

ATS

Ydintekniikka n:o 3/1981

YDINENERGIALAKITOIMIKUNNAN MIETINTÖ LUOVUTETTU	3
LOVIISAN KÄYTTÖ 1.1.1981 - 31.8.1981	8
TILANNE OLKILUODON LAITOKSILLA	12
OLKILUODON ROOTTORITILANNE	15
VALTION RAHOITUS YDINENERGIA-ALAN TUTKIMUKSELLE V. 1982 LASKUSUUNNASSA	18
KTM:N YDINJÄTETYÖRYHMÄN MIETINTÖ	19
STATEMENT BY THE U.S. PRESIDENT, 8.10.1981	20
TVO:N POLTTOAINEHUOLLON JÄRJESTÄMINEN Ilkka Mikkola	23
EXPERIENCES FROM LOVIISA NPS , DECONTAMINATION J.Helske and R.Järnström	30
OPERATION OF LO NPS FROM START OF COMMERCIAL OPERATION TO SEPT, 1981 A.Autio, J.Helske and A.Tamminen	40
NETTOENERGIA-ANALYYSI JA SEN SOVELTUVUUS SUOMEN OLOIHIN	48
VTT JA STL OSALLISTUVAT RUOTSALAISEEN FILTRA- SUOJARAKENNUSTUTKIMUKSEEN	54
MATKAKERTOMUS ATS:N EKSKURSIOSTA SVEITSIIN, RANSKAAN JA ESPANJAAN	56
OHJELMA	57
OSALLISTUJAT	58
SAATESANAT	59
KOhteet:	
- NUCLEX	59
- SUPER-PHENIX	61
- SPANISH NUCLEAR SOCIETY	68
- JUNTA DE ENERGIA NUCLEAR (JEN)	70
- TECNATOM S.A.	72
- ALMARAZin ydinvoimalaitos	76
- ENUSA	79
- EQUIPOS NUCLEAIRES, S.A.(ENSA)	82

ATS YDINTEKNIikka

NUMERO 3/81

MARRASKUU 1981

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

TOIMITUS

PÄÄTOIMITTAJA

TKT HEIKKI REIJONEN
PUH. 90-4564148

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

ERIKOISTOIMITTAJA

TKT LASSE MATTILA
PUH. 90-646931

VTT/YDINVOIMATEKNIKAN LABORATORIO
LÖNNROTINKATU 37
00180 HELSINKI 18

TOIMITTAJA

FM LAUNO TUUKA
PUH. 90-6172471

HELSINGIN KAUPUNGIN ENERGIALAITOS
PL 469
00101 HELSINKI 10

JOHTOKUNTA

PUHEENJOHTAJA

DI PAAVO HOLMSTRÖM
PUH. 939-37211

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

VARAPUHEENJOHTAJA

DI HEIKKI RAUMOLIN
PUH. 90-523522

TEOLLISUUDEN VOIMA OY
KUTOJANTIE 8
02630 ESPOO 63

RAHASTONHOITAJA

TKT AITO OJALA
PUH. 90-448311

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

SIHTEERI

DI PEKKA LOUKO
PUH. 90-6160474

IMATRAN VOIMA OY
PL 138
00101 HELSINKI 10

TOIMIHENKILÖT

YLEISSIHTEERI

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

ILMATIETEEN LAITOS
PL 503
00101 HELSINKI 10

KANS.VÄL.ASIAIN SIHTEERI

TKT OLLI TIJAINEN
PUH. 90-6172470

HELS. KAUP. ENERGIALAITOS
PL 469
00101 HELSINKI 10

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

Toimitukselta

VOIMALAITOSRATKAISUT

Öllyä vai sähköenergiaa? Kysymys on ollut korostetusti esillä julkisessa keskustelussa. Peistä taitetaan puolesta ja vastaan ja yritetään tehdä kysymys kaksinapaiseksi vastakkainasetteluksi.

Tämän - tavallaan taktisen - mutta runsaasti julkisuutta saaneen "kinastelun" varjoon ovat jossain määrin jääneet energiapolitiikan strategiset kysymykset, jotka keskittyvät tuleviin suurvoimalaitosratkaisuihin. Onhan selvää, että maamme ennen pitkää tarvitsee uutta sähköntuotantokapasiteettia; jo nykyisten voimalaitosten vanheneminen ilman lisääntyvää kulutustakin edellyttää tätä. Samaten on selvää, että lähinnä taloudellisista syistä ei lauhdutusvoimalaitos voi olla pieni. Vastapainevoimalaitoksia taas ei ole mahdollista rakentaa riittävästi tyydyttämään tulevaa sähköntarvetta.

Kysymys siis ei ole tarvitsemeko suurta lauhdutusvoimalaitosta vaan milloin sen tulee olla valmiina.

Tilanne tänään on se, että usealla taholla tutkitaan miten sähköä tullaan tuottamaan 1990-luvun Suomessa. Esillä ovat tunnetusti energiapolitiikan neuvoston ohjelmassa vaaditut tutkimuskohteet eli turve-, hiili- ja ydinvoimalaitosvaihtoehdot.

Ydinvoiman osalta ovat esillä olleet neuvostoliittolainen 1000 MW ja ranskalainen 900 MW laitoskonsepti. Molempien osalta ovat meneillään soveltuvuustutkimukset, joiden avulla selvitetään miten tuollainen yksikkö sopisi verkkoomme ja olosuhteisiimme.

Ratkaisujen aika on aikaisintaan ensi vuoden lopulla ja ne tehdään valtioneuvostossa. Näin ainakin nykyisen lain mukaan

- uusi ydinenergialaki voi valmistuessaan muuttaa asetelmia jos valinta johtaa ydinvoimaan.

Päätöksen ennakoiminen on vielä varhaista, mutta tyytyväisyys voidaan esittää siitä, että vaihtoehdot tutkitaan tarkkaan. Varsin perusteltua on myös se, että soveltuvuustutkimuksissa kiinnitetään korostetusti huomiota kotimaisen osuuden suuruuteen. Onhan Suomessa sekä tietoa että taitoa ja kapasiteettia antaa merkittävä panos niin voimalaitoksen suunnitteluun kuin sen rakentamiseen ja komponenttien toimittamiseenkin. Tämä pätee olipa laitoksen tyyppi mikä tahansa nyt esillä olevista vaihtoehdoista.

Tässä vaiheessa ei ole aiheellista tai edes mahdollista ottaa kantaa rakentajakysymykseen. Laitoksen rakentajaehdokkaista on valtion voimayhtiö vahva, mutta se ei kuitenkaan liene ainoa vaihtoehto.

Kuitenkin on huolehdittava siitä, että kun maallamme nyt lähivuosina on edessään tällainen mittava hanke, niin nyt jos koskaan on voitava vaatia yhteistyöhenkeä ja alttiutta keskittää voimat yhteen isoon tehtävään kerrallaan. Kiristyvässä kansainvälisessä kilpailussa ja hankaloituvassa taloudellisessa tilanteessa meillä ei todellakaan ole varaa itsekkyyteen tai välistävetoihin.

YDINENERGIALAKITOIMIKUNNAN YDINJÄTEHUOLLON KUSTANNUKSIIN VARAUTUMISTA KOSKEVA MIETINTÖ LUOVUTETTU

Kauppa- ja teollisuusministeriö asetti helmikuussa 1978 ydinenergiakomitean laatimaan ehdotusta vuodesta 1957 voimassa olevan atomienergiain kokonaisuudistamiseksi. Toimikunta julkisti ensimmäisen osamietintönsä (komiteamietintö 1980:13) helmikuussa 1980. Tämä osamietintö sisälsi ehdotuksen lupajärjestelmää, ydinjätehuollon perusteita ja ydinenergia-alan viranomaisorganisaatiota koskeviksi säännöksiksi. Nyt elokuussa 1981 julkaistu osamietintö (komiteamietintö 1981:48, 235 s.) sisältää ehdotuksen säännöksiksi, jotka täydentävät edellistä säädösehdotusta ydinjätehuollon kustannuksiin varautumisen ja ydinenergia-alan kaivostoiminnan sääntelyn osalta.

Toimikunnan työn viime vaiheissa sen puheenjohtajana toimi professori Kari Tikka Helsingin yliopistosta, jäsenenä pääjohtaja Pekka Jauho VTT:sta, vanhempi budjettisihteeri Reijo Kosunen valtiovarainministeriöstä, lainsäädäntöneuvos Mikko Kämäräinen oikeusministeriöstä, toimistopäällikkö Ilkka Mäkipentti KTM:stä, apulaisosastopäällikkö Olli Paasivirta sisäasiainministeriöstä, toimistopäällikkö Heikki Raumolin TVO:sta, varatuomari Juhani Santaholma IVO:sta, pääsihteeri Kyösti Suonio ympäristönsuojeluneuvostosta, toimistopäällikkö Matti Vehkalahti sisäasiainministeriöstä ja johtaja Antti Vuorinen STL:stä sekä sihteereinä vanhempi hallitussihteeri Yrjö Sahrakorpi ja erikoistutkija Sirpa Lappi-Seppälä KTM:stä, kauppatieteen lisensiaatti Jarmo Leppiniemi Helsingin kauppakorkeakoulusta ja ylitarkastaja Seppo Väisänen STL:stä.

Nyt julkistettuun jälkimmäiseen osamietintöön liitettiin viisi erivävyä mielipidettä.

Ensimmäistä osamietintöä esiteltiin ATT Ydintekniikka-lehden numerossa 2/80 ja siitä annettu ATT:n lausunto julkaistiin numerossa 3/1980. Toimikunnan työtä tarkasteli myös vanhempi hallitussihteeri Yrjö Sahrakorpi kirjoituksessaan "Ydinenergiakomitean lakiehdotus ja uusi päätöksentekojärjestelmä" lehden numerossa 1/1981.

Koska on ilmeistä, että ATS:lta pyydetään lausuntoa myös nyt julkistetusta mietinnöstä, julkaistaan seuraavassa sen yhteenvedo-osa sekä toimikunnan ehdotukset komiteamietinnössä 1980:13 kirjoitetun lakitekstilunnon täydennyksiksi ja muutoksiksi. Jäsenistön ehdotukset koskien mahdollista ATS:n lausuntoa pyydetään toimittamaan ensi tilassa kirjallisina seuran johtokunnalle.

Täydennetty ja muutettu lakitekstiehdotus on myös kokonaisuudessaan nyt julkistetun mietinnön liitteenä. Sen pituus on 33 sivua ja siihen sisältyy 67 pykälää.

TIIVISTELMÄ

Ydinenergiakomitean toimeksiantona oli laatia ehdotus voimassa olevan atomienergiain ja -asetuksen kokonaisuudistamisesta sekä erillisen jätehuoltolain säätämiseksi. Toimikunta jätti 29.2.1980 ensimmäisen osamietintönsä (1980:13), joka sisältää ehdotuksen ydinenergiailainsäädännön. Ehdotetussa laissa ovat säännökset lain tarkoitukselta ja soveltamisalalta, ydinenergian käytön yleisistä periaatteista, lupajärjestelmästä, ydinjätehuollosta, ydinenergia-alan viranomaisista, valvonnasta, pakkokeinoista ja rangaistuksista sekä erinäisistä muista kysymyksistä. Kyseisessä mietinnössään toimikunta totesi, että sen toinen osamietintö tulee sisältämään säännökset siitä menettelystä, jota noudattaen ydinjätehuollon edellyttämien, vastaisuudessa suoritettavien toimenpiteiden

aihentamiin kustannuksiin varaudutaan, ja että toimikunta tulee harkitsemaan kysymystä ydinenergia-alan kaivostoiminnan sääntelystä.

Toimikunnan II osamietintö sisältää ehdotuksen säännöksiksi taloudellisesta varautumisesta ydinjätehuollon kustannuksiin sekä ehdotuksen ydinenergia-alan kaivostoiminnan sääntelystä. Säännösehdotukset täydentävät ja osittain muuttavat toimikunnan I osamietinnössä esitettyä ehdotusta ydinenergiailainsäädännön osalta. Toimikunta ei ole pitänyt tarkoituksenmukaisena erillisen jätehuoltolain säätämistä, vaan jätehuoltoa ja sen kustannuksiin varautumista koskevat säännökset sisältyvät ehdotettuun ydinenergiailainiin.

Varautuminen ydinjätehuollon kustannuksiin

Lähtökohdat. Toimikunnan lähtökohdaksi on ollut periaate, jonka mukaan sen, jonka toiminnan seurauksena syntyy ydinjätettä, on vastattava kaikista ydinjätteiden huollon vaatimista toimenpiteistä sekä niiden kustannuksista. Koska osa ydinjätehuollon kustannuksista ajoittuu pitkälle tulevaisuuteen ja tällöin myös ydinlaitoksen hyötykäytön jälkeiseen aikaan, on jätteen tuottajan varauduttava ennakolta niiden kustannusten suorittamiseen, jotka aiheutuvat ydinjätehuollon vaatimien myöhempien toimenpiteiden suorittamisesta.

Toimikunta on tarkastellut vaihtoehtoisina varautumistapoina jätteentuottajayrityksen kirjanpidossa tehtävää ydinjätevarausta, tällaista varausta yhdistettynä velvollisuudella asettaa vakuus tai kattaa varaus erityisellä katevarallisuudella, ydinjäteveroa ja ulkoista rahastointia, jolloin jätteen tuottajilta perityistä maksuista muodostetaan näiden varallisuuspiiristä erillinen rahasto.

Arvioidessaan eri varautumistapojen soveltuvuutta lainsäädännön pohjaksi toimikunta on kiinnittänyt huomiota useisiin eri näkökohtiin. Järjestelmän on annettava varmuus siitä, että varautumisen katteena olevat varat ovat jätteen toteutuessa varmuudella olemassa ja saatavissa käyttöön tarpeen edellyttämässä ajassa. Varautumisjärjestelmän tulee kohdistaa ydinenergian tuottamiseen täysimääräinen ja oikea-aikainen kustannusrasitus. Tärkeää olisi myös järjestelmän selkeys ja yksinkertaisuus sekä jätteen tuottajien että viranomaisorganisaation kannalta. Järjestelmän tulisi lisäksi olla sen perusajatuksen mukainen, että huolehtimisvastuu ydinjätteistä säilyy täydessä laajuudessaan jätteentuottajilla.

Toimikunta on päätenyt siihen, että varautuminen tulisi toteuttaa ulkoisena rahastointina. Ehdotetussa järjestelmässä jätteentuottajilta perittäisiin ydinjättemaksu valtiolle ja maksuvaroista tuottoineen muodostettaisiin erillinen rahasto. Toimikunnan mielestä ei ole tarpeellista muodostaa erillisorganisaatiota rahastoa varten.

Ydinjättemaksu. Valtion ydinjäterahasto. Jätteentuottajan olisi ydinjätehuollon vaatimien myöhemmin tehtävien toimenpiteiden kustannuksiin varautumiseksi suoritettava valtiolle ydinjättemaksu (34.1 §). Maksut tuloutettaisiin valtion tulo- ja menoarvion ulkopuolella olevaan valtion rahastoon, joka olisi kauppa- ja teollisuusministeriön hoidossa (34.3 §).

Ydinjäterahastossa olevien varojen tulisi kunkin kalenterivuoden lopussa ja ydinlaitoksen hyötykäytön päättyessä vastata kulloinkin vahvistettua suorittamatta olevien ydinjätehuoltotoimenpiteiden kustannusten arvioitua määrää. Vuosittain syntyvästä jättemäärästä riippumattomat kustannukset (kiinteät kustannukset) voitaisiin maksuttavaksi määrätä laskettaessa kuitenkin jakottaa useammalle laitoksen hyötykäyttövuodelle (34.4 §).

Ydinjättemaksun määrääminen. Ydinjättemaksun määräksi kauppa- ja teollisuusministeriö hankittuaan asiasta säteilyturvallisuuslaitoksen lausunnon. Ydinjättemaksu määrättäisiin yleensä kerran vuodessa ennakolta seuraavaksi kalenterivuodeksi. Tarvittaessa maksu voitaisiin määrätä useammin (35.1 §).

Ydinjättemaksun määräämistä varten olisi luvanhaltijan annettava kauppa- ja teollisuusministeriölle sekä säteilyturvallisuuslaitokselle vuosittain ja vaadittaessa muulloinkin selvitys ydinjätehuoltotarpeestaan, suunnitelluista ydinjätehuoltotoimenpiteistä sekä arviointiajan hintatasoon perustuva kustannusarvio kaikista vastaisista ydinjätehuoltomenoista (35.2 §).

Valtioneuvosto antaisi tarkemmat määräykset ydinjättemaksun perusteista ja suorittamisesta (35.3 §).

Ydinjäterahaston varojen sijoittaminen. Ydinjäterahastoon kerätyt varat pidettäisiin talletettuina Suomen Pankissa. Suomen Pankin tulisi maksaa talletuksille korkoa, joka lisättäisiin ydinjäterahaston varoihin. Lakiin esitetään säännöstä, jonka mukaan talletuksille maksettavan koron vähimmäismäärä olisi 1,5 prosenttia kulloinkin sitä korkoa alempi, jonka Suomen Pankki kulloinkin peruskorkona veloitaa rahalaitosten keskuspankkiluoosta (36.2 §).

Ydinjäterahaston varojen käyttäminen. Talletettuja varoja käytettäisiin ainoastaan niiden ydinjätehuoltotoimenpiteiden kustannusten korvaamiseen ja maksamiseen, joita varojen ydinjättemaksua on suoritettava.

Kauppa- ja teollisuusministeriö päättäisi hankittuaan tarvittaessa asiasta säteilyturvallisuuslaitoksen lausunnon varojen käyttämisestä sen jälkeen, kun se on voinut todeta varautumisen piiriin kuuluvan ydinjätehuollon toimenpiteen tulleen suoritetuksi (37.1 §).

Kaikkien ydinjätehuoltotoimenpiteiden tultua suoritetuksi, olisi tällöin vielä mahdollisesti rahastossa olevat ylimääräiset varat palautettava ydinjättemaksuja suoritaneelle. Milloin maksujen suorittajaa ei tällöin enää ole, olisi ylijäämä tuloutettava valtiolle (37.3 §). Valtioneuvosto antaisi tarkemmat määräykset rahaston varojen käyttämisestä (37.4 §).

Turvaamisjärjestelyt kattamattomien kiinteiden kustannusten osalta. Sen turvaamiseksi, että tarvittaessa on käytettävissä varat myös niiden kiinteiden kustannusten suorittamiseen, joita luvanhaltijan jo suorittamat ydinjättemaksut eivät kata, olisi luvanhaltijan annettava valtiolle tällaisten kattamattomien kustannusten määräinen turvaava vakuus. Vakuuden hyväksyisi kauppa- ja teollisuusministeriö. Valtioneuvosto antaisi tarkemmat perusteet vaadittavien vakuuksien riittävydestä ja hyväksyttävyydestä (38 §).

Varautuminen onnettomuustilanteisiin. Onnettomuustilanteiden tai muiden näihin rinnastettavien tilanteiden aiheuttamat poikkeukselliset ydinjättekustannukset eivät olisi edellä esitetyn varautumisjärjestelmän piirissä. Luvanhaltija olisi kuitenkin velvollinen valtioneuvoston hyväksymällä, riittäväksi katsottavalla tavalla varautumaan myös sellaisiin kustannuksiin, joita ydinlaitoksessa sattuva onnettomuus tai muu seuraukseltaan siihen verrattava tapahtuma saattaa aiheuttaa (39 §).

Varautumisvelvollisuudesta vapauttaminen. Jos tarve varautua ydinjätehuollon menoihin on vähäinen voisi kauppa- ja teollisuusministeriö hakemuksesta vapauttaa luvanhaltijan varautumisvelvollisuudesta (40 §).

Ydinenergia-alan kaivostoiminnan sääntely

Lähtökohdat. Uraanikaivostoiminnasta ei Suomessa ole nykyisin voimassa erityislainsäädäntöä. Uraanikaivostoimintaan liittyy kuitenkin joukko muusta kaivostoiminnasta poikkeavia piirteitä. Koska uraania tuotetaan pääasiassa käytettäväksi ydinvoimalaitosten polttoaineen valmistuksessa, olisi toimikunnan mielestä uraanikaivostoiminnasta päätettäessä otettava huomioon laajemmin ydinenergian käyttöön liittyvät yhteiskuntapoliittiset näkökohdat. Myös työ- ja ympäristönsuojelun osalta uraanikaivostoimintaan liittyy erityispiirteitä. Erityissääntelyllä olisi toimikunnan mielestä varmistettava, että uraanikaivostoiminnan sallittavuutta harkitaan yhteiskunnan kokonaisedun kannalta. Toimikunta ehdottaa erityissääntelyn toteuttamista osana uutta ydinenergiälainsäädäntöä.

Ydinenergia-alan kaivos- ja rikastustoiminnan luvanvaraisuus. Toimikunnan ehdotuksen mukaan ydinenergiälakia sovellettaisiin kaivos- ja rikastustoimintaan, jonka tarkoituksena on uraanin tai toriumin tuottaminen (2.1 § 2 kohta). Tällainen toiminta olisi näin ollen luvanvaraista. Ydinenergiälain mukaan luvan myöntämisestä päätettäisiin lupaviranomaisen vapaan harkinnan pohjalta ottaen huomioon yhteiskunnan kokonaisuus sekä muut ydinenergian käytössä noudatettavat yleiset periaatteet.

Lupamenettely. Luvan kaivos- ja rikastustoimintaan, jonka tarkoituksena on uraanin tai toriumin tuottaminen, myöntäisi valtioneuvosto (15 §). Luvanhakijan olisi ennen lupapäätöksen tekemistä julkistettava kauppa- ja teollisuusministeriön tarkastama yleispiirteinen selvitys hankkeesta, kaivoksen tai rikastuslaitoksen arvioiduista ympäristövaikutuksista ja turvallisuudesta siten, että selvitystä on yleisesti saatavilla. Kauppa- ja teollisuusministeriön olisi varattava kaivoksen tai rikastuslaitoksen lähiympäristön asukkailla ja kunnille sekä paikallisille viranomaisille mahdollisuus ennen lupapäätöksen tekemistä esittää kirjallisesti mielipiteensä hakemuksesta. Ministeriön olisi lisäksi kaivoksen tai rikastuslaitoksen suunnitellulla sijaintipaikkakunnalla järjestettävä julkinen tilaisuus, jossa asiasta voidaan esittää suullisesti tai kirjallisesti mielipiteitä (13 §).

Jätehuolto. Uraanin tai toriumin tuottamiseen liittyvästä kaivos- ja rikastustoiminnasta aiheutuva radioaktiivinen jäte olisi toimikunnan mielestä rinnastettava muun ydinenergian käytön yhteydessä aiheutuvaan ydinjätteeseen. Ydinenergiälakiehdotuksen jätehuoltosäännöksiä olisi sovellettava myös mainittuihin kaivosjätteisiin.

Valvonta. Uraanin ja toriumin tuottamiseen tarkoitetun kaivos- ja rikastustoiminnan turvallisuuden valvontaviranomaisena olisi säteilyturvallisuuslaitos ydinenergia-alan ylimmän johdon sekä ydinenergiälain soveltamisen valvonnan kuulueessa tätäkin osin kauppa- ja teollisuusministeriölle (41 - 42 §). Ehdotetun ydinenergiälain valvontasäännökset koskisivat myös uraanin ja toriumin tuottamiseen tarkoitettua kaivos- ja rikastustoimintaa.

Toimikunnan ehdotus ydinenergiälakiehdotusta (Komiteamietintö 1980:13) täydentäviksi ja muuttaviksi säännöksiksi

Suluissa oleva numero tarkoittaa pykälän entistä numeroa silloin, kun vastaava säännös on sisältynyt aikaisempaan ehdotukseen.

2 §

Lain soveltamisala

Tätä lakia sovelletaan:

2. kaivos- ja rikastustoimintaan, jonka tarkoituksena on uraanin tai toriumin tuottaminen;
3. ydinaineiden ja ydinjätteiden hallussapitoon, valmistukseen, tuottamiseen, luovutukseen, käsittelyyn, käyttämiseen, varastointiin, kuljetukseen, vientiin ja tuontiin sekä uraania ja toriumia sisältävien malmien ja rikasteiden vientiin ja tuontiin;
4. ydinkäyttöisen kulkuvälineen käyttöön ja hallussapitoon Suomen alueella;
5. jäljempänä 2 momentissa tarkoitettujen aineiden, laitteiden ja laitteistojen sekä ydinenergia-alan tietoa-aineiston hallussapitoon, luovutukseen, tuontiin ja vientiin; sekä
6. sellaiseen ydinenergian käyttöä koskevan sopimuksen tekemiseen ulkomaalaisen tai ulkomaisen yhteisön kanssa, joka toteutetaan muualla kuin Suomessa ja jolla on merkitystä ydinaseiden leviämisen kannalta tai johon kohdistuu Suomen tekemien kansainvälisten ydinenergia-alan sopimusten velvoitteita.

3 § (4)

Määritelmät

läässä laissa tarkoitetaan:

3. ydinjätteellä sellaisia ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena syntyneitä radioaktiivisia aineita ja radioaktiivisiksi tulleita laitteita ja rakenteita, ydinlaitos mukaan luettuna, jotka on poistettu käytöstä;
5. ydinlaitoksella ydinenergian aikaansaamiseen käytettäviä laitteita, tutkimusreaktorit mukaan luettuna, sekä ydinaineen ja ydinjätteen laajamittaiseen valmistamiseen, tuottamiseen, käyttämiseen, käsittelyyn tai varastointiin käytettäviä laitteita, ei kuitenkaan uraanin tai toriumin tuottamiseen tarkoitettuja kaivoksia tai rikastuslaitoksia;

13 § (14)

Yleinen kuuleminen

Mitä edellä 1 ja 2 momentissa on säädetty yleisestä kuulemisesta on sovellettava vastaavasti ennen lupapäätöksen tekemistä kaivos- ja rikastustoiminnasta, jonka tarkoituksena on uraanin tai toriumin tuottaminen.

15 § (16)

Lupaviranomaiset

Luvan ydinlaitoksen rakentamiseen, hallussapitoon ja käyttämiseen sekä kaivos- ja rikastustoimintaan, jonka tarkoituksena on uraanin tai toriumin tuottaminen, myöntää valtioneuvosto.

