

ATS Ydintekniikka 1/1985

ATOMIENERGIANEUVOTTELUKUNNAN SEURAAVA KOLMI- VUOTISKAUSI	Pekka Jauho	1
ATS:n POHJOIS-AMERIKAN ESKURSIO	Heikki Raumolin	3
LOVIISASSA JÄLLEEN ENNÄTYSVUOSI	Klaus Sjöblom	6
VUOSI 1984 OLKILUODOSSA	Ahti Toivola	9
ATOMIENERGIANEUVOTTELUKUNTA	Jussi Manninen	12
YDINENERGIALAINSÄÄDÄNNÖN KOKONAISUUDISTUS	Juhani Santaholma	14
YDINENERGIALAKIEHDOTUS EDUSKUNNALLE		28
MINISTERI TAXELLIN LAUSUMA		31
IDCOR-OHJELMAN YHTEENVETO	Ilkka Savolainen	32
LOFT-REAKTORILLA TEHTY FISSIOTUOTEKOE	Heikki Holmström	40
MATKAKERTOMUS POHJOIS-AMERIKAN ESKURSIOSTA 3 - 18.11.1984		43
- Yleiskatsaus ekskursioon	Pertti Salminen	46
- Eldorado Resources Ltd	Eero Patrakka	50
- Darlington NPP	Matti Hyvönen	53
- AECL	Margit Snellman	56
- ANL	Esko Peltonen	57
- ORNL	Markku Rajamäki	61
- Combustion Engineering	Seppo Nevalainen	67
- St. Lucie NPP	Altti Lucander	69
- Westinghouse Nuclear Center	Jorma Kotro	72
- Westinghouse/Waltz Mill Facility	M Levonen	78
- Vierailu DOE:ssa	Raimo Aaltonen	83
- U.S.NRC	Martti Antila	85
- American Nuclear Society	Erkki Ruskola	96

ATS YDINTEKNIikka

NUMERO

1/1985

JULKAISIJA

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

TOIMITUS

PÄÄTOIMITTAJA
FT MIKKO KARA
P. 90-6090553

IMATRAN VOIMA OY
MALMINKATU 16
00100 HELSINKI

ERIKOISTOIMITTAJA
DI KLAUS SJÖBLÖM
P. 915-550431

IMATRAN VOIMA OY
07900
LOVIISA

ERIKOISTOIMITTAJA
DI AHTI TOIVOLA
P. 938-18220

TEOLLISUUDEN VOIMA OY
27160
OLKILUOTO

TOIMITTAJA
FM LAURO TUURA
P. 90-6172471

HELSINGIN KAUPUNGIN ENERGIALAITOS
KAMPINKUJA 2
00100 HELSINKI

JOHTOKUNTA

PUHEENJOHTAJA
DI HEIKKI RAUROLIN
P. 90-605022

TEOLLISUUDEN VOIMA OY
FREDRIKINKATU 51-53
00100 HELSINKI

VARAPUHEENJOHTAJA
DI HARRY VIHARIJÄVAARA
P. 90-648435

SÄHKÖTUOTTAJIEN YHTEISTYÖ-
VALTUUSKUNTA (STYV)
LÖNNROTINKATU 4 B
00120 HELSINKI

SIHTEERI
DI ESKO TUSA
P. 90-6090846

IMATRAN VOIMA OY
PL 138
00101 HELSINKI

RAHASTONHOITAJA
FK LEENA KATAJAPURO
P. 90-4512826

TKK/KIRJASTO
OTANIEMENTIE 9
02150 ESPOO

JOHTOKUNNAN JÄSEN
TKT ERKKI AALTO
P. 90-6160250

IMATRAN VOIMA OY
EERIKINKATU 27
00180 HELSINKI

JOHTOKUNNAN JÄSEN
TKL JUUKKA LAAKSONEN
P. 90-6167296

SÄTEILYTURVAKESKUS
KALEVANKATU 44
00180 HELSINKI

JOHTOKUNNAN JÄSEN
TKT KARI TORRÖNEN
P. 90-4565391

VTT/METALLILABORATORIO
METALLIMIEHENKUJA 6
02150 ESPOO

TOIMIHENKILÖT

YLEISSIHTEERI
FK LAURI RANTALAINEN
P. 90-6090949

IMATRAN VOIMA OY
PL 138
00101 HELSINKI

KANS.VÄL.YHTEYKS.SIHT
DI KLAUS KILPI
P. 90-4564148

VTT/E-OSASTON KANSLIA
VUORIMIEHENTIE 5
02150 ESPOO

EKS KUUSIOSIHTEERI
DI PERTTI SALMINEN
P. 90-648931

VTT/YDINVOIMATEKNIIKAN LAB.
LÖNNROTINKATU 37
00180 HELSINKI

ATS-INFO PUHEENJOHTAJA
TKT SEPPÖ VUORI
P. 90-648931

VTT/YDINVOIMATEKNIIKAN LAB.
LÖNNROTINKATU 37
00180 HELSINKI

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

Pekka Jauho

Atomienergianeuvottelukunnan seuraava kolmivuotiskausi

Valtioneuvosto nimitti 29.11.1984 pidetyssä istunnossa atomienergianeuvottelukunnan kolmivuotiskaudeksi 1.1.1985-31.12.1987 seuraavassa kokoonpanossa: Puheenjohtaja, professori Pekka Jauho sekä jäsenet pankinjohtaja Seppo Lindblom, alivaltiosihteeri Kalus Törnudd, professori Jorma Routti ja toimistopäällikkö Pekka Parkkinen. Nimityskirjelmässä edellytetään asiantuntijajäsenten nimeämistä kauppa- ja teollisuusministeriöstä ja ympäristönsuojeluministeriöstä atomienergianeuvottelukuntaan.

Neuvottelukunnan tehtävästä lausuu asetus (76/58) seuraavaa:

"Atomienergia-alaan liittyvien asiain valmistavaa käsittelyä varten toimii atomienergianeuvottelukunta. Neuvottelukunta on kauppa- ja teollisuusministeriön alainen."

Pankinjohtaja Lindblomin toimiessa valtioneuvoston jäsenenä toimii hänen tilallaan neuvottelukunnan jäsenenä johtaja Eero Tuomainen. Toimintansa edellisen kolmivuotiskauden aikana on neuvottelukunta toteuttanut tehtävänsä asetuksen edellyttämällä tavalla toimien ministeriöiden välisenä asiantuntijaelimenä. Tässä mielessä on osallistuttu tutkimuksen ja koulutuksen suunnitteluun laatimalla niitä koskevat tarvearviot ja suunnitelmat. Tutkimusrahoituksen suhteen ehdotukset eivät ole toteutuneet, vaan reaalin rahoitus on laskenut koko ajan painuen tasolle, joka vaikeuttaa tiedon tason ylläpitämistä ja kansainvälisten yhteyksien hoitamista. Voimavarojen suuntaamiseen on osallistuttu antamalla lausuntoja rahoituksen kohdentamisesta vuosittain. Tässä tehtävässä samoinkuin muussakin toiminnassa on nojaututtu aktiivisesti työskentelevien jaostojen tukeen. Ydinenergian merkityksestä maamme voimantuotannolle ja sen taloudellisuudesta on valmistunut tutkielma, joka selvästi tukee tehtyjen ratkaisujen järkevyyttä. Näiden tehtävien lisäksi on annettu lukuisia lausuntoja kauppa- ja teollisuusministeriölle sekä edistetty ulkomaista yhteydenpitoa.

Uuden toimikautensa aikana neuvottelukunta pyrkii säilyttäen ehdottoman neutraalisuuden ja tieteellisen asioihin suhtautumisen vaikuttamaan siihen, että ydinenergia myös tulevaisuudessa näyttelee maamme energiahuollossa sille kokonaisedun edellyttämää osaa. Strategiana on pitää ydinenergiaoptio avoimena. Tulevat kolme vuotta muodostunevat ydinenergian kannalta ratkaiseviksi, tuleehan niiden aikana ratkaistaviksi sekä uusi ydinenergiainsäädäntö että viidettä voimalaitosta koskeva päätös. Neuvottelukunta tulee voimistamaan neutraalin asia-aineiston tuottamista käyttämällä parhaita kotimaisia ja ulkomaisia voimia. Vaikeutena on tarvittavan tiedon laajuus; ydinenergian ongelmia ei voida eristää yleisestä yhteiskunnallisesta ja energiapoliittisesta taustastaan. Neuvottelukunta pyrkii tarjoamaan kanavan, jonka kautta voi päästä parhaan tiedon lähteille.

Tehtyjen selvitysten pohjalta tarvittavien toimenpiteiden seuranta on tarpeen harjoittaa, ja ne sekä vaadittavat toimenpiteet on ajoitettava. On luonnollista, että lausuntojen tarve ja niiden vaativuus tulevat lisääntymään, tästä tehtävästään neuvottelukunta voi selvitä vain tukeutumalla jaostojen apuun. Niukkojen tutkimusvarojen suuntaamista on edelleen harjoitettava tavoitteena saada niistä mahdollisimman suuri hyöty. Ydinenergiaa koskevan keskustelun aktivoituessa on aavistettavissa, että syntyy tarvetta lukuisien selvitysten tekoon. Yhteyden pito ulkomaisiin vastaaviin elimiin ja ydinenergian käytön kehittämiseen säilyttää myös ajankohtaisuutensa.

Vaikka on mahdollista, että neuvottelukunnan toiminta-aika muodostuu kolmea vuotta lyhyemmäksi, jos uusi ydinenergi laki astuu voimaan, on sen toimittava tehokkaasti ja määrätietoisesti tänä maamme ydinenergian tulevaisuuden kannalta niin kriittisenä aikana. Ohjenuorana toiminnalle voidaan pitää laissa esiintyvää yhteiskunnan kokonaisedun huomioonottamista. Ydinenergiassa tämä merkitsee turvallisuutta, taloudellisuutta, tarvetta energian tuotannon lisäämiseen, kykyä selvitä energiahuollossa kriiseistä ja moninaisia poliittisia sekä energiapoliittisia näkökohtia.



Heikki Raumolin
Teollisuuden Voima Oy
Ydinjätetoimisto

ATS:n Pohjois-Amerikan ekskursion 3.-18.11.1984

Ydinenergian rauhanomaisen ja miksei muunlaisenkin käytön kohdalla on ollut aina merkittävää, mitä USA:ssa tehdään. Voidaan väittää, että juuri Yhdysvaltojen esimerkki ohjasi aikanaan suurimman osan maailmaa kevytvesireaktoreiden tielle. Viime aikoina on välitetty Suomeenkin USA:sta tietoja, joiden mukaan ydinenergialla ei siellä olisi tulevaisuutta. Niinpä ATS:n tämänvuotiselle ekskursion lähdettäessä uteliaisuus oli suuri, miten asia oikein on. Välittömäksi vertailupohjaksi matkaohjelmaan oli otettu mukaan Kanada, joka noudattaa itsenäistä politiikkaa sekä raaka-aineen toimittajana että reaktoritekniikassa.

Kahden viikon aikana ei kaikkea ehtinyt nähdä, paljon kylläkin. Yleistilanne kävi selväksi. Yhdysvalloissa ei vuosikausiin ole tilattu uutta voimalaitosta, eikä kukaan rohjennut ennustaa, että vuosikausiin tästä eteenpäin tilattaisikaan. Rohkein ennustus oli seuraava tilaus vuonna 1988. Useimmat arvioivat, että vasta kymmenen vuoden päästä tilataan uusi ydinvoimalaitos. Yleisesti katsottiin, että tilausten peruutukset alkavat olla ohi, ehkä noin kymmenen reaktoria on vielä vaaravyöhykkeessä.

Syyt tilanteeseen ovat selvillä. Sähkön kulutus ei kasva enää vuosittain 7 %, kuten tilauspäätöksiä tehtäessä ennustettiin, vaan 2-3 %. Ei tarvita uutta kapasiteettia.

Useilla tahoilla tuotiin myös esille seikkoja, joita haluttaisiin parantaa ennen seuraavaa ydinvoiman rakentamisvaihetta. Näitä olivat:

- voimalaitosten standardisointi. Nyt tehty lähes kaikki yksilöllisesti
- voimayhtiöiden kompetenssin kasvattaminen. Nyt ydinvoimalaitosten hankkijoiden joukossa ollut yhtiöitä, joille tehtävä ollut lähes ylivoimainen
- vastuunjaon selventäminen toimittajaportaassa. Nyt ollut liian monta kokkia (ydinteknisen osan toimittaja, turbiinilaitoksen toimittaja, architect engineer, QA-konsultit jne)
- viranomais toiminnan selkeyttäminen ja lisensoinnin yksinkertaistaminen luvanmyöntövaiheita vähentämällä.

Kaikkien näiden toimenpiteiden seurauksena voimalaitosten rakentamisajan tulisi lyhentyä lähemmäksi muiden maiden aikoja. Esimerkkeinä jo nyt läpiviedyistä nopeista projekteista mainittiin St. Lucie 2, jonka rakentaminen kesti 72 kk ensimmäisestä betoni-valusta ja valmistumisvaiheessa oleva River Bend 1, jonka lataus alkaisi 1.4.1985. Jos loppu menisi aikataulun mukaan, sen rakentamisajaksi tulisi 68 kk. Selkeää kuvaa siitä, kenen johdolla ja kuinka näitä tavoitteita toteutettaisiin ei saatu. Kaikilla osapuolilla näytti kuitenkin olevan tahtoa parannuksiin.

Kanadan tilanne poikkesi USA:n tilanteesta. Kanadalaiset uskovat uraanin käyttöön ja panostavat sen vientiin. Esimerkkinä tästä näimme Eldoradon uuden konversiolaitoksen. Voimalaitoksia rakennetaan pitkällä tähtäyksellä. Tästä oli taas esimerkkinä kahdeksan yksikön Pickering, joka on valmistumisvaiheessa ja neljän yksikön Darlington, jossa kaksi viimeistä yksikköä oli vasta peruskuopan tekovaiheessa.

Ilmeisesti eri maiden ydinenergiaohjelmat ovat keskenään hyvin eri vaiheissa. USA:ssa ollaan nyt suvanossa. Käytyämme Chattanoogaassa Combustion Engineeringin paineastiotehtaalla ei voinut välttyä vertailulta viime vuoden Neuvostoliiton ekskursioon Atommash-käyntiin. Chattanoogaassa oli valmistettu 99 ydinvoimalaitosten reaktoripaineastiaa mutta valmistuslinja oli purettu. Atommashin suuret valmistusluvut ovat vielä tulevaisuudessa. Toinen vertailu: Darlingtonin työmaassa oli jotain samaa kuin Zaporoshen Energodar-työmaassa, suuret mittasuhteet ja pitkäjänteinen ohjelma.

Ekskursiolla kävi kuitenkin ilmi, että USA:ssa ei ole toimittomina pysähdetty suvantoon. Kansalliset tutkimuslaitokset ja voimalaitostoimittajat pyrkivät luomaan uusia tuotteita, jotka olisivat valmiina, kun tarve tulee. Seuraavista ohjelmista saimme tietoa

- kehittyneet kevytvesireaktorit
- kaasujäähdytteiset reaktorit
- integroitu natriumhyötöreaktori, konventionaalinen jälleenkäsittelylaitos ja polttoainetehdas
- integroitu metallipolttoainetta käyttävä natriumhyötöreaktori, uuteen teknologiaan perustuva jälleenkäsittelylaitos ja polttoainetehdas
- fuusioreaktori.

Kaikessa kehitystyössä vallitsee 1980-luvun henki, jolle merkittävää on

- kiirettä ei ole, nykyisillä voimalaitoksilla selvittää pitkään
- kehitystyön tulee lähteä voimayhtiöiden ja kuluttajien tarpeista, ei keskusvirastosta päin ts. DOE:n ohjaava asema on heikentynyt
- ei pyritä kasvattamaan enää yksikkökokoja, 1000 MW on jo suuri lisäys kulutuksen kasvauksessa hitaasti
- sisäänrakennettu passiivinen turvallisuus "inherent safety", on tavoitteena jokaisessa parannuksessa tai kehityksessä.

Vuosikymmenien päähän ulottuvien ohjelmien jatkaminen riippuu luonnollisesti liittovaltion rahoituksesta eli tulevista budjeteista.

Varsinaisen atomitekniikan ohjelman lisäksi ekskursiolla oli mahdollista saada käsitys Yhdysvaltojen luonnontieteen saavutuksista yleisemminkin. Kävimme Chigacon tiedekeskuksessa ("Science and Industry"-museo), Cape Cananaveralin avaruuskeskuksessa ja Walt Disney Worldin Epcot-centerissä. Merkillepantavaa oli esitysten korkea taso ja AV-välineiden loistava käyttö sekä se, että luonnontieteiden ja tekniikan saavutuksista kerrottiin ylpeästi ja optimistisesti vailla Länsi-Eurooppaan nyt pesiytynyttä "vihreätä" anteeksi-pyytävää sävyä.

Lopuksi haluan kaikkien osanottajien puolesta kiittää Seuran ekskursiotoimikuntaa ja erityisesti Antero Raadetta hyvin laaditusta ja valmistellusta ohjelmasta sekä Seuran ekskursiosihteerii Pertti Salmista loistavista matkanjärjestelyistä ja tarmokkaasta junailusta pitkän reissun aikana. Ei ihme, että väsymys oli yllättäviä virallisen ohjelman päättymisen jälkeen. Kiitos myös kaikille mukanaolijoille hurtista huumorista ja ansiokkaasta esitteiden kantamisesta.


HR/hes

Matkakertomus on toisaalla lehdessämme.

Toimitus

LOVIISASSA JÄLLEEN ENNÄTYSVUOSI

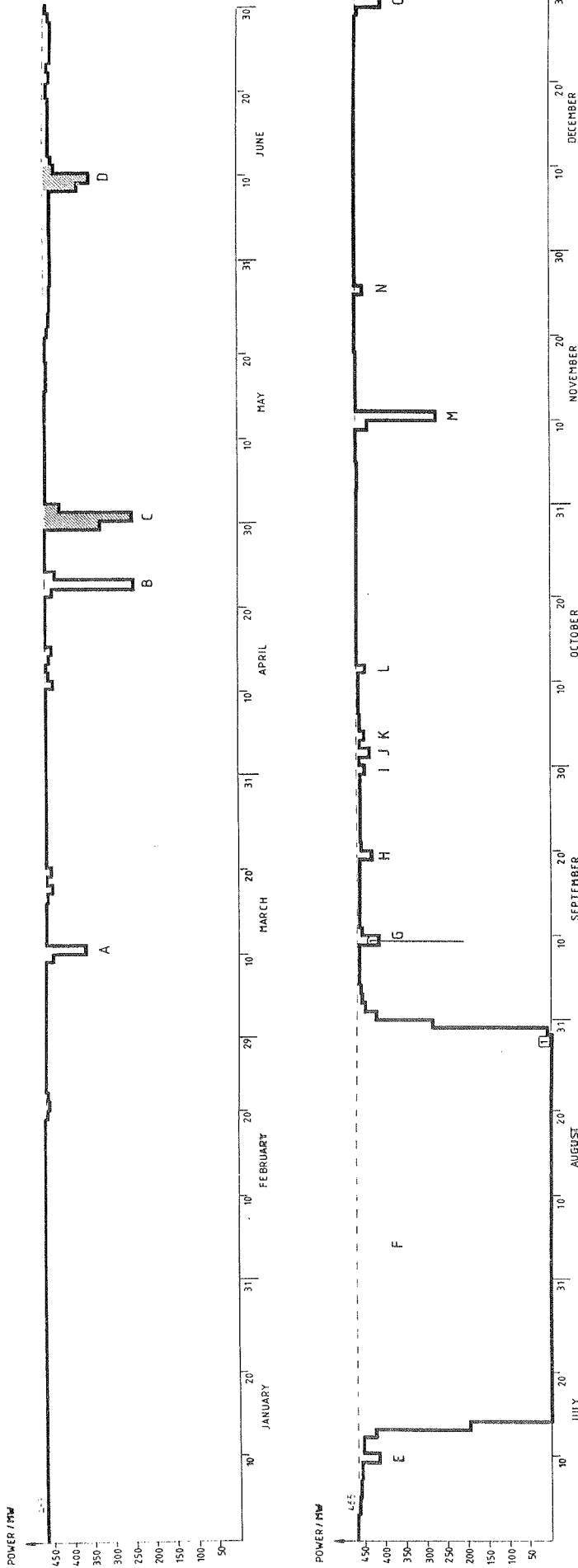
Loviisan voimalaitos on kuluvalle vuosikymmenellä joka vuosi parantanut tuotantoennätystään. Vuoden 1984 käyttökertoimet (bruttotehosta 465 MW laskettuna) olivat 86,2 % Lo1:llä ja 92,9 % Lo2:lla. Säättöjen vaikutus oli 0,5 %-yks. Lo1:llä oli vuorossa nk. pitkä revisio, vesipainekokeineen, minkä vuoksi käyttökerroin jäi hiukan alhaisemmaksi kuin edeltävänä vuonna; kuitenkin karkausvuoden ansiosta voitiin myös Lo1:llä kirjata uusi tuotantoennätys 3,5 TWh; Lo2 ylsi 3,8 TWh:in. Kumpikin laitosyksikkö tuotti sähköä valtakunnan verkkoon keskeytyksettä revisiosta 1983 revisioon 1984. Reaktoripikasulkuja ei ollut yhtään vuoden 1984 aikana ja turpiinipikasulkuja oli yksi kummallakin laitosyksiköllä.

Henkilökunnan kollektiiviset säteilyannokset jäivät tavanomaisen alhaiselle tasolle: Lo1:llä 1,10 manSv ja Lo2:lla 0,76 manSv. Päästöt pii-pusta olivat alle 0,1 % ohjepäästörajasta. Tritiumpäästö mereen oli 6 % ja muut vesistö-päästöt 2,3 % vuosipäästörajasta. Uusia polttoainevuotoja ei vuoden 1984 aikana ilmennyt. Lo1:llä on yksi lievästi vuotava polttoaine-elementti, joka on nyt viimeistä latausjaksoaan reaktorissa.

Vuoden 1984 käyttödiagrammit on esitetty seuraavissa kuvissa.

Klaus Sjöblom

LOVIISA 1 OPERATION HISTORY 1984

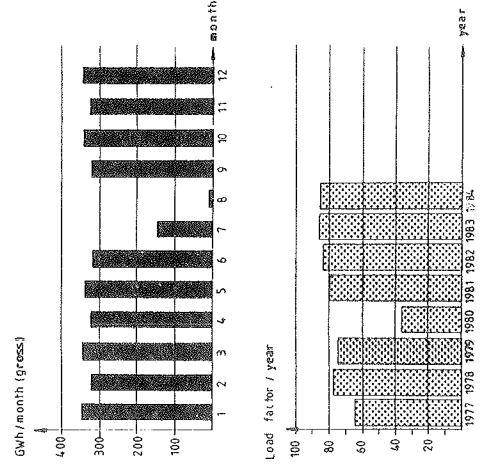


ENERGY GENERATION STATISTICS

ASSUMING 46.5 MW = 100 %

Month	MWh	Load factor / month
January	349 044	100.9
February	326 210	100.8
March	345 133	99.9
April	328 181	98.0
May	340 807	98.5
June	326 107	97.4
July	146 952	42.5
August	7 104	2.1
September	328 926	98.1
October	344 993	99.7
November	331 541	99.0
December	348 125	100.6

Total 1984 = 3 522 123 MWh
 Time availability = 87.1 %



Losses due to load following about 15 000 MWh
 Load factor without load following 86.6 %

EXPLANATIONS

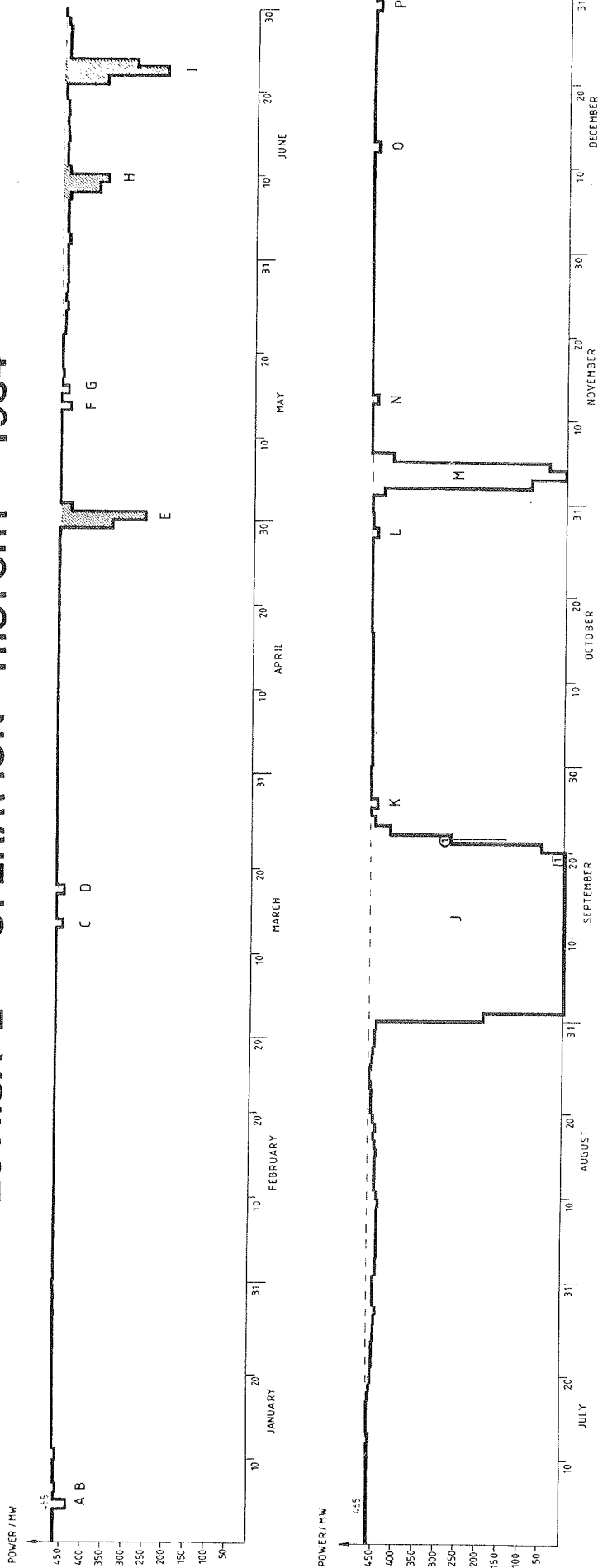
- Power given as daily average
- Turbine trip to zero load
- Trip of one TG. The other one on line
- Reactor trip
- Reactor trip (test or low power)
- Load following
- A, B Excitation transformer repair
- C, D Load following
- E Leak in the condensate line of a superheater
- F Annual maintenance and refuelling
- G Condenser tube plugging and turbine trip
- H, I, J, K, L Condenser tube plugging
- M Turbine bleeding repair
- N Condenser tube plugging
- O Trial run of auxiliary transformer

IMATRAN VOIMA OY 2.1.1985

LOVIISA NPS
 LOVIISA 1 OPERATION HISTORY
 1.1. - 31.12.1984

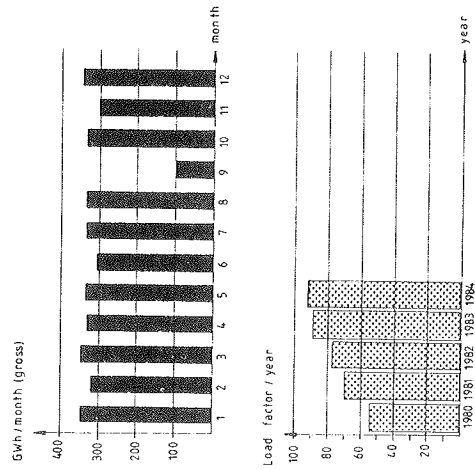
KLOJ.L01.866.008

LOVIISA 2 OPERATION HISTORY 1984



ENERGY GENERATION STATISTICS ASSUMING 465 MW = 100%

Month	MWh	Lead factor / month
January	348 261	100.7
February	326 909	101.0
March	348 675	100.9
April	335 401	100.1
May	339 654	98.2
June	313 315	92.6
July	345 178	99.8
August	337 381	97.5
September	100 449	30.0
October	346 761	100.2
November	304 546	91.0
December	348 519	100.7
Total 1984 =	3 794 849	92.9
Time availability =	93.9	%



Losses due to load following about 25 000 MWh
Load factor without load following 93.5 %

EXPLANATIONS

- A Condenser tube plugging and a superheater repair
- B Control rod drop
- C,D Condenser tube plugging
- E Load following
- F Generator trip
- G Trip of one PCP
- H,I Load following
- J Annual maintenance and refueling
- K,L Condenser tube plugging
- M Cold shutdown due to valve repair
- N,O,P Condenser tube plugging

EMATRAN VOIMA OY	
LOVIISA NPS	2 1 1985 A
LOVIISA 2 OPERATION HISTORY	X A/HZ
L.L. - 31.12.1984	Page 2
Version: 1.0	Page 2
Client: Loviisa	Project: KLO3.LO2.866.005



Ahti Toivola
Teollisuuden Voima Oy

VUOSI 1984 OLKILUODOSSA: 2x660 MEGAWATISTA 2x710 MEGAWATTIIN

Vuoden 1983 latausseisokkien jälkeen alkanut pitkäaikaiskoe 103 %:n (678 MWe netto) teholla jatkui vuoden 1984 alkupuolen. Suunnitelma tehon edelleen korottamiseksi 108 %:iin (710 MWe netto) hyväksyttiin valtioneuvostossa toukokuussa ja kesäseisokeissa -84 tehtiin laitosyksiköillä tarvittavat rakenteelliset muutokset 108 % teholla ajoa varten. TVO II:lla siirryttiin ajoon 108 %:n teholla 6.6.1984 ja TVO I:llä 14.7.1984. Pysyvä lupa korotettuun tehoon on voimassa 1985 alusta, josta alkaen myös laitosten nimellisteho on määritelty 710 MW:ksi.

Käyttökerroin TVO:n laitoksilla kohosi vuonna 1984 erittäin korkeaksi. Kulloinkin sallitusta nimellistehosta lasketut käyttökertoimet olivat

TVO I	90,7 %	(5,506 TWh)
TVO II	87,2 %	(5,341 ")

TVO I:n kesäseisokki kesti 22 vrk 5 h (15.6.-8.7.) ja TVO II:n 26 vrk 13 h (4.5.-30.5.). Merkittävimpiä töitä kummassakin olivat tehonkorotuksen edellyttämät muutokset: yksi ulospuhalluslinja ja -venttiili kahdeksan entisen lisäksi reaktorin ulospuhallusjärjestelmään ylipainesuojauksen tehostamiseksi sekä korkeapaineturbiinin ensimmäisen vyöhykkeen johtosiipien ja viimeisen vyöhykkeen juoksusiipien vaihto. Kummallakin laitoksella vaihdettiin lisäksi suurehko määrä turbiinipuolen hiiliteräsputkistoa ruostumatomaan materiaaliin eroosiokorroosiovaurioiden takia. Alihankkijatyötunteja kului revisioissa TVO I:llä 118 000 ja TVO II:lla 146 000.

