

ATS

Tiedotuslehti n:o 5/1973

Sisältö:

Turvallisuus ja teknologia

Valmisteltu puheenvuoro ATS:n kokouksessa 1973-04-26
Eino Tunkelo

Suomen ydintekniikan nykytilanne

Katsauksia ydintekniikan eri sektoreille ATS:n kokouksessa 1973-05-17

Magnus von Bonsdorff
Uolevi Luoto
Martti Mutru

Antti Vuorinen

Teollisuuden Voima Oy
Oy Finnatom Ab
Kauppa- ja teollisuusministeriö
Säteilyfysiikan laitos

E. Tunkelo

Valmisteltu puheenvuoro

1973-04-26

TURVALLISUUS JA TEKNOLOGIA

Turvallisuuden ja teknologian rinnastamisen lähtökohdaksi voidaan ottaa se seikka, että teknillinen tutkimus on aina sangen läheisessä yhteydessä yhteiskunnalliseen kehitykseen siinä mielessä, että tekniikka on pääasiassa luonut niitä aineellisia resursseja, jotka ovat vieneet yhteiskuntaa eteenpäin. Eräs tapa hahmottaa tämä kysymys on jakaa teknillinen kehitys kolmeen vaiheeseen. Näistä ensimmäisen kuluessa luonnontieteet, ennen kaikkea matemaatiikka, fysiikka ja kemia pääsivät niinkin pitkälle että pystyttiin laskemalla selvittämään rakenteiden lujuudet, prosessien eteneminen jne. (esim. Eiffel-tornin rakentaminen oli mahdollista sen jälkeen kun nurjahdusteoria oli pystytty matemaattisesti analysoimaan). Seuraavaksi vaiheeksi tekniikan kehityksessä voidaan nähdäkseni erottaa teknis-taloudellisten optimien etsiminen, jolloin pyritään etsimään sellaisia teknisiä ratkaisuja jotka vastaavat taloudellista optimia. Kolmanneksi vaiheeksi, johon olemme tällä hetkellä siirtymässä, voidaan määritellä sellaisten teknisten menetelmien ja ratkaisujen toteuttaminen, joissa ei vaadita ainoastaan taloudellista optimia, vaan otetaan huomioon yhteiskunnan yleisimmät tavoitteet sekä yksilöiden että koko yhteisön kannalta, esim. ympäristökysymyksissä. Turvallisuustutkimuksen korostaminen on myös eräs tämän seikan heijastus-vaikutus.

Asian havainnollistamiseksi esitän muutamia välähdyksiä viimeaikaisen yhteiskunnallis-teknisen tutkimuksen tuloksista, jotka valottavat välähdyksenomaisesti niitä lainalaisuuksia joita ihmiset tuntuvat noudattavan riskinottamistilanteissa.

Kuva 1 esittää erästä riskitekijää tekniikan käytössä, mitattuna kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien lukumäärällä, onnettomuuden suuruuden funktiona (esitettyinä Kalifornian liikennetilastojen perusteella). Onnettomuuden suuruuden mittana on käytetty sitä, montako autoa on ollut mukana kolarissa. Tällä käyrällä on tiettyä yhteyttä niihin tilastollisiin turvallisuusanalyysitarkasteluihin, jotka liitetään Farmerin nimeen. Eräs mahdollisuus onnettomuuksien ja niiden vaikutusten analysoimisessa on pyrkiä muuntamaan ne rahaksi, eli kysyä minkälaisia onnettomuuksia ihmiset ovat valmiita hyväksymään, jos heille siitä maksettaisiin. Jälleen tilastot antavat tarkastelulle erään lähtökohdan. Kuvassa 2 on riskin alaisina pidettyjen työpaikkojen riskit mitattuina tapahtuma-tilastoista otetuilla otettavuusluvulla osittain y-akselilla ja tuntipalkka x-akselilla. Osoitetaan, että hiilikaivosten, metallikaivosten ja muiden kaivosten palkat näyttävät olevan sitä korkeampia mitä suurempi on riskialttius. Tästä ja muista vastaavista tuloksista voidaan vetää se johtopäätös, että ilmeisesti ihmiset ovat valmiita hyväksymään riskin, jos siitä saatava hyöty kasvaa niin että riski on verrannollinen hyödyn kolmanteen potenssiin. Tätä kolmannen potenssin lakia voidaan tukea myös eräillä muiden tilastotietojen avulla (kuva 3). Siihen on otettu sellaisia tekniikan toimintamuotoja kuin sähkövoiman käyttö, moottoriliikenne, lentoliikenne jne. Näyttää siltä että ihmiset ovat valmiita hyväksymään nämä riskit jos kuvapistejää kolmannen asteen lakia edustavan suoran alapuolelle. Eräitä toisia riskejä ihmiset näyttävät ottavan vapaaehtoisesti: sellaiset kuin hiihto ja pujottelu, tupakointi ja yksityislentoliikenne aiheuttavat riskejä, jotka ovat lähes kolme dekaania korkeammalla, mutta silti ihmiset vapaaehtoisesti ja nimenomaan vapaaehtoisesti altistavat itsensä niille.

Tätä tarkastelua voidaan täydentää ottamalla huomioon toi-

saalta luonnollisen kuoleman ja tautien aiheuttama riski sekä toisaalta suurten luonnonkatastrofien, kuten maanjäristysten ja hirmumyrskyjen aiheuttama riski. Näin voidaan konstruoida rohkeasti yleistämällä kuvan 4 mukainen yleinen ihmisen riski/hyöty-relaatio. Hyöty on esitetty suhteellisena asteikkona. Riskissä on otettu alarajaksi luonnon katastrofien aiheuttama kuolleisuus ja ylärajaksi sairauden aiheuttama kuolleisuus; niiden välissä on käytetty aikaisemmin mainittua kolmannen asteen yhteytenä. Sitä voidaan pitää eräänlaisena ihmisen käyttäytymisen ohjeena, jonka mukaan meidän tulisi suunnitella kaikki tekniset järjestelmät mm. ydinvoimalaitokset.

Jos lähdemme siitä, että turvallisuuteen liittyvä tutkimustyö muodostaisi ne kriteerit ja yksityiskohtaiset arviot joiden avulla kehitämme tekniikkaa, voitaisiin ajatella että seuraavanlainen hyvin formaalinen menettely olisi mahdollinen (kuva 5). Siinä tarkastellaan erilaisia tekniikan muotoja, jotka vaikuttavat elämisen tasoon eri tavoilla. Arvostamme eräitä asioita kuten ravinto, asuminen, turvallisuus, elinympäristö jne. Voimme pyrkiä mittaamaan kunkin tällaisen seikan toteutumista jollakin luvulla esim. asumisen tasoa voidaan mitata henkeä kohden käytettävissä olevana neliömetrimääränä tai asunnon teknisenä tasona, terveyttä voidaan mitata erilaisilla tilastollisilla luvuilla jne. Täten voimme kullekin elämisen tason osatekijälle muodostaa jonkinlaisen indeksin. Näiden indeksien yhdistämisellä saamme sitten erään mitan elämisen laadulle. Tämän suureen maksimoimista voitaisiin sitten pitää hyötyfunktiona tekniikan kehittämisessä, eli pyrkiä maksimoimaan sen arvo.

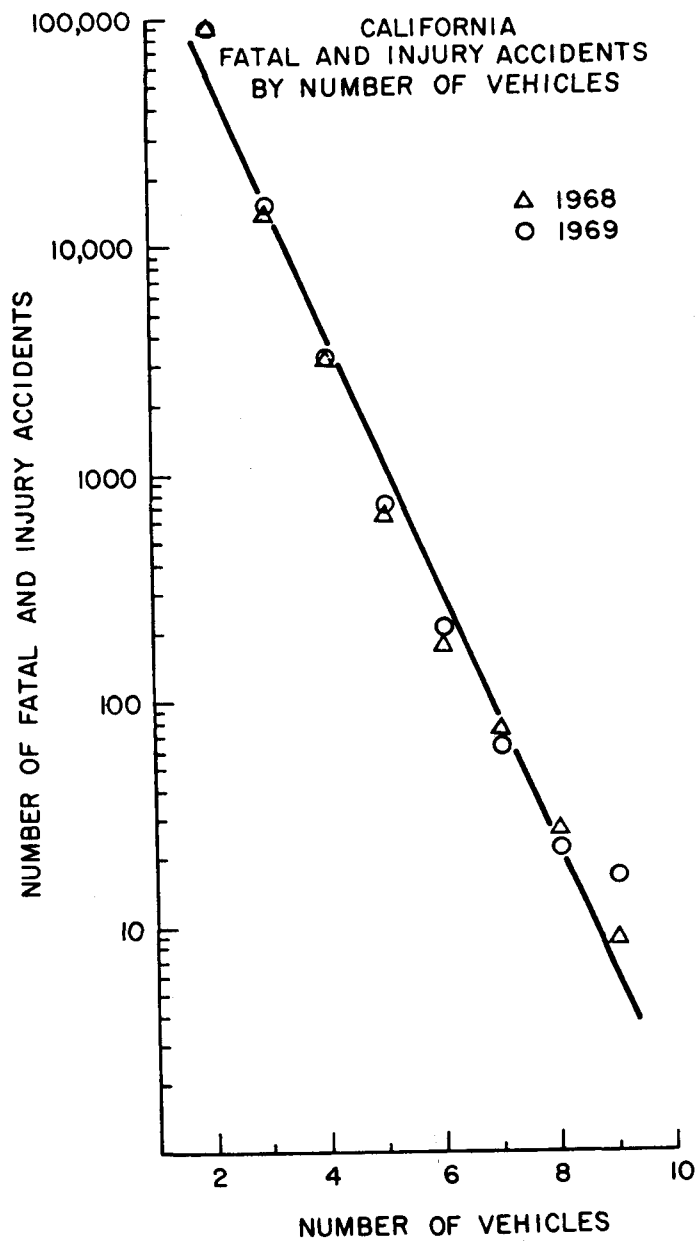


FIGURE 2 California fatal and injury accidents by number of vehicles.

