiapaperissa hahmoteltiin maamme energiapolitiikkaa ja atomienergian osuutta siinä pitkällä tähtäyksellä ja harvinaisen osuvasti, kuten toteutunut kehitys on osoittanut. Energiakomitea teki myös joukon keskeisen tärkeitä ehdotuksia, kuten koulutuksen aloittaminen ja sen sisällön hahmoittelu, koereaktorin hankinta, atomienergian käytön valmistelu ja uraanin prospektoinnin edistäminen, eräitä esimerkkejä mainitakseni. Merkittävin kaikista oli kumminkin mietinnön henki, atomienergian tarjoaman mahdollisuuden käsittäminen vain erääksi, tosin lupaavaksi, vaihtoehdoksi Suomen energiahuollon turvaamiseksi kaikissa olosuhteissa. Tämä ambitioajattelusta vapaa ja pragmaattinen lähestymistapa on muodostanut maamme atomipolitiikan kestävästi selkärangan ja se on tänään yhtä tuore kuin neljännesvuosisata sitten.

Suhtautumisesta atomienergiaan yleensä seurasi useita johtopäätöksiä. Oli järkevää pyrkiä edistämään koulutusta ja tutkimusta kaikilla niillä aloilla, joilla on merkitystä tämän energiamuodon taloudelliselle ja turvalliselle soveltamiselle. Tällöin jouduttiin tukemaan laajaa opetuksen, tutkimuksen ja tuotekehityksen aluetta, sillä varsinaisen ydintekniikan lisäksi ovat tärkeitä myös esim. sähkötekniikka, säätö- ja systeemitekniikka, höyrytekniikka, materiaalit ja rakennustekniikka. Oli siis luonnollista, että toimintaa pyrittiin elähdyttämään kaikilla keskeisillä alueilla, mikä valitun lähestymistavan mukaan tapahtui luontevasti tukemalla teknillisissä korkeakouluissa ja yliopistoissa tapahtuvaa työtä. Suomeen ei siis muodostettu ulkomaisten mallien mukaista keskitettyä atomitutkimuslaitosta.

Omaksuttu menettely, niinkuin kaikki valinnat, sisältää sekä myönteisiä että kielteisiä piirteitä. Se teki mahdolliseksi koulutus- ja tutkimustarpeen joustavan seuraamisen, se käytti parhaalla tavalla hyväksi käytettävissä olevan rajoitetun asiantuntemuksen ja se oli kustannuspuitteiltaan paremmin niissä suuruusluokissa, joita meillä päättäjät tieteen tapauksessa olivat tottuneet käsittelemään, ts. se oli poliittisesti toteutettavissa. Keskitetty ratkaisu olisi merkinnyt määrällisesti runsaampaa ehkä laadun kustannuksella tapahtuvaa koulutusta, tutkimuksen tunkeutumista syvemmälle erikoiskysymyksiin ja teollisuuden kytkemistä voimakkaammin atomiteknillisten laitteiden valmistamiseen. Näin jälkeinpäin on helppo kuvitella, mitä vaikeuksia keskitetty ratkaisu olisi tuonut mukanaan.

Eräs hajautetun menettelyn puutteita on eri toimintojen välisen yhteydenpidon vaikeus. Tämä huomattiinkin pian ja sitä pyrittiin korjaamaan järjestämällä kursseja, kokouksia sekä yhteisiä retkiä.

Pian todettiin, että tämänlaatuinen järjestymätön toiminta ei vastannut tarvetta, vaan vaadittiin kiinteää seuramuotoista aktiivisuutta. Näin syntyi Suomen atomiteknillinen seura - Atomtekniska sällskapet i Finland. Perustava kokous oli 24 päivänä toukokuuta 1966.

Seuran perustamisen yhteydessä todettiin toiminnan monitieteellisyys. Niinpä erääksi tärkeimmäksi tavoitteeksi tuli edistää atomienergiaa sivuavien alojen opetusta ja tutkimusta sekä toimia yhdysseiteenä jäsentensä kesken kokemusten vaihtamiseksi ja ammattitaidon syventämiseksi. Tärkeäksi koettiin myös yhteydenpito ulkomaihin teknologian siirron helpottamiseksi, olihan Suomi jäänyt pahasti jälkeen alan kehityksestä.



Tarkoituksenaan seura pyrkii toteuttamaan järjestämällä kokous-, esitelmä- ja kurssitilaisuuksia sekä tukemalla ja harjoittamalla alan julkaisutoimintaa. Seura voi myös tehdä aloitteita ja antaa lausuntoja viranomaisille sen toimialaan kuuluvista kysymyksistä.

Kun nyt on mahdollista tarkastella seuran vaiheita 15 vuoden aikana, on mielihyvin todettava, että kaikkia tavoitteita on muodossa tai toisessa pyritty toteuttamaan ja käytetty keinovaroja on ollut jopa alkukaavailuja monipuolisempaa. Osallistuminen kokouksiin on ollut vilkasta, esitelmäaiheet aina vaihtelevia ja ajankohtaisia. Ulkomaisia viereilijoita on esiintynyt runsaasti, myöhemmin ulkomaiset suhteet ovat institutionalisoituneet seuran liityttyä EAES:n jäseneksi. Julkaisutoiminta on kehittynyt myönteisesti, seuran jäsenet ovat julkaisseet sekä tieteellistä että kansantajuisia tekstejä ja osallistuneet keskusteluun lehtien palstoilla. Atomiteknillisen sanaston luominen ja ylläpito on tapahtunut seuran toimesta rikastaen suomenkielen sanavarastoa tällä modernilla alueella. Myös valtiovalta on käyttänyt hyväksi seuran asiantuntemusta monin tavoin. Voidaan liioittelematta sanoa, että harva seura voi osoittaa niin monipuolista ja vilkasta toimintaa kuin Suomen atomiteknillinen seura ensimmäisen 15 toimintavuoden aikana.

Kaikki tämä ei olisi ollut mahdollista ilman jäsenten kiinnostusta, jatkuvaa halua antaa työpanoksensa seuran käyttöön ja tunnetta siitä, että toimitaan tärkeässä asiassa. Seuran vilkkaan toiminnan on mahdollistanut myös kannattajajäsenten ja valtiovallan

tuki, jota vailla moni tehtävä olisi jäänyt suorittamatta. Atomienergian historia on ollut aaltoliikettä; on ollut jyrkkiä nousuja ja niitä seuranneita laskuja. Näillä laineilla purjehtii myös Suomen atomiteknillinen seura tosin, ja onneksi, paljon vakaammin. Tällä hetkellä olemme aallon pohjalla, mutta tulevaisuuden horisontti määräytyy globaalista taustaa vasten: Ihmiskunnalla ei ole energiatulevaisuutta ilman atomienergian laajamittaista käyttöä siirryttäessä öljytaloudesta muihin energiantuottomuotoihin.

Pekka Jauho

ATS:n 15-vuotistaipaleen täyttymisen juhlistamiseksi vietettiin iltaa avec-seurassa perjantaina 21. elokuuta 1981. Juhlapaikaksi oli valittu Vanha Poli, josta huomattavalla osalla seuran varttuneempia jäseniä epäilemättä oli henkilökohtaisia muistojakin. Sali ja pokkamonttu tunnistettiin samoiksi kuin vuosikymmeniä sitten. Vanhalla Polilla asustava tekkarihenki konkretisoitui myös illan orkesterissa, entisistä retuperäläisistä muodostuvassa Rempsetissä. Verbaali- ja instrumentaaliakrobaattisen show-osuuden jälkeen orkesterin onnistui varsin tehokkaasti houkutella juhlayleisö samban ja muiden korkealuokkaista tekniikkaa edellyttävien tanssien pyörteilyihin. Todettakoon, että myös seuran oma poika, Klaus Kilpi, joka muutenkin urakoi juhlan järjestelyissä, vieraili orkesterin laulusolistina.

Seuran puheenjohtaja, johtaja Paavo Holmström palautti tervetulosanoissaan mieliin seuran syntyvaiheita ja päätteli seuran jäsenmäärän jatkuvan kasvun 21:stä perustajajäsenestä nykyiseen yli 400:aan varsinaiseen jäseneseen todistavan, että seuraa on pidetty tarpeellisena.

Pääjohtaja Pekka Jauho, seuraa perustamaan asetetun toimikunnan puheenjohtaja, muisteli juhlapuheessaan ydinenergian alkuvaiheita. Tämän lehden pääkirjoitus heijastelee juhlapuhetta.

Tämänkertaisen vuosijuhlan keskeisenä tapahtumana oli seuran viirin ojentaminen ryhmälle seuran toiminnassa erityisesti ansioituneita jäseniä:

Seuran kunniajäsen

Erkki Laurila

Perustavan komitean jäsenet

Pekka Jauho (myös pj. 1966-67)

Kalevi Numminen\* (myös siht. 1966)

Olavi Vapaavuori (myös siht. 1970)

Daniel Jåfs

Seuran entiset puheenjohtajat ja sihteerit

Jaakko Ihamuotila\* (siht. 1967-69)

Uolevi Luoto\* (pj. 1968-70)

Anders Palmgren (pj. 1971-73)

Tapani Graae (siht. 1971-73)

Erkki Vaara\* (pj. 1974-76)

Risto Tarjanne (siht. 1974-75)

Launo Tuura\* (siht. 1976-78)

Olli Tiainen (pj. 1977-79)

Jorma Karjala (siht. 1979)

\*Poissaolevina

Viirien luovutussanoissaan seuran puheenjohtaja totesi, että viirien jakopäätöstä tehdessään seuran johtokunta oli syvästi tietoinen siitä, että seuran jäsenten joukossa on nyt viirin saaneiden lisäksi monia muita, joiden toiminta seuran hyväksi olisi hyvinkin riittävä peruste viirin myöntämiselle. Seuran taloudellinen tilanne pakotti kuitenkin rajoittamaan myönnettyjen viirien määrää. Seuran kunniajäsen, akateemikko Erkki Laurila, käytti lopuksi puheenvuoron viirin saajien puolesta.

Juhlaan osallistuneiden suuri määrä, aivan muutamaa vaille sata, osoittanee tämän tapaisten kokoontumisten olevan toivottuja. Viiden vuoden kuluttua viimeistään tapahtunee taas.



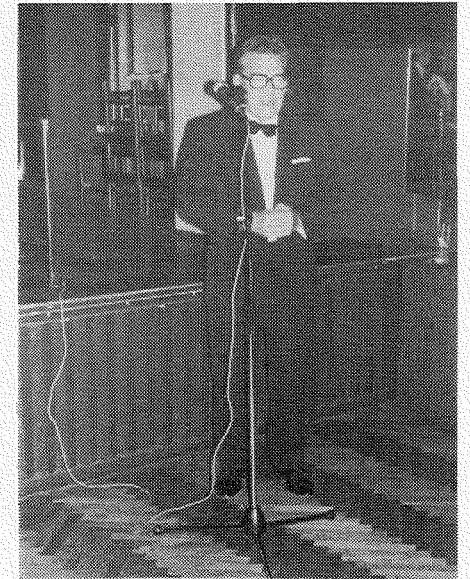
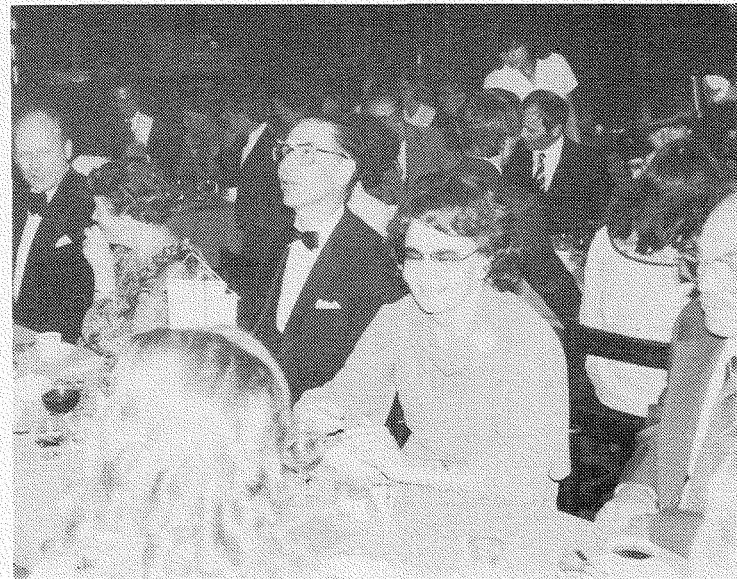
Alkuseurustelua



ATS:n  
viirit jaettiin ...



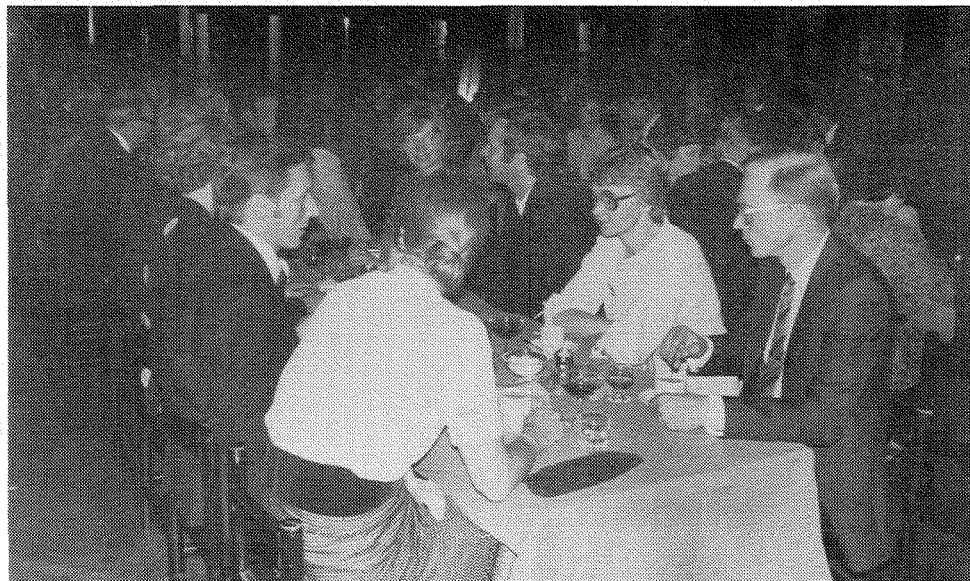
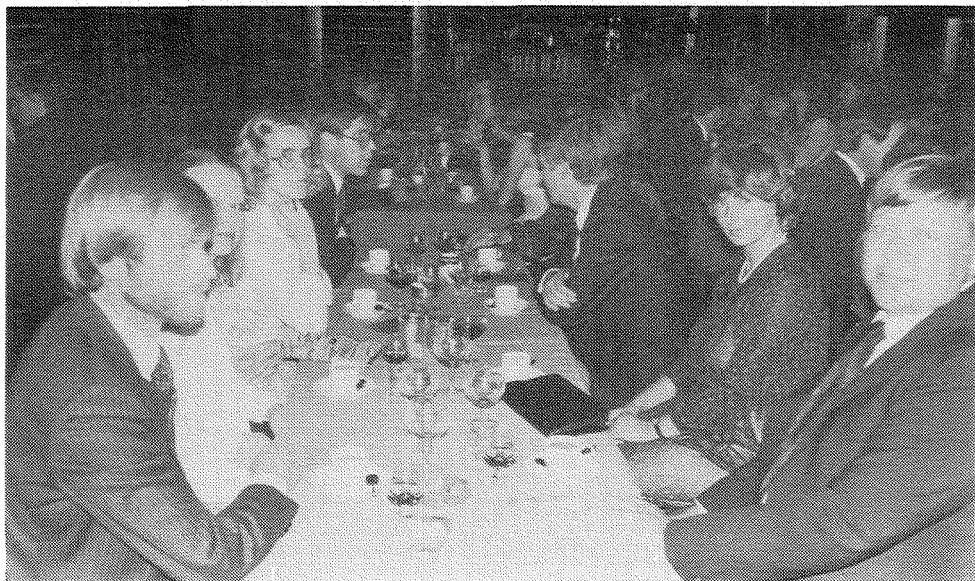
Puheenjohtajan pöydästä



minkä jälkeen iloisten  
viirinsajien puolesta  
kiitti akateemikko Laurila

6.