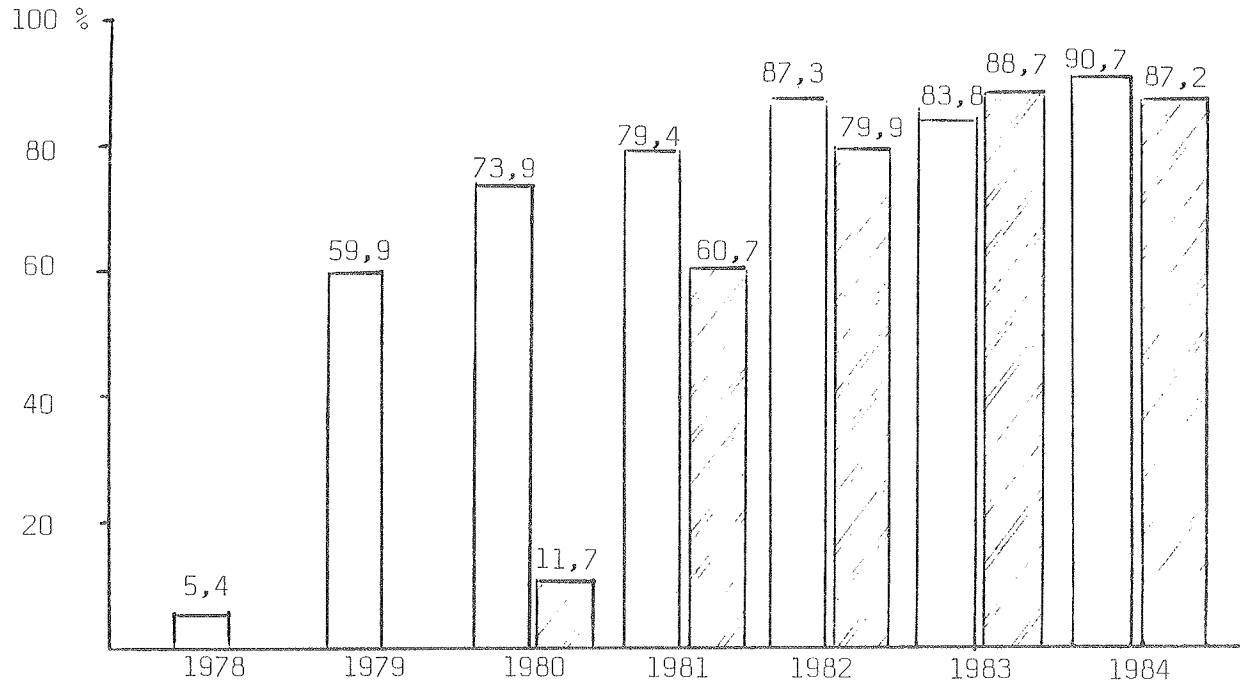
Helmikuussa -84 TVO tilasi Asea-Stalilta lauhduttimen uudelleenputkituksen kummallekin laitosyksikölle toimitettavaksi vuosina 1985 ja 1986. Nykyiset alumiinimessinkiset tuubit korvataan titaanisilla korroosiokestävyyden parantamiseksi. Korroosion aiheuttamia lauhduttimen vuotoja jouduttiin v. -84 korjaamaan laitoksilla yhteensä 15 kertaa. Putkiton uusiminen suoritetaan vaihtamalla tehtaalla valmiiksi kootut tuubimodulit (8 kpl max. á 40 t.) nykyisten tilalle. Kesäseisokissa -85 vaihto tehdään TVO II:lla viime vuonna suoritettujen tuubien 100 % pyörrevirtatarkastusten tulosten perusteella.

Maaliskuussa -84 aloitettiin käytetyn polttoaineen välivaraston rakentaminen Olkiluotoon. Varaston 1. vaihe sisältää kolme varastoallasta, joihin voidaan sijoittaa yhteensä 3600 kpl käytettyjä polttoainenippuja. Varastoa voidaan myöhemmin laajentaa kattamaan TVO I ja II laitosten n. 7200 nipun välivarastointitarve. Aloitetun vaiheen kokonaisrakennustilavuus on n. 70.000 m³ ja kustannusarvio -83 rahassa n. 250 milj. mk. Varaston suunnittelijana on toiminut Imatran Voima Oy.

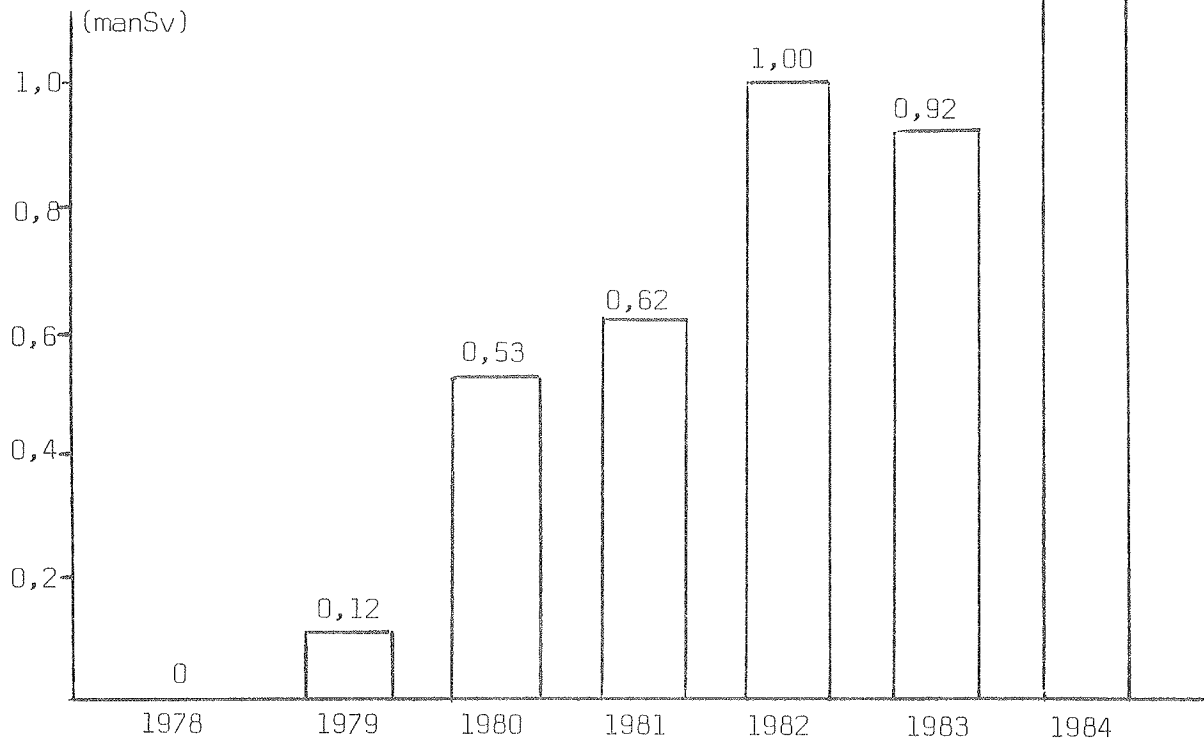
Polttoaineen vaihdossa v. -84 ladattiin TVO I -reaktoriin 8 kpl KWU:n valmistamia 9x9 polttoainenippuja. Samaa tyyppiä tilattiin TVO I:lle 110 nippua vuoden 1985 toimitukseen, josta noin puolet ladataan reaktoriin kesällä -85. TVO II:lle tilattiin 8 nippua Asea Atomin uudentyyppistä SVEA-polttoainetta, joka ladataan kesällä -85. SVEA nipussa 8x8 polttoainesauvaa on ryhmitetty 4:ksi 4x4 nipuksi, joiden välissä on ristinmuotoinen vesikanava. Ylimääräinen vesi tehostaa neutronien hidastumista lisäten nipun reaktiivisuutta ja parantaen sen ansiosta polttoainetaloutta.

Henkilö- ja ympäristöturvallisuuden kannalta vuosi 1984 sujui suotuisasti. Henkilökunnan kollektiivinen säteilyannos oli 1,244 manSv ja keskimääräinen henkilökohtainen annos 1,1 mSv. Radioaktiivisten aineiden päästöt ilmakehään olivat 0,003 % sallitusta ja veteen (kokonaisaktiivisuus ilman tritiumia) 5,1 %.

TVO I JA TVO II VUOSITTAISET KÄYTTÖKERTOIMET



TVO I + TVO II MITATUT VUOSITTAISET KOLLEKTIIVISET ANNOKSET



Jussi Manninen
Kauppa- ja teollisuusministeriö

ATOMIENERGIANEUVOTTELUKUNTA

Atomineuvottelukunnan kokoonpanoksi toimikaudella 1.1.1985 - 31.12.1987 on valtioneuvosto määrännyt:

puh.johtaja: pääjohtaja Pekka Jauho (VTT)
toimistopäällikkö Pekka Parkkinen (TASKU)
professori Jorma Routti (HTKK)
johtaja Eero Tuomainen (TASKU)
alivaltiosihteeri Klaus Törnudd (UM)

Näistä Tuomainen toimii Suomen Pankin johtokunnan jäsenen Seppo Lindblomin sijaisena sinä aikana kun tämä on valtioneuvoston jäsenenä.

Neuvottelukunnan uudeksi pääsihteeriksi on määrätty dipl.ins. Jussi Manninen ja pöytäkirjasihteeriksi dipl.ins. Margit Hovi, molemmat kauppa- ja teollisuusministeriöstä.

Atomineuvottelukunta on järjestäytymiskokouksissaan asettanut edelleen aikaisemmat neljä asiantuntijajaaostoa, tosin jonkin verran muutuneissa kokoonpanoissa.

Yleisjaoston toimeksianto sisältää mm. ydinenergia-alan tutkimuksen koordinoinnin ja rahoituksen sekä ydinenergian asemaan yleisessä energiataloudessa liittyvät kysymykset. Jaoston kokoonpano: puheenjohtaja J. Routti (HTKK), jäsenet M. von Bonsdorff (TV0), I. Mäkipentti (KTM), A. Palmgren (IVO), V. Palva (VTT) ja Antti Vuorinen (STUK), teknilliset sihteerit B. Palmén (KTM) ja J. Vira (VTT), sihteeri P. Pirilä (VTT).

Ydinpolttoainejaoston tehtäväkenttä on lähinnä ydinpolttoaineen hankintaan ja käyttöön liittyvä tutkimus ja koulutus. Jaoston kokoonpano: puheenjohtaja H. Väyrynen (IVO), jäsenet J. Forstén (VTT), H. Koponen (STUK), I. Mikkola (TVO), P. Silvennoinen (VTT) ja B. Wahlström (VTT), sihteeri E. Vitikainen (VTT).

Ydinjätejaoston ala käsittää mm. Suomen ydinjätehuoltoon liittyvän tutkimus- ja selvitystyön suunnittelun ja seurannan sekä niitä tukevan kansainvälisen yhteistyön edistämisen. Jaoston kokoonpano: puheenjohtaja S. Vuori (VTT), jäsenet J. Heinonen (VTT), M. Hovi (KTM), T. Jaakkola (HYRL), M. Salmi (GTK), M. Tammirinne (VTT) ja S. Väisänen (STUK), asiantuntijat H. Niininen (IVO) ja H. Raumolin (TVO) sekä sihteeri A. Muurinen (VTT).

Neuvottelukunnan lausuntoja ydinvoimalaitoksia koskevista lupahakemuksista valmistelee ydinturvallisuusjaosto (entinen atomiasiain turvallisuustoimikunta). Jaoston kokoonpano: puheenjohtaja L. Mattila (VTT), jäsenet J. Forstén (VTT), H. Kalli (LTKK), M. Mikkola (HTKK), H. Nevalainen (TTK), O. Pahkala (YM) ja B. Wahlström (VTT), pysyvät asiantuntijat J. Laaksonen (STUK), A. Rastas (IVO) ja B. Regnell (IVO) sekä sihteeri K. Tossavainen (STUK).

Atomienegianeuvottelukunnan toiminnassa alkaneella toimikaudella tullevat luultavasti olemaan huomion kohteina yllämainittujen jaostojen toimeksiantojen määrittelmien alueiden ulkopuolelta mm. ydinenergia-alan yleisluonteinen informaatio, tarve panostaa "uusien" ydinenergiantuotantomuotojen tutkimukseen ja Suomen osallistuminen Kansainvälisen atomienegiajärjestön toimintaan.

JM/LL

J Santaholma
Varatuomari
Imatran Voima Oy

18.3.1985

YDINENERGIALAINSAÄDÄNNÖN KOKONAISUUDISTUS 1985

Atomienergialainsäädäntö

Atomienergian rauhanomainen käyttö vauhtiintui 1950-luvun puolivälissä pidetyssä YK:n Geneven konferenssissa atomienergian rauhanomaisesta käytöstä. Siitä alkaneen kansainvälisen käytännön mukaisesti myös Suomessa todettiin tarve atomienergia-alan toiminnan säätelemiseen erityislainsäädännöllä. Atomienergialaki (356/57) ja säteilysuojauslaki (174/57) annettiin molemmat vuonna 1957. Alan toiminta katettiin näillä laeilla ja niihin myöhemmin tehdyillä täydentävillä säännöstöillä.

Atomienergialaki säädettiin yleisluontoiseksi. Siinä keskityttiin ensisijaisesti ydinmateriaaleihin sekä näihin liittyen valmistuslaitoksiin ja atomireaktoreihin. Kaivostoimintaa ei sisällytetty sen soveltamisalaan.

Ydinmateriaaleja koskevat toiminnot säädettiin lupanvaraisiksi, samoin ydinmateriaalien valmistuslaitosten sekä atomireaktorien rakentaminen, hallussapito ja käyttö. Muodostui rakennelma, jolla ydinvoimalaitoshankkeelle edellytettiin

- rakentamislupaa
- polttoainelupia sekä
- käyttöilupaa.

Lupaviranomaiseksi määrättiin kauppa- ja teollisuusministeriö, jolle annettiin myös alan ylin valvonta. Varsinaiseksi valvontaviranomaiseksi määrättiin säteilyfysiikan laitos (sittemmin säteilyturvallisuuslaitos ja nykyisin säteilyturvakeskus - STUK).

Laissa luotiin perusta myös atomienergianeuvottelukunnalle neuvoa antavana elimenä. Säteilysuojauslain alueella vastaavaksi neuvottelukunnaksi perustettiin säteilysuojausasiain neuvottelukunta. Nämä muodostivat lupakäsittelyjen valmistelua varten myöhemmin yhteiselimen, Atomiasiain turvallisuustoimikunnan (ATT).

Ydinjätteiden osalta atomienergiialaissa omaksuttiin periaate, jonka mukaan jäteaineiden käsittelyn ja vaarattomaksi tekemisen tulee tapahtua omistajan tai haltijan toimesta ja kustannuksella.

Ydinenergia-alan kansainvälisten määräysten kehityessä ja kokemusten karttuessa kotimaassa atomienergialakia on muutettu ja täydennetty neljä kertaa:

Vuonna 1973 (7/73) täydennettiin määräykset kansainvälisen atomienergian rauhanomaisen käytön valvonnan mahdollistamiseksi, koska Suomi oli liittynyt ydinsulkusopimukseen ja tehnyt kahdenkeskiset, atomienergian rauhanomaista käyttöä koskevat yhteistyösopimukset Englannin, Neuvostoliiton, Ruotsin ja Yhdysvaltojen (sitten myös Kanadan ja Australian kanssa).

Vuoden 1975 muutos (565/75) koski ydinmateriaalien menettämisseuraamuksia.

Vuonna 1977 tehdyssä muutoksessa (74/77) lisättiin lain soveltamisalaan ydinenergia-alan teknologinen tietoaaineisto sekä annettiin lupaviranomaiselle oikeus lupaehtojen muuttamiseen.

Vuonna 1978 tehdyllä muutoksella (430/78) täydennettiin ydinjätehuollon määräyksiä sekä annettiin valtuudet lupien myöntämiseen myös määräaikaikaisina.

Ydinenergia-alan erityislainsäädäntöä on täydennetty mm. seuraavilla säännöstoilla:

- atomivastuulaki (484/72) myöhempine täydennyksineen ja
- laki vaarallisten aineiden kuljettamisesta tiellä (510/74).

Luonnollisesti monet muutkin yleisen lainsäädännön alaan kuuluvat säännöt kattavat ydinenergia-alan toimintaa. Eräinä tärkeimpinä esimerkkeinä mainittakoon:

- Rakennuslainsäädäntö kaavoituksen osalta (sijoituslupa).
- Palo- ja pelastustointia koskeva lainsäädäntö (turva- ja valmiusjärjestelyt).

- Paineastiasäännöstö (tekniset vaatimukset).
- Vesilainsäädäntö (jäähdytysvedet)
- jne.

Yleisluontoisuudesta huolimatta atomienergian käyttöä koskeva lainsäädäntö on toiminut hyvin. Sen perusteella on voitu toteuttaa ja käyttää asianmukaisesti ja menestyksekkäästi maamme neljää ydinvoimalaitosyksikköä Loviisassa ja Olkiluodossa. Käytäntö on useissa kohdin ajan myötä muodostunut atomienergiälain vaatimustasoa ankarammaksi. Esimerkiksi ydinvoimalaitosten päälupien lopullinen käsittely on siirretty kauppa- ja teollisuusministeriöltä valtioneuvostotasolle.

Uudistustarve

Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten toteutuksen kuluessa kehittyivät ajatukset myös atomienergiälainsäädännön kokonaisuudistuksesta. Syynä tähän olivat ensisijaisesti tarve nostaa päätöksenteko- ja luvitustasoa korkeammalle ja tarve antaa yksityiskohtaiset määräykset ydinjätehuollosta ja sen kustannuksiin varautumisesta.

Lähes 10 vuotta sitten keväällä 1976 käynnistettiin atomienergianeuvottelukunnan piirissä tätä tarkoitavat keskustelut. Akateemikko, professori Erkki Laurila - Suomen ydinenergian rauhanomaisen käytön grand old man - otti tehdäkseen pohjatyön lainsäädännön kokonaisuudistamista varten. Lähes vuoden työn tuloksena akateemikko Laurila osoitti 19.1.1977 atomienergianeuvottelukunnalle muistion atomienergiälainsäädännöstä ja sen uudistuksesta. Muistioon liittyi myös luonnos uudeksi laiksi. Muistion perusajatukset ovat sittemmin luotsautuneet läpi lähes kymmenen vuotta kestäneen valmistelutyön. Akateemikko Laurilan pohjatyön eräät keskeiset kohdat olivat seuraavat:

- Valtioneuvoston tulisi hyvin aikaisessa vaiheessa tehdä periaateratkaisu siitä, että tietynkokoinen ydinvoimalaitos tietylle seudulle tietynlaisen organisaation toimesta rakennettuna olisi katsottava yleisen edun kannalta mahdolliseksi. Tällä ennakoitiin uuden lakiehdotuksen valtioneuvoston periaatepäätöstä. Varsinainen lupajärjestelmä jäisi Laurilan ehdotuksen mukaan rakenteeltaan ennalleen.

- Määriteltiin turvallisuustaso.
- Ydinjätteiden hoidosta ja syntyvistä ympäristöhaitoista on niiden aiheuttaja täydessä vastuussa ja velvollinen kustantamaan niistä aiheutuvat toimenpiteet. Ydinjätehuollon tuleviin kustannuksiin varautumisen pääperiaatteet hyötykäytön aikana lausuttiin samoin Laurilan muistiossa.
- Atomienergianeuvottelukunnan (AEN) pysyttämistä puollettiin. Tämän ohella esitettiin ajatus, että atomiasiain turvallisuustoimikunta (ATT) lakkautettaisiin ja perustettaisiin sen sijaan säteilyturvakeskuksen sivulla ja yläpuolella toimiva itsenäinen neuvottelukunta, turvallisuusasiain neuvottelukunta.

Akateemikko Laurilan työryhmän muistio käsiteltiin perusteellisesti atomienergianeuvottelukunnan yleisjaoston asettamassa, säteilyturvallisuuslaitoksen johtajan, professori Antti Vuorisen työryhmässä - Atomilakityöryhmä (ALT), joka antoi lausuntonsa maaliskuussa 1978.

Samanaikaisesti varsinaisen lainuudistuksen pohjatyön kanssa asetti kauppa- ja teollisuusministeriö vuonna 1976 ns. ALPO-projektin (myöhemmin ALPO 1) selvittämään vaikutuksia, joita IAEA:n alueellisia polttoainekeskuksia koskevalla tutkimuksella olisi Suomen ydinenergia-alan järjestelyihin. Atomenergianeuvottelukunnan suosituksen mukaisesti laajennettiin loppuvuodesta 1976 projektin tehtäväasettelua käsittämään koko ydinjätehuollon ala. Samalla työryhmän nimi muutettiin APO-työryhmäksi. Nimi viittasi aktiiviseen polttoaineeseen ja ydinjätteen. Nämä työryhmät toimivat VTT:n pääjohtaja, professori Pekka Jauhon puheenjohtolla. APO-työryhmän alatyöryhmäksi perustettiin ns. YJO-työryhmä, joka selvitti ydinjätehuollon organisaatio-, vastuu-, rahoitus- ja lainsäädännöllisiä kysymyksiä. Toinen alatyöryhmä oli APO-projektiryhmä, joka selvitti ydinjätehuollon tutkimus- ja kehitystyön tarvetta.

APO-työryhmä antoi mietintönsä kauppa- ja teollisuusministeriölle helmikuussa 1978. APO-työryhmä suositteli lainsäädännön muuttamista ja täydentämistä ydinjätehuollon osalta. Keskeisenä periaatteena tuli olla jätteen tuottajien velvoittaminen suorittamaan myös tulevaisuuden ydinjätehuoltokustannukset sekä keräämään hyötykäytön aikana rahat kustannuskatteen varaamiseen. APO-työryhmä katsoi tarkoituksenmukaisimmaksi vaihtoehdoksi perustaa ydinjätteen

loppusijoituksen jatkuvia huolenpitovelvoitteita varten erillisen valtion ydinjäterahaston, johon jätteentuottajat sijoittaisivat ydinjätehuollon maksut. Ydinjätehuollon toteutuksen osalta olisi luotava valmiudet kaikkien toimenpiteiden suorittamiseen kotimaassa. Käytetyn ydinpolttoaineen osalta olisi tästä huolimatta pyrittävä ensisijaisena vaihtoehtona sen lopulliseen luovuttamiseen ulkomaille.

Edellä esitettyjen vaiheiden ja suositusten jälkeen valtioneuvosto antoi huhtikuussa 1978 periaatepäätöksen ydinjätehuollon järjestämistä. Ydinvoimalaitosten lupaehdoissa varmistetaan siitä, että ydinjätehuoltotoimenpiteet suoritetaan aikanaan ja että jätteentuottajat varautuvat jo laitoksen hyötykäytön aikana ydinjätehuollon tulevien kustannusten suorittamiseen sekä antavat tästä valtiolle hyväksyttävät vakuudet. Nämä periaatteet onkin kirjoitettu kaikkien Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköiden voimassa oleviin lupiin. Tähän järjestelyyn liittyen säädettiin vuonna 1983 lakiin elinkeinotulon verottamisesta uusi väliaikainen 46 b §, jolla ydinjätehuollon tuleviin kustannuksiin varautumisen verotuskohtelu asianmukaistettiin. Näihin järjestelyihin perustuen Loviisan ja Olkiluodon kaikilla ydinvoimalaitosyksiköillä on varauduttu toiminnan alusta lukien tuleviin ydinjätehuollon kustannuksiin niin, että Loviisan laitoksilla varautumisen määrä on n. 115 Mmk ja Olkiluodon laitoksilla 650 Mmk.

Ydinjätehuollon järjestelmän täydentämiseksi valtioneuvosto antoi 10.11.1983 periaatepäätöksen ydinjätehuollon tutkimus-, selvitys- ja suunnittelutyön tavoitteista. Tässä periaatepäätöksessä asetettiin käytetyn ydinpolttoaineen huollon osalta ensisijaiseksi tavoitteeksi sellaisten sopimusjärjestelyjen aikaansaaminen, joilla käytetty polttoaine sellaisenaan tai sen jälleenkäsittelystä tulevat jätteet voidaan sijoittaa peruuttamattomasti ulkomaille (Loviisa-malli). Koska kaiken käytetyn polttoaineen osalta ei tällaisia järjestelyjä voida saada aikaan, periaatepäätöksessä edellytettiin myös varautumista Suomessa tapahtuvaan loppusijoittamiseen. Suunnittelun lähtökohtana on tällöin pidettävä, että käytettyä polttoainetta välivarastoidaan noin 40 vuotta, kunnes vuodesta 2020 lähtien voidaan aloittaa sen loppusijoittaminen. Loppusijoituspaikan valintaan liittyvien tutkimusten ja suunnitelmien edellytetään etenevän vaiheittain siten, että vuoden 2000 loppuun mennessä on valittavana yksi turvallisuus- ja ympäristönsuojeluvaatimukset täyttävä sijoituspaikka (keskitetty ratkaisu). Keski- ja matala-aktiivisten voimalaitosjätteiden huolto puolestaan on varaudut-

tava suorittamaan kokonaan Suomessa. Tällöin pidetään silmällä lähinnä loppusijoitusta voimalaitosalueiden kallioperään.

Ydinenergialakitoimikunnat

Kauppa- ja teollisuusministeriö asetti alkuvuonna 1978 ydinenergialakitoimikunnan. Toimikunnan tehtävänä oli laatia ehdotus atomienergielain säädännön kokonaisuudistuksesta sekä laatia ehdotus erillisen ydinjätehuoltolain säätämisestä. Oik.tri. hallintoneuvos Raimo Pekkasen puheenjohtolla toiminut toimikunta katsoi tarkoituksenmukaiseksi laatia ensimmäisenä osamietintönään ehdotuksen ydinenergian käytön lupajärjestelmää sekä vastuuta ydinjätteistä koskeviksi säännöksiksi (ydinenergielain yleinen osa). Pekkasen toimikunta antoi mietintönsä ydinenergian käytön lupajärjestelmästä, ydinjätehuollon perusteista ja ydinenergia-alan viranomaisorganisaatiosta 29.2.1980. Ydinenergialakitoimikunnan toinen osamietintö annettiin Helsingin yliopiston finanssioikeuden professori Kari S Tikan puheenjohtolla 31.8. 1981. Toisessa osamietinnössä annettiin ehdotukset taloudellisesta varautumisesta ydinjätehuollon tulevaisuudessa suoritettavien toimenpiteiden kustannuksiin sekä ydinenergia-alaan liittyvän kaivostoiminnan sääntelystä.

Toimikunnan I osamietinnössä tehtiin mm. seuraavat ehdotukset:

- Atomienergielain lähestymistavan ollessa ydinmateriaalikeskeisen, otettiin ehdotuksessa lähtökohdaksi ydinenergia-alan toiminnot. Omaksuttiin yleiskäsite ydinenergian käyttö. Ydinenergian käyttö eri muodoissaan ehdotettiin luvanvaraiseksi. Mietinnössä kirjattiin ydinenergian käytön yleiset periaatteet: yhteiskunnan kokonaisedunmukaisuus, räjähdekiello, turvallisuustaso ja turvajärjestelyt.
- Merkittävämpien ydinlaitoshankkeiden kohdalla ehdotettiin varhaisessa vaiheessa tehtävää valtioneuvoston periaatepäätöstä siitä, onko ydinlaitoshanketta pidettävä yhteiskunnan kokonaisedun mukaisena. Yhteiskunnan kokonaisedulla tarkoitettiin osapuulleen samaa kuin aikaisemmin käytössä olleella käsitteellä yleinen etu.
- Myönteisen periaatepäätöksen saattaminen eduskunnan lopullisesti ratkaistavaksi oli toimikunnan piirissä syntynyt uutuus. Toi-

mikunta ei kuitenkaan voinut selvittää sitä, vaatiiko tällainen menettely perustuslain säätämisjärjestyksen.

- Ehdotukseen sisällytettiin määräykset julkisesta kuulemistilaisuudesta osana periaatepäätöksen käsittelyä. Julkinen kuulemistilaisuus on tarkoitus pitää ajatellulla ydinlaitoksen sijoituspaikkakunnalla. Sitä varten hakijan täytyy pitää yleisesti saatavilla kauppa- ja teollisuusministeriön tarkastamaa yleispiirteistä selvitystä laitos Hankkeesta.
- Luvat ydinenergian käyttöön olivat ehdotuksen mukaan entiset, tärkeimpinä rakentamislupa ja käyttö lupa. Päätöksentekotasolla ehdotettiin nostettavaksi valtioneuvostotasolle.
- Viranomaiset olivat samoin entiset: kauppa- ja teollisuusministeriöllä olisi ydinenergiain soveltamisen valvonta. Varsinaiseksi valvontaviranomaiseksi ehdotettiin edelleen säteilyturvakeskusta, jonka asemaa selkeytettäisiin ja korostettaisiin. Neuvottelukunnat olisivat ehdotuksen mukaan atomienergianeuvottelukunta KTM:n yhteydessä sekä turvallisuusasiain neuvottelukunta STUK:in rinnalla.
- Ydinjätehuollon osalta ehdotettiin jätteen tuottajalle täyttä huolehtimis- ja kustannusvastuuta. Ydinjätteitä ovat käytetty ydinpolttoaine, laitosjäte ja ydinlaitoksen purkaminen. Varat tuleviin kustannuksiin olisi kerättävä ydinlaitoksen hyötykäytön aikana hyödykkeen - esim. sähkön - hinnassa ja rahastoitava.

Toimikunnan osamietinnössä II tehtiin mm. seuraavat ehdotukset:

- Ydinjätehuollon tuleviin kustannuksiin varautumisen osalta omaksuttiin ulkoisen rahastoinnin malli. KTM:n hoidettavaksi perustettaisiin valtion ydinjäterahasto, joka sijoittaisi perityt ydinjättemaksut Suomen Pankkiin.
- Lisäksi olisi varauduttava mahdollisten onnettomuustilanteiden aiheuttamiin ylimääräisiin ydinjätehuollon kustannuksiin.

- Siltä osin kuin varautuminen ei olisi jak-
sotuksen johdosta täysimääräinen, ehdotet-
tiin valtiolle annettavia turvaavia vakuuk-
sia.
- Uraani- ja toriumkaivokset ehdotettiin
sisällytettäväksi uuden ydinenergialain ja
sen lupajärjestelmän piiriin.

Ydinenergialakitoimikunnat eivät olleet varsinaisia parlamentaarisia komiteoita. Niissä olivat kuitenkin edustettuina monet asiaan vaikuttavat organisaatiot, mm. lupaviranomaiset, valvontaviranomaiset, ympäristöviranomaiset, valtiovarainministeriö, voimayhtiöt jne. Toimikuntatyön yhteydessä käytiin perusteellisia keskusteluja ja tehtiin huomattava eri mielipiteiden yhteensovittamistyö. Ehkä tästä johtuen eriävät mielipiteet jäivät loppujen lopuksi eräisiin linjakysymyksiin kohdistuviksi; linjakysymyksiin, joista voidaan olla hyvinkin montaa eri mieltä. Tärkeimpinä esimerkkeinä eriävien mielipiteiden kohteista mainittakoon periaatepäätöksen käsittelyjärjestys, turvallisuustason määrittely ja ydinjätehuollon varautumisessa kysymys ulkoisesta tai sisäisestä rahastoinnista.

Ydinenergialakitoimikunnan osamietinnöistä pyydettiin yhteensä 78 lausuntoa. Ne poikkesivat osin hyvinkin paljon toisistaan.

Toimikunnan mietintöjen ja niistä annettujen lausuntojen perusteella kauppa- ja teollisuusministeriön energiaosasto valmisteli uuden luonnoksen ydinenergialaiksi. Vuoden 1983 syksyllä perustettiin hallituksen piiriin erityinen ministerityöryhmä kauppa- ja teollisuusministeri Seppo Lindblomin johdolla käsittelemään lakiehdotusta. Ministerityöryhmä päätti työnsä syksyllä 1984. Se oli yksimielinen lakiehdotuksesta, lukuunottamatta ydinjätehuollon varautumisen rahastointimallia. Eräässä vaiheessa oli esillä sellainen ns. sisäisen varautumisen malli, jossa varat olisi sijoitettu rahoituslaitoksiin, siis liikepankkeihin ja vakuutuslaitoksiin, jotka puolestaan olisivat antaneet valtiolle turvaavat vakuudet jätteen tuottajien maksukyvyttömyyden varalta. Ministerityöryhmän enemmistö ei kuitenkaan tätä mallia hyväksynyt, vaan lopullisessa lakiehdotuksessa tultiin valtion ydinjäterahaston kannalle.

Lausuntovaiheen aikana ja sen jälkeisen valmistelun kuluessa selvitettiin ja vahvistui myös se käsitys, että uusi ydinenergialaki on käsiteltävä perustuslainsäätämisyjärjestyksessä. Tämä johtuu kahdesta lainkohdasta: ensinnäkin siitä, että valtioneuvoston periaatepäätös saatetaan lain säännöksiin eduskunnan

lopullisesti käsiteltäväksi. Tämä on poikkeus perustuslaeilla vahvistettuun valtiovallan jakoon. Toinen syy perustuslainsäätämisyjärjestykseen on se, että ydinenergian rauhanomaisen käytön takaamiseksi on ulkomaisille tarkastajille myönnetty valvontaoikeuksia Suomessa. Tämä säännös rajoittaa Suomen perustuslaeilla vahvistettua täysivaltaisuutta.