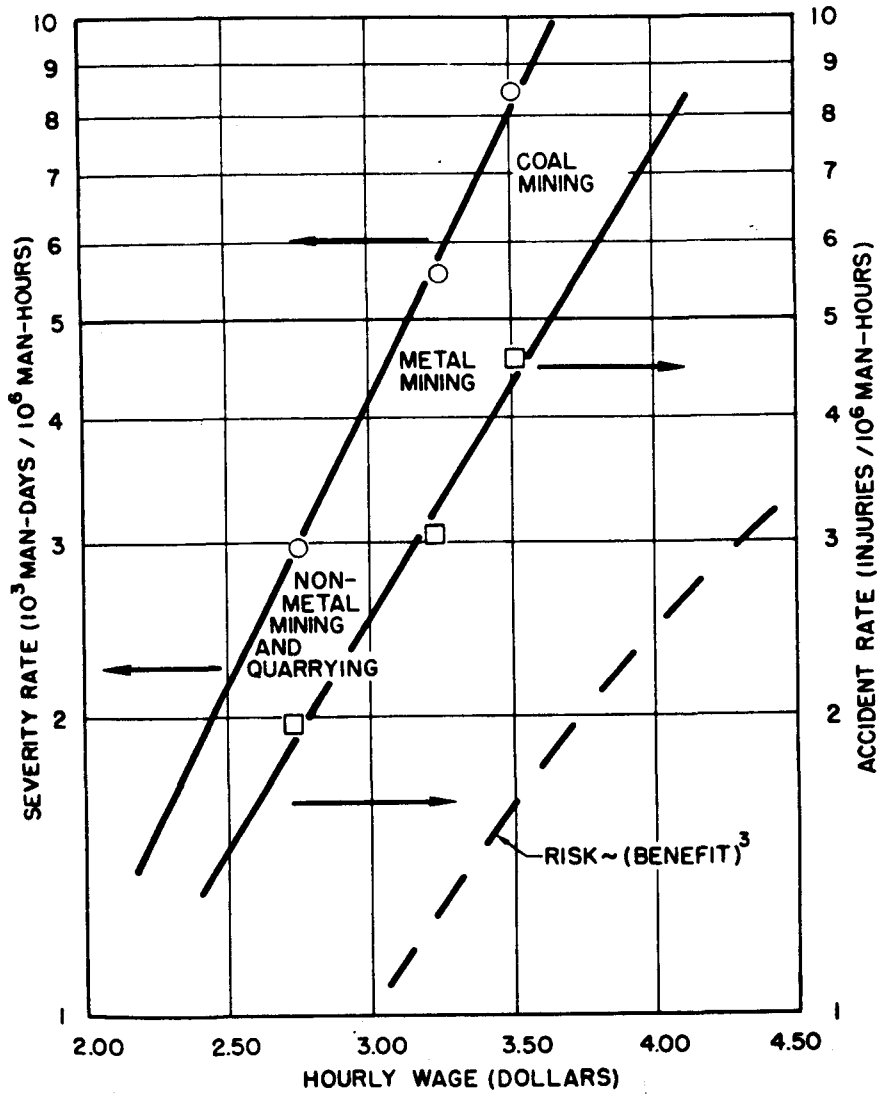


FIGURE 6 Mining accident rates versus incentive.

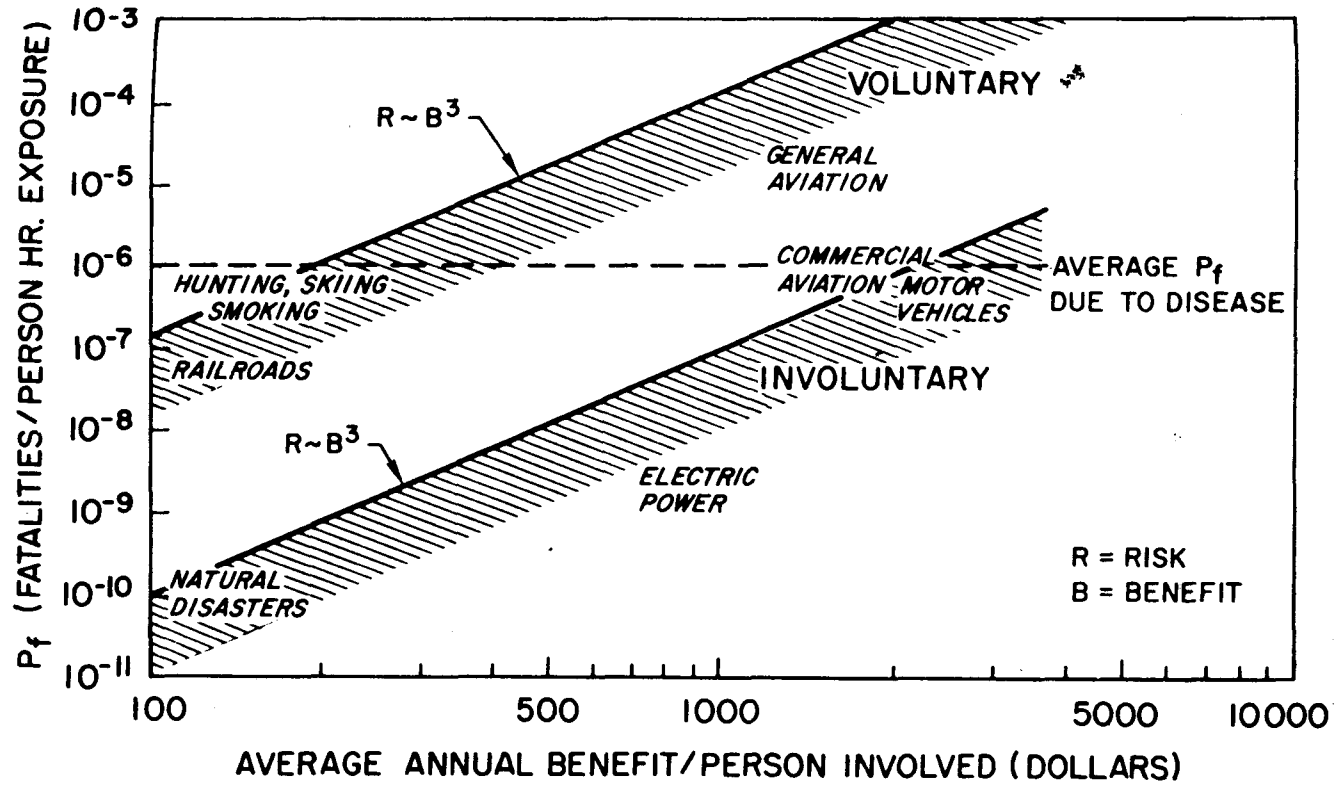


FIGURE 8 Risk versus benefit, voluntary and involuntary exposure.

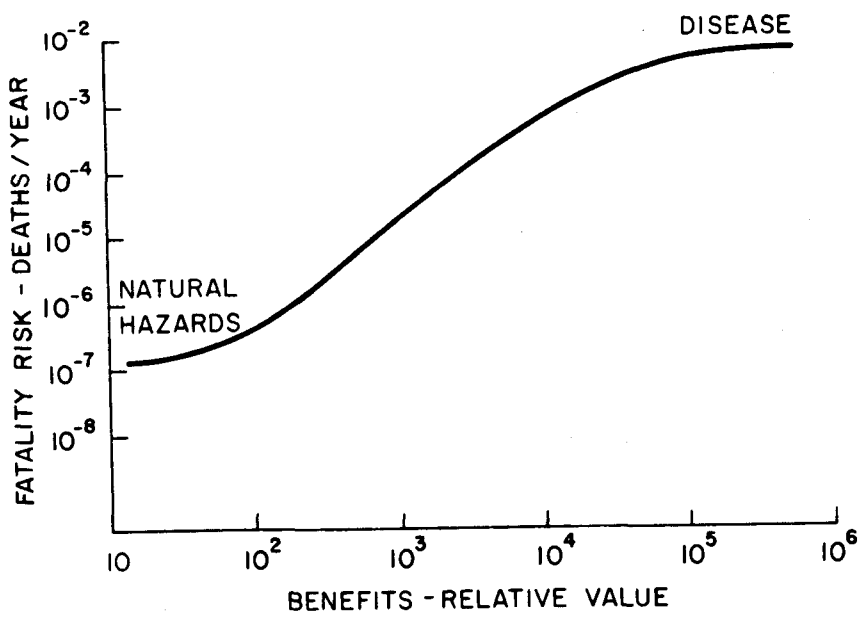
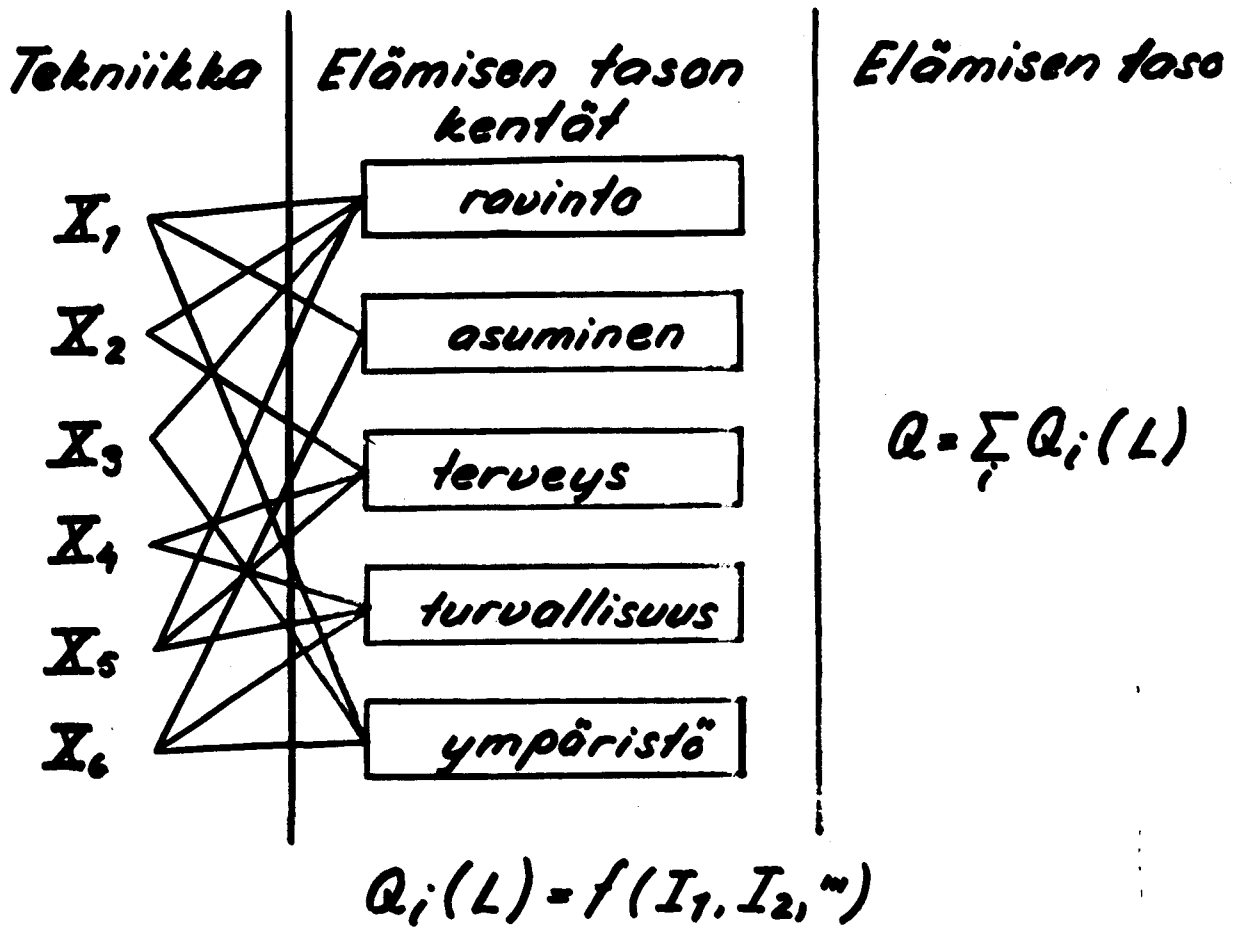


FIGURE 15 Benefit-risk pattern, involuntary exposure.



Kuva 5

TEOLLISUUDEN VOIMA OY - INDUSTRIINS KRAFT AB
OLKILUODON YDINVOIMALAITOSPROJEKTI

Teollisuuden Voima Oy:n (TVO) perustaminen, tarkoitus ja tavoitteet.

1. Useimmat teollisuuslaitokset ovat maamme varsinaisen teollistumisen alkuajoista saakka pyrkineet huolehtimaan niille elintärkeän halvan sähköenergian saannin turvaamisesta rakentamalla omia voimalaitoksia, kuten vesivoimalaitoksia ja tuotantolaitosten yhteyteen sijoitettuja prosessihöyryvoimalaitoksia.