Juhliva seuraa eri puolilla salia.



Rempsetti saattoi yleisön hermot ja jalkapohjat kutiamaan.



Juhlatoimikunta suunnittelemassa illan viimeistä tehtävää: miten saada yleisö lopulta poistumaan.

## ENS:N JÄSENLEHTI UUDISTUMASSA

ENS:n eri hallintoelimityksissä on jo pitkään käsitelty vaihtoehtoisia tapoja kehittää seuran jäsenlehteä ENS Newsletter, joka on toimitettu (usein jonkin verran karsittuna) ATS:n jäsenille ATS Ydintekniikka -lehteen kopioituna.

Seuran uuden presidentin C. Pierre Zaleskin voimakkaan henkilökohtaisen panoksen ansiosta on nyt päästy niin pitkälle, että täydellisesti uudistunut ENS:n jäsenlehti, nimeltään

### NUCLEAR EUROPE - Journal of the ENS -

alkanee ilmestyä jo tämän vuoden syksyllä.

Lehden uudistamisen taustana ovat seuran sekä sisäiset että ulkoiset tarpeet: seura tarvitsee tehokkaamman sisäisen viestintävälineen ja seuralla tulee olla riittävän edustava lippu näytettäväksi myös ulospäin.

Nuclear Europe -lehti suunnitellaan julkaistavaksi englannin kielellä ja lähetettäväksi suoraan kaikkien niiden kansallisten seurojen jäsenille, jotka tätä haluavat. Lehti ilmestyisi kuukausittain, aluksi 16 sivuisena.

Toimitus annettaisiin sveitsiläiselle ATAG-yhtiölle, joka hoitaa jo ENS:n sihteeristötehtävät ja toimittaa useita muita vastaavia lehtiä. Seura asettaisi tarpeelliset elimet toimitusta valvomaan. Olennaista tulisi olemaan aktiivisten kirjeenvaihtojäsenten saaminen jäsenyhdistyksistä.

Lehden sisällön on kaavailtu jakautuvan seuraaviin pääkohtiin:

- I Editorial
- II Feature Articles
- III ENS Activities
- IV Activities of the ENS Member Societies
- V Supporting-Member page
- VI News Briefs
- VII News from European Research Centers
- VIII New Scientific Publications
- IX Conferences
- X Training
- XI Nuclear Technology

Edellä kaavailtun tyyppisen lehden julkaiseminen merkitsee väistämättömästi huomattavaa lisäkustannusta ENS:lle, ainakin tänä ja ensi vuonna. Pitemmällä aikavälillä harkitaan mainoksien ottamista mukaan, jolloin lehdestä saattaisi koitua jopa tuottoa.

Mikäli Nuclear Europe todella käynnistyy, sen ensimmäinen numero lieneekin ATS:n jäsenten käsissä jo ennen seuraavaa ATS Ydintekniikka -lehteä. ATS:n johtokunta on ilmaissut tukensa ehdotetun tapaisen uuden ENS-jäsenlehden julkaisemiselle.

## NORHAV/LOFT YHTEISTYÖPROJEKTI

### POHJOISMAIDEN REAKTORITURVALLISUUSTUTKIMUKSEN YHTEISTYÖ JATKUU - PAINOPISTE PIENTEN JÄÄHDYTEVUOTOJEN TUTKIMUKSESSA

NORHAV/LOFT on Suomen, Ruotsin, Tanskan ja Norjan valtiollisten tutkimuslaitosten sekä USA:n reaktoriturvallisuusviranomaisen NRC:n yhteistyöprojekti ydinreaktorien turvallisuustutkimuksen alueella. Vuodesta 1976 voimassa ollut sopimusta on keväällä 1981 jatkettu siten, että Norja osallistuu vain Pohjoismaiden väliseen yhteistyöhön, muttei allekirjoittanut NRC:n kanssa tehtyä sopimusta.

NORHAV-yhteistyö on tähän asti sisältänyt mm. ydinreaktorin jäähdytteenmenetysonnettomuutta ja hätäjäähdytysjärjestelmien toimintaa kuvaavien tietokoneohjelmien kehitystä, testausta ja käyttöä, kokeellista toimintaa sekä tiedonvälitystä. Uuden sopimuksen, joka on voimassa vuoden 1982 loppuun, oleellinen piirre on keskittyminen pienten jäähdytevuotojen ja niitä kuvaavien tietokoneohjelmien tutkimiseen. Tähän tarkoitukseen saadaan osarahoitusta myös Pohjoismaiden neuvoston alaiselta NKA:lta (Nordiska Kontaktorganet för Atomenergifrågor). NKA rahoittaa myös osaprojektia, jossa tutkitaan lämmönsiirto-korrelaatioita sovellettaviksi uuden polven tietokoneohjelmissa.

NRC:n kanssa tehty jatkosopimus on voimassa lokakuun 20. päivään 1982. Se on sisällöltään alempaa vastaava. Sopimus on käytännössä todettu erittäin hyödylliseksi, koska se on avannut suoran kanavan amerikkalaisten mittavaan turvallisuustutkimusohjelmaan. Kokeellisten tulosten ohella on saatu nopeasti mm. uusimmat tietokoneohjelmat ja apua niiden käytössä. Tällä hetkellä VTT:llä ollaan erityisen kiinnostuneita uusimmista LOFT-projektin pieniä vuotoja ja transientteja simuloivista kokeista sekä uuden polven RELAP5- tietokoneohjelman käyttöönotosta ja soveltamisesta.

Sopimusten solmimisen jälkeen alkaneesta työstä mainittakoon erityisesti pienten jäähdytevuotojen kuvaamiseen solveltuvien olemassa olevien tietokoneohjelmien vertailu- ja testautusohjelmien käynnistäminen. Tutkimus tapahtuu laskeamalla yhteisiä testitapauksia eri ohjelmilla, analysoimalla tuloksia ja parantamalla ohjelmia. Ensimmäiseksi testitapaukseksi on valittu yksi LOFT-laitoksella tehty pienen jäähdytevuodon simulointikoe.

### FINNATOMIN LASKENTA- JA OHJELMISTOPALVELUT FEMDATALLE

Oy Finnatom Ab:n lujuusteknisen suunnittelun laskenta- ja tietokoneohjelma-toiminta jatkuu Insinööritoimisto FEMdata Ky:ssä. Sopimus konsultointitoiminnan ja tietokoneohjelmien markkinoinnin siirtämisestä FEMdatalle allekirjoitettiin kesäkuun puolivälissä. Siten konepajayritysten (Ahlström, Valmet, Tampella, Rauma-Repola ja Wärtsilä) monivuotisesta yhteistyöprojektista muodostettiin uusi erikoisalansa konsultointi- ja ohjelmistoyritys.

FEMdata ryhtyy tukemaan ja kehittämään kotimaisia teknisen suunnittelun tietokoneohjelmia. Näihin kuuluu mm. useissa yrityksissä käytössä oleva FINNSAP-ohjelmapaketti, jonka markkinointi nyt siirtyy FEMdatalle. Yhteistyö edellä mainittujen konepajayritysten kanssa jatkuu palvelutöiden ja uusien kehitysprojektien muodossa kiinteänä. Myös ydinvoimalaitostekniikkaan liittyvää valmiutta (erikoispaineastiat, maanjäristysolosuhteet) tullaan FEMdatassa edelleenkin ylläpitämään ja kehittämään.

NINTH ACTIVITY REPORT OF THE  
NUCLEAR ENERGY AGENCY

The Nuclear Energy Agency (OECD/NEA) has announced publication of its Ninth Activity Report describing the main features of the Agency's work during 1980. The Report also discusses the state and prospects of the nuclear industry in OECD countries.

Given the growing interest in nuclear technology, the Agency is publishing this Report in a new format designed to make the results of NEA's work accessible to a wider audience and to contribute to improved public understanding of nuclear issues.

The Report states that "in spite of the widely reaffirmed need for OECD countries to move away from oil dependence, and therefore to stimulate every available alternative source of energy, little or no progress was made during 1980 in reinforcing nuclear programmes, except in the case of France. Among the causes are general economic difficulties, the crisis of public confidence in nuclear power and uncertainties concerning the regulatory processes for licensing plants. Confidence in the nuclear industry has been seriously affected and there is growing doubt about its future capability to support enlarged nuclear programmes.

"Paradoxically, there are emerging signs that broad support for nuclear programmes is more widespread than is reflected by this situation and the extreme caution shown by many governments. This suggests that decisions carried through with greater determination by the responsible authorities would attract more support than is usually assumed.

"In this state of affairs, the Nuclear Energy Agency is more than ever concerned with providing governments with the technological bases to support positive policy decisions in this difficult field."

More details concerning the state of nuclear power in the OECD area is shown in the attached Annex, together with the remaining highlights of the Agency's work in 1980.



## NUCLEAR DEVELOPMENT

Present levels of uranium production capacity exceed current demand but significant investment is required if shortfalls are to be avoided towards the year 2000. This conclusion of the December 1979 Report on "Uranium Resources, Production and Demand" led, during 1980, to attention being focussed on uranium availability in the longer term. The reliability of the projections was improved with collection and analysis of more detailed information on the geological nature of existing uranium deposits and the methods used at operating mines and mills. Several technical programmes were designed to stimulate exploration and develop exploration and extraction technology.

Identification of new regions to explore for uranium is the main aim of the IUREP (International Uranium Resources Evaluation Project). During 1980, missions took place to several countries to investigate their potential.

## NUCLEAR LAW

To encourage harmony in the nuclear legislation of Member countries, a study of legal and administrative requirements in the field of radioactive waste management was pursued. Two legal studies were also published: one on the regulation of transport of radioactive materials and the other on licensing systems and inspection of nuclear installations.

## NUCLEAR SCIENCE

In 1980, items of interest in the field of reactor physics included, in nuclear safety, prevention of criticality accidents for spent fuel transport flasks; and, in light water reactor operation, development and interpretation of in-core measurements and calculational techniques used in reactor and fuel simulation studies, refinement of neutron data also remained a high priority. During 1980, the NEA Data Bank, a specialised information centre, continued to refine its services and stock of computer programs.

## NUCLEAR SAFETY

Exchange of nuclear safety information continued as a priority task. A revised compilation of the research projects in Member countries was published in a new edition of the Nuclear Safety Research Index. A more elaborate Incident Reporting System was initiated to alert reactor operators and responsible authorities concerning accidents and other abnormal occurrences in operating plants throughout the OECD area. This is intended also to help identify possible generic safety problems.

A Working Group studying loss-of-coolant accidents and Emergency Core Cooling Systems concluded that the experimental information developed after many years of research now permits resolution of the most urgent uncertainties regarding large breaks. Research in this field is now concentrating on less severe, although more likely loss-of-coolant accidents and the behaviour of fuel during abnormal core conditions. Related areas are also receiving special attention. The nature of the research stimulated by the accident at Three Mile Island and its implications for future work were analysed in a published Report. Similarly, this accident has triggered additional research within NEA on methods to assess and quantify human performance during accidents as well as during normal plant operation.

A Report examining the safety of each individual stage of the nuclear fuel cycle was completed, the main conclusion being that the required information and experience already exists for the safe development of fuel cycle activities.

International Standard Problem exercises were developed to validate procedures and analytical tools used in nuclear safety assessment. An example is the Plate Inspection Programme, completed in 1980, in which testing laboratories in ten countries applied standardised non-destructive test procedures to locate implanted defects in three heavy section steel plates of the type used for fabricating reactor pressure vessels. Following the successful completion of this exercise, a second more extensive plate inspection programme has now been initiated.

### Nuclear Licensing

Despite the wide variety of procedural and legal frameworks for licensing nuclear plants in Member countries, very similar approaches to basic safety needs are followed by licensing authorities. A consensus Statement outlining agreed aims of siting criteria was adopted and published during the year.

One way of speeding up the introduction of nuclear energy would be a shortening of the excessively long lead times between initial decision-making and completion of power plant construction. A means to this end would be a more determined policy of standardisation in design practices, as attempted in several OECD countries with the achievement of construction times of as little as 5 or 6 years. There are no intrinsic reasons why the nuclear community should not be able to repeat these achievements. Sustained efforts are required in public information to encourage the development of a public consensus on nuclear energy. This, in conjunction with more determined political leadership, would permit more effective pursuit of the nuclear option.

## RADIOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL IMPACTS OF NUCLEAR ACTIVITIES

Work continued in developing revised international safety standards for the nuclear fuel cycle industry. Considerable progress has been made towards providing an up-to-date basis for legislation and regulations at national level for the protection of both workers and the general population.

The application of radiation protection and waste management principles to the management of uranium mill tailings is being studied and the technical means evaluated of monitoring and limiting their environmental effects. During the year, radiation protection studies were completed on the significance of the release during normal operation of nuclear reactors and reprocessing plants of those radio-nuclides which could build up in the atmosphere, both regionally and on a worldwide scale. Other studies covered the biological and environmental behaviour of plutonium and the problems of radiation exposure of workers in the industry.

### Radioactive Waste Management and Disposal

The Agency's programme in the field of radioactive waste management ranges from treatment, conditioning and storage of waste, to disposal issues. Two state-of-the-art reports were completed on decontamination and cutting techniques for decommissioning; and preparations were made to organise international projects in this field.

The Multilateral Consultation and Surveillance Mechanism for Sea Dumping of Radioactive Waste was applied to two operations, carried out by four Member countries, in which low level radioactive wastes were disposed of in the North East Atlantic Ocean. An international programme of scientific investigations related to the disposal site employed was also developed during the year.

Disposal of high level wastes in suitable geological emplacements is the option currently receiving most attention. During 1980, arrangements were completed for the "Stripa Project" in which the characteristics of granite rock as a repository are being studied in Sweden. In addition, two workshops were held on related questions

ANNEXThe State of Nuclear Power Programmes  
in the OECD Area

During 1980, eight nuclear power stations, five in France, two in the United States and one in Finland, went into commercial operation, bringing the total in the OECD area to 193. In addition, 12 others were completed and in the process of coming into operation. These 205 plants are four more than at the end of 1979.

During the year 18 stations (19.1 GW) were ordered, eight by France, four each by Japan and the United Kingdom and one each by Germany and Spain. Sixteen station orders were cancelled, all in the US (18 GW). There were 56 stations on order, compared to 62 at the end of 1979, and 162 under construction, two more than last year.

Electricity production from nuclear plants has increased by some 5% during 1980. This is a slight improvement compared to 1979, where the increase over 1978 was only 2.5%, mainly due to the negative effect of the Three Mile Island incident.

The foreseen rate of growth of the nuclear share of electricity production noted in the table is a relatively modest objective involving average growth rates of nuclear electricity production of some 15% until 1985 and of some 10% afterwards. This growth will require a completion of some 20 stations per year. This figure, set against an estimated reactor manufacturing capacity at present in OECD countries of about 50 or 60 power stations per year, indicates that there still exists a substantial potential to move further away from oil. This would require a more determined application of the nuclear option.

The Growth of Nuclear Power in the OECD Area in the Next Decade

	1980	1985	1990
Plants operating, no.	193	290	408
Total generating capacity	113 GWe*	220 GWe	330 GWe
Share of total electricity production	11 %	19 %	25 %

\* In commercial operation.