Hallituksen esitys ydinenergialaiksi

Hallitus käsitteli lopullisesti esityksensä ydinenergialaiksi istunnoissaan 21. ja 22.2.1985. Esitys oli myös koko hallituksessa muutoin yksimielinen, mutta em. rahastoasiassa ruotsalaisen kansanpuolueen ministeriryhmä erosi hallituksen yleisestä linjasta, jonka mukaan ydinjätehuollon varat sijoitettaisiin valtion ydinjätehuoltorahastoon. Eriävän mielipiteen mukaan pitäisi omaksua ns. sisäinen varautumismalli, eli jättää varat jätteenkäsittelylaitosten hallinnoitaviksi.

Ehdotetun ydinenergialain keskeiset kohdat

Lakiehdotuksen valmistelussa ovat eri mielipidesuuntia koskevat näkökannat tulleet monipuolisesti esille. Ilmeisesti tämän johdosta ovat jatkovalmistelussa ydinenergialakitoimikunnan mietintöjen keskeiset kohdat säilyneet pääpiirteissään läpi seuranneen valmistelutyön. Jäljempänä esitellään ydinenergialakiehdotuksen (YELE) keskeiset kohdat, kiinnittäen myös huomio eräisiin jatkovalmistelun aikana syntyneisiin muutoksiin. Tarkastelun näkökulmana on ensisijaisesti ydinvoimalaitoksen toteutus ja käyttö.

Ydinenergian käyttö

Ydinenergian käyttö on edelleen uuden lain keskeinen käsite, jolla operoidaan. Tällä on pyritty pitkäksi muodostuneen lain lyhentämiseen. Ydinenergian käytön tulee olla yhteiskunnan kokonaisedun mukaista. Sen tulee olla ihmisen ja ympäristön kannalta turvallista. Ydinaseiden leviämistä pyritään estämään. Laissa säädetään ydinenergian käytön yleisistä periaatteista, ydinjätehuollon toteuttamisesta, ydinenergian käytön luvanvaraisuudesta ja valvonnasta sekä toimivaltaisista viranomaisista.

Lain soveltamisala

Lakia sovelletaan

- ydinlaitoksen rakentamiseen ja käyttämiseen
- uraanin ja toriumin kaivos- ja rikastustointintaan

- ydinaineisiin ja ydinjätteisiin
- ydinenergia-alan kannalta merkittäviin muihin aineisiin, laitteisiin, laitteistoihin sekä tietoaaineistoon.

Yleiset periaatteet

Yleiset periaatteet ovat edelleen räjähdekielto, yhteiskunnan kokonaisedunmukaisuus, turvallisuustaso niin, että ydinenergian käytön on oltava turvallista eikä siitä saa aiheutua vahinkoa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle, samoin kuin turva- ja valmiusjärjestelyjen kunnossaolo.

Lupajärjestelmä

Valmistelutyön aikana on pyritty lupakäsittelyjen kansanvaltaistamiseen ja osaltaan päätöksenteon laajentamiseen ja nostamiseen korkeammalle tasolle.

Valtioneuvoston periaatepäätös

Ydinenergian käyttö on kielletty ilman lainmukaista lupaa. Tärkein "lupa" hankkeen alkuvaiheessa on valtioneuvoston periaatepäätös hankkeen yhteiskunnan kokonaisedunmukaisuudesta. Valtioneuvosto antaa myönteisen päätöksensä eduskunnan tarkastettavaksi. Eduskunta puolestaan voi kumota periaatepäätöksen sellaisenaan tai päättää, että se jää sellaisenaan voimaan.

Periaatepäätöstä haetaan valtioneuvostolta. Hakemuksen käsittelee päätöksen valmisteluelimenä kauppa- ja teollisuusministeriö (energiaosasto). Periaatepäätöshakemuksesta hankitaan STUK:in alustava turvallisuusarvio sekä ympäristöministeriön lausunto. Lausunto hankitaan myös suunnitellun ydinlaitoksen sijaintikunnan kunnanvaltuustolta ja naapurikunnilta. Sijaintikunnan kunnanvaltuuston lausunto on sikäli merkitsevä, että valtioneuvosto voi tehdä myönteisen periaatepäätöksen ainoastaan, mikäli sijaintikunnan lausunnossa puolletaan ydinlaitoksen rakentamista (kunnan veto-oikeus). On luonnollista, että lausuntoja pyydetään muiltakin tahoilta. Tämän velvoittaa jo hallintomenettelylakikin. Esimerkkeinä mainittakoon ilman- ja vesiensuojelun erityisviranomaiset.

Hyöty-haitta-arvio

Valtioneuvoston harkitessa periaatepäätöksen yhteiskunnan kokonaisedunmukaisuutta sen on otettava huomioon ydinlaitoksesta aiheutuvat hyödyt ja haitat, kiinnittäen erityisesti huomiota ydinlaitoshankkeen

tarpeellisuuteen maan energiahuollon kannalta, sijaintipaikan sopivuuteen, ympäristövaikutuksiin sekä ydinpolttoaine- ja ydinjätehuollon järjestämiseen.

Paikalliset mielipiteet

Paikallisten mielipiteiden selville saamiseksi kauppa- ja teollisuusministeriön on varattava tilaisuus mielipiteiden esittämiseen hankkeesta sekä järjestettävä julkinen tilaisuus, jossa hankkeesta voidaan esittää tällaisia mielipiteitä. Esitetyt mielipiteet saatetaan valtioneuvoston tietoon. Näiden vaiheiden valmistelemiseksi luvan hakijan on julkistettava KTM:n tarkastama, sen ohjeiden mukaan laadittu yleispiirteinen selvitys laitoshankkeesta, sen ympäristövaikutuksista ja turvallisuudesta. Selvitystä on pidettävä yleisesti saatavilla.

Erinäisiä soveltamiskysymyksiä

Seuraavassa on otettu kantaa eräisiin periaatepäätöksen käsittelyn keskeisiin kohtiin. Tarkastelun pohjana on ydinvoimalaitoshankkeen luvanhakijan näkökulma.

1. Periaatepäätös: luvanhakijan hankevalmistelun syvyys; alustava turvallisuusarvio

Eräs keskeinen lähtökohta ydinenergialain soveltamisessa on, ettei lupaviranomaisia saa asettaa päätöksenteossa "seinää vasten". Tästä seuraa, ettei hankkeessa ole sallittua edetä kovinkaan pitkälle ennen periaatepäätöksen tekemistä. Esim. laitostoimittajaa ei voi valita eikä tehdä hankintasopimuksia. Toisaalta kuitenkin kysymys on usein maan perusrakenteeseen luettavista suurinvestoinneista. Tästä johtuen päätöksenteon pohjaksi olisi oltava suhteellisen syvälle menevät selvitykset esim. ydinvoimalaitosvaihtoehdoista. Keskeinen kysymys on, löytyykö päätöksenteon ajankohtana ydinvoimalaitostekniikkaa, joka voidaan toteuttaa Suomen olosuhteissa, ottaen huomioon suomalaiset teknilliset ja turvallisuusvaatimukset.

Hyvin mielenkiintoinen osa-alue edellä mainitussa harkinnassa on STUK:in alustava turvallisuusarvio. Todennäköistä on, ettei periaatepäätösvaiheessa voida mennä eri laitosvaihtoehdoissa PSAR-tasoon saakka. Tämä johtuu puolestaan siitä, että PSAR-vaihe on jo hyvin pitkälle menevä suunnittelutyö, joka tavanomaisesti kuuluu varsinaisen laitostoimituksen piiriin. PSAR-tasoiseen selvitykseen useista laitosvaihtoehdoista ei luvanhakijalla ole syytä eikä käytännössä mahdollisuksiakaan sitoa resursseja eikä varoja. Lienee myös niin, etteivät poten-

tiaaliset laitostoimittajat ole halukkaitakaan toimittamaan PSAR-tasoisia selvityksiä, ellei samalla ole varmuutta varsinaisesta laitostoimituksesta. Näillä perusteilla tullaan siihen, että alustava turvallisuusarvio olisi tehtävä laitosvaihtoehtojen yleisluontoisten soveltuvuusselvitysten perusteella. Näiden perusteella muodostetaan ennakkokäsitys siitä, onko hyväksyttäviä laitosvaihtoehtoja olemassa, mikäli myönteinen periaatepäätös tehdään. Varsinainen turvallisuusarvio (PSAR-tasoisena) jää tehtäväksi osana varsinaisen rakentamisluvan käsittelyä.

Myös muiden periaatepäätöskäsittelyn hyöty-haittarvion kohteiden selvityksen tulee olla vastaavalla tavalla yleisluontoista. Tällä tarkoitetaan sijaintipaikkojen sopivuutta, ympäristövaikutuksia, ydinpolttainehuollon mallia sekä alustavia suunnitelmia ydinjätehuollon järjestämiseksi. Pääasia on, että luvanhakija on jo periaatepäätöshakemuksen vaiheessa riittävällä vakavuudella arvioinut mahdollisuutensa saada hoidetuksi nämä ydinvoimalaitoshankkeessa keskeiset kysymykset.

2. Sähköhuollon suunnittelu

Arvosteltaessa hankkeen tarpeellisuutta maan energihuollon kannalta, on sitä tarkasteltava erityisesti sähkölaissa tarkoitettua sähköhuollon runkosuunnitelmaa ja siihen liittyviä energiatarvearvioita ja muita selvityksiä vasten. Ydinenergialain valmistelutyön yhteydessä osoittautui ongelmalliseksi sähkölaissa edellytetyn runkosuunnittelun ja ydinenergialaissa edellytettävän periaatepäätösprosessin suhde. Ydinvoimalaitosta ei ole voitu sijoittaa runkosuunnitelmaan, vaikka Imatran Voima Oy ja Teollisuuden Voima Oy ovat useampaan otteeseen ilmoittaneet runkosuunnitelmaan yhteisesti toteutettavan 1000 MW:n ydinvoimalaitoskapasiteetin. Tämä johtuu siitä, että valtioneuvosto vahvistaessaan runkosuunnitelman joutuisi tekemään ennakkokannanoton ydinvoimalaitoshankkeeseen. Tässä artikkelissa ei ole syytä pitemmälle pohtia, miten sähkölain suunnittelujärjestelmän ja ydinenergialain mukaisten lupamenettelyjen suhde tulisi tulevaisuudessa järjestää.

3. Paikallinen käsittely

Paikallisen mielipiteen osalta keskeisimmät kysymykset ovat ajatellun ydinvoimalaitospaikan kaavoitus, tilaisuus esittää paikallisella tasolla mielipiteet, julkinen kuulemistilaisuus ja ajatellun sijaintikunnan valtuuston lausunto.

Detaljikaava, jolla alue varataan ydinvoimalaitoshankkeen mahdollistavaan käyttötarkoitukseen, on ehdoton edellytys hankkeen toteutukselle. Tämä vaatimus kuuluu rakennuslain alaan.

Koska ajatellun sijaintikunnan valtuuston myönteinen lausunto on ehdoton edellytys myönteisen periaatepäätöksen tekemiselle, on pidettävä selvänä, että valtuusto antaa lausuntonsa vasta sen jälkeen, kun se on voinut tutustua paikallisella tasolla esitettyihin mielipiteisiin ja vasta kun julkinen kuulemistilaisuus on pidetty.

Kuten havaitaan, on uudessa ydinenergialaissa ehdotettu laajaa paikallistason käsittelyä. Tuloksena tästä on se, että vaikka hankkeella olisi suurikin valtakunnallinen merkitys, ei sitä saada toteutetuksi, ellei ajateltu sijaintikunta ole hankkeen takana.

4. Laitosvaihtoehdon valinta

Periaatepäätöksen käsittelyn osalta voidaan esittää kysymys, kuka valitsee laitosvaihtoehdon. Valinta tulee jättää luvanhakijan tehtäväksi teknillisten ja taloudellisten kriteerien pohjalta. Luvanhakijan riskillä myös on, että hän saa hankkeelle varsinaiset luvat (rakentamisluvan, polttoaineluvat, käyttöluvan ja ydinjäteluvat). Samoin hänen riskillään on, että hän saa rahoituksen järjestetyksi. Jo käytännön syytkin sanelevat, etteivät lupaviranomaiset voi suorittaa laitosvaihtoehdon valintaa kaikkine teknillis-kaupallisine vaiheineen. Vaikka ydinvoimalaitoshankkeessa on kysymys valtakunnalliseen perusrakenteeseen kuuluvasta hankkeesta, on edellä kuvatunlainen työnjako ainoa mahdollinen yritystason sekä valtiotason ja paikallistason välillä.

5. Periaatepäätös erityislakina?

Ydinenergialain lähetekeskustelun yhteydessä esitettiin lukuisissa puheenvuoroissa ehdotus siitä, että periaatepäätös tehtäisiin eduskunnassa erityislain muodossa. Tällöin eduskunta pääsisi vaikuttamaan päätöksen sisältöön eikä ainoastaan käsittelemään sen hyväksyttävyyttä. Edellä esitetyt seikat kuitenkin jo antavat kuvan siitä, että hankkeen valmistelussa täytyy eri päätöksentekijöillä olla käytettävissään huomattavat valmisteluresurssit. On myös varsin todennäköistä, että periaatepäätöksen ehdoista huomattava osa tulisi olemaan luonteeltaan teknillistyyppisiä. Niiden sisällön määrittäminen on mitä todennäköisimmin asianmukaista antaa ammattiviranomaisten tehtäväksi niin, että ne voivat myöhemmin lupaehtojen noudattamista valvoessaan toimia

asianmukaisesti maassa omaksutun teknillisen järjestelmän sekä turvallisuusjärjestelmän ja -käytännön mukaan. On otettava huomioon myös erityyppiset vastuukysymykset, mukaan lukien lupa- ja valvontaviranomaisten virkavastuu.

On myös varsin epätietoista, miten hankekohtaiseen lupaan tähtäävän erityislain valmisteluprosessi lähtisi liikkeelle. Hallintojärjestelmässämme ei tunneta menettelyä, jossa "luvanhakija" voisi saattaa lainvalmistelun jonkinlaisella hakemuksella liikkeelle - ainakaan missään määrämudossa. Kuka siis määrittäisi hankkeen: kuinka suuri ja minkälainen ydinvoimalaitos? minne? kenen toimesta? mitä on selvitettävä etukäteen?

Ongelmaksi muodostuisi myös kunnallisen itsemääräämisoikeuden varmistaminen. Voitaisiinko lain valmistelusta kuulla kuntia asianmukaisella tavalla ja sitovasti. Luultavasti ei. Oletettavasti periaatepäätöslaista muodostuisi kovin ehdollinen: esim. että ao. kunta tai kunnat hyväksyvät laitoksen alueelleen itse hankelaissa säädettävän menettelyn mukaisesti. Tämä taasen tuntuu ongelmalliselta eduskunnassa tehdyn lakitasoisen periaatepäätöksen kannalta.

Asiaan liittyvien lukuisten laajakantoisten ja arvaamattomienkin kysymysten johdosta olisikin ilmeisesti parempi, että eduskunta antaa sisällön ydinenergian käyttöä koskeville ehdoille ja edellytyksille itse ydinenergiialaissa. Valtioneuvoston periaatepäätöksen hallintopäätöksenä täytyy sitten puolestaan olla sopusoinnussa lain määräysten kanssa. Tuntuisi siis riittävältä, että lakiasäätävä elin, vaikka se haluaisikin osallistua hallintopäätöksen tekoon, voisi rajoittua pelkästään kannanottoon päätöksen hyväksyttävyydestä. Toisin sanoen hallituksen esityksessä oleva jo sinänsä poikkeuksellinen menettely Suomen hallintojärjestelmään katsottaisiin riittäväksi.

(Artikkeli jatkuu seuraavassa numerossa varsinaisesta lupajärjestelmästä).

22.2.1985

Tasavallan Presidentti antoi perjantaina 22.2.1985 eduskunnalle esityksen uudeksi ydinenergialaiksi.

Eräänä keskeisenä uudistuksena lakiehdotuksessa on se, että yleiseltä merkitykseltään huomattavien ydinlaitosten rakentaminen edellyttää, että valtioneuvosto on tehnyt asiassa periaatepäätöksen, jossa hanke on hyväksytty ja että eduskunta on tämän päätöksen myös hyväksynyt. Tämä periaate on hallintojärjestelmämme kannalta poikkeava ja merkittävä uudistus. Tarkoitus on saattaa eduskunta mukaan päätöksentekoprosessiin jo varsin aikaisessa vaiheessa, jolloin yksityiskohtaisia selvityksiä tms. laitoshankkeesta ei vielä ole.

Eduskunta ei siten päättäisi siitä, mistä tai minkälaisena jokin laitos hankitaan, vaan lähinnä siitä, voidaanko ydinenergian käyttöön perustuva laitosratkaisu sinänsä ottaa erääksi ratkaisuvaihtoehdoksi. Vasta eduskuntakäsittelyn jälkeen seuraisi tarjousten hankinta ja niiden käsittely. Itse asiassa laissa kiellettäisiin ryhtyminen sellaisiin esim. taloudellisiin sitoumuksiin, jotka saattaisivat vaikeuttaa valtioneuvoston tai eduskunnan vapaata harkintaa asiassa. Lopullinen ja yksityiskohtaisempi ratkaisu ydinlaitoksen rakentamisesta tehdään vasta myöhemmin normaaliin tapaan rakennus- ym. lupia päätettäessä.

Päätöksenteon kansanvaltaista luonnetta korostetaan myös siten, että valtioneuvosto ei voi tehdä eduskunnan hyväksyttäväksi menevää periaatepäätöstä, jos suunnitellun ydinlaitoksen sijaintikunta lausunnossaan suhtautuisi hankkeeseen kielteisesti. Päätöksentekoa edeltäisi myös laaja kansalaisten, asianomaisten kuntien ja viranomaisten kuuleminen. Lisäksi olisi suunnitellulla laitospaikalla on järjestettävä erityinen julkinen tilaisuus, jossa kansalaiset voivat esittää mielipiteensä hankkeesta valtioneuvoston tietoon saatettaviksi.

Koska eduskunnan mukaanottaminen hallintopäätösten tekoon esitetyllä tavalla poikkeaa hallintojärjestelmämme periaatteista, on ehdotuksen hyväksytyksi tuleminen käsiteltävä perustuslain säätämisyjärjestyksessä.

Lakiehdotuksessa on omaksuttu sama aiheuttamisperiaate kuin voimassa-olevassa atomienergialaissaakin, mikä tarkoittaa sitä, että se, joka toimintaa harjoittaa, vastaa myös toiminnasta aiheutuvista kustannuksista eritoten ydinjätehuollon aiheuttamista kustannuksista. Jätehuoltovelvollisuus on sillä, jonka toiminnasta jätteitä syntyy.

Koska jätteiden huoltotoimia ei voida jätteiden aktiivisuuden ja lämmönkehityksen vuoksi suorittaa välittömästi, vaan on odotettava useitakin vuosikymmeniä, lakiehdotuksessa esitetään, että perustetaan valtion ydinjätehuoltorahasto, joka kerää jätehuoltoon tarvittavat varat. Varat kerätään sinä aikana, kun jätteitä tuottava laitos on ns. hyötykäytössä. Varat lainataan vakuuksia vastaan pääosiltaan takaisin jätteentuottajille ja riittävän korkotulon avulla varmistetaan varojen säilyvyys inflaatiolta. Jätehuoltokustannuksiin luetaan myös laitosten purkamisesta aikanaan aiheutuvat kustannukset.

Tämän ja eräiden muiden kertaluonteisten jätehuoltomenojen vuoksi sallitaan varojen kerääminen jätehuoltorahastoon tapahtuvaksi vuosimaksuin. Siltä osin kuin sallitaan tällaisia helpotuksia on jätehuoltovelvollisen annettava valtiolle kuitenkin maksukyvyttömyytensä varalle turvaavat vakuudet.

Jätehuoltovelvollinen saa varoja takaisin rahastosta sitä mukaa kun tämä täyttää jätehuoltovelvollisuuttaan jätehuoltotoimenpitein.

Laissa määritellään myös ne ne muut yleiset periaatteet, ehdot ja vaatimukset, jotka ydinenergian käytön on täytettävä. Sen on aina oltava turvallista, yhteiskunnan kokonaisedun mukaista eikä se saa edistää ydinaseiden leviämistä. Yhteiskunnan kokonaisetä on lainsäädännössämme uusi käsite. Sillä on haluttu antaa viranomaisille hyvin laaja ja vapaa harkintavalta toiminnan sallittavuutta arvosteltaessa. Ydinenergian käyttäjän on lain mukaan myös suojattava toimintansa riittävästi mahdollisilta ulkopuolisten väkivaltatoimilta sekä osallistuttava pelastuspalvelutoimenpiteisiin ja niiden järjestämiseen. Vaikkakin nämä perusvaatimukset ovat varsin pitkälle samat kuin voimassaolevassa atomienergialaissa on vaatimuksia selvennetty ja täsmennetty. Kun ydinmateriaalien ja -laitteistojen kansainvälistä kaupankäyntiä ja valvontaa säätelevät useatkin sopimukset, joissa myös Suomi on mukana, on lakiin otettu mukaan myös tämän velvoitteen toimeenpanemiseksi tarpeelliset määräykset.

Kun lakiluonnoksessa lähdetään siitä, että ydinenergian käytön on oltava aina yhteiskunnan kokonaisedun mukaista, tästä seuraa myös, että vaikka jollekin toiminnalle on myönnetty lain mukainen lupa, tätä toimintaa voidaan rajoittaa tai se voidaan kokonaan määrätä lopetettavaksi tietyissä tapauksissa, jos esim. turvallisuus vaarantuu. Lakihoiduksen mukaan se, joka toimintaa harjoittaa on ensisijaisesti vastuussa turvallisuudesta. Turvallisuusviranomaisen tehtävä on valvoa, että tämä vaatimus toteutuu.

Kaikki ydinenergia-alan toiminta on edelleenkin pääsääntöisesti luvanvaraista. Tärkeimpien toimintojen osalta luvan myöntävä viranomainen on valtioneuvosto eikä kauppa- ja teollisuusministeriö kuten nykyinen atomienergialaki määrää. Uuden lain mukainen järjestely tulisi kuitenkin läheisesti vastaamaan sitä menettelyä, jota jo nyt on noudatettu, koska kauppa- ja teollisuusministeriö on nostanut kaikkien käytössä olevien ydinvoimalaitostemme käyttö lupien käsittelyn jo aikaisemminkin valtioneuvostoon.

Vastikään uudelleenorganisoidun säteilyturvakeskuksen asemaa turvallisuusvalvontaviranomaisena on nykyiseen verrattuna myös huomattavasti korostettu ja selvennetty.

Sen johdosta, että uraanimalmin louhintaan, rikastukseen ja muuhun käsittelyyn liittyy monia turvallisuus- ja jätehuoltokysymyksiä, on myös uraanikaivostoiminta otettu lain piiriin kaivoslainsäädännön määräysten rinnalla.

Erilaiset ympäristökysymykset on otettu lain mukaiseen järjestelmään siten, että lupajärjestelmän eri vaiheissa tarvitaan näistä erilliset lausunnot ja selvitykset.

Ministeri Taxellin lausuma valtioneuvoston pöytäkirjaan
21.2.1985 ydinenergialakiesityksestä. Lausumaan yhtyi
ministeri Björkstrand

Hallituksen esitys ydinenergialaiksi vastaa varsin pitkälle niitä tavoitteita, mitkä RKP on asettanut erityisesti päätöksenteon ja kunnallisen itsemääräämisoikeuden suhteen. Muutoin yksimielisen valmistelun aikana olen ydinjätehuollon kustannuksiin varautumisen osalta ministerityöryhmässä kannattanut kauppaja- ja teollisuusministeriön alunperin ehdottamaa ns. sisäistä varautumisjärjestelmää. Olisin pitänyt sisäistä varautumista rahastovaihtoehtoa parempana vaikka järjestelmät eivät lopputulokseltaan kovin paljon eroakaan toisistaan. Sisäinen varautuminen perustuu selvemmin aiheuttamisperiaatteeseen, selkeyttää vastuuhuhtest ja korostaa, että kysymys on nimenomaan varautumisesta ydinjätehuollon kustannuksiin.

Yhdysvaltojen ydinteollisuuden IDCOR-ohjelman (Industry Degraded Core Rulemaking) teknillinen yhteenvetoraportti valmistui marras-joulukuun vaihteessa 1984. Raportin tärkein johtopäätös on, että olemassa oleviin ydinvoimalaitoksiin ei tarvita suurehkoja laitosta tai käyttöä koskevia turvallisuutta parantavia muutoksia.

IDCOR-ohjelman tutkimusbudjetti on noin 13 MUSD ja ohjelman tarkoitus on kehittää kaikki seikat huomioonottava yhtenäinen, hyvin dokumentoitu ja teknillisesti perusteltu kanta vakaviin ydinvoimalaitosonnettomuuksiin liittyvistä kysymyksistä pohjaksi teollisuuden osallistumiselle NRC:n päätöksentekoprosessiin vakavista onnettomuuksista.

Tutkimuksessa tarkasteltavat onnettomuusketjut valittiin 15:n USA:ssa suoritettujen PRA:n pohjalta. Ketjujen valinnassa kiinnitettiin huomiota sekä kunkin ketjun osuuteen kyseisen laitoksen sydämensulamisfrekvenssistä että ketjusta seuraavien ympäristöön tapahtuvien päästöjen vakavuuteen. Tutkimuksessa tarkasteltiin neljää laitosta:

- a) Zion PWR - suuri kuiva suojarakennus
- b) Sequoyah PWR - jäälauhdutinsuojarakennus
- c) Peach Bottom BWR - Mark I -suojarakennus
- d) Grand Gulf BWR - Mark III -suojarakennus.

Lisäksi suoritettiin täydentäviä tarkasteluja kolmelle laitokselle: Calvert Cliffs (PWR, Combustion Engineering), Susquehanna (BWR, Mark II) ja Oconee (PWR, Babcock & Wilcox). Onnettomuuden simulointia varten kehitettiin useita tietokoneohjelmia, joista koko onnettomuusprosessin kulun kattava MAAP on tärkein. Onnettomuudessa tarkastellaan sydämen kuumenemista ja sulamista, primääripiirin ja suojarakennuksen paineita, virtauksia ja lämpötiloja, sekä sydänsulan käyttäytymistä, paineastian puhkeamista ja sydänsula-betoni -reaktiota. Lisäksi tarkastellaan radioaktiivisten aineiden vapautumista polttoaineesta, kulkeutumista ja pidättymistä primääripiirissä ja suojarakennuksessa, sekä ympäristövaikutuksia. Varsinaisen fysikaalisen onnettomuusprosessitarkastelun lisäksi selvitettiin myös inhimillisten virheiden vaikutusta onnettomuusketjuihin ja operaattorien mahdollisuuksia keskeyttää onnettomuuden eteneminen, laitteiden toimivuutta onnettomuusolosuhteissa, sekä suojarakennuksen rakenteellista kestävyyttä, vetyaloja, höyryräjähdysten esiintymismahdollisuuksia, sydänsulan jäähdytettävyyttä sekä erilaisia teknillisiä järjestelyjä onnettomuuden kulun hallintaanotoksi.

Vuodeksi 1985 IDCOR-tutkimusohjelma saa pienemmän jatko-ohjelman, jonka tehtäviä ovat IDCOR-tulosten edustaminen NRC:hen päin, täydentävien laitoskohtaisten selvitysten laatiminen ja lähdetiemien alentaminen entisestään tarkentamalla eräiden onnettomuusprosessien osien kuvausta.

VTT:n Vakavien reaktorionnettomuuksien arviointi -projektissa on osallistuttu IDCOR-ohjelmaan IVO:n ja TVO:n rahoituksella. IDCOR:sta on saatu laaja raporttiaineisto sekä tietokoneohjelmia, joita on mm. käytetty viidennen ydinvoimalan laituskonseptien tarkasteluihin. VTT kaavailee osallistumista myös IDCOR:in vuoden 1985 ohjelmaan, lähinnä saadakseen MAAP-tietokoneohjelman uusimmat versiot.

Ilkka Savolainen

VTT/Ydi

Kopio IDCOR-ohjelman teknillisen
yhteenvedon raportin "Nuclear Power
Plant Response to Severe Accidents"
yhteenvedon ja johtopäätökset -luvusta.

IDCOR SUMMARY AND CONCLUSIONS

The Industry Degraded Core Rulemaking Program (IDCOR) has concluded that **additional major design or operational changes in existing nuclear power plant designs are not warranted.**

IDCOR has completed one of the most intensive evaluations of nuclear power plant accident risk ever attempted by a single industry program. The work included technical evaluations, research, and development spanning more than three years, encompassing more than 50 technical tasks, and utilizing 23 separate contractors. The results of the individual technical tasks are reported in 48 individual task reports and have been provided to the U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC) as the basis for intensive and lengthy interactions. This Technical Summary Report sets forth the overall IDCOR findings and conclusions based upon the results from the individual task reports.

IDCOR OBJECTIVE

After the March 1979 accident at Three Mile Island (TMI) in Pennsylvania, a wide range of initiatives to reduce the chance of future nuclear accidents was undertaken. Some of these were begun by government agencies such as the Nuclear Regulatory Commission; others were started by the nuclear industry itself—utilities, reactor vendors, and architect-engineers. The IDCOR (Industry Degraded Core Rulemaking) Program is the major effort by industry to study potentially severe accidents in existing nuclear reactors. "Degraded core" refers to the possible damaged or melted state of the core—the nuclear fuel rods, control rods and related equipment—in case of one of these accidents. The "rulemaking" refers to an October, 1980 Federal Register NRC advance notice of rulemaking that would determine, on the basis of what has been learned since

Section 2

the TMI accident, whether or not existing and planned reactors or regulations should be altered to account for the possibility of future severe accidents, of either the TMI type or others.

The IDCOR objective was to develop a comprehensive, integrated, well-documented and technically sound position on the issues relating to severe nuclear accidents, and to provide the basis for industry participation in the NRC decision process on severe accidents.

IDCOR TECHNICAL APPROACH

Section 2.3

An attempt has been made to consider the ways in which severe accidents could begin, take place, and affect the public. The information gathered and developed in the course of the program has been put together in a logical manner, and the reasoning, information, data, computer programs and other methods developed and used have been comprehensively documented.

Section 2.5

IDCOR activities were designed to (a) identify key issues in the avoidance and control of severe accidents, (b) develop understanding of the physical phenomena which would occur in these accidents, (c) produce mathematical models to describe the sequence of events, (d) apply this information as realistically as possible to analyze the severe accident behavior of several major classes of existing reactors, and (e) establish the basis for application of these results to all classes of existing light water reactors.

Section 4

IDCOR made maximum use of pre-existing work. In the past few years, a number of probabilistic risk assessments (PRAs) and other studies of nuclear accidents have been performed. These studies have produced a large body of knowledge on the behavior of reactors that was not available a decade ago. IDCOR did not perform any substantial experimental work, nor did it perform any full-scale PRAs; rather it used as much of these previously-gathered data and models as possible. The previous data, methods and assumptions about reactor behavior were carefully scrutinized, and modified to reflect more current knowledge, as appropriate.

Information used by IDCOR came from the nuclear industry, the national laboratories, the Electric Power Research Institute (EPRI) and foreign programs.

Section 2.4

BEST ESTIMATES AND CONSERVATISM

In developing an assessment of the likelihood of severe accidents and what could be done about them, IDCOR was guided by the "best estimate" principle. Realism was the goal in the data and models. Many previous assessments have been unduly conservative in their calculations. That is, they overestimated the total risk of accidents in their calculations by using assumptions and analyses which exaggerated this risk. Although appropriate for many regulatory purposes, there are areas in severe accident analyses where exaggeration of risk could mask the important contributors to risk and, in turn, could lead to unnecessary or even counterproductive regulatory policy.