Luvan myöntäminen, 1 momentissa tarkoitettuja lupia lukuun ottamatta, voidaan asetuksella siirtää säteilyturvallisuuslaitokselle.

6. luku: Ydinjätehuolto

28 § (29)

Huolehtimisvelvollisuus ydinjätteistä

Luvanhaltijan, jonka toiminnan seurauksena syntyy ydinjätettä, on ilmoitettava säteilyturvallisuuslaitokselle ydinjätehuoltoa koskevista suunnitelmistaan, toteuttamisaikatauluistaan, selvityksistään sekä toimenpiteistään niiden tarkempien ohjeiden mukaan, jotka säteilyturvallisuuslaitos antaa.

29 § (30)

Laitoksen käytöstä poistaminen

Luvanhaltijan on riittävän ajoissa ennen ydinlaitoksen tai uraanin tahi toriumin tuottamiseen tarkoitettun kaivoksen taikka rikastuslaitoksen käytöstä poistamista esitettävä valvontaviranomaiselle yksityiskohtainen suunnitelma laitoksen käytöstä poistamiseen liittyvistä ydinjätehuoltoon kuuluvista toimenpiteistä. Käytöstä poistamiseen ei saa ryhtyä ennen kuin valvontaviranomainen on hyväksynyt suunnitelman.

30 § (32)

Huolehtimisvelvollisuuden siirtäminen

Kun ydinlaitos, ydinjäte tai uraanin tahi toriumin tuottamiseen tarkoitettu kaivos tai rikastuslaitos luovutetaan toiselle, lupaviranomainen voi kokonaan tai osittain siirtää luovuttajan huolehtimisvelvollisuuden luovutuksensaajalle, jos velvollisuuden siirtäminen ei vaaranna ydinjätehuollon toteutumista.

7. luku: Varautuminen ydinjätehuollon kustannuksiin

34 §

Ydinjätemaksu

Luvanhaltijan, joka on 28 §:n mukaan velvollinen huolehtimaan ydinjätteistä, on ydinjätehuollon vaatimien vähemmän tehtävien toimenpiteiden kustannuksiin varautumiseksi suoritettava valtiolle ydinjätemaksu.

Edellisessä momentissa tarkoitettuina kustannuksina pidetään myös niitä kustannuksia, joita valvontaviranomaiselle aiheutuu valvontatoimenpiteistä ja niiden edellyttämästä tutkimustoiminnasta sekä näihin valmistautumisesta.

Ydinjätemaksut tuloutetaan valtion tulo- ja menoarvion ulkopuolella olevaan valtion ydinjäterahastoon, joka on kauppa- ja teollisuusministeriön hoidossa.

Ydinjäterahastossa olevien varojen tulee kunkin kalenterivuoden lopussa ja ydinlaitoksen hyötykäytön päättyessä vastata kulloinkin vahvistettua suorittamatta olevien ydinjätehuoltotoimenpiteiden kustannusten arvioitua määrää. Vuosittain syntyvästä jättemäärästä riippumattomat kustannukset (kiinteät kustannukset) voidaan maksettavaa määrää laskettaessa kuitenkin jaksottaa useammalle laitoksen hyötykäyttövuodelle.

35 §

Ydinjätemaksun määrääminen

Kauppa- ja teollisuusministeriö määrää vuosittain kullekin luvanhaltijalle ydinjätemaksun ennakkolta seuraavaksi kalenterivuodeksi hankittuaan asiasta säteilyturvallisuuslaitoksen lausunnon. Tarvittaessa voidaan ydinjätemaksu määrätä useamminkin.

Ydinjätemaksun määräämistä varten luvanhaltijan on kauppa- ja teollisuusministeriölle ja säteilyturvallisuuslaitokselle annettava vuosittain ja vaadittaessa muulloinkin selvitys ydinjätehuoltotarpeestaan, suunnitelluista ydinjätehuoltotoimenpiteistä sekä arviointiajan hintatasoon perustuva kustannusarvio kaikista vastaisista ydinjätehuoltomenoista. Kustannusarvion esittämisen yhteydessä luvanhaltijan on esitettävä selvitys myös teke- mistään jätehuollon järjestämistä koskevista sopimuk- sista tai muista järjestelyistään. Kustannusarviossa on erikseen mainittava kiinteät kustannukset sekä vuosit- tain syntyvän jätteen määrästä riippuvat kustannukset (muuttuvat kustannukset).

Valtioneuvosto antaa tarkemmat määräykset ydinjätemak- sun perusteista ja suorittamisesta.

36 §

Ydinjäterahaston varat

Ydinjäterahaston varat pidetään talletettuina Suomen Pankissa. Suomen Pankki maksaa talletetuille varoille korkoa, jonka vähimmäismäärä on 1 1/2 prosenttiyksik- köä Suomen Pankin rahalaitosten keskuspankkiluotosta kulloinkin peruskorkona veloitettavaa korkoa alempi. Korot ovat ydinjäterahaston varoja.

Valtioneuvosto voi erityisestä syystä myöntää turvaavaa vakuutta vastaan lykkäystä maksun suorittamiselle enin- tään 5 vuoden ajaksi. Lykkäysajalta on perittävä vä- hintään se korko, minkä Suomen Pankki olisi pääomalle maksanut.

37 §

Ydinjäterahaston varojen käyttäminen

Kauppa- ja teollisuusministeriö päättää hankittuaan asiasta tarvittaessa säteilyturvallisuuslaitoksen lau- sunnon ydinjäterahaston varojen käyttämisestä niiden ydinjätehuoltotoimenpiteiden kustannusten korvaamiseen ja maksamiseen, joita varten ydinjätemaksua on suoi- tettava.

Ydinjätöhuoltotoimenpiteiden rahoittamiseksi kauppa- ja teollisuusministeriö voi myöntää ydinjätörahaston varoista luvanhaltijalle lainan. Erityisestä syystä valtioneuvosto voi myöntää lainan turvaavaa vakuutta vaatimatta.

Siinä tapauksessa, että ydinjätteiden tultua lopulliseksi hyväksyttävällä tavalla siirretyksi Suomen oikeudenkäyttövallan ulkopuolelle tai ydinjätteiden loppusijoituksen tultua suoritetuksi 32 §:n mukaisesti, havaitaan, että ydinjättemaksuna suoritettujen varojen määrä on suurempi kuin silloin vielä suorittamatta olevien ydinjätöhuoltotoimenpiteiden kustannusten määrä, tuloutetaan ylijäämä ydinjättemaksun suorittajalle, tai milloin tätä ei enää ole, valtiolle.

Valtioneuvosto antaa tarkemmat määräykset ydinjätörahaston varojen käyttämisestä.

38 §

Turvaamisjärjestelyt

Sen turvaamiseksi, että tarvittaessa on käytettävissä varat myös niiden kiinteiden kustannusten suorittamiseen, joita luvanhaltijan suorittamat ydinjättemaksut eivät kata, on luvanhaltijan annettava valtiolle tällaisten kattamattomien kustannusten määräinen suomalaisen pankin tai vakuutusyhtiön omavelkainen takaus tai muu luotettavuudeltaan niihin rinnastettava vakuus.

Vakuuden hyväksyy kauppa- ja teollisuusministeriö vaidittavien vakuuksien riittävydestä ja hyväksyttävyydestä annettujen tarkempien perusteiden mukaisesti, jotka valtioneuvosto määrää.

39 §

Varautuminen onnettomuustilanteisiin

Luvanhaltija on velvollinen valtioneuvoston hyväksymällä, riittäväksi katsottavalla tavalla varautumaan myös sellaisiin ydinjätöhuollon kustannuksiin, joita ydinlaitoksessa sattuva onnettomuus tai muu seurauksiltaan siihen verrattava tapahtuma saattaa aiheuttaa.

40 §

Varautumisvelvollisuudesta vapauttaminen

Jos tarve varautua ydinjätöhuoltomenoihin on vähäinen, kauppa- ja teollisuusministeriö voi hakemuksesta vapauttaa luvanhaltijan tässä luvussa säädetyistä velvoitteista.

10. luku: Valvonta

50 § (45)

Viranomaisten oikeudet

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

6. oikeus päästä uraanin tai toriumin tuottamiseen tarkoitettuun kaivokseen tai rikastuslaitokseen sekä suorittaa näissä paikoissa tarkastuksia;

7. oikeus tarkastaa ja tarkkailla edellä tämän momentin 1, 2 ja 3 kohdissa tarkoitettujen aineiden, laitteiden, laitteistojen ja laitosten sekä tietoa-ineiston siirtoja, kuljetuksia, tuontia ja vientiä sekä tarvittaessa suorittaa mittauksia ja saada tai ottaa näytteitä;

8. oikeus velvoittaa tämän lain mukaisten lupien haltijat pitämään vahvistettujen kaavojen mukaista materiaalikirjanpitoa ja käyttökirjanpitoa sekä tarkastaa nämä kirjanpidot;

9. oikeus velvoittaa tämän lain mukaisten lupien haltijat antamaan vahvistettujen kaavojen mukaiset raportit samoin kuin muut tarvittavat tiedot ja ilmoitukset; sekä

10. oikeus ryhtyä tai velvoittaa tämän lain mukaisten lupien haltijat ryhtymään muihin tässä pykälässä tarkoitun valvonnan kannalta tarpeellisiin toimenpiteisiin.

LOVIISAN KÄYTTÖ 1.1.-31.8.1981

Loviisan yksiköiden käyttöhistoria v. 1981 on esitetty kuvissa.

LOVIISA 1

Tammikuu ja helmikuu olivat erinomaisen rauhalliset.

Maaliskuu 23.3. kasvoi reaktorirakennuksessa oleva pieni vuoto, jota viikonlopun aikana korjattiin lyhyessä kuumaseisokissa (kuvassa A-merkinnällä). Vesivoimatuotannollisista syistä alasajo oli lähes ilmainen.

Huhtikuu 11.4. korjattiin turpiinin akselin jatkeena oleva öljypumpun katkennut akseli (B). 18.4. oli viikonloppusäätö (C).

Toukokuu oli edelleen hyvä kuukausi. Suoritettiin viikonloppusäätö (D) sekä endoskoopitarkastusyhteen laipan vuodon korjaus (E) yhdistettynä viikonloppusäätöön.

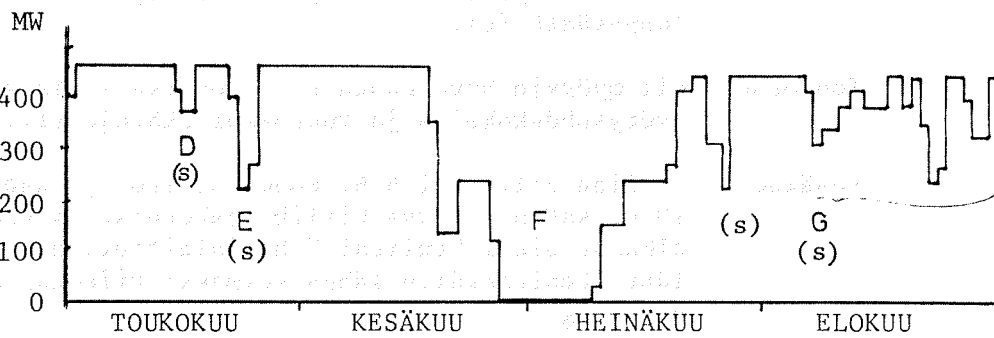
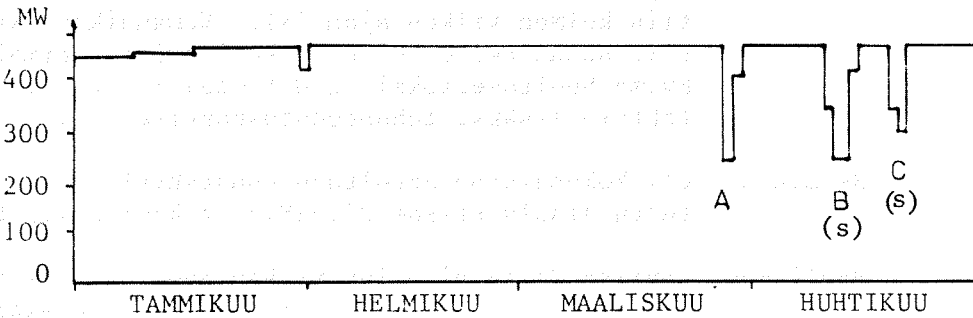
Kesäkuu oli poikkeuksellisesti vaikea kuukausi. Voimatilanne loi huomattavasti säätötarpeita, jotka tosin yhdistyivät korjaus- ja huoltotapahtumiin varsin hyvin. 22.6. alkoi TG1:n roottorin käämi- ja maasulun korjaus vesivoimatilanteen sallimissa turpiinin poissaolon. 28.6. alkoi kylmäseisokki (F).

Puolivuotiskauden 1.1.-30.6.1981 käytettävyys oli Loviisa 1:llä 98,1 % ja käyttökerroin oli 93,1 %.

Heinäkuu Verkkotilanteeseen liittyen suoritettiin kesäseisokki loppuun. Seisokissa tehtiin suuri määrä (500) normaalisti polttoaineenvaihtoseisokkiin tulevia töitä.

Elokuu Loviisa 1 oli koko kuukauden käytettävissä. Kuukauden aikana suoritettiin myös runsaasti säätöjä (G).

LOVIISA 1 1981



- A Höyrystintilan vuodon korjaus
- B TGI:n pikasulku ja viikonloppusäätö
- C,D Viikonloppusäätö
- E TGI:n korjaus ja viikonloppusäätö
- F Suunniteltu kylmä seisokki
- G Verkon säätöjä

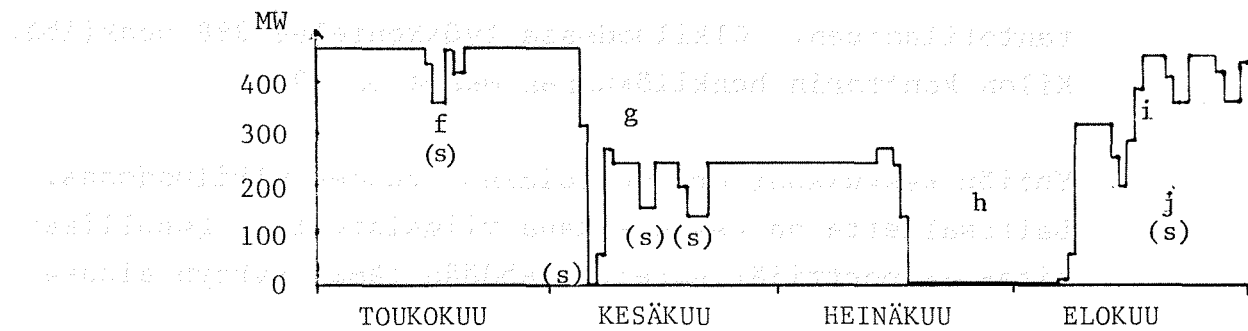
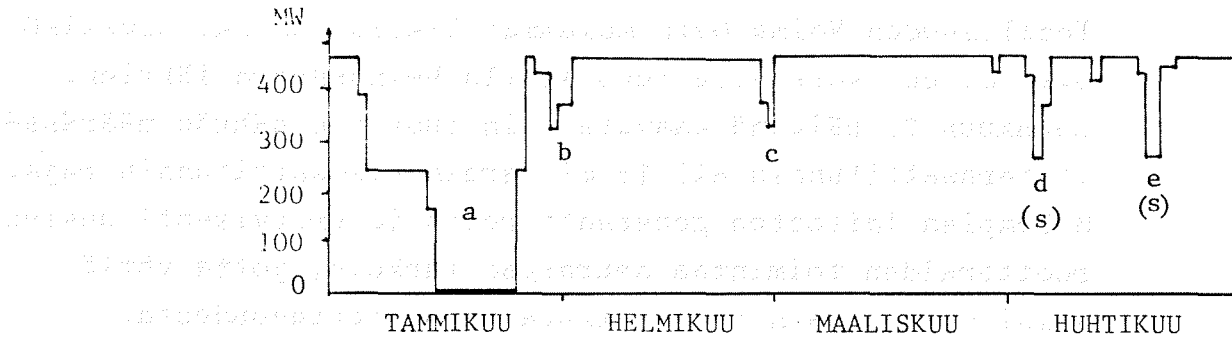
LOVIISA 2

- Tammikuu Loviisa 2:lla jatkui koekäyttö 100 %:n teholla. 5.1. tapahtui turpiini n:o 3:n roottorimaasulku, jota korjattiin kolmen viikon ajan (a). Samanaikaisesti suoritettiin suunniteltu Lo2:n laakerirevision nimellä kulkenut kylmä huoltoseisokki (250 työtä) 15.-26.1. Kuun lopussa tehtiin lisäksi tehonpudotuskokeita (b).
- Helmikuu oli kokonaistuotannoltaan ennätyksellinen. Vain suunniteltu alaslyöntikoe 27.-28.2. rikkoi kuvaa Lo2:lla (c).
- Maaliskuu Loviisa 2:lla ei ollut mitään huomionarvoista. Kokonaistuotanto oli taas koko laitokselle ennätyksellinen.
- Huhtikuu Loviisa 2:lla oli 4.4. (d) vedenerottimen-välitulistimen vuodon korjaus, joka sopi viikonloppusäätöön, sekä viikonloppusäätö (e).
- Toukokuu oli myöskin hyvä kuukausi. Loviisa 2:lla suoritettiin hyötysuhdekokeita ja vuorokausisäätöjä (f).
- Kesäkuu Loviisa 2:lla oli 6.6. kuuma huolto- ja säätöseisokki. 10.6. sattui vakava hiiliharjakoneistovaurio ja siitä alkanut pieni "tulipalo" harjalaitteissa. Roottori lähti Leningradiin lähes kolmeksi viikoksi korjattavaksi (g).
- Puolivuotiskauden 1.1.-30.6. käytettävyyks oli Loviisa 2:lla 92,6 % ja käyttökerroin 80,8 %.
- Heinäkuu Kesäseisokki, jossa tehtiin 700 työtä, alkoi 17.7. (h).
- Elokuu Loviisa 2 käynnistettiin seisokin jälkeen ajallaan 7.8. 17.8. jouduttiin vähentämään tehoa rajun syysmyrskyn työnnettyä runsaasti levää meriveden puhdistusjärjestelmän suodattimiin (i). Kuukauden aikana suoritettiin myös muutama säätö (j).
- Elokuussa tapahtui ensimmäinen käytetyn polttoaineen kuljetus, mikä sujui varsin hyvin raskaan valmistelutyön ja organisaation turvin.

Anders Palmgren

LOVIISA II 1981

AB/ÜÖ



- a TG3:n pikasulku ja suunniteltu kylmä seisokki
- b Tehonpudotuskoe
- c Tehonpudotuskoe ja välitulistimen vuodon korjaus
- d Välitulistimen vuodon korjaus
- e Viikonloppusäätö
- f Hyötysuhdekokeita ja vuorokausisäätö
- g Kuuma seisokki ja TG3:n hiiliharjakoneiston palo
- h Suunniteltu kylmä seisokki
- i Levää meriveden puhdistuskanavan suodattimissa
- j Verkon säätöjä

14 TWh TÄYTTYI OLKILUODOSSA

Teollisuuden Voima Oy:n molemmat Olkiluodon laitoseskiköt ovat olleet korkealla tehotasolla heinäkuusta lähtien. Lokakuun 2. päivänä saavutettiin tuotetun sähkön määrässä 14 terawattitunnin eli 13 miljardin kilowattitunnin raja. Molempien laitosten generaattoreita ja erityisesti uusien roottoreiden toimintaa seurataan tarkoin, jotta yhtiö voisi varmistua niiden jatkuvasta luotettavuudesta.

Yhtiön henkilökunnan määrä on saavuttanut normaalin tuotantotilanteen. Olkiluodossa työskentelee 388 henkilöä. Kilon konttorin henkilökunnan määrä on 73.

Yhtiön keskuskonttori on toiminut vuoden Olkiluodossa. Laitosaluetta on kesän aikana viimeistelty. Lopulliset aita- ja porttijärjestelyt tehdään tämän syksyn aikana.

TILANNE LAITOKSILLA

TVO I

Syyskuun loppuun mennessä tämän vuoden tuotanto on 3364522,8 MWh. Käyttökertoimeksi muodostuu 78,6 prosenttia. Neljän viikon pituinen vuosihuolto- ja polttoaineenvaihtoseisokki tehtiin 8.5. - 9.6.81 suunnitellun aikataulun mukaisesti.

Tällöin todettiin laitoksen olevan hyvässä kunnossa, eikä erikoistoimenpiteitä tarvittu. Vuosihuollon aikana tehtiin erillisiä toimenpiteitä noin 2500 ja ulkopuolisen työvoiman huippu oli 480 henkilöä.

Polttoainetta vaihdettiin siten, että reaktorista poistettiin n. 240 nippua. Tilalle ladattiin 100 uutta ja loppuosa viime vuonna reaktorista poistettuja nippuja.

Seisokin aikana työskennelleiden saama yhteinen säteilyannos oli 43 manremiä, joka kansainvälisesti katsoen on erittäin alhainen.

Vuosihuollon jälkeen on laitos tuottanut sähköä käytännöllisesti katsoen koko ajan. Heinäkuussa tehoa laskettiin jonkin verran valtakunnan alhaisen sähkönkulutuksen vuoksi. Heinäkuun käyttökertoimeksi muodostui 82,3 %, elokuun 88,7 % ja syyskuun 97,1 %.

Asea-Atomin toimittama uusi roottori saapui 28.9. Olkiuutoon. Se vaihdetaan TVO I-laitoksen generaattoriin lokakuun aikana. Samassa yhteydessä tehdään tarpeellisiksi katsotut muutostyöt magnetointikoneelle sekä joitakin pienehköjä korjaus- ja huoltotöitä. Kaikkiaan nämä vievät aikaa parisen viikkoa.

TVO II

Laitoksen tuotanto on koko kuluvan vuoden kärsinyt generaattorin roottorin ympärille kerääntyneistä vaikeuksista. Huhtikuussa laitos tuotti sähköä yli 90 prosentin käyttökertoimella. Toukokuun loppupuolella todettiin roottorissa niin suuria säröjä, että tuotanto päätettiin keskeyttää. Asea-Atom toimitti uuden roottorin heinäkuussa ja 20.7. laitos aloitti jälleen sähköntuotannon. Siitä lähtien se on ollut lähes täydellä teholla ja elokuun käyttökertoimeksi muodostui 90,3 %. Syyskuun alkupuolella

roottori tarkastettiin ja todettiin hyväkuntoiseksi.

Syyskuun käyttökertoimeksi muodostui 79,2 %. Vuoden alusta lähtien laitos on tuottanut 2070300,0 MWh, mikä merkitsee 48,4 %:n käyttökerrointa.

MAASTOTUTKIMUKSET

Olkiluodon Ulkopään niemellä on kuluneen kesän aikana jatkettu maaperätutkimuksia. Tutkimusten tavoitteena on selvittää alueen soveltuvuus keski- ja matala-aktiivisten voimalaitosjätteiden loppusijoitukseen. Tutkimukset eivät koske käytetyn polttoaineen loppusijoitusta. Tutkimukset aloitettiin vuonna 1980. Viimeisiä ns. vesimenekikokeita on tehty alkusyksystä lähtien, minkä jälkeen kenttätutkimukset pääosiltaan on suoritettu. Mahdollisten myöhemmin suoritettavien lisätutkimusten tarve selviää tulosten analysoinnin yhteydessä. Tutkimusohjelma tähtää vuoden 1982 puoliväliin mennessä tehtävään sijoituspaikka-
raporttiin.

OLKILUODON ROOTTORITILANNE

Kulunut vuosi on ollut vilkasta roottoriaikaa Olkiluodossa. TVO II:lla on tuotettu sähköä kolmella eri roottorilla (roottori 1, roottori 3 ja roottori 4). TVO I puolestaan on käynyt alkuvuoden roottorilla 2. Lokakuun alussa tämä tullaan vaihtamaan roottoriin 5.

Mistä roottoripeli on saanut syynsä ja mitä näillä kaikilla roottoreilla on tehty ja tehdään? Roottorin 1 kohonnut tärinätaaso TVO II:lla 31.1. pakotti laitoksen alasajoon, jonka jälkeen roottori 1 todettiin sähköntuotantoon kelpaamattomaksi. Laitos tahdistettiin uudelleen maaliskuun puolivälissä hätävaraksi Olkiluotoon jätetyllä roottorilla 3.

Roottorin 3 käämiuran väliset hampaat ultraäänitarkastettiin noin kuukauden välein. Kahden ensimmäisen tarkastuksen jälkeen päätettiin jatkaa ajoa. Kolmas tarkastus toukokuun puolivälin jälkeen osoitti vikojen kasvaneen siinä määrin, ettei roottorin jatkokäyttöä voitu suositella. TVO II-laitoksen käynnistys jäi odottamaan roottorin 4 valmistumista. Laitos tahdistettiin uudelleen 21.7. Roottorit 1 ja 3 ovat nyt Asealla Västeråsissa, jossa on käynnissä vikaantumisen laajuuden ja syiden perusteellinen selvittely.

Roottorit 4 ja 5 poikkeavat konstruktioltaan roottoreista 1 - 3. Suunnittelussa ja valmistuksessa on pyritty huomioimaan aikaisemmissa tyypeissä todetut viat ja puutteet. Roottori 4 tarkastettiin noin 1500 käyttötunnin jälkeen eikä tarkastuksessa löydetty vikoja. Tähän päivään mennessä se on ollut tuotantokäytössä kolmisen kuukautta. Seu-

raava suunniteltu roottorin 4 tarkastus on ensi vuoden polttoaineenvaihtoseisokissa. Tuleva käyttövuosi kokeuksineen tullee antamaan vastauksen kysymykseen, onko Asea onnistunut poistamaan uusista roottoreista todelliset vikaantumisten syyt.

Roottorivaikeuksien vuoksi on TVO ollut pakotettu tilaamaan BBC:ltä kaksi uutta generaattoria. Näistä ensimmäinen toimitetaan toukokuun lopussa 1982 ja toinen 4 kk myöhemmin. Riittävät käyttökokemukset Asean uusista roottoreista ovat näin ollen todella tarpeen tehtäessä päätöstä BBC-generaattoreiden asentamisajankohdasta.