IAEA järjestää seuraavan suuren ydinenergia-alan konferenssin Wienissä 13-17 syyskuuta 1982. Kokouksen teemaksi on valittu "Nuclear Power Experience".

Edellinen IAEA:n vastaava konferenssi pidettiin Salzburgissa keväällä 1979, jolloin teemana oli "Nuclear Power and Its Fuel Cycle". Siihen osallistui n. 30 suomalaista.

Konferenssissa suunnitellaan esitettäväksi lähes 200 paperia, joista noin puolet kutsuttuja.

KTM on jo lähettänyt tarkemmat esitiedot konferenssin ohjelmasta, papereiden tarjoamisesta esitettäväksi sekä ilmoittautumisesta ydinenergia-alalla toimiville organisaatioille.

Oheisena lisätietoa tulevasta konferenssista.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY

International Conference on Nuclear Power Experience

Vienna, Austria

13 - 17 September 1982

INFORMATION SHEET

a. Introduction

The objective of the Conference is to highlight the major areas of experience from three decades of nuclear power. For that purpose, most papers, invited or contributed, should be focussed on the following three questions:

- A critical and constructive review of the main lines of what the past experience has been with regard to industrial scale realization, reliability, economics and safety;
- Which were the main lessons to be learnt; and
- Which are the implications for the future?

b. Programme Organization

The Conference will comprise plenary sessions, technical sessions and panel discussions.

It is planned to include a total number of approximately 190 papers in the programme for oral presentation at the Conference.

All papers for the plenary sessions will be prepared upon specific invitation by the Agency to individual experts, Member States or organizations. Invitations will be extended to selected authors of these papers on the basis of the recommendations of an Advisory Group with international representation.

For the technical sessions, papers will be selected from among those proposed and transmitted by Member States or organizations with the exception of some invited papers.

There will also be a special evening session on comparison of environmental and health impacts of different electricity production methods. The subject falls somewhat outside the strict scope of the Conference but the present efforts to collect comparative information will be presented in invited papers.

c. List of Topics

The following main programme subjects are also titles of plenary sessions and of a series of supporting technical sessions, for which the individual titles are proposed preliminary ones. They will be developed in detail when the contents of the plenary sessions are better known.

1. Planning and development of nuclear power programmes

Plenary sessions 1A, 1B and 1C

Review of experience gained in the planning and development of nuclear power and fuel cycle programmes including consideration of the importance of nuclear power in national energy and economic balances for large as well as small programmes. The impacts of long-term planning as well as factors to be considered in the decision-making and execution process.

One of the three plenary sessions will be devoted to an examination of the special problems which have been faced by developing countries in the introduction of nuclear power. Programme and project experience. Requirements on domestic infrastructures for technology assimilation and experience especially from manpower development. Financing problems.

Panel discussions at the end of two of the plenary sessions.

Technical session

1.1 The session should review experience gained in individual developing countries in preparing and executing nuclear power programmes with case studies of developing and reinforcing infrastructures and transfer and assimilation of technology.

## 2. Technical and economic experience of nuclear power production

### Plenary sessions 2A and 2B

Review of experience from the main lines of development of nuclear power plants, their design, construction and operation and from the economics of nuclear power production. Technical experience should include safety, environmental protection, and reliability aspects, as well as general construction experience and standardization efforts with different reactor types and unit sizes. Economic subjects to be covered include: capital, fuel cycle, and operating costs, the impacts of lead times and regulatory requirements on performance and costs; and projected decommissioning costs.

Two plenary sessions on construction and operation experience respectively, with a panel discussion at the end of each.

### Technical sessions

#### 2.1 Plant availability

The session should review the main reasons for past plant unavailability and experience of components and systems reliability. Design for improved availability and experience of the effectiveness of quality assurance measures in design, construction, manufacturing, commissioning and operation including repair, maintenance and in-service inspection.

#### 2.2 Nuclear power generating costs

The session should review past experience with predicted and actual investment costs, the reasons for experienced increases in investment costs and possibilities of foreseeing and controlling such increases. Reasons would include site characteristics, regulatory action, lead time lengthening for these and other reasons, financing modes, supply agreement and contract influences, etc.

Operating costs, including fuel, operations, maintenance and repairs, and decommissioning charges, should also be reviewed.

## 3. The nuclear fuel cycle

### Plenary session

Review of experience gained in uranium resources base development and in the supply situation. The development of process technology for uranium production, conversion, enrichment, fuel fabrication and fuel performance.

Spent fuel management: Storage, transportation, reprocessing and recycling. Management, including ultimate disposal, of fuel cycle wastes. Technological and economic aspects of fuel cycle development.

Panel discussion at end of session.

## Technical sessions

### 3.1 Uranium resources and production

#### A+B Uranium enrichment and fuel fabrication

The session should review production from known resources and assessment of potential future production. Experience of resource development lead times and market mechanisms and their influence on uranium availability and prices. Technical developments in the uranium production industry. Available experience of the fuel cycle industry processes conversion, enrichment, fuel fabrication, in particular with regard to the realization on industrial scale, product quality, operational reliability and economics. Experience from new technologies should be used to assess their future potential for replacing present processes.

(Two sessions foreseen.)

### 3.2 Fuel design, utilization and performance

The session should review progress in proven reactor fuel design, production and quality assurance, fuel element performance and reliability, improvements in fuel utilization up to and beyond original burn-up specifications.

### 3.3 Spent fuel management: storage, transportation, reprocessing and recycling

#### A+B Fuel cycle waste management

Experience in spent fuel storage and transport and strategy development for management of various types of spent fuel including reprocessing and recycling; the lead times which are to be expected under different circumstances. Experience with fuel cycle wastes in general and in particular the treatment and disposal of the tailings from mining and milling operations and the high-level wastes from reprocessing. The subject should be treated from the point of view of technology development. Strategies for management, including ultimate disposal, of high-level waste, and decommissioning of nuclear facilities.

(Two sessions foreseen.)

## 4. Nuclear safety experience

### Plenary session

The main issues which have been and are orienting nuclear safety. Design provisions for safety. Advanced safety features. Use of risk analysis in the design and in the regulatory process. Use of operating experience for improving plant safety. Operator training. Radiological protection, concepts and results.

Panel discussion at end of session.

### Technical sessions

#### 4.1 Important developments in safety analysis and technology

Developments in safety analysis and in design for safety. Global approaches to safety. Safety goals.



#### 4.2 The man-machine interface in nuclear power plant control

Experience in design of displays and control rooms taking into account human factor engineering. Presentation of alarms, taking into account the importance and urgency of the information. Computer assistance to operators and special instruments for accident conditions. Operator training.

#### 4.3 Radiation protection at nuclear power plants and fuel cycle facilities

Review of the application of the dose limitation system to exposures of workers and the public. Occupational exposure limitation. Definition of release limits. Dose limitation through design.

### 5. Advanced systems

#### Plenary session

Review of experience with breeder reactors and their fuel cycles to indicate the potential for large scale applications. Other advanced systems with their fuel cycles. Advanced application plans and their potential, e.g. in high temperature heat uses.

#### Technical session

#### 5.1 Breeder systems and their fuel cycles

The session should primarily focus on experience with the U-Pu fast breeder cycle. Empirically based estimates of industrial scale fuel cycle lead times and breeding gains should be presented as well as time schedules for planned large-scale deployment.

### 6. International safeguards

#### Plenary session

Examination of the background for safeguards, scope of IAEA safeguards, the implementation of IAEA safeguards, its impact, relationship with national or regional systems and effectiveness.

Panel discussion at end of session.

#### Technical session

#### 6.1 Safeguards implementation

The session should review the technical experience from safeguards operations in respect of goals, application approaches, inspections, data treatment and results. In addition, materials measurement techniques and containment and surveillance measures should be assessed empirically.

### 7. International co-operation

Review of experience from international agreements, their forms, scopes, substance and structures. Aspects of technology transfer should be considered. International undertakings and enterprises. Proposals for new types or examples of international co-operation.

Panel discussion at end of session.

## THE NEW 4-YEAR NORDIC SAFETY PROJECTS

### The new 4-year Nordic safety projects

by Franz Marcus, NKA.

The Nordic council of ministers has an annual budget for joint Nordic projects which in 1981 amounts to slightly above 30 millions FIM. Of these, 5.6 are spent on a safety programme which was prepared on the initiative of NKA, the Nordic Liaison Committee for Atomic Energy.

The interest in organizing Nordic projects in the safety field are evident: The questions to be solved are very similar from one country to another, there is a shortage of specialized personnel everywhere, and the common view which is obtained on safety questions opens the possibility of further co-operation between the Nordic countries and internationally.

#### The nuclear safety programme

NKA launched its first 4-year programme, at that time limited to nuclear safety questions, in 1976 [1]. It has recently been terminated with quite interesting results. The questions dealt with include:

Quality assurance, where complete manuals were worked out for nuclear power plants under construction and in operation. A handbook for QA-personnel was recently issued as the last of a total of 25 final reports from the project. There was an important Finnish contribution to the work which was led by Jarl Forstén of VTT.

Operator training, control room design and human reliability (the so-called KRU-project) was presented at a meeting at Halden in June. Among the results of the project are a description of skills required from plant operators, and guidelines for their training. The project results have assisted in planning operator training at Finnish nuclear power plants.

Waste management, where a study was made of how to demonstrate the safety of a reactor waste system. The Nordic waste study is presented at a symposium in Sweden in the middle of September. It also contains a survey of requirements to be fulfilled in solidifying waste from the operation of nuclear power plants. Many of the experiments (fall tests, fire tests) were performed at VTT.

Radioecology, where so-called bio indicators have been studied outside nuclear power plants with the aim of checking normal and exceptional releases. The pathway of radioactivity into the sea and its sediments are analysed, and intercalibration was done of analyses performed at different Nordic laboratories.

Transportation of nuclear material, where joint Nordic recommendations have been formulated for physical protection during transports, and also for certificates to be used where permits are required.

The first 4-year safety programme is now being wound up, and some of the issues are continued in the new safety projects.

A total of 8.6 millions FIM was allotted to the projects from the Nordic council over the four-year period, while national contributions amounted to more than 12 millions.

### Planning of the new programme

In 1979 the NKA called its ad hoc committee on safety questions (now called NKS) in order to plan a new multiannual programme [2]. Mauri Kuuskoski and Veikko Palva are Finnish members of the NKS. Some principles for the selection of project proposals are:

- project areas must have high priority in individual countries
- projects must have a certain minimum volume so that the unavoidable extra cost of co-operation is kept relatively low
- there must be qualified personnel/ressources available
- the financial contribution from the Nordic funds should be complementary to national financing - the latter is expected to be at least equally big.

Two of the selected project areas are more or less a follow-up on subjects dealt with in the first four-year programme: radioecology and radioactive waste. There is also a small follow-up action on quality assurance in order to transfer the experience from the nuclear project mentioned above to other fields. Three areas are new: reactor safety, human reliability, and environmental effects of energy production.

The actual work has been initiated in the first half of 1981. During the starting-up phase much care has been taken to make sure that those persons and organizations who are engaged in the particular professional fields in their own countries get involved in these Nordic projects.

The work on environmental effects (MIL) is financed through a steering group set up by the Nordic ministries of environment. The steering groups of all other project areas are organized by and co-ordinated through the NKA.

For 1981 the following Nordic funds are available:

		<u>Million FIM</u>
Environmental effects	MIL	1.9
Reactor safety	SÄK	1.4
Human reliability	LIT	0.9
Quality assurance	KVA	0.15
Radioactive waste	AVF	0.5
Radioecology	REK	0.5
Administration etc.	PFR	0.15
Reserves		0.1

### Actual state of work

#### Environmental effects

The MIL projects were planned following a NKA seminar in Røros, Norway, in 1979. At present the steering group is headed by Peter von Boguslawsky, and five separate projects have already been initiated. Among other things they deal with fly ashes from coal and peat combustion, and with cancerogenic and mutagenic compounds in off gases.

#### Reactor safety

There is a close coordination between the SÄK work and the Norhav project which is continued in the context of an agreement with the US Nuclear Regulatory Commission. Three SÄK projects have been embarked upon, and here Tuomas Mankamo leads the project on probabilistic risk assessment.

#### Human reliability

Work has started on how to assess the reliability during plant maintenance, and what is the influence of the organizational structure on human reliability. In total three projects have been started by the steering group which is headed by Björn Wahlström.

#### Radioecology

One major project deals with how to evaluate the consequences of large releases of radioactivity. In addition, Nordic work connected to the Biotest lake at Forsmark is being prepared. Work on bio indicators is continuing. In the steering group, Anneli Salo is responsible for the terrestrial radioecology project.

#### Concluding remarks

The new Nordic safety program has only just started, and in a few of the areas work is still in the preparatory stage. The first half-year report has just been issued [3], and there will certainly be ample occasions to revert to the findings of the projects in the future.

- [1] NU 1976:28 Utvidgat nordiskt samarbete inom kärnsäkerhetsområdet
- [2] NU B 1980:15 Säkerhetsforskning inom energiproduktionsområdet
- [3] NKA(81)11 Sikkerhedsforskning på energiproduktionsområdet.  
Rapport for første halvår 1981. 1981-08-27.

1981-09-02

FM/hf

KANSAINVÄLINEN STRIPA-TUTKIMUSPROJEKTI  
YDINJÄTTEIDEN LOPPUSIJOITUKSESTA

## 1. Projektin tausta

Keski-Ruotsissa sijaitsevassa Stripan entisessä rautakaivoksessa on tehty ydinjätteiden loppusijoitukseen liittyviä tutkimuksia vuodesta 1977 lähtien. Tutkimukset suoritetaan varsinaisesti entisten kaivostilojen vieressä sijaitsevaan graniittimassiiviin louhituissa tiloissa noin 350 metrin syvyydessä. Vuosina 1977-79 käynnissä olleeseen ruotsalais-amerikkalaisena yhteistyönä suoritettuun tutkimusohjelmaan kuului kallion lämmityskokeita, rakoilujärjestelmien ja pohjavesivirtausten tutkimuksia sekä geofysikaalisia mittauksia.

Vuonna 1979 aloitettiin OECD:n useiden jäsenmaiden kesken neuvottelut tutkimusten jatkamisesta Stripassa laajempaa kansainvälisenä yhteistyönä. Neuvottelujen tuloksena käynnistyivät vuoden 1980 toukokuussa kallion hydrogeologiaan ja geokemiaan, radionuklidien kulkeutumiseen ja loppusijoitustilojen täyteaineisiin liittyvät tutkimukset seitsemän maan organisaatioiden yhteistyönä, OECD:n ydinenergiajärjestön NEA:n autonomisena projektina. Projekti jatkuu vuoteen 1984 saakka ja sen kustannusarvio on lähes 50 miljoonaa kruunua.