REFERENCE NUCLEAR PLANTS

There are over a hundred light water reactors in operation (80) and under construction (43) in this country. IDCOR catalogued the various reactor, containment, and safety designs, and selected four plants representative of those in operation or under construction.

Section 3

The four plants selected for detailed analysis were (a) Zion (Westinghouse pressurized water reactor [PWR] with a large dry containment system); (b) Sequoyah (Wes-

tinghouse PWR with ice condenser containment); (c) Peach Bottom (General Electric boiling water reactor [BWR] with Mark I pressure suppression containment); and (d) Grand Gulf (General Electric BWR with Mark III pressure suppression containment).

In addition to these four plants, three others were considered in less detail. They were (a) Calvert Cliffs (Combustion Engineering PWR with large dry containment); (b) Susquehanna (General Electric BWR with Mark II pressure suppression containment); and (c) Oconee (Babcock and Wilcox PWR with large dry containment). The seven plants studied encompass the major design features of interest in an assessment of the likelihood and consequences of severe accidents. They cover both major reactor types (PWR and BWR), most containment types, and all U.S. reactor manufacturers.

Sections 4,
5, and 8

CORE DAMAGE PREVENTION AND RISK

There are three major factors which would affect risk to the public from nuclear power plant accidents if they should occur: (a) core damage, (b) failure of containment, and (c) the types and quantities of radioactive fission products available for release to the environment in the event of containment failure.

Preventing reactor accidents and core damage obviously eliminates risk to the public from these events. Because industry and regulators have devoted considerable effort to this from early days, the likelihood of core damage is low in existing reactors.

Section 5

IDCOR assessed many potential ways of further reducing the frequency of future core damage events. An important conclusion is that it is not practicable to achieve further substantial reductions in core damage frequency by modifications or additions to existing plant designs and hardware. More effective use of existing systems, such as water supplies, and electrical power supplies to transfer excess heat from the core, could yield the same or greater reductions in the likelihood of core damage. This indicates that accident management procedures are of considerable value in preventing core damage and reducing public risk.

Section 4.3

CHOICE OF ACCIDENT SEQUENCES

As noted previously, IDCOR evaluated existing PRAs. While there are many sequences of events that could lead to some sort of accident, the largest proportion would not have a significant effect on public health. Only a small number of ways in which accidents could develop are likely to lead to radioactivity releases that would significantly affect the health and safety of the public.

The IDCOR Program focused its evaluation on this relatively small set of sequences that are important to public health and safety. It did not try to evaluate accident sequences specific to large seismic events or acts of sabotage. This was done because seismic events and acts of sabotage are already treated by an existing body of NRC regulations, and by industry programs, irrespective of severe accident considerations.

Section 4

Accident sequences selected for detailed analysis were identified by analysis of prior PRAs and were supplemented by further IDCOR assessment. For this study, the sequences chosen had to be: (a) physically realistic, i.e., corresponding to what is possible, (b) traceable to a reasonable initiating event, and (c) shown to have a significant relationship to the risk incurred by the public. In accordance with historic practice, IDCOR's primary analyses assumed little or no operator action to stop the accidents, but IDCOR also analyzed the much more realistic case of intervention by operators intensively trained to do so.

PLANT ACCIDENT BEHAVIOR

The accident progressions, from the start of the accident to core melt and containment failure, were described and quantified. To inter-relate this information, IDCOR developed the Modular Accident Analysis Program (MAAP) and supporting codes to calculate values of temperatures, pressures, flows of fluids and damaged material, and transport of radioactive fission products throughout the reactor plant. The models in these computer codes are based on intensive assessment of analytical and experimental evidence, developed over the last few decades by many research programs.

Application of this new understanding of key phenomena and new analytical techniques has yielded major new conclusions on the chances and consequences of containment failure. The key findings are:

- Debris from severely damaged cores can be cooled for an indefinitely long time, given water, power, and ways to remove the residual heat generated by core debris materials. The containment can hold in radioactivity for an indefinite period under these conditions:
- Previous risk studies, notably the 1975 NRC Reactor Safety Study, identified three mechanisms by which containments could fail early in an accident sequence: steam explosions, high pressures produced by rapid steam generation, and hydrogen combustion. Those postulated failures were the result of the overly conservative calculations and assumptions used in previous studies. The IDCOR studies show that steam explosions and rapid steam generation are not likely to be the cause of early containment failure. Hydrogen detonation cannot occur under reactor conditions, and hydrogen combustion would not cause failure of large, dry containments. Smaller containments have hydrogen control measures, such as inerted containment or igniters, that would be effective if needed.
- If containment should fail, failure would occur many hours after the start of the accident. Because of these long times before containment failure, there would be enough time to reduce the risk to the public by at least two methods: reactor operator intervention to correct the error or condition, and if that was not completely successful, emergency response measures away from the reactor.

These long times also allow for reduction in the radioactive fission products that could be released, by natural processes such as settling to the floors of the containment building.

There is one BWR exception to this general rule. One accident sequence for this type of reactor is calculated to have a short time before containment fails. However, the amount of radioactive fission products that would be released to the environment would be small because of the filtering action of the suppression pool which is part of that design.

- If a containment should reach failure pressure or temperature, it would be expected to fail by creating a small leak which would preclude further pressure increase and subsequent large size failure. In addition, IDCOR has shown that resuspension of previously settled fission products would not occur even during rapid depressurization caused by large size containment failure.
- Although it is possible that containment could be bypassed by simple events that have nothing to do with accident sequences, such as leaving a door or vent open by mistake, the likelihood, given frequent inspection, of these conditions is small. Even if the containment were to be partially circumvented by this or similar events, IDCOR calculated that the added risk to the public would be small.

Section 7

Section 6

Sections 8,
9, and 10

- Analyses show that most equipment qualified for design basis accidents could survive severe accident conditions. However, the unmitigated accident sequences analyzed by IDCOR require only minimal survival of equipment.
- Fission product release to the environment, even if containment should fail, would be much less than estimated in past studies. This is due to a number of factors. Some of them increase the estimated release while others decrease it. Taken together, these factors decrease the effect on the public. The major reasons are: (a) more realistic analysis of core damage processes; (b) improved understanding of pressure and temperature loads on containment; (c) better understanding of the chemical and physical forms of fission products which have lower vapor pressures and less mobility than the forms assumed in prior analyses; and (d) more realistic analyses of the transport of these fission products from the fuel, through the primary coolant system, and in the containment system.*
- The so-called "China Syndrome," where a mass of molten fuel debris burns its way through the bottom of the reactor containment basemat, has been evaluated in detail. If containment should fail by this mode, it would usually be much later than a failure due to high pressures. In any case, if this event were to occur, its added risk to the public compared with other accident sequences would be small, because almost all of the radioactive fission products would be retained at or very close to the reactor site, not reaching the public.

Section 11

MITIGATIVE DEVICES

IDCOR assessed a number of potential severe accident mitigative devices in addition to the presently installed safety systems and determined that they did not significantly reduce the risk to the public. With respect to the two major ones, IDCOR concluded the following:

- Core catchers, designed to contain molten fuel beneath the reactor, have been proposed to reduce the consequences of severe accidents. Core catchers, however, could extend the time of containment failure only a small amount. The added benefit is small and not worth the very high cost.
- Containment systems that vent overpressure through filters to the atmosphere have been advocated to prevent containment failure and to control the release of radioactive fission products to the environment. Since existing containments are expected to take a long time to fail in an accident situation, almost all of the radioactive fission products released from the damaged core will be retained inside. For the exceptional early containment failure sequence for BWRs, the suppression pool already acts as a filter. In Mark IIIs, the action is inherent. In Mark Is, the emergency procedure guidelines ensure filtration by the suppression pool. In any case, additional filter systems are unnecessary. Also, they do not protect against accidental openings in containments.

*The area of fission product release to the environment under accident conditions, also known as "source terms", is an area of ongoing research by the industry, NRC, and foreign countries. In the future, the results of this work could show that further reductions in the amount of fission products available for release, compared to that computed by IDCOR, are warranted.

HUMAN ACTIONS

Most of the discussion so far has dealt with events that are not caused by humans, at least directly. Humans can both start accident sequences by errors or halt them by taking the correct action.

Section 12

Whether corrective action can be counted on will depend to a large extent on how fast the accident sequence proceeds.

IDCOR found that most potentially severe accidents progress slowly, and there are ample opportunities for human intervention to halt and reverse events. Industry has emergency procedure guidelines which direct the operator to act in accordance with a limited set of observed symptoms, without requiring diagnosis of a large mass of information. These guidelines correctly assist the operator and allow him multiple opportunities to prevent and terminate severe accidents. Training in the use of these procedures is intensive and valuable.

HOW BIG IS THE RISK?

Section 13

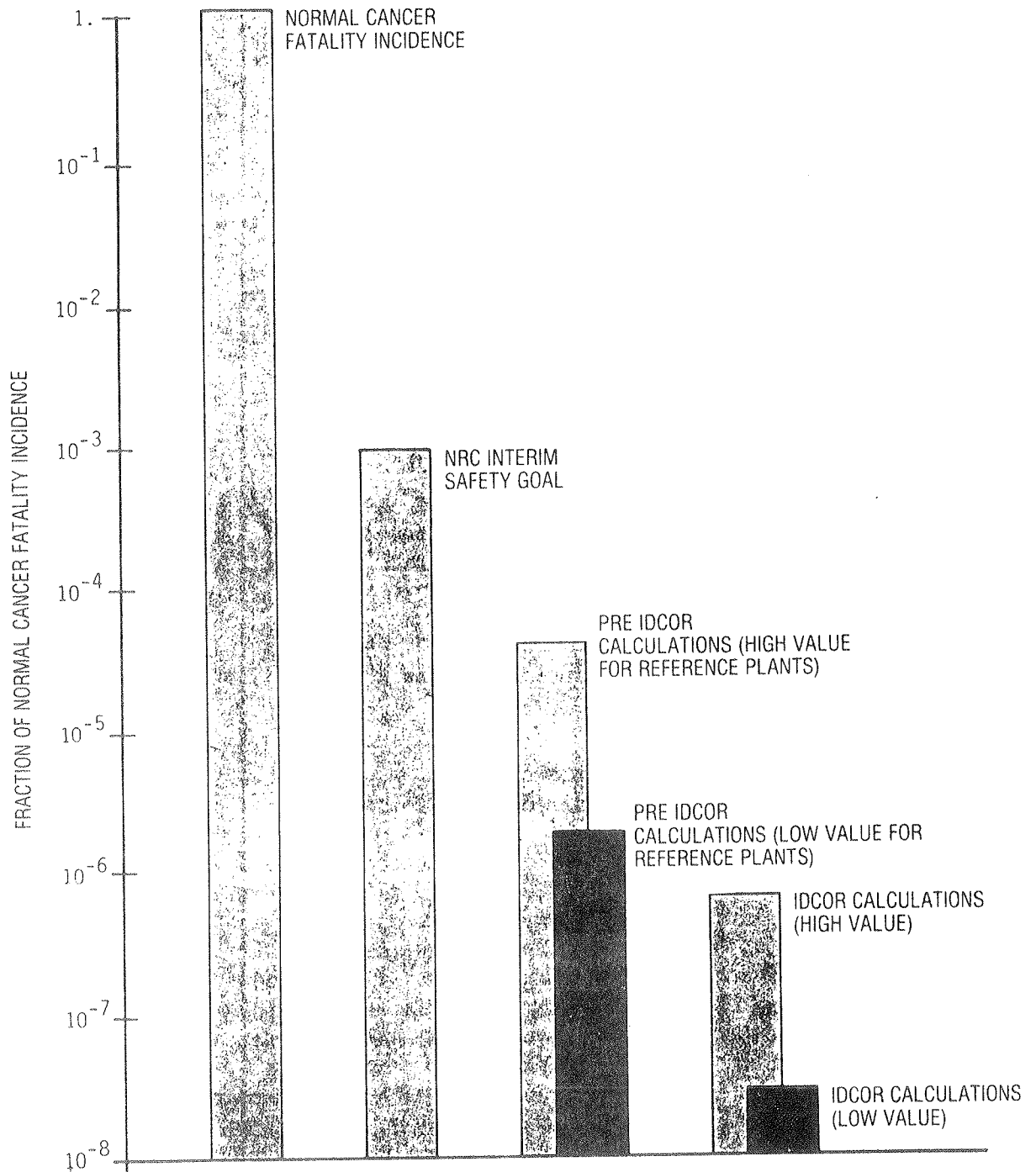
The preceding discussions have summarized IDCOR's assessments of the major factors affecting severe accident risk. The IDCOR analyses of the reference plants showed that those risks are generally less than those presented in previous studies. For example, in contrast to prior evaluations, the IDCOR calculations of consequences of severe accidents show that no early fatalities would result, even if the postulated severe accidents occur.

However, some risk is calculated to remain with respect to latent fatalities over a 30 year period. For simplicity, the range of risk values is illustrated in the graph for the four reference plants. In order to fit all the information on the graph, a logarithmic or nonlinear scale was used which compresses wide ranges of values into a narrow span on the graph. The graph shows that the risks calculated by IDCOR are less than those in previous studies, and much smaller than those set forth in NRC's interim safety goals.

CONCLUSIONS

IDCOR came to three primary technical conclusions and one overall policy conclusion.

- **First, the probabilities of severe nuclear accidents occurring are extremely low.**
- **Second, the fission product source terms—quantities and types of radioactive material released in the event of severe accidents—are likely to be much less than had been calculated in previous studies.**
- **Third, the risks and consequences to the public of severe nuclear accidents are significantly below those predicted by previous studies and are much smaller than the risk levels incorporated in the NRC interim safety goals.**
- **From a policy standpoint, IDCOR concluded that major design or operational changes in reactors are not warranted.**



THE RISK OF LATENT CANCER FATALITIES FROM OPERATING THE IDCOR REFERENCE NUCLEAR PLANTS IS 1000 TIMES LOWER THAN THE INTERIM NRC SAFETY GOAL. THE RISK FROM POTENTIAL SEVERE ACCIDENTS AT THESE PLANTS IS ONLY ONE MILLIONTH OF THE NORMALLY OCCURRING CANCER FATALITIES FOR THE POPULATION LIVING WITHIN 50 MILES OF THE PLANTS.

31221A53

LOFT-REAKTORILLA TEHTY ENSIMMÄINEN FISSIOTUOTTEIDEN VAPAUTUMISTA JA KULKEUTUMISTA TUTKIVA KOE

Hieman ennen joulua suoritettiin LOFT-tutkimusreaktorilla Yhdysvalloissa ainutlaatuinen koe. Ensimmäistä kertaa annettiin lämpötilan nousta reaktorisydämen keskiosassa niin korkealle, että kymmenkunta esipaineistettua, tavallista enemmän rikastettua (6%) polttoainesauvaa vaurioitui vapauttaen radioaktiivisia fissiotuotteita reaktoripiiriin. Alustavat tulokset viittaavat siihen, että suuressa painereaktorilaitoksessakin yli puolet näistä radioaktiivisista aineista jäisi primääripiiriin eikä kulkeutuisi edes suojarakennukseen asti.

Pääkiertoputken katkeamista jäljiteltiin

Kokeessa jäljiteltiin pääkiertoputken täydellistä katkeamista, jonka yhteydessä reaktorin jäähdyte menetetään nopeasti. Häätäjäjäähdytysveden syöttöä viivytettiin tarkoituksellisesti, jotta lämpötila sydämessä nousisi halutulle tasolle (yli 900°C). Kun hätäjäähdytysvettä vihdoin syötettiin primääripiiriin noin 360 sekunnin kuluttua kokeen alusta, reaktorisydän jäähdytti täysin noin 20 sekunnissa. Koe vei odotettua enemmän aikaa, koska reaktorisydämen keskimäinen polttoainesauvanippu ei kuumennutkaan niin nopeasti kuin oli ennustettu. Syynä oli se että sydämen yläpuolelle johtavasta hätäjäähdytysveden syöttöputkesta pääsi vuotamaan vettä sydämeen kokeen alkupuolella. Tästä odotamattomasta ilmiöstä johtuen lämpötilat sydämen keskellä eivät myöskään kohonneet aivan suunnitellulle tasolle ja polttoainesauvoja vaurioitui vastaavasti vähemmän.

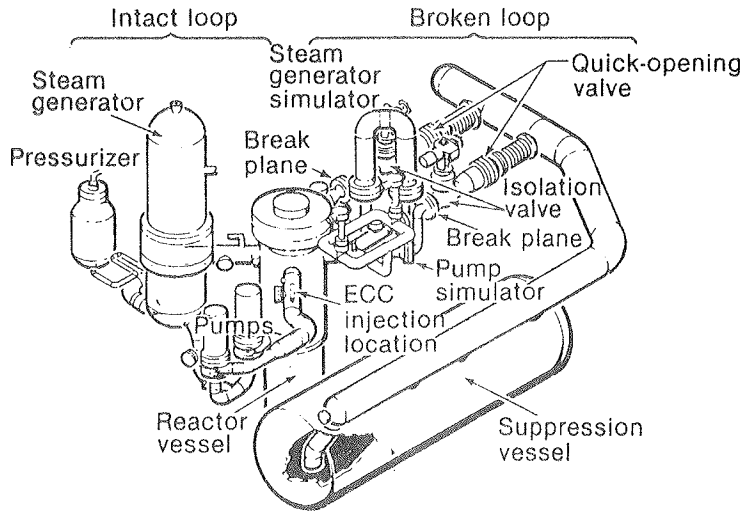
Koetulosten analyysi vie aikaa

Vaikka kokeen suorittamisesta on jo kulunut aikaa kaksi kuukautta, koetulosten analysointi on vasta alkuvaiheessaan radioaktiivisten fissiotuotteiden kulkeutumistutkimusten osalta. Kokeen loppuraportti valmistuneesta vasta noin vuoden kuluttua. Alustavien tutkimusten mukaan lähes kaikki kokeen tavoitteet saavutettiin sydämen liikajäähdytyksestä ja parin fissiotuotemittauksen epäonnistumisesta huolimatta. Noin kaksi kolmasosaa puhjenneista polttoainesauvoista vapautuneista fissiotuotteista lienee jäänyt primääripiiriin. Jodin ja telluurin isotoopit pysyivät valtaosaltaan jäähdytevedessä.

Tuloksia käytetään turvallisuuden varmentamiseksi

Kokeesta saatua tietoa tullaan käyttämään reaktorilaitoksia koskevien turvallisuuskriteereiden arviointiin ja niihin

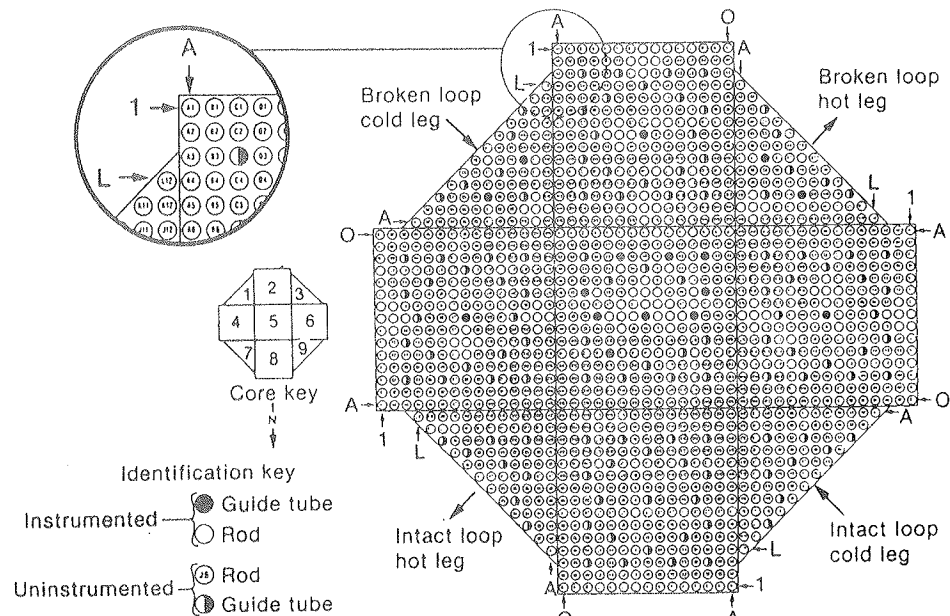
LOFT SYSTEM CONFIGURATION



Comparison of LOFT & LPWR Parameters

Parameter	LOFT	LPWR (4 x 4)
• Design pressure, psig	2500	2500
• Design temperature, °F	650	650
• MLHGR kW/ft	19	16 → 18.8
• Power, MW	55	3400
• PCS volume, ft ³	272	12,500
• Break area/system volume, ft ⁻¹	7.85 (10 ⁻⁴)	7.85 (10 ⁻⁴)
• Number of fuel rods	1300	39,500
• Core length, ft	5.5	12
• Equivalent core diameter, in.	24	134

Cross-Section of the LOFT Core



liittyvien turvallisuusmarginaalien määrittämiseen. Tietoa käytetään myös fissiotuotteiden käyttäytymistä laskevien tietokoneohjelmien edelleen kehittämiseen. On myös tärkeää pyrkiä ymmärtämään esiintyneitä fysikaalisia ilmiöitä entistä paremmin.

Näyttää siltä, että esim. yleisesti lupakäsittelyanalyysien yhteydessä tehdyt oletukset fissiotuotteiden täydellisestä vapautumisesta primääripiirin ulkopuolelle ovat hyvin konservatiivisia (pessimistisiä).

LOFT on ainutlaatuinen koelaitteisto

LOFT-tutkimusreaktorilla Idaho Fallsin kaupungin lähellä on jo vuodesta 1976 lähtien tehty erilaisia painevesireaktoreiden onnettomuus- ja häiriötilanteita jäljitteleviä kokeita. Laitteisto on varsin suuri (1:50) ja toiminta-alueeltaan monipuolinen sekä sisältää todellisen ydinreaktorin eikä vain sähkölämmitteistä reaktorisydämen simulaattoria kuten muut vastaavat laitteet. Sen ydinreaktorissa on 1300 polttoainesauvaa ja reaktorin lämpöteho on 55MW. Primääripiiri sisältää kaikki suuren reaktorilaitoksen komponenttien vastineet.

VTT mukana tutkimuksessa

LOFT-tutkimusohjelmaa rahoittivat ja ohjasivat vuoden 1982 loppuun asti lähes yksinomaan USA:n reaktoriturvallisuusviranomaisen (USNRC) ja energiaministeriö (DOE). Useat tutkimuslaitokset muistakin maista, Suomesta Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT), ovat kuitenkin voineet osallistua siihen. Projektin kokonaiskustannukset olivat noin 450 miljoonaa dollaria.

Vuoden 1983 alusta tutkimusohjelmaa on jatkettu OECD:n ydinenergiajärjestön (NEA) alaisena kansainvälisenä projektina, jonka kokonaisbudjetti on yli 90 miljoonaa dollaria. Projektissa ovat mukana lähes kaikki suuret ydinenergiamaat (USA, Englanti, Saksan liittotasavalta, Japani ja Italia) sekä lisäksi Espanja, Itävalta, Sveitsi, Ruotsi ja Suomi (VTT).

Tutkimusohjelman viimeinen koe kesällä

Tutkimusohjelmassa on jäljellä enää yksi koe, joka tehtänee tämän vuoden kesä-heinäkuussa. Siinä annetaan lämpötilojen reaktorisydämessä nousta jopa 2000⁰C:een saakka, jolloin polttoainesauvat vaurioituvat paljon pahemmin kuin edellisessä kokeessa. Myös fissiotuotteiden koostumus ja määrä on erilainen. Tässä kokeessa koko koelaitteisto kontaminoitunee huomattavasti.

ATS:n ULKOMAAN EKSKURSIOT 1973 - 1985

- 1973 Ruotsi ja Tanska
1974 Saksan liittotasavalta
1976 Englanti ja Belgia
1977 Ranska
1978 Neuvostoliittolaisten vierailu Suomessa
1979 Neuvostoliitto, Leningradin alue
1980 Japani
1981 Sveitsi, Ranska ja Espanja
1982 Unkari ja Italia
1983 Neuvostoliitto
1984 USA ja Kanada
1985 Tšekkoslovakia ja Saksan liittotasavalta (ennakkotieto)

RYHMÄMATKASSA YHDISTYY HUVI JA HYÖTY

Ryhmämatka voi olla lomamatka, mutta yhtä usein se tehdään myös työn merkeissä.

Se voi olla opinto- tai koulutusmatka, oman firman hyvien työtovereiden rentoutumismatka.

Ryhmämatka voi siis olla millainen tahansa!

Me Tapiolan Areassa järjestämme Teille etukä-

teen matkan mittojen mukaan.

Saimme hoitaaksemme ATS:n USA:n matkan ja toivomme jatkossakin saavamme palvelua teitä matka-asioissanne.

Ryhmä kuin ryhmä - tervetuloa Tapiolan Areaan - hoidamme matkanne kaikkia yksityiskohtia myöten.

Matkatoimisto Oy

AIRIEA

Heikintori, Tapiola

Ryhmämatkaosasto/Marjut Vesander, puhelin 455 4311

MATKAKERTOMUS SUOMEN ATOMITEKNILLISEN SEURAN POHJOIS-AMERIKAN
EKSKURSIOSTA 3.-18.11.1984

SISÄLLYS

Osallistujat

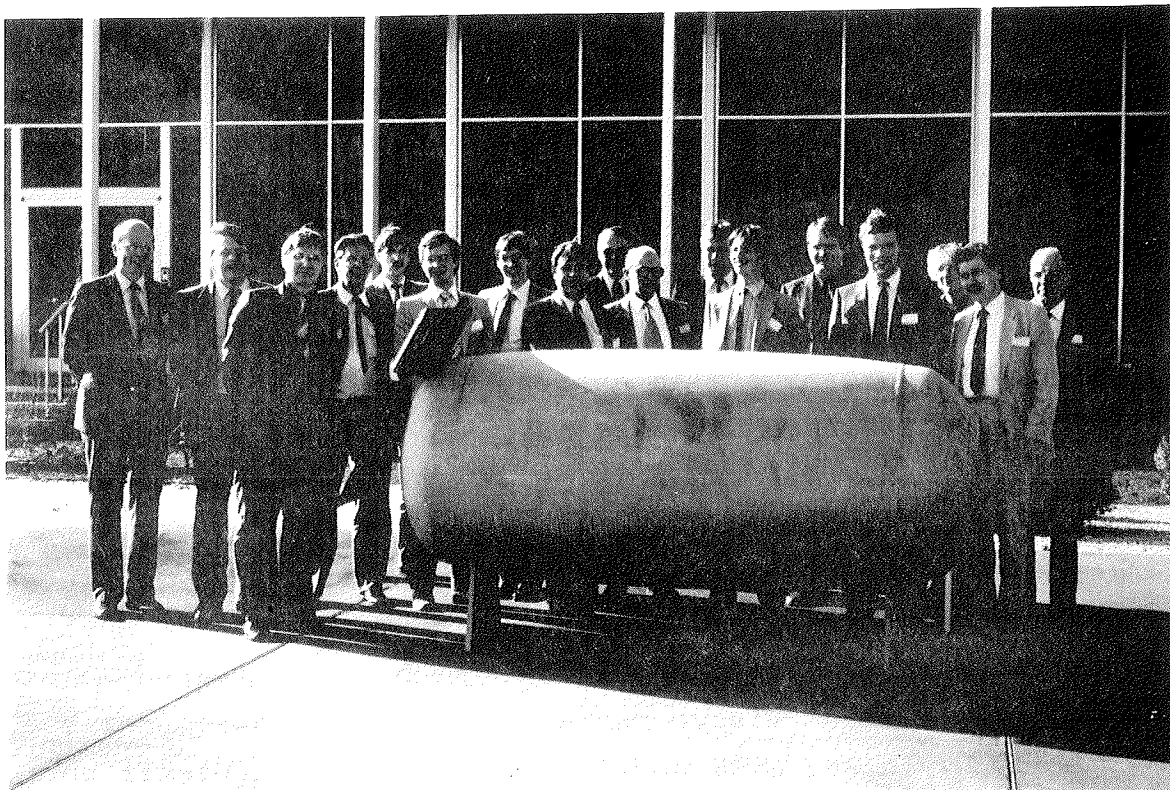
Yleiskatsaus ekskursioon

Vierailukohteet

- Eldorado Resources Ltd:n konversiolaitos
- Darlingtonin ydinvoimalaitostyömaa
- Pickeringin ydinvoimalaitos
- Atomic Energy of Canada Limited (AECL)
- Argonne National Laboratory (ANL)
- Oak Ridge National Laboratory (ORNL)
- Combustion Engineeringin paineastiatehdas
- St. Lucie'n ydinvoimalaitos
- Westinghouse Nuclear Center
- Westinghouse Waltz Mill Facility
- U.S. Department of Energy (DOE)
- U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC)
- American Nuclear Society (ANS)

OSALLISTUJAT

Aaltonen, Raimo	TVO
Antila, Martti	IVO
Hyvönen, Matti	IVO
Kotro, Jorma	IVO
Levonen, Markku	IVO
Lucander, Altti	TVO
Nevalainen, Seppo	Sähköliikkeiden Oy
Ojala, Aito	Enerconsult Ky
Patrakka, Eero	TVO
Peltonen, Esko	VTT/YDI
Rajamäki, Markku	VTT/YDI
Raumolin, Heikki	TVO
Ruskola, Erkki	IVO
Salminen, Pertti	VTT/YDI
Snellman, Margit	VTT/REA
Valkonen, Mikko	TVO



Osallistujat ryhmäpotretissa Combustion Engineeringin paineestiatehtaan ulkopuolella.

Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Ydinvoimatekniikan laboratorio
Pertti Salminen

YLEISKATSAUS EKSKURSION

ATS:n vuoden 1984 ulkomaan ekskursio suuntautui Pohjois-Amerikan itärannikolle Kanadaan ja Yhdysvaltoihin. Mantereen itäosa valittiin matkakohteeksi, koska valtaosa ammatillisesti mielenkiintoisista kohteista sijaitsee alueella. Toisaalta pyrkimys pitää muutenkin korkeat matkakustannukset siedettävällä tasolla puolsi tutustumista vain idässä oleviin kohteisiin.

Matkaan lähdettiin 16 hengen voimin suurin odotuksin, ja heti alkuun täytyy todeta, että ekskursio varmasti täytti kuta-kuinkin hyvin odotukset. Matkaohjelma oli hyvin tiukka ja ainoa vapaapäivä oli matkan viimeinen päivä New Yorkissa, mutta matkaohjelman rasittavuuden korvasi mielenkiintoinen ohjelma sekä isäntiemme toimesta huolellisesti valmistellut ja mielenkiintoiset esitykset vierailukohteissa.

Vastapainona atomiteknisille kohteille matkaa kevensivät muutamat "turistikohteet", joista mainitsemisen arvoisia ovat ainakin Cape Canaveralin avaruuskeskus ja Walt Disney Worldin Epcot-center. Avaruuskeskus teki vaikutuksen laajuutensa ja näyttävyytensä lisäksi sitä ympäröivällä luonnonsuojelualueellaan alligaattoreineen ja satoine kotkineen. Epcot-center taas on eräänlainen tiedekeskus, jossa tekniikan ja tieteen saavutusten historiaa, nykypäivää ja tulevaisuutta näyttävästi esitellään laajalla alueella, jonka läpikäyminen kokonaisuudessaan olisi vienyt muutaman päivän. Epcot-centerissä ilmeni hyvin se, mitä amerikkalainen teknis-tieteellinen panostus parhaimmillaan on, ja se suorastaan tempaa mukaansa tieteen moniulotteiseen maailmaan.

Leimaa-antavaa kaikkialla oli avaruusteknologian voimakas esiintuminen ja sillä ylpeileminen. Ilmeisesti juuri avaruusteknologia on se tekniikan osa-alue, jolla amerikkalaiset kokevat olevansa ja ovatkin maailman huippuluokkaa, ja näin ollen siitä on muodostunut eräänlainen kansalaistunnon ja patriotismin ylläpitäjä ja kehittäjä. Yleensä muilla tekniikan aloilla he kernaasti myöntävät eritoten japanilaisten ja myös eurooppalaisten vähintäänkin tasavertaisen kilpailukyvyn.