AKKAAKININPILISA

1983-1984 vuodelle suunnitellun koulutuksen ja tutkimuksen kokonaisarvio. Tässä arvio on laadittu koulutuksen ja tutkimuksen osastoissa toimivien yksiköiden ja yksilöiden yhteistyönä. Arvio on laadittu yhteistyössä koulutuksen ja tutkimuksen osaston johtajan ja yksiköiden johtajien kanssa. Arvio on laadittu yhteistyössä koulutuksen ja tutkimuksen osaston johtajan ja yksiköiden johtajien kanssa.

1983-1984

Yksikkö	Henkilöstö	Yhteensä	Yksikkö	Henkilöstö	Yhteensä
Koulutuskeskus	1000	1000	Koulutuskeskus	1000	1000
Tutkimuskeskus	2000	2000	Tutkimuskeskus	2000	2000
Yhteensä	3000	3000	Yhteensä	3000	3000
1983-1984	3000	3000	1983-1984	3000	3000
1984-1985	3000	3000	1984-1985	3000	3000
1985-1986	3000	3000	1985-1986	3000	3000
1986-1987	3000	3000	1986-1987	3000	3000
1987-1988	3000	3000	1987-1988	3000	3000
1988-1989	3000	3000	1988-1989	3000	3000
1989-1990	3000	3000	1989-1990	3000	3000
1990-1991	3000	3000	1990-1991	3000	3000
1991-1992	3000	3000	1991-1992	3000	3000
1992-1993	3000	3000	1992-1993	3000	3000
1993-1994	3000	3000	1993-1994	3000	3000
1994-1995	3000	3000	1994-1995	3000	3000
1995-1996	3000	3000	1995-1996	3000	3000
1996-1997	3000	3000	1996-1997	3000	3000
1997-1998	3000	3000	1997-1998	3000	3000
1998-1999	3000	3000	1998-1999	3000	3000
1999-2000	3000	3000	1999-2000	3000	3000
2000-2001	3000	3000	2000-2001	3000	3000
2001-2002	3000	3000	2001-2002	3000	3000
2002-2003	3000	3000	2002-2003	3000	3000
2003-2004	3000	3000	2003-2004	3000	3000
2004-2005	3000	3000	2004-2005	3000	3000
2005-2006	3000	3000	2005-2006	3000	3000
2006-2007	3000	3000	2006-2007	3000	3000
2007-2008	3000	3000	2007-2008	3000	3000
2008-2009	3000	3000	2008-2009	3000	3000
2009-2010	3000	3000	2009-2010	3000	3000
2010-2011	3000	3000	2010-2011	3000	3000
2011-2012	3000	3000	2011-2012	3000	3000
2012-2013	3000	3000	2012-2013	3000	3000
2013-2014	3000	3000	2013-2014	3000	3000
2014-2015	3000	3000	2014-2015	3000	3000
2015-2016	3000	3000	2015-2016	3000	3000
2016-2017	3000	3000	2016-2017	3000	3000
2017-2018	3000	3000	2017-2018	3000	3000
2018-2019	3000	3000	2018-2019	3000	3000
2019-2020	3000	3000	2019-2020	3000	3000
2020-2021	3000	3000	2020-2021	3000	3000
2021-2022	3000	3000	2021-2022	3000	3000
2022-2023	3000	3000	2022-2023	3000	3000
2023-2024	3000	3000	2023-2024	3000	3000
2024-2025	3000	3000	2024-2025	3000	3000
2025-2026	3000	3000	2025-2026	3000	3000
2026-2027	3000	3000	2026-2027	3000	3000
2027-2028	3000	3000	2027-2028	3000	3000
2028-2029	3000	3000	2028-2029	3000	3000
2029-2030	3000	3000	2029-2030	3000	3000
2030-2031	3000	3000	2030-2031	3000	3000
2031-2032	3000	3000	2031-2032	3000	3000
2032-2033	3000	3000	2032-2033	3000	3000
2033-2034	3000	3000	2033-2034	3000	3000
2034-2035	3000	3000	2034-2035	3000	3000
2035-2036	3000	3000	2035-2036	3000	3000
2036-2037	3000	3000	2036-2037	3000	3000
2037-2038	3000	3000	2037-2038	3000	3000
2038-2039	3000	3000	2038-2039	3000	3000
2039-2040	3000	3000	2039-2040	3000	3000
2040-2041	3000	3000	2040-2041	3000	3000
2041-2042	3000	3000	2041-2042	3000	3000
2042-2043	3000	3000	2042-2043	3000	3000
2043-2044	3000	3000	2043-2044	3000	3000
2044-2045	3000	3000	2044-2045	3000	3000
2045-2046	3000	3000	2045-2046	3000	3000
2046-2047	3000	3000	2046-2047	3000	3000
2047-2048	3000	3000	2047-2048	3000	3000
2048-2049	3000	3000	2048-2049	3000	3000
2049-2050	3000	3000	2049-2050	3000	3000
2050-2051	3000	3000	2050-2051	3000	3000
2051-2052	3000	3000	2051-2052	3000	3000
2052-2053	3000	3000	2052-2053	3000	3000
2053-2054	3000	3000	2053-2054	3000	3000
2054-2055	3000	3000	2054-2055	3000	3000
2055-2056	3000	3000	2055-2056	3000	3000
2056-2057	3000	3000	2056-2057	3000	3000
2057-2058	3000	3000	2057-2058	3000	3000
2058-2059	3000	3000	2058-2059	3000	3000
2059-2060	3000	3000	2059-2060	3000	3000
2060-2061	3000	3000	2060-2061	3000	3000
2061-2062	3000	3000	2061-2062	3000	3000
2062-2063	3000	3000	2062-2063	3000	3000
2063-2064	3000	3000	2063-2064	3000	3000
2064-2065	3000	3000	2064-2065	3000	3000
2065-2066	3000	3000	2065-2066	3000	3000
2066-2067	3000	3000	2066-2067	3000	3000
2067-2068	3000	3000	2067-2068	3000	3000
2068-2069	3000	3000	2068-2069	3000	3000
2069-2070	3000	3000	2069-2070	3000	3000
2070-2071	3000	3000	2070-2071	3000	3000
2071-2072	3000	3000	2071-2072	3000	3000
2072-2073	3000	3000	2072-2073	3000	3000
2073-2074	3000	3000	2073-2074	3000	3000
2074-2075	3000	3000	2074-2075	3000	3000
2075-2076	3000	3000	2075-2076	3000	3000
2076-2077	3000	3000	2076-2077	3000	3000
2077-2078	3000	3000	2077-2078	3000	3000
2078-2079	3000	3000	2078-2079	3000	3000
2079-2080	3000	3000	2079-2080	3000	3000
2080-2081	3000	3000	2080-2081	3000	3000
2081-2082	3000	3000	2081-2082	3000	3000
2082-2083	3000	3000	2082-2083	3000	3000
2083-2084	3000	3000	2083-2084	3000	3000
2084-2085	3000	3000	2084-2085	3000	3000
2085-2086	3000	3000	2085-2086	3000	3000
2086-2087	3000	3000	2086-2087	3000	3000
2087-2088	3000	3000	2087-2088	3000	3000
2088-2089	3000	3000	2088-2089	3000	3000
2089-2090	3000	3000	2089-2090	3000	3000
2090-2091	3000	3000	2090-2091	3000	3000
2091-2092	3000	3000	2091-2092	3000	3000
2092-2093	3000	3000	2092-2093	3000	3000
2093-2094	3000	3000	2093-2094	3000	3000
2094-2095	3000	3000	2094-2095	3000	3000
2095-2096	3000	3000	2095-2096	3000	3000
2096-2097	3000	3000	2096-2097	3000	3000
2097-2098	3000	3000	2097-2098	3000	3000
2098-2099	3000	3000	2098-2099	3000	3000
2099-2100	3000	3000	2099-2100	3000	3000

VALTION RAHOITUS YDINENERGIA-ALAN TUTKIMUKSELLE V. 1982
LASKUSUUNNASSA

Valtion vuoden 1982 tulo- ja menoarvioehdotuksessa esitetään ydinenergia-alan tutkimus- ja kehitystoiminnalle 11,9 Mmk, mikä on nimellisestikin vähemmän kuin vuoden 1981 12,2 Mmk (jonka käytöstä oli erillinen artikkeli ATS-ydintekniikka lehdessä 2/1981). Samalla voidaan todeta koko energia- tutkimusmomentin olennaisesti edellisistä vuosista hidastunut kasvu.

1982

1981

Käyttösuunnitelma:	mk
Energiansäästötutkimus	21 000 000
Kotimaisten energialähteiden tutkimus ..	17 000 000
Muun energiatalouden tutkimus	2 000 000
Energiatalouden suunnitteluun liittyvät val- takunnalliset selvitykset	1 100 000
Energiatalouden suunnitteluun liittyvät alueelliset ja kunnalliset selvitykset ..	1 000 000
Ydinenergian perustutkimukset ja erityis- sovellutukset	1 100 000
Ydinvoimalaitosten turvallisuus- ja ympä- ristöanalyysit	2 800 000
Ydinvoimalaitosten reaktori- ja polttoaine- teknilliset tutkimukset	3 500 000
Polttoainekierto- ja ydinjätehuoltoon liit- tyvät selvitykset	3 000 000
Kotimaisen teollisuuden ydinenergia-alan tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutoimin- nan edistäminen	1 500 000
Atk- ja tilastopalvelut	200 000
Energiahuollon tutkimus, suunnittelu- ja valvontatoimintaan liittyvät matkat (ul- komaanmatkat enintään 300 000)	400 000
Muut energiahuollon tutkimus, suunnitte- lu- ja valvontatoiminnan menot	400 000
Yhteensä	55 000 000

1982 esitys	55 000 000
1981 menoarvio	50 000 000
1980 tilinpäätös	41 000 000

Käyttösuunnitelma:	mk
Energiansäästötutkimus	18 000 000
Kotimaisten energialähteiden tutkimus	14 500 000
Muun energiateknologian tutkimus	2 000 000
Energiatalouden suunnitteluun liittyvät val- takunnalliset selvitykset	1 000 000
Energiatalouden suunnitteluun liittyvät alueelliset selvitykset	1 000 000
Ydinenergian perustutkimukset ja erityis- sovellutukset	1 100 000
Ydinvoimalaitosten käyttöselvitykset	400 000
Ydinvoimalaitosten turvallisuus- ja ympäris- töanalyysit	2 500 000
Reaktoriteknilliset tutkimukset	2 100 000
Polttoaineteknilliset tutkimukset	900 000
Polttoainekierto- ja ydinjätehuoltoon liit- tyvät selvitykset	2 600 000
Kotimaisen teollisuuden ydinenergia-alan tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutoimin- nan edistäminen	2 600 000
Atk- ja tilastopalvelut	200 000
Energiahuollon tutkimus- ja valvontatoimin- taan liittyvät matkat	300 000
Muut energiahuollon tutkimus-, suunnittelu- ja valvontatoiminnan menot	800 000
Yhteensä	50 000 000

1981 esitys	50 000 000
1980 menoarvio	35 000 000
1980 I lisämenoarvio	6 000 000
1979 tilinpäätös	25 500 000

11,9 Mmk

12,2 Mmk

KTM:N YDINJÄTETYÖRYHMÄN MIETINTÖ

Kauppa- ja teollisuusministeriön ydinjätetyöryhmän mietintö "Ydinjätehuoltoon kohdistuvien tutkimusten rahoitus" on luovutettu ministeriölle 10.7.1981. Kustannusten arvioitu jakautuminen eri osa-alueilla vuodelle 1982 on mietinnön mukaan seuraava.

Valtion rahoitus:

Riskejä ja kustannuksia tarkastelevat kokonaisanalyysit 0.6 Mmk

Ydinjättemateriaalin, -tuotteiden ja -pakkausten tutkimus, testausmenetelmien kehitys sekä nuklidien vapautuminen sijoitustilaan (sisältää kokeellista toimintaa) 1.9 Mmk

Nuklidien kulkeutuminen sijoitustiloissa ja geosfäärissä (sisältää kokeellista toimintaa kansainvälisissä projekteissa), ydinjätteiden loppusijoitustilojen evaluointi 1.2 Mmk

Ydinjätteiden varastointi- ja sijoituspaikkakriteerit ja ydinjättesäännösten kehittäminen 0.3 Mmk

Yhteensä 4.0 Mmk

Voimayhtiöiden rahoitus:

Jätehuollon yleiset selvitykset ja koordinointi 0.6 Mmk

Voimalaitosjäte ja laitosten käytöstäpoisto 3.9 Mmk

Käytetty polttoaine 2.5 Mmk

Yhteensä 7.0 Mmk

Kokonaisrahoitusta tarkasteltaessa on siis päädytty siihen, että sen tulisi kasvaa nykyiseltä tasolta (8.7 Mmk) 11 Mmk:aan v. 1982 ja reaaliarvoltaan säilyä tällä tasolla ainakin vuoteen 1985 saakka.

THE WHITE HOUSE

Office of the Press Secretary

For immediate release

October 8, 1981

STATEMENT BY THE PRESIDENT

A more abundant, affordable, and secure energy future for all Americans is a critical element of this Administration's economic recovery program. While homeowners and business firms have shown remarkable ingenuity and resourcefulness in meeting their energy needs at lower cost through conservation, it is evident that sustained economic growth over the decades ahead will require additional energy supplies. This is particularly true of electricity, which will supply an increasing share of our energy.

If we are to meet this need for new energy supplies, we must move rapidly to eliminate unnecessary government barriers to efficient utilization of our abundant, economical resources of coal and uranium. It is equally vital that the utilities -- investor-owned, public and co-ops -- be able to develop new generating capacity that will permit them to supply their customers at the lowest cost, be it coal, nuclear, hydro, or new technologies such as fuel cells.

One of the best potential sources of new electrical energy supplies in the coming decades is nuclear power. The U.S. has developed a strong technological base in the production of electricity from nuclear energy. Unfortunately, the Federal Government has created a regulatory environment that is forcing many utilities to rule out nuclear power as a source of new generating capacity, even when their consumers may face unnecessarily high electric rates as a result. Nuclear power has become entangled in a morass of regulations that do not enhance safety but that cause extensive licensing delays and economic uncertainty. Government has also failed in meeting its responsibility to work with industry to develop an acceptable system for commercial waste disposal, which has further hampered nuclear power development.

To correct present government deficiencies and to enable nuclear power to make its essential contribution to our future energy needs, I am announcing to-day a series of policy initiatives:

(1) I am directing the Secretary of Energy to give immediate priority attention to recommending improvements in the nuclear regulatory

and licensing process. I anticipate that the Chairman of the Nuclear Regulatory Commission will take steps to facilitate the licensing of plants under construction and those awaiting licenses. Consistent with public health and safety, we must remove unnecessary obstacles to deployment of the current generation of nuclear power reactors. The time involved to proceed from the planning stage to an operating license for new nuclear power plants has more than doubled since the mid-1970s and is presently some 10-14 years. This process must be streamlined, with the objective of shortening the time involved to 6-8 years, as is typical in some other countries.

(2) I am directing the government agencies proceed with the demonstration of breeder reactor technology, including completion of the Clinch River Breeder Reactor. This is essential to ensure our preparedness for longer-term nuclear power needs.

(3) I am lifting the indefinite ban which previous Administrations placed on commercial reprocessing activities in the United States. In addition, we will pursue consistent, long-term policies concerning reprocessing of spent fuel from nuclear power reactors and eliminate regulatory impediments to commercial interest in this technology, while ensuring adequate safeguards.

It is important that the private sector take the lead in developing commercial reprocessing services. Thus I am also requesting the Director of the Office of Science and Technology Policy, working with the Secretary of Energy, to undertake a study of the feasibility of obtaining economical plutonium supplies for the Department of Energy by means of a competitive procurement. By encouraging private firms to supply fuel for the breeder program at a cost that does not exceed that of government-produced plutonium, we may be able to provide a stable market for private sector reprocessing, and simultaneously reduce the funding needs of the U.S. breeder demonstration program.

(4) I am instructing the Secretary of Energy, working closely with industry and state governments, to proceed swiftly toward deployment of means of storing and disposing of commercial high-level radioactive waste. We must take steps now to accomplish this objective and demonstrate to the public that problems associated with management of nuclear waste can be resolved.

./.

(5) I recognize that some of the problems besetting the nuclear option are of a deep-seated nature and may not be quickly resolved. Therefore, I am directing the Secretary of Energy and the Director of the Office of Science and Technology Policy to meet with representatives from the universities, private industry and the utilities requesting them to report to me on the obstacles which stand in the way of increased use of nuclear energy and the steps needed to overcome them in order to assure the continued availability of nuclear power to meet America's future energy needs not later than September 30, 1982.

Eliminating the regulatory problems that have burdened nuclear power will be of little use if the utility sector cannot raise the capital necessary to fund construction of new generating facilities. We have already taken significant steps to improve the climate for capital formation with the passage of my program for economic recovery. The tax bill contains substantial incentives designed to attract new capital into industry.

Safe, commercial nuclear power can help meet America's future energy needs. The policies and actions that I am announcing to-day will permit a revitalization of the U.S. industry's efforts to develop nuclear power. In this way, native American genius -- not arbitrary federal policy -- will be free to provide for our energy future.

ESITELMÄ ATS:N KOKOUKSESSA 12.9.1981

Ilkka Mikkola *

TVO:N POLTTOAINEHUOLLON JÄRJESTÄMINEN

1.

TAVOITTEET

Polttoainehuollon tavoitteiksi voidaan asettaa toimitusvarmuus, määrä- ja aikataulujousto sekä taloudellisuus (hintaa ja laatu). Kun ydinpolttoaineen hinta on noin 1/5 hiilen hinnasta peruskuormaa ajavilla laitoksilla, niin toimitusvarmuuden merkitys korostuu.

2.

TOIMITUSVARMUUDEN KEINOT

Toimitusvarmuuden kulmakiviä ovat pitkäaikaissopimukset luotettavien toimittajien kanssa, varmuusvarastot, hankintojen hajauttaminen ja kotimainen raaka-aine. Näihin perusteisiin TVO:n polttoainehuolto on pyritty ankkuroimaan ja kolme kohtaa neljästä on toteutettu.

Epävakaissa hintaolosuhteissa on hyvän taloudellisen tuloksen taannut satsaaminen sekä määrän että sopimuksen kestoajan suhteen alimitoitettuihin pitkäaikaissopimuksiin ynnä niiden rinnalla varmuusvarastoihin ja varastojen täydentämiseen spot-kaupoilla hintojen ollessa alhaalla.

3.

HANKINTOJEN TOTEUTUS

TVO on aikaisemmin hankkinut uraania pääasiassa Kanadasta. Toinen reitti avautui, kun runsas viikko sitten toimitettiin australialaista uraania Ranskaan.

*/ Kokouksessa alustuksen piti DI Esa Mannola.

Kuvassa 1 esitetään pitkäaikaissopimuksiin perustuvat TVO:n hankintajärjestelyt mainittua kahta reittiä pitkin:

- TVO:n uraania on varastossa sekä Ranskan että Kanadan konversiolaitoksilla, valmiina lähetettäväksi "rikastus- ja valmistusputkeen" naapurimaidemme Neuvostoliiton ja Ruotsin kautta.
- Valmista polttoainetta on TVO I:llä jo ylivuotinen varasto, ja TVO II:n ylivuotista varastoa varten on jo Ruotsissa valmistettavana pisteostona hankittua rikastettua uraania.

Voimayhtiö voi myös ostaa polttoaineen valmiina yhdeltä toimittajalta, joka edelleen hankkii rikastuksen, raaka-uraanin ja muut palvelut alihankkijoilta. Tästä mm. IVO:lla on ilmeisesti hyviä kokemuksia. Toimittajasta riippuen on myös huonoja kokemuksia, esim. Westinghousen uraanihankinnat pettivät. TVO on päätenyt erillishankintoihin. Niistä on voimayhtiölle enemmän työtä ja vaivaa, mutta samalla on alusta alkaen tuntuma ja puuttumismahdollisuus esim. toimintushäiriöihin. Joku joutuu hankintatyön kuitenkin aina tekemään voimayhtiön laskuun.

4.

MENETTELYTAVAT TOIMITUSRAJOILLA

Yleensä pyritään siihen, että tavaran vastaanotto-, punnitus-, analyysi-, riski- ja vakuutusvastuu on aina seuraavan hankintavaiheen suorittajalla TVO:n puolesta. Täten suuri osa uraanin toimitusjärjestelyistä ja toimitusvalvonnasta voidaan hoitaa puhelinten, teleksien ja kirjeiden avulla. Valmistuksen laadunvalvonta on asia erikseen ja kaikkiin toimittajiin tulee firmojen välillä olla tarpeelliset henkilökohtaiset yhteydet. Sujuva yhteistyö KTM:n, STL:n ja VTT:n kanssa lupa- ja valvonta-asioissa on ollut hankintojen edellytys.

5.

KÄYTÖNSUUNNITTELU

Ydinpolttoainetta ladataan voimalaitokseen kerrallaan pitkäksi aikaa. Se on kuin miilun polttoa ja vaatii suunnitelmallisuutta. Käytönsuunnittelun vaiheet - reaktorifysiikka ja tietokoneita - esitetään kuvassa 2, samoin niiden kytkeytyminen hankinnan eri vaiheisiin, rikastusasteiden ja toimitusaikataulujen määrittelyyn jne. Käytönsuunnittelu vaatii voimayhtiössä suunnilleen yhtä suuren panoksen kuin muu hankintatyö.

6.

KÄYTETTY POLTTOAINE, TILANTEEN KEHITYS

Käytetyssä polttoaineessa on 96 % uraania, vajaa 1 % plutoniumia ja 3 % halkeamisjätteitä. Yleinen ajattelutapa oli 1970-luvun alussa se, että käytetty polttoaine lähetetään jälleenkäsittelylaitokselle vuoden kuluessa. Käytetyn polttoaineen allastelineet mitoitettiin yleensä sen mukaan, ja mm. TVO:n rikastus- ja valmistussopimukset sisältävät vieläkin optiot jälleenkäsittelystä palautettavan uraanin ja plutoniumin uudelleenkäyttöön.

Monesta eri syystä tilanne on muuttunut viime vuosien kuluessa. Erityisesti tunnetut halvan uraanin varat ovat lisääntyneet, uusia kaivoksia on avattu ja uraanin hinta on laskenut. Samaan aikaan kevytvesireaktoreiden suuripalamaisen, "kuuman" polttoaineen teollisen mittakaavan alkava käsittely on kohdannut teknisiä vaikeuksia, kustannukset ovat nousseet, ja tarve käyttää plutoniumia hyötöreaktoreissa on siirtynyt.

Käytetyn polttoaineen välivarastointi, "jäähdyttäminen", on tullut polttoainehuollon välttämättömäksi osaksi.

7.

TVO:N TOIMENPITEET

TVO:n voimalaitosyksiköiden allaskapasitetti riittää telineiden telineiden avulla 10 vuoden ajaksi. Erillistä väli-varastoa koskeva suunnitteluprojekti on käynnissä (sen rinnalla on Kuotsin CLAB-vaihtoehto). Kuvassa 3 esitetään sen jälkeiset vaihtoehdot.

Käytetyn polttoaineen huoltoa varten kerätään kustannusvarasta, joka näissä olosuhteissa perustuu suunnitelmaan suorasta loppusijoituksesta. Aika ja kokemukset näyttävät, miten ja milloin jälleenkäsittely pystyy kilpailemaan suorasijoituksen kanssa teknisten, taloudellisten ja turvallisuusnäkökohtien kannalta, vai pystyykö ollenkaan Suomen olosuhteissa.

TVO:n päätymistä raakaauraanin spot-ostoihin ja käytetyn polttoaineen välivarastointiin voidaan pitää kaksoisveljinä, molemmat johdonmukaisia seurauksia uraanin saatavuuden ja hinnan kehityksestä viime vuosien kuluessa; On pyritty varmoiin ratkaisuihin epävarmojen aikojen varalle.

(Seuraa diakuvasarja uraanin ja polttoaineen eri vaiheista).