Koska rakennettavaksi suunniteltu prosessivoima ei riitä tyydyttämään teollisuuden kasvavaa sähkövoimantarvetta eikä vesivoimaakaan enää juuri voida rakentaa, on teollisuuden turvauduttava erillisen lämpövoiman rakentamiseen. Jotta erillinen lämpövoimatuotanto olisi taloudellisesti edullista, sitä on tuotettava suurissa yksiköissä. Tämä koskee ennen kaikkea ydinvoimaa.

Tammikuussa vuonna 1969 päättivät 15 maamme suurteollisuuslaitosta perustaa yhteisen voimayhtiön Teollisuuden Voima Oy - Industrins Kraft Ab (jatkossa TVO). Tällä hetkellä yhtiössä on 16^x osakasta. TVO:n toiminta-ajatuksena on osallistua osakkaittensa sähkön tarpeen tyydyttämiseen ensisijaisesti rakentamalla ja käyttämällä suurvoimalaitoksia. Ensimmäiseksi tavoitteekseen yhtiö on asettanut n. 660 MW ydinvoimalaitoksen rakentamisen, joka on suunniteltu valmistuvaksi vuonna 1978.

x

18 (Enso-Gutzeit Oy, Kemira Oy)

Energiatarve

2. Yhtiön osakkaat tuottivat vuonna 1971 sähköä 7,4 miljardia kilowattituntia eli noin kolmasosan koko maassa tuotetusta sähköstä. Osakaspiirissa kulutettiin sähköä yli 40 % koko maan kulutuksesta.

Kesäkuussa 1972 julkaisemassaan mietinnössä piti kauppa- ja teollisuusministeriön energiapolitiikan neuvottelukunta välttämättömänä ydinvoimakapasiteetin huomattavaa lisäämistä jo tällä vuosikymmenellä. Valtakunnan energiatarpeen turvaamiseksi on TVO:n n. 600 MW ydinvoimalaitos sisällytetty mietinnössä esitettyihin laskelmiin. Myös atomi-energianeuvottelukunta pitää kauppa- ja teollisuusministeriölle keväällä 1972 jättämässään kirjelmässä TVO:n ydinvoimalahanketta niin perusteltuna, että kehottaa kauppa- ja teollisuusministeriötä " ryhtymään sellaisiin toimenpiteisiin, jotka mahdollistaisivat tämän ydinvoimalaitoshankinnan ".

Kauppa- ja teollisuusministeriö antoi periaatesuostumuksen TVO:n ydinvoimalaitoksen rakentamista varten 1972-12-21.

Tällä vuosikymmenellä tarvittavan energiatarpeen tyydyttämiseksi hankitaan energiaa ydinvoiman lisäksi rakentamalla konventionaalisia voimalaitoksia tai lisäämällä sähköenergian tuontia.

3. TVO:n ydinvoimalaitoksen rahoitus

TVO:n v. 1978 valmistuvaksi suunnitellun 660 MW:n ydinvoimalaitoksen vaatima kokonaisinvestointi on noin miljardi markkaa. Rahoitus järjestetään oman pääoman sekä kotimaisten ja ulkomaisten luottojen turvin. Ulkomaisista luotoista toimitusluotot käsittävät huomattavan osan.

4.

Tietoja laitoksesta ja sen toimittajasta

TVO neuvottelee parhaillaan Aktiebolaget ASEA-ATOMin (ASEA-ATOM) kanssa 660 MW ydinvoimalaitoksen toimittamisesta.

TVO:n nettoteholtaan 660 MW suuruisen ydinvoimalaitoksen reaktori tulee olemaan kiehutusreaktori. Se on samanlainen kuin Ruotsissa toimiva Oskarshamnin 440 MW tehoinen laitos. Reaktorin ydinpolttoaineen kehittämä lämpö muuttaa reaktoriin syötetyn veden höyryksi, joka pyörittää höyryturbiinia, joka vuorostaan käyttää sähkögeneraattoria. Kehitetty sähköenergia syötetään muuntajan kautta voimansiirtoverkkoon.

TVO on parin vuoden esivalmistelujen ja selvityksen jälkeen päätyntä ASEA-ATOMin valintaan päähankkijaksi sillä perusteella, että ASEA-ATOMilla on TVO:n käsityksen mukaan parhaimmat edellytykset selviytyä päähankinnan toteuttajana TVO:n toivomusten mukaisesti.

ASEA-ATOMista omistaa puolet ASEA-yhtymä ja puolet Ruotsin valtio. Ko. reaktorisysteemi on täysin ASEA-ATOMin kehittämä. Ruotsin valtiollinen voimayhtiö, Statens Vattenfallsverk (SV), sekä kunnallinen Sydsvenska Kraft Ab (Sydkraft) ja yksityinen Oskarshamnverkets Kraftgrupp Ab (OKG) ovat tähän mennessä tilanneet 6 tätä tyyppiä olevaa laitosta, ks.

seuraava taulukko:

<u>Laitos</u>	<u>Tilaaaja</u>	<u>Teho, MW netto</u>	<u>Valmis</u>
Oskarshamn I	OKG	440	Helmikuu 1972
Oskarshamn II	OKG	580	Kesällä 1974
Barsebäck I ¹⁾	Sydkraft	580	" 1975
Barsebäck II	Sydkraft	580	" 1977
Ringhals I ²⁾	SV	750	Talvella 1973/74
Forsmark I ³⁾	SV	900	Kesällä 1978
		Yht. 3820 MW	

- 1) Lähellä Malmötä
- 2) " Göteborgia
- 3) " Gävleä

ASEA-ATOM perustettiin tammikuussa 1969 ja toimii pääasiassa Västeråsissa Ruotsissa . Yhtiön palvelukseen siirtyivät silloisen ASEAn atomivoimaosaston henkilökunnan, polttoainetehtaan ja laboratorioiden lisäksi Ruotsin valtion omistaman AB Atomenergin henkilökuntaa ja sen polttoainevalmistusresursseja. ASEA-ATOMin nykyinen henkilökunta on yli 800. Viime vuonna käynnistettiin uusi ydinpolttoainetehtas, joka on laatuaan Euroopan suurin.

Voimalaitoksen turbiinin toimittaa ruotsalainen STAL-LAVAL Turbin Ab Finspångissa, joka myös kuuluu ASEA-ryhmään. Turbiinin suunnittelusta vastaa sveitsiläinen yhtiö Brown, Boveri & Cie, jonka kanssa STAL-LAVALilla on lisenssivalmistussopimus. Ruotsiin tilatuista ydinvoimalaitoksista tullaan viisi varustamaan tällä turbiinityypillä.

5. Laitospaikka

Suoritettujen tutkimusten perusteella sopivimmaksi sijoituspaikaksi on osoittautunut Eurajoen kunnassa , 13 km Raumalta pohjoiseen sijaitseva Olkiluoto -niminen saari. Suurimman osan saaresta omistaa metsähallitus. Yhtiö on neuvotellut metsähallituksen kanssa alueen hankkimisesta Olkiluodon saarelta. Olkiluodolta hankittavan alueen vastikkeeksi tulee TVO luovuttamaan omistamansa maa-alueen Tammisaaren maalaikunnassa.

Olkiluodon saari on tarkoitettu ydinvoimalasaareksi, sillä TVO:n lisäksi myös Imatran Voima Osakeyhtiö tulee ostamaan saarelta maa-alueen ydinvoimalaitoksen rakentamista varten.

Voimala -alueiden käyttöä varten on TVO:n ja Imatran Voima Osakeyhtiön ns. Olkiluoto -työryhmä suorittanut tutkimus -ja suunnittelutehtäviä, jotka saatiin päätökseen viime vuoden loppuun mennessä. Yhteistyö jatkuu edelleen yhtiöiden välillä aihekohtaisena tarpeen vaatimassa laajuudessa.

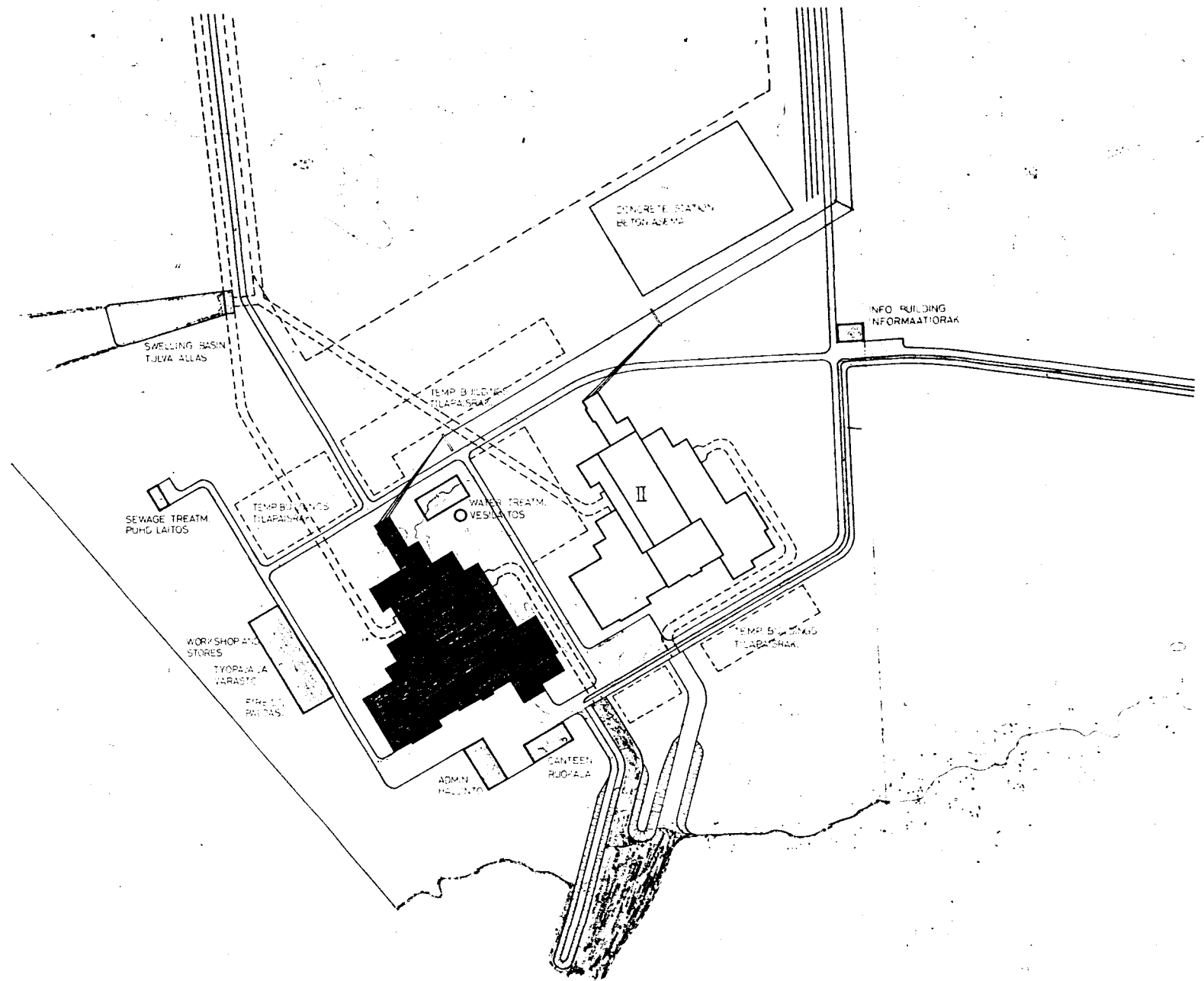
6. Kotimaisen työn osuus

Kotimaisen työn osuus käsittää n. 40% ASEAn toimituksesta rakennustöiden muodostaessa valtaosan siitä. Kotimaiseen työhön kuuluvat myös TVO:n suorittamat työt, jotka eivät liity ASEAn toimitukseen.