Ydinenergiatilanne Kanadassa ja Yhdysvalloissa ja vierailukohteet on esitelty puheenjohtajan palstalla ja vierailukohteiden esittelyssä, joten tässä yhteydessä riittänee yhteenvetona vain todeta, että Kanadassa vallitsi selvä optimismi ydinvoiman suhteen ja siellä rakennettiin innolla lisää ydinvoimaa, kun taas Yhdysvalloissa jopa paikallisen atomiteknilisen seuran (ANS) edustaja Linn Draper näytti alistuneen ydinvoiman vaikeaan tilanteeseen tällä hetkellä, mutta toki näki ydinvoiman mahdollisuudet menestyä tulevaisuudessa myös Yhdysvalloissa.

Tässä yhteydessä kiitän kaikkien osallistujien puolesta Tapiolan AREA:n henkilökuntaa monimutkaisten matkajärjestelyiden onnistuneesta läpiviemisestä ja teollisuussihteereitä Johanna Iisakkila ja Timo Pöntynen korvaamattomasta avusta vierailukohteita järjestettäessä.

Matkaohjelma:

- 3.11. - lento Helsinki - New York
- 4.11. - lento New York - Buffalo
 - bussi Buffalo - Toronto
 - käynti Niagararan putouksilla
- 5.11. - vierailu Eldoradon konversiolaitokseen
 - vierailu Darlingtonin ydinvoimalaitostyömaalle

- 6.11. - vierailu Pickeringin ydinvoimalaitokseen
 - AECL:n esittely
 - bussi Toronto - Buffalo
 - lento Buffalo - Chicago

- 7.11. - vierailu ANL:iin
 - käynti "Science and Industry" museossa
 - lento Chicago - Knoxville

- 8.11. - vierailu ORNL:iin

- 9.11. - bussi Knoxville - Chattanooga
 - vierailu C-E:n paineastiatahtealle

- 10.11. - lento Chattanooga - Orlando
 - käynti Epcot-centerissä

- 11.11. - vierailu Cape Canaveralin avaruuskeskukseen
 - bussi Cape Canaveral - Ft. Pierce

- 12.11. - vierailu St. Lucien ydinvoimalaitokseen
 - bussi Ft. Pierce - Orlando
 - lento Orlando - Pittsburgh

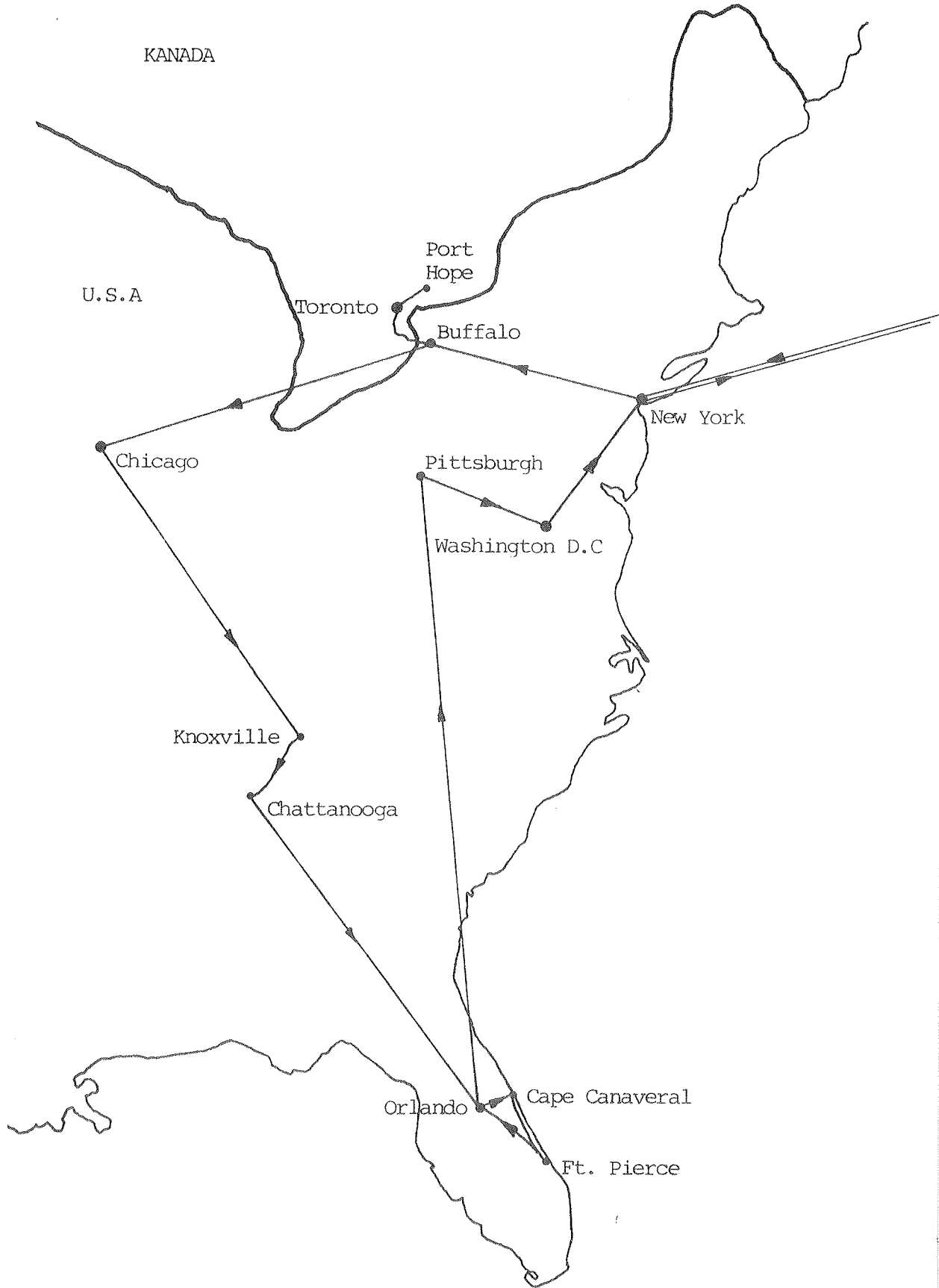
- 13.11. - vierailu Westinghouse Nuclear Centeriin

- 14.11. - vierailu Westinghouse Waltz Mill Facility'iin
 - lento Pittsburgh - Washington D.C.

- 15.11. - vierailu DOE:iin
 - vierailu NRC:iin

- 16.11. - ANS:n esittely
 - juna Washington D.C. - New York

- 17.11. - lento New York - Helsinki



Ekskursion matkareitti Kanadassa ja Yhdysvalloissa.



Polttoainetoimisto
Eero Patrakka

29.11.1984

1 (3)

KÄYNTI ELDORADO RESOURCES LTD:N KONVERSIOLAITOKSILLA
PORT HOPESSA, KANADASSA, 5.11.1984

Eldorado Resources Ltd:llä (ERL) on Port Hopessa, Ontario-järven rannalla n. 100 km Torontosta itään konversiolaitos, johon tutustuttiin 5.11.1984. Vierailun isäntänä toimi konversiolaitoksen päällikkö Frank Hueston.

1 Konversio polttoainekierron osana

Raakauraani tulee kaivoksesta uraanikonsentraattina U_3O_8 (ns. yellow cake). Isotooppiirikastamista l. väkevöintiä varten U_3O_8 konvertoidaan uraaniheksafluoridiksi UF_6 , joka väkevöinnin aikana on kaasumaisessa muodossa.

Kaupallisia konversiopalveluja tarjoaa länsimaissa viisi yhtiötä, joista kaksi on Yhdysvalloissa (Allied Corporation ja Kerr-McGee Corporation), yksi Kanadassa (ERL), yksi Englannissa (British Nuclear Fuels Ltd) ja yksi Ranskassa (COMURHEX). Konversio on periaatteessa suoraviivainen kemiallinen prosessi, jota on kaupallisesti markkinoitu vuodesta 1959 alkaen.

Edellä mainittujen toimittajien lisäksi on länsimaissa pienempiä laitoksia, mm. Japanissa.

2 Yleistä Eldoradosta

ERL on Eldorado Nuclear Ltd:n (ENL) tytäryhtiö. ENL puolestaan on Kanadan valtion omistama yhtiö, jonka toimialana ovat uraanin louhinta, rikastaminen ja konversio. ENL:n liikevaihdoksi vuodelle 1984 arvioidaan 235 MCAD, josta konversiolaitoksen osuus on 65 MCAD. Yhtiön pääkonttori on Ottawassa. Uraanikaivokset sijaitsevat Saskatchewanissa, Kanadassa. ENL on toimittanut TVO:lle raakauraania v:sta 1974 alkaen ja konversiopalveluja v:sta 1975 alkaen.

3 ERL:n konversiolaitokset

Viime vuoteen asti ERL konvertoi uraanin Port Hopessa sijaitsevassa vanhassa konversiolaitoksessa. Nyt sen ovat korvanneet kaksi uutta laitosta Blind Riverissä ja Port Hopessa.

Blind Riverissä tapahtuu konversion ensimmäinen vaihe ($U_3O_8 \rightarrow UO_3$). Laitos sijaitsee Huron-järven rannalla n. 500 km Port Hopesta luoteeseen. UO_3 kuljetetaan Port Hopeen kuorma-autoissa n. 6 t sisältävissä säiliöissä. Blind Riverin laitos otettiin käyttöön viime vuonna.

Port Hopen uudessa laitoksessa tapahtuu konversion jälkimmäinen vaihe ($UO_3 \rightarrow UF_6$). Laitos on sisäänajovaiheessa ja toimii vierailuhetkellä 2/3 kapasiteetilla. Laitoksen rakennuskustannukset ovat n. 120 MCAD.

ERL:n uusien laitosten konversiokapasiteetti on 9000 tU/vuosi. Vanhan, tällä hetkellä käyttämättömänä olevan laitoksen kapasiteetti on 5000 tU/vuosi. Yhteiseltä kapasiteetiltaan ERL on maailman suurin konversiotuottaja.

4

Port Hopen konversioprosessi

Port Hopessa toimii 3 erilaista konversiolaitosta, joissa tuotetaan UF_6 :tta, UO_2 :ta ja uraanimetalleja. Vierailussa keskityttiin UF_6 -konversioon.

UF_6 -konversio tapahtuu 3 vaiheessa seuraavia menetelmiä käyttäen:

- $UO_3 \rightarrow UO_2$: nestekerrosreaktori (fluid bed)
- $UO_2 \rightarrow UF_4$: märkä reaktori (wet)
- $UF_4 \rightarrow UF_6$: liekkireaktori (flame).

UF_4 :n tuottamisessa käytettävä märkä reaktori on ERL:n itsensä kehittämä, muut käyttävät kuivaa reaktoria.

ERL tuottaa itse UF_4 :n ja UF_6 :n valmistamisessa tarvittavan fluorin elektrolyyttisesti HF :stä. Fluorin valmistuskustannukset ovat lähes 50 % koko konversioprosessin kustannuksista.

Uraanin prosessihävikki on hyvin pieni: alle 0,5 %.

5

UF_6 :n ominaisuuksista

UF_6 on huoneenlämpötilassa kiteinen aine, joka ulko-näöltään muistuttaa lähinnä parafiinia. Se höyrystyy $56^\circ C$:ssa. Nestemäiseksi se ei tule normaalipaineessa, sillä sen kriittinen piste on $64^\circ C$ ja 0,15 MPa. UF_6 :tta säilytetään ja kuljetetaan paineestioissa, joihin se viedään nestemäisessä muodossa. Väkevöinti-prosessin aikana UF_6 pidetään kaasumaisena; kaasudiffuusioprosessissa sen lämpötila on n. $90^\circ C$.

UF₆ reagoi veden kanssa muodostaen fluorivetyhappoa:
 $UF_6 + 2H_2O \rightarrow UO_2F_2 + 4HF$. UF₆:n vaarallisuus joh-
 tuu juuri tästä ominaisuudesta. Kuljetuksen aikana
 UF₆ on kiinteässä muodossa paineastian sisällä. Jos
 astiaan tulee vuoto, muodostuva UO₂F₂ tukkii sen
 vähitellen. Tämä havaittiin Mont Louis -onnettomuuden
 jälkeen, sillä ainoa havaittu vuotava säiliö ei enää
 vuotanut avattaessa säiliön ympärille asennettu suoja-
 astia konversiolaitoksella.

6

Yleisvaikutelma Port Hopen laitoksesta

Port Hopen uusi konversiolaitos on suunniteltu nykyai-
 kaisten periaatteiden mukaisesti. Prosessissa on py-
 ritty selkeyteen, mm. putkistot on varmistettu väri-
 koodeilla, esim. keltaiset putket johtavat fluoria.
 Instrumentointi on tietokoneohjattu, ja prosessin sää-
 tö tapahtuu hipaisumonitorien avulla. Vain turvalli-
 suuden kannalta keskeiset venttiilit ohjataan normaali-
 lilla väännettävällä kytkimellä.

Koska konversiolaitos on jaettu kahteen osaan (Blind
 River ja Port Hope), Port Hopen laitos on saatu erit-
 täin kompaktiksi, ja se on sijoitettu ERL:n vanhalle
 tehdastontille aivan Port Hopen keskustaan. ERL:n
 edustajien mukaan tuotantoprosessi on hyvin tehokas ja
 esim. uraanin prosessihäviö on lähinnä grammojen tai
 kilogrammojen luokkaa.

Koneosasto

M Hyvönen/MKP

26.11.1984

DARLINGTONIN YDINVOIMALAITOSTYÖMAAKÄYNTI

Ekursiolle lähdettäessä saimme Helsingissä tietää, että uutena kohteena Kanadassa on käynti Darlingtonin ydinvoimalaitostyömaalla. Käynti toteutuikin välittömästi Eldorado-konversiolaitoksella käynnin jälkeen 5.11.1984 iltapäivällä. Laitostyömaahan tutustumiseen käytettiin n. 2 tuntia.

Darlingtonin voimalaitostyömaa sijaitsee n. 60 km:n päässä Toronton kaupungista itään Ontario-järven pohjoisrannalla. Laitoksen omistaja ja rakennuttaja on Ontario Hydro.

Työmaalle tullessa ekursion osanottajat johdettiin ensin informaatorakennukseen, joka oli jo täysin valmiina ja varustettuna varsin monipuolisilla havaintomalleilla ja esitteillä. Merkille pantavaa oli, että informaatorakennus oli valmistunut varsin varhaisessa vaiheessa. Se oli myös säännölliset määräajat auki yleisölle, jolloin paikalla oli opas kertomassa mallien sekä havaintovälineiden ja piirrosten avulla laitoksen toiminnasta. Saapumisemme oli ennakoon merkitty erilliselle taululle ja meidät otti vastaan em. rakennuksessa oppaaksemme ilmoittautunut miss Sue Stickley. Hän osoittautui hyvin suunnitelmat tuntevaksi ja myös myöhemmin johdatteli joukkoa sujuvasti työmaan sokkeloisissa paikoissa.

Darlingtonin voimalaitos tulee käsittämään yhteensä neljä yksikköä, joiden kunkin generaattoriteho on 935 MW. Laitospaikan valintaan ovat vaikuttaneet lähinnä seuraavat seikat:

- sijoitus sähkön kulutukseen nähden hyvä
- jäädytysveden saanti hyvä (Ontario-järvi)
- kalliopohjainen rakennuspaikka
- voimansiirtolinjat (500 kV) jo valmiiksi lähellä
- kuljetusmahdollisuudet vesitse ja maitse hyvät

Laitospaikka oli valittu vuonna 1976 ja työt oli aloitettu vuoden 1977 lopulla. Valmistumisajankohdat yksiköille ovat ohjelman mukaan seuraavat:

yksikkö 2	1988
" 1	1989
" 3	1991
" 4	1992

Kokonaisrakennusajaksi tulee näin ollen n. 15 vuotta. Kokonaiskustannuksiksi tämän hetken rahassa rakennusaikaisine korkoineen ilmoitettiin 10,9 miljardia Kanadan dollaria eli n. 52 miljardia Suomen markkaa.

Työmaakäyntiä varten ryhmä varustettiin kypärillä ja teräspohjaisilla kengillä. Ensimmäisenä kävimme turpiinihallirakennuksessa, jonka teräsrunko, katto sekä seinät osittain olivat valmiina. Halliin sijoitetaan jokaista reaktoriyksikköä kohti yksi turpiini-generaattori, joten näitä tulee kaikkiaan neljä kappaletta. Huomiota kiinnitti se, että halliin ei tule mitään väliseiniä, vaan kaikki koneistot sijoitetaan samaan suureen hallitilaan. Palosammutuksesta tulee huolehtimaan sprinklerlaitteisto. Hallin sekä kaikkien muidenkin rakennusten ja suurimpien tilojen mitat käyvät ilmi osallistujille jaetuista esitteistä.

Turpiinihallista siirryimme valvomoksi suunniteltuun varsin suurelta näyttävään tilaan. Opas kertoi, että kaikkien neljän koneiston valvonta ja ohjaus tapahtuu tästä tilasta eikä seiniä eri koneistojen valvontakeskusten välille rakenneta.

Turpiinihallirakennuksen läheisyyteen oli nousussa pyöreä ja jo valutöiltään melko valmiiksi ehtinyt alipainerakennus (vacuum building). Tämä oli varsin mittava rakennus, korkeuttakin n. 70 m. Rakennuksen tehtävänä on huolehtia erillisten reaktorirakennusten sisäisestä alipaineesta niin, että kaikki vuodot reaktorirakennuksista ohjautuvat alipainerakennukseen ja sen suodattimien kautta ulkoilmaan. Nousimme työnaikaisella Alimak-hissillä alipainerakennuksen yläosassa olevalle rakennusta kiertävälle telineelle, jolta oli todella hyvät näköalat työmaalle ja sen ympäristöön.

Työmaakierroksen aikana näimme yhden työmaalle juuri tuodun pystymallisen höyrystimen, jota purettiin kuljetusalustaltaan. Höyrystimiä tulee reaktoria kohti neljä kappaletta eli laitokselle yhteensä 16 kappaletta.

Yleisesti voidaan todeta, että työmaa-alueella oli hyvä järjestys. Tilaa varastoinneille ja työmaarakennuksille näytti olevan riittävästi. Työmaa-alueen tiet oli kestopäällystetty. Käyntimme aikana työmaan vahvuus oli 2700 henkeä.

Reaktorit tulevat olemaan kanadalaisia Candu-reaktoreita ja generaattorit BBC:n lisenssillä Kanadassa valmistettuja.

Informaattiorakennuksessa saimme mukaamme seuraavat selosteet laitoksesta:

- 1 Darlington Generating Station Data
 Units 1-4
- 2 Darlington Generating Station (kaksi
 samannimistä, mutta hieman toisistaan
 poikkeavaa selostetta)

Edellä mainituista ensimmäinen sisältää varsin huomattavan määrän puhtaasti teknillisiä tietoja ja mittoja laitoksesta, jälkimmäinen kuvaa neljällä sivullaan laitoksen teknillisiä ratkaisuja ja suunniteltua toimintaa.

Margit Snellman

ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED (AECL)

Pickering ydinvoimalaitosvierailun yhteydessä 6.11. meille esiteltiin lyhyesti AECL ja sen toimintaa.

AECL on perustettu vuonna 1952. Ministeriön alaisena toimiva AECL vastaa ydinvoimaloihin liittyvästä tutkimus- ja kehitystyöstä, suunnittelusta ja turvallisuus-analyysistä. Säännöksistä ja lupakysymyksistä vastaa AECB (Atomic Energy Board of Canada).

AECL:n puitteissa toimivat kolme yhtiötä. Tutkimus- ja kehitystyöstä vastaa Research Company, CANDU, voimalaitosten suunnittelusta ja toimintaan liittyvistä kysymyksistä vastaa CANDU Operation sekä mittauslaitteiden ja isotooppituotantoon liittyvistä kysymyksistä vastaa Radiochemical Company. Henkilökuntaa AECL:ssa on yhteensä n. 7000.

Tutkimus- ja kehitystyö Chalk Riversin, Ontarion ja Whiteshellin tutkimuskeskuksissa on ollut viime vuosina varsin vilkasta. Eräänä tutkimuskohteena on ollut tritiumin erottaminen raskaasta vedestä. Tällä pyritään säteilyannosten pienentämiseen sekä materiaalin tuottamiseen fuusiotutkimuksiin. Viime vuosina on lisäksi voimakkaasti panostettu tutkimustyöhön jossa tavoitteena on ollut selvittää paineputkien vaurioitumiseen liittyvät syyt. Työn tuloksena on uusiin rakennettaviin ydinvoimalaitoksiin asennettu Zr + 3%Nb putkia entisten Zr putkien tilalle.

Ydinjätteiden loppusijoitukseen liittyviin tutkimuksiin on rakenteilla maanalainen tutkimuslaboratorio (Underground Research Laboratory URL) Lac du Bonnetin lähelle Manitobassa. Rakentamisessa on edetty 100 m tasolle (tavoitteena 250 m). Tutkimukset URL:ssa tehdään ensisijaisesti pohjavesi-kallio systeemin vuorovaikutusten selvittämiseksi. Tutkimuksissa seurataan mm. louhinnan aiheuttamat muutokset pohjaveden kemiaan ja veden virtaukseen sekä korkean lämpötilan ja mekaanisten jännitysten vaikutukset kalliossa.

Esittelyn lopussa käsiteltiin Kanadan energiantuotantoa. Tällä hetkellä energiaa tuotetaan sekä hiili-, vesi- että ydinvoiman avulla. Kokonaistuotanto on noin 100 TWh jakautuen melko tasan muiden energiatuotantomuotojen kesken.

Ydinvoiman osuus on kasvamassa. Konkreettisenä esimerkkinä tuli vierailujen yhteydessä esille melkein valmiina olevat Pickeringin 2 uutta voimalaa sekä Darlingtonin rakenteilla olevat 4 uutta voimalaa.

Valtion Teknillinen tutkimuskeskus
Ydinvoimatekniikan laboratorio
Esko Peltonen
Markku Rajamäki

ARGONNE NATIONAL LABORATORY (ANL)

Kolmantena vierailupäivänä 7.11. tutustuimme Illinoisin osavaltiossa, Chicagon kupeessa sijaitsevaan laitokseen, joka on ensimmäinen USA:n liittovaltion perustamista suurista kansallisista laboratorioista. Hallinnollisesti laitos kuuluu Chicagon yliopistoon rahoituksen tullessa energiaministeriöltä (USDOE). Henkilökunnan määrä on n. 4000 ja budjetti viime vuosina reilu miljardi markkaa. Toiminta painottuu energian tuotantoon liittyvään tutkimus- ja kehitystyöhön. Ydinenergian osuus on suurin (lähes 50 % kuluista), mutta myös hiilen käytön ja uusien energialähteiden osuus on merkittävä (lähes 20 %). Myös ympäristövaikutuksien tutkimuksen (n. 10 %) ja fysiikan perustutkimuksen (yli 20 %) rooli on tärkeä.

Laitos on jaettu organisaatorisesti neljään toiminta-alueeseen, joista kahteen tutustuimme seuraavasti:

- Nuclear Reactor Research and Development
 - nopeat reaktorit, isäntänä R. Valentino
 - vähärikasteisen polttoaineen käyttö tutkimus- ja testausreaktoreissa, A. Travelli
- Physical Sciences
 - materiaalien virumiskokeet, W.J. Shacic ja D.T. Raska;
 - jännityskorroosiokokeet, W. Ruther; Na/Li-materiaaliseosvuorovaikutukset, O.K. Chopra.

Käyntimme ulkopuolella jäivät "Alternative Energy Technologies" ja "Biomedical and Environmental Research" alueet.

Vierailun ohjelmasta vastasi A.B. Krisciunas, joka on laitoksen yhteyspäällikkö. Vierailumme noteerattiin laitoksen viikottaisessa tiedotuslehdessä "Argonne Bulletin".

Nopeat reaktorit, esitys

Argonnen päämielenkiinto kohdistuu nopeisiin natriumjäähdytteisiin reaktoreihin. Yhtenä esityksen aiheena oli ilmeisesti juuri kehitteillä oleva metallista polttoainetta ja suljettua integroitua polttoainekiertoa käyttävän nopean reaktorin konsepti (Integral Fast Reactor (IFR)). Oksidipolttoainetta käyttävien nopeiden reaktoreiden kohdallahan USA on jäänyt pahasti jälkeen Euroopasta ja Japanista. IFR:n on tarkoitus olla uudentyyppinen tehoreaktoriratkaisu. Se on sikäli mielenkiintoinen, että sen voisi ajatella olevan yhtenä mahdollisuutena myös Suomen ensi vuosituhaten energiasuunnitelmissa. Metallisella polttoaineella oksidipolttoaineeseen verrattuna saavutetaan seuraavat edut:

- Polttoaineen jälleenkäsittely ja polttoainenippujen valmistus on helpompaa ja tästä syystä ne voitaneen tehdä täysin automatisoidussa reaktorilaitokseen kytketyssä yksikössä. Tästä on edelleen seurauksena se, että
- ei tarvita voimakkaasti radioaktiivisen polttoaineen kuljetuksia ja prosessit on myös mahdollista suunnitella siten, että laitoksella ei synny ulos otettavissa olevaa plutoniumia (proliferaatioetu).
- Metallin hyvän lämmönjohtuvuuden ja pienen lämpökapasiteetin vuoksi saadaan onnettomuustilanteissa natriumin kiehumiseen oleellisesti suurempi marginaali ja on ajateltu, että tämän perusteella sydämen hajoamiseen johtavat tehoekskursiot voidaan sulkea pois kokonaan.

Metallisen polttoaineen suuresta paisumisesta selvittää käyttämällä jopa 33 %:n natriumtäytteistä vapaata tilaa tuoreen polttoaineen ja suojakuoren välillä. IFR:n perusilmiöt on jo demostroitunut EBR II-reaktorissa ($P_n = 62 \text{ MW}$). Tuotettavan sähkön hinnasta ei ole kuitenkaan tehty vielä mitään arviota. Useita aiheeseen liittyviä esitelmiä esitettiin myös ANS/ENS:n Washingtonin kokouksessa 11.-16.11.1984.

Vähärikasteisen polttoaineen käyttö tutkimus- ja testausreaktoreissa, esitys

Ydinmateriaalin leviämiskisriskin pienentämiseksi on v. 1979 aloitettu USDOE:n kustantamana "Reduced Enrichment Research and Test Reactor (RERTR)" projekti, joka pitäisi saada päätökseen ennen vuotta 1990. Taustalla on arvio, että 35 maassa toimivan 137 tutkimusreaktorin sisältämä korkearikasteinen uraanipolttoaine (HEU, > 70 %), jota on 4,1 t, voisi muodostaa riskin, jota on tarpeen pienentää. Tavoitteena on kehittää vähärikasteinen uraanipolttoaine (LEU, < 20 %), joka sopisi kyseisiin reaktoreihin muuttamatta liikaa niiden ominaisuuksia.

Projekti sisältää neljä päävaihetta:

- 1) Yleinen reaktorianalyysi, jossa kootaan ja kehitetään tarvittavat tietokonemallit sekä demonstroidaan idean toteuttamiskelpoisuus teoreettisin laskelmin painottaen reaktorin toimintaominaisuuksia, turvallisuuskysymyksiä ja kustannuksia.
- 2) Reaktorikohtainen tekninen tuki, jossa avustetaan 28:n reaktorin käyttäjäorganisaatiota 17 maassa suorittamaan 1-vaiheen tarkastelut oman laitoksen tapauksessa.
- 3) LEU-polttoaineen kehitys, jossa teoreettisesti perustellaan uuden polttoaineen ominaisuudet.
- 4) Uuden polttoaineen toiminnan demonstrointi, jossa ensin testataan kaupallisten polttoainetehtaiden valmistamia luonnollista kokoa olevia polttoaine-elementtejä 23:ssa projektin reaktorissa ja myöhemmin kokonaisen sydämen toiminta kahdessa reaktorissa USA:ssa.

Tutkimukseen osallistuvista reaktoreista sijaitsevat Suomea lähimpänä R-2 Studsvikissa Ruotsissa ja DR-3 Risossa Tanskassa.

Materiaalitutkimukset, laboratoriokäynti

Laitoksella on materiaalien ominaisuuksien tutkimiseen monipuoliset laitteet, joita esiteltiin meille varsin seikkaperäisesti. Valitettavasti joukossamme ei ollut yhtään materiaalitutkimukseen erikoistunutta.

Na-jäähdytteisessä reaktorissa lämpötilaerot voivat olla suuria. Niinpä reaktorimateriaalien virumistestejä tehdään nykyisin etupäässä IFR-projektia varten. Testeistä mainittakoon mm. 3,5 vuotta käynnissä ollut kuormitushistoriaa reaktorissa simuloiva koe, jonka ohjaus ja valvonta hoidetaan tietokoneen avulla. Koetta on tarkoitus jatkaa 5 vuoteen asti. Toisessa koelaitteistossa ympäristön vaikutus on pyritty eliminoimaan suurtyhjiön avulla. Virumiskokeita suoritetaan myös muita sovellutuksia silmällä pitäen, mm. lentokoneen turbiinimoottorin siipien ja avaruussukkulan moottorin uusien materiaalien kehittämiseksi.

Jännityskorroosion aiheuttamaa särönkasvua tutkitaan myös runsaasti sekä staattisen että hitaasti muuttuvan kuorman olosuhteissa. Vaikuttavia mekanismeja ei tunneta vielä niin hyvin, että pystyttäisiin ennustamaan luotettavasti sellaisen teräslaadun käyttäytyminen, jolla ei ole tehty kokeita.

Na/Li-metalliseos-vuorovaikutuksien tutkimiseen oli myös runsaasti etenkin virumis- ja jännityskorroosiolaitteistoa, joissa ympäristö on säädettävissä. Muun muassa on havaittu, että nikkeliipitoiset seokset korrodoituvat kertaluokkaa nopeammin litiumissa kuin natriumissa. Jatkossa aiotaan selvittää mm. virtausnopeuden vaikutusta. Uutena jäähdyteaineena aiotaan tutkia heliumia ja uutena materiaalina keraamisia aineita.

Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Ydinvoimatekniikan laboratorio
Markku Rajamäki
Esko Peltonen

OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY (ORNL)

Neljäntenä vierailupäivänä (8.11.) tutustuimme toiseen USA:n liittovaltion omistamaan suureen laboratorioon, joka sijaitsee Tennesseen osavaltiossa lähellä Knoxvillea ja joka on perustettu jo vuonna 1943. Laitoksen vuosibudjetti on lähes 2 miljardia markkaa ja henkilökunta noin 4600. Tärkein rahoittaja on energiaministeriö (USDOE) noin 10 % tullessa ydinturvallisuusviranomaiselta (NRC). Lähes kolmannes käytetään fissioenergiaan liittyvään tutkimus- ja kehitystyöhön. Viime vuosina toiminta on laajentunut voimakkaasti myös muiden energiateknikoiden alueelle. Tärkeimmän toiminta-alueen, energiatekniikan, lisäksi laitoksessa tehdään paljon perustutkimusta fysiikan, kemian, säteilybiologian ja ympäristötieteiden aloilla.

Laitos on jaettu organisatorisesti viiteen toiminta-alueeseen, joista neljään pääsisimme tutustutaan seuraavien kohteiden ja isäntien avulla:

- Nuclear and Engineering Technologies
 - kaasujäähdytteiset reaktorit, isäntänä P.R. Kasten
 - ydinturvallisuustutkimus, A.P. Malinauskis
 - ydinjätetutkimukset, J.H. Coobs
- Support and Services
 - laitoksen ydinjätehuolto, J.H. Coobs
- Physical Sciences
 - energiansäästötavoitteinen teknologia, A.C. Schaufhauser
 - reaktiomateriaalien mekaaniset ominaisuudet, R.K. Nanstad
 - raskaat teräsastiat, R.H. Bryan
- Advanced Energy Systems
 - fuusio-ohjelma, J. Sheffield

Käyntimme ulkopuolelle jäi vain "Biomedical and Environmental Sciences".