KAIIVOS
U₃O₈

POLTTOAINE-TEHDAS
UF₆ → UO₂

SAUVAT / NIPUT

OLKILUOTO

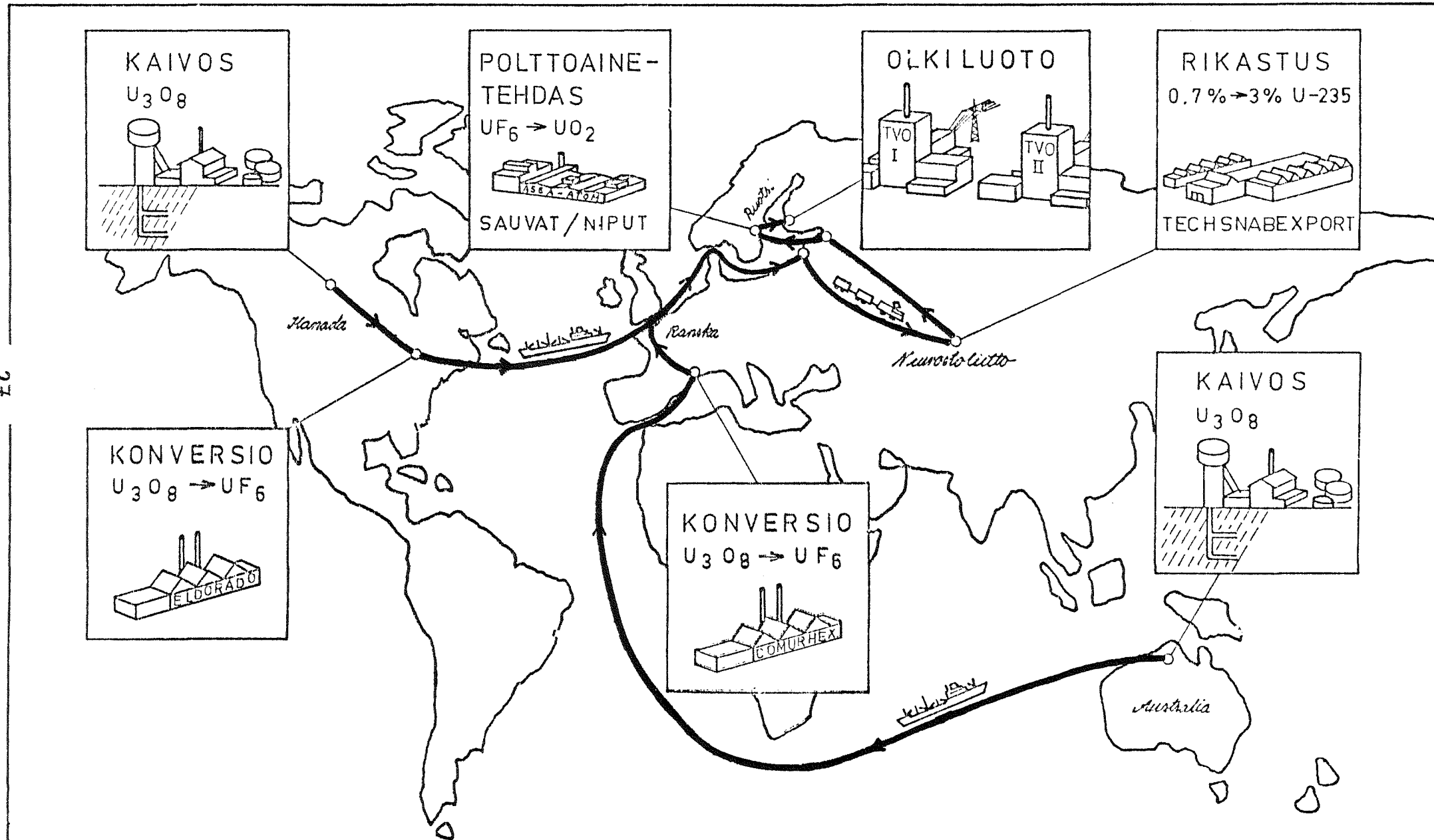
RIKASTUS
0.7% → 3% U-235

TECHSNABEXPORT

KONVERSIO
U₃O₈ → UF₆

KONVERSIO
U₃O₈ → UF₆

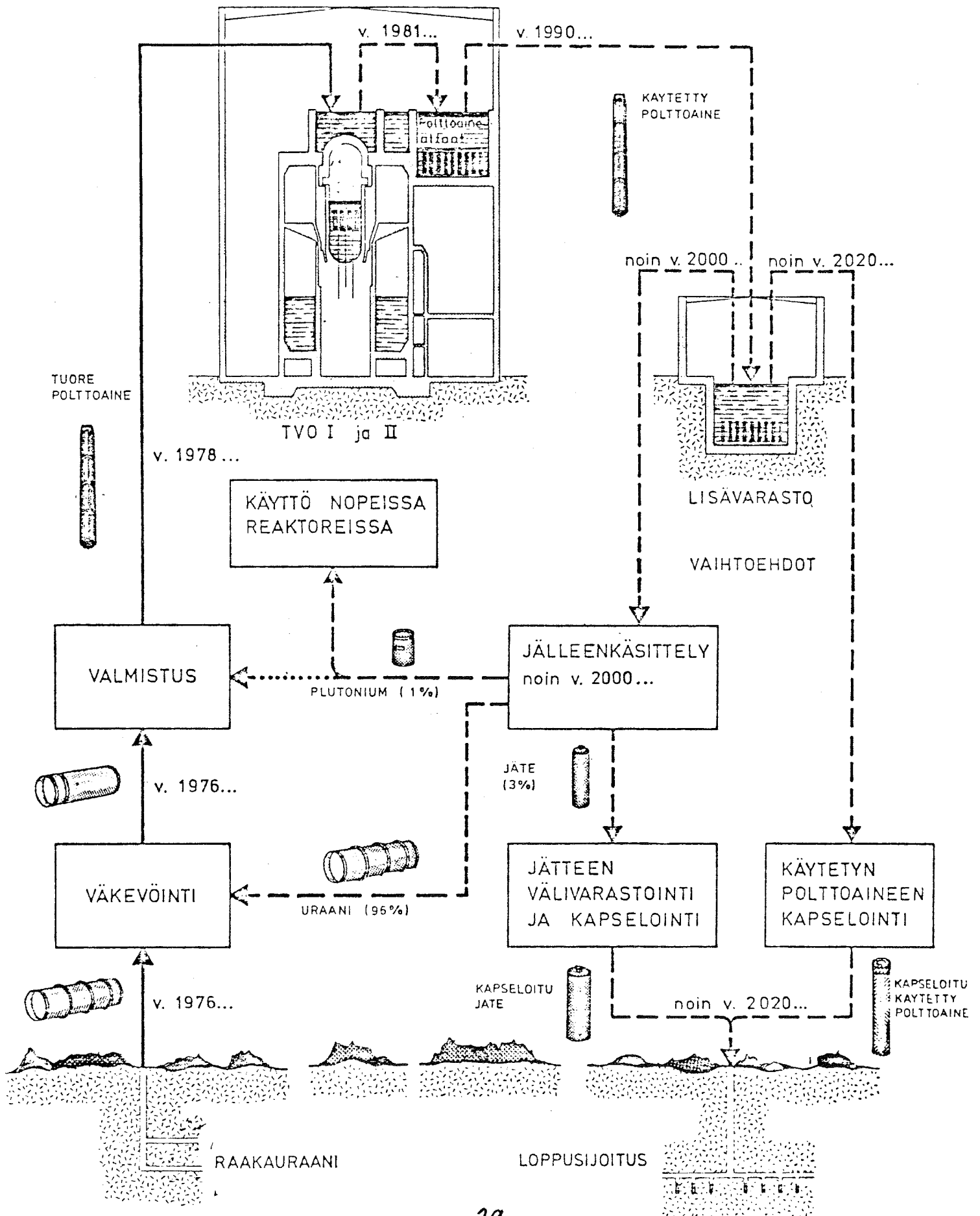
KAIIVOS
U₃O₈



URANIN MATKA OLKILUOTOON

TVO:n POLTTOAINEKIERTO

KÄYTETYN POLTTOAINEEN HUOLTOVAIHTOEHDOT



Experiences from Loviisa Nuclear Power Station concerning
the decontamination of steam generators and primary
system components

by J. Helske, M.Sc. (Eng.) and R. Järnström, M.Sc. (Chem.)

1. Introduction

Loviisa 1 and 2 are 465 MWe PWR units of the Soviet type VVER-440. Loviisa 1 has been in commercial operation since the spring 1977 and Loviisa 2 from the beginning of this year. Both units have operated remarkably well with very few reactor-trips, cold shut-downs and other transients.

2. Primary circuit design

The nuclear steam supply system consists of a reactor with six primary loops and six horizontal steam generators. Each loop is equipped with one PCP and two main gate valves. The pressurizer is connected to two loops on the hot-leg side. The steam generators consist of two vertical cylinders which act as in-let and out-let parts to two horizontal U-tube bundles and to which the hot- and cold-legs are connected. The total volume of the primary circuit is about 200 m³ and the surface about 15000 m² (excluding the fuel surface). The construction material of the primary circuit is titanium stabilized austenitic steel comparable with AISI 321.

3. Description of the permanent decontamination system

Both Loviisa Nuclear Power Station units have from the beginning been equipped with a permanent system for feeding and processing of decontamination solutions.

On the chemical supply side, there are six 5 m^3 tanks for mixing and storing the concentrated chemicals, e.g. KOH, KMnO_4 , HNO_3 , Na_2CO_3 , NaOH and oxalic acid. The tanks are equipped with air-mixing for dissolving the chemicals and pumps for transporting them to two storage tanks of 33 m^3 in adequate dilutions. From these two storage tanks it is possible to pump the chemicals needed along two separate pipes each with a capacity of $20 \text{ m}^3/\text{h}$ through two heat-exchangers to several spaces in the controlled area with a permanent piping to decontaminate walls, roofs, floors and components if needed. The chemicals can also be pumped to the decontamination centers of Lo 1 and Lo 2, or to the PCP and control-rod drive decontamination basin-circuits which are situated in the reactor building. Furthermore the fuel-pond, the reactor-pit and the wells for reactor internals and for the spent-fuel containers can be supplied with decontamination chemicals. The PCP and control-rod drive decontamination basin-circuit is equipped with a separate circulating pump of $20 \text{ m}^3/\text{h}$ capacity and a separate heat-exchanger to maintain the right operating temperature.

To take care of the used decontamination liquids there are two 85 m^3 tanks with two $20 \text{ m}^3/\text{h}$ -pumps for circulating, if needed, the chemicals through a cation-anion system where the activity is removed.

The whole permanent decontamination system is connected to the primary system in such a way that the whole primary circuit can be decontaminated. Furthermore there are, of course, pipelines to the liquid waste storage tanks for removal of used chemicals from the system.

4. Decontamination of the PCPs

All six PCPs have been decontaminated during each of the last three refuelling shut-downs, because of the extensive maintenance work with them. The dose-rates on PCP surfaces have been of the magnitude 1.5 - 3 R/h with a slight tendency to rise during the years. Anyway, we have used the PCP-decontamination basin circuit for the job. The chemistry is the normal two phase AP-OX; 5 g/kg KMnO_4 + 20 g/kg NaOH, temperature 90°C, duration 2 h, hot-water flushing (important) 90°C, 1 h and oxalic acid treatment, 5 g/kg, 90°C 2 h, hot-water flushing twice, 90°C 1/2 h. The whole operation takes abt. 10 hrs. This gives a sufficient result for dismantling the pump wheel into parts giving radiation doses of very moderate values. Typical surface dose rates after decontamination are 15 - 50 mR/h. There are, of course, pockets in the pump wheel where the dose rates will remain at a level of 200 - 500 mR/h, due to insufficient flow-pattern of decontamination liquids. After dismantling the PCP into parts, different components will be decontaminated separately further by hand. During the operation of Loviisa 1 and 2 we have decontaminated pump wheels 20 times and no major troubles have ever occurred. The process is nowadays performed completely as a routine procedure by the operating and maintenance personnel.

5. Decontaminations of steam generators

5.1 General considerations of Loviisa 1

After the third fuel-cycle a maintenance period of two months was planned. The plan consisted of an intensive periodical inspection including reactor vessel

cladding, steam generator and primary circuit welding seams, main gate valves and so on. All this required evacuation of the core and a strict time schedule was made to fulfil the inspection demands in the shortest possible time. Anyway during the radiographic inspection of welding seams in the primary collectors of the steam generators some indications of defects were found in some of these welding seams. On the basis of these inspections the inspection program was enlarged to containing all welding seams of steam generator collectors. This meant, among others, that in the steam generators only we had to inspect 36 welding seams in very difficult places and we had to develop a quite new technique for the work. During the inspection work which lasted five and a half months, we made preparations for performing a decontamination of one or several steam generators.

When the inspection of the steam generators was ready it showed that two steam generators required decontamination for further inspection and repair. At this time the decontamination equipment and process were ready for use and it never came on the "critical path" of the refuelling and maintenance work.

5.2 Decontamination equipment

The main difficulties in the construction of the equipment were to close the bottom part of the primary manifold of the steam generators, because the upper manhole was smaller than the primary loop in the bottom, and to find a suitable circulating pump of the right material and with sufficient flow. Regarding the pump we were very lucky: we could get a pump with a capacity of 2000 m³/h made of AISI 316 as an off-shelf delivery within one week.

The problem concerning the closing of the bottom part was solved by using a rubber lined plug which could be expanded with pressurized air. During the decontamination process we could notice with satisfaction that the solution was right.

For the supply of chemicals we installed a permanent NS50 line to the steam generator spaces from which the solutions were led to the steam generators through a rubber hose. The lines were pre-heated with water before pumping the liquid to avoid heat-transients on the base materials. The emptying of the steam generators was performed with pressurized air using the filling lines.

The big pump equipped with a 110 KW motor was mounted to one of the vertical manifolds of the steam generator and was connected with a ϕ 400 mm tubing to the other one. The system was furthermore equipped with necessary valves, a pressure gauge and an air-venting line. All this work, including documentation and acceptance by the authorities was done in less than six weeks.

5.3 The decontamination process

After mounting the equipment on the first steam generator and closing the space between primary and secondary

manifolds, the heating of the steam generator began by circulating water from the feed-water tank to the steam generator on the secondary side.

To test the tightness and functioning of the equipment the first filling was made with pure hot water. The filling time was about half an hour. After the tightness test the pump was started for some seconds, followed by air-venting, then the pump was started again - air-venting and so the pump motor was within its operating parameters.

After a successful test-run the steam generator was emptied, which also required nearly an hour, and then the decontamination work could begin.

The decontamination process was performed as a doubled multiphase modified AP-OX-system. Here it ought to be mentioned that all supplied liquids in all stages were pre-heated to the same temperature as the steam generator base material, i.e. to 95°C. A higher temperature would have caused cavitation in the applied pressure range.

The different stages and durations were as follows:

1.	5 g/kg	KMnO ₄ } KOH }	2 h
	50 g/kg		
2.		H ₂ O	1/2 h
3.	12 g/kg	Oxalic acid	2 h
4.		H ₂ O	1/2 h
5.	5 g/kg	KMnO ₄ } KOH }	2 h
	50 g/kg		
6.		H ₂ O	1/2 h
7.	12 g/kg	Oxalic acid	2 h
8.	1 g/kg	H ₂ O ₂	1 h
9.		H ₂ O	1/2 h
10.		H ₂ O	1/2 h

The whole process duration was about 30 h. The purpose of H_2O_2 in the first flushing water is to decompose iron oxalate and to enhance the passivation of the base material. The whole process was very strictly followed up by chemical and radiometric analyses during every stage.

5.4 Results of the decontamination

Figures 1 and 2 illustrate the dose-rates of certain points on the primary and secondary side, measured before and after the decontamination.

Fig. 1

Fig. 2

Both steam generators gave a similar result. The removed activity was about 9 Ci/steam generator. The activity removal in the different decontamination stages is presented in figures 3 and 4.

Fig. 3

Fig. 4

Figures 5 and 6 will illustrate the distribution between the different isotopes removed.

Fig. 5

Fig. 6

The distribution of removed oxides during different decontamination operations is shown in tables 1 and 2.

OPERATION	CORROSION PRODUCTS IN KG		
	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	NiO
KMnO ₄ + KOH	0,030	1,522	0,018
Oxalic acid	8,469	0,336	0,519
H ₂ O ₂	2,973	0,131	0,194
H ₂ O	1,778	0,324	0,161
Totally	13,250	2,313	0,891

Table 1. Oxide removed from S-G YB15W01

OPERATION	CORROSION PRODUCTS IN KG		
	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	NiO
KMnO ₄ + KOH	0,032	1,409	0,016
Oxalic acid	7,968	0,233	0,677
H ₂ O ₂	2,20	0,009	0,078
H ₂ O	1,470	0,102	0,224
Totally	11,67	1,753	0,995

Table 2. Oxide removed from S-G YB13W01

Furthermore, it can be noted that the total dose for the complete decontamination procedure, including operation and installation, was less than 1 manRem.

6. Decontamination of main gate valves

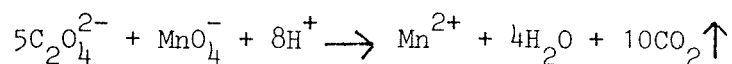
Because of the welding work which we had to do on the main gate valves we constructed a decontamination equipment to be attached to the valve flange, and at the same time closing the inlets to the loops for decontamination of three main gate valves.

To avoid temperature transients (the base material is very thick here), the heating to operating temperature was performed step-wise with water.

The device was equipped with a stirrer and the permanent chemical supply system was applied to transport the chemicals. The same chemistry as in the decontamination of the PCPs was used.

7. Waste treatment

The used chemicals were first stored in 85 m³ tanks, oxalic acid in one and alkaline permanganate in the other. Afterwards the oxalic acid was cleaned by the cation-anion system by circulation and the activity was caught in the resins. The undissolved material in the alkaline permanganate was settled on the bottom. The following reaction was used to decompose the solutions:



This meant that we pumped abt. 1000 l of 12 g/kg oxalic acid to PCP decontamination basin circuit and heated it to abt. 60°C, added 100 kg 60% HNO₃ and during the

circulation slowly added 700 l of the alkaline permanganate solution. When the decomposition was completed the solution batch was pumped to the waste storage for evaporation.

8. Conclusions

Decontamination of primary circuit components - even big ones as steam generators - can be performed in an efficient and quick way with good results and at reasonable expences. In the Loviisa case, for instance, the total costs for decontamination of the two steam generators including planning, construction, documentation, operation, chemicals, etc. did not rise above 100.000 dollars.

Anyhow, there are always questions open about recontamination, effect on base material in the long run if you have to decontaminate often, pitting corrosion, etc. - and above all the question if you dare to decontaminate or not, and which method will give the best result.

Esitelmä ATS:n kokouksessa
22.11.1981

OPERATION OF LOVIISA 2 NPS FROM START OF COMMERCIAL
OPERATION TO SEPTEMBER 1981

A Autio, J Helske, A Tamminen
Imatran Voima Oy, Loviisa Power Plant,
Loviisa Finland

ABSTRACT

Commercial operation of Loviisa 2 NPS has gone well as a whole. Rotor damages of turbogenerator 1 have caused the only major problem.

This paper presents events occurred so far during Lo2 operation. Many of the events concern also Lol, and therefore in some cases slides taken from Lol have been used.

INTRODUCTION

The start-up of the commercial operation of Loviisa 2 NPS was delayed by welding defects found in the cladding of the reactor pressure vessel, steam generator collector welds, and main shut-off valve welds.

The cladding is welded in several layers on the pressure vessel surface by an automatic welding device and by means of pre-heating. For some reason, the lower layers had not been cleaned from welding slag well enough before the following layers were welded. As a result this slag formed pores inside the cladding. When the cladding was ground after the last weld layer, many of the pores opened to the surface or were covered by a thin metal membrane only. The defects were detected in connection with an installation inspection. After thorough analyses it could be shown that a crack caused by this kind of a pore does not grow into the basic material. After the cracks had been repaired either by grinding or by surface welding the pressure vessel could be taken into use. The cladding of Lol reactor pressure vessel has been inspected afterwards by a German automatic inspection device, and no defects could be found.

Since indications in the collector welds had been found in connection with routine inspections of Lol steam generators, the collectors of Lo2 were inspected, too. A collector is composed of several parts which are put together by welding. Especially the lower end welds

of the collectors were difficult to inspect. For the inspection work a special cassette technique was developed. This technique will, however, be replaced by an ultrasonic inspection device system, which is now under development. Welding defects were found also in the Lo2 collectors, and they were repaired by grinding and surface welding. Corresponding indications have been found also in the main shut-off valve welds. They have not, however, been repaired but a body of the valve in question has been ordered from the manufacturer. The part will be used for developing an ultrasonic inspection system showing the dimensions and location of defects much better than X-ray and isotope techniques. Accurate dimensions and location of the indication is required so that the importance of the indication can be analysed.

LO2 OPERATION HISTORY (enclosure)

The unit was turned over to Imatran Voima at the turn of the year. Thereafter the monthly load factor has ranged between 27,3 % (minimum) and 99,7 % (maximum), the average being 73,3 % (see enclosure). The two generator rotor damages (D, L) have been the greatest defects which have lowered the load factor in addition to the planned service outages (E, N). In the enclosed operation history rest of the factors affecting the availability have been reported in detail.

ROTOR PROBLEMS

In the beginning of January 1981 an earth contact was detected in the 1. generator rotor (D). It was typical of the defect in the beginning that it disappeared on small revolutions.

To get the defect immovable, a 5 - 7 A alternating current was fed to the defect area while the engine was running. The earth contact became immovable and it was thus possible to search for it. The generator was dismantled, and additional measurements were carried out to specify the defect area while the rotor was out.

The defect turned out to be on the surface of the coil and the repair made in Loviisa showed that the defect was caused by a copper chip. Several copper chips were found in the coil. They had remained in the coil at the manufacturer when cooling slots had been cut to the copper rails.

The rotor repair at the plant was successful also considering balancing.

In the beginning of June 1981, an arcing was found on the slip rings of the same engine damaging slip rings, insulations, and two bearings.

The slip rings have not worked satisfactorily in every respect mainly because of uneven wearing and sparking of the rings. The damaged rotor was sent to the manufacturer to be repaired. The probable reasons for the defect were carbon dust in the slip ring constructions, or uneven load and heating of the carbons. In the new engines

the construction has been improved so that corresponding damages are unlikely.

Let us mention, although this matter does not belong straightly to this paper that the rotor of the 1. generator of Loviisa 1 has also had an earth contact this year. This phenomenon was caused by a support piece of a copper rail penetrating through insulation.

For the reasons described above we have bought a spare rotor to the plant.

DIESELS

Lo2 diesels, which are of French make, have not worked without blame in every respect. There have been leakages in the fuel injection pipes. The problem will probably be solved after quality control routines on the part of the manufacturer meet nuclear power plant requirements. It is possible that two-wall pipes must be used, then. Diesel pistons, piston rings, and cylinder covers have caused breakdowns at some European power plants. Therefore the diesels in Loviisa will be inspected by endoscope technique until the construction changes recommended by the manufacturer concerning the pistons and the piston rings have been made during the following refuellings.

AUXILIARY WATER SYSTEM PUMPS

Loviisa 2 auxiliary water system pumps were ordered by the main contractor from a French sub-contractor. In the next refuelling outages the pumps must be replaced. New pumps have been ordered by IVO from a Finnish manufacturer.

The main problem concerning the pumps has been pump body vibration. The specific frequency of the body is 25 Hz, and when a motor of 1500 r/min is used, a resonance situation is formed. In spite of the changes made by the manufacturer to the body, vibration could not be eliminated. Instead a new stronger body was produced in Finland and this eliminated the vibration. Since serious problems concerning cavitation and discontinuity of the characteristic curves were still left, the pumps will be replaced by new ones, as was mentioned earlier.

SEA WATER PUMPS

Sea water pumps have worked well in the respect that they have not caused losses in power generation. However, the technical solution used in Loviisa is too complicated, and too expensive as to maintenance.

The pump output can be changed by adjusting the blade angles. In addition, the pumps are equipped with two-speed motors.

The complex centre mechanisms of the blades have caused much trouble. We are now thinking of locking the blade angles after the guarantee period, after which adjustment is done only by changing the number of motor revolutions.

VALVES

So-called pilot valves have been used as safety valves mainly in the secondary circuit. The pilot valves, which control the actual valves, have operated in a defective way. The valves must be moved very often so that they do not stick fast. In addition, the pilot valves leak from the stem sealing. For the reasons mentioned above the valves must be often reset and in spite of that, they operate uncertainly. Therefore we have decided to replace the valves by new ones both in the reheater/water separator system and in the auxiliary steam system.

Corrosion in the stems caused by a wrong sealing material is also a problem in the shut-off valves.

STEAM GENERATORS

Sealings of steam generator collector covers start leaking after a few heating-cooling cycles. The sealings should be re-designed so that unnecessary sealing exchanges could be avoided.

THYRISTOR FREQUENCY CONVERTERS

Thyristor frequency converters have been used for pump regulation in the chemical supply and water make-up systems. There have not been actual component defects in the frequency converters. Instead there occurs working point creeping which causes repeated action breaks which are settled by resetting the frequency converters. Transfer to direct motor use or replacement of the thyristor converters by new ones is under consideration.

CASTED BODIES OF PUMPS AND VALVES

The casted bodies of pumps and valves cause much work and trouble. The casting often includes big pores, which are detected in connection with inspections or when leaking. The sprinkler-pumps of the containment give an example: Two of the pumps will be replaced by new ones in the following refuelling outage, because it is cheaper to buy new pumps than to repair the casting defects.

TURBINE PLANT

There have been leakages in the tightening surfaces of the high-pressure cylinder. The leakages have been repaired temporarily with Furmanite-mass. Permanent repairing will be done in connection with opening by re-grinding the tightening surfaces.

The cassettes of the Lo2 reheater/water separators have had several leakages which have been repaired by plugging. Lol cassettes have not had leakages.

CHEMISTRY AND RADIATION LEVELS

Two enclosures describe shortly the chemistry and the radiation doses of the unit. Due to the short time, the listeners are asked to study the material themselves.

IMPORTANT MATTERS IN THE NEAR FUTURE

In accordance with the common practise, there are samples in the Loviisa reactors made of reactor steel. On the basis of these samples the behaviour of the reactor steel under radiation strain is followed. According to the experiences gained at Loviisa 1 the radiation strain of Lo2 reactor pressure vessel must be decreased by placing dummy elements at the outer circle of the core. Without this action the transition temperature of the pressure vessel steel would rise too fast and the reactor should be taken out of use earlier than planned. Also after this new core fuelling method behaviour of steel will be followed and measures required will be taken. Temperature of emergency cooling water will be possibly raised like in Lol in order to support the use of dummy elements on the outer core circle. In this way the core temperature does not reach the critical transition temperature even in an emergency situation.

In an emergency situation, when there is a big leakage in the cold leg, steam generated in the reactor is condensated in the curves of the primary tube located under the steam generator, and this creates a hydraulic seal. The hydraulic seal keeps back the steam flow coming out of the reactor by pressure, which further presses the level of reactor water so low that the core is uncovered. This could have been avoided by using a different steam generator placing. IVO has investigated this matter in cooperation with the manufacturer and decided to connect the cold and the hot leg by a tube having shut-off valves and a drain valve.