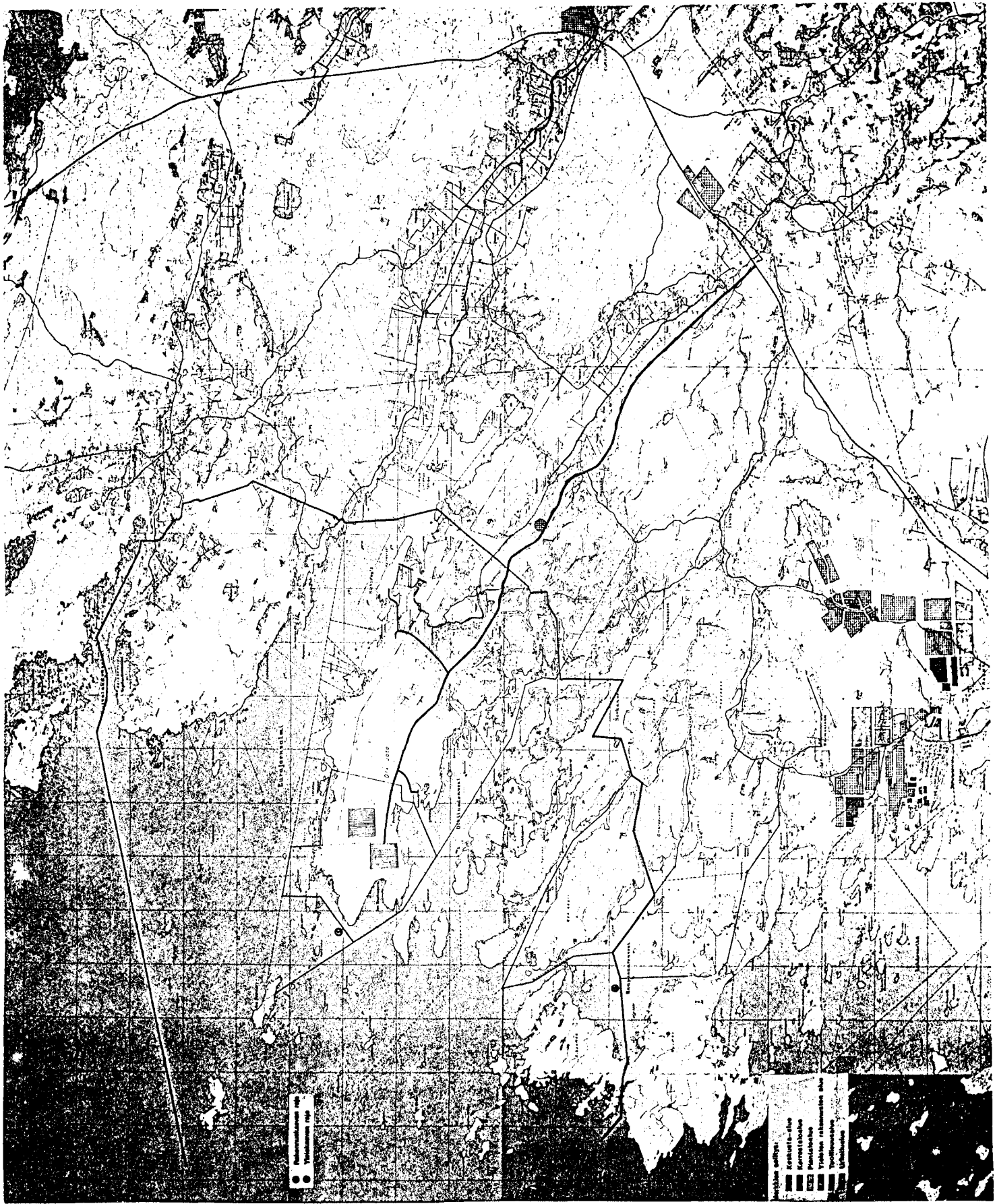
7. Työllisyys vaikutukset

Työt laitospaikalla alkavat syksyllä 1973. Rakennus -, asennus - ym. työt tarjoavat keskimäärin n. 400 työpaikkaa 5 vuoden aikana, ajoittain yli 900. Myös myöhemmin rakennettavat laitosyksiköt tulevat tarvitsemaan työvoimaa vastaavassa määrin.

Nyt rakennettavan laitoksen käyttämistä ja valvomista varten otetaan vuoden 1976 jälkeen palvelukseen 100-150 uutta työntekijää, joista osalle järjestetään TVO:n toimesta erikoiskoulutus.



Teollisuuden Voima Oy 297 Oikiluoto, yleissuunnitelma	Alustava	1/2000
--	----------	--------



Površina u %
Vodostojnost u %

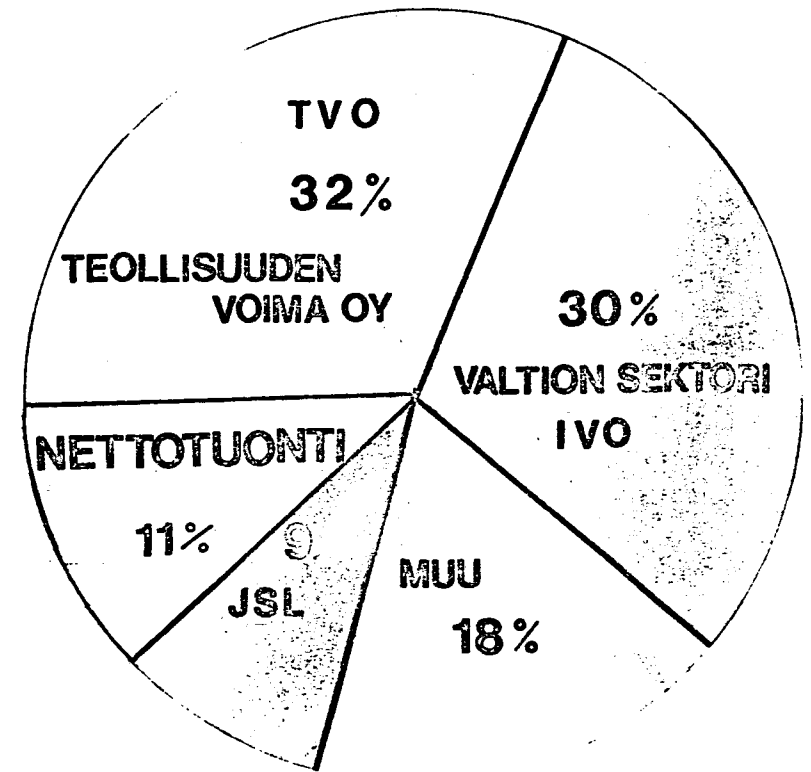
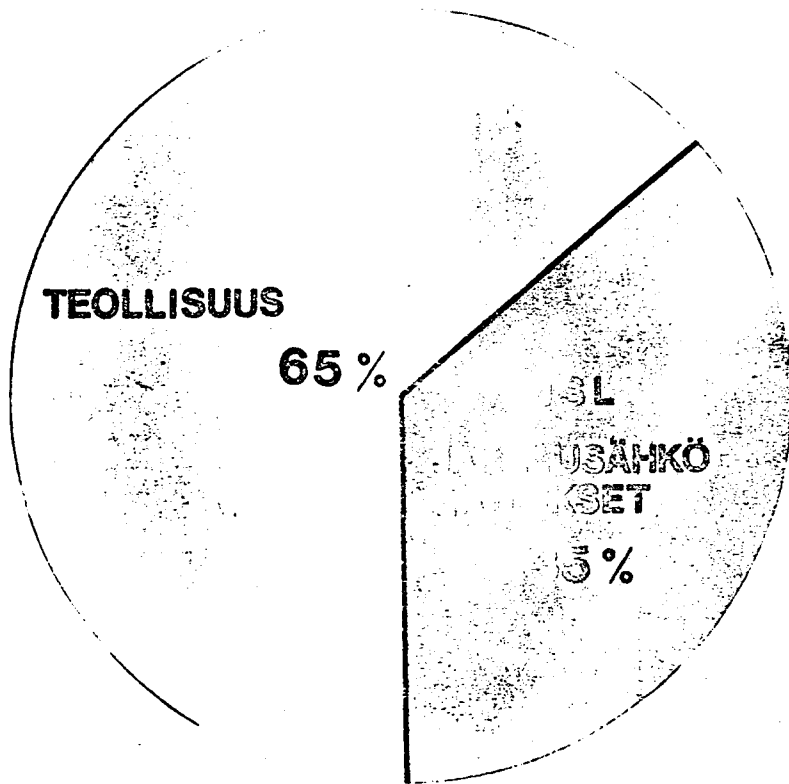
- Kamenolom
- Kamenolom - otvoreni
- Kamenolom - zatvoreni
- Kamenolom - zatvoreni
- Kamenolom - zatvoreni
- Kamenolom - zatvoreni
- Kamenolom - zatvoreni