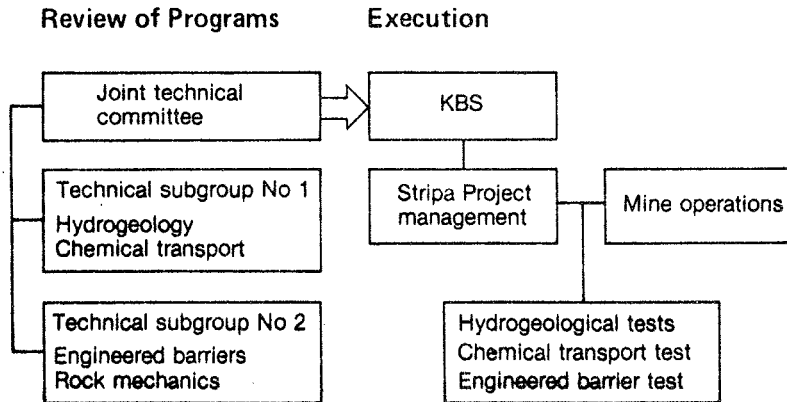
## 2. Osallistujat ja organisaatio

Projektiin osallistuvat seuraavat organisaatiot:

- Ab Svensk Kärnbränsleförserjning (SKBF) Ruotsista
- Department of Energy (DOE) Yhdysvalloista
- Nationale Genossenschaft für die Lagerung Radioaktiver Abfälle (NAGRA) Sveitsistä



- Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation (PNC) Japanista
- Teollisuuden Voima Oy (TVO), Kauppa- ja teollisuusministeriö (KTM) ja Imatran Voima Oy (IVO) Suomesta
- Atomic Energy of Canada Ltd (AECL) Kanadasta
- Commissariat à l'Energie Atomique (CEA) Ranskasta



Kuva 1. Stripa-projektin organisaatiokaavio

AECL ja CEA ovat liittyneet projektiin ulkojäseniksi, joiden oikeudet ja vaikutusmahdollisuudet ovat jonkin verran vähäisemmät kuin muiden osallistujaorganisaatioiden.

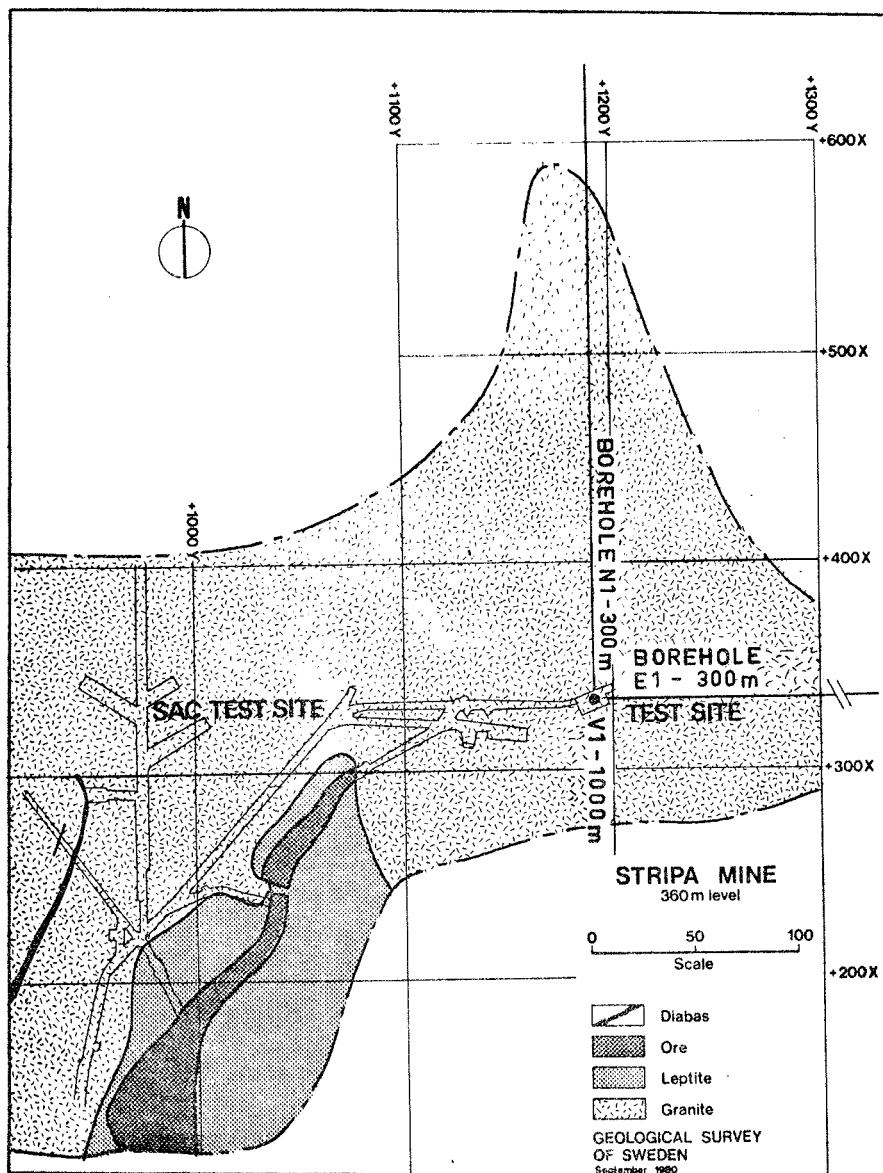
Projektin organisaatiokaavio on esitetty kuvassa 1. Tutkimusten käytännön toteutuksesta vastaa SKBF:n KBS-osasto. Tutkimusohjelman ja siihen tehtävät muutokset hyväksyy ja ohjelman edistymistä valvoo JTC (Joint Technical Committee), jossa osallistujaorganisaatioilla on edustajansa. Osallistujat ovat edustettuina myös TSG-ryhmissä (Technical Subgroups), jotka kommentoivat ehdotettuja tutkimusohjelmia ja suorittavat omaan tutkimusalueeseensa kuuluvan työn seuranta.

### 3. Järjestelyt Suomessa projektiin osallistumisesta

Suomalaisten osallistuminen projektiin on järjestetty siten, että TVO on allekirjoittanut kansainvälisen sopimuksen ja lisäksi Teollisuuden Voima Oy, Kauppa- ja teollisuusministeriö ja Imatran Voima Oy ovat tehneet keskinäisen sopimuksen projektiin osallistumisesta. Suomalaisten kustannusosuudesta, joka on 3,6 miljoonaa kruunua, TVO:n osuus

on 67,5 %, KTM:n 25 % ja IVO:n 7,5 %. Suomalaisten osallistujien edustajat kohdassa 2 mainituissa yhteistyöryhmissä ovat TVO:sta, IVO:sta ja Valtion teknillisestä tutkimuskeskuksesta (VTT).

Suomeen on perustettu Stripa-projektin seurantaryhmä, jonka tehtävänä on mm. seurata projektin kulkua sekä huolehtia projektin tulosten tiedottamisesta Suomessa. Ryhmässä ovat edustettuina KTM, TVO, IVO, VTT, Geologinen tutkimuslaitos, Säteilyturvallisuuslaitos ja Helsingin yliopiston radiokemian laitos.

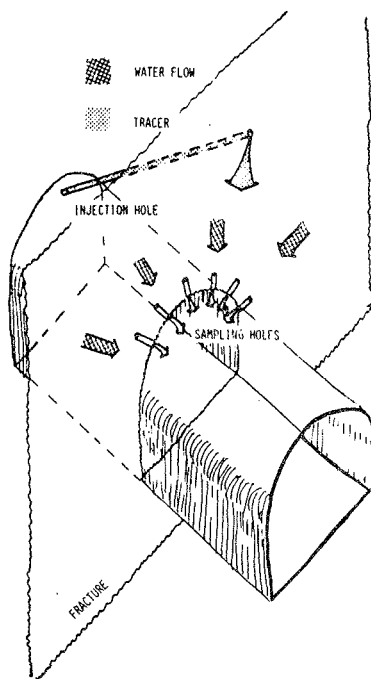


Kuva 2. Hydrogeologisiin ja geokemiallisiin tutkimuksiin kairattavien reikien sijainti Stripan graniittimuodostumassa (V1 pystyreikä, N1 ja E1 vaakasuorat reiät)

#### 4. Projektissa suoritettavat tutkimukset

Stripan kokeista saadaan eri maissa suoritettavaa tutkimusta täydentävää lisätietoutta kallion hydrogeologisista ja geokemiallisista olosuhteista, radionuklidien migraatiosta kallioperässä ja täyteaineiden käyttäytymisestä loppusijoitusolosuhteissa. Tutkimusten tulokset julkaistaan omana raporttisarjanaan. Lisäksi projektin edistymisestä raportoidaan vuosi-, neljännesvuosi- ja kuukausiraporteissa.

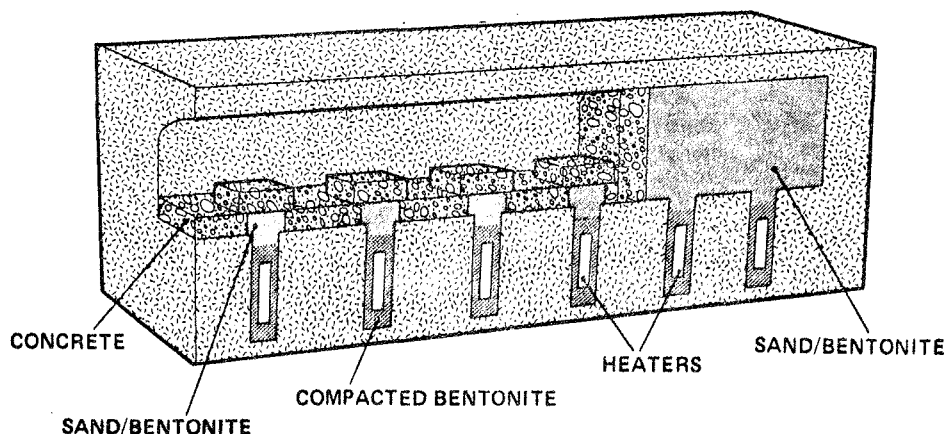
Hydrogeologisia ja geokemiallisia tutkimuksia varten kairataan kaksi 300 metriä pitkää vaakasuoraa reikää ja yksi 1000 metrin pystyreikä (kuva 2). Tutkimuksiin kuuluu kalliönäytekartoituksia, kalliönäytteiden laboratoriotutkimuksia, TV-mittauksia rei'issä, geofysikaalisia reikä tutkimuksia, kalliön vedenjohdavuuden ja vesipaineen mittauksia, pohjavesinäytteiden ottoa, pohjaveden geokemiallisia analyyseja, pohjaveden ikämäärittäyksiä ja kalliön jännitystilamittauksia. Tutkimuksilla kehitetään menetelmiä ja laitteita vedenjohdavuuden ja vesipaineen mittauksiin sekä hankitaan lisätietoutta syvällä kallioperässä vallitsevista hydrogeologisista olosuhteista ja pohjaveden ominaisuuksista.



Kuva 3. Migraatiotutkimusten periaate

Migraatiotutkimuksissa injektoidaan tunnelin leikkaavan kallio-  
raon pohjaveteen ydinjätteen sisältämiä radionuklideja vastaa-  
via stabiileja merkkiaineita (kuva 3). Merkkiaineiden kulkeu-  
tumista pohjaveden mukana raossa tutkitaan ottamalla vesinäyt-  
teitä noin 5 metrin päässä injektointikohdasta olevista keräi-  
lypisteistä. Lisäksi kallioraosta kairataan näytteitä, joista  
tutkitaan merkkiaineiden pidättymistä rakopinnalle. Tutkimuk-  
silla selvitetään eri aineiden kulkeutumista kallioraossa,  
laboratoriotutkimuksista saatujen sorptiotulosten vastaavuutta  
todellisissa kallio-olosuhteissa saatuihin tuloksiin, kehitetään  
tekniikkaa pienten pohjavesinäytteiden ottoon ja rakopinnalle  
pidättyneiden aineiden analysointiin sekä hankitaan kokemusta  
stabiilien merkkiaineiden käytöstä.

Täyteainetutkimuksia varten tunnelin pohjaan kairataan kuusi  
reikää, joiden halkaisija on 0,75 metriä ja syvyys 3 metriä  
(kuva 4). Kuhunkin reikään sijoitetaan lämmittimet, joiden  
aiheuttama lämpötilan kohoaminen ympäristössä vastaa käytetyn  
ydinpolttoaineen sisältämästä jätteestä aiheutuvaa lämpene-  
mistä. Reiät täytetään puristetulla bentoniitilla ja tunneli  
kahden reiän kohdalta hiekan ja bentoniitin seoksella. Tut-  
kimuksilla selvitetään täyteaineiden käyttäytymistä seura-  
amalla pohjaveden imeytymistä reiän ja tunnelin täyteaineisiin,  
mittaamalla bentoniitin paisumisesta aiheutuvia paineita sekä  
seuraamalla täyteaineissa tapahtuvia lämpötilamuutoksia.



Kuva 4. Täyteainetutkimusten koejärjestelyt

PÄÄKAUPUNKISEUDUN ENERGIAHUOLTOVAIHTOEHTOJEN KANSANTALOUDELLISET VAIKUTUKSET

1. TAUSTA

Pääkaupunkiseudun sähkö- ja lämpöhuollon tulevia vaihtoehtoja on tutkittu viime vuosina eri osapuolten toimesta. Konventionaalisen, hiileen perustuvan energiatuotantovaihtoehdon lisäksi on selvitetty myös suurten sähköä ja lämpöä tuottavien ydinlämmityslaitosten sekä pienempien pelkästään lämpöä tuottavien ns. Secure-ydinlämpölaitosten mahdollisuuksia pääkaupunkiseudulla.

Aikaisemmat tutkimukset suoritettiin pääasiassa eri vaihtoehtojen taloudellisuustarkasteluina. Viimeisimpänä vaiheena on kuitenkin tarkasteltu myös eri vaihtoehtojen kansantaloudellisia vaikutuksia. Tämä tutkimus suoritettiin KTM:n rahoituksella VTT:n ja IVOn yhteistyönä ja se valmistui käytännössä vuoden 1980 lopussa. Seuraavassa esitetään lyhyt yhteenveto tutkimuksen tuloksista. Täydellisenä tutkimus on raportoitu julkaisussa

Kärkkäinen Seppo, Ranne Aulis & Kangas Matti, Pääkaupunkiseudun energiahuoltovaihtoehtojen kansantaloudelliset vaikutukset. Espoo 1981. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Sähkötekniikan laboratorio, Tiedonanto 60. 58 s + liitt. 42 s.

2. TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHTA

Pääkaupunkiseudun energiahuoltojärjestelmä on niin laaja, että sitä ei ole syytä tarkastella kokonaan irrallisena valtakunnallisesta sähkön-tuotantojärjestelmästä. Tämän vuoksi pääkaupunkiseudun erilaisiin rakentamisohjelmiin on tässä tutkimuksessa liitetty optimaalinen valtakunnallinen sähköntuotanto. Rakennusohjelmien osalta tutkimus pohjautuu osaltaan viitteeseen /1/ sekä muihin samoihin aikoihin suoritettuihin tutkimuksiin, joiden lähtökohtana oli vuoden 1978 hintataso ja silloiset energiankulutusennusteet. Jotta tämän tutkimuksen tulokset olisivat vertailukelpoisia aikaisempiin verrattuna, on tässä käytetty samaa hintatasoa. Polttoainehintojen reaalinousuksi on oletettu kaikkien polttoaineitten osalta 2 %/a.



Tutkimuksessa on tarkasteltu aikaväliä 1990 - 2005 ja kolmea taulukon 1 mukaista perusvaihtoehtoa, joista

- hiilivaihtoehto (H) sisältää pääkaupunkiseudulla viisi uutta hiililämmityslaitosta,
- ydinvaihtoehto (Y) kaksi 1 000/800 MW ydinlämmityslaitosta (laskennallinen sijoituspaikka Kopparnäs) ja yhden hiililaitoksen,
- Secure-vaihtoehto (S) sisältää kaksi 400 MW kaukolämpötehoista Secure-ydinlämpölaitosta ja kaksi hiililaitosta.