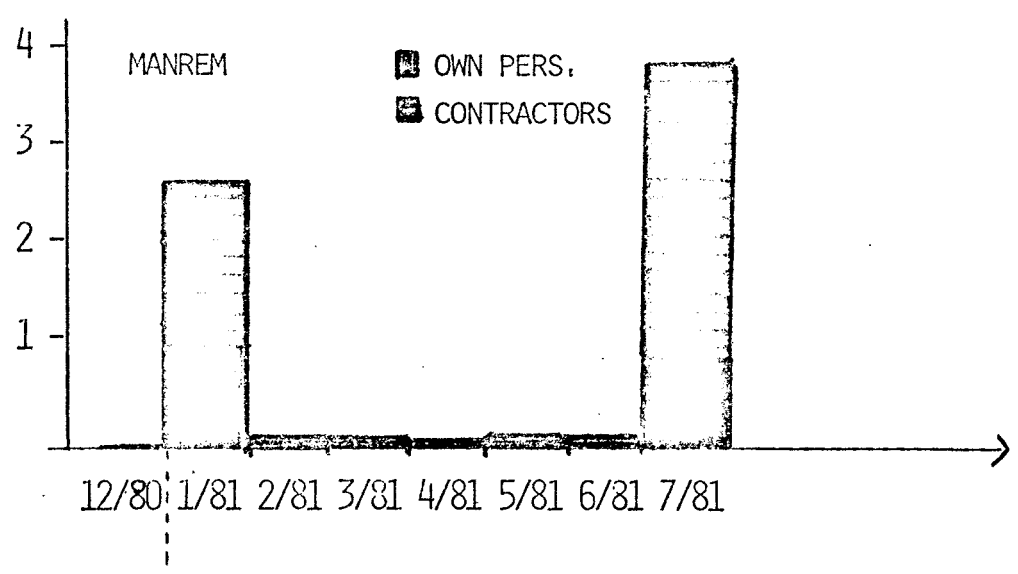
CONCLUSIONS

Finally, we can be satisfied with the plant as to power generation. Even if there have been several technical problems, they have not affected power generation during Lo2 commercial operation, which is, of course, the main thing. In addition, we would like to point out that in this kind of a paper handling operational experiences, importance of technical problems is emphasized simply because there is much to tell about them and because it is useful to exchange experiences concerning technical problems. There is less to tell about those matters going well.

Lo2 NPS
DECEMBER 1980 ... JULY 1981 (8 MONTHS)

1. COLLECTIVE RADIATION DOSES

- TO OWN PERSONNEL 2,3 MANREM
- TO CONTRACTORS 5,0 MANREM



AVERAGE INDIVIDUAL DOSE: 70 MILLIREM
MAX. INDIVIDUAL DOSE: 200 MILLIREM
(ANNUAL DOSE LIMIT: 5000 MILLIREM)

2. RADIOACTIVE RELEASES

- THE RADIOACTIVE RELEASES TO AIR AND TO SEA HAVE BEEN UNDER DETECTION LIMITS.

WATER CHEMISTRY

1. PRIMARY CIRCUIT
- NO FUEL LEAKAGES

A. PRIMARY COOLANT NOBLE-GAS ACTIVITY:

KR-85M	$8,9 \times 10^{-8}$	CI/L
KR-87	$1,8 \times 10^{-7}$	"
KR-88	$1,6 \times 10^{-7}$	"
XE-133	$1,4 \times 10^{-7}$	"
XE-135	$3,9 \times 10^{-7}$	"
XE-135M	$4,3 \times 10^{-8}$	"
XE-138	$1,3 \times 10^{-7}$	"

B. PRIMARY COOLANT IODINE ACTIVITY:

I-131	$3,6 \times 10^{-9}$	CI/L
I-132	$1,4 \times 10^{-7}$	"
I-133	$5,5 \times 10^{-8}$	"
I-134	$3,2 \times 10^{-7}$	"
I-135	$1,4 \times 10^{-7}$	"

C. ACTIVATION AND CORROSION PRODUCT ACTIVITY:

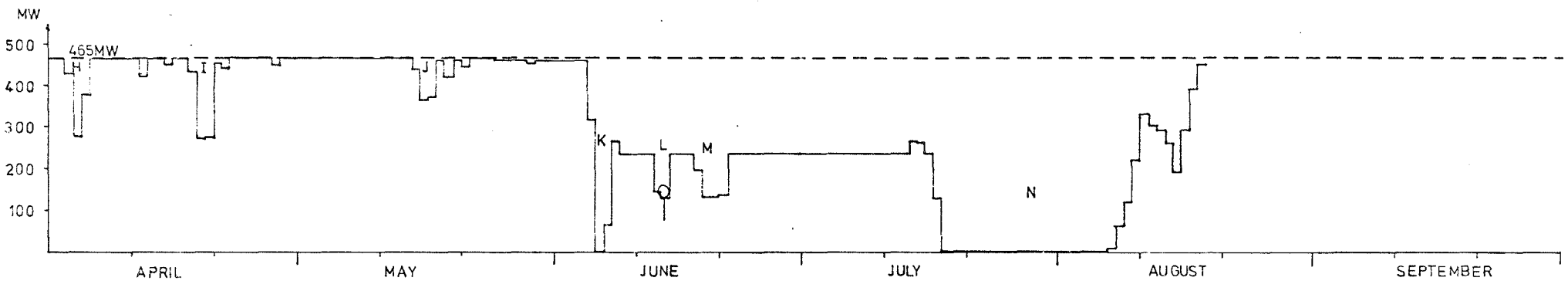
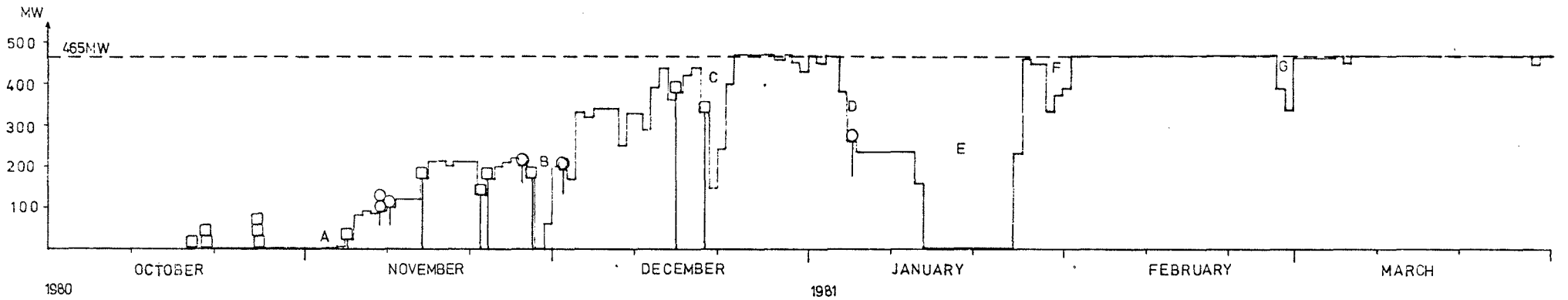
CR-51	$1,8 \times 10^{-9}$	CI/L
MN-54	$3,8 \times 10^{-9}$	"
MN-56	$7,2 \times 10^{-10}$	"
FE-59	$5,3 \times 10^{-10}$	"
CO-58	$5,7 \times 10^{-10}$	"
CO-60	$6,8 \times 10^{-11}$	"
AG-110M	$3,4 \times 10^{-9}$	"
SB-122	$1,2 \times 10^{-8}$	"
SB-124	$2,8 \times 10^{-9}$	"

THE RESULTS ARE MIDDLE VALUES OF MARCH 1981 AND THE POWER = 100 %.

2. SECONDARY CIRCUIT

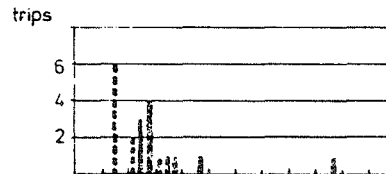
- Lo2 HAS FULL FLOW CONDENSATE CLEANING (1 POWDEX-FILTER + RESERVE 1 MIXED BED FILTER)
- DURING OPERATION OF Lo2 IRON (Fe^{2+} -ION) CONCENTRATIONS OF SECONDARY CIRCUIT HAVE BEEN MEASURED. CONCENTRATIONS OF OVER 100 PPB OF Fe^{2+} -ION HAVE BEEN FOUND AFTER HP-HEATERS. TOO TIGHT CONDENSOR (O_2 -CONCENTRATION IN CONDENSATE AFTER CONDENSOR IS BELOW 2 PPB) MAY BE THE REASON FOR CORROSION. O_2 -CONCENTRATION SHOULD BE ABOUT 30 PPB IN THE CONDENSATE.

LOUISA 2 OPERATION HISTORY



ENERGY GENERATION STATISTICS ASSUMING 465 MW = 100 %

Month	MWh (gross)	Load factor
October	87302	26,1
November	267342	77,3
December	157944	45,7
January	305564	97,8
February	344488	99,7
March	314937	94,1
April	337822	97,6
May	171305	51,2
June	94550	27,3
July		
August		
September		



- Power given as daily average
- Turbine trip to zero load
- Trip on one TG The other on line
- Reactor trip
- Reactor trip from power
- Reactor trip (test or low power)
- Turbine trip

- A. First synchronization 4.11.1980
- B. Planned hot shut-down for maintenance
- C. Reactor trip and subsequent generator maintenance
- D. TG 3 trip (double-earthfault)
- E. Planned cold shut-down
- F. Load reduction test
- G. Load reduction test and superheater leak elimination
- H. Superheater leak elimination
- I. Weekend regulation
- J. Efficiency tests and daily regulation
- K. Hot shut-down
- L. Burn of carbonbrush machine
- M. Weekend regulation
- N. Planned cold shut-down for maintenance

NETTOENERGIA-ANALYYSI JA SEN SOVELTUVUUS
SUOMEN OLOIHIN

Tausta

Yhdysvaltojen kongressi sääti vuonna 1974 lain, joka edellyttää, että uusia energiantuotantosysteemejä arvioitaessa niille on suoritettava energia-analyysi. Näin ollen energiantuotantosysteemien energia-analyysillä eli nettoenergia-analyysillä (NEA) on Yhdysvalloissa taloudellisuus- ja ympäristöanalyysien kaltainen virallinen asema. NEA-menetelmiä on esitelty viitteissä /1 ja 2/. Viite /3/ sisältää lisäksi perustellun arvioinnin menetelmien sovellutusmahdollisuuksista.

Menetelmä

Nettoenergia-analyysien sovellutuksina vaihtelevat sekä ne tekijät, jotka on otettu huomioon energiantuotantosysteemin energiankulutuksessa että energiankulutuksen mittaamistapa. Tuotantosysteemin energiankulutuksessa on otettava huomioon ainakin voimalaitoksen rakentaminen ja käyttö sekä polttoainekierto kokonaisuudessaan. Sen sijaan NEA:ssä ei oteta huomioon polttoaineen energiasisältöä, vaan ainoastaan energia, joka vaaditaan polttoaineen jalostamiseksi voimalaitoksella käytettävissä olevaan muotoon. Täydellisimmissä analyyseissä on otettu huomioon myös energiantuotannon seurannaisvaikutusten (terveydenhoito, korroosioauriot ja maatalouden menetykset) energiankulutus /4/.

Energiantuotantosysteemin kuluttamaa energiapanosta voidaan tarkastella kahdella tavalla. Prosessianalyysimenetelmässä tutkitaan systeemiin syötettyjen energia- ja materiaalivirtojen energiasisältöä. Materiaalivirtojen energiasisällön paljastamiseksi ne joudutaan kuitenkin tutkimaan alkutuotteisiinsa asti.

Matkalla törmätään lisäksi lukuisiin takaisinkytkentöihin. Käytännöllisempi lähestymistapa on yhdistää kansantalouden panos- tuotos -matriisi teollisuudenalojen energiankulutustaulukkoon. Tuloksena saadaan ns. energiakertoimet, jotka ilmaisevat kansantalouden eri sektoreiden suoran ja epäsuoran energiankulutuksen tuotannon arvoa kohti. Jaottelemalla tuotantosysteemin energiankulutuksen osatekijät kansantalouden sektorijakoa vastaaviin osiin ja kertomalla osien voluunit vastaavien sektoreiden energiaker-toimilla saadaan tuotantosysteemin kuluttama kokonaisenergiapanos.

Nettoenergia-analyysin tulokset ilmaistaan yleensä energiasuh-teina. Eri tarkoituksiin energiasuhteet voidaan määritellä eri tavoin. Valittava energiasuhde riippuu siitä, mitä halutaan tietää tai osoittaa, ja alan julkaisuissa suhteiden käyttö onkin sangen kirjavaa. Esimerkiksi viitteessä /4/ on käytetty seuraavia energiasuhteita:

$$EG_1 = \frac{\text{sähköenergian tuotto}}{\text{ekvivalenttinen termisen energian kulutus}} = \frac{E_o}{T_i + 3,35E_i} \quad (1)$$

$$EG_2 = \frac{\text{sähköenergian tuotto}}{\text{energian kulutus}} = \frac{E_o}{T_i + E_i} \quad (2)$$

$$EG_e = \frac{\text{sähköenergian tuotto}}{\text{sähköenergian kulutus}} = \frac{E_o}{E_i} \quad (3)$$

missä

E_o = voimalaitoksen kuluttajille tuottama sähköenergia =
bruttotuotto - oma käyttö - siirtohäviöt

T_i = termisen energian kulutus

E_i = sähköenergian kulutus.

Kertoimella 3,35 muutetaan sähköenergian kulutus ekvivalenttiseksi termiseksi energiaksi.

Analyysin tulos voidaan ilmaista myös energeettisenä takaisinmaksuaikana eli aikana, jonka kuluessa voimalaitos tuottaa yhtä paljon energiaa kuin se kuluttaa koko käyttöaikanaan. Merkitään energiasuhteita EG_1 , EG_2 ja EG_e vastaavia takaisinmaksuaikoja PB_1 , PB_2 ja PB_e . Esimerkiksi

$$PB_1 = \frac{T_i + 3.35E_i}{(E_o/30)} = \frac{30}{EG_1} \quad (4)$$

Sovellutukset

Poikkeavista määrittelyistä ja energiasuhteista johtuen eivät riippumattomien nettoenergia-analyysien tulokset ole yleensä suoraan vertailukelpoisia. Viitteessä /4/ on suoritettu energia-analyysi hiili-, fissio- ja fuusiovoimalaitokselle käyttäen kaavojen (1) - (3) energiasuhteita. Tulokset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Tuotantosysteemien energiasuhteet ja energeettiset takaisinmaksuajat.

	EG_1	EG_2	EG_e	PB_1 vuotta	PB_2 vuotta	PB_e vuotta
Hiili	5-7	6-9	53-93	4.0-5.9	3.3-4.6	0.3-0.6
Fissio (diffuusioväkevöinti)	3.5	7.5	15	8.6	4.0	2.0
Fissio (sentrifugiväkevöinti)	10	13	80	3.0	2.3	0.4
Fuusio	5	7	64	5.6	4.5	0.5

Tulosten mukaan fissiovoimalaitoksen energiasuhteet ovat huomattavasti kuin hiili- ja fuusiovoimalaitoksella, jos uraani väkevöidään diffuusiomenetelmällä. Väkevöinnin osuus fissiosysteemin kokonaisenergian kulutuksesta on tällöin 71 % ja sähköenergian kulutuksesta 90 %. Siirtyminen sentrifugi- (tai laserväkevöintiin) parantaa fissiosysteemin energiasuhteita huomattavasti. Hiilisynteessin energiankulutus aiheutuu pääosin hiilen louhinnasta ja kuljetuksesta. Näin ollen ainoa tapa parantaa sen energiasuhdetta on tarvittavan hiilimäärän pienentäminen eli voimalaitoksen termisen hyötysuhteen parantaminen.

Viitteessä /5/ on saatu fissiosysteemin energiankulutukseksi 6.8 % (BWR) ja 7.1 % (PWR) tuotetun energian määrästä. Energiakulutuksessa on sähkö- ja termisen energia laskettu suoraan yhteen. Vastaavasti hiilisynteessin energiankulutukseksi saatiin 6.7 % (avolouhos) - 7.8 % (hiilikaivos) tuotetun sähköenergian määrästä.

Viitteessä /6/ on verrattu fissiovoimalan ja termiseen konversioon perustuvan aurinko-sähkövoimalaitoksen energiankulutusta. Energiakulutukseksi saatiin fissiosysteemille 5.0 % ja aurinkosysteemille 9.4 % tuotetusta sähköenergiasta.

Edut ja haitat

Nettoenergia-analyysin edut ovat:

- NEA selvittää energiantuotantosysteemin osalta olennaisinta kysymystä eli systeemin energiantuotantotehokkuutta
- mittana käytetään energiaa, jolloin vapaudutaan finanssi- ja valuuttakysymysten käsittelyltä, joilla on keskeinen asema taloudellisuusanalyysissä.

Etujen vastapainoksi NEA:lla on sen käyttökelpoisuutta merkittävästi rajoittavia haittoja:

- energiantuotantosysteemin rajaaminen muusta kansantaloudesta on hankalaa
- energia on epähomogeeninen tuote (sähkö vs. termien energia, pohjakuorma vs. huipputeho), mikä selittää päättymisen energiasuhteen kirjajaan määrittelyyn
- polttoaineen arvo jää tarkastelun ulkopuolelle (NEA voisi hyvinkin puolustaa öljyn käyttöä sähkön tuotantoon)
- tarkasteluissa olisi otettava huomioon myös energialähteiden ehtyminen eli polttoaineen tuottamiseen vaadittavan energiapanoksen kasvaminen.

NEA soveltuu parhaiten uusien ja voimakkaasti kasvaviksi suunniteltujen energiantuotantosysteemien globaaliseen tarkasteluun. Sen avulla voidaan varmentaa, ettei kasvavan systeemin tuottama energia kulu pelkästään uusien voimalaitosten rakentamiseen.

Soveltuvuus Suomen oloihin

Tarkasteltaessa tilannetta ahtaasta kansallisesta näkökulmasta on huomattava, ettei ratkaisevaa suinkaan ole, kuinka paljon energiaa polttoaineen tai voimalaitoskoneiston myyjä tuotteensa valmistamiseen on kuluttanut, vaan se energiapanos, joka sisältyy tuonnin korvaavaan vientiin. Näin ollen tuontipanoksen osalta kansallisissa tarkasteluissa joudutaan palaamaan hintakysymykseen. Suomen olosuhteissa mielenkiintoisimmat nettoenergia-analyysin sovellutukset lienisivätkin asumiseen liittyvissä ratkaisissa sekä turpeen käytössä energiantuotantoon.

Viitteet

- /1/ Chapman, P.F., Energy Costs: A Review of Methods.
Energy Policy 2 (1974) 2, p. 91.
- /2/ Energy Analysis, Special Issue.
Energy Policy 3 (1975) 4.
- /3/ Manninen, J., Energia-analyysi. Raportissa Energiatalouden matemaattiset menetelmät, TKK, Teknillisen fysiikan osasto, TKK-F-B64 (1981).
- /4/ Tsoulfandis, N., Energy Analysis of Coal, Fission and Fusion Power Plants. Nuclear Technology/Fusion 1 (1981) 2, p. 238.
- /5/ Rombaugh, C.T. & Koen, B.V., Total Energy Investment in Nuclear Power Plants.
Nuclear Technology 26 (1975) 1, p. 5.
- /6/ Moraw, G et al, Energy Investment in Nuclear and Solar Power Plants. Nuclear Technology 33 (1977) 2, p. 174.

VTT JA STL OSALLISTUVAT RUOTSALASEEN FILTRA-SUOJARAKENNUSTUTKIMUKSEEN

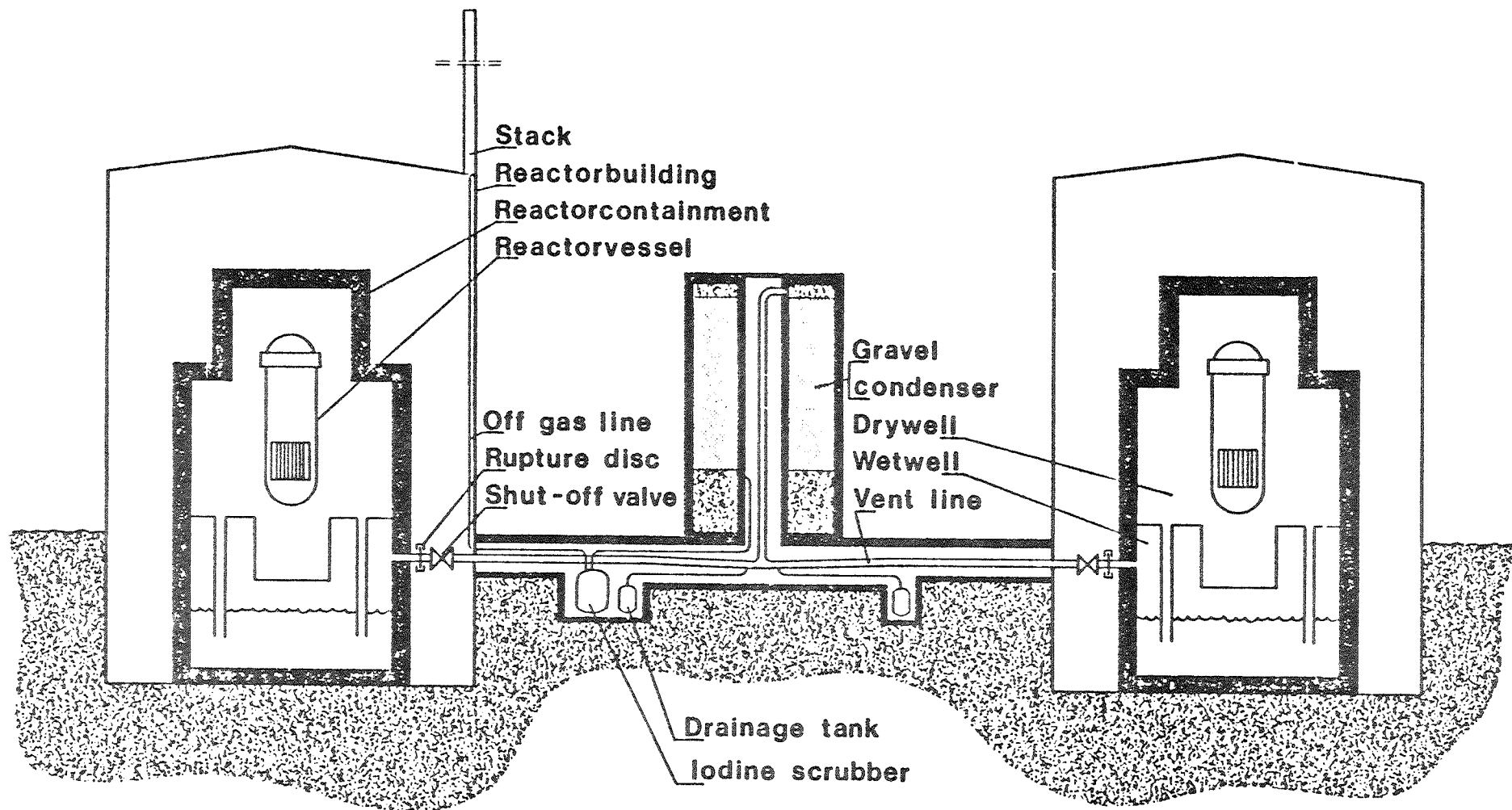
VTT ja STL osallistuvat ruotsalaiseen suodatinsuojarakennusten kehitys- ja tutkimusprojektiin FILTRA (Filtered Atmospheric Venting of LWR Containments). Studsvik Energiteknik AB:n ja Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen välillä on solmittu sopimus, jonka mukaan tutkija VTT:n ydinvoimatekniikan laboratoriosta työskentelee Studsvikissa FILTRA-projektiryhmässä runsaan puolen vuoden ajan. Vastineeksi STL ja VTT saavat tietyin rajoituksin käyttöönsä sopimuksen voimassaoloaikana ja sitä ennen projektissa syntyneet tutkimustulokset. Osallistumisella pyritään hankkimaan Suomeen valmiutta vakavien reaktorionnettomuuksien ja niiden seurausten arviointiin.

FILTRA on ruotsalainen helmikuussa 1980 alkanut tutkimusprojekti, jonka rahoittavat Kärnkraftinspektionen, Oskarshamnsverkets Kraftgrupp, Sydkraft ja Vattenfall. Projektin käytännön toteuttamisesta vastaavat Studsvik Energiteknik AB ja Asea-Atom. Mukana ei ole ulkomaisia jäseniä, mutta konsultteina käytetään mm. länsi-saksalaisia ja yhdysvaltalaisia laboratorioita ja insinööritoimistoja. Projektin kokonaiskustannuksiksi on arvioitu n. 20 MRkr ja kestoksi kolme vuotta.

Projektin tarkoituksena on tutkia mahdollisuuksia pienentää radioaktiivisten päästöjen riskiä vakavien reaktorionnettomuuksien yhteydessä (ns. onnettomuusluokka 9). Lopullisena päämääränä on hankkia riittävästi kokeellista ja analyttistä tietoa suodatinsuojarakennuksen rakentamiseksi sekä alustavasti suunnitella sellainen laitos. Käytännön suunnittelukohte on Barsebäckin ydinvoimala, jonka varustamisesta suodatinsuojarakennuksella vuoteen 1985 mennessä Ruotsin hallitus teki päätöksen kuluvaan vuodeen lokakuussa.

Suodatinsuojarakennuksen konstruktiosta on jo tehty useitakin suunnitelmia. Oheinen kuva esittää viimeisintä versiota, jossa maanpäällinen, lieriömäinen suodatinrakennus on molemmille laitosyksiköille yhteinen. Rakennuksen tilavuus on n. 10 000 m³. Pääsuodattimen tarkoituksena on myös lauhduttaa suodattimeen saapuva vesihöyry. Suodattavana materiaalina on kivimurska ja sora. Lauhduttimesta poistuvat kaasut johdetaan jodipesurin (150 m³) kautta toisen laitoksen kaasupiippuun. Nykyisen suunnitelman mukaan suodatinlaitokseen johtavat maanalaiset putkikanavat lähtevät suojarakennuksen lauhdutusosastosta. Niiden tehollinen poikkipinta on n. 0,25 m² ja niissä on sulkuventtiilit ja 6,5 barin paineessa avautuvat murtolevyt. Lauhdutusaltaan veteen voidaan lisätä jodin pidättymistä edistäviä aineita.

Suodatinlaitoksen rakentamispäätöstä ja itse FILTRA-projektin tavoitteita on myös kritisoitu. Arvostelu perustuu lähinnä TMI-onnettomuuden yhteydessä tehtyyn havaintoon, jonka mukaan kevytvesireaktorin primääripiiri ja suojarakennus rajoittavat tehokkaasti radioaktiivisten aineiden kulkeutumisen ympäristöön vakavissakin sydänvauriutilanteissa. Joka tapauksessa Ruotsin hallitus on ensimmäisenä toteuttamassa päätöstä, jolla tähdätään nykyisiä suunnittelun perustana olevia onnettomuuksia vakavampien onnettomuustilanteiden seurausten rajoittamiseen uusilla teknillisillä järjestelmillä.