SÄHKÖN KÄYTTÖ

JA

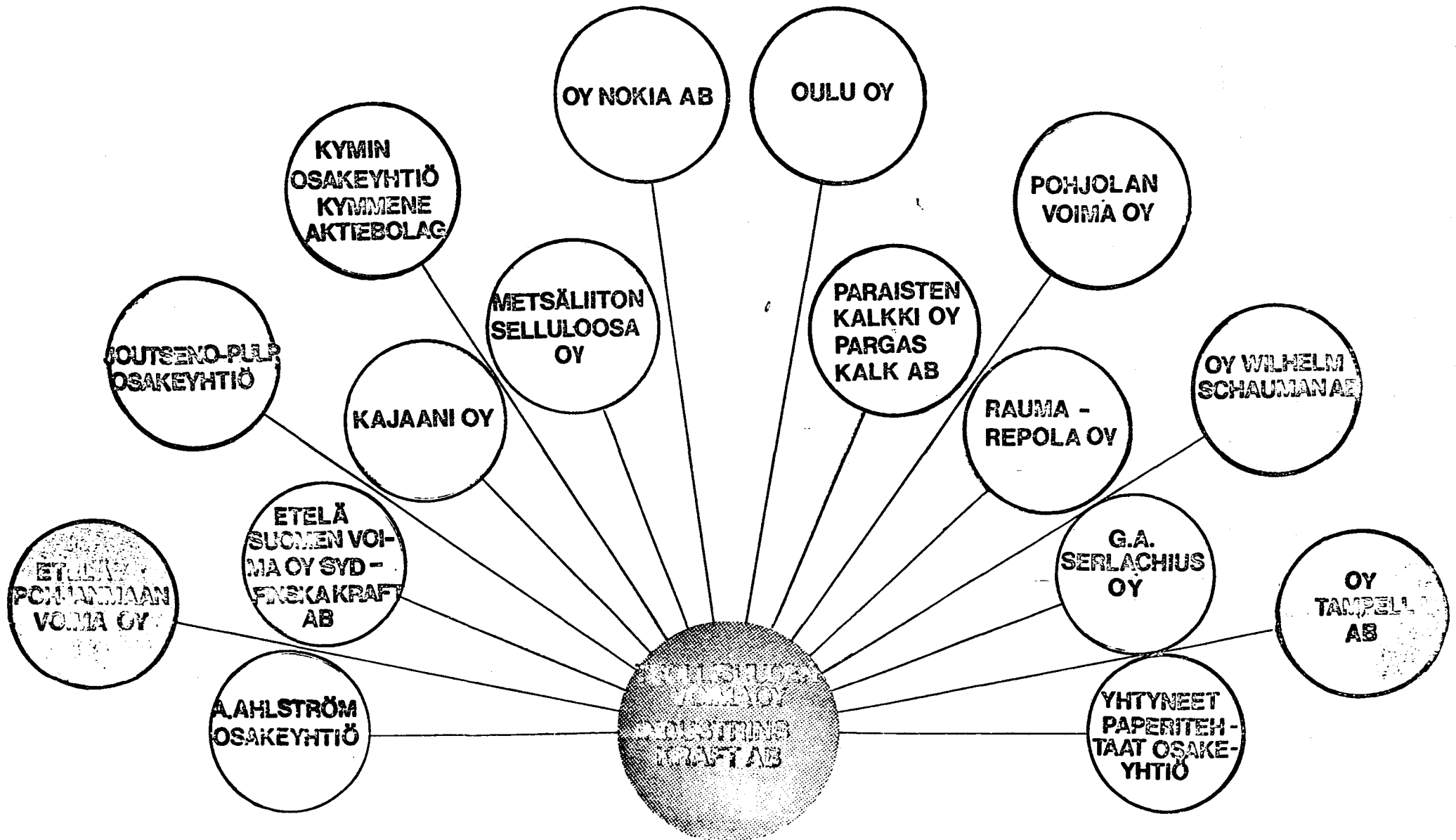
SÄHKÖN HANKINTA

SUOMESSA V. 1971



JSL = Jakelusähkölaitokset

TEOLLISUUDEN VOIMA OY INDUSTRIENS KRAFT AB:N OSAKASYHTIÖT



Enso-Gutzeit Oy

Kemira Oy

Teollisuuden Voima Oy:n hallintoneuvoston kokoonpano

Osakasyhtiö

Varsinainen jäsen

Varajäsen

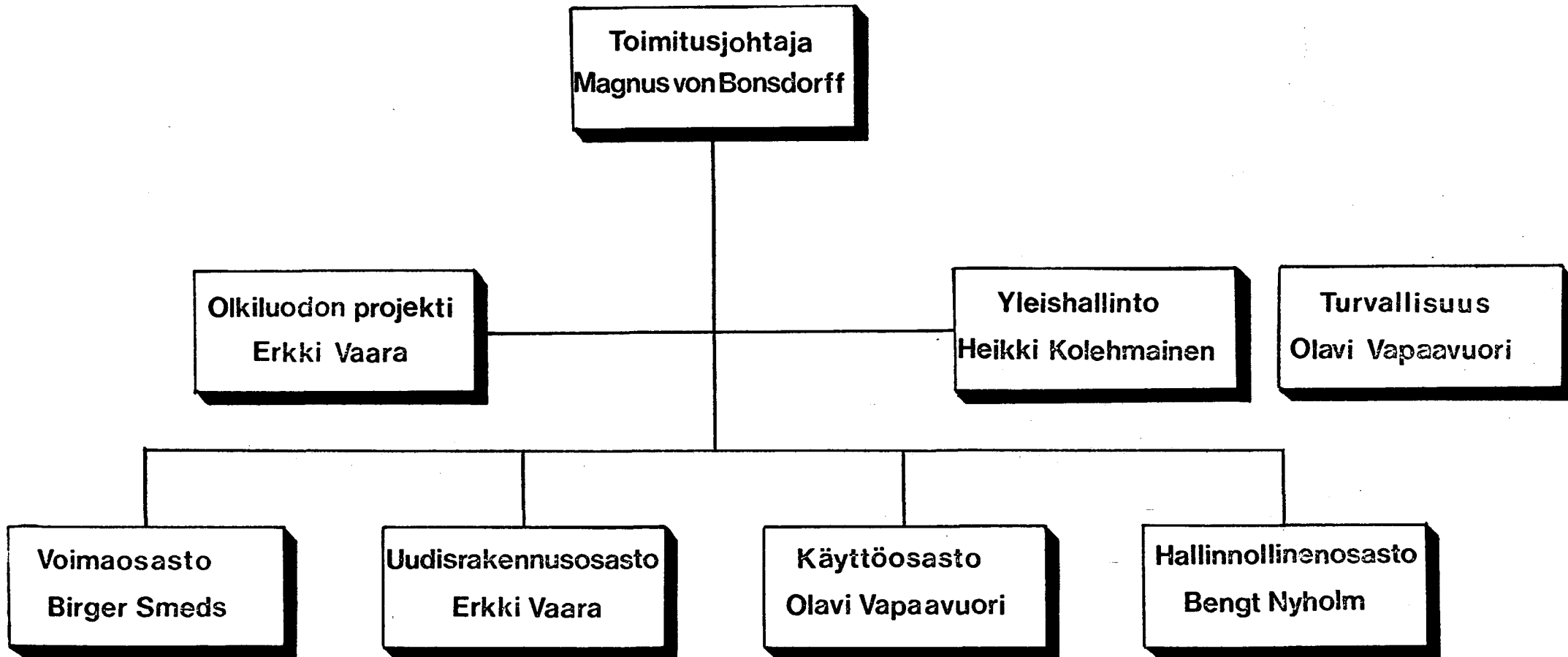
A. Ahlström Osakeyhtiö	Bengt G. Rehbinder	Eero Hermonen
Etelä-Pohjanmaan Voima Oy	Heikki Niemiaho	Bertel Hisinger
Etelä-Suomen Voima Oy		
Sydfinska Kraft Ab	Johan Nykopp	Harry Björk
Joutseno Pulp Osakeyhtiö	Eino Mäkilä	Mikael Platan
Kajaani Oy	Mikko Tähtinen	Veikko Koskimies
Kymin Osakeyhtiö -		
Kymmene Aktiebolag	Kurt Swanljung	Cyrill v. Graevenitz
Metsäliiton Selluloosa Oy	Wolter Westerholm	Pentti Rautalahti
Oy Nokia Ab	Björn Westerlund	Bengt Magnusson
Oulu Osakeyhtiö	Reijo Merikanto	Bruno Lemström
Paraisten Kalkki Oy -		
Pargas Kalk Ab	Sakari Lehto	Henrik Holm
Pohjolan Voima Oy	Pentti Hintikka	A. J. Salmela
Rauma - Repola Oy	Paavo Honkajuuri	Matti Itkonen
Oy Wilh. Schauman Ab	Gay Ehrnrooth	Eero Vuento
G. A. Serlachius Oy	Nils Björklund	Erkki Brummer
Oy Tampella Ab	Nils G. Grotenfelt	Kai Sandsund
Yhtyneet Paperitehtaat Oy	Henrik Waldén	Antti Heilala

TVO:n hallintoneuvoston puheenjohtaja on vuorineuvos Björn Westerlund ja varapuheenjohtaja vuorineuvos Wolter Westerholm.

Teollisuuden Voima Oy - Industrins Kraft Ab:n hallitus

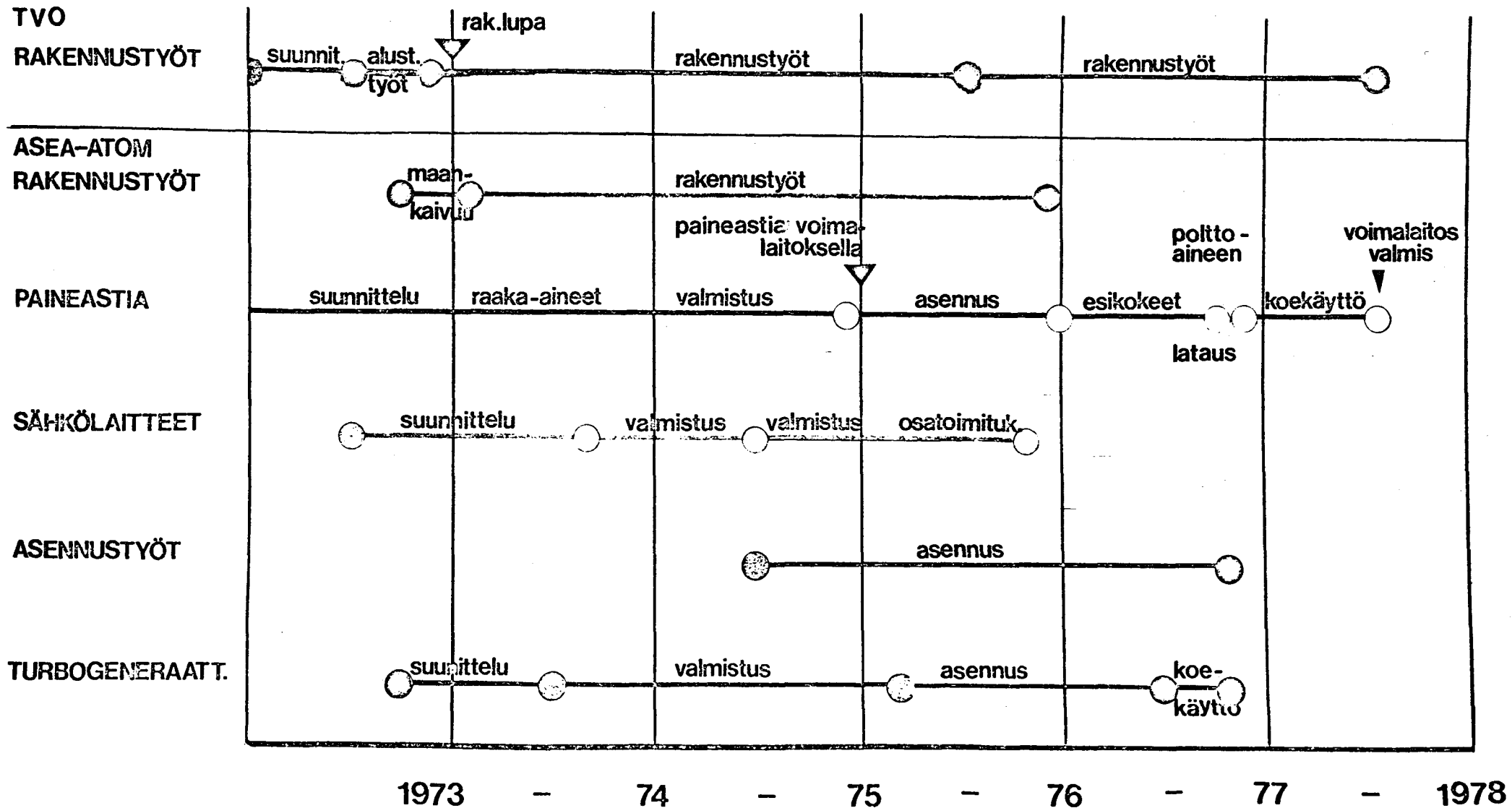
Vuorineuvos Pentti Hintikka	Pohjolan Voima Oy
Vuorineuvos Paavo Honkajuuri	Rauma -Repola Oy
Vuorineuvos Johan Nykopp	Etelä -Suomen Voima Oy
Vuorineuvos Bengt G. Rehbinder	A. Ahlström Osakeyhtiö
Vuorineuvos Kurt Swanljung	Kymin Osakeyhtiö
Vuorineuvos Mikko Tähtinen	Kajaani Oy
Fil.tri Klaus Waris	Mortgage Bank of Finland Oy
Vuorineuvos Wolter Westerholm (vpj)	Metsäliiton Selluloosa Oy
Vuorineuvos Björn Westerlund (pj)	Oy Nokia Ab

TEOLLISUUDEN VOIMA OY.