Vierailun ohjelmasta vastasivat J.E. Cunningham ja S.L. Wyatt.

Korkealämpöiset, kaasujäähdytteiset reaktorit (HTGR), esitys

Kauan vireillä ollut HTGR-tutkimus yrittää nykyään pysyä hengissä tarjoamalla ratkaisuja ydinvoiman elinkykyisyyden säilyttämiseen USA:ssa. HTGR:n heliumjäähdytteinen sydän koostuu palloista, jotka sisältävät grafiittipäällysteisiä keraamisia polttoainepartikkeleita (pebble-bed sydän).

Taloudellinen hyväksyttävyyys paranee seuraavista syistä

- laitos on yksinkertainen turvallisuusjärjestelmien osalta,
- laitos koostuu kahdesta tai useammasta modulistista,
- laitoksen luvitusta auttaa ainutlaatuiset turvallisuuspiirteet ja mahdollisuus demostroida niitä ensimmäisellä laitoksella,
- käytettävyys on korkea jatkuvan lataustavan ansiosta.

Turvallisuus on taattu sillä perusteella, että luonnonkierto riittää jäähdyttämään sydäntä tarpeeksi, jotta olennaisesti kaikki fissiotuotteet jäävät polttoaineeseen pahimmassa ajattelussa onnettomuudessa. Alustava arvio on osoittanut 4-modulisessa HTGR:ssa tuotetun sähkön olevan nykyhinnoilla likimain kilpailukykyistä.

Energiansäästämiseen liittyvä materiaalitutkimus, esitys

Materiaalitutkimuksen osalta 11 % panostuksesta kohdistuu nykyään energian säästämisen ja uusiutuviin energiavaroihin, mutta vaikuttaa kuitenkin siltä, että tutkimusaiheet eivät ole sisältönsä puolesta muuttuneet. Mm. uusien materiaalien kehittäminen tähtää lämpötilojen ja paineiden kohottamiseen, lämpö-, sähkö- ja työhäviöiden vähentämiseen, komponenttien ja raaka-aineiden eliniän pidentämiseen, sekä painon vähentämiseen kuljetuksissa. Myös perustutkimuksen tekemiseen monitahoinen alue antanee mahdollisuuden: mm. kehitetään järjestäytyneen hilarakenteen omaavia seosmateriaaleja kvanttimekaanisia yhtälöitä hyväksikäyttäen. Sovellutukset toki ovat helposti ymmärrettäviä, näillä seoksilla on nimittäin hyvät lujuus- ja korrosio-ominaisuudet.

Ydinturvallisuustutkimus, esitys

USA:n NRC:n rahoittama tutkimus on ORNL:ssa organisoitu vastamaan NRC:n organisaatiota. Vuoden 1984 rahoitus on 31.9 milj. ja on noussut 2.5 % edellisvuotisesta. Meneillään on noin 120 suurempaa projektia. Esitelmään varattu puolituntinen kului lähes tarkkaan "Engineering Technology" - nimikkeen alla olevien tutkimusten (52 kpl) luettelemiseen ja hyvin lyhyeen luonnehdintaan. Suurempia kokonaisuuksia olivat mm. kohina-diagnostiikka (2 kpl), vakavien reaktorionnettomuuksien lähdetermi (5 kpl), inhimilliset tekijät (4 kpl).

Kiertokäynti energian säästämiseen liittyvän materiaalitutkimuksen ja reaktorimateriaalitutkimuksen laboratoriossa ja paineastiamuseossa

Kiertokäynti materiaalitutkimuslaboratoriossa oli laajennettu toisinto Argonnen laboratorion kiertokäynnistä. ORNL:sta puuttuu sulassa natriumissa tapahtuva tutkimus, mutta laitteistoja oli enemmän ja ne vaikuttivat uudemman tyyppisiltä kuin Argonnessa.

Heavy Section Steel Technology -nimellä kulkeva osasto analysoi mm. reaktoripaineastioiden murtumismekaniikkaa. Esitetyssä tietokoneohjelmistossa keskeisenä oli ADINA-ohjelma runsaine apu- ja liitännäisohjelmineen, joista erityisesti esiteltiin ORVIRT-ohjelmaa, joka ratkaisee J-integraalin 3D-tapauksissa.

Paineastiamuseossa esiteltiin eri kokeissa murtumiseen asti vaurioitettuja pienehköjä, paksuseinäisiä paineestioita. Esittelijän mukaan murtumispaineet olivat noin kolminkertaisia verrattuna standardilaskentakaavojen antamiin sallittuihin arvoihin.

Fuusiotutkimus, esitys ja kiertokäynti

Taloudellisuusajattelu on katsottu tarpeelliseksi fuusiotutkimuksessakin. Niinpä esityksen aiheena oli fuusioreaktoriin liittyvät talousasiat. Konventionaalisia höyrystimiä käytettäessä arvioitiin fuusioenergian tulevan vähän kalliimmaksi kuin muiden energiamuotojen. (Magnetohydrodynaaminen generaattori ei ole kuitenkaan hylätty idea).

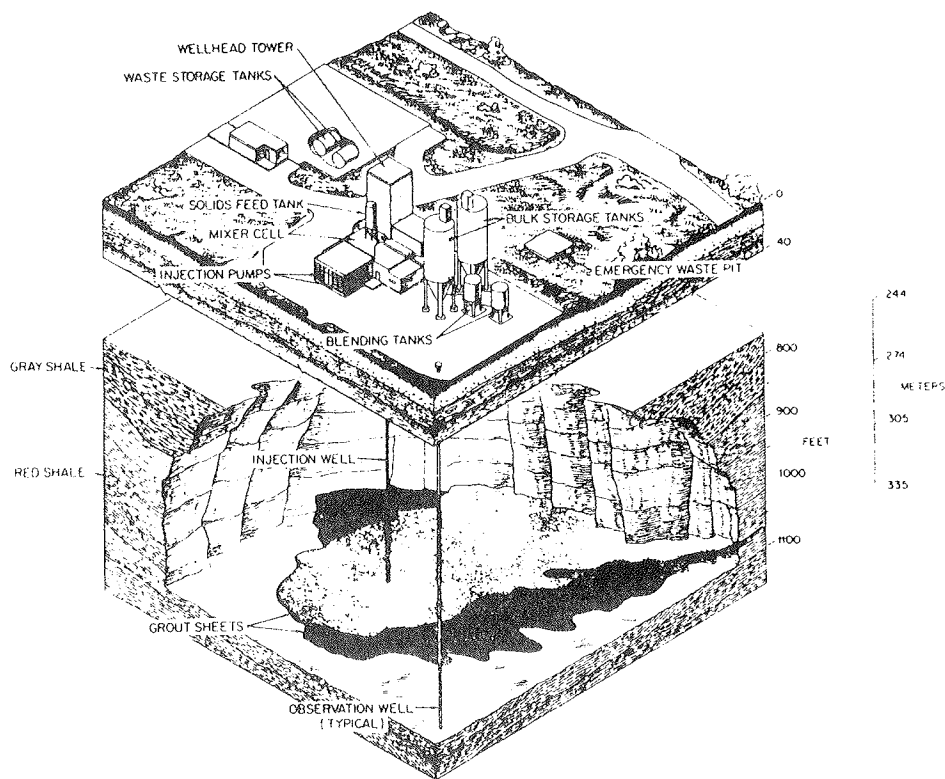
Kiertokäynnillä käytiin katsomassa Large Coil Test Facilitya, jolla suoritettavaan tutkimukseen osallistuu mm. Sveitsi ja Japani. Laitteisto ei ole vielä lopullisessa kunnossa, mutta suunnitellusta 8 Teslan magneettivuosta on saavutettu kuitenkin jo 6,4 Teslaa.

Laitoksen ydinjätehuolto ja ydinjätetutkimukset, esitys

Laboratorio on ollut 1940-luvulta alkaen yksi maan tärkeimmistä ydinjätealan tutkimus- ja kehityspaikoista, erityisesti korkea-aktiivisen jälleenkäsittelyjätteen osalta. Nykyisin ydinjätetyötä tehdään ainakin kahden toiminta-alueen alaisuudessa: laitoksen omien jätteiden huolto "Support and Services" alueella ja varsinainen tutkimus- ja kehitystyö "Nuclear and Engineering Technologicis" alueen ydinjäte- ja NRC-ohjelmien puitteissa.

Laitoksen omien jätteiden huolto koostuu seuraavista aktiviteeteista: kaasumaisten, nestemäisten ja kiinteiden jätteiden käsittely, varastointi ja loppusijoitus, laitosten dekontaminointi ja käytöstäpoisto sekä ympäristön valvonta.

Kaasumaisten jätteiden huolto perustuu tavanomaisiin ratkaisuihin. Nesteistä alhaisaktiiviset johdetaan puhdistuksen ja pH:n säädön jälkeen White Oak Creekiin. Aktiivisemmat nesteet käsitellään haiduttamalla; haihdute johdetaan alhaisaktiivisten nesteiden järjestelmään, väkevöite sekoitetaan sementin, lentotuhkan ja saven kanssa lietteeksi ja pumpataan paineella vähintään 300 metrin syvyyteen maaperän liuskesavikerrostumaan, kuva 1. Nestemurtomenetelmän (hydrofracture) koelaitos on ollut käytössä v. 1962-65, ensimmäinen täyden mittakaavan laitos v. 1966-79 ja uusi laitos v. 1982 lähtien. Menetelmällä on loppusijoitettu n. 10 000 m³ nestemäistä jätettä sisältäen lähes 10¹⁷ Bq aktiivisuutta.



Kuva 1. Nestemurto-loppusijoitusmenetelmä ORNL:ssä

Kiinteät jätteet jaetaan ensin nuklidisisältönsä perusteella toisaalta β/γ -aktiivisiin, toisaalta α -aktiivisiin TRU-jätteisiin ja edelleen aktiivisuustason perusteella alaluokkiin, joiden käsittely- ja pakkausmenetelmät eroavat jonkin verran toisistaan. Päälinjana on, että β/γ -jätteet loppusijoitetaan maahanhautaushaun menetelmällä ja että TRU-jätteet varastoidaan erilaisiin betonirakenteisiin maaperän pintaosaan odottamaan siirtoa loppusijoituspaikkaan, joka tulee ilmeisesti olemaan WIPP-laitos Carlsbadissa, Uudessa Meksikossa.

Dekontaminointi- ja käytöstäpoistotyö tähtää 40 ylijäämälaitteiston käsittelyyn (4 kooreaktoria, 8 reaktoreiden koelaitteistoa, n. 20 maanalaisista jätesäiliötä, eräitä jätteen prosessointilaitteita) tavoitteena joko palauttaa laitos dekontaminoituna muuhun käyttöön tai poistaa se turvallisesti käytöstä. Ohjelman kestoksi on kaavailtu 20 vuotta ja tähän mennessä on käsitelty 2 laitteistoa.

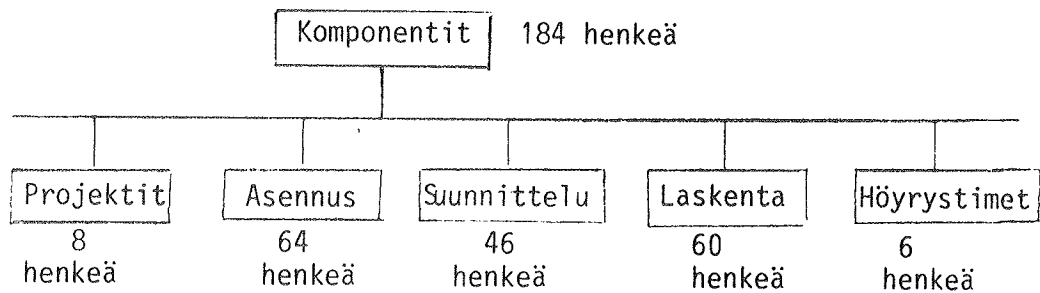
ORNL:n ydinjätetutkimus- ja kehitysohjelma sisältää mm. seuraavia DOE:n rahoittamia kohteita: alhaisaktiivisen jätteen parannettu huoltotekniikka, korkea-aktiivisen ja α -aktiivisen jätteen saattaminen loppusijoituskuntoon, geologisen sijoituksen tekniikka, kuljetusjärjestelmät ja kuljetuspakkauksen testaus, vaihtoehtoja vertaileva systeemianalyysi, pitkäikäisten kaasumaisten nuklidien huolto sekä entisten uraanikaivosjätepaikkojen ja maahanhautauspaikkojen kunnostaminen. Näistä pääosan muodostavat DOE:n kansalliset projektit ja pienemmän osan ORNL:n omaa jätehuoltoa tukevat projektit. Lisäksi tutkitaan NRC:n rahoituksella mm. geologisen loppusijoituksen annos- ja terveyshaitta-arvioiden epävarmuuksia, loppusijoitusympäristön vaikutuksia jätepakkauksen toimintakykyyn ja migraatiota maankamarassa.



COMBUSTION ENGINEERING

C-E:n Chattanoogaan tehtaasiin tutustuttiin 9.11.1984.

Meille esiteltiin ensin tehdasta yleisesti, sen ydinvoimaohjelma, laadunvarmistusta, laboratoriota ja toimintaa laivaston parissa. Varsin yksityiskohtaisesti esiteltiin yhtymän organisaatiota. Esimerkkinä näistä ydinvoimakomponentit.



Paineastiat ja höyrystimet suunnitellaan ASME CODE SECTION III:n ja paikallisten määräysten mukaisesti.

Suunnittelussa ja mitoituksessa voidaan tehdä seuraavat tarkastelut:

- jännitysanalyysit
- halkeamien analyysi (mallikokeet)
- värähtelyanalyysit
- virtaustekniset tarkastelut (mallikokeet)
- dynaamiset analyysit
- termiset jännitysanalyysit

Virtaustekniset analyysit höyrystimissä tehdään mallikokeiden avulla. Laskettuja arvoja verrataan kokeissa saatuihin tuloksiin.

Testilaboratorio on perustettu 1963. Laboratorio suunnittelee ja suorittaa mallikokeita, halkeamakokeita, kokeellisia jännitysanalyysijä, lämmönsiirtoselvityksiä j.n.e.

Mallikokeista esitettiin höyrystinmalli ja siinä suoritettut värähtelyanalyysit. C-E katsoi laboratorion merkityksen jatkuvasti kasvaneen.

Raskaiden komponenttien valmistuksesta esitettiin seuraavia lukuja:

- reaktoripaineastioita 99 kpl
- höyrystimiä 71 kpl
- laivastolle raskaita komponentteja 156 kpl
- raskaita komponentteja yhteensä 381 kpl

Tehdaskäynti osoitti selvästi ydinvoimalaitosrakentamisen nykytilan USA:ssa. Hallit olivat liki tyhjä. Valmisteilla oli paksuseinäisiä putkia ja konventionaalisen höyrykattilan osia. Tehtyjen työtuntien määrä on laskenut parhaista ajoista alle kolmanteen osaan.

Laboratorioissa ei näyttänyt olevan mitään erityisiä kehitysprojekteja menossa, vaan niissä keskityttiin konventionaalisiin tarkastus- ja analysointimenetelmiin.

Mielenkiintoinen oli käynti paineastiamuseossa. Siellä oli varsin mittavia malleja koepaineastioista. Koeastiat olivat pituudeltaan n. 3 m, halkaisijaltaan metrin luokkaa ja seinämävahvuus n. 100 mm. Astioihin oli tehty keinotekoisia halkeamia ja ne oli ponnistettu hajalle. Murtumakohdasta näki halkeaman etenemismekaniikan. Näitä koeastioita oli useista eri materiaaleista. Varsin kalliita kokeita.

C-E:ssä esittelyihin oli valmistauduttu ja ne hoidettiin hyvin, vieraanvaraisuutta unohtamatta.

Instrumentointitekniiikan toimisto
Altti Lucander

1 (3)

ATS:N VIERAILUT ST. LUCIE'N VOIMALAITOKSELLE
12.11.1984

Ainoa ydinvoimalaitoskohde Yhdysvaltain puolella oli St LUCIE, joka sijaitsee Hutchinson saarella, Floridan itärannikolla Fort Pierce ja Stucet nimisten pikkukaupunkien välissä. Etäisyys ensiksimainitusta oli kymmenkunta mailia.

Vierailupäivänä ulkolämpötila oli yli 25°C, matka taittui mukavasti tehokkaasti ilmastoidussa bussissa.

12.11. vietettiin Yhdysvalloissa veteraanien päivää, joka useimmissa osavaltioissa mm. Floridassa oli vapaapäivä. Tämän johdosta laitospöytäkirja joitettiin kaikkine seremonioineen kahteen tuntiin. Oppainamme toimivat:

- Mr. Gary Anglehart, Combustion Engineering
- Mr. C D Ladd, Voimalaitoksen käyttöosasto
- Mr. Bob Zacher

Tietoja voimalaitoksesta:

- Omistaja: Florida Power & Light Co
- Lukumäärä: 2
- Tyyppi: PWR, 2 looppia
- NSSS toimittaja: Combustion Engineering
- Turbogeneraattorin toimittaja: Westinghouse
- Laitossuunnittelu: EBASCO
- Nimellisteho: 850 MW_e (Brutto)
- Suojarakennus: terästä, sisähalkaisija 42,7 m korkeus 70,7 m, ulkopuolella esijännitetty betoni
- Reaktorin mitat: sisähalkaisija 4,37 m, korkeus 15,48 m
- Polttoainejakson pituus: 18 kk
- Jäähdytysveden lämpötila 15 - 20°C Atlannista ~ 300 m etäisyydeltä.

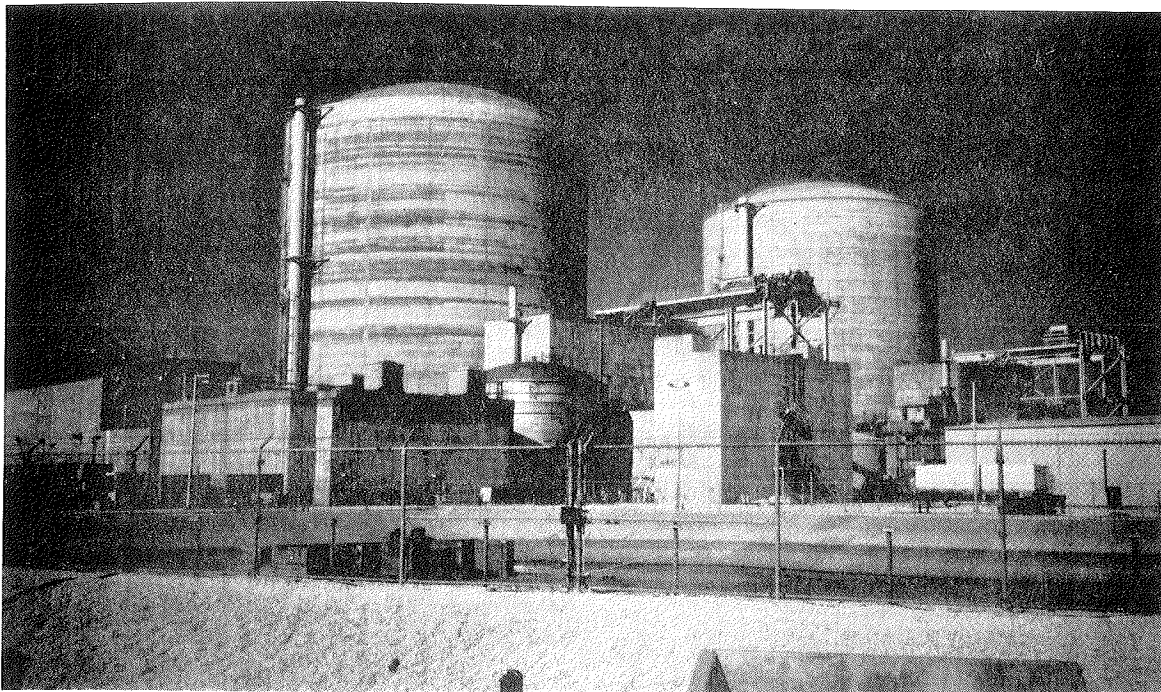
1. Laitoksen sopimus solmittu v. 68, kriittisyys saavutettu huhtik. 76. Laitos alkoi kaupallisen käytön joulukuussa 76. Laitos seissyt v. 83/84 noin 1 vuoden termisen suojan vikaantumisen vuoksi.
2. Laitos tilattu v. 72. Kriittisyys saavutettu vuonna 83. Ensimmäisen vuoden käyttökertoimeksi saatu korkeat 94 % (18 kk latausjaksot).

Laitokset eivät ole keskenään täysin identtisiä, suurimmat erot johtuvat eri laitesukupolvista.

Laitokselle sisäänpääsyyn liittyvät turvallisuusjärjestelyt tuntuivat perusteellisilta, etsintälaitteet käsittivät mm. räjähteiden ilmaisimen. Kameran sai viedä laitokselle vapaasti sen jälkeen, kun vartija oli varmistunut sen aitoudesta.

Käynnin aikana 1. laitos kävi 99,29 % teholla ja 2. laitos oli revisiossa, jonka kestoksi arvioitiin 35 vrk.

Totutusta poiketen turpiinilaitokset olivat täysin avoimia ja sään armoilla. Sade ja tuuli eivät kuulemma haittaa, revision aikana pystytetään tarvittaessa tilapäisiä katoksia.



St. Lucie'n ydinvoimalaitoksen kumpikin yksikkö.

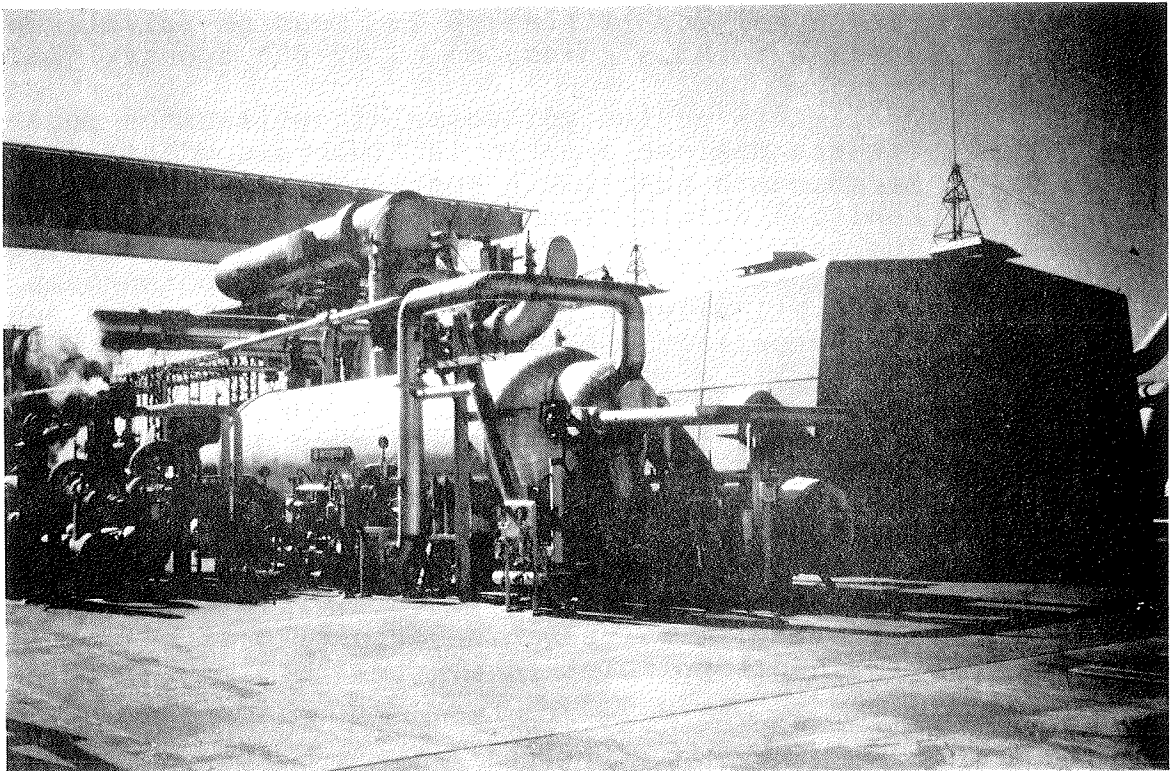
Käynnin aikana vierailtiin l. laitoksen valvomossa, joka edusti 70 luvun amerikkalaista valvomoa. Tyypillistä olivat isokokoiset ohjauskytkimet ja muut komponentit sekä virtauskaavioiden puuttuminen. Valvomo vaikutti ahtaalta, varsinkin TMI-tapauksen jälkeen lisätyt onnettomuusinstrumentit oli jouduttu sijoittamaan hyvin ahtaasti. Valvomon laitetyyppien epäyhtenäisyys ja laitteiden sijoittelu pisti silmään.

Valvomon vieressä oleva huone palveli Technical Support Centerinä. Häätävalvomo oli sijoitettu kerrosta alemmaksi sähkötiloihin.

Kierroksen yhteydessä tavattiin myös voimalaitoksen päällikkö CECIL WETZKY, joka kertoi FP & L:n ajavan St LUCIE 1 & 2 sekä kahta muuta ydinvoimalaansa TURKEY POINT 3 & 4 peruskuormalla. Sääto tapahtuu hiili- ja öljylaitoksilla. FP & L oli v. 1975 tilannut Westinghouselta ja Bechteliltä South Dade 1 & 2 1210/1150 MW laitokset. Tämä projekti on sittemmin peruutettu.

St LUCIE'n laitoksille tullaan v. 1987 mennessä rakentamaan koulutussimulaattori.

C. WETZKY kertoili myös alueen erikoisuudesta merikilpikonnista, alligaattoreista jo oli itse saatu edellisenä päivänä näköhavaintoja.



Turpiinitilan komponentteja asennettuina avarasti St. Lucie'n ydinvoimalaitoksella.

VT

J. Kotro/HESÄ 13.12.1984

VIERAILU WESTINGHOUSEN NUCLEAR CENTERIIN

ATS:n ekskursionryhmä vieraili 13.11.1984 Westinghousen Nuclear Centerissä Pittsburghissa tutustuen kevytvesireaktoritoimittajana toimivaan Water Reactor Divisions -osastoon. Westinghousen vierailun isäntänä toimi Andrew C Pyros. Kuultujen esitelmien aiheet ja esittäjät on mainittu liitteen 1 ohjelmassa. Seuraavassa esitelmien ja keskustelujen keskeisimmät ajatukset:

Water Reactor Divisions

Monialaisen Westinghouse Electric Corporationin organisaatiossa Water Reactor Divisions -osasto kuuluu Energy & Advanced Technology -ryhmän Nuclear Energy Systems -yksikköön. Water Reactor Divisions -osaston organisaatio ja sen jaosten toimintasektorit on esitetty liitteessä 2. Osaston palveluksessa useissa toimipaikoissa on n. 12 000 työntekijää.

Huolimatta uusien ydinvoimalaitostilausten puuttumisesta USA:ssa ainakin lähitulevaisuudessa ja vähennemisestä muuallakin Westinghouse ylläpitää ja kehittää valmiuksiaan toimittaa PWR-laitoksia teholuokissa 600 MWe, 1000 MWe ja 1300 MWe. Suurimpaan kokoluokkaan on kehitteillä energiantuotannossa entistä kilpailukykyisempi uuden sukupolven painevesireaktorilaitos APWR (Advanced PWR).

Kahden pienemmän kokoluokan laitoksia Westinghouse pyrkii tarjoamaan ulkomaille myös osallistumalla avaimet käteen -toimituksiin.

Kehitystoiminnan ja keskeneräisten laitostoimitusten lisäksi huomattava osa osaston toiminnasta suuntautuu tällä hetkellä toimiville laitoksille tarjottaviin palveluihin ja toimituksiin, esimerkiksi huoltopalvelut ja polttoainetoimitukset.

Tuhatmegavattinen

Westinghousen kolmeluoppisesta PWR-laitoksesta on kehitteillä uusi edullisempi versio, jossa nettosähköteho on nostettu n. 900 MW:sta (esim. Korean KNU 7&8) 1000 MW:iin ja jolla on tavoitteena entistä parempi käytettävyys. Reaktorin tehoa on nostettu lisäämällä polttoainenippujen määrää 157:stä 193:een sekä primäärijäähdytteen virtausta n. 10 %. Samalla on voitu alentaa polttoaineen rikastustasetta sekä saavutettu suuremmat turvallisuusmarginaalit sydämessä. Reaktorilaitoksen pääkomponenteista reaktoripaineastia, pääkiertopumppu moottoreineen, paineistin ja sen ulospuhallussäiliö sekä hätäjäähdytysakut ovat entistä suurempia. Siitä huolimatta primääripiirin muotoa, pääkomponenttien sijaintia reaktorirakennuksessa tai suojarakennusta ei ole muutettu. Kehitystyössä architect-engineer-konsulttina on toiminut Bechtel.

APWR (Advanced PWR)

Sekä vienti- että ehkä myöhemmin kotimarkkinoille, joilta uskotaan saatavan tilauksia muutamien vuosien kuluttua, Westinghouse on kehittämässä uuden sukupolven PWR-laitosta. 150 M\$:n kehitysprojektiin osallistuu myös Mitsubishi Heavy Industries ja japanilaisia voimayhtiöitä, joista Kansai Electric Power:a on kaavailtu ensimmäiseksi laitoksen tilaajaksi.

APWR:stä pyritään tekemään taloudellisesti edullisempi nykyisiin laitasmalleihin verrattuna. Rakentamiskustannuksia kilovattia kohti pyritään alentamaan 15 % ja polttoainekustannuksia 20 %. Laitosten käytettävyystavoitteena on 90 % (nykyisten suomalaisten laitosten luokkaa) amerikkalaisten laitosten keskiarvon ollessa nykyään alle 60 %. Tavoitteena rakentamisajalle tulee olemaan 55 kk.

APWR:n primääripiirissä on neljä luuppia ja sen terminen teho on 3800 MW. Lisäksi tehon nostomahdollisuuteen 4200 MW:iin on varauduttu. Reaktorin ja sitä varten suunniteltavan polttoaineen suunnittelussa on pyrity alhaisiin polttoainekustannuksiin, nykyistä huomattavasti pidempiin jopa 24 kk:n palamajaksoihin ja hyviin kuormanseurantaominaisuuksiin. Ratkaisuina ovat ominaistehon pienentäminen, normaalien säätösauvojen lisäksi käytettävät harmaat sekä vettä syrjäyttävät säätösauvat sekä radiaalinen teräsheijastin, joka myös vähentää paineastian neutroniannosta.

Onnettomuustilanteiden varalta suunniteltavat turvajärjestelmät sekä jälkilämmönpoistojärjestelmä on suunniteltu prosessien osalta nelinkertaisiksi ja sähköjärjestelmien osalta kaksinkertaisiksi. Haluttaessa myös sähköjärjestelmät voidaan toteuttaa

nelinkertaisina. Determinististen tarkastelujen lisäksi turvallisuussuunnittelussa käytetään laajasti hyväksi todennäköisyyspohjaisia menetelmiä. Yhtenä tavoitteena on että sydämen sulamiseen johtavan onnettomuuden todennäköisyys vuodessa on alle 10^{-6} . Todennäköisyyspohjainen turvallisuusanalyysi PSA (ent. PRA) osittaisena on jo tehty.

APWR:n reaktorirakennus on ns. kaksoissuojarakennusratkaisu, jossa sisempi suojarakennus on pallonmuotoinen. Turvajärjestelmien laitteista pääosa sijaitsee redundansseittain erotettuina neljässä osastossa suojarakennusten välisen tilan alaosassa. Vuosittainen henkilökunnan säteilyrasitus tulee putoamaan 100 manrem:iin nykyisten amerikkalaisten laitosten tyypillisestä 600 manrem:stä. (Suomalaisilla laitoksilla tyypillisesti 50...100 manrem).

Laitoksen automaatiojärjestelmissä on sovellettu edistyneistä arkkitehtuuria ja tekniikan uusimmat saavutukset on otettu käyttöön turvallisuuden varmistamiseksi ja toisaalta rakentamis- ja käyttökustannusten pienentämiseksi. APWR:n integroidussa reaktori- ja laitossuojausjärjestelmässä samoin kuin säätöjärjestelmässä käytetään mikroprosessoritekniikkaa. Reaktoripikasulku lukuunottamatta ohjaustoiminnot välittyvät kuituoptiikalla toteutettujen redundanssikohtaisten väylien kautta.