FILTRA - FILTERED ATMOSPHERIC VENTING OF THE REACTOR CONTAINMENT

(Lähde: Lars Nilsson: FILTRA, Brief system description. 1981-10-06.)

MATKAKERTOMUS SUOMEN ATOMITEKNILLISEN SEURAN
EKSKURSIOSTA SVEITSIIN, RANSKAAN JA
ESPANJAAN 1981

Sisälllys:	Sivu
Ohjelma	57
Osanottajat	58
Saatesanoja matkakertomukseen	59
Vierailukohteet:	
NUCLEX-81	59
SUPERPHENIX	61
JUNTA DE ENERGIA NUCLEAR (JEN)	70
TECNATOM	72
ALMARAZin ydinvoimala	76
ENUSA	79
EQUIPOS NUCLEARES, S.A. (ENSA)	82

SUOMEN ATOMITEKNILLISEN SEURAN EKSKURSIO
SVEITSIIN, RANSKAAN JA ESPANJAAN 8...17.10.1981

O h j e l m a

- 8.10. Lento Helsinki-Zürich-Basel
- 8...9.10. NUCLEX 81-näyttely
- 10.10. Juna Basel - Lyon
- 11.10. Lyon
- 12.10. Vierailu SUPER-PHENIX-työmaalla Creys-
Malvillessa
- Lento Lyon - Madrid
- 13.10. JUNTA DE ENERGIA NUCLEAR (J.E.N.), Madrid
- Espanjan vierailun avauskeskustelut
Tutustuminen J.E.N:in tutkimuskeskukseen
Vierailu TECNATOMissa
- 14.10. Bussimatka Madrid - Almaraz
- Vierailu ALMARAZin ydinvoimalaitoksessa
- Bussimatka Almaraz - Ciudad Rodrigo
- 15.10. Vierailu ENUSAn uraanikaivoksella ja
siihen liittyvässä malmin rikastuslaitoksessa
- Bussimatka Ciudad Rodrigo - Madrid
- Vierailu ENUSAn pääkonttorissa
- 16.10. Lento Madrid - Santander
- Vierailu ENSAn tehtaalla
- Lento Santander - Madrid
- 17.10. Paluulento Madrid - Amsterdam - Helsinki

Osanottajat

<u>nimi</u>	<u>toimipaikka</u>
1. Holmström, Paavo	Rauma-Repola Oy, Porin tehtaas
2. Vapaavuori, Olavi	Teollisuuden Voima Oy
3. Toppila, Jaakko	Teollisuuden Voima Oy
4. Särkkä, Pauli	Teollisuuden Voima Oy
5. Häll, Lars-Erik	Teollisuuden Voima Oy
6. Hyvönen, Matti	Imatran Voima Oy
7. Pönni, Kaj	Imatran Voima Oy
8. Winter, Markku	Imatran Voima Oy
9. Skyttä, Pekka	Imatran Voima Oy
10. Ervola, Jaakko	Imatran Voima Oy
11. Lamroth, Harry	Imatran Voima Oy
12. Mäkelä, Kalevi	Imatran Voima Oy
13. Teräsvirta, Risto	Imatran Voima Oy
14. Kalli, Heikki	Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu
15. Hyppönen, Pertti	Valtion teknillinen tutkimuskeskus
16. Kilpi, Klaus	Valtion teknillinen tutkimuskeskus
17. Lunabba, Ralf	Valtion teknillinen tutkimuskeskus
18. Vistbacka, Kurt	Säteilyturvallisuuslaitos
19. Marttila, Jouko	Säteilyturvallisuuslaitos
20. Ojala, Aito	Enerconsult Ky
21. Hooli, Pekka	Wärtsilä Oy, Järvenpään tehdas
22. Pakkanen, Veijo	Wärtsilä Oy, Järvenpään tehdas
23. Jåfs, Daniel	Oy Finnatom Ab
+ vain Espanjan ohjelman osalta:	
24. Vilkamo, Olli	Säteilyturvallisuuslaitos
+ vain Ranskan ohjelman osalta:	
25. Ernsten, Svante	Finnish Brown Boveri

SAATESANOJA MATKAKERTOMUKSEEN

ATS:n tämänvuotisen ulkomaan ekskursion kohdemaana oli Espanja, mutta menomatalla poikettiin myös Baselissa Nuclex-näyttelyssä sekä Ranskan puolella Creys-Malvillessa SUPERPHENIXin rakennustyömaalla.

Tulkinnan oikein ekskursioryhmän vaikutelmia todetessani, että nämä menomatkan poikkeamat tuottivat lievän pettymyksen; syyt käyvät ilmi kohteita yksityiskohtaisemmin erittelevistä teksteistä seuraavassa. Vastapainoksi matkan pääkohde Espanja yllätti mieluisasti. Kiitokset tästä kuuluvat järjestelyt hoitaneelle Spanish Nuclear Societylle. Onnistuneet vierailut eri kohteisiin ja isäntiemme vieraanvaraisuus jäivät varmasti osanottajien mieliin; myönteistä vaikutelmaa vahvasti retkeä suosinut erinomainen sää.

Ekskursion matkanjohtajana toimi rutinoidusti Klaus Kilpi ja vierailujen viralliset kuviot hoiti koulitulla taidollaan seuran pj. Paavo Holmström. Matkan ideoinnista ja alkujärjestelyistä vastasivat Olli Tiainen, Antero Raade ja Harri Riikonen.

Heikki Kalli



Die Schweizer Mustermesse järjesti 6. - 9.10.1981 Baselissa 6. kansainväliset ydintekniikan messut näyttelyineen ja teknillisine esitelmätilaisuuksineen. 280 näytteillepanijaa 19 maasta oli katsonut aiheelliseksi osallistua tähän järjestäjien mielestä alan ainoaan maailmanlaajuisesti merkittävään tilaisuuteen. Lienee näin ollen paikallaan lyhyesti kommentoida tätä tapahtumaa, johon 25 ATS:n jäsentä Sveitsiin, Ranskaan ja Espanjaan suuntautuneen opintomatkan yhteydessä osallistui kahden päivän aikana.

Heti alkuun todettakoon, että viralliset yhteydet tulivat hoidetuksi. ATS:n johtokunnan edustajat kävivät tervehtimässä Swiss Association for Nuclear Energy'n puheenjohtajaa Mr. Beckiä sekä American Nuclear Society'n Executive Directoria Mr. du Templeä, joka viimeksimainittu muuten joutui lievän moottoripyöräonnettomuuden seurauksena tukeutumaan kainalosauvaan.

Ydintekniikan piirissä 15 vuoden aikana tapahtunut varsin mielenkiintoinen kehitys - Baselissa ensimmäiset Nuclex messut järjestettiin vuonna 1966 - ei ole voinut olla vaikuttamatta messujen sisältöön eikä myöskään niiden antiin. 60-luvun loppupuolella ja 70-luvun alkupuolella vallitsi varsinkin läntisissä teollisuusmaissa silmiinpistävä optimismi ydinvoiman kehityspotentiaalin suhteen. Vuoden 1975 Nuclex edusti ensimmäisen öljykriisin vauhdittamana jonkinlaista ydinvoimalaitosten ja niiden komponenttien markkinoinnin huipentumaa, kun taas v. 1978 tietty epävarmuus ja jopa pettymyskin oli jo ilmassa.

Ei ole tässä yhteydessä syytä lähteä lähemmin analysoimaan kehityksen kulkua, todettakoon vain, että Nuclex 81 ei vielä selvästi ennakoanut ydinvoiman uutta nousukautta. Näytteillepanijoiden joukosta eräät alan huomattavan tärkeät tekijät olivat jääneet tällä kertaa pois, kuten saksalainen Kraftwerk Union, ranskalainen Commisariat a l'Energie Atomique, englantilaiset National Nuclear Corporation ja Atomic Energy Authority sekä amerikkalainen Babcock & Wilcox ruotsalaisesta Asea-Atomista ja suomalaisista Imatran Voimasta ja Finnatomista puhumattakaan.

Objektiivisuuden nimessä on silti nooteerattava eräitä merkille pantavia tosiasioita. Monet esitelmöitsijät suhtautuivat varsin optimistisesti ydinenergian mahdollisuuksiin tulevaisuudessa käsitellessään sellaisia ajankohtaisia ongelmia kuin laitosten käytettävyyttä, jätteen käsittelyä ja varastointia, turvallisuusaspekteja sekä uusia reaktorisysteemejä. On lisäksi syytä korostaa monien ranskalaisten, sveitsiläisten, saksalaisten ja amerikkalaisten yhtiöiden vaikuttavaa panosta sekä näyttelyiden että esitelmien muodossa. Ja erityisesti japanilaiset ja neuvostoliittolaiset - viimeksimainitut näytteillepanijoina mukana ensimmäistä kertaa - antoivat positiivisen kuvan ydinvoiman mahdollisuuksista laajalla rintamalla, ei ainoastaan termisten vaan myöskin nopeiden ja fuusioreaktoreiden lyötyä itsensä läpi keskipitkän aikavälin kehityksen tuloksena.

Nuclexin tulevaisuudesta ja tarpeellisuudesta saatetaan olla montaa mieltä, ydinenergian maailmanlaajuisen hyväksikäytön puolesta puhuttiin messuilla silti sekä innokkaasti että osittain vakuuttavastikin.

19.10.1981

D. Jåfs

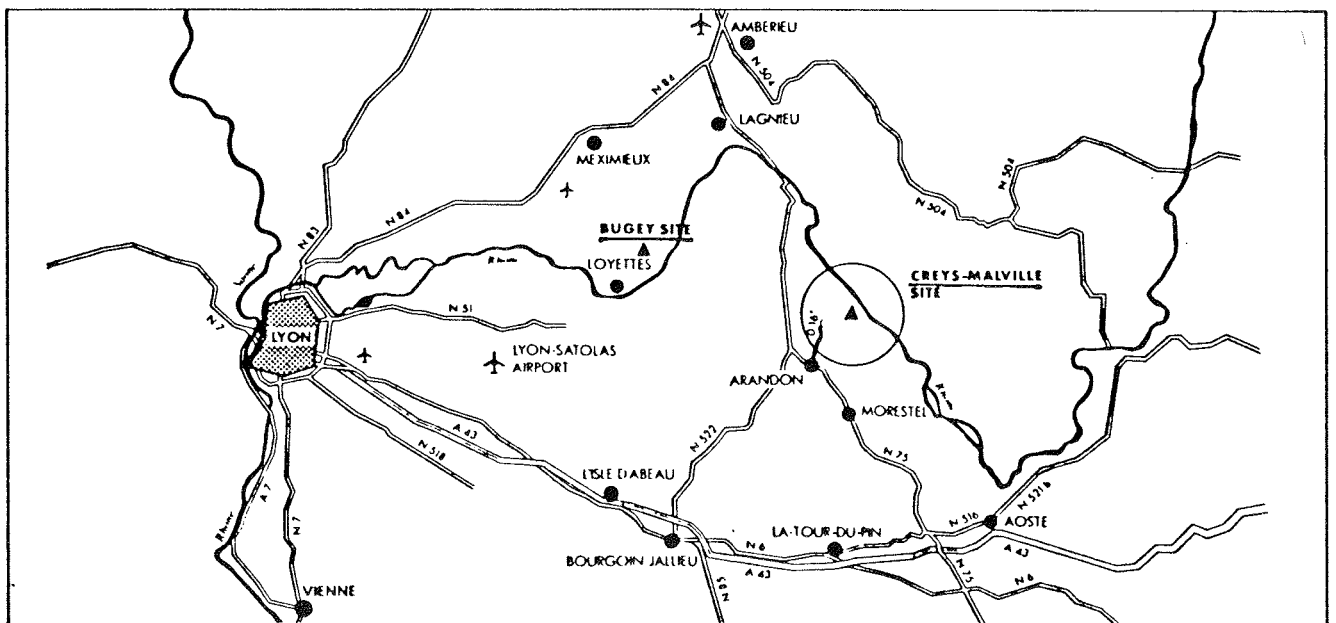
VIERAILU SUPERPHENIX-TYÖMAALLA CREYS-MALVILLESSA
12.10.1981

Creys-Malvillen ydinvoimalaitos eli SUPERPHENIX on moni-kansallinen eurooppalainen yhteishanke, jonka alkuketki sijoittuu heinäkuuhun 1971; tällöin seuraavat kolme sähkön-tuottajayhtiötä

- Electricité de France, EDF (Ranska)
- Ente Nazionale per l'Energia Elettrica, ENEL (Italia)
- Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG, RWE (Saksan liittotasavalta)

ilmoittivat aikeistaan rakentaa yhdessä nopealla hyötö-reaktorilla varustetun 1200 MWe:n ydinvoimalaitoksen.

Vuoden 1973 lopulla solmittiin em. osapuolien kesken sopimus laitoksen rakentamisesta ja sen tulevasta käytöstä. Näitä tehtäviä varten perustettiin heinäkuussa 1974 yhtiö nimeltä NERSA (Centrale Nucléaire Européenne à Neutrons Rapides S.A.), jonka omistus jakautui seuraavasti: EDF 51 %, ENEL 33 %, RWE 16 %. Myöhemmin omistus pohjaa on laajennettu; RWE:n osuus on siirtynyt Schnellbrüter Kernkraftwerksgesellschaftille (SBK), jonka omistajina



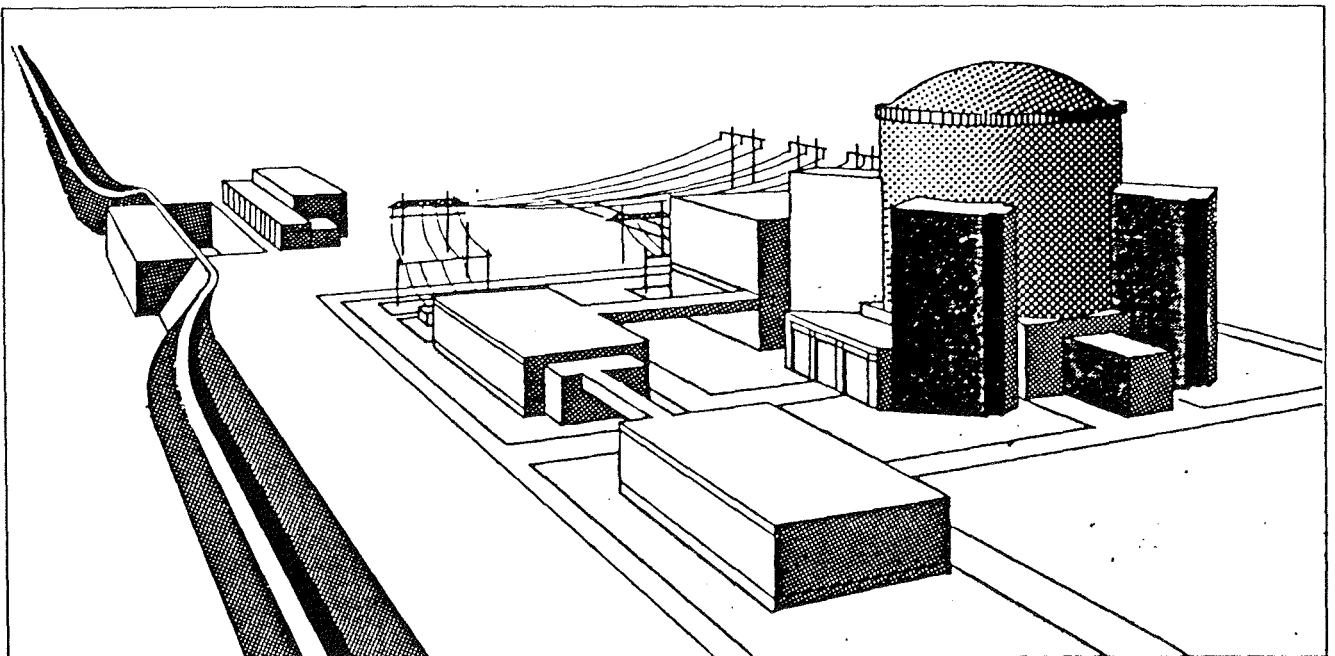
ovat RWE (69 %), SEP (Hollanti), Electro-Nucléaire (Belgia) ja CEGB (Englanti).

Laitoksen rakentaminen alkoi vuonna 1975 mittavilla maansiirtotöillä, vuoden 1976 lopulla suoritettiin ensimmäiset betonivalut. Tärkeimmät kontrahdit (3/4 kokonaiskustannuksista) ovat:

- reaktorin ja ydintekniikan toimittaa ranskalainen Novatome-ryhmä yhdessä italialaisen Nira-ryhmän kanssa
- turbo-generaattorit tulevat italialaiselta Ansaldo Companylta
- rakennustöitä johtaa ranskalainen Fogerolles Co yhdessä italialaisen Condotte d'Acquan ja saksalaisen Philip Holtzmannin kanssa.

Toimitukset on jaettu osakasmaihin NERSAn omistussuhteita noudatellen; kaikkiaan voimalan rakentamiseen osallistuu noin 150 yritystä.

SUPERPHENIXin rakennustöille on tyypillistä, että suuri osa pääkomponenteista (kuten reaktoriastia, sitä ympäröivä turva-astia, reaktoriastian sisärakenteet ja kansi) on

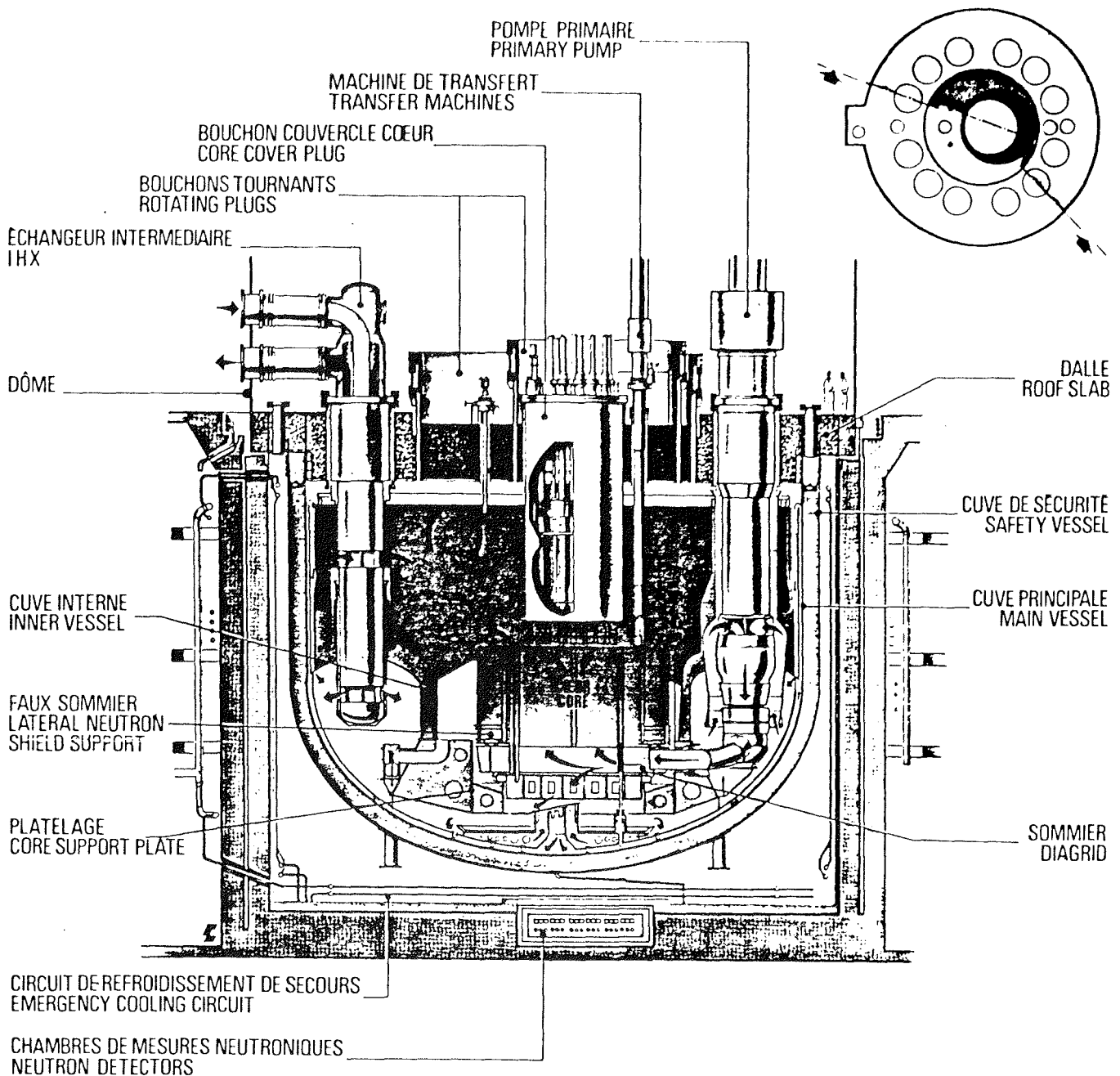


valmistettu tai koottu laitospaikalle rakennusvaihetta varten perustetussa workshopissa. Käyntimme aikaan workshop oli jo lähes tyhjä; edellä mainitut pääkomponentit oli siirretty paikoilleen reaktorirakennukseen.

Työntekijöiden kokonaismäärä työmaalla oli käyntimme aikaan 1500-1600 henkeä. Näistä suurin osa oli luonnollisesti ranskalaisia, noin kolmannes oli italialaisia, saksalaisia oli jonkin verran, toinen oppaistamme oli työmaan ainoa englantilainen. Työntekijöiden kokonaismäärän arvioitiin nousevan kahteen tuhanteen vuoden lopulla.

SUPERPHENIXin välittömiksi rakennuskustannuksiksi ilmoitetaan 5840 MFrangia vuoden 1977 rahassa (ilman alkulatausta). Suunnitelmien mukaan laitoksen pitäisi valmistua vuosien 1983-84 vaihteessa eikä näistä suunnitelmista tällä hetkellä olla merkittävästi myöhässä. Valmistuessaan Superphenix on suurin ja ainoa yli 1000 MWe:n nopeareaktorilaitos. Tällä hetkellähän suurin on 600 MWe:n BN-600 Neuvostoliitossa.

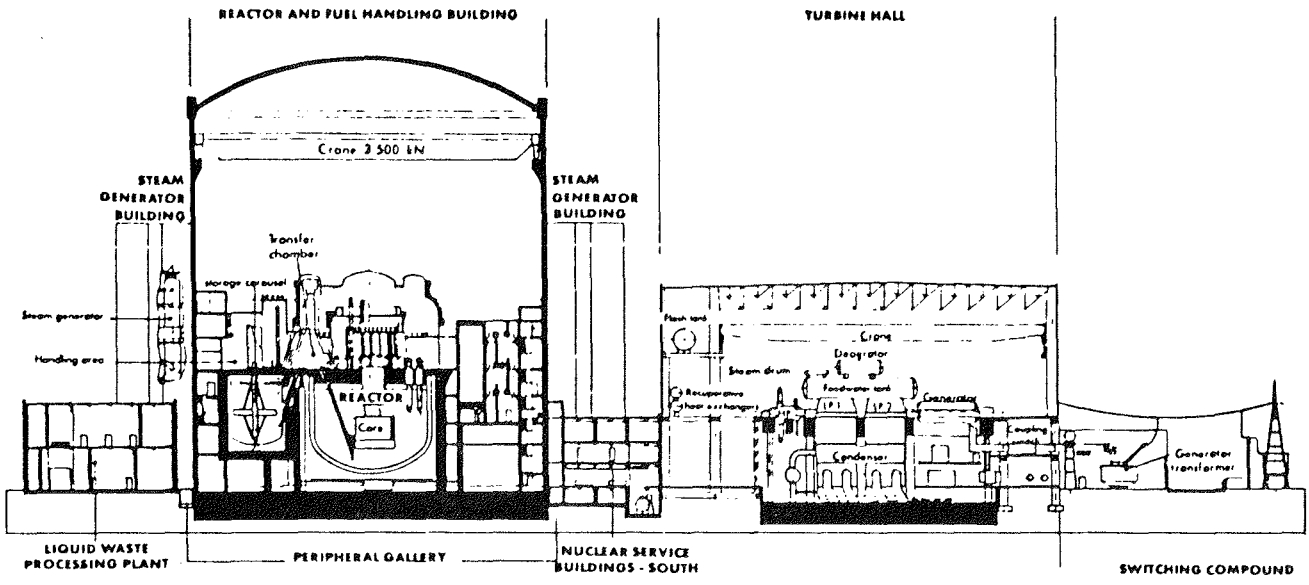
SUPERPHENIXin primääripiirin yleisenä suunnitteluperiaatteena on ns. allasratkaisu, jota ranskalaiset ovat käyttäneet jo PHENIXissä. Allas-lay-outissa primääripiiri on integroitu suurikokoisen reaktoriastian sisään; primääripiirin pumput (4 kpl) ja välilämmönvaihtimet (8 kpl) uivat sulassa natriumissa reaktorisydämen ympärillä kiinnittyen ylhäältä reaktoriastian kansilaattaan. Allasratkaisun vaihtoehto olisi ns. luppiratkaisu, jossa pumput ja lämmönvaihtimet ovat reaktoriastian ulkopuolella samaan tapaan kuin esimerkiksi painevesireaktoreissa. (Luppiratkaisuun ATS:n ekskursiolaisilla oli mahdollisuus tutustua puolitoista vuotta sitten Japanissa JOYO-reaktorilla). Allasratkaisussa jäähdytteenmenetyks on lähes mahdotonta, samoin altaan valtava lämpökapasiteetti takaa järjestelmälle suuren hitauden erilaisissa onnettomuustilanteissa.