Lisäksi kuhunkin vaihtoehtoon sisältyy 10 % reaalikorolla optimoitu valtakunnallinen sähköntuotannon rakennusohjelma, jonka on oletettu perustuvan lauhdesähkön osalta ydinvoimaan. Valtakunnallinen sähkönkysyntäarvio, johon taulukon 1 rakennusohjelmat perustuvat, on seuraava:

v. 1990 57,6 TWh, v. 1995 67,1 TWh, v. 2000 76,6 TWh ja v. 2005 86,1 TWh. Ennuste on vuoden 1995 osalta hieman korkeampi kuin KTM:n viimeisimmän arvion "Energialous v. 1995" ylempää skenaariota vastaava kysyntä 64 TWh.

Taulukko 1. Vertailtaviin vaihtoehtoihin liittyvät rakennusohjelmat pääkaupunkiseudulla ja niitä vastaava optimoitu (10 % korko, 2 %/a nousevat polttoainehinnat) erillinen valtakunnallinen sähköntuotanto. Laitosten valmistumisvuodet ja tyypit /1, 2/.

	Hiilivaihtoehto	SECURE-vaihtoehto	Ydinvaihtoehto
Pääkaupunkiseutu	1990 hiili 350/460 Vuosaari	1989 SECURE - /400 Malmi	1990 ydin 1000/800 Kopparnäs
	1991 hiili 150/200 Suomenoja	1991 SECURE - /400 Malmi	1993 ydin 1000/800 Kopparnäs
	1993 hiili 350/460 Vuosaari	1992 hiili 250/340 Salmisaari	1995 hiili 250/340 Salmisaari
	1995 hiili 200/260 Salmisaari	1997 hiili 200/260 Hanasaari	
	1998 hiili 200/260 Hanasaari		
Valtakunnallinen lauhdesähkö	1990 ydin 1000 MW	1990 ydin 1000 MW	1997 ydin 1000 MW
	1995 - " -	1993 - " -	2000 - " -
	2000 - " -	1997 - " -	2002 - " -
	2004 - " -	2001 - " -	
		2005 - " -	
Valtakunnallinen kaasuturpiinivoima	- 1990 0 MW	0 MW	0 MW
	1991 - 1995 0 MW	59 MW	0 MW
	1996 - 2000 229 MW	570 MW	591 MW
	2001 - 2005 381 MW	747 MW	750 MW

Pääkaupunkiseudun energiahuoltojärjestelmän laajuus ja eräisiin vaihtoehtoihin liittyvät ydinvoimalaitokset aiheuttavat sen, että tuotantolaitosten rakentamiseen liittyvää päätöksentekoa ei voida tehdä irrallaan valtakunnallisesta energiapolitiikasta. Tämän päätöksenteon avuksi tarvitaan tietoa liiketaloudellisten seikkojen lisäksi myös muista eri vaihtoehtojen seurannaisvaikutuksista. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on vertailla eri vaihtoehtoja kansantaloudellisten vaikutusten osalta ja täten täydentää aikaisempia tutkimuksia /1, 2/.

### 3. TARKASTELLUT KANSANTALOUDELLISET VAIKUTUKSET

Tutkimuksessa on tarkasteltu pääosin seuraavia neljää kansantaloudellista tekijää:

- kokonaistuotoksen lisäys (kansantalouden liikevaihto),
- kotimaisuusaste
- tuonnin kasvu
- työllisyysvaikutukset.

Kutakin tekijää on tarkasteltu kolmella eri tasolla:

- ensimmäisellä tasolla tarkastellaan rakennusohjelmien välittömiä vaikutuksia, ts. energian tuottamisesta vastaavalle yritykselle tulevia välittömiä kustannuksia, niiden jakautumista kotimaisiin ja ulkomaisiin osiin sekä välittömiä työllisyysvaikutuksia,
- tasolla 2 on tarkasteluissa mukana myös tuotannon kerrannaisvaikutukset kansantaloudessa. Tuonnin ja kotimaisuusasteen osalta tämä merkitsee kotimaisten tuotteiden alihankintaketjun huomioon ottamista,
- tasolla 3 otetaan huomioon myös kotimaassa maksettujen palkkojen aiheuttaman lisäkulutuksen vaikutukset, ts. tarkastellaan rakennusohjelmien vaikutusta koko kansantalouteen.

Em. vaikutuksia on tutkittu eri vaihtoehtojen osalta tarkastelemalla koko energiatuotantoa. Lisäksi on erikseen tarkasteltu eri osatekijöitä pääjaotuksen ollessa energiantuotannon rakentamistoiminta ja käyttötoiminta, jotka edelleen jakautuvat eri osatekijöihin.

Seuraavassa tuloksia on esitelty lyhyesti siten, että kohdassa 4 tarkastellaan yksittäisten voimalaitosten rakentamisen vaikutuksia ja kohdassa 5 koko taulukon 1 mukaisten vaihtoehtoisten rakennusohjelmien vaikutuksia. Kohdassa 6 on lopuksi esitetty, pääosin aikaisempien tutkimusten pohjalta, eri vaihtoehtojen puhdas kustannusvertailu sekä herkkyystarkasteluja.

#### 4. YKSITTÄISTEN VOIMALAITOSTEN RAKENTAMISEN KANSANTALOUDELLISET VAIKUTUKSET

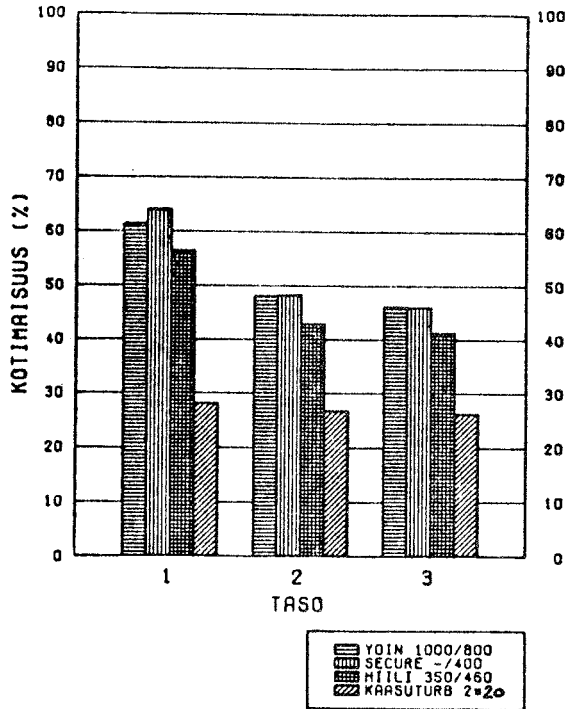
Taulukossa 2 on yhteenveto eri voimalaitosten rakentamisen vaikutuksista kaikilla kolmella tarkastelutasolla. Kuten edellä todettiin, on markkamääräiset vaikutukset laskettu vuoden 1978 rahassa ja kustannustasolla. Mielenkiintoisimpana taulukon 2 tuloksista voitaneen pitää kotimaisuusastetta (Kuva 1): Tasolla 3 tämä on ydinlauhde-, ydinlämmitys- ja Secure-laitoksilla melko tarkkaan yhtä suuri eli 46,1 - 46,4 %. Hiililämmityslaitoksen vastaava arvo on n. 41,4 %. Jos tarkasteltaisiin vain välitöntä kotimaisuusastetta (tasoa 1), niin tämä olisi Securella suurin (64,1 %). Suurilla ydinlaitoksilla se olisi n. 61,5 % ja hiililaitoksilla 56,5 %. Yleensä erilaisten hankkeitten kotimaisuusasteista puhuttaessa tarkoitetaan juuri tasoa 1, joka kuitenkin saattaa antaa virheellisen kuvan hankkeeseen sijoitetun rahan kotimaahan jäävän osan suuruudesta (taso 3).

Kuvissa 2...4 on havainnollistettu laitosten rakentamisen aiheuttamia kokonaistuotoksen ja tuonnin lisäyksiä sekä työllisyysvaikutusta suhteuttamalla ne kokonaiskustannukseen, laitoksen lämpötehoon ja hintaan.

Taulukko 2. Yhteenveto tuotantokoneistojen rakentamisen kansantaloudellisista vaikutuksista.

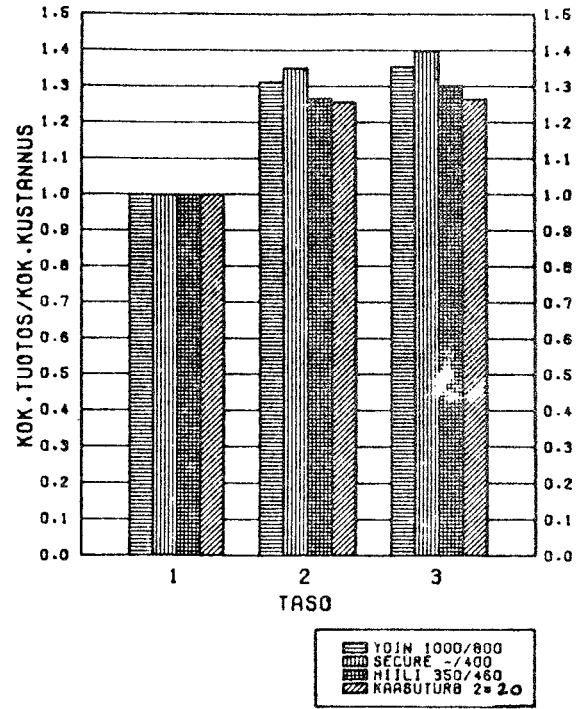
Hanke	Tark. taso	Kotimaisuusaste/%	Kokonaistuo- toksen lisäys Mmk	Tuonnin li- säys/Mmk	Työllistävä vaikutus htv
Ydin 1000/- (3000 MW <sub>th</sub> )	1	61,6	3100	1190	7936
	2	48,3	4072	1602	10280
	3	46,4	4208	1672	13581
Ydin 1000/800 (3000 MW <sub>th</sub> )	1	61,4	3182	1228	8080
	2	48,1	4176	1652	10473
	3	46,2	4314	1723	13841
SECURE-/400 (400 MW <sub>th</sub> )	1	64,1	561	201	1473
	2	48,3	758	290	1947
	3	46,1	785	304	2607
HIILI 350/460 (890 MW <sub>th</sub> )	1	56,5	725	316	1403
	2	43,0	918	413	1866
	3	41,4	945	427	2522
HIILI 250/340 (650 MW <sub>th</sub> )	1	56,5	500	218	968
	2	43,0	640	285	1287
	3	41,4	659	295	1739
HIILI 150/200 (390 MW <sub>th</sub> )	1	56,5	370	161	716
	2	43,0	469	211	952
	3	41,4	483	218	1287
KAASUT 2 x 20	1	28,2	40,2	28,8	26
	2	26,8	50,5	29,4	30
	3	26,3	50,8	29,6	37

### ENERGIANTUOTANTOKONEISTOJEN KOTIMAISSUUSASTEET ERI TASOILLA



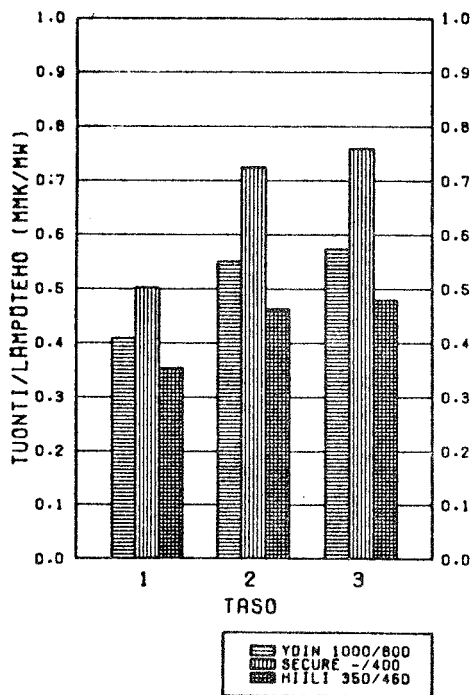
Kuva 1. Tuotantokoneistojen rakentamisen kotimaisuusasteet.

### KOKONAISTUOTOS PER KOKONAISKUSTANNUS



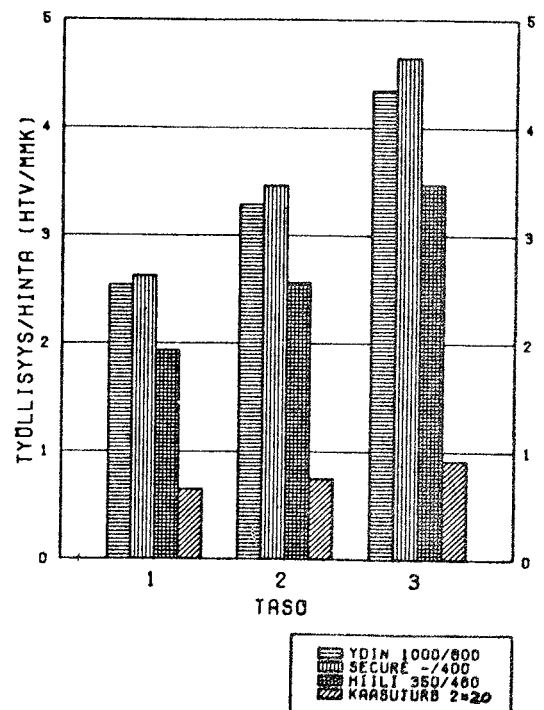
Kuva 2. Tuotantokoneistojen rakentamisen kokonaistuotoksen lisäys.

### TUONTI PER LAITOKSEN LAMPÖTEHO



Kuva 3. Tuotantokoneistojen rakentamisen tuontivaikutus.

### TYÖLLISYYSVAIKUTUS PER KOKONAISHINTA



Kuva 4. Tuotantokoneistojen rakentamisen työllisyysvaikutus.



5. ERI RAKENNUSOHJELMIEN VERTAILU KANSANTALOUDELLISTEN KOKONAISVAIKUTUSTEN OSALTA

Vaihtoehtojen kumulatiivisia vaikutuksia tarkasteltaessa on rakentamisen tarkasteluajankohta ollut v. 2000, jolloin vuoden 2005 jälkeen valmistuvien laitosten rakentamisaikaiset vaikutukset eivät vaikuta tuloksiin. Käyttötoiminnan kumulatiivisia vaikutuksia on tarkasteltu v. 2005 ja kokonaisvaikutuksia em. ajankohtien puolivälissä. Tuloksista on esitetty yhteenveto tarkastelutasoilla 1 ja 3 taulukossa 3 seuraavasti:

taulukossa 3a on energiantuotannon yhteisvaikutukset;

" 3b rakentamistoiminnan osuus;

" 3c käyttötoiminnan osuus;

taulukossa 3d ja 3e on eritelty tuotantokoneistojen ja siirtojärjestelmien rakentaminen, joiden summa on taulukko 3b;

taulukossa 3f ja 3g on vastaavasti ylläpitotoiminta ja polttoainehuolto, joiden summa on taulukko 3c;

taulukossa 3h on lisäksi puhtaan käyttöhenkilökunnan työpanos.

Merkinnät Y, S ja H viittaavat taulukon 1 rakennusohjelmiin ja Y-H ja S-H ovat eroja hiilivaihtoehtoon nähden.

Taulukko 3. Energiantuotantovaihtoehtojen kansantaloudellisten vaikutusten kumulatiiviset arvot ja kumulatiivisten arvojen erot.

Rakentamistoimintaa tarkasteltu vuoden 2000 lopussa.

Käyttötoimintaa tarkasteltu vuoden 2005 lopussa.

Yhdistettyjä arvoja tarkasteltu jakson 2000 - 2005 puolivälissä.