Polttoaineen vaihdon automatisointi

Westinghouse on tutkinut ja kehittänyt keinoja PWR:n reaktorin avaamisessa ja polttoaineen vaihdossa kuluvan ajan, työvoimakustannusten ja henkilökunnan säteilyannosten pienentämiseksi. Paineastian kansi ja sisäosat avaamisystävällisemmäksi suunnittelemalla ja hiukan sydämen sisäisiä siirtoja vähentämällä voidaan polttoaineen vaihtoseisokin suunniteltua kestoa lyhentää nykyisten standardilaitosten 30 vrk:sta 17 vrk:een ja henkilöstön säteilyannosta vähentää 32 manrem:stä 19 manrem:iin.

ATS:n ryhmälle esiteltiin ja annettiin toimintanäyttö jo pari vuotta käytössä olleesta latauskoneen ohjausrobotista, joka avustaa latauskoneen ohjaajaa tai haluttaessa kauko-ohjaa täysin latauskoneen toimintoja. Lisäksi näimme toiminnassa mikrotietokoneella toteutetun polttoainesiirtojen suunnittelu-, ohjaus- ja dokumentointijärjestelmän, joka tulee olemaan kytkettävissä ohjausrobottiin.

Polttoainesuunnittelu

Westinghousen suunnittelemasta polttoaineesta on käyttökokemuksia jo yli 3 miljoonasta sauvasta, joista 0,5 miljoonan sauvan palama on ylittänyt 32 000 MWD/MTU. Tällä hetkellä on toimivissa reak-

toreissa käytössä n. 1,5 miljoonaa Westinghousen polttoainesauvaa. Vuotavia sauvoja on havaittu yksi 100 000 sauvaa kohti aiheutuen useimmiten muusta syystä kuin virheellisestä polttoaineesta.

Westinghouse on kehittänyt PWR-polttoaineen uuden nippurakenteen OFA (Optimized Fuel Assembly), joka pienentää polttoainekustannuksia ja parantaa sydämen turvallisuusmarginaaleja. Usean vuoden aikana muutamia nippuja on ollut koekäytettävänä neljällä amerikkalaisella laitoksella hyvin tuloksin. Nyt uusi rakenne on jo tuotantokäytössä muutamalla laitoksella.

Kokonaan uusi polttoaine amerikkalaisperäisiä painevesireaktoreja varten on Vantage 5, joka alentaa polttoainekustannuksia n. 5 %. Vantage 5:n sauvojen molemmissa päissä on 6" pituudelta pellettejä rikastamattomasta uraanista neutroniekonomian parantamiseksi. Osassa polttoainesauvoja on lisäksi sauvan keskiosassa boridipäälystettyjä pellettejä reaktiivisuuden hallinnan ja tehojakautuman parantamiseksi sekä entistä tarkempien reaktorifysikaalisten laskujen mahdollistamiseksi. Polttoainenippuun päätyrakenteiden uudella suunnittelulla on ollut mahdollista pidentää hiukan polttoainesauvoja ja niihin jäävää pellettien paisumisvaraa jolloin polttoainetta voidaan käyttää nykyistä suurempiin palama-arvoihin asti. Turvallisuusmarginaalien kasvattamiseksi polttoainenippuun on sijoitettu kolmelle eri korkeudelle virtaussekoittimet. Nippu on myös helposti purettavissa ja koottavissa.

Amerikkalaisia BWR-laitoksia varten Westinghouse on kehittänyt polttoaineen QUAD+, jonka suunnittelu perustuu Asean Svea-polttoaineeseen. Suunnittelussa pyritään nykyisiä amerikkalaisia BWR-polttoaineita 8 % pienempiin polttoainekustannuksiin sekä parempiin sydämen turvallisuusmarginaaleihin. Uuden polttoaineen tärkein rakenne-ero nykyisiin polttoaineisiin verrattuna on tehokkaana moderaattorina toimiva +:n muotoinen sauvoista eristetty vesitila polttoainenipun sisällä. Vuoden sisällä QUAD+:aa tullaan kokeilemaan yhdessä amerikkalaisessa BWR-laitoksessa.

Vaikutelmat vierailulta

Esitelmät ja keskustelut antoivat Westinghousesta vaikutelman osaavana ja edistyksellisenä laitos-suunnittelija ja -toimittajan, joka on kokenut ydinvoimateollisuuden laman myös haasteena.

AGENDA

PRESENTATIONS TO REPRESENTATIVES OF THE
FINNISH NUCLEAR SOCIETY

NOVEMBER 13

WESTINGHOUSE WATER REACTOR DIVISIONS

8:30 A.M.	INTRODUCTION	S. D. HOLLINGSWORTH
	1000 MWE MODEL	S. D. HOLLINGSWORTH
	APWR OVERVIEW	R. P. VIJUK
	APWR SAFEGUARDS SYSTEMS	T. SCHULTZ T. JOHNSON
12:00 NOON	LUNCH - EXECUTIVE DINING ROOM	
1:00 P.M.	APWR - I&C SYSTEMS	B. COOK
	REFUELING AUTOMATION	J. R. MARSHALL
	FUEL DESIGNS	L. IYENGAR D. CHAPIN S. CERNI
7:00 P.M.	LONGVIEW COUNTRY CLUB	
	COCKTAILS	7:00 P.M.
	DINNER	7:30 P.M.

Water Reactor Divisions

Jim Moore
Vice President and
General Manager

Nuclear Operations Division

Nat Woodson
General Manager

- Project management
- Construction management
- Plant startup services
- Technology licensing
- WNI-Europe

Nuclear Technology Division

Jim Gallagher
General Manager

- Nuclear Steam Supply System design
- Engineered products and services
- Advanced Pressurized Water Reactor development

Plant Engineering Division

Tom Campbell
General Manager

- Architect/specialty engineering services
- Computer technology
- Equipment design, qualification, and testing

Nuclear Fuel Division

Dick Slember
General Manager

- Fuel design
- Fuel manufacture
- Fuel engineering services

Electro-Mechanical Division

Hank Ruppel
General Manager

- Reactor coolant pump and control and rod drive design and manufacture
- Naval product design and manufacture
- Fossil boiler pump services

Nuclear Components Division

Bill Griffith
General Manager

- Design and manufacture of pressurizers, steam generators, reactor internals
- Design and manufacture of defense products
- Design and manufacture of spent fuel storage components

Energy Systems Service Divisions

Frank Bakos
General Manager

Nuclear Services Integration Division

Tom Christopher
General Manager

- Refueling/inspection services
- Managed maintenance
- Overall program management
- Electrical and microelectronic products and services

Steam Generator Technology Division

Dick Begley
General Manager

- Steam generator design, development
- Steam generator testing
- Steam generator field services
- Program management

Power Generation Service Division

Van Andersen
General Manager

- Turbine-generator maintenance and repair services
- Outage scheduling/management services
- Training/program management

Subsidiary Services Integration Division

Cris Thiesen
General Manager

- Acquisition and joint venture activity
- Strategic planning
- Subsidiary management and interdivision coordination

Human Resources
George Harley
Manager

Controller
Lu Facchini

Strategic Programs
Joe Giglio
Manager

Government Affairs
Ellen Frost
Director

Artificial Intelligence
Robert Barry
Director

G M Levonen/HTM

10.12.1984

14. marraskuuta 1984

Westinghouse/Waltz Mill Facility"Edullinen LMFBR-laitoskonsepti"

Keskiviikon 14. marraskuuta vierailun isäntänä oli edelleen Westinghouse, tällä kertaa Water Reactor Divisions -osastoryhmän ohella sille rinnakkainen Advanced Power Systems -osastoryhmä ja siellä herrat I Wett, I Kazan sekä S Vorndran. Vierailu kohdistui Pittsburgin ulkopuolelle Westinghousen Walls Mill Site'lle, joka kuuluu osaltaan sekä Advanced Power Systems -osastoryhmän Waste Technology Services Divisionaan että Water Reactor Divisions -osastoryhmän Nuclear Fuel Divisionaan.

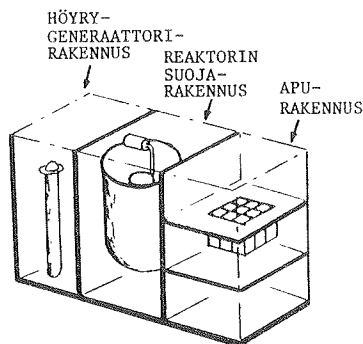
Päivän ohjelma oli seuraava:

- yleisesittely
- LMFBR-ohjelma
- Waste Technology Systems -yksikkö ja jätteenkäsittelymenetelmät
- Kiertokäynti

LMR (LMFBR eli Liquid Metal Fast Breeder Reactor)

LMFBR:ää käsitelleessä esityksessään I Kazan totesi mm., että natriumjäähdytteisen hyötöreaktorin kehittäminen on ollut johdonmukaista: 1981 käynnistettiin laitoksen tavoitearvojen määrittäytystutkimus ja 1982 kustannuksiltaan mahdollisimman edullisen laitoksen selvitystutkimus yhteistyössä eräiden muiden osapuolien kanssa. Kazanin mukaan tutkimukset ovat osoittaneet, että tällainen (esimerkiksi 1300 MW:n) hyötöreaktori (4:llä höyrystimellä) voidaan tulevaisuudessa suunnitella kokonaiskustannuksiltaan kilowattia kohti likimain yhtä edulliseksi kuin kevytvesireaktori.

Laitoksen muihin kuin kustannusten edullisuuteen kohdistuvat tavoitteet ovat: parantunut turvallisuus, hyväksyttävyyden parantaminen oleellisesti sekä rakentamisen yksinkertaistaminen ja tehostaminen. Tämä merkitsee mm. tehdasvalmisteisten teräsrakenteiden käyttöä sekä modulaarista rakennetta (Ks. Periaatekuva reaktorilaitoksesta).



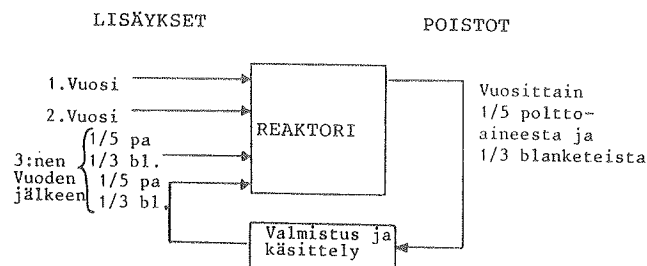
Laitokseen ei myöskään sisälly perinteistä kevytvesireaktoreille tyypillistä paineastiaa ja paineenkestävää suojarakennusta. Yksityiskohtaiset suunnitteluratkaisut sisältävät mm. seuraavia piirteitä:

- yhdentason putkitusperiaate
- standardisoidut putkiripustimet
- nopeakäytiset vaakasuuntaiset pumput
- luontaiset turvallisuusominaisuudet
- systeemien yksinkertaistaminen ja vähentäminen
- huollon helppous
- kaksiseinäiset höyrystimen putket ja inerttikaasulla täytetyt välitilat
- yksinkertaiset polttoaineen käsittelylaitteet
- yksinkertainen polttoaineen siirtokone
- polttoainekierto (käytetty polttoaine kapseloidaan ja säilytetään vedessä)

Hyötöreaktorin toimintaperiaate edellyttää polttoaineen jälleenkäsittelyä, jolla lisäksi on edullinen kustannusvaikutus.

Polttoainekierron käsittelykustannusten väitettiin muodostuvan likimain samalle tasolle kuin LWR:n kertakäyttöpolttoaineella. Näin ollen laitoksen sisäinen polttoainekierto parantaa paitsi polttoaineen kokonaiskustannuksia myös laitoksen turvallisuutta sekä tietenkin turvaa polttoaineen saatavuutta. Hyötöreaktorissa uraanista saatava energiamäärä on moninkertainen perinteisiin reaktoreihin verrattuna, joten hyötöreaktoreihin siirtyminen saattaa pitkän päälle osoittautua hyvinkin tarpeelliseksi. Tässä yhteydessä vielä painotettiin, että polttoainekierto perustuu koeteltuun tekniikkaan. Suljettu polttoainekierto ja jätteenkäsittely minimoi kuljetukset ja eliminoi moninkertaiset kustannukset. Alkulatauksen jälkeen ei tarvita yhtään polttoaineen kuljetusta. Myöskin pitkän ajan varastointi käy tarpeettomaksi.

Laitos voidaan käynnistää joko Plutoniumilla tai Uraani-235:llä. Jälkimmäisessä vaihtoehdossa Uraani konvertoituu itseriittoiseksi Plutonium-kierroksi 11 vuoden kuluessa. Alla on kuvattu polttoainekierron periaate.



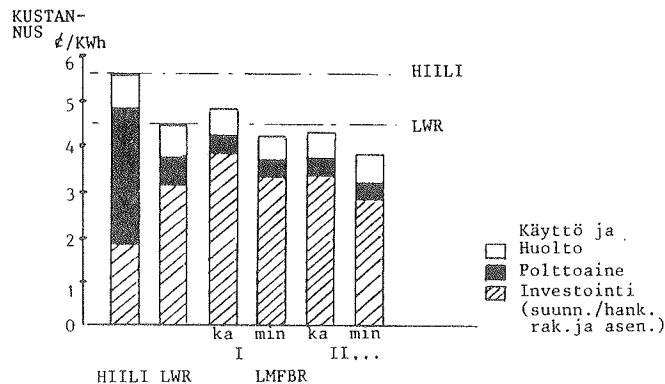
Laitoksen reaktori, primääripumput ja -lämmönvaihtimet on sijoitettu allastyypisästi "reaktoriastiaan". Reaktorin suunnittelussa on aktiivisten turvajärjestelmien ohella pyritty mahdollisimman hyviin luontaisiin turvallisuusominaisuuksiin sekä suureen primäärijäähdytteen määrään. Reaktorin sammutusta varten on kaksi erillistä, redundanttista painovoiman avulla toimivaa säätösauvajärjestelmää. Mm. liian korkea sydämen lähtölämpötila vaikuttaa suoraan sauvojen laukaisumeکانismiin aiheuttaen sauvojen putoamisen sydämeen. Reaktorin jälkijäähdytys tapahtuu luonnonkierrolla altaaseen, josta

lämpö poistetaan niin ikään luonnonkierrolla toimivalla natrium/ilma-jäähdytyksellä.

Toteutuksen suhteen uusi laitostyyppi on rakennettavissa "suhteellisen lyhyellä aikataululla", joka perustuu jo mainittujen tehdasvalmistuksen sekä modulaarisuuden ohella mm. siihen, että laitoksen rakenteesta johtuen työmaavaiheen tehtävät ovat pitkälti limitettävissä ja siihen, että asennukset perustuvat ns. kokoonpanolinjoihin. Kaikki tämä merkitsee sitä, että aikatauluun kohdistuu entistä vähemmän riskejä. Edelleen lyhyt rakennusaika perustuu standardiosien toistuvaistuotantoon, laitoksen esilisensiointiin, joka on mahdollista parannetun turvallisuuden ansiosta, layout-ratkaisuun, jossa rakentamisen vaatimukset on huomioitu, pienempiin ja yksinkertaisempiin rakennuksiin ja kaikesta edellä johtuen pienempään työvoimamäärään.

Kaikesta edellä kuvatusta huolimatta ns. lyhyt rakentamisaika konkretisoitui noin 7 vuoteen (ensimmäisestä valusta käyttöönottoon) sitä erikseen kysyttäessä.

Seuraavaksi tarkasteltiin sähköenergian hintaa eri vaihtoehtoilla. Kevytmetallireaktorin hinta suhteutui alla olevan kuvan mukaiseksi.



Hiileen perustuvan sähköenergian keskihinnaksi annettiin USA:ssa arvo 5,7 €/kWh ja kevytvesireaktoriin perustuvan sähkön keskihinnaksi 4,7 €/kWh (1982 rahassa). Pylväissä alimpana ovat investointikustannukset, keskellä polttoainekustannukset ja ylimpänä käyttö- & huoltokustannukset. LMR:n kustannusarviot perustuvat LWR:n rakentamisesta saaduille kokemuksille.

Yhteenvedona LMR:stä todettiin, että se on kilpailukykyinen vaihtoehto jo nyt ja että sitä voidaan vielä optimoimalla parantaa. Sen asema tulee paranemaan halvempien ja "varmempien" energialähteiden huetessa. Käytännön vaihtoehto siitä tulee, kunhan sen laitteistoja valmistavaa teollisuutta pääsee ensin kehittymään ja rakennetaan koelaitos, josta saadaan käytännön kokemusta.

Jätteenkäsittely

Vorndran, Waste Technology System Divisionasta kertoi jätteenkäsittelysektorin painopistealueita olevan kolme: ydinjätteet, kiinteät yhdyskuntajätteet sekä kemialliset ongelmajätteet.

Hän kertoi mm. West Valley Demonstration Project -ohjelmasta, jossa kehitetään mm. korkea-aktiivisten ydinjätteiden prosessointia, kuljetusta, varastointia ja loppusijoitusta.

Ydinpolttoaineen ja -jätteiden käsittelyn tutkiminen jakautuu kolmeen alueeseen: korkea-aktiivisiin ja keski- ja matala-aktiivisiin jätteisiin sekä polttoaineen kuljetukseen.

Korkea-aktiivisten jätteiden osalta kerrottiin olevan rakenteilla eräitä komponenttien testauslaitteistoja.

Yhtiöllä on myöskin käytössä ydinjätteiden loppusijoituksen koelaitos, jossa tutkitaan mm. korkea-aktiivisen jätteen loppusijoitusta suolakaivokseen ja samalla saadaan kokemusta ko. rakennustekniikasta, laitteistoista, jne.

Nevadan laitoksella kehitetään erilaisia käytetyn polttoaineen varastointijärjestelmiä ja kokeillaan erilaisia kuivavarastoinnin muotoja (cask, drywell, air cooled vault). Täällä on myöskin säilytetty polttoainetta jo n. 10 vuoden ajan.

Vorndran totesi Westinghousen olevan mukana myös TMI-2:n polttoaineen poistamisessa.

Hän mainitsi nimeltä ohjelmia, joihin nyt ja tulevaisuudessa keskitytään. Näitä ovat mm. keski- ja matala-aktiivisten jätteiden kiinteytys ja säilytys suojarakennuksessa, neste- ja kiinteiden aineiden tilavuuden pienentämismenetelmät sekä ns. W Hittman -tehtävä, joka keskittyy matala-aktiivisten jätteiden, jätteastioiden, siirtojärjestelmien ja tiivispakkausjärjestelmien kehittämiseen. Eräs hyvin menestyvä tuote on "Liikkuva tiivispakkauspalvelu". Westinghousella on myös Euroopassa eräitä LLW-palveluja.

Yhdyskuntajätteiden käsittelyä kehitetään (lähinnä polttotekniikan pohjalta) Westinghousen ostamassa O'CONNOR COMBUSTION CORPORATION'issa. Vorndran totesi, että USA:ssa tuotetaan talousjätettä noin 1,6 kg/asukas/päivä, joka määrä kaikkiaan vastaa jo 5-6 % USA:n energiatarpeesta. Nykyään vain suurin osa tästä menee kaatopaikoille. Kehitteillä (ja osin käytössä) on jätteistä energiaa tuottava laitos.

Kolmantena sektorina ovat erilaiset kemialliset ja vaaralliset jätteen, joiden suhteen hyödynnetään mm. ydinjätepuolelta saatavaa tietoa. O'Connorin polttotekniikan pohjalta on kehitteillä ongelmajätteitä hävittävä laitos.

Kiertokäynti

Päivän päätteeksi lähdettiin kiertokäynnille, jossa isäntänä toimi käyttöpäällikkö D Smith. Laitosalueella on useita rakennuksia, vanhimmat 50-luvun alussa rakennettuja. Alue on lähes 2,5 neliökilometrin suuruinen ja täällä sijaitsee myös vanha PWR-testireaktori.

Aluksi Smith totesi, että viime aikoina on toiminnan laajuus jonkin verran supistunut. Ennen oli henkilövahvuus noin 1200 henkilöä, nyt hieman vähemmän. Ennen oli toiminnassa noin 30 testausohjelmaa, nyt vähemmän. Aiemmin on runsaasti tehty erilaisia PWR:n kokeita. Juuri on saatu päätökseen seimiset testit säätösauvakoneistolle. Edelleen he tekevät mm. jäälauhdutin kokeita ja kehitystyötä sublimoitumisongelman ratkaisemiseksi.

Aiemmin useat laitteet ja tilat oli tarkoitettu Clinch River'in testeihin, mutta nyt niitä ollaan siirtämässä muihin tarkoituksiin. Täällä on testattu mm. Clinch River'in säätösauvat sekä putkimateriaalin lämpötilaerojen kestävyyttä ja eräitä muita keskeisiä kohteita. Vielä on jäljellä eräitä reaktorisydänrakenteiden kuormitustestilaitteita.

Volyymin pienentyessä kokeiden painopiste on siirtymässä uusien laitoskonseptien pohjalle. Tällä hetkellä on menossa useita FBR-laitokseen liittyviä korkean lämpötilan testejä, joista eräs oli Na-jäähdytyksen testiluoppi ja toisessa simuloitiin Argon-kaasulla Na:n lämpöjännityksiä putkiyhteissä. Kaikkiaan on käytössä 18 erilaista Na-testiasemaa, joista osa on liittynyt lopetettuun Clinch River -projektiin ja tullaan siis pian lopettamaan.

Täällä on myöskin tutkittu termisen syklin vaikutusta laitteisiin (1-5 sykliä/s lämpötilaerolla 25-50°C). Työn alla on par'aikaa mm. Na-ympäristössä olevien materiaalien kitka- ja kulumistestejä, jotka ovat kestäneet jo yli 10 vuotta. Niinikään täällä tutkitaan myös fuusioreaktorin materiaalien lämpökäyttäytymistä.

Smith kertoi vielä, että laitos tekee myös kaupallisia seismisiä testejä sähkölaitteille.

Kiertokäynnillä näimme mm. vedellä täytetyn altaan, jossa harjoiteltiin höyrytimen yläosan korjaustoimenpiteitä luonnollisessa ympäristössä.

Raimo Aaltonen

1

VIERAILU DOE:SSA

Pohjois-Amerikan matkallaan (v. 1984) ATS:n ryhmällä oli mahdollisuus vierailulla DOE:n (Department of Energy) toimitiloissa, jotka sijaitsevat vajaan tunnin automatkan päässä Washingtonin keskustasta.

Meille selostettiin tärkeimmät kehitysprojektit ydinvoima-alalta ja annettiin katsaus Yhdysvaltojen energiatilanteesta ja näkymistä.

Fuusioprojekti (Esittelijä Mr. David Crandell)

Crandell selvitti aluksi fuusion perusteet ja ne vaikeudet joihin tutkimuksen edetessä on törmätty.

Käytyään läpi mitä fuusiotutkimuksessa on tähän mennessä tehty, kertoi hän tämän hetken ohjelmasta. Energiakriisin jälkeisinä vuosina (76-80) käytettiin Yhdysvalloissa fuusioprojektiin vuosittain varoja n. 500 milj. dollaria. Nyt ohjelmia on hidastutettu ja fuusiotutkimusta viedään eteenpäin n. 300 milj. dollarin vuosittaisen rahoituksen turvin.

Syynä ohjelmien hidastamiseen ja rahoituksen vähentämiseen Crandell mainitsi seuraavat syyt:

- Energiaa on riittävästi
- Tuotanto - käyttö pidetään tasapainossa, fuusioreaktorilla ei ole kiirettä.
- Yksityisen sektorin edellytetään tekevän ratkaisuja.

Tutkimus keskittyy nyt plasman palamisen ymmärtämiseen sekä taloudellisten laitteistojen ja fuusioon soveltuvan teknologian kehittämiseen. Prototyypin reaktorin aikataulua on hidastettu. Tiedusteltaessa esitelmöitsijältä, mikä olisi lyhin mahdollinen aika fuusioreaktorin rakentamiseen edellyttäen varoja olevan rajattomasti käytettävissä, piti hän 10 vuotta mahdollisena. Tosin hänen mukaansa reaktorin toivuudesta ei olisi takeita.

Yhdysvaltojen energiatilanne (Esittelijä Mr. Savage)

Esityksen yhteydessä saimme kuulla Yhdysvaltojen energianäkymistä erityisesti ydinvoiman kannalta.

Vuonna 1973 oli käyttöönotettujen, rakenteilla olevien ja suunniteltujen ydinvoimalaitosten lukumäärä suurimmillaan 220 yksikköä. 1.11.1984 vastaava lukumäärä oli 133, josta jo nyt 79 kaupallisessa käytössä. 87 yksikön rakentamisesta luopumiseen on lähinnä seuraavat syyt:

- Sähkön tarve ei ole kasvanut aikaisempien ennusteiden mukaisesti.
- Ydinvoiman taloudellisuus ei enää hiilivoimaa parempi, mikä johtuu pitkistä rakentamisajoista ja rakentamisen aikana asetuista lisävaatimuksista .
- Nykyisen luvitusmenettelyn ollessa voimassa, jää voimayhtiölle riski, ettei valmis laitos saa käyttö lupaa.

Esityksen yhteydessä kävi myös ilmi sähkön hintojen suuri vaihtelevaisuus eri alueilla. Halvinta sähkö on Washingtonin osavaltiossa 2 C/kWh ja kalleinta New Yorkissa 15 C/kWh.

Kevytvesireaktoreiden kehitysohjelma (Esittelijänä Mr. Gising)

Kevytvesireaktoreiden kehittämisessä on meneillään koeohjelmia, joilla selvitetään laitosten käyttäytymistä erilaisissa vakavissa vika- ja häiriötapauksissa. Ohjelmassa on myös laitoshenkilökunnan säteilyannosten pienentämiseen tähtäävät muutokset ja polttoaineen kehittäminen lähinnä suurempien palamiarvojen saavuttamiseksi. Erittäin voimakkaasti tuli esiin epäkohdat käytössä olevassa uusien laitosten luvitusmenettelyssä, mikä on syynä rakennusaikojen pidentymiseen, suuriin muutostöihin ja epävarmuuteen saadaanko valmiiksi rakennettu laitos ottaa käyttöön. Nykyinen tilanne nähdään DOE:n piirissäkin mahdolltomana ja järjettömänä. Ehdotus luvitusmenettelyn uudelleenjärjestämiseksi on olemassa kunhan vain poliittista tahtoa löytyisi sen toteuttamiseksi.

Kaasujäähdytysteisten reaktoreiden ja nopeiden reaktoreiden kehitysohjelmat (Esittelijöinä Mr. Reign ja Mr. Humpreys)

Sekä HTGR että Breeder ohjelmista saimme kuulla melko seikkaperäiset esitykset. Näistä kuulumme myös laboratorioissa käydessämme ja saimme mukaamme annoksen myös paperille painettuna tietona. Asiasta kiinnostuneet saavat niitä luettavakseen matkalla mukana olleilta. Eriyisen mielenkiintoiselta ainakin allekirjoitaneesta tuntui suunnitelma integroidusta nopeasta reaktorista (Integral Fast Reaktor), missä perusajatuksena on, että koko polttoainekierto tapahtuu samassa laitoksessa tai laitosryhmässä. Koelaitoksen rakentaminen lähivuosina ei ilmeisesti ole näköpiirissä. USA:n virallisen kannan mukaan Breedereitä ei tarvita tällä vuosisadalla ja koelaitoksen rakentamisen katsotaan olevan teollisuuden vastuulla.

Vierailumme DOE:ssa päättyi toimitalon ruokalassa syötyyn maukkaaseen ja huokeaan lounaaseen.

Voimalaitososasto
Ydinteknillinen toimisto
M Antila/MAF

22.11.1984

1253c

ATSn matka Yhdysvaltoihin ja Kanadaan 3-18.11.1984

TUTUSTUMINEN U.S.NRCiin 15.11.1984

U.S.Nuclear Regulatory Commission (NRC) oli järjestänyt tiloissaan ATSlle iltapäivän esitelmätilaisuuden, jonka ohjelma ja esitelmöitsijät ilmenevät liitteestä 1. Järjestelyistä huolehti Bob Senseney ja yleisesittelyn piti kansainvälisten ohjelmien toimiston johtaja James R. Shea. Hän korosti erityisesti NRCn ja STUKn välisiä hyviä suhteita ja sopimukseen perustuvaa yhteistyötä. Tiedonvaihto on vilkasta myös muiden maiden ydinturvallisuusviranomaisten kanssa. Myös yhteistyö IVOn ja VTTn kanssa oli esillä.

Organisaatio

NRC on toiminut liittohallituksen riippumattomana virastona vuodesta -75 lähtien. Senaatti vahvistaa presidentin nimeämien NRCTä johtavien Comissioneerien valinnan, joista presidentti tämän jälkeen nimittää puheenjohtajan. NRCn organisaatio, tärkeimmät henkilöt ja käytettävissä olevat resurssit ilmenevät liitteestä 2. Henkilökuntaa on kaikkiaan n. 3500 ja vuosibudjetti on lähes 500 M\$.

Lupakäsittelyn kannalta tärkein toimisto on Office of Nuclear Reactor Regulation (NRR), joka koostuu viidestä jaoksesta: Licensing, Systems integration, Engineering, Safety Technology ja Human Factors. Jako muistuttaa STUKn ydinturvallisuusosaston organisaatiota.

Ainakin varojen käytön perusteella toinen tärkeä toimisto on Office of Nuclear Regulatory Research (RES), jonka jaoksia ovat: Accident Evaluation, Engineering Technology, Risk Analysis, Facility Operations ja Health, Siting and Waste Management. Jako antaa kuvan myös RESn koordinoiman NRCn tutkimustoiminnan profiilista.

NRRn rinnalle on muodostettu myös TMI- ja Clinch River -toimistot, joita ei ole merkitty liitteen 2 kaavioon. Lisäksi organisaatioon kuuluu viisi alue-toimistoa, joissa kussakin on kolmesta neljään jaosta.

Lupakäsittely

Käsittelyssä on parhaillaan 10 BWR- ja 31 PWR-käyttölupahakemusta. Tänä vuonna tulee vielä käsittelyyn viisi, ensivuonna 11 ja v. -86 10 uutta lupahakemusta. Lupakäsittelyssä tämän hetken keskeisiä kysymyksiä ovat laitoksen varasähköjärjestelmän luotettavuus, käyttöhenkilökunnan koulutus, laadunvarmistus ja valvonta sekä suunnittelun riippumaton verifiointi, teknisten spesifikaatioiden asianmukaisuus ja erilaiset työntekijöiden esittämät rakennusaikaisia laiminlyöntejä ja virheitä koskevat väitteet. Lupakäsittely tapahtuu FSARN pohjalta, johon tulee sisältyä kaikki tarvittava tieto tai viitteet muihin tietolähteisiin.

Sekä teollisuuden että NRCnkin piirissä vallitsee yhteisymmärrys siitä, että nykyistä luvituskäytäntöä olisi muutettava ennen kuin voimayhtiöt rohkenevat tilata uusia laitoksia. NRC on jättänyt kongressille atomienergiatalain muutosluonnoksen, jolla lupamenettelyä voitaisiin yksinkertaistaa ja joka soveltuisi hyvin standardoitujen laitosten lisensiointiin niin, että laitospaikan ja laitoksen suunnittelun osalta voitaisiin myöntää etukäteishyväksyminen. Kongressissa ei lainmuutosta nähdä nykytilanteessa kiireellisenä "koska tilauksiakaan ei ole". Todettakoon, että v. -68 oli laitoksen keskimääräinen rakennusaika 52 kk, kun se v. -82 oli jo 142 kk.