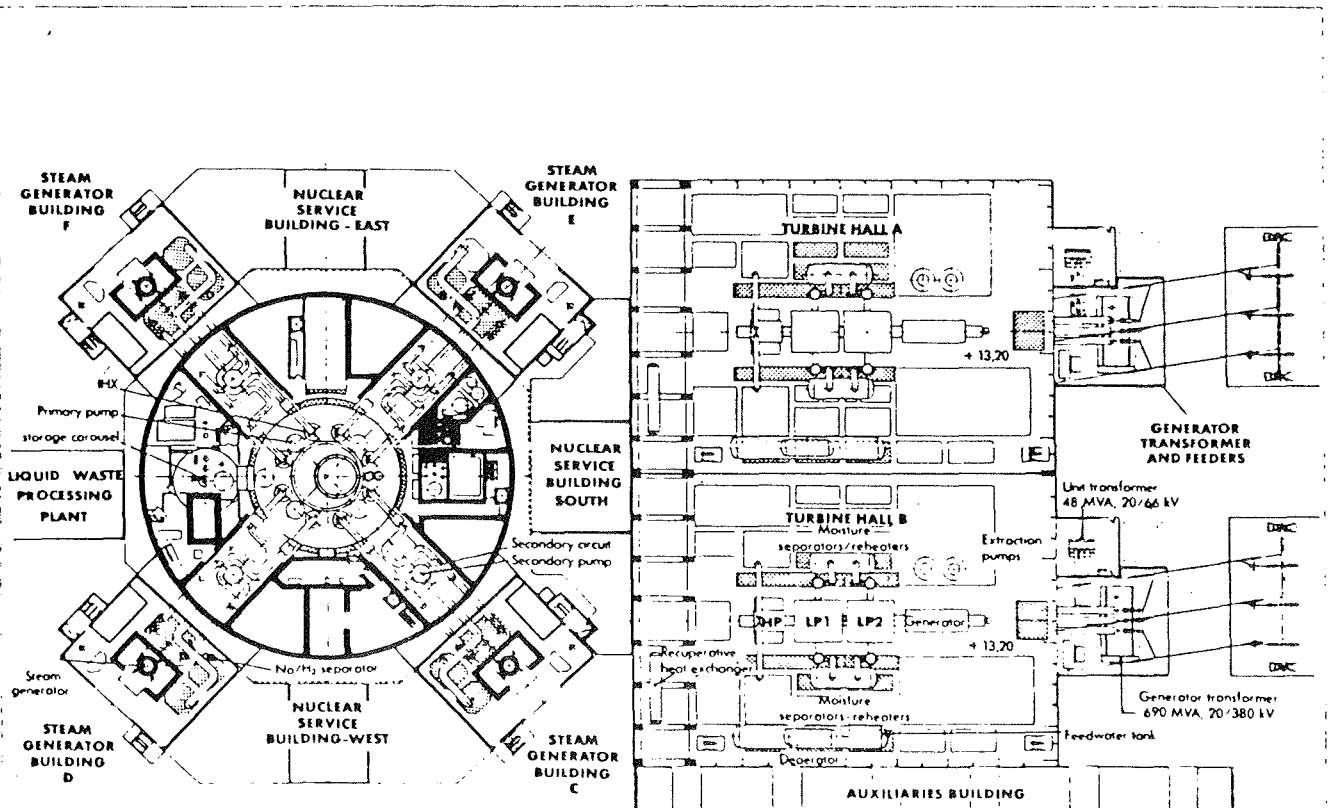
Bloc réacteur : coupe par pompe et échangeur.
Reactor assembly : cross section through primary pump and IHX.

Primääripiirin jäähdytteenä toimiva sulaa natrium aktivoituu kulkiessaan sydämen läpi. Tästä johtuen jäähdytettä ei viedä suoraan höyrystimille, vaan lämpö siirretään välilämmönvaihtimilla puhdasta (ei-aktiivista) natriumia sisältäviin välipiireihin. SUPERPHENEXissä näitä välipiirejä on neljä; ne lähtevät reaktoriastiasista säteittäisesti 90°:een välein, kuten oheisesta laitoksen pohjapiirroksista nähdään.

SUPERPHENIX



Lengthwise section through plan



Plan view of plant (section through level 22.50)

Lämmönvaihtimissa kuumennuttuaan välipiirien sula natrium kiertää höyrystimille, jotka SUPERPHENIXissä on sijoitettu suojarakennuksen ulkopuolelle omiin rakennuksiinsa reaktorirakennuksen neljälle kulmalle. Laitoksen arvoja on tiivistetty oheiseen taulukkoon; tässä kannattaa mainita seuraavaa:

- natriumin lämpötila primääripiirissä reaktorisydämen ulostulossa 545 °C
- natriumin lämpötila välipiirissä höyrystinten sisäänmenossa 525 °C
- höyryn lämpötila ennen turbiinia 487 °C
- höyryn paine ennen turbiinia 177 bar.

Turbiinille menevä höyry on siis tulistettua ja siten olennaisesti parempilaatuista kuin esimerkiksi kevytvesireaktorilaitoksissa; höyryarvot lähentelevät konventionaalisten fossiilisia polttoaineita käyttävien laitosten arvoja.

Vierailumme työmaalla osui ennakkotiedoista poiketen sellaiseen saamaan, että nähtävää oli poikkeuksellisen vähän. Kävimme lähes autiossa workshopissa, josta suuri määrä valmiita komponentteja oli edeltävinä kuukausina siirretty lopullisille sijoituspaikoilleen. Reaktorirakennuksessa taas primääripiiriä ympäröivä teräksinen suojakupu (näkyä laitoksen pituusleikkauksessa) oli hitsattu kiinni käyntiämme edeltävällä viikolla; siten sielläkään ei ollut juuri mitään näkyvillä. Turbiinihallissa olivat laitoksen kahden italialaisen turbiinin asennustyöt meneillään. Pistäydymme myös tulevassa valvomossa, jossa työt kuitenkin olivat vasta aivan alkuvaiheessa.

Näin ollen vierailun tärkein tiedollinen anti saatiin info-rakennuksessa, jossa näimme SUPERPHENIXin periaatteita ja tärkeimpiä komponentteja käsittelevän filmin ja kuulumme M. Fournierin esittelyn. Matkalla Creys-Malvillesta Lyon-Satolas'n lentokentälle teimme mutkan BUGEYn voimalan parkkialueen kautta. Tähän Ranskan tällä hetkellä suurimpaan ydinvoimalaan (5 yksikköä: 540 MWe GCR ja 4 x 900 MWe PWR) ATS:lla oli tilaisuus tutustua jo rakennusvaiheessa seuran edellisellä Ranskaan suuntautuneella ekskursiolla.

TECHNICAL AND GENERAL CHARACTERISTICS OF THE PLANT

SUPERPHENIX

Reactor type	integrated type, sodium-cooled, fast reactor	REACTOR VESSEL	
		Shape	cylindrical with torispherical bottom
Nominal thermal capacity of boiler	3000 MW	Inside diameter	21000 mm
New electrical capacity with two 3000 r.p.m. turbo- alternator sets	1200 MWe	Height	19500 mm
Gross electrical capacity	1240 MWe	Metal	stainless steel
Planned number of operating hours annually	6600 h	PRIMARY LOOPS	
FUEL		Heat-transfer fluid	sodium
Composition	mixed oxide sintered UO ₂ -PuO ₂	Total mass of sodium in primary loops	3500 t
Mass enrichment with Pu 239 equivalent (average)	15.12 %	Nominal flow-rate	4 x 4.24 t/s
Mass of Pu 239 equivalent	4800 kg	Temperature at outlet from intermediate heat exchangers	392 °C
Breeding ratio	0.183	Temperature at core inlet	395 °C
Maximum burn-up rate (planned figure)	70,000 - 100,000 MWd/t (oxide)	Temperature at core outlet	545 °C
		Temperature at inlet to intermediate heat exchangers	542 °C
CHARACTERISTICS OF FUEL ASSEMBLIES		SECONDARY LOOPS	
No. of assemblies in core	364	Heat-transfer fluid	sodium
No. of pins per assembly	271	Total mass of sodium in secondary loops	1500 t
Overall length of pin	2700 mm	Nominal flow-rate	4 x 3.27 t/s
Overall length of assembly	5400 mm	Temperature at outlet from steam-generators	} 345 °C
Cladding material	stainless steel	Temperature at inlet to intermediate heat exchangers	
Nominal maximum can temperature	620 °C	Temperature at outlet from intermediate heat exchangers	} 525 °C
		Temperature at inlet to steam-generators	
CHARACTERISTICS OF THE RADIAL BLANKET ASSEMBLIES		WATER/STEAM CIRCUITS	
No. of assemblies in core	233	Temperature of water at inlet to steam-generators	235 °C
No. of pins per assembly	91	Temperature of steam at turbine intake	487 °C
Overall length of pin	1950 mm		
Overall length of assembly	5400 mm	Pressure of water at inlet to steam-generators	210 bar
Cladding material	stainless steel	Pressure of steam at turbine intake	177 bar
CHARACTERISTICS OF CONTROL ASSEMBLIES		Nominal flow-rate	4 x 340 kg/s
Main shutdown system			
- No. of assemblies in core	21		
- No. of absorbent pins per assembly	31		
- Length of pin	1300 mm		
- Cladding material	stainless steel		
Back-up shutdown system			
- No. of assemblies in core	3		
- No. of elements in assembly	3		
- Cladding material	stainless steel		

SPANISH NUCLEAR SOCIETY

STEERING BOARD

	<u>Name</u>	<u>Address</u>
President	A. Barandiarán	IBERDUERO, S.A.
Vice-President	J.L. Hernández Varela	HIDROELECTRICA ESPAÑOLA, S.A.
General Secretary	M. Perelló	JUNTA ENERGIA NUCLEAR
Treasurer	A. Llorente	ENUSA
Member	F. Albisu	SENER.
Member	J.M. Aldeanueva	WESTINGHOUSE PROY. ELECTRICOS
Member	X. Jardí	EMPRESARIOS AGRUPADOS
Member	A. Martín	C.N. VALDECABALLEROS
Member	E. Ugedo	TECNATOM, S.A.
Member	J.L. del Val	ELECTRA DE VIESGO, S.A.

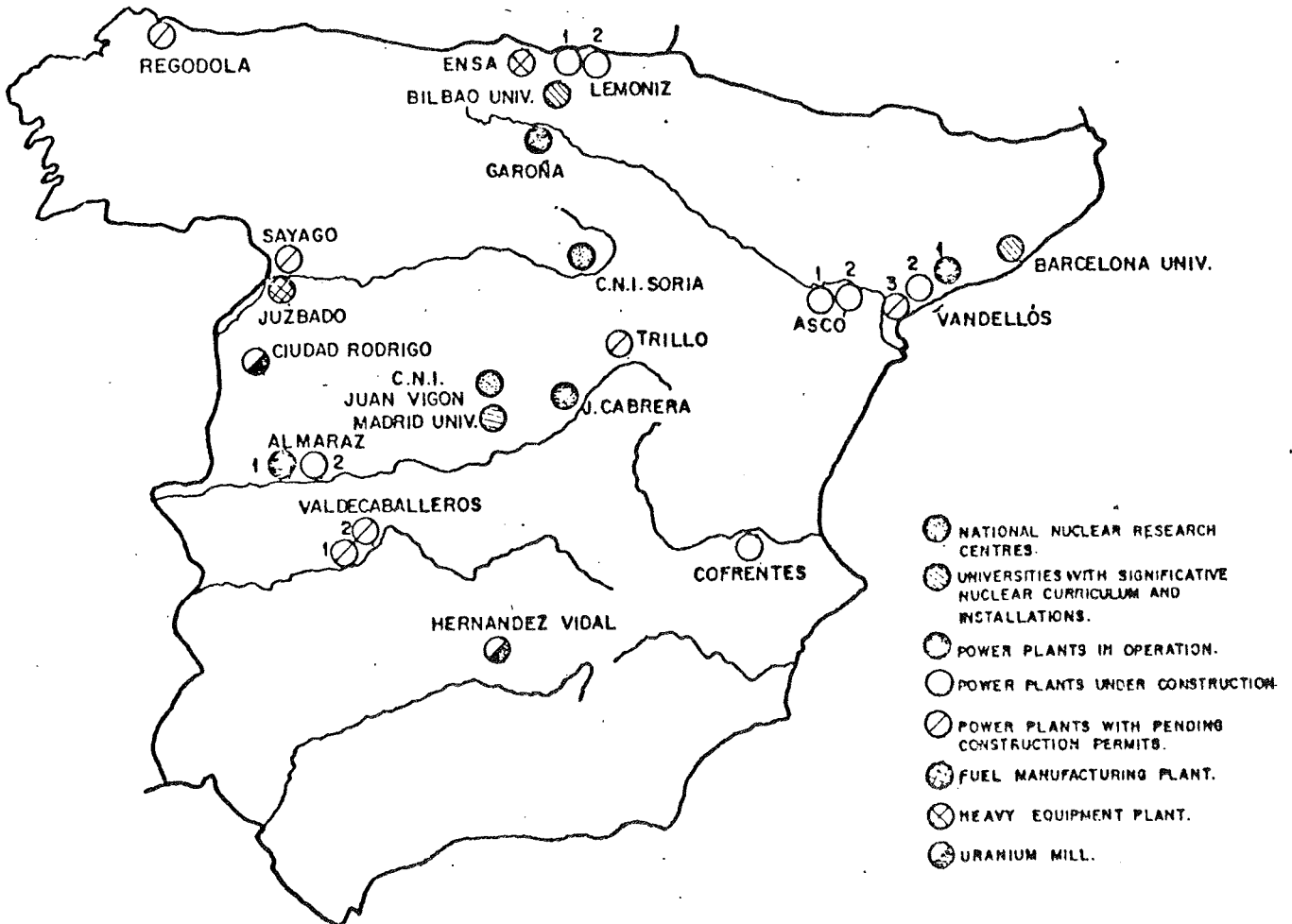
RESPONSIBLE PERSONS FOR THE DIFFERENT VISITS

<u>VISIT</u>	<u>PERSON</u>	<u>ADDRESS</u>
General Coordinator	M. Perelló	JUNTA DE ENERGIA NUCLEAR Nuclear Safety Department
JUNTA ENERGIA NUCLEAR	J. Reig	JUNTA ENERGIA NUCLEAR Nuclear Safety Department
TECNATOM, S.A.	E. Ugedo	TECNATOM
C.N. ALMARAZ	J. Fernández Mesa	C.N. ALMARAZ
ENUSA	A. Llorente	ENUSA
ENSA	L. Palacios	ENSA

CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

EN EXPLOTACION			EN CONSTRUCCION			CON AUTORIZACION PREVIA	
CENTRAL	POTENCIA MWe	AÑO ENTRADA EN SERVICIO	CENTRAL	POTENCIA MWe	AÑO ENTRADA EN SERVICIO	CENTRAL	POTENCIA MWe
J. CABRERA	160	1968	ALMARAZ-2	930	1982	VANDELLOS-3	~1000
GAROÑA	460	1970	LEMÓNIZ-1	930	1982	SAYAGO	~1000
VANDELLOS-1	500	1972	LEMÓNIZ-2	930	1982	REGODOLA	~1000
ALMARAZ-1	930	1981	ASCO-1	930	1982		
			ASCO-2	930	1983		
			COFRENTES	975	1982		
			VALDECABALLEROS-1	975	—		
			VALDECABALLEROS-2	975	—		
			TRILLO-1	1030	—		
			TRILLO-2	~1030	—		
			VANDELLOS-2	~1000	—		

Enero 1981



LOCATION OF NUCLEAR POWER PLANTS AND RELATED FACILITIES.

DSN/5005/0981

Espanjan vierailun avauskeskustelu

Vierailun järjestelyt hoitaneen Sociedad Nuclear Española (SNE) eli Spanish Nuclear Society'n puolesta seuran pj. A. Barandiarán toivotti ryhmämme tervetulleeksi. Tukenaan pääosa SNE:n johtokuntaa (liitteellä) hän senjälkeen esitteli Espanjan energiapoliittista tilannetta ja vastaili tehtyihin kysymyksiin.

Seuraava ennuste on kopioitu pj. Barandiaránin diastasiin esitetään eri energialähteiden prosenttiosuudet Espanjassa vuosille -85 ja -90.

	aikaisempi ennuste	tuore ennuste	
	1985	1985	1990
öljy	55,6	48,8	43,3
hiili	16,2	23,0	23,9
vesi	9,8	10,7	9,5
kaasu	5,2	6,8	7,3
ydin	13,2	10,7	16,3
uudet	-	-	1,0.

Tavoitteeksi on siis asetettu suuren öljyriippuvuuden vähentäminen lähinnä lisäämällä hiilen ja ydinen energian käyttöä. Ydinvoimaloiden rakentamisessa on sattunut eräitä viiveitä, joista johtuu ero aikaisemman ja tuoreen ennusteen välillä vuodelle 1985.

Espanjan ydinvoimalaohjelma esitetään oheisessa taulukossa. Pj. Barandiarán jakoi laitokset kolmeen sukupolveen, joista ensimmäiseen kuuluvat vanhimmat kolme voimalaa. Toinen sukupolvi alkaa ALMARAZ-I:stä ja kolmanteen kuuluvat ohjelman viimeiset laitokset.

Kotimainen osuus voimaloiden rakentamisessa kasvaa seuraavasti:

- I sukupolvi: 40-50 % (rakennustyöt, joitakin sähköisiä komponentteja, pumppuja etc.)
- II-sukupolvi: 70-80 % (lisää sähköisiä ja mekaanisia komponentteja, ydinteknisessä osassa höyrystimet, pumput, lämmönvaihtimet)
- III-sukupolvi: 90 % (kaikki tärkeimmät komponentit reaktori-paineastia mukaanlukien)

Voimalat on ostettu Ranskasta, Yhdysvalloista ja Saksan liittotasavalta. Kysymykseen lupakäsittelystä vastattiin, että se toisaalta perustuu kansallisille ohjeille ja toisaalta vaaditaan, että rakennettavan voimalan täytyy olla hyväksyttävissä valmistajamaassaan. Yhdysvaltain käytäntöä noudatetaan useissa erityiskysymyksissä, kuten maanjäristykset, missiilit etc. (Meille huomautettiin, etteivät Espanjan pohjois- ja sisäosat ole maanjäristysaluetta.) Samoin TMI:n vaikutukset tutkimustoimintaan, käyttöhenkilökunnan koulutukseen, laitosten instrumentointiin ovat olleet samansuuntaisia kuin Yhdysvalloissa.

J.E.N.in tutkimuskeskuksen esittely

J.E.N.in Madridissa sijaitseva tutkimuskeskus on perustettu 1951. Se on ollut ainoa ydintekniikan tutkimuskeskus Espanjassa; lähes kaikki alan tutkijat ovat saaneet siellä koulutuksensa. Laitoksessa työskentelee tällä hetkellä 2800 henkeä. Näimme keskuksen toimintaa käsittelevän filmin, josta on merkitty muistiin seuraava luettelo paino-alueista:

- Polttoainekierron alkupää: uraanin prospektointi, kaivos- ja rikastustekniikka.

Tämä aktiviteetti on siirtynyt paljossa ENUSalle, mutta J.E.N. on edelleenkin asiantuntijaelin.

- Polttoaine: elementtien valmistus koereaktoreille, PWR polttoaineen valmistusta kokeilumielessä, osallistumista kv. yhteistyöhön koskien nopeiden reaktoreiden polttoainetta.
- Reaktorit: laskuja, mittauksia, turvallisuusanalyysseja, Na-teknologiaa koskevaa tutkimusta.
- Radioaktiivinen jäte ja käytetty polttoaine: käsittely, varastointi, kuljetus, loppusijoitus.
- Isotooppituotanto.
- Fuusiotutkimus: Espanja on liittynyt EEC-maiden yhteishankkeeseen JET; tutkijat toimivat pääasiassa ulkomailla.
- Perustutkimus: ydinfysiikkaa, suurenergiafysiikkaa, säteilybiologian sekä säteilyvaurioiden tutkimusta.
- Säteilysuojaus ja ympäristön suojelu: laitosten säteilysuojelu ja ympäristövalvonta, dosimetriikka, ympäristönäytteiden keräys ja analysointi, laitoksen käytöstäpoisto.
- Turvallisuustutkimus: voimalat (siis myös käytöstäpoisto), kuljetukset etc. Tämä aktiviteetti on paljolti siirtynyt kansallisille viranomaisille, mutta J.E.N. on yhä asiantuntijaelin.
- Henkilökunnan koulutus.

Espanjan mittavasta ydinvoimalaohjelmasta johtuen tällä hetkellä on rakenteilla uusi SORIAN ydintutkimuskeskus, jossa tutkittaisiin ainakin polttoainekiertoa (MOX-polttoaineen valmistusta, jälleenkäsittelyä pilot plantissa), Na-teknologiaa sekä ympäristönsuojelua.

Tutkimuskeskuksessa nähdyt laitteistot

- Koereaktori JEN-1

Tämä GE:n toimittama 3 MW:n allasreaktori valmistui 1958. Alkuvuosina reaktorin sydäntä voitiin siirtää reaktorialtaassa; vuodesta 1971 se on kiinteästi asennettuna... Neutroniradiografioita.

- Hot cells

ZRDP-nimisen ohjelman puitteissa yhteistyössä Westinghousen kanssa tutkitaan säteilytettyä PWR-polttoainetta mittaamalla tiheyden ja mittojen muutokset, määrittämällä palama ja isotooppijakauma, analysoimalla fissiokaasut, tutkimalla suojakuoren mekaanisia ominaisuuksia ja rakenne-muutoksia.

- Nopea nollateho reaktori

Reaktori muodostuu kahdesta symmetrisestä puoliskosta, joista toinen liikkuu; ajamalla sitä kohti kiinteää puoliskoa saatetaan järjestelmä kriittiseksi. Sydämessä on 90 %:ksi väkevöityä U^{235} :ia kahtena sylinterikiekkona (yksi kummassakin puoliskossa) 11 + 11 kg ja \emptyset 11 cm. Heijastin on luonnonuraa. Reaktoria käytetään 50 W:n teholla, neutronien spektri on 1 keV:n tienoilla. Säätö tapahtuu muuttamalla neutronien vuotoa tukkimalla tai avaamalla sydämeen johtavia reikiä luonnonuraanisauvoilla. Järjestelmää käytetään koulutuksessa ja sillä tehdään myös säteilyvauriotutkimuksia sekä testataan tietokoneohjelmia.

- Natriumluuppi

Na-teknologiaa koskeva tutkimus tapahtuu läheisessä yhteistyössä Karlsruhen tutkimuskeskuksen kanssa. Toiminta alkoi vuonna 1973 ja 1978 käynnistettiin kolmas koeluuppi ML-3. Tutkimuksen aiheena on ollut terminen kohina, erilaiset komponentit, materiaalien korroosio ja väsyminen. Uuteen SORIAN tutkimuskeskukseen on suunnitteilla Na-luuppi ML-4, jossa voitaisiin oikeissa toimintaolosuhteissa suorittaa 1:1 komponenttitestejä.



ATS:N VIERAILU TECNATOM S.A.:LLA ESPANJASSA 13.10.1981

1
JOHDANTO

Tecnatom, S.A. on v. 1957 perustettu yksityinen yhtiö, jonka päätavoitteena on ydinvoiman käyttöönotto Espanjan sähköntuotannossa. Vuosina 1957 - 1970 yhtiön toiminta keskittyi lähinnä hallinnollisiin tehtäviin, jotka liittyivät Espanjan ensimmäisen ydinvoimalaitoksen, Central Nuclear José Cabreran, suunnitteluun, rakentamiseen ja käyttöönottoon. Vuonna 1970 yhtiö organisoitiin uudelleen seitsemän osakasyhtiön rahoittamana toiminnan kohdistuessa seuraavassa esitetyille uusille alueille henkilökunnan jakautuessa seuraavasti:

Akat. tutkinnon suorittaneita	37	
Tekn. henkilökunta	34	
Tekn. apuhenkilök. ja toimistotyöntekijät	60	131

2
TOIMIALUEET

Koulutus, joka käsittää sekä konventionaalisen että ydinvoimalaitoksen operatöörit ja teknillisen henkilökunnan

Ydinteknisten komponenttien määrääaikaistarkastukset

Kunnossapito

Dokumentaatio, kirjasto- ja tiedotuspalvelut

3 TUTUSTUMISKOHTEET

Meille esiteltiin pääasiassa operatöörien koulutusta ja reaktoritankin tarkastuslaitteita.

3.1 Operatöörien kouluttaminen

Koulutusohjelma on samantapainen kuin esim. Suomessa. Ohjelma on jaettu kuuteen vaiheeseen, joista 0 ... II vaiheet vastaavat Suomessa käytössä olevaa AKU-kurssia, III vaihe on käyttöohjeiden läpikäynti simulaattorin kanssa vastaten lähinnä TVO:n käyttämää Studsvikin peruskurssia. IV vaihe vastaa suomalaista laitokurssia, jossa tutustutaan yksityiskohtaisesti oman laitoksen järjestelmiin ja niiden toimintaan. V vaihe on koekäyttöön osallistumista samaan tapaan kuin Suomessa laitosten käyttöönottovaiheessa. Vaihe VI on jälleenkoulutusta samaan tapaan kuin Suomessa.

3.1.1 Koulutussimulaattorit

Koulutuksen apuvälineiksi oli hankittu kaksi täysimittaista koulutussimulaattoria. Toimittaja oli Singer-Link Co. Simulaattorit oli toimitettu elokuussa -78 ja helmikuussa -79.

Referenssilaitoksina on 928 MWe Lemóniz 1 (Westinghouse PWR) ja 974 MWe Cofrentes (General Electric BWR -6). Kumpikaan laitos ei vielä ole käytössä. Simulaattoreissa on oleellisesti toteutettu koulutussimulaattoreita koskeva ANSI/ANS-standardi.

Meillä oli tilaisuus tutustua lähemmin BWR-simulaattoriin ja seurata erään häiriön simulointia. "Valvomossa" oli simuloitu kaikki keskeiset taulut, mutta vähemmän tärkeät taulut samoinkuin simulaattorin tilaushetkenä vielä suunnitelmittaan keskeneräiset perifeeriset toiminnot oli jätetty pois. Referenssilaitoksen tietokonejärjestelmä, joka oli verraten alkeellinen, oli simuloitu osana simulaattoritietokoneessa eikä duplikoitu. Simulaattoritietokonejärjestelmänä oli kahdella keskusyksiköllä varustettu SEL 32/50.

Valvomossa oli noin 650 analogista näyttöä ja noin 7000 erilaista merkki- ja hälytyslamppua. Simulointitietokonejärjestelmään vietiin valvomon laitteistosta noin 70 analogiviestiä ja 2400 binääriviestiä.