Yksiköt: Mmk ja htv

ENERGIAN TUOTANTO

Vaihtoehto	Taso 1			Taso 3		
	KT	Tuonti	Työll.	KT	Tuonti	Työll.
Y	53566	38507	56393	61377	41427	105609
S	56756	40623	59185	65006	43674	112296
H	55848	40811	54382	62893	43548	100036
Y-H	-2282	-2304	2011	-1516	-2121	5573
S-H	908	-188	4803	2113	126	12260

RAKENTAMISTOIMINTA

Vaihtoehto	Taso 1			Taso 3		
	KT	Tuonti	Työll.	KT	Tuonti	Työll.
Y	14881	5494	39256	20500	7875	66696
S	15287	5827	39486	20996	8206	67265
H	13558	4939	35316	18674	7111	60342
Y-H	1323	555	3940	1826	764	6354
S-H	1729	888	4170	2322	1095	6923

Taulukko 3. jatkuu...

## KÄYTTÖTOIMINTA

Vaihtoehto	Taso 1			Taso 3		
	KT	Tuonti	Työll.	KT	Tuonti	Työll.
Y	46732	40460	18227	48763	40987	44579
S	49719	42530	20541	52033	43126	50457
H	51202	43892	21234	53198	44405	46144
Y-H	-4470	-3432	-3007	-4435	-3418	-1565
S-H	-1483	-1362	-693	-1165	-1279	4313

## TUOTANTOKONEISTOJEN RAKENTAMINEN

Vaihtoehto	Taso 1			Taso 3		
	KT	Tuonti	Työll.	KT	Tuonti	Työll.
Y	14175	5480	35716	19337	7629	60915
S	15151	5825	38685	20762	8164	65990
H	13257	4936	33630	18163	7017	57620
Y-H	918	544	2086	1174	612	3295
S-H	1894	889	5055	2599	1147	8370

## SIIRTOJÄRJESTELMIEN RAKENTAMINEN

Vaihtoehto	Taso 1			Taso 3		
	KT	Tuonti	Työll.	KT	Tuonti	Työll.
Y	706	14	3540	1163	245	5781
S	136	2	801	234	41	1275
H	300	4	1686	511	94	2722
Y-H	406	10	1854	652	151	3059
S-H	-164	-2	-885	-277	-53	-1447

## YLLÄPITOTOIMINTA

Vaihtoehto	Taso 1			Taso 3		
	KT	Tuonti	Työll.	KT	Tuonti	Työll.
Y	2919	121	3179	4950	648	29531
S	3323	134	3609	5637	730	33525
H	2817	86	3063	4313	598	27973
Y-H	102	35	116	137	50	1558
S-H	506	48	546	824	132	5552

## POLITTOAINEHUOLTO

Vaihtoehto	KT	Tuonti
Y	43813	40339
S	46396	42396
H	48384	43805
Y-H	-4571	-3466
S-H	-1988	-1409

## KÄYTTÖHENKILÖKUNTA

Vaihtoehto	Työpanos
Y	15048
S	16932
H	18171
Y-H	-3123
S-H	-1239

Kokonaistuotoksen lisääystä kansantaloudessa tarkasteltaessa voidaan todeta, että yhteisvaikutukset ydinvaihtoehdolla ovat pienemmät ja Secure-vaihtoehdolla suuremmat kuin hiilivaihtoehdolla. Erot selittyvät rakentamis- ja käyttötoiminnoista.

- Rakentamistoiminnassa sekä ydin- että Secure-vaihtoehtojen vaikutukset ovat suurempia kuin hiilivaihtoehdon. Keskimääräisiksi vuosiarvioiksi muutettuna Y-vaihtoehdon vaikutukset ovat n. 120 Mmk/a ja S-vaihtoehdon n. 150 Mmk/a suuremmat kuin H-vaihtoehdon. Ydinvaihtoehdon rakentamistoiminnan vaikutuksiin on lämmönsiirto- johdon rakentamisella suhteellisen suuri vaikutus (Y- ja Hv aihitoehdon kumulatiivinen ero n. 0,4 mrd. mk), kun taas Secure-vaihtoehdon lämmönsiirtojohto on hieman halvempi kuin hiilivaihtoehdon.
- Käyttötoiminnan osalta tilanna on päinvastainen: keskimääräiset vuosivaikutukset ovat Y-vaihtoehdolla n. 290 Mmk/a ja S-vaihtoehdolla n. 80 Mmk/a pienemmät kuin H-vaihtoehdolla. Tämä johtuu suurimmalta osin polttoainekustannusten eroista, ja näin ollen erot ovat riippuvaisia ydin- ja hiilipolttoaineitten hinnankehityksestä.

Jos tarkastelut tehtäisiin kokonaistuotoksen sijasta bruttokansantuotteelle, niin tulokset olisivat samansuuntaiset, mutta markkamääräisesti pienemmät kuin edellä (esim. ydinvoimalaitosten rakentamisen aiheuttama BKT:n lisäys on vajaa 30 % kokonaistuotoksen lisäyksestä).

Tuontivaikutuksista voidaan todeta, että kokonaistuonnin osalta ydinvaihtoehto on edullisempi ja Secure-vaihtoehto likimain samanarvoinen kuin hiilivaihtoehto. Polttoainetuonnilla on varsin suuri osuus eri vaihtoehtojen tuonnin eroihin, sillä Y-vaihtoehdon polttoainetuonti- vaikutukset ovat n. 3,5 mrd. mk (keskimäärin vuositasolla n. 230 Mmk/a) ja S-vaihtoehdon n. 1,4 mrd. mk (80 Mmk/a) pienemmät kuin H-vaihtoehdon. Polttoaineitten hintakehityksellä on näin ollen suuri vaikutus eri vaihtoehtojen tuontivaikutuksiin.

Työllisyysvaikutuksista voidaan todeta, että ydinvaihtoehdon yhteenlasketut työllisyysvaikutukset ovat n. 5 600 htv ja Secure-vaihtoehdon n. 12 300 htv suuremmat kuin hiilivaihtoehdon. Ydinvaihtoehdon työllistävä vaikutus johtuu pääasiassa rakentamistoiminnasta, joka jakaantuu puoliksi voimalaitosten ja puoliksi siirtojohtojen osalle. Secure-vaihtoehdon suhteellisen suuresta työllistävästä vaikutuksesta suurin osa johtuu tuotantokoneistojen rakentamisesta, mutta myös käyttötoiminnalla on merkittävä osuutensa.

## 6. YHTEENVETO KUSTANNUSVERTAILUN TULOKSISTA SEKÄ HERKKYYSTARKASTELUISTA

Eri rakennusohjelmien kustannusten vertailu suoritettiin tutkimuksen yhteydessä, jolloin lähtöhintatasona sekä polttoaine- että investointikustannuksille oli vuoden 1978 jälkipuoliskon hintataso /1/. Laskelmat suoritettiin kiinteällä rahanarvolla, ja polttoaineitten reaalihintanousuksi oletettiin 2 %/a kaikille polttoaineille. Investoinneista laskelmiin sisällytettiin valtakunnallisen erillisen sähköntuotannon sekä pääkaupunkiseudun yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon ja siirron vaatimat lisäinvestoinnit vaihtoehtoisilla rakennusohjelmilla. Muuttuvista kustannuksista otettiin huomioon sekä valtakunnallisen sähköntuotannon että pääkaupunkiseudun sähkön ja kaukolämmön tuotannon muuttuvat kustannukset. Vuoteen 1990 diskontattujen kokonaiskustannusten osalta todetaan, että

- ydinvaihtoehto oli lähes 1,2 mrd. mk, keskimääräisinä vuosikustannuksina lähes 160 Mmk/a edullisempi kuin hiilivaihtoehto,
- hiilivaihtoehto oli puolestaan n. 150 Mmk (n. 20 Mmk/a) edullisempi kuin Secure-vaihtoehto,

kun vertailu pohjautui 10 % reaalikorkokantaan.

Sekä em. kustannusvertailun että kohdan 5 kansantaloudellisen vertailun tulokset riippuvat käytetyistä lähtöolettamuksista. Tärkeimmät tekijät tässä suhteessa ovat korkokanta, investointikustannukset ja polttoainehintakehitys. Lisäksi ydinlämmityslaitoksella vaikuttaa kaukolämmön siirtoetäisyys oleellisesti tuloksiin.

Verrattaessa tämän tutkimuksen polttoainehintoja (v. 1978 taso) ns. suurvoimalaitos selvityksen hintoihin (v. 1980 taso) todetaan, että jälkimmäiset ovat ydinpolttoaineen osalta n. 39 % ja hiilen osalta n. 27 % suurempia. Inflaatiokin huomioon ottaen on nousu täällä lyhyellä aikavälillä ollut nopeampaa kuin laskelmissa oletettu 2 %/a. Vuoden 1980 lopulla hiilen hinta on edelleen noussut, joten hiili- ja ydinpolttoaineen hintasuhte on säilynyt likimain laskelmissa käytetyssä arvossa (3,3). Ydinlämmityslaitosten investointikustannusarviot ovat vastaavana aikana kasvaneet 23...55 %, joten polttoaine- ja investointikustannukset ovat kasvaneet likimain samassa suhteessa. Reaalihintojen todellisia muutoksia seuraavan kahden vuosikymmenen aikana on kuitenkin mahdotonta mennä ennustamaan edellä mainittujen lyhyen aikavälin muutosten perusteella.

Muutosten vaikutuksista tuloksiin voidaan kuitenkin lyhyesti todeta seuraavaa:

- Reaalikoron pienentäminen parantaa Y- ja S-vaihtoehdon taloudellisuutta H-vaihtoehtoon verrattuna. S-vaihtoehto tulee samantoiseksi H-vaihtoehdon kanssa 5...6 % korolla, jos muut lähtöolettamukset pysyvät entisellään.
- Polttoainehintojen oletettua nopeampi nousu tai hintasuhteen hiili-ydinpolttoaine kasvaminen parantavat Y- ja S-vaihtoehdon taloudellisuutta H-vaihtoehtoon nähden. Samanaikaisesti erot tuonnissa kasvavat Y- ja S-vaihtoehtojen hyväksi. Polttoainehintojen vakiona pysyminen tai oletettua pienempi nousu vaikuttavat luonnollisesti päinvastaiseen suuntaan.

#### KIRJALLISUUSVIITTEET

1. Hannus, M., Mankamo, T., Kärkkäinen, S & Tarjanne, R., Secure-ydinlämpölaitoksen soveltuvuus pääkaupunkiseudun kaukolämmitykseen. Helsinki 1979. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Ydinvoimatekniikan laboratorio. Tiedonanto 43. 93 s.
2. Savolainen, I., Vuori, S., Nordlund, G., Tammelin, B., Kärkkäinen, S. & Ranne, A., Ydinvoimalaitosten sijoituspaikkatutkimus, Helsinki 1978. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Ydinvoimatekniikan laboratorio. Tiedonanto 36. 108 s.



KAUPPA- JA TEOLLISUUSMINISTERIÖN YDINTEKNIIKAN TUTKIMUSVAROJEN JAKO VUONNA 1981

Kauppa- ja teollisuusministeriö rahoittaa kuluvana vuonna ydinenergia-alan tutkimustoimintaa runsaalla 12 milj. markalla. Elokuuhun mennessä varojen jaosta oli lähes kokonaisuudessaan päätetty, ja tukea oli myönnetty 41 tutkimushankkeelle. Osa projekteista toteutetaan kansainvälisenä yhteistyönä.

Valtaosa tutkimuksista suoritetaan Valtion teknillisessä tutkimuskeskuksessa, jossa suoritetaan lisäksi huomattava määrä alan tutkimusta Säteilyturvallisuuslaitoksen ja ydinvoimayhtiöiden tilauksina. Kauppa- ja teollisuusministeriön määrärahat jakaantuvat tänä vuonna eri suorittajaorganisaatioiden kesken seuraavasti:

	1 000 mk	%
Valtion teknillinen tutkimuskeskus	9 030	74
Oy Finnatom Ab	1 200	10
Säteilyturvallisuuslaitos	595	5
Helsingin yliopiston radiokemian laitos	530	4
Geologinen tutkimuslaitos	380	3
Muut	542	4
Yhteensä	12 277	100

Ydinvoimalaitosten käyttövaiheeseen siirtymisen myötä käytettävyyteen, käytön aikaiseen turvallisuuteen sekä polttoainekierron jälkipään varmistamiseen ja ydinjätehuoltoon kohdistuvan tutkimuksen osuus on kasvanut. Tulevaisuudessa erityisesti ydinjätetutkimus muodostaa vielä nykyistä tärkeämmän painopistealueen.

Valmistavan teollisuuden, lähinnä Finnatomin osakasyrityksissä suoritettavien, luonteeltaan pitkäjänteisten tutkimus- ja kehitysprojektien eräänä keskeisenä tavoitteena on taata valmius korkeaan kotimaisuusasteeseen silmällä pitäen mahdollista uutta ydinvoimalaitosyksikköä.

Ydinenergian tuottamiseen liittyvän tutkimuksen lisäksi rahoitetaan myös ydintekniikan perustutkimusta ja säteilyn ja isotooppien käyttösovellutusten tutkimusta.

TAULUKKO Kauppa- ja teollisuusministeriön ydintekniikan tutkimusmäärärahojen jakautuminen tutkimusaloittain vuonna 1981, 1 000 mk

YDINTEKNIikka	12 277
1 Ydintekniikan perustutkimukset ja erityissovellutukset	1 369
2 Ydinvoimalaitosten käyttöselvitykset	526
3 Turvallisuus- ja ympäristövaikutustutkimukset	2 658
4 Reaktoritekniset tutkimukset	2 229
5 Polttoainetekniset tutkimukset	1 490
6 Polttoainekierron varmistaminen ja ydinjätehuolto	2 805
7 Valmistavan teollisuuden ydinenergia-alan tutkimus- ja kehitystyöt	1 200

## KAUPPA- JA TEOLLISUUSMINISTERIÖN RAHOITTAMAT YDINTUTKIMUSPROJEKTIT VUONNA 1981

	Laajuus <sup>1)</sup> htv	KTM:n rahoitus <sup>2)</sup> 1 000 mk
<u>Oy Finnatom Ab</u>		
Ydinvoimalaitoskomponenttien laskennallisten rakenneanalyysimenetelmien kehittäminen ja normikysymysten selvittäminen	4,5	360
Reaktorin sisäosien ja säätösauvakomponenttien valmistusmenetelmien kehittäminen	1,0	125
Ydinvoimalaitoksen pääkiertopumput (PWR) ja merivesipumput	1,0	100
Ydinvoimalaitosten suojakuorijärjestelmien kehittäminen	1,5	125
Kotimaisen voimalaitosinstrumentoinnin kehittäminen	1,5	100
Reaktorijärjestelmien tutkimus-, selvitys- ja kehitystyö	8,0	390
<u>Geologinen tutkimuslaitos</u>		
Ydinjätteiden geologiset sijoitusedellytykset Suomessa	4,0	380
<u>Helsingin yliopiston radiokemian laitos</u>		
Turvallisuusanalyttinen projekti	3,0	300
Epäorgaanisten inoninvaihtimien käyttäminen ydinjätteiden kiinteyttämisessä	0,4	30
Valvonta-analyttinen projekti	2,0	200
<u>Helsingin yliopiston seismologian laitos</u>		
Suomen maanjäristysriskin tutkimusprojekti	1,5	70
<u>Säteilyturvallisuuslaitos</u>		
Ydinjätteiden varastointi- ja sijoituspaikoille asetettavien kriteerien määrittäminen ja ydinjättesäännösten kehittäminen	2,0	220
Työperäisten säteilyannosten ATK-pohjaisen valvontajärjestelmän ja tilastoinnin kehittäminen	0,7	45
Ulkoista tiedotusta ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevissa asioissa	1,0	90
Ydinvoimalaitosten onnettomuusvalmiustehtäviin liittyvien tietokonesovellutusten kehittäminen	1,0	70
Uraanikaivosprojekti	1,0	60
Ydinmateriaalivalvontatoimien kehittäminen	2,0	110