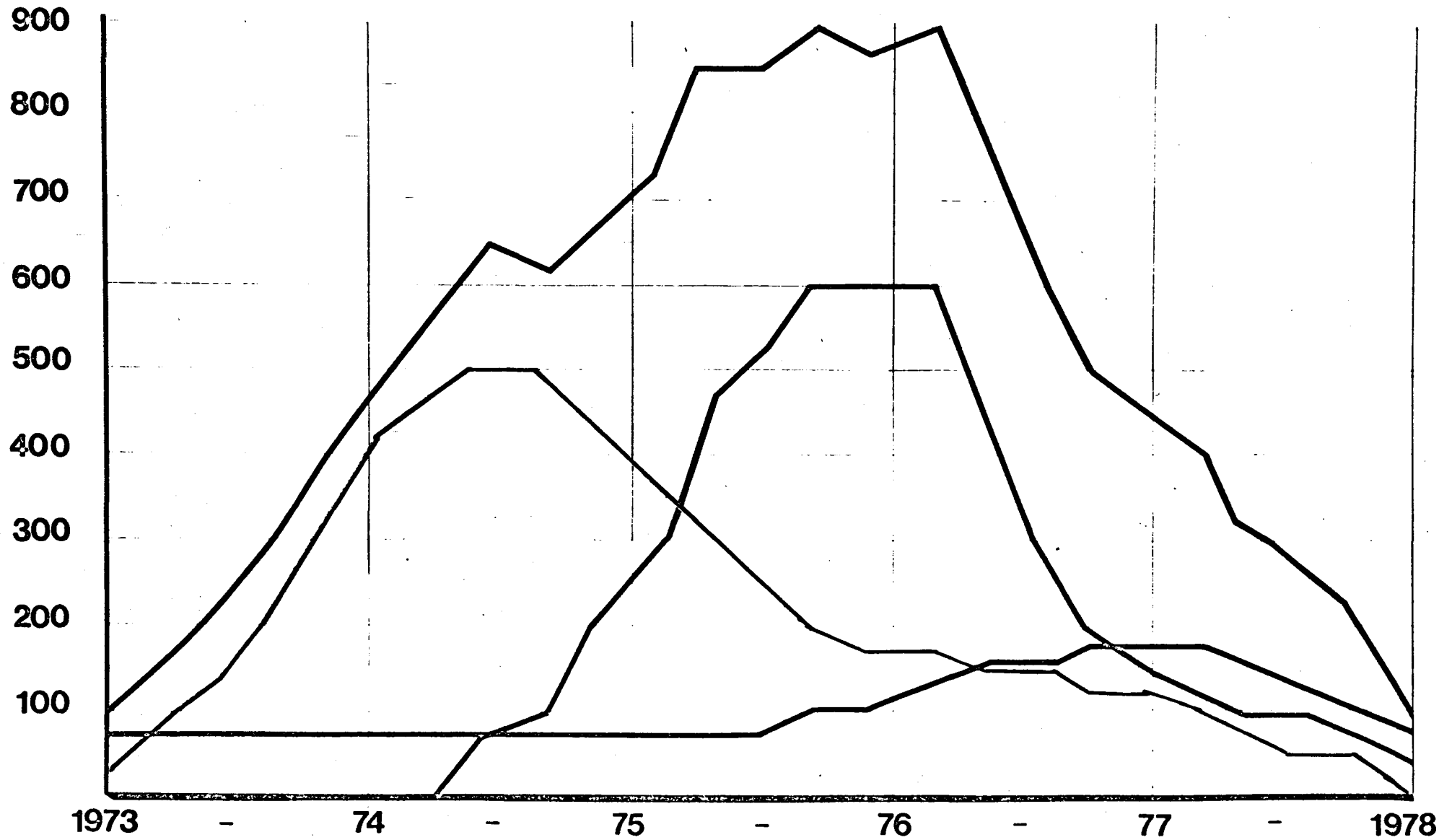
TEOLLISUUDEN VOIMA OLKILUOTO

Rakennusaikataulu



TVO OLKILUOTO, TYÖVOIMAKUVAAJAT

— Rakennustyövoima
— Asennustyövoima
— TVO:n työvoima
— Yhteensä



FINNATOMIN MYYNTITOIMINTA

1. Yleistä

Myyntin perustana ovat asiakasyhteydet, joiden saaminen edellyttää, että

- potentiaalisten asiakkaiden mielenkiinto herätetään
- saadut kyselyt käsitellään nopeasti ja asiallisesti
- tarjoukset ovat kilpailukykyisiä
- toimitukset hoidetaan huolella
- yhteyksiä pidetään kunnolla yllä

Ala on uusi ja edellyttää erikoispiirteinen uudenlaatuista suhtautumista myyntin eri aktiviteetteihin. Tämä merkitsee Finnatomille opetus- ja koordinoitavien tehtävien, jotta osakkaiden toiminnot saadaan yhtenäistettyä ja alan vaatimusten mukaisiksi. Tässä työssä painopisteenä on jatkuvasti siirryttävä eteenpäin samalla kun on huolehdittava siitä, että kaksinkertaista työsuoritusta vältetään.

2. Markkinointi

Finnatom suorittaa seuraavia tehtäviä osakkaiden puolesta:

- etsii potentiaalisia asiakkaita
- selvittää, miten aitoa asiakkaiden kiinnostus on
- koordinoi asiakasdelegaatioiden vierailut
- hoitaa yleisen kirjeenvaihdon asiakkaiden kanssa
- huolehtii painetuotteiden ja esittelymateriaalin laatimisesta
- laatii mainokset ammattilehdistöön
- koordinoi ammattilehdistössä julkaistavien artikkeleiden hankkimisen osakkailta
- hoitaa vientinäyttelyjen järjestämisen
- hankkii tarjouspyyntöjä
- selvittää tarjouspyyntöjen tilaustodennäköisyyden

3. Tarjoustoiminta

Finnatom huolehtii seuraavista toiminnoista:

- tarjousten yhtenäistäminen
- alustavat asiakasneuvottelut
- tarjousneuvottelujen koordinointi
- tarjousten seuraaminen
- yhtenäisten tilaussopimusten laatiminen

- vientitakuiden ja -luottojen järjestäminen
- vakuutusten hoito

4. Toimitusvalvonta

Finnatomin tehtävänä on

- hoitaa keskitetysti asiakas-valmistaja-yhteydet
- koordinoida laadunvarmistustoimintaa
- suorittaa aikatauluvalvontaa

5. Tiedotustoiminta

Finnatom hoitaa

- yhtiön sisäistä tiedotustoimintaa
- kotimaan kentälle suuntautuvan tiedotustoiminnan koordinoiminnin
- yhteydet alan kansainvälisiin elimiin sekä ulkomaisen tiedotustoiminnan

6. Pitkän tähtäimen toiminta

Finnatomin tehtäviin kuuluvat seuraavat toiminnot:

- toimialarationalisointi ydinvoimalaitostekniikan alalla kotimaisen teollisuuden piirissä
- laadunvarmistuksen kehittäminen mahdollisimman tarkoituksenmukaiseen muotoon yhteistyössä osakkaiden, asiakkaiden ja SFL:n kanssa
- osallistuminen Suomeen mahdollisesti perustettavan teknillisen tarkastuslaitoksen toiminnan suunnitteluun
- systeemisuunnittelun kehittäminen muotoon, jossa Finnatom koordinoi sekä osakkaiden että mahdollisten ulkopuolisten alihankkijoiden komponentti-toimitukset
- osallistuminen alan koulutusjärjestelyihin
- osakkaiden muun tuotannon viennissä saatujen kontaktien hyödyntäminen
- aktiivinen kapasiteettitilanteen ja hintatason seuraaminen

Tarkastelen tässä yhteydessä atomienergia-alalla tapahtunutta kehitystä nimenomaan atomitoimiston näkökulmasta. En pyri mihinkään täydellisyyteen, koska useita kysymyksiä käsitellään erillisissä esityksissä. Mielipiteet on katsottava lähinnä omikseni, eivätkä ne välttämättä edusta esimerkiksi kauppa- ja teollisuusministeriön kantaa.

Atomitoimiston yksi päätehtävistä on epäilemättä valtion menoarviossa osoitettujen määrärahojen käytöstä huolehtiminen. Erityinen momentti, "Atomienergian rauhanomainen käyttö", saatiin menoarvioon jo 1950-luvun lopulla. Määräraha oli alussa varsin vaatimaton, mutta stimuloi ilmeisesti tehokkaasti alkuvaiheen vaatimatonta toimintaa.

Tämän vuoden menoarviossa kyseinen määräraha on 12 milj. markkaa, minkä lisäksi on lähinnä kansainvälistä toimintaa varten osoitettu yhden miljoonan markan määräraha. Kansainvälisesti ottaen tuo 13 milj. markkaa on vaatimaton summa. Kuitenkin voidaan todeta, että tähän saakka on määrärahan turvin pystytty hoitamaan kaikki todella tärkeiksi katsotut tehtävät. Kuluva vuosi tulee ilmeisesti olemaan ensimmäinen, jolloin esillä olevien tehtävähdotusten suhteen joudutaan kamppailemaan tarkeysjärjestyksestä.

Alusta alkaen on meillä lähdetty siitä, ettei ole syytä perustaa muiden maiden mallin mukaista atomitutkimuskeskusta. Jos näin olisi tehty, olisivat tarvittavat määrarahat luonnollisesti toista suuruusluokkaa. Epäilemättä olisivat monet asiat nykyistä paremmassa järjestyksessä. Mielestäni on noudatettu politiikka kuitenkin ollut tarkoituksenmukaista. Tätä käsitystä tukevat myös tiedot ulkomaisista tutkimuslaitoksista, jotka ovat joutuneet erilaisten kriisien käsiin ja ennen kaikkea vieraantuneet ydinenergian tuotantoon liittyvien kysymysten käsittelystä.

Viimeksi mainitun suhteen voidaan meillä taas todeta, että ydinenergian tuotantoon liittyviä kysymyksiä on hoidettu sikäli erikoisella tavalla, ettei koulutus-, tutkimus- ja selvitystyötä ole voitu suunnitella pitkäjännitteisesti. Tästä on hyvänä esimerkkinä 1960-luvun puoliväli, jolloin koko joukko alalle aikonutta ja jo osaksi koulutettua henkilökuntaa katsoi parhaaksi etsiä tulevaisuuttaan muissa tehtävissä. Loogisena seurauksena oli, että sitten kun henkilökuntaa tarvittiin, sitä ei enää ollutkaan riittävästi tarjolla. Kokonaan ei tällaisia tilanteita ilmeisestikään voida välttää, mutta pitemmän tähtäyksen ohjelma olisi varmasti omiaan pehmittämään kehitystä. Valitettavasti ei pitemmän tähtäyksen ohjelmaa voida meillä odottaa lähitulevaisuudessakaan.