Kouluttajan lasikopissa oli kuvaputkipäätte ja pieni määrä kiinteästi ohjelmoituja painonappeja erilaisia toimintoja varten. Lisäksi oli kuvaputken kopiointia varten hard copy-yksikkö. Kouluttajalla oli käytössään kannettava ohjausyksikkö, millä oli mahdollista mm. käynnistää esivalittuja häiriöitä.

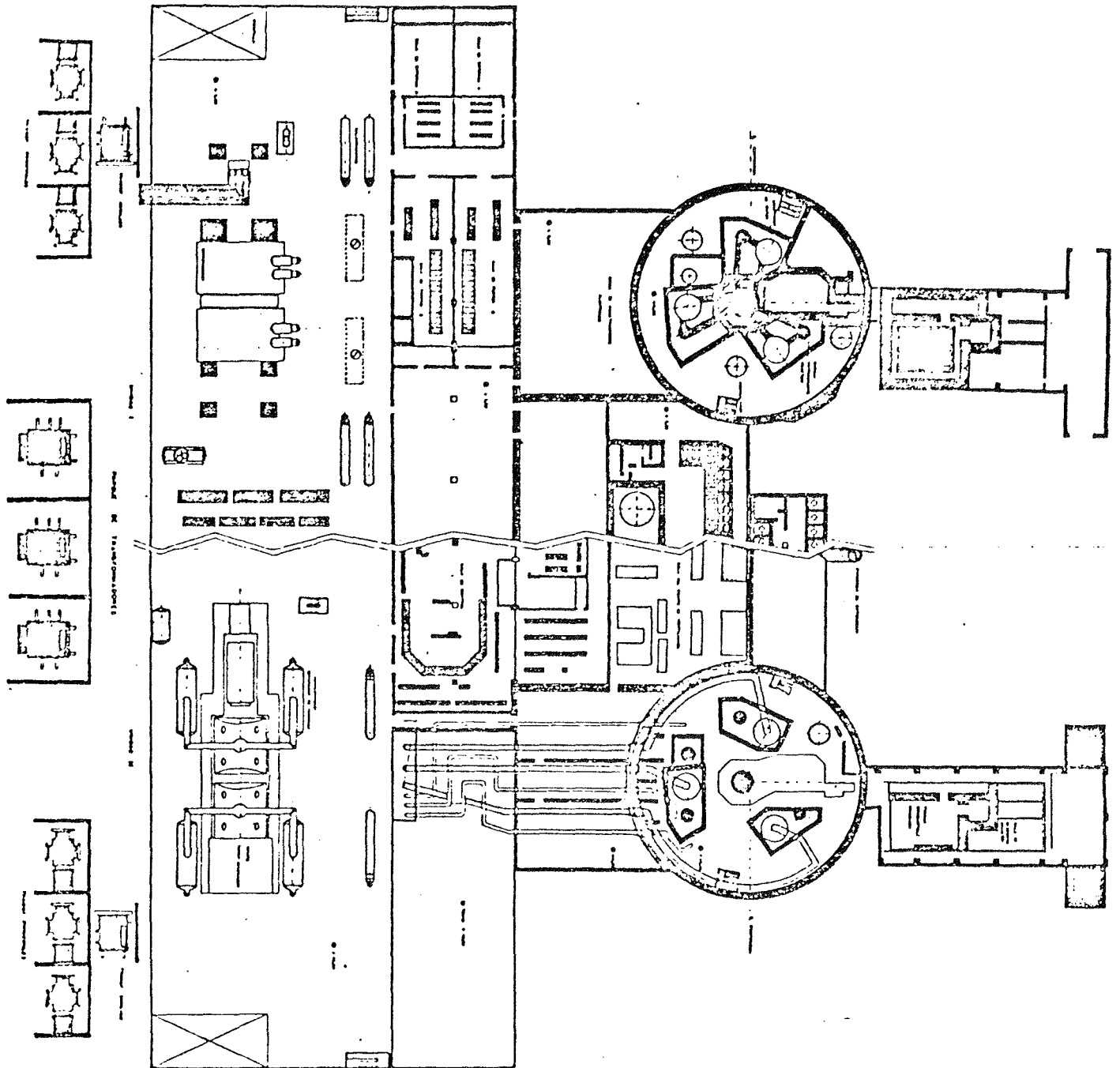
3.2

Komponenttien tarkastus

Tecnatomilla on valmius suorittaa ASME Code Section XI mukaisia rakentamisen ja käytön aikaisia tarkastuksia reaktoripaineastialle ja putkis-
toille sekä muille komponenteille.

Meille esiteltiin lähinnä reaktoritankin tarkastuksessa käytettäviä laitteistoja, joista toinen toimi reaktoritankin sisältä käsin ja toinen ulkopuolelta. Viimeksi mainittu oli koekäyttövaiheessa. Sen toimittaja on ruotsalainen TRC, jolla on käytössä samanlaisia laitteistoja pohjoismaisten BWR-reaktoreiden tarkastusta varten. Muu tarkastuslaitteisto vaikutti olevan kaikkia normaalisti kysymykseen tulevia tarkastuksia varten.

Testauslaboratorion lattialla oli myös kappale Lemonizin räjäytetyn höyrynkehittimen putki-levystä, joka herätti opintomatkalaisten keskuudessa ansaittua huomiota.



V

P Skyttä/tr

27.10.1981

ATS:N TUTUSTUMISKÄYNTI ALMARAZ YDINVOIMALAITOKSELLE 14.10.1981

1

Laitoksen sijainti

Voimalaitos, käsittäen kaksi Westinghousen (W) toimittamaa 930 MW PWR-yksikköä, sijaitsee n. 200 km länteen Madridista - lähellä Portugalin rajaa. Laitos on rakennettu Tajo-joen varrelle ja jäähdytys on ratkaistu siten, että joesta on padottu 11 km pitkä, tilavuudeltaan 35 Mm³ allas, joka on jaettu kahtia väliseinämällä jäähdytyskierron turvaamiseksi. Turvajärjestelmien jäähdyttämiseksi on altaasta erotettu oma lahti.

Laitoksen omistavat yhtiöt Compania Sevillana de Electricidad, Hidroelectrica Espanola ja Union Electrica.

2

Pääarvot

Laitosyksikkö koostuu W:n toisen sukupolven, kolmi-luuppisesta, pääosin kaksiredundanttisesta NSSS:stä ja yhdestä turbogeneraattoriyksiköstä tarpeellisine apujärjestelmineen:

- terminen teho 2696 MWt
- sähköteho (brutto) 930,2 MWe
- höyrystimet pystytyyppiä, inconel U-putkin, $p_2 = 69,4 \text{ kp/cm}^2$, $t_{in} = 284^\circ\text{C}$, höyryn kosteus 0,25 %
- turpiini on 1500 rpm, tandem-kytketty, käsittäen kaksijuoksuisen kp-pesän ja kaksi kaksijuoksuista MP-pesää. Koko pituus on noin 112 m.
- generaattori on vesi/vety-jäähdytetty, nimellisteho 1034 MVA, $\cos \phi 0,9$, 50 Hz, 21 kV
- päämuuntaja on 3 x 345 kVA yksivaihemuuntajan muodostama yksikkö, $420/\sqrt{3}$ kV/21 kV

Laitokset on suunniteltu peruskuormalaitoksiksi ja tulevat sellaisiksi myös jäämään.

3

Laitoksen aikataulu ja nykytila

Almaraz 1:n rakennustyö alkoi 1972, lataus tehtiin 10/80, ensimmäinen tahdistus 5/81, 100 % teho 7/81. Käyntimme aikaan laitoksella valmistauduttiin suorittamaan sopimuksen mukainen 100 h näytösajo.

Almaraz 2:n rakennustyö alkoi 1973, primääripiirin painekoe (cold hydro) on odotettavissa 1982 alussa ja lataus 10/82. Parhaillaan aloitettiin apujärjestelmien huuhteluita.

Laitoskierroksemme suuntautui Almaraz 2:n reaktori-, apu- ja turpiinirakennuksiin sekä Almaraz 1:n ja 2:n valvomoihin. Oppaana toimi laitoksen käyttöryhmän päällikkö Jose Rodriguez.

Reaktorirakennuksessa oli putkistoasennukset tehty, eristystöitä ei oltu aloitettu (huom. luuppeihin peilieristeet), kaapeli-asennukset oli vasta aloitettu. Puhdasasennusalueita ei ollut vielä missään. Apurakennuksessa asennukset (ml. eristys- ja kaapeli-asennukset) olivat pitemmällä kuin reaktorirakennuksessa.

Turpiinilaitos oli eristystöiden osalta kesken, muuten päältä katsoen viimeistelyä vaille valmis. Valvomot ovat amerikkalaistyylliset suurine laitteineen ja epäselvine laitesijoitteluineen (päältä katsoen). Molempien yksiköiden valvomot ovat vierekkäin 180° kierrolla toisiinsa nähden. Niiden välissä on vain lasiseinä, joka tulevaisuudessa tullaan korvaamaan paloseinällä.

Yleisvaikutelmaksi kiertokäynnistä jäi, että asennustyön laatu on varsin hyvä ja ihmiset työskentelivät ahkerasti. Sen sijaan asennuksen aikaisessa puhtaudessa ja ydinteknisten rakennusten rakennusteknisessä viimeistelyssä on parantamisen varaa.

Suunnittelukriteerien osalta laitokset noudattavat amerikkalaisia vaatimuksia. Paikalliset olosuhteet ovat vaikuttaneet sen, että mm. maanjäristys- ja lentokonetörmäyskestoisuuden osalta on omaksuttu minimivaatimustaso. Turvallisuusvaatimustason kehittyminen näkyi laitoksilla mm. siinä, että hätätukia oli primääripiiriin, turvajärjestelmiin ja päähöyryputkiin jouduttu rakennusaikana lisäämään runsaasti. Samoin TMI-2 tapauksen jälkeiset toimenpiteet oli pääosin omaksuttu amerikkalaisen käytännön mukaisina. Sen sijaan mm. redundanssi- ja erottamisperiaatteet (mm. yhteensä kolme dieselgeneraattoria kahta yksikköä kohti), palosuojelun taso erityisesti valvomoissa, turvajärjestelyjen taso ja turpiini/generaattorimissiilien huomioonotto (valvomot ja NSSS suoraan tulilinjalla) eivät vastaa Suomessa omaksuttua linjaa.

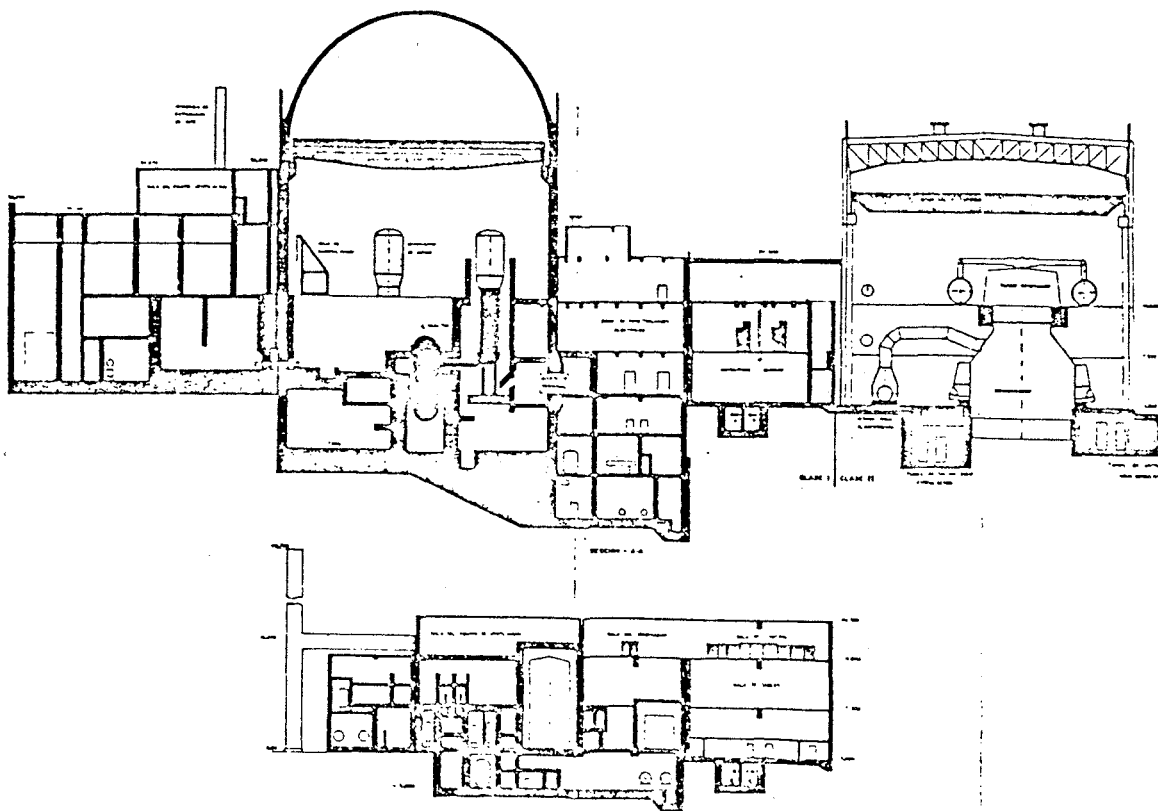
4
Eräitä lukuarvoja

- Laitoksen kotimaisuusaste on n. 80 %
jakautuen seuraavasti:
 - rakennukset 100 %
 - NSSS 25 %
 - turpiinilaitos 60 %
 - sähköpuoli 100 %
 - johto ja koordinointi 100 %

- Maksimi työvoimavahvuus oli n. 4 000 henkilöä 1979/80 vaihteessa, nyt on < 2 000 miestä.

- Käyttöhenkilökunnan määrä on nyt n. 350 henkeä. Luku nousee n. 100:lla, kun Almaraz 2 tulee käyttöön.

- Laitos on maksanut n. 1 500 M\$, mikä luku ilmeisesti ei pidä sisällään alkulatausta eikä rakennusajan korkoja kaikilta osin.



VIERAILU ENUSA:N PÄÄKONTTORISSA MADRIDISSA SEKÄ ENUSA:N
URAAIKAIVOKSELLA CIUDAD RODRIGOSSA 15.10.1981

ENUSA:N TOIMINTA

ENUSA:n toimintaa esitti pääjohtaja Manuel Isla. ENUSA on valtiollinen yhtiö, joka avustaa voimayhtiöitä lähes kaikissa polttoainekierron vaiheissa. Ainoastaan korkea-aktiivisen jätteen loppusijoitus kuuluu toisen organisaation, eli Junta de Energia Nuclearin toimintapiiriin. Yhtiöllä on tällä hetkellä n. 670 henkilöä palveluksessaan. Yhtiö perustettiin v. 1972.

ENUSA vastaa pääosasta Espanjan uraanimalmin etsinnästä. Tähän työhön osallistuu n. 300 henkeä. Avatut kaivokset ovat yhtiön omistuksessa. Malmin kemiallinen rikastus tapahtuu kaivosten yhteydessä olevissa rikastuslaitoksissa. Espanja omistaa lisäksi 10 % nigerialaisesta kaivoksesta. Yhteydenpidosta Nigeriaan vastaa ENUSA.

ENUSA omistaa 11 % isotooppirikastusta suorittavasta kansainvälisestä yhtiöstä Eurodif, joka sijaitsee Ranskassa.

Toistaiseksi Espanjan ydinvoimaloiden polttoaine valmistetaan ulkomailla. Samoin käytetyn polttoaineen jälleenkäsittely tapahtuu ulkomailla. ENUSA avustaa voimayhtiöitä sopimusneuvotteluissa. ENUSA avustaa lisäksi voimayhtiöitä reaktorin lataussuunnittelussa. Yhtiöllä on täten asiantuntemusta reaktorifysiikassa, polttoaineen suunnittelussa, termohydrauliikassa ja turvallisuusanalyysissä.

ENUSA:n toiminta tulee lähiaikoina laajenemaan. Polttoainetehdas on rakenteilla. Polttoainevalmistuksen pitäisi suunnitelmien mukaan alkaa vuonna 1983. Valmistus

tulee tapahtumaan General Electricin ja Westinghousen lisenssien turvin. Ensin mainittu lisenssi tähtää kiehusvesireaktorin polttoaineen ja toinen painevesireaktorin polttoaineen valmistukseen. Ensi vaiheessa uraani tullaan saamaan uraanidioksidipulverina ulkomailta. Polttoainetablettien valmistus tapahtuisi sitävastoin Espanjassa. Myös suojakuoriputket ja muita polttoainepun osia ostetaan valmiina ulkomailta. Ainoastaan joitain työstöjä sekä nippujen kokoaminen tapahtuisi Espanjassa.

Lisäksi yhtiö suunnittelee käytetyn polttoaineen väliaikaisvaraston rakentamista keskitettyä pitkäaikaisvarastointia varten. Suunnitelmien mukaan tämän kuivavaraston kapasiteetti tulee olemaan 1500 ton U.

ENUSA suunnittelee Espanjalle omia käytetyn polttoaineen kuljetuskontteja. Ensimmäisen kuljetussäiliön tulisi olla valmis ensi vuosikymmenen alussa.

Jälleenkäsittelyn suhteen Espanja katsoo kansainvälisen yhteistyön olevan edullisinta. ENUSA suunnittelee kuitenkin oman pienen koelaitoksen rakentamista.

URAAIKAIVOS CIUDAD RODRIGOSSA

Isäntinä uraani-kaivoksella olivat:

Juan Pedro Gomez Jaen	kaivoksen johtaja
Jose R. Membrillera	kaivoksen varajohtaja
Fransisco Coma	päägeologi
Gabriel Sanchez	säteilysuojelupäällikkö
Alfredo Llorente	talouspäällikkö (Madridista)

Espanjalla on kaksi toimivaa uraani-kaivosta, joista vierailun kohteena oleva Ciudad Rodrigon kaivos on suurempi. Ciudad Rodrigon kallioperä kuuluu geologiseen muodostumaan,

joka ulottuu Portugalista Keski-Eurooppaan aina Tšekkoslovakiaan asti. Tässä uraaniesiintymässä uraani on rikastunut kalliassa oleviin halkeamiin. Ciudad Rodrigossa uraani on sitoutuneena lukuisiin eri mineraaleihin.

Ciudad Rodrigon avolouhoskaivoksella työskentelee n. 130 henkilöä. Kaivosalue on n. 800 ha:n suuruinen. Tähän asti on kartoitettu n. 9000 tonnia uraania. Kartoitusta jatketaan, ja lisää uraania odotetaan löytyvän suunnilleen saman verran lähialueelta. Vertailuna mainittakoon keskikokoisen kevytvesireaktorin elinikäisen uraanin kokonais- tarpeen olevan n. 2000 - 3000 tonnia luonnonuraania.

Uraanipitoisuus vaihtelee esiintymän eri osissa. Yli 0,6 promillea sisältävää malmia pidetään hyvänä. Alle 0,2 promillea katsotaan rikastukseen kannattamattomaksi. Tänä vuonna tullaan louhimaan n. 2 miljoonaa tonnia malmia.

Louhittu malmi murskataan ja kerätään suuriin kasoihin muovikalvon päälle taivasalle, missä uraani liuotetaan sivukivestä laimealla rikkihapolla. Rikkihappoliuos ruiskutetaan kaltevilla tasoilla olevien kasojen päälle ja kerätään alapuolelta uraanipitoisena rikastamoon. Malmin liuotuskäsittely kestää muutaman kuukauden. Uraanin erotus liuoksesta sekä puhdistus tapahtuu ekstraktiolla orgaanisilla liuoksilla. Ekstraktiota seuraa kiteytys ammoniakilla ja ilmalla, suodatus sekä kuivaus lämpötilassa 250°C. Lopputuotteena saadaan uraanioksidin ja ammoniumuranaatin seos. Uraanin saanti malmista vaihtelee malmin laadun mukaan välillä 40 - 80 %, keskiarvon ollessa 65 %. Tämän vuoden tuotanto tulee olemaan n. 150 tonnia uraania.

Kaivos aiheuttaa lähistöllä asuville ihmisille vuotuisen säteilyannoksen, joka henkeä kohti on luokkaa 50 mrem. Kaivoksella työskentelevien keskimääräinen vuosiannos on n. 150 mrem ja rikastamolla n. 250 mrem.

Kaivos suunnittelee uraanituotannon nostamista lähivuosina nykyisestä 150 tonnia/vuosi lähes viisinkertaiseksi. Tähän ei nykyisen rikastamon kapasiteetti (170 tonnia/vuosi) riitä, rikastamo on laajennettava.

EQUIPOS NUCLEARES, S.A. (ENSA) 16.10.1981

Yhtiön Santanderissa Espanjan pohjoisrannikolla sijaitseva konepaja keskittyy järeiden ydinvoimalaitoskomponenttien valmistukseen. Sen omistaa 19 espanjalaista konepaja- tai voimalaitosyhtiötä. Konepaja on tällä hetkellä ollut toiminnassa viisi vuotta. Tuotanto aloitettiin yhteistyössä Bredan kanssa. Konepaja tulee tällä hetkellä jo kuitenkin itsenäisesti toimeen tekniikan suhteen.

Konepajan kokonaisvahvuus on n. 550 henkeä, vuotuisen liikevaihto suuruusluokkaa 120 Mmk. Valmistuksessa nähtiin painevesireaktorien paineastioita ja höyrynkehittämiä sekä paineistimia sekä Westinghousen että KWU:n laitoksiin samoin kuin GE:n kienutusreaktorin paineastioita. Toimitukset tapahtuvat valtaosaltaan Espanjaan, yksittäisiä toimituksia myös mm. Meksikoon sekä Länsi-Saksaan edelleen Brasiliaan toimitettavaksi samoin kuin Ranskaan.

Konepajan nostokapasiteetti on 2 x 450 t/24 m. Lastaus laivaan tapahtuu kokoonpanohallin nostureilla, joiden rata jatkuu laiturin reunaan asti. Laiturisyvyys 6 m.

Levyjen taivutus- tai päätyjen puristusmahdollisuutta konepajalla ei ole. Vaippalevyt ostetaan toimittajatehtaalta valmiiksi taivutettuina tai taottuina renkaina.

Konekannan suurimman yksikön muodostaa kahden 7,5 m korkean, 220 mm:n karoilla varustetun aarporan, sen 40 metrin radan, kahden kiinteän 12 x 10 m:n tason ja 400 tonnin pyörivän pöydän muodostama kokonaisuus. Suurin pystysorvi 250 tonnia, \varnothing 12 m, korkeus 12 m.

Höyrykehittimien putki- ja välilevyjen poraukseen on käytettävissä 2 kpl numeerisesti ohjattuja kolmi-karaisia vaakasuoria porakoneita, joiden porausalue on 3,2 x 3,2 m, poraussyvyys 1000 mm ja suurin reiän halkaisija 40 mm.

Kiihdytinbunkkeri on valmiille rekatoripaineastialle riittävää kokoa varustettuna 8000 MeV:n amerikkalais-valmisteisella kiihdyttimellä. Normalisointiuunin (1000^oC) mitat ovat 9 x 9 x 16 m.

Konepajalla valmistettävien vaativien ydinvoimalaitoskomponenttien merkittävänä laadun takeena on ns. tuotannon varmistusosasto. Siihen kuuluu kolme jaosta: laadunvalvonta (QC), laadunvarmistus (QA) sekä hitsaus- ja koestuslaboratorio. Henkilökuntaa tuotannon varmistusosastolla on yhteensä noin 100, joka jakautuu seuraavasti: laadunvalvonta n. 25, laadunvarmistus n. 35 ja laboratorio n. 40 henkeä.

Laadunvarmistushenkilömäärän korkea osuus johtuu siitä, että tehdas omaa amerikkalaisen ydinvoimalaitosnormin ASME Code:n ns. N-Stamp'in, joka on edellytyksenä mm. viennille Yhdysvaltoihin.

Hitsauslaboratorion päätarkoituksena on tuotannossa sovellettavien hitsausmenetelmien päteväyttäminen sekä hitsareiden koulutus. Laboratorio sisältää seuraavat eri osastot: hitsausosasto, koekappaleiden koneistus- ja lämpökäsittelyosasto sekä laboratoriot mekaanisia kokeita, kemiallisia analyysejä, metallografista tutkimusta, tarkkuusmittausta ja ainetta-rikkomattomia koestuksia varten.

Laboratoriossa on nykyaikaiset koestus- ja mittauslaitteet ja siellä voidaan suorittaa kaikki normien edellyttämät hitsauskokeet.

ENSA:n uusin toiminta-alue ydinvoimalaitossektorilla on huolto-osasto (Service Division), joka on perustettu v. 1980. Osaston toiminnasta esitettiin filmi, jossa korjattiin erään käytössä olevan laitoksen reaktoripaineastian yhteitä. Työ tapahtui pääasiassa tehtaan itsekehittämällä hitsaus- ja koneistusroboilla. Työtä valvottiin koko ajan monitorioiden avulla.

Konepajalla on omat, suhteellisen pienet suunnittelu-, rakenneanalyysi-, työnsuunnittelu-, ja työkalun suunnitteluosastot. Sosiaalitulat vastaavat kohtalaisen hyvää suomalaista tasoa. Konepajan henkilökunta konttoria lukuunottamatta työskentelee neljässä vuorossa = vuorokaudet ympäri mukaanlukien normaalit viikonloput.

Työtilanne ja tilauskanta ovat tällä hetkellä hyvät, mutta Espanjan ydinvoimaohjelman viivästyminen huolestuttaa. Nykyisen työvoimavahvuuden säilyttäminen edellyttää vähintään yhden reaktorilaitoksen raskaiden komponenttien toimitusta vuodessa sekä lisäksi runsaasti voimalaitoksilla suoritettavia huoltotöitä. Vienti-toimituksien varaan ei Espanjankaan palkkatason nojalla voi toimintaa perustaa.

Konepajan esittelyn ja tutustumiskierroksen jälkeisellä lounaalla olivat isäntinä ENSA:n toimitusjohtaja Angel J. Simon Ramiro ja kymmenen hänen lähimpiä alaisiaan mukaanlukien teknillinen johtaja tri Luis Palacios.