1) Koko projektin arvioitu laajuus v. 1981 tutkijatyövuosina

2) Osalla projekteista myös muita rahoituslähteitä

	Laajuus htv	KTM:n rahoitus 1 000 mk
<u>Teknillinen korkeakoulu, tekn. fysiikan osasto</u>		
Metallien säteilyvaurioiden tutkiminen TRIGA-reaktorilla	3,0	100
<u>Ilmatieteenlaitos/VTT</u>		
Radioaktiivisten ilmapäästöjen aiheuttamat alueelliset säteilyannokset	0,5	52
<u>Valtion teknillinen tutkimuskeskus</u>		
Fuusiotutkimus	2,0	230
Alkuaineanalytiikan kehitys	3,6	617
Merkitäimetutkimus	3,0	477
Reaktorimittaustekniikka	2,0	208
Ydinvoimalaitosten perus- ja määräaikaistarkastus	1,4	162
Ydinvoimalaitoskomponenttien mekanisoitu tarkastus	1,0	87
Reaktorionnettomuuksien lämpö- ja virtausteknilliset kokeet ja laskentamenetelmät	16,4	1 745
Reaktorisydämen käyttäytyminen häiriötilanteissa	1,0	203
Turvallisuusjärjestelmien luotettavuus	3,5	327
Ydinvoimalaitosten rakenneanalyysi	3,9	351
Ydinvoimalaitosautomaatio	6,4	715
Ydinvoimalaitosmateriaalien käyttövarmuus	8,0	1 063
Reaktorisydänten tehontuotto-ominaisuuksien parantamisedellytykset	1,9	318
Polttoaineen käyttäytymisanalyysi	3,7	473
Ydinpolttoainemateriaalit	2,4	499
Ydinjätteiden huollon riski- ja kustannustutkimus	5,0	332
Pohjaveden ja radionuklidien liikkumista ydinjätteiden loppusijoitustilassa ja geosfäärissä kuvaavat mallit	2,3	345
Betonointituotteen ja -pakkauksen pitkäaikaisstabiilisuus	1,4	290
Bitumointituotteen ja -pakkauksen pitkäaikaisstabiilisuus	1,0	127
Käytetyn polttoaineen ja lasitustuotteen eluutio ja korrosio suomalaisessa kalliosijoituksessa	2,0	381
Ydinjätteiden loppusijoitustilat	0,5	80
<u>Muut</u>		
STRIPA-projektin osallistumismaksu	-	320
<u>YHTEENSÄ</u>	<u>112</u>	<u>12 277</u>

SUURVOIMALAITOSPÄÄTÖS VIIMEISTÄÄN 1984.

KTM ON ARVIOINUT ENERGIATALOUDEN KEHITYSTÄ VUOTEEN 1995.

Kauppa- teollisuusministeriön energiaosasto on saanut toukokuussa 1981 valmiiksi uuden arvionsa Suomen energiankulutuksen ja tuotannon kehitysnäkymistä (Energiatalous 1995, KTM:n energiaosaston julkaisu B:20). Tässä julkaisussa saatetaan ajan tasalle vuosina 1977 ja 1978 valmistuneet vastaavat arviot (julkaisut B:1, B:9 ja B:10), joiden aikajänteet ulottuivat vuosiin 1990 ja 2000. Erityistavoitteena tämänkertaisella analyysillä on ollut antaa taustatietoa voimalaitoskapasiteetin rakentamispäätöksiä varten sekä polttoaineiden kuten öljyn, kivihiilen ja polttoturpeen pitkän aikavälin hankintoja koskeville ratkaisuille.

TAULUKKO 1: SKENARIOIDEN MÄÄRITTELY

	ALEMPI SKENARIO		YLEMPI SKENARIO	
	Ydin	Hiili	Ydin	Hiili
TALOUSKASVU %/a 1981-1995	1,5	1,5	3,0	3,0
TUONTIENERGIAN REAALIHINTA	nouseva	nouseva	nouseva	nouseva
ENERGIANSÄÄSTÖ-POLITIIKKA	aktiivinen	aktiivinen	aktiivinen	aktiivinen
ENERGIAN HANKINTA	koti-maista suosiva	koti-maista suosiva	koti-maista suosiva	koti-maista suosiva
UUSIEN LAUHUTUSVOIMALAITOSTEN POLTTOAINE	ydin-polttoaine	kivihiili	ydin-polttoaine	kivihiili

Työ perustuu neljään eri skenaariolaskelmaan, joiden lähtökohdat on määritelty taulukossa 1.

#### Energian hinta

Laskelmat perustuvat oletukseen, että tuontien energian reaali hinta nousee tarkastelujaksolla merkittävästi. Laskennallisena lähtökohtana on käytetty raakaöljyn reaali hinnan noin kaksinkertaistumista vuodesta 1980 vuoteen 1995. Vuoden 1981 alun hintatasoon nähden hinnannousu olisi noin 1,7-kertainen.

Myös maakaasun ja ydinpolttoaineen tuontihinnat voivat nousta nopeasti. Kivihiilen hinnan arvioidaan nousevan öljyn hintaa hitaammin. Arviot perustuvat kansainvälisiin energiaselvityksiin ja -näkyelmiin.

Kotimaisten polttoaineiden kilpailukyvyyn oletetaan paranevan tuontipolttoaineen hintojen noustessa.

Polttoaineiden kuluttajahinnat nousevat vähemmän kuin tuontihinnat lopulliseen hintaan sisältyvien verojen ja kotimaisten kustannuserien vuoksi. Sähkön kuluttajahinta nousee puolestaan vähemmän kuin polttoaineiden hinnat, koska sähkön tuotannon polttoainekustannus muodostaa vain osan lopulliseen kuluttajahintaan vaikuttavista kustannuseristä.

Toimitus kiittää referaatista Pekka Pirilää, VTT/ydinvoimatekn. lab.

## Energian kokonaiskulutus

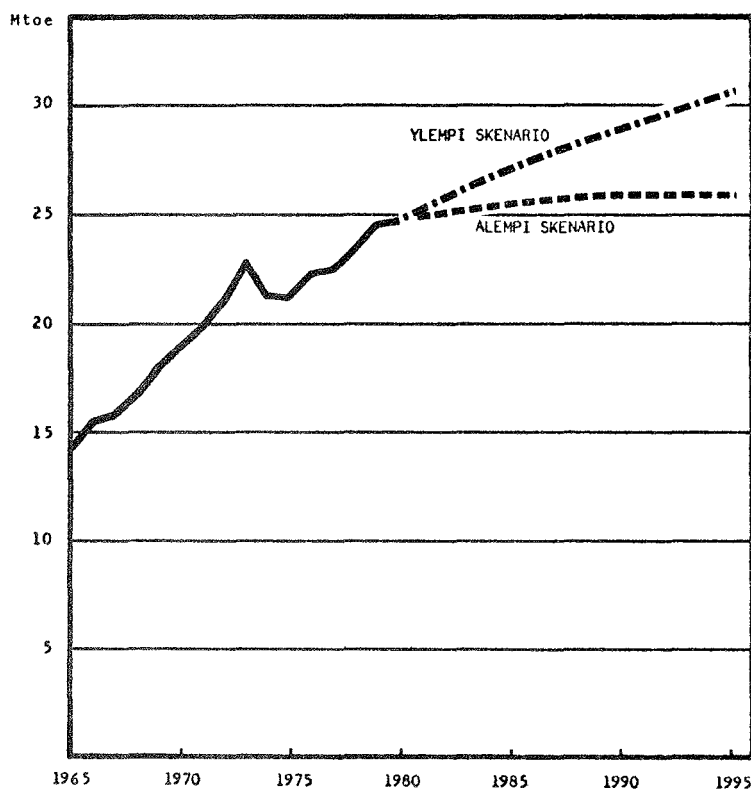
Energian kokonaiskulutus kasvaa molemmissa pääskenarioissa varsin hitaasti. Alemmassa skenariossa kasvu on 0,3% ja ylempässä 1,4% vuodessa. Kulutus kasvoi 1970-luvulla keskimäärin 2,8% vuodessa.

Energian käytön tehokkuus kansantaloudessa paranee selvästi tarkastelujaksolla. Ylempässä skenariossa kansantalouden energiantensiteetti - energian käyttö kansantuotteen yksikköä kohti - on 20% pienempi vuonna 1995 kuin vuonna 1980 ja alemmassa skenariossa vastaavasti 17% pienempi.

Vaikka sähköenergian kokonaiskulutuksen kasvu hidastuukin, nousee sähkön osuus kokonaisenergiasta tarkastelukaudella.

TAULUKKO 2 JA KUVA 1: ENERGIAN KOKONAISKULUTUS ERI SKENARIOISSA

	MÄÄRÄT		KESKIMÄÄRÄIHNEN KASVU %/a			
	1980	1995	1971-80		1981-1995	
		Alempi skenario	Ylempi skenario	Alempi skenario	Ylempi skenario	
Energian kokonaiskulutus, Mtoe	24.8	26	31	2.8	0.3	1.4
Sähkön kokonaiskulutus, TWh	40	54	64	6.3	2.0	3.1



## Energiahuollon kotimaisuusaste

Kotimaisen energian osuus energian kokonaiskulutuksesta supistui 1970-luvun lopulle saakka, jolloin se kääntyi lievään nousuun. Vuonna 1980 osuus oli 28%. Tarkastelujaksolla energiahuollon kotimaisuusaste nousee 33...34 prosenttiin.

Polttokäyttöön liikenevien puuvarojen ja taloudellisesti hyödynnettävien turvevarojen puolesta kotimaisen energian osuus voisi nousta tässä esitettyä suuremmaksi. Puun ja turpeen käytön oleellinen lisääminen esitetystä vaatisi kuitenkin korjuu- ja jakelujärjestelmien sekä käyttötekniikan huomattavaa kehittämistä.

TAULUKKO 3: KOTIMAISEN ENERGIAN OSUUS ENERGIAN KOKONAISKULUTUKSESTA

		1980	1995	
			Alempi skenario	Ylempi skenario
Kotimaiset yht.	Mtoe	7	9	10
turve	milj. m <sup>3</sup>	6	25	30
vesivoima	TWh	10 <sup>x)</sup>	12	12
puu, jätteet yms.	Mtoe	4	3.6	4.2
Osuus kokonaisenergiasta	%	28	34	33

x) Tuotanto jäi huonon vesivoimatilanteen vuoksi alle normaalin, joka on noin 11,7 TWh

#### Tuontipolttoaineiden kulutus

Lisääntyvä kotimaisen energian käyttö ja säästötoimet vaikuttavat lähinnä öljyn kulutukseen. Öljyn osuus kokonaisenergiasta supistunee tarkastelujakson lopulla noin 30%:iin vuoden 1980 46%:sta. Öljyn kulutus alenee vuoden 1980 noin 11 miljoonasta tonnista 7...9 miljoonaan tonniin vuonna 1995.

Eri öljytuotteiden kulutuskehitys ei kuitenkaan ole samansuuntaista. Polttoöljyjen kulutus vähenee. Liikenteen polttoaineiden kulutus sen sijaan kasvaa edelleen.

Maakaasun kulutuksen on arvioitu pysyvän likimain nykyisellään eli noin 1 mrd m<sup>3</sup>:nä vuosittain. Tätä suurempien kaasumäärien käyttö on mahdollista vain jatkamalla nykyistä kaasuputkea Kouvolasta länteenpäin, mistä ei ole toistaiseksi tehty päätöstä. Mikäli kaasun kulutus kasvaisi, öljyn kulutus vastavasti vähenisi.

Kivihiilen kulutus kasvaa kaikissa skenariorissa. Erityisen voimakasta kasvu on ylemmässä hiilivaihtoehdossa, jossa uusi lauhdutusvoimakapasiteetti on oletettu kivihiilikäyttöiseksi. Tällöin vuoden 1995 kulutus olisi lähes 10 miljoonaa tonnia eli kolminkertainen 1980-luvun alkuvuosien kulutukseen verrattuna.

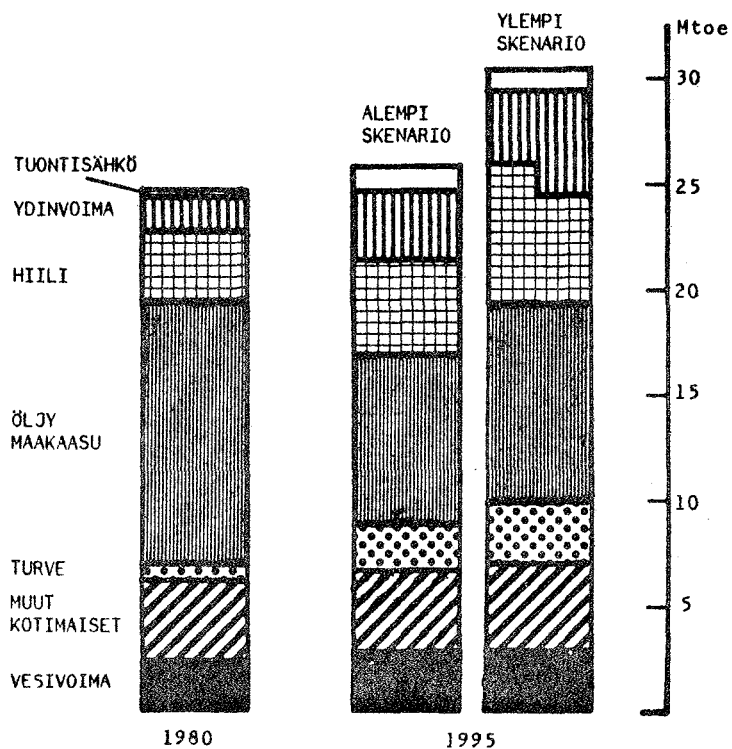
TAULUKKO 4: TUONTIPOLTTOAINEIDEN KULUTUS

		1980	1995		
			Alempi skenario	Ylempi skenario	Hiili
Öljy ja maakaasu yhteensä	Mtoe	12	8	9	10
Kivihiili	milj. t	5.6	6.5	8	10

TAULUKKO 5: ENERGIAN KOKONAISKULUTUS ENERGIALÄHTEITTÄIN

	MÄÄRÄT Mtoe				OSUUDET %			
	1980	1995			1980	1995		
		Alempi	Ylempi	Hiili		Alempi	Ylempi	Hiili
		Ydin	Hiili		Ydin	Hiili		
Öljy ja maakaasu	12.1	8.1	9.3	9.5	49	32	31	31
Hiili	3.7	4.4	5.1	6.3	15	17	17	21
Ydinvoima	1.7	3.4	4.9	3.5	7	13	16	12
Tuontisähkö	0.3	1.0	1.0	1.0	1	4	3	3
Tuontienergia yht.	17.8	16.9	20.3	20.3	72	66	67	67
Vesivoima	2.5	3.1	3.1	3.1	10	12	10	10
Turve	0.5	2.2	2.7	2.7	2	8	9	9
Muu kotimaiset	4.0	3.6	4.2	4.2	16	14	14	14
Kotimaiset yhteensä	7.0	8.9	10.0	10.0	28	34	33	33
Kaikkiaan	24.8	25.8	30.3	30.3	100	100	100	100

KUVA 2: ENERGIAN KOKONAISKULUTUS ENERGIALÄHTEITTÄIN





Sähkön kulutus, tuotanto ja voimalaitoskapasiteetin rakentamistarve

Sähköenergian kokonaiskulutus kasvaa 40 TWh:sta vuonna 1980 54...64 TWh:iin vuonna 1995. Keskimääräinen vuosikasvu on skenariosta riippuen 2...3% vuodessa. Kulutus kasvoi 1970-luvulla yli 6% vuosittain.