Mennäkseni varsinaisiin käytännön kysymyksiin saattaa olla hyödyllistä tarkastella lyhyesti edellä mainitulla ns atomimomentilla olevien varojen käyttöä. Menoarviossa olevan käytösuunnitelman mukaan käytetään perus- ja sovellutustutkimuksiin 1.9 milj. markkaa, josta valtaosa käytetään reaktorilaboratorion menoihin. Ydinvoimalaitosten turvallisuusselvityksiä varten on varattu 2.7 milj. markkaa, josta vajaa puolet menee säteilyfysiikan laitoksen normaaleihin kuluihin. Kuten tunnettua, on säteilyfysiikan laitos lääkintöhallituksen alainen, mutta koska sen budjetissa ei ole monista esityksistä huolimatta osoitettu riittävästi varoja kasvaneen toiminnan ylläpitämistä varten on kauppa- ja teollisuusministeriö joutunut palkkaamaan tällä hetkellä jo 29 henkilöä ja osoittamaan varoja myös matka- ym kuluja varten. Laitoksen siirtämisestä kauppa- ja teollisuusministeriön hallinnonalaan on keskusteltu jo usean vuoden ajan, mutta toistaiseksi ilman tulosta. Käsitykseni mukaan voidaan siirtoa hyvin puolustaa nimenomaan tarkastus- ja valvontatoiminnan osalta. Myös eräät uudet tehtävät saattaisivat hyvin soveltua laitoksen suoritetaviksi; esimerkkinä mainittakoon ns ydinsulkusopimuksen edellyttämästä kansallisesta valvonnasta huolehtiminen. Sen sijaan olisivat eräät selvästi lääketieteelliset ja ihmiselle sallittuja annosrajoja koskevat asiat pysytettävä lääkinnöllisen hallinnonalan puolella.

Edellä mainitusta 2.7 milj. markan varauksesta käytetään osa erilaisiin ympäristöselvityksiin, joita suorittavat ilmatieteen laitos ja merentutkimuslaitos. Myös valtion teknillisen tutkimuskeskuksen toimesta valmisteltuun ns turvallisuustutkimusohjelmaan liittyvät projektit on tarkoitettu rahoittamaan tästä määrärahasta.

Edelleen on menoarviossa varattu 2 milj. markkaa ydinvoimalaitosten käyttöönottoselvityksiin. Tämä menee lähes kokonaan VTT:n puitteissa toimivien nykyisten projektien rahoittamiseen, mukaan luettuna materiaalityöryhmä.

Kotimaisen ydinpolttainetuotannon edistämiseen on varattu 1.4 milj. markkaa. Tämä summa käytetään lähes kokonaan geologisen tutkimuslaitoksen, Outokumpu Oy:n ja Rautaruukki Oy:n toimesta suoritettavan uraanin (ja toriumin) etsintätyön aiheuttamiin kustannuksiin. Kahtena edellisellä vuotena on rahoitettu mm uusien aeroprospektointilaitteiden hankinta Geologiselle tutkimuslaitokselle. Valitettavasti on ilmasta käsin tapahtuva etsintätyö joutunut vaikeuksiin sen johdosta, että lentoihin käytetty Twin-Otter -tyyppinen kone putosi viime talvena Kuusamossa, eikä uutta ole toistaiseksi onnistuttu saamaan. Toivon mukaan asia kuitenkin vielä järjestyy esim vuokrakoneella. Twin-Otter-tyyppinen kone olisi sopivin, koska laitteet - myös muut malminetsintälaitteet - on sovittu sitä varten ja koneen lento-ominaisuudet ovat tarkoitukseen muutenkin sopivat. Viime vuoden toiminnasta voidaan myös mainita Kolarin alueella Outokumpu Oy:n toimesta helikopterilla suoritettu lentomittauskoe. Sen tulokset ovat vielä käsittelyvaiheessa, mutta ennakkotiedot ovat mielenkiintoisia. Viime vuonna suoritettiin ensimmäinen virallinen uraanivarojemme inventointi IAEA:n ja OECD:n toimittamaa julkaisua varten. Tässä yhteydessä ilmoitettiin, että Suomen tähän mennessä arvioidut uraanivarat ovat 1 700 tonnia U_3O_8 , mikä kuitenkin kuuluu kalliimpaan hintaluokkaan, 10 - 15 \$/lb U_3O_8 . Ei ole mitään syytä epäillä, etteikö mainittu luku kasvaisi määrätietoisien prospektoinnin edistyessä.

Seuraava varaus menoarviossa koskee kotimaisen teollisuuden tukemista ja on 3.3 milj. markkaa. Kuluneina vuosina on valtaosa näistä varoista osoitettu Finnatomin kanssa tehtyihin tutkimussopimuksiin, joista suurin koskee Loviisaan tulevaa pääkiertopumppua. Tämä projekti on mukana vielä kuluvanakin vuonna. Edellä mainittu varaus on suurin erä koko atomimomentilla. Toiminnan lopullisia tuloksia on vielä ennen aikaista arvioida, mutta hukkaan ne eivät ilmeisestikään ole menneet. Sen sijaan voitaneen sanoa, että toiminta olisi voinut olla tehokkaampaa ja määrätietoisempaa. Projektien valinta, käytettävissä oleva henkilökapasiteetti ja asetettu tavoite eivät aina näytä olevan loppuun saakka harkittuja ja valmisteltuja. Mielestäni ei myöskään suoritusorganisaatio, jossa Finnatom näyttelee toistaiseksi lähinnä vain koordinaattorin osaa ei ole tehokkain mahdollinen. Finnatomin suorituskykyä onkin pyritty kohottamaan, mutta yhtiön tulisi mielestäni muodostua nykyistä itsenäisemmäksi. Tämän tapaista kehitystä tapahtuu parhaillaan mm Englannissa ja Italiassa. Englannissa on hiljattain perustettu yksi ydinvoimalaitoksia ja sen komponentteja tarjoava yhtiö, jonka osakkaista 50% on General Electricilla, 15% valtiolla ja loput 35% muilla yhtiöillä. Italiassa taas kolme suuryhtiötä, FIAT, Breda ja Franco Tosi ovat perustaneet yhteisen yhtiön ElettroNuclearia Italian.

Muista kuluvan vuoden tärkeimmistä menoeristä olisi ehkä syytä mainita ns koulutuspaketin hankinta Ruotsista, mikä on suoritettu Imatran Voima Osakeyhtiön kanssa tehdyn sopimuksen puitteissa. Koulutussimulaattorin hankintaa on valmisteltu VTT:llä, mutta varojen saaminen valtion menoarvioon varsinaista hankintaa varten näyttää hyvin epävarmalta. Eräin perustein voidaankin olla eri mieltä siitä, onko tämän suunnitelman toteuttaminen yleensäkin perusteltua valtion varoin.

Siirtyäkseni yleisempiin asioihin, on todettava, että meillä on lukuisia asioita, joihin olisi paneuduttava kiireellisesti. Atomitoimistollekin on tehty useita eri kysymyksiä koskevia ehdotuksia ja aloitteita, jotka eivät ole kehittyneet toivottulla tavalla. Tähän on osaltaan syynä koko organisaatiomme vähäisyys ja henkilökunnan puute ei yksin atomitoimistossa vaan yleensäkin. Myös lainsäädäntömme on osin vanhentunut osin puutteellista. Velvollisuudet ja oikeudet eivät ole riittävän selväpiirteisesti määriteltyjä, mistä seuraa tiettyä epävarmuutta.

Atomienenergialainsäädäntöä onkin ryhdytty uudistamaan. Ensimmäisenä tehtävänä on ollut selvittää tietyt pääperiaatteet ja tätä työtä on suoritettu atomitoimiston puitteissa eri osapuolia konsultoiden. Tarkoituksena on ensin pyrkiä selvittämään asian teknillinen puoli. Myöhemmässä vaiheessa tulee esille myös eräitä poliittisluontoisia periaatekysymyksiä, jotka taas kytkeytyvät parhaillaan työn alla olevaan sähkölain uudistukseen. Hiljattain on annettu uusi paineastialaki ja vastaava asetus tullaan antamaan lähiaikoina. Samanaikaisesti annetaan myös atomienenergia-asetuksen muutos, joiden molempien asetusten seurauksena ydinvoimalaitoksen paineastioiden tarkastus ja valvonta kuuluu säteilyfysiikan laitokselle. Tämän järjestelyn tuloksena on, että näiden paineastioiden käsittely tapahtuu ensisijaisesti atomienenergia-asetukseen nojautuen. Tarkastusviranomaisen harkintaan jää, missä määrin noudatetaan suomalaisia paineastiamääräyksiä tai muita viranomaisen osoittamia määräyksiä.

Lainsäädäntötyöhön liittyy verrattain kiinteästi myös kysymys organisaatiosta. Jos ajatellaan, että asioiden koordinointi ja ylin johto on KTM:ssä, voidaan erottaa ainakin kolme toisistaan erillistä, mutta toisiinsa vaikuttavaa päätoimintahaaraa: yleiset energiapolitiikkaan liittyvät kysymykset, tutkimukseen ja tekniikkaan liittyvät kysymykset sekä lakimääräi-

seen tarkastukseen ja valvontaan liittyvät kysymykset.

Viimeksi mainittujen kysymysten osalta asia on periaatteessa kutakuinkin selväpiirteinen. On kuitenkin täsmennettävä luvanantomekanismia. Tähän kuuluu myös oleellisena osana kysymys sellaisesta elimestä, jota tällä hetkellä vastaa muodollisesti Atomienergianeuvottelukunta ja asiallisesti ATT. Asia ei ole aivan yksinkertainen mitä tulee tällaisen elimen tehtäviin ja sen kokoonpanoon. Ulkomailta löytyy hyvin erilaisia esimerkkejä, joista minua ehkä miellyttäisi eniten sellainen, jossa henkilövalinta perustuu eri alojen korkeatasoiseen asiantuntemukseen - ei pelkästään atomialalta. Asiantuntemuksella tarkoitan esimerkiksi lujuusopin, energiatalouden, sähkötekniikan, lääketieteen, seutusuunnittelun, ympäristön suojelun, kemian jne edustajia.

Yleisen energiapolitiikan osalta on atomienergianeuvottelukunnan ohella olemassa erityinen energiapolitiikan neuvottelukunta.

Tutkimuksen ja tekniikan toimintalinjaa edustaa tällä hetkellä VTT, mutta sen organisaatio ei vielä ole valmis. Käsitykseni mukaan tulisi VTT:n pyrkiä korvaamaan niin hyvin kuin mahdollista meiltä puuttuva atomitutkimuskeskus. VTT:n tulisi toimia myös henkilöreservin kouluttajana ja ylläpitäjänä. Siitä ei kuitenkaa saa muodostua sulkeutunutta itseänsä ruokkivaa laitosta eikä norsunluutornia, kuten muualla on tapahtunut. Tehokkaan tutkimuskapasiteetin aikaansaamiseksi olisi myös pyrittävä saamaan palvelukseen heknilökuntaa, jolla jo on käytännön kokemusta takanaan. Tutkimustyön ohjaamista ja valvontaa varten on ilmeisesti tarpeen eri intressipiirejä edustava elin - sellainen kuin nykyinen AEN:n yleisvaliokunta. Edellä olevista kysymyksistä joudutaan lähiaikoina keskustelemaan.