TMI-toimintasuunnitelman nykytila

TMI:n jälkeen uusien käyttö lupien myöntäminen keskeytyi 10 kk ajaksi. Toukokuussa -80 julkaistiin TMI-toimintasuunnitelma (TMI Action Plan, NUREG-0660), jonka vaatimuksia täsmennettiin marraskuussa -80 (NUREC-0737) ja vielä joulukuussa -82. Vaatimukset koskivat erityisesti käytön turvallisuutta, laitospaikan valintaa ja laitosten suunnittelua sekä hätätilannevalmiutta ja säteilyvalvontaa. Käytön turvallisuuden osalta korostuvat koulutus, kokemusten vaihto ja toimintaohjeet tilanteessa, jolloin reaktorin jäädytys on riittämätön. Laitosten suunnittelussa on erityistä huomiota kiinnitettävä onnettomuusinstrumentointiin sekä reaktorin sammutus- ja hätäjäädytysjärjestelmien luotettavuuteen. Myös laitosten hätätilannevalmiutta on parannettava (Technical Support Center).

Lähes 90 % vaatimuksista on toteutettu käytössä olevilla laitoksilla. Uusilla laitoksilla vaatimusten toteutuminen varmistetaan lupakäsittelyn yhteydessä. Ongelmina vaatimusten toteutuksessa ovat olleet laitteiden saatavuus, resurssien puute, halu suorittaa muutostyöt revisioiden yhteydessä sekä teollisuuden ja NRCn keskinäiset erimielisyydet teknisistä ratkaisuksista.

Yleiset turvallisuuskysymykset

Tämän hetken tärkeimmät avoimet turvalisuuskysymykset (liite 3) ovat paineastian lämpöshokki (Pressurized Thermal Shock, PTS), täydellinen sähkötehon menetys ja suojarakennuksen sumpikierron tukkeutumismahdollisuus onnettomuuden jälkitilanteessa. Tapausten seurauksena saattaisi pahimmillaan olla jopa sydämen sulaminen.

PTS-kysymyksen osalta astian perusmateriaalin ja pystysuorien hitsisaumojen haurasmurtumalämpötila ei saa neutronisäteilytyksen seurauksena nousta yli 132 °C. Luvanhaltijoiden tulee esittää NRCLle selvitys reaktoriensa haurasmurtumalämpötilan käyttäytymisestä ja toimenpiteistä haurastumisen estämiseksi. Keinoja astian käyttöiän lisäämiseksi ovat vuon pienentäminen lataustapaa muuttamalla ja/tai suojaelementtien asentamien sydämen reunalle niin kuin on tehty Loviisassa. Todennäköisyyspohjaisin selvityksin pyritään myös arvioimaan astian nopean jäähtymisen todennäköisyyttä erilaisissa häiriötilanteissa niille laitoksille, joille se katsotaan tarpeelliseksi edellä mainittujen selvitysten perusteella. PTS-kysymys on voimakkaan tutkimuksen kohteena. Lopullinen PTS-säännöstö pyritään saamaan valmiiksi lähivuosien aikana.

Sähkönsyötön täydellisen menetyksen todennäköisyyteen, kestoon ja seurauksiin liittyen on tehty laajoja selvityksiä analysoimalla mm. erityyppisiä vanhoja laitoksia. Amerikkalaisten laitosten varatehojärjestelmän luotettavuudessa näyttäisi olevan huomattavaa parantamisen varaa. Ainakaan toistaiseksi ei ole kuitenkaan vaadittu kolmannen dieselin lisäämistä järjestelmiin. Suosituksia varatehojärjestelmän luotettavuuden parantamiseksi on kehitetty ja valmistumassa on tätä koskeva säännöstö ja soveltamisohjeet.

LOCAn jälkitilanteessa sumpikierto saattaa vaikeutua tai kokonaan tukkeutua kiertoon mahdollisesti pääsevän ilman tai vuotopurkauksen vesisuihkujen irrottamien eriste- ym. materiaalien vaikutuksesta. Ilmiötä on tutkittu laajasti mm. täysimittaisin hydraulikkakokein ja laitoskohtaisin analyysin. Ilmiö on suuressi laitoskohtainen. NRC on julkaissut asiasta tutkimusraportin, joka on pohjana juuri valmisteilla olevalle lopulliselle säännöstölle.

PSAn kehittäminen ja soveltaminen

PSA (Probabilistic Safety Assessment) on todennäköisyyspohjainen systemaattinen arviointitapa, jonka avulla pyritään kvantitatiivisesti määrittämään ydinvoimalaitoksen turvallisuustaso. Ensimmäisen kerran arviointitapaa sovellettiin v. -75 julkaistussa WASH-1400 selvityksessä (ns. Rasmussenin raportti). Sen jälkeen menetelmät ovat kehittyneet ja kehittyvät jatkuvasti. Myös inhimillisten ja laitoksen ulkopuolisten tekijöiden vaikutukset pyritään ottamaan huomioon. Nykyään PSA on lähinnä suunnittelu- ja arviointityökalu, jonka avulla pyritään löytämään sekä suunnitelmien että toteutettujen laitosten potentiaaliset heikkoudet ja sellaiset parannuskohteet, joissa kohtuullisin kustannuksin saavutetaan suuri hyöty.

PSAta käyttävät nykyään NRCn ja tutkimuslaitosten lisäksi myös laitossuunnittelijat ja voimayhtiöt. Vaatimuksena on, että uusien standardilaitosten lupahakemukseen tulee sisältyä PSA. Lähitulevaisuudessa rakentamisluvan saaville laitoksille tulee PSA tehdä parin vuoden kuluessa rakentamisluvan saamisesta. Vanhemmille laitoksille ei ole systemaattista vaatimusta vaan niitä käsitellään tapauskohtaisesti. NRCn tavoitteena on selvittää vanhojen laitosten turvallisuus uusien vaatimusten valossa. Joissakin tapauksissa voimayhtiöt ovat pyrkineet käyttämään PSA-selvi-tyksiä "luistaakseen" uusista vaatimuksista. NRCn suositus on, että voimayhtiöt tekisivät PSAn, mistä saatava "suurin hyöty on siinä, että se tehdään". Tällöin lisätään laitostuntemusta ja ymmärtämystä. NRC on soveltanut PSAta mm. TMin jälkeen asetettuun apusyöttövesijärjestelmän luotettavuusrajan määrittämiseen. Myös viranomaismääräysten kehittämisessä PSA on keskeisenä työkaluna.

Turvallisuustutkimus

NRCllä on varsin laaja tutkimusohjelma, jota RES koordinoi. Vuonna -84 tutkimukseen käytettiin n. 1.1 Gmk, mikä on 40 % NRCn koko budjetista. Tutkimustyössä pääpaino on LWR-turvallisuuskysymyksissä. Suurin osa tutkimuksista teetetään USAn kansallisissa laboratorioissa. Esim. ORNL, johon myös kävimme matkan aikana tutustumassa, saa 15 % rahoituksestaan laboratoriossa käynnissä olevista 120:sta NRCn tutkimusaktiviteetista. NRC osallistuu myös useisiin

kansainvälisiin tutkimusprojekteihin kuten esim. LOFT, jossa Suomikin on mukana. Kesäkuussa -84 IVO ja NRC solmivat PTS- ja materiaalitekologiaa koskevan yhteistyösopimuksen. Myös VTTn ja NRCn välillä on paineastia-, putkisto- ja höyrygeneraattorimateriaalien tutkimusta sekä LOCA ja transienttiohjelman RELAP5/MOD2 arviointia koskeva yhteistyösopimusluonnos.

Resurssien käytön mukaan tärkeimmät tutkimuskonteet ovat (% budjetista pyöristettynä):

- vakavat reaktorionnettomuudet (30)
- termohydrauliset transientit (20)
- laitosten ikääntyminen, materiaalikysymykset, PTS (15)
- ulkoisten tapahtumien vaikutukset (7)
- instrumentointi, säätö ja inhimilliset tekijät (7)
- riskianalyysit (5)
- jätekysymykset (5)
- ym.

Suurimpana huolenaiheena ovat edelleen vakavat reaktorionnettomuudet (sydämen sulaminen). "Mitä olisi tapahtunut, jos TMI:n sydän olisi sulanut"? Tutkimus jakaantuu sulamisen jälkeisten ja sulamista edeltävien tapahtumaketjujen selvittelyyn.

Sulamisen jälkeisiä tapahtumia ajatellen keskeisiä kysymyksiä ovat suojarakennuksen sekä sulan sydämen käyttäytyminen ja päästöjen lähdetermin realistinen arvioiminen. Vastausten saaminen avoimiin kysymyksiin edellyttää valtavaa mallikehitystyötä ja kokeita ilmiöiden luonteen selvittämiseksi ja mallien verifiointiksi.

Pääosa muusta tutkimustyöstä tähtää sydämen sulamiseen johtavien tapahtumien selvittelyyn ja sitä kautta sulamisen estämiseen. Eräs esimerkki tästä on paineastian lämpöshokki. Tapahtumakulkujen analysointiin tarvitaan entistä realistisempia ja tarkempia termohydrauliikkamalleja. Järjestelmien luotettavuutta

pyritään arvioimaan ja parantamaan riskianalyysien avulla, jolloin myös inhimilliset tekijät ja ulkoisten tapahtumien vaikutus pyritään ottamaan huomioon.

Jätetutkimuksen puolella keskeinen tutkimuskohde on erityisesti korkea aktiivisen jätteen ja jätekapselien pitkäaikaiskäyttämisen arvioiminen. Toinen avainkysymys on nukliidien kulkeutumisen mallintaminen.

TMI-2 tilanne

TMI-2 reaktorin vaurioitumisen jälkeen maaliskuussa -79 oli reaktorin suoja- ja apurakennukseen tulvinessa vedessä yhteensä n. 400.000 Ci pääasiassa Cs- ja Sr-aktiivisuutta. Suojarakennuksessa oli lisäksi yli 40.000 Ci Kr-85 kaasua. Reaktorisydämen todellisesta tilasta ei ollut varmuutta, jätteiden käsittely ja varastointimahdollisuudet olivat hyvin rajalliset, suuri yleisö oli huolissaan terveytensä puolesta ja voimayhtiöllä näytti olevan edessä vararikko.

Reaktorin vaurioitumisen jälkeen laitoksella on suoritettu mittava puhdistusohjelma, joka on edelleen käynnissä. NRC valvoo puhdistustöitä laitospaikalla 20 henkilön voimalla. TMI:tä varten on perustettu myös oma toimisto. Lisäksi on päästy sopimukseen siitä, että kertyvistä jätteistä huolehtii DOE (Department of Energy). Puhdistustöissä on nyt päästy niin pitkälle, että annosnopeus suojarakennuksen työskentelytasolla on n. 50 mrem/h. Tiloissa, joissa aktiivinen vesi lojui yli kaksi vuotta, on taso kuitenkin vielä yli 1000 R/h. Näiden tilojen puhdistusta vaikeuttaa fissiotuotteiden imeytyminen betoniin. Puhdistustöiden aikana on suojarakennuksessa käyty lähes 400 kertaa. Töissä on n. 2000 miestä. Sallittu annos on 3 rem/neljännesvuosi. Tähän mennessä kertynyt kokonaisannos on n. 2000 manrem. Paineastian kansi poistettiin heinäkuussa -84.

Vaurioituneen reaktorin jälkiteho on tällä hetkellä noin 15 kW. On arvioitu, että sydämen 177:sta polttoaine-elementistä vain pari olisi säilynyt enjänä. Pahimmillaan noin puolet elementtien yläpäästä on vaurioitunut sauvojen suojakuorien ylikuumentumisen seurauksena. Sen sijaan polttoainetablettien sulamisesta ei ole varmaa näyttöä. Arvioidaan, että n. 5 % polttoaineesta on todennäköisesti paineastian pohjalta ja saman verran olisi myös jäähdytysjärjestelmässä.

Seuraava vaihe puhdistustöissä on polttoaineen poistaminen. Tämä alkaa v. -85 ja sen arvioidaan päättyvän v. -87 aikana. Koko puhdistusohjelma arvioidaan olevan loppuun suoritettu syksyllä -88. Puhdistustöistä kertyväksi kokonaisannokseksi arvioidaan n. 4600 manrem ja kustannukset ovat n. 6.5 Gmk, eli hiemen suuremmat, kuin mitä laitoksen rakentaminen aikanaan maksoi. Rahoitus on järjestyksessä, eikä voimayhtiötä uhkaa enää vararikko. Myös TMI-1 olisi teknisesti käyttöönottokunnossa. Erinäisiä oikeuskäsittelyitä on kuitenkin vielä kesken, ja saattaa kestää "kuukausia tai jopa vuosia", ennen kuin laitos saa käyttöluvan.

Vaikutelmia

Nykyistä suunnittelua olevien LWR-laitosten sinänsä korkean turvallisuustason edelleen parantaminen näyttää olevan NRCn keskeisenä pyrkimyksenä. Tästä seuraa, että myös uusia turvallisuusmääräyksiä tulee koko ajan lisää.

Kun ydinvoiman lisärakentamisessa näyttää olevan edessä pitkäkökö hengähdystauko, on USAssa herännyt kiinnostus myös kokonaan uudentyyppisiä ratkaisuja kohtaan, joissa reaktorin sammutus ja jälkijäähdytys perustuvat luonnonlakeihin, eivätkä ole operaattorin tai aktiivisten komponenttien ja järjestelmien toiminnasta riippuvaisia. Ajatellaan, että täten voitaisiin päästä irti jatkuvasta ydinvoimalaitoksen luvitusta sääntelevien dokumenttien määrän kasvusta, joka on viimeksi kuluneen 10 vuoden aikana USAssa ollut keskimäärin yli 30 % vuodessa. Vastaavasti laitosten rakentamisaika on myös kasvanut, tosin "vain" 8 % vuosivauhtia.



M. Antila
UNITED STATES
NUCLEAR REGULATORY COMMISSION
WASHINGTON, D. C. 20555

MATKAKERTOMUS
Liite 1

FINAL
(11/15/84)

MEETING CONFIRMATION

DATE: Thursday, November 15, 1984

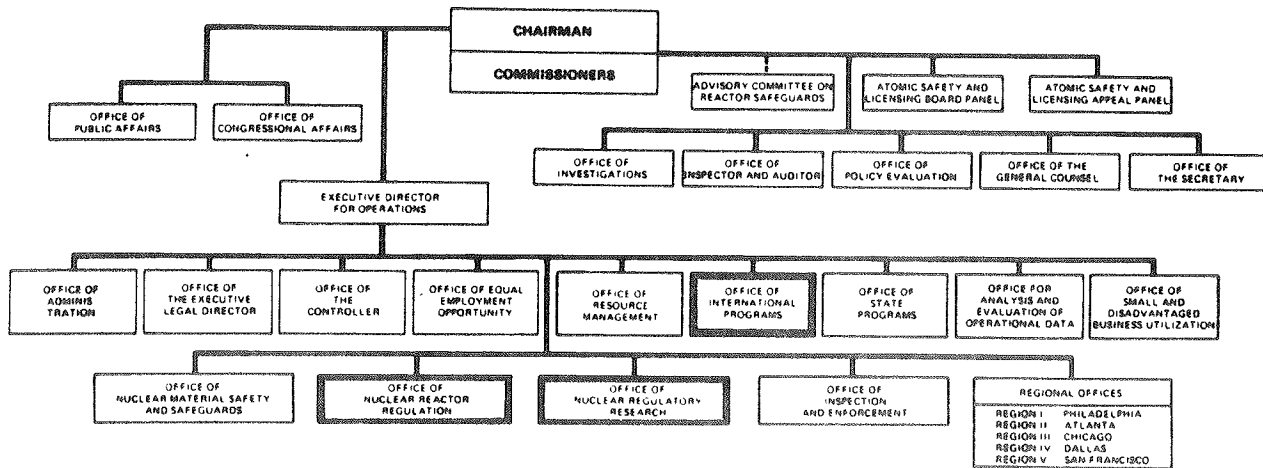
LOCATION: Conference Room 465, South Tower,
4340 East West Highway, Bethesda, Maryland

GUESTS: A 16-member group from the Finnish Nuclear Society (FNS), including engineers and scientists from the Technical Research Centre (VTT) and power companies in Finland (names listed in Attachment I)

<u>Time</u>	<u>Topic/NRC Participant</u>
2:00-2:20 p.m.	Welcome to NRC and Overview of NRC Organization James R. Shea, Director, Office of International Programs
2:20-2:50 p.m.	Overview of Current Licensing Activities, TMI Action Plan Status, and Generic Safety Issues (PTS and Station Blackout) B. Joe Youngblood, Chief, Licensing Branch #1, Division of Licensing, Office of Nuclear Reactor Regulation (NRR) Chandu Patel, Division of Licensing, NRR Karl Kniel, Chief, Generic Issues Branch (GIB), Division of Safety Technology (DST), NRR Roy Woods, GIB, DST, NRR Alan Rubin, GIB, DST, NRR
2:50-3:20 p.m.	Development of PRA at NRC and its Application to the Licensing Process Ashok Thadani, Chief, Reliability and Risk Assessment Branch, Division of Safety Technology, NRR
3:20-3:50 p.m.	Overview of NRC's Safety Research Activities, Highlighting Current Activities with Finland Louis M. Shotkin, Chief, Reactor Systems Research Branch, Division of Accident Evaluation, Office of Nuclear Regulatory Research (RES)
3:50-4:20 p.m.	Current Status of TMI-2 Activities Bernard J. Snyder, Program Director, TMI Program Office, NRR
4:20-4:40 p.m.	General Question and Answer Session

IP Contact: Bob Senseney, 49-29711

NRC ORGANIZATION



NRC Organization

(As of December 31, 1983)

COMMISSIONERS

Nunzio J. Palladino, Chairman
Victor Gilinsky Landa Zech
 Thomas M. Roberts
 James K. Asselstine
 Frederick M. Bernthal

The Commission Staff

General Counsel, Herzel H.E. Plaine
 Office of Policy Evaluation, John E. Zerbe, Director
 Office of Public Affairs, Joseph J. Fouchard, Director
 Office of Congressional Affairs, Carlton C. Kammerer, Director
 Office of Inspector and Auditor, George Messenger, Acting Director
 Secretary of the Commission, Samuel J. Chalk
 Office of Investigations, Ben B. Hayes, Director

Other Offices

Advisory Committee on Reactor Safeguards, Jeremiah J. Ray, Chairman
 Atomic Safety & Licensing Board Panel, B. Paul Cotter, Jr., Chairman
 Atomic Safety & Licensing Appeal Panel, Alan S. Rosenthal, Chairman

EXECUTIVE DIRECTOR FOR OPERATIONS

Executive Director for Operations, William J. Dtreks
 Deputy Executive Director for Operations, Jack W. Roe
 Deputy Executive Director for Regional Operations and
 Generic Requirements, Victor Stello, Jr.
 Assistant for Operations, Thomas A. Rehm

Program Offices

Office of Nuclear Reactor Regulation, Harold R. Denton, Director
 Office of Nuclear Material Safety and Safeguards, John G. Davis, Director
 Office of Nuclear Regulatory Research, Robert B. Minogue, Director
 Office of Inspection and Enforcement, Richard C. DeYoung

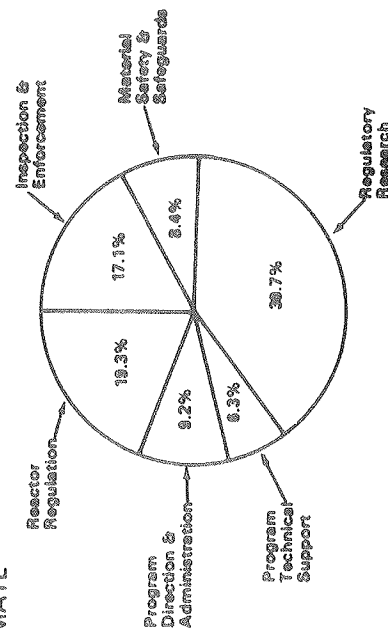
Staff Offices

Office of Administration, Patricia G. Norry, Director
 Executive Legal Director, Guy H. Cunningham
 Office of Resource Management/Controller, Learned W. Barry
 Office of International Programs, James R. Shea, Director
 Office of State Programs, G. Wayne Kerr, Director
 Office for Analysis and Evaluation of Operational
 Data, Clemens J. Heltemes, Jr., Director
 Office of Small and Disadvantaged Business
 Utilization/Civil Rights, William B. Kerr

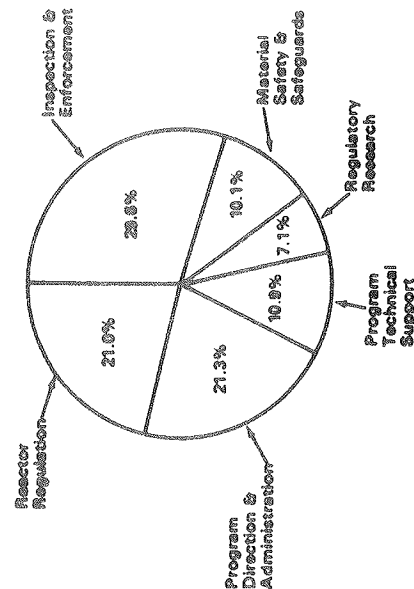
Regional Offices

Region I Philadelphia, PA, Thomas E. Murley, Regional Administrator
 Region II Atlanta, GA, James P. O'Reilly, Regional Administrator
 Region III Chicago, IL, James G. Keppler, Regional Administrator
 Region IV Dallas, TX, John T. Collins, Regional Administrator
 Region V San Francisco, CA, John B. Martin, Regional Administrator

NRC RESOURCES FY 1984 ESTIMATE



FUNDS 480 MILLION



PERSONNEL - 3416
(Full Time Equivalent)

PROGRAM STATUS

1) USI NO.	TITLE	SCHEDULED COMPLETION DATE FROM LATEST APPROVED TASK ACTION PLAN	CURRENT SCHEDULED COMPLETION DATE	REMARKS
A-3, A-4, A-5.	STEAM GENERATOR TUBE INTEGRITY	MAY 1984	NOT SCHEDULED	A COMMISSION BRIEFING REGARDING THE PROPOSED RESOLUTION IS PLANNED FOR AUGUST 1986.
A-17.	SYSTEMS INTER-ACTIONS	MARCH 1986	MAY 30, 1986*	WORK ORIGINALLY PLANNED UNDER TAP A-17 AND TMI ACTION PLAN ITEM II.C.3. SYSTEMS INTERACTION, WERE COMBINED UNDER USI A-17 AND A NEW TASK MANAGER APPOINTED. A REVISED TASK ACTION PLAN HAS BEEN APPROVED BY THE DIRECTOR, NRR. ORNL HAS SUBMITTED A DRAFT REPORT ON A-17 FOR THE NRC STAFF REVIEW. ORNL WILL BE REVIEWING POTENTIAL SEARCH METHODS FOR USE IN UNCOVERING ADVERSE SYSTEMS INTERACTIONS.
A-40.	SEISMIC DESIGN CRITERIA	JANUARY 1985	JULY 1, 1985*	THE NRC STAFF INTERNAL REVIEW HAS BEEN COMPLETED. A VALUE/IMPACT ANALYSIS HAS BEEN PREPARED AND A CRGR SUBMITTAL PACKAGE IS TO BE SUBMITTED TO THE CRGR BY AUGUST 20, 1984.
A-43	CONTAINMENT EMERGENCY SUMP	SEPTEMBER 30, 1984	SEPTEMBER 30, 1984	ALL TECHNICAL SUPPORT (NUREG/CR) REPORTS HAVE BEEN ISSUED. NUREG-0897 AND NUREG-0899 ALONG WITH SRP SECTION 6.2.2 WERE ISSUED FOR PUBLIC COMMENT IN MAY 1983. THE PUBLIC COMMENT PERIOD ENDED IN JULY 1983 AND THE COMMENTS RECEIVED WERE UTILIZED IN THE PREPARATION OF THE REVISED CRGR SUBMITTAL OF JUNE 14, 1984. A MEETING WAS HELD WITH THE CRGR ON JULY 11, 1984 AND FOLLOWUP DISCUSSIONS ARE CONTINUING WITH DEDROGR.
A-44	STATION BLACKOUT	MAY 1985	JANUARY 30, 1986*	THE STAFF'S PROPOSED RECOMMENDATIONS TO RESOLVE A-44 BASED ON THE TECHNICAL FINDINGS, RESULTED IN THE RECOMMENDATION TO PROCEED WITH PROPOSED RULEMAKING, IN CONJUNCTION WITH A NEW REGULATORY GUIDE. THE CRGR RECOMMENDED THAT THE PROPOSED RULE, PROPOSED REGULATORY GUIDE AND NUREG-1032 BE ISSUED FOR PUBLIC COMMENT AFTER MODIFICATIONS ARE MADE TO REFLECT CRGR COMMENTS. THE WORK NECESSARY TO MAKE THESE MODIFICATIONS IS UNDERWAY.
A-45.	SHUTDOWN DECAY HEAT REMOVAL REQUIREMENTS	FEBRUARY 1986	FEBRUARY 28, 1986*	THE FIRST INTERIM MILESTONE REPORT WAS ISSUED FOR NRC STAFF REVIEW ON DECEMBER 22, 1982. AS A RESULT OF STAFF COMMENTS, A REVISED VERSION OF THIS REPORT WAS ISSUED FOR STAFF AND ACRS REVIEW ON JUNE 21, 1983. THE SECOND INTERIM MILESTONE REPORT WAS ISSUED FOR STAFF REVIEW ON MARCH 29, 1983. THE THIRD IN DRAFT FORM FOR THE STAFF REVIEW ON AUGUST 2, 1983. THE FOURTH IN FINAL FORM (NUREG/CR-3421), THE FIFTH REPORT ON SCREENING CRITERIA FOR LWR DECAY HEAT REMOVAL WAS ISSUED FOR STAFF REVIEW AND IS CURRENTLY UNDERGOING A SPECIAL INTERNAL STAFF EVALUATION. THE SIXTH AND SEVENTH REPORTS WERE ISSUED FOR STAFF COMMENT IN JANUARY 1984. THE EIGHTH REPORT ON FEED AND BLEED ANALYSES AND RESULTS FOR SPECIFIC PLANT TRANSIENTS IN B&W, CE AND WESTINGHOUSE PLANTS WAS ISSUED FOR STAFF COMMENT IN MAY 1984. THE NINTH CONTRACTOR INTERIM DRAFT MILESTONE REPORT ENTITLED, "CHARACTERIZATION OF DECAY HEAT REMOVAL SYSTEMS OF OPERATING AND SOON-TO-BE-OPERATING LIGHT WATER REACTORS," HAS BEEN ISSUED FOR STAFF COMMENT.
A-46.	SEISMIC QUALIFICATION OF EQUIPMENT IN OPERATING PLANTS	DECEMBER 1984	MAY 1, 1985*	WORK ON ALL TASKS IS ESSENTIALLY COMPLETE WITH THE EXCEPTION OF TASK 4. AN INTERIM REPORT WHICH SUMMARIZES THE STATUS OF WORK ACCOMPLISHED ON A-46 WAS ISSUED AS NUREG-1018 IN OCTOBER 1983. THE A-46 CRGR PACKAGE (INCLUDING DRAFT NUREG-1030) WILL BE FORWARDED TO THE DIRECTOR OF NRR FOR REVIEW AND APPROVAL IN SEPTEMBER 1984.
A-47.	SAFETY IMPLICATIONS OF CONTROL SYSTEMS	APRIL 1986	APRIL 1, 1986	DRAFT FINAL REPORT ON THE EFFECTS OF CONTROL SYSTEMS FAILURES ON TRANSIENTS AND ACCIDENTS FOR A GE DESIGN WAS SUBMITTED BY INEL FOR STAFF REVIEW IN JULY 1984. DRAFT FINAL REPORT ON THE EFFECTS OF CONTROL SYSTEM FAILURES ON TRANSIENTS AND ACCIDENTS AT A WESTINGHOUSE 3-LOOP PWR WAS SUBMITTED BY INEL FOR STAFF REVIEW IN AUGUST 1984.
A-48.	HYDROGEN CONTROL MEASURES AND HYDROGEN BURNS ON SAFETY EQUIPMENT	JUNE 1986	NOT SCHEDULED*	WORK ON THIS USI IS LIMITED TO THE GENERIC RESOLUTION OF HYDROGEN CONTROL AND EQUIPMENT QUALIFICATION FOR ICE CONDENSER AND BWR MARK III CONTAINMENTS. A COMMISSION PAPER REGARDING HYDROGEN CONTROL FOR MARK III AND ICE CONDENSER CONTAINMENT WAS REVIEWED AND ENDORSED BY THE CRGR ON JUNE 1, 1983. THE COMMISSION PAPER WAS FORWARDED TO THE COMMISSION ON AUGUST 28, 1983, AND ADDITIONAL INFORMATION PROVIDED ON DECEMBER 28, 1983. THE RESULTS OF THE LARGE SCALE HYDROGEN BURN TESTS CONDUCTED AT THE NEVADA TEST SITE SHOW POTENTIAL CHALLENGE TO EQUIPMENT SURVIVABILITY. THE STAFF IS EVALUATING THE DATA AND WILL MAKE RECOMMENDATIONS TO THE COMMISSION REGARDING THE HYDROGEN RULE. A SCHEDULE FOR THE REMAINING MILESTONES OF USI A-48 WILL BE DEVELOPED FOLLOWING COMPLETION OF THE STAFF'S EVALUATION OF THE LARGE SCALE HYDROGEN BURN TESTS.
A-49	PRESSURIZED THERMAL SHOCK	DECEMBER 31, 1985	MARCH 31, 1986	NRC STAFF PROPOSED PTS RULE WAS APPROVED BY THE COMMISSION IN JANUARY 1984. THIS NEW PTS RULE WAS PUBLISHED FOR PUBLIC COMMENT ON FEBRUARY 7, 1984. THE PROPOSED RULE IS BEING REVISED TO ADDRESS THE PUBLIC COMMENTS RECEIVED.

*SCHEDULE CHANGE THIS REPORT

1) Unresolved Safety Issue

E Ruskola/^{QUE}Jsi

10.12.1984

AMERICAN NUCLEAR SOCIETY

ATS:n Pohjois-Amerikan matkan viimeisenä vierailukohteena oli American Nuclear Society (ANS) Washingtonissa 16.11.1984.

Isäntinä olivat Mr. Linn Draper, ANS:n tuleva puheenjohtaja, Mr. Richard Harris, markkinointijohtaja ANS:n Illinoisin paikallisosastosta ja ANS:n aktiivijäsen tohtori Robert Liimatainen.

ANS:ssä on 15.000 jäsentä 1600 yhtiöstä, oppilaitoksesta tai hallinnollisesta yksiköstä. Lisäksi on 1200 jäsentä 47 eri valtiosta. ANS:ään kuuluu myös yli 200 ns. järjestöjä, mm. Ruotsista Asea Atom, Studvik Energiteknik ja VBB, jotka avustavat ANS:ää standardointi-, tiedotus- ja koulutusasioissa.

Vuosittain pidetään kaksi kansallista yleiskokousta ja lisäksi 10-12 teemakokousta USA:ssa tai ulkomailla. Vierailumme aikana oli juuri päättyvässä ANS:n ja ENS:n (European Nuclear Society) yhdessä järjestämä kansainvälinen konferenssi (11-16.11.1984).

ANS perustettiin joulukuussa 1954. Yhdistyksen tarkoituksena on ydinvoimateollisuuteen ja muihin ydintekniikan aloihin liittyvien suunnittelun ja tutkimuksen edistäminen. Lisäksi tavoitteena on rohkaista tutkimusta, järjestää koulutusta, jakaa informaatiota, järjestää kokouksia sekä tehdä yhteistyötä hallinnonalojen, oppilaitosten ja muiden saman alan järjestöjen kanssa. Yhdistystä johtaa jäsenten valitsema 30 jäseninen johtokunta.

ANS:ään kuuluu 16 yksikköä ja 2 teknistä ryhmää, joiden kautta yhdistyksen jäsenet voivat osallistua toimintaan. Lisäksi yhdistykseen kuuluu 57 paikallisosastoa eri puolilla USA:ta. Tällä hetkellä 1400 jäsentä ottaa osaa uusien standardien valmistukseen, joita ANS on tähän mennessä julkaissut 100 kpl. Lisäksi valmisteilla on tällä hetkellä 150 standardia. ANS on tuottanut myös kymmenittäin erilaisia julkaisuja ja ANS välittää runsaasti erilaisia ydintekniikan julkaisuja. ANS julkaisee lehteä Nuclear News.