

ATS Tiedotuslehti n:o 1/1973

Sisältö:

Rauma-Repola Oy:n Mäntyluodon tehtaiden valmistus-
mahdollisuudet

Esitelmä ATS:n kokouksessa 1972-12-14
P. Holmström

Ydinvoimalaitos asutuskeskuksen läheisyydessä

Esitelmä ATS:n kokouksessa 1973-01-25
O. Tiainen

P. Holmström

RAUMA-REPOLA OY:N MÄNTYLUODON TEHTAIDEN VALMISTUS-
MAHDOLLISUUDET

Esitelä Suomen Atomiteknillisen Seuran kokouksessa
14.12.1972

D 1

Päätös Mäntyluodon Tehtaiden rakentamisesta tehtiin Rauma-Repolassa syksyllä 1969. Palautan ensin mieliin tiettyjä sen aikuisia ajatuksen kulkuja Rauma-Repolassa. Oheisesta taulukosta käy ilmi Rauma-Repolan tuotannon jakaantuminen eri tuotannonhaarojen kesken. Laskutusmäärät samoin kuin prosentuaalinen jakaantuminen eri tuotannonhaarojen välillä ovat vuodelta 1971. Prosentuaalinen jakautuma vastaa kuitenkin riittävän tarkasti myös vuoden 1969 tilannetta. Tuotantolaitosten lukumäärät ovat tämän päivän tilanteen mukaan, ja näissä lukumäärissä on tapahtunut muutoksia vuoden -69 jälkeen. Mekaanisen puunjalostuksen puolella Rauma-Repola on hankkinut vuoden -69 jälkeen omistukseensa pari pientä sahaa ja yhden puutyötehtaan. Oli kuitenkin täysin ilmeistä, ettei Rauma-Repolan tuotannon laajeneminen voisi tapahtua enemmälti mekaanisen puunjalostuksen alueella. Kemiallisen puunjalostuksen alueella oli Rauman paperitehtaan suurinvestointi par'aikaa käynnissä ja tiedettiin myös sellutehtaan puolella olevan suorittamatta eräitä laajennuksia. Paperitehtaan osalta nämä investoinnit on pääosiltaan suoritettu tähän päivään mennessä. Raaka-aineen puutteen takia ei tälläkään alueella ole kovin suuria laajenemisen mahdollisuuksia. Oli varsin ilmeistä jo vuonna 1969, että yhtiön pääinvestoinnit oli vastaisuudessa suunnattava sen metalliteollisuuteen. Taulukossa annetuista metalliteolli-

suuden tuotantolaitoksista olivat v. 1969 olemassa laivatelakka ja 3 konepajaa.

D 2

Rauma-Repolan metalliteollisuuden nykyiset tuotantolaitokset samoin kuin niiden päätuotteet käyvät ilmi oheisesta taulukosta. Taulukossa on lisäksi annettu kunkin tuotantolaitoksen palveluksessa olevien henkilöiden määrä samoin kuin konepajojen osalta konepajan järeysasteen ilmaisemiseksi niiden nimellinen nostokapasiteetti. V. -69 ei taulukossa mainituista konepajoista vielä ollut olemassa Joensuun Konepajaa eikä Mäntyluodon Tehtaitamme. Mäntyluodon Tehtaiden tuotevalikoimassa esiintyvät paineastiat, lämmönvaihtimet ja teräsrakenteet kuuluivat siihen aikaan Porin Tehtaiden tuotteisiin. Ne muodostivat eräänlaisen Porin Tehtaiden varsinaisen tuotannon sivulle muodostuneen kasvannaisen. Ne eivät sopineet parhaalla mahdollisella tavalla Porin Tehtaiden tuotantokuvaan, vaan katsottiin niiden oikeastaan edellyttävän Porin Tehtaita järeämpiä valmistusmahdollisuuksia. Porin Tehtaiden teollisuusalueelle ei ollut enää tarkoituksenmukaisesti lisättävissä tuotantolaitoksia. Näin ollen katsottiin näköpiirissä olevien entistä järeämpien tuotteiden valmistuksen vaativan omaa, tätä tarkoitusta varten suunniteltua konepajaa, jonka sijainti olisi sellainen, että se tarjoaisi tuotteiden laivausmahdollisuudet suoraan tehtaalta ilman mitse tapahtuvaa kuljetusta. Porin Tehtailla tämän laatuudesta tuotannosta kerätyn kokemuksen ja ammattitaidon siirtämisen kannalta taas oli suotavaa, ettei uusi konepaja tulisi liian kauaksi Rauma-Repolan Porin Tehtailta.

D 3
D 4

Suomessahan ei näihin asti ole ollut todella järciden hitsattujen levyrakenteiden valmistukseen sopivaa konepajaa. Järeimpienkin suomalaisten konepajojen tuotanto on tähän asti ollut järeydeltään suunnilleen samaa luokkaa kuin Rauma-Repolan Porin Tehtaiden tuotanto, joka yleismaailmallisesti voitaneen määritellä enintään keskiraskaaksi.

Suunnitteilla olevan konepajan järeysluokkaa harkittaessa voitiin todeta, että järeimpiä suurempina määrinä esiintyviä paineastioita ovat atomivoimalaitosten reaktoripaineastiat. Näitä tilattaneen tällä hetkellä koko maailmassa noin suuruusluokkaa 30...40 kpl/vuodessa. Muita vastaavan painoisia, ts. 300-900 tonnin painoisia paineastioita tilataan normaalisti vuodessa koko maailmassa vain noin kymmenkunta kappaletta. Konepajoja, jotka pystyvät näin järeään tuotantoon, on erään suhteellisen tuoreen tilaston mukaan maailmassa yhteensä 21 kappaletta (myös Uddcomb on mukana tässä tilastossa). Tästä voidaan arvioida reaktoripaineastialuokassa kilpailun olevan suhteellisen kovaa. Tilataanhan näin järeitä paineastioita äsken mainitun mukaisesti keskimääräisesti n. 2,0...2,5 kpl valmistajaa kohti vuodessa. Mäntyluodon Tehtailla päätettiin tämän vuoksi jättäytyä tämän järeimmän valmistusluokan alapuolelle n. 200 tonnin tasolle, jolloin kohtuullisista investoinneista johtuen kilpailukykyä voitaisiin pitää hyvänä varsin laajalla alucella kaikkein järeimmän luokan alapuolella.

Loppuvuodesta 1969 tehtiin näin päätös kokonaan uuden konepajan, Mäntyluodon Tehtaiden, rakentamisesta Porin kaupungille kuuluvan Mäntyluodon sataman välittömään läheisyyteen. Konepajan tarvitsema rakennusalue ostettiin

Porin kaupungilta lokakuussa 1969. Samanaikaisesti sovittiin