Alemman skenarion mukaisessa tapauksessa nykyinen hankintakapasiteetti riittää peittämään sähkön kysynnän tarkastelujaksolla. Laskelmissa on oletettu, että tuonti Neuvostoliitosta jatkuu koko tarkastelujakson ajan.

Ylemmän skenarion mukaisessa tilanteessa uutta lauhdutusvoimakapasiteettia tarvitaan 1990-luvun alkupuolella. Laitoksen tulisi valmistua tyypistä riippumatta viimeistään vuonna 1992. Mikäli laitos on ydinvoimalaitos tulisi tätä koskeva päätös tehdä vuosien 1983...1984 aikana. Hiililaitoksen rakentamispäätös voitaisiin tehdä muutama vuosi myöhemmin.

Tällöin on edellytetty, että riippumatta uuden erillisen lauhdutusvoimalaitoksen tyypistä teollisuuden prosessivoimaa ja kaupunkien kaukolämpövoimaa rakennetaan koko tarkastelujaksolla lämpökuormien kehityksen sallimissa puitteissa.

Ylemmässä skenariossa tarvitaan tarkastelujaksolla noin 1000 MW uutta pohjakuormakapasiteettia. Hiiliskenariossa tämä voisi koostua esimerkiksi kahdesta 500 MW:n laitoksesta. Taloudellisesti ja teknisesti kyseeseen tuleva ydinvoimalaitoksen kokoluokka on nykyään noin 1000 MW. Ydinvoimavaihtoehdossa rakennettaisiin tarkastelujaksolla siten yksi tällainen laitos.

Uusien lauhdutusvoimalaitosten rakentamisaikataulu on eri skenarioiden mukaan seuraava:

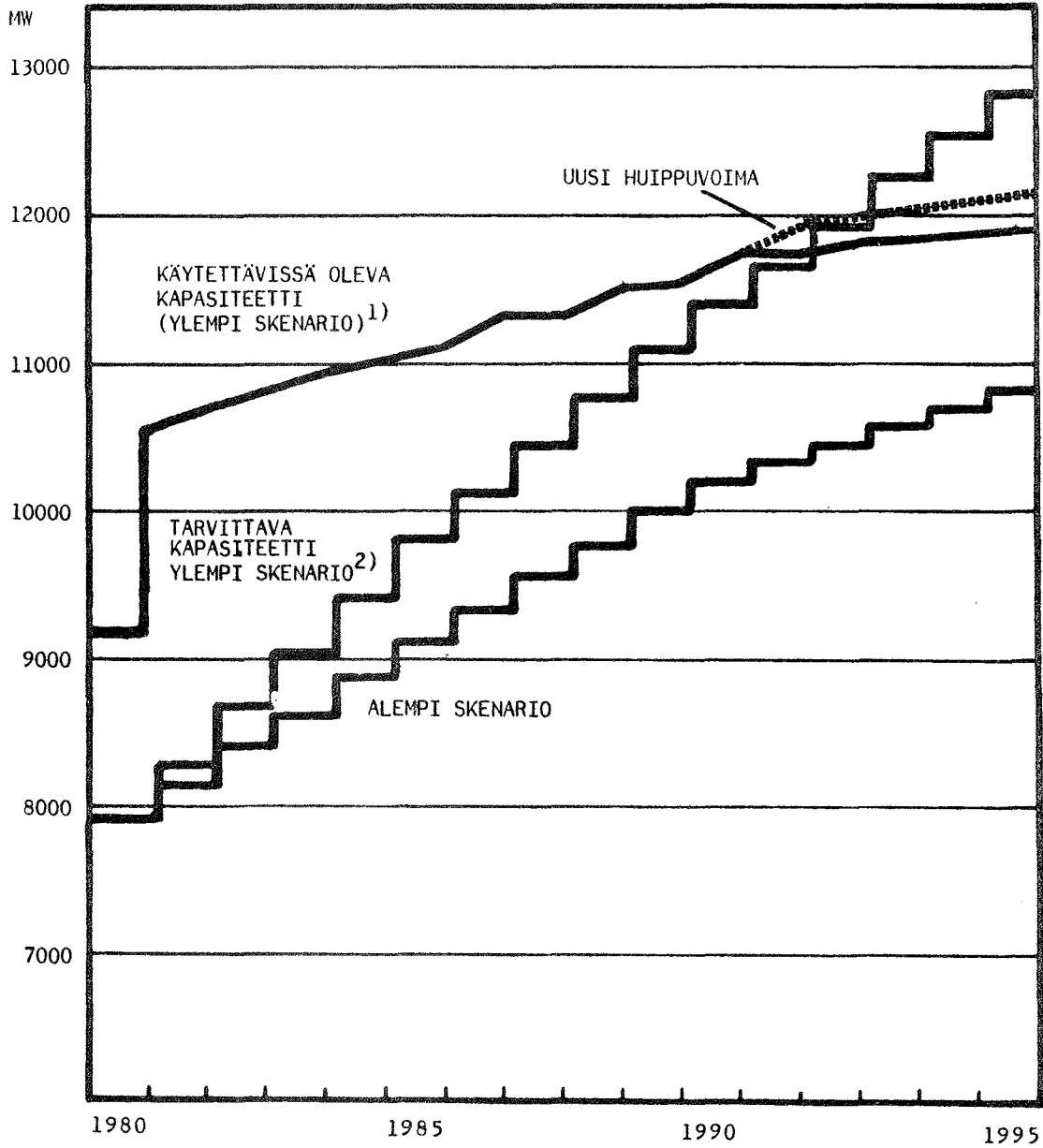
Skenario	Laitoskoko MW	Rakentamis- päätös	Valmistumis- ajankohta
Alempi skenario	ei uuden lauhdutusvoiman tarvetta		
Ylempi skenario			
- ydinvaihtoehto	1000	1984	1992
- hiilivaihtoehto			
1. yksikkö	500	1988	1992
2. " "	500	1990	1994

### Energiainvestoinnit

Energian tuotanto- ja käyttökapasiteetin investoinnit alenevat reaalisesti 1980-luvulla 1970-lukuun verrattuna. Energian kulutuksen kasvu hidastuu ja lisäkapasiteetin rakentamistarve on siksi vähäisempää. Vuotuisiksi investointitarpeiksi on arvioitu 1,7...2,4 mrd markkaa. Suurimpiin investointeihin päädytään ylemmässä ydinvoimavaltaisessa vaihtoehdossa. Ero hiilivaihtoehtoon on n. 4 mrd markkaa koko kaudella.

Tuotantoinvestointien lisäksi investoidaan energian säästöön. Nämä investoinnit ovat vuosittain runsas miljardi markkaa tarkastelujaksolla. Arvio on tavoitteellinen.

KUVA 3: SÄHKÖN HANKINTAKAPASITEETTI



1) Sisältää uudet kaukolämpövoimalaitokset ja teollisuuden prosessivoimalaitokset sekä oletuksen sähkön tuonnin jatkumisesta. Ei sisällä uusia suurvoimalaitoksia.

2) Mitoitusparametrit

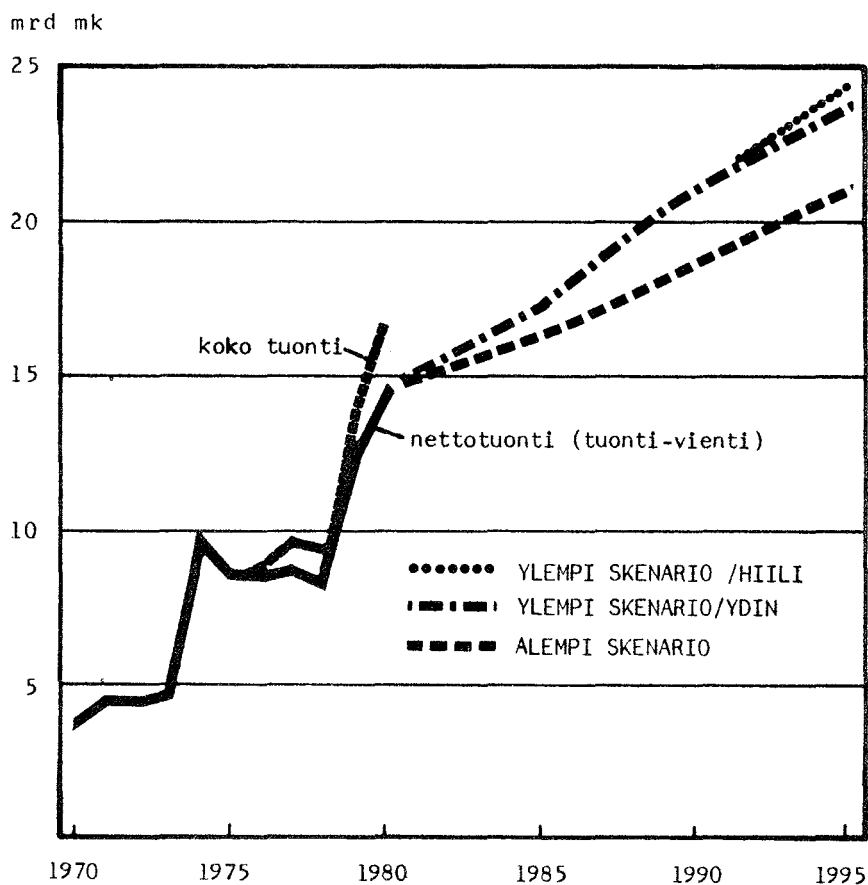
- huipun käyttöaika 5 800 h/a
- varavoima 17 %

## Energian tuonti

Öljyn ja maakaasun kokonaistuonti supistuu öljyn kulutuksen vähetessä. Silti öljyn ja maakaasun osuus energian tuonnin arvosta on vuonna 1995 vielä kolme neljännestä. Vuonna 1980 vastaava osuus oli lähes 90%.

Kivihiilen tuontitarve kasvaa kaikissa skenariorissa. Tuonti on suurin ylemmässä hiilivaihtoehdossa lähes 10 miljoonaa tonnia vuonna 1995. Vuonna 1980 kivihiiltä tuotiin 4,5 miljoonaa tonnia. Alemman skenarion toteutuessa kivihiilen tuonti olisi vajaa 7 miljoonaa tonnia vuonna 1995.

KUVA 4: ENERGIAN TUONTI (vuoden 1980 rahassa)



## JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

### Energian säästö

Energian kulutuksen kasvuvauhti hidastuu tulevaisuudessa selvästi. Näin odotetaan tapahtuvan, vaikka tuontienergian reaali hinnat nousisivat vähemmän kuin tässä selvityksessä on oletettu. Parin viime vuoden hintakehitys näyttää vauhdittaneen varsin voimallisesti energian säästötoimia ja toteutettujen toimenpiteiden vaikutukset ulottuvat pitkälle tulevaisuuteen. Osa perusteluista säästöinvestoinneista näyttää kuitenkin jäävän toteutumatta mm. rahoitusongelmien vuoksi. Näitä investointeja tulisi tukea julkisen vallan toimenpitein.

## Kotimainen energia

Energiahuollon riippuvuutta tuontienergiasta voidaan pienentää melko vähän lähimmän 15 vuoden aikana. Kotimaisuusaste voi nousta nykymuotoisin edistämistoimenpitein ja nykyinen tuotanto- ja käyttöteknologian kehitys huomioon ottaen vain muutaman prosenttiyksikön. Näin siitä huolimatta, että kotimaiset energiavarat ovat runsaat, energian kokonaiskulutus kasvaa hitaasti ja tuontienergian hintakilpailukyky heikkenee.

Jos kotimaisuusastetta pyrittäisiin nostamaan todella merkittävästi, kotimainen energia tulisi tehdä kilpailukykyiseksi vaihtoehdoksi koko maan alueella. Kehityksen nykyvauhdilla tuotanto- ja kulutusalueet pysyvät alueellisesti rajattuina. Ratkaisevassa asemassa on tutkimus- ja kehitystyö, jota tulisi tiivistää kotimaisten polttoaineiden korjuu- ja jakeluketjun sekä käyttöteknologian kohdalla. Myös polttoaineiden jatkojalostus olisi otettava keskeiseksi kehityskohteeksi.

## Tuontipolttoaineet

Energian kulutusrakenne muuttuu melkoisesti 1980- ja 1990-luvuilla. Pakoöljystä jatkuu siellä, missä vaihtoehtoisia energiamuotoja on tarjolla. Kiinteät polttoaineet ja sähkö ovat vahvasti tulossa tilalle rakennusten lämmityksessä ja teollisuudessa. Öljyn kulutusosuus alenee nopeasti, mutta öljy säilyttää vielä asemansa suurimpana energialähteenä.

Kivihiilen kulutuksen arvioidaan 2...3-kertaistuvan 15 vuodessa lähivuosien tasolta. Tarvittavat hiilimäärät kasvavat niin suuriksi, että niiden saaminen maahamme ei ole ongelmatonta. Hiilentuonti edellyttää ripeitä uudelleenjärjestelyjä, joiden tavoitteina ovat pitkäaikaiset hankintasuhteet useisiin lähteisiin, mahdollinen osallistuminen hiilentuotantoon sekä kuljetusjärjestelmien kehittäminen.

## Voimantuotanto

Päätökset seuraavista suurvoimalaitoksista ovat keskeisiä linjaratkaisuja tulevien vuosien energiapolitiikassa. Tässä selvityksessä ei ole tutkittu eri vaihtoehtojen edullisuutta vaan lähinnä ajankohtaa, jolloin seuraavaa suurvoimalaitosta koskeva päätös tulisi tehdä. Näillä näkymin laitos tarvitaan viimeistään vuonna 1992 eli päätösvalmius tulisi olla viimeistään vuonna 1984, mieluummin sitä ennen. Tällöin on riittävästi aikaa pisimmänkin toteutusajan vaativalle vaihtoehdolle, ydinvoimalaitokselle. Ratkaisun lykkääminen näin pitkälle edellyttää kuitenkin, että yhdyskuntien lämmitysvoimaa ja teollisuuden prosessivoimaa rakennetaan 1980-luvulla täysimääräisesti energiaohjelman suuntaviivojen mukaan. Näiden laitosten rakentaminen on myös edellytys kotimaisen polttoaineen käytön lisäämiselle.

## Ympäristö ja luonnonvarat

Energiahuollosta aiheutuva ympäristörasite kasvaa jossain määrin tulevaisuudessa. Rasitetta voidaan hieman lieventää mm. tuotantolaitosten päästöjä pienentämällä ja energiansäästötoimin. Valtaosa energiahuollon ympäristöhaitoista on vielä 1990-luvullakin peräisin nykyisistä laitoksista. Uuden ja uusittavan kapasiteetin ympäristövaikutukset, joihin voidaan mm. energialähteen valinnalla vaikuttaa, eivät ole ratkaisevia koko maata ajatellen. Paikallisesti niillä saattaa kuitenkin olla huomattavaa merkitystä.

Maan luonnonvarat eivät periaatteessa rajoita kotimaisen energian lisääntyvää käyttöä ainakaan lähivuosisikymmeninä. Olisi kuitenkin tehtävä pitkän ajan periaateratkaisu siitä, missä määrin ja kuinka nopeassa tahdissa kotimaisia, uudistumattomia energiavaroja - kuten turvetta - halutaan kaiken kaikkiaan käyttää energian tuotannon tarpeisiin. Soihin ja vesistöihin kohdistuva suo- jelu- ja käyttötavoitteet vaativat lisäksi tapauskohtaista sovittelua.