Kuten jo mainitsin eivät käytössä olevat määrärahat ole kovin suuria. Järkevällä suunnittelulla niiden puitteissa voidaan kuitenkin saada aikaan hyviä tuloksia. Me emme voi paneutua alan yleiseen tutkimukseen, vaan meidän on pyrittävä käyttämään hyväksi muualla tehdyn työn tuloksia. Varat on pyrittävä käyttämään ikiomien ongelmien ratkaisemiseen niin, että ydinvoimalaitosten rakentaminen ja muiden sovellutusten hyväksikäyttö on mahdollista, taloudellisesti edullista ja ennen kaikkea turvallista. Viimeksi mainitun edellytyksen osalta olemme toistaiseksi säästyneet pahemmilta hyökkäyksiltä, mutta tämä ei tietenkään saa vaikuttaa vaatimustasoa alentavasti. Päinvastoin, on esitetty useita kohteita, joissa toiminnan tehostaminen on välttämätöntä. Kaiken tulee tietenkin tapahtua voimavarojemme puitteissa ja tasapuolisesti tarpeet huomioiden. Kuten turvallisuus- ja luotettavuuskysymyksissä yleensäkin on tässäkin pidettävä mielessä, ettei jonkin yksityiskohdan ylimioitus paranna kokonaisuutta vaan suoritus-tason tulee olla eri kohteissa saman arvoinen.

SUOMEN YDINTEKNIIKAN NYKYTILANNE SÄTEILYFYYSIIKAN LAITOKSEN NÄKÖKULMASTA

Ydintekniikan turvallisuusasiat ovat yleismaailmallisia, eivätkä tunne valtakuntien rajoja. Kansallisia variaatioita esiintyy lähinnä asennoitumisessa eri reaktorityyppeihin. Suuren maailman kehityksenkulkuun liittyvät reaktiot ovat julkisuudessa olleet varsin vaikeita ja aika epäasiallisia. Sensijaan itse työskenteleviin osapuoliin ja toimenpiteisiin eturivin atomimaiden tapahtumat ovat meilläkin tuntuvasti vaikuttaneet.

Tällaisista sanoisinko "liikkeistä" mainittakoon vielä tässä yhteydessä seuraavat kolme:

- 1 Yleinen huoli ydinvoimalaitoksen ympäristöturvallisuudesta ja annosrajojen suuruudesta.
 - 2 Suuri hätäjähdytyskeskustelu.
 - 3 Huoli käytetyn polttoaineen kuljetusten turvallisuudesta ja jätteiden lopullisesta varastoinnista.
- 1 Lyhyesti ei ole mahdollista analysoida eri syy-yhteyksiä ja motiivointia, mutta nykyvaiheessa on ilman muuta todettava Sternglas'n, Gofman'n ja Tamplin'n stimuloiman keskustelun herättäneen todellisen kansanliikkeen

valtaisine vaikutuksineen niin energiatuottajien rahakirstuihin kuin toivottavasti myös yleisen ympäristön-suojelun tasoon. Eräänä konkreettisenä tuloksena mainittakoon äskettäin ilmestynyt AEC:n ympäristöraportin teko-ohje. Ehkä siistä syystä, että meillä rakentamisen liikkeelle lähtö tapahtui niinkin myöhään, osatiin meillä aavistaa kiristyvien vaatimusten tulo, eivätkä ne ainakaan SFL:ää paljon hätkähdyttäneet.

- 2 Jyrkimmät atomivoiman vastustajat ja epäilijät vaativat koko ydinvoimaohjelman pysäyttämistä kunnes hätäjähdytysongelma lopullisesti selvitetään. Asiantuntijatkin ovat olleet suuresti huolissaan eri puolilla maailmaa. Luultavasti osaksi USA:ssa suoritettujen melko jyrkkien toimenpiteiden vuoksi ja siksi että USA:n asiantuntijatkin esittävät toisistaan poikkeavia käsityksiä. Parin vuoden kuluttua kannanoton pohjana on varmaankin huomattavasti lisääaineistoa, sekä kokeellista että laskettua, mutta täydellisesti asiaa ei varmaan ole ratkaistu. Jonkinlaista tilanteen laukeamista merkinnee AEC:n huhtikuun kannanotto, jossa kuoren huippulämpötilaksi asetetaan 2200 F ja kuoren oksidatiorajaksi 0.17 (uusi sääntö) sekä annetaan vaatimukset tarvittavista analyyseista.

- 3 Toistuvasti on esitetty huolestuneisuutta jälkipolvien tulevaisuudesta. Lähivuosisikymmenien osalta ongelmat

eivät välttämättä pelota, mutta jälkipolvien kannalta tarve tuhansien vuosien mittaiseen hallittuun jätteen säilyttämiseen säilyttää helposti ainakin "innovaatio-pessimistisen futurologin". Ruotsissakin on jo valtiopäivien tasolla vakavasti keskusteltu kuten ruotsalaisia lehtiä lukevat arvoisat jäsenet ovat mahdollisesti viime päivinä havainneet.

Meilläkin asia on tiedostettu sekä rakentajien että viranomaisten taholla ja perinpohjaisiin selvittelyihin tähtäävä tutkimus toivottavasti käynnistyy lähipäivinä. Lähtömateriaalia selvitysten pohjaksi on varsin paljon olemassa. Ruotsissa valmistui viime vuonna asiasta varsin laaja mietintö.

Merkitykseltään vähintään edellä mainittujen kategoriaan kuuluvat toimenpiteet "Quality Assurance" laadunvarmistuksen parantamiseksi. Tarve tähän juontuu käytännöstä. Erilaiset vastoinkäymiset, suunnitelmien muutokset, toimitusten viivästyminen, käyttöhäiriöt ja lopulta melko vakavaluontoiset toimintaviat suojausjärjestelmissä ovat johtaneet huomion kohdistumiseen luonteeltaan varsin tavanomaiseen tekniikkaan ja sen toimintavarmuuteen. Yhä selvemmin tilaaja, rakentaja ja viranomaiset näkevät, että vain luotettava ja turvallinen energiantuotto voi johtaa taloudellisesti onnistuneeseen lopputulokseen. Tämä kaikki pakottaa tehokkaaseen laadunvarmistukseen, pitäytymiseen koeteltuihin standardiratkaisuihin ja perustavaa laatua oleviin selvityksiin prototyyppiratkaisujen osalta. Tässäkin mielessä

Loviisa-projekti ensimmäisenä "koettelemuksena" asettaa kaikkien osallistujien voimavarat kovalle koetukselle.

Nyt meilläkin tunnustetaan laadunvarmistuksen erityinen merkitys. Nykyinen pulmamme on: Mistä saada asiantuntevaa väkeä riittävästi toteutuksen eri portaisiin. On tietenkin selvää, että pääasiallinen tietous suunnittelutyötä varten tällaisessa projektissa on peräisin ulkomailta, mutta aika masentavaa suomalaiselta kannalta, kun vähänkin vaativampiin tarkastustehtäviin voimaa on haettava ulkomailta. Vikaa on kyllä etsittävä muutoin kuin viittaamalla puutteeseen selvistä vaatimustasoa koskevista määräyksistä. Onhan selvää, että lainsäädännön kehitys uusilla alueilla kulkee uranuurtajien työn perässä.

Laadunvarmistusta laajemmassa mielessä ajatellen sisältyy koko yhteiskunnan säätely- ja valvontakoneisto tähän käsitteeseen. Tehokkaan toiminnan edellytyksenä ovat tietenkin pelisäännöt. Säännöstöuudistuksen tarve on nyttemmin kaikkien osapuolien tunnustama tosiasia. Urakka on mittava. Olennaisinta on yrittää löytää pienin voimin toteuttamiskelpoinen periaateratkaisu, jota voimavarojen ja kehityksen myötä täydennetään.

Vallitsevan vaikean tilanteen selvittämiseksi pyrkii SFL omalta osaltaan valmistamaan vaatimuksia ja menettelytapoja koskevia ohjeita, joista ensimmäiset luonnokset on jaettu. Vastaanotto vaikuttaa tähän mennessä positiiviselta.

USA:n tehostettua omien ohjeittensa valmistelua on niiden seuraaminen ja tulkinta usein johtanut asian ratkaisuun.

SFL:n ajankohtaisista lupahakemuskäsittelyyn ja valvontaan liittyvistä asioista mainittakoon tässä vielä mm. seuraavaa:

- Raskaiden osien laadunvarmistustoimenpiteitä on yritetty tehostaa niin suomalaisten kuin neuvostoliittolaisten toimitusten osalta. Tässä mielessä on tutkittu laadunvalvontaohjelmia, menetelmäkokeita, luokittelua, luokitusvaatimuksia jne.
Pääkohteet, suojarakennus, reaktoriastia, höyrygeneraattori ja pumpput.
- Prosessin osalta työ on tutustumisvaiheessa.
- Ilmastoinnin, hätäjähdytyksen ja suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän osalta periaatteelliset järjestelmäkuvaukset ovat hyvällä mallilla.
- Asioiden eteenpäin käsittelyä varten on viime aikoina kovasti odotettu alustavaa todennäköisyysmenetelmään perustuvaa kokonaisesitystä Loviisan laitoksesta.
- Loviisan laitoksen säteilyvalvontainstrumenttien toimittamiseen SFL on kytkeytynyt siten, että SFL:ltä on

pyydetty eräitä mittareiden tarkistustoimenpiteitä. Kun tämänluontoiset tehtävät SFL:llä ovat varsin tilapäisluontoisia ja SFL:n tilakysymys jatkuvasti on alapuolella kaiken kansainvälisen tason, ei ole ihme, että neuvostoliittolaisten asiantuntijoiden mukaan järjestely on primitiivisyydessään alapuolella arvos-
telun.

Tilakysymyksen ohella surkeaan asiaintilaan on vaikuttanut "nopea toimituspyyntö" ja hidas rahojensaanti. Osaamisen ja perusinstrumentoinnin kannalta laboratoriomme kyllä selviää tehtävästä.

- Loviisassa jatkuvat ympäristötutkimukset, joiden tarkoituksena on 1) lähtötilanteen selvittely, 2) mahdollisten poikkeavien kulketumisteiden ja rikastuskertoimien etsiminen sekä 3) mahdollisten spesifisten indikaattorien löytyminen.

Aikaisempien perustuotantoon ym. kohdistuvien tutkimien jatkuu ja lisäksi suoritetaan allaskokeita merkkiaineilla.

- Ympäristön säteilytaustan selvittelyä jatketaan, paineionisaatiokammioilla NaI-kiteellä ja uutena instrumenttina Ge-ilmaisin.

Kokonaisannosmittauskokeilua siihen liittyvine instrumenttikokeiluineen jatketaan Hästholmenin ympäristössä

- Valmistelut TVO:n kanssa jatkuvat.

- SFL:n tilakysymys on tällä hetkellä katastrofaalinen. Henkilökunnan täydentämisessä on RTO:n osalta kohdattu jäykästä palkkapolitiikasta johtuvia ym. vaikeuksia. RTO:n vahvuus on tällä hetkellä 13 + 3.

- Vaikka eräät VTT:n tutkijat lehtitietojen mukaan pitävät valmiutta turvallisuuskysymyksissä lähes katastrofaalisena, en näe asiaa aivan lohduttomana. On tietenkin toivottavaa, että turvallisuustutkimuksen ja yleisen tietouden tilaa kohennetaan, mutta tärkeätä on havaita, että ydinvoiman rakentaminen meillä nyt ja lähitulevaisuudessa tapahtuu lähinnä sen tietouden varassa, joka on kehitetty suurissa "ydinvoimamaissa" USA:ssa, Neuvostoliitossa, Saksassa, Englannissa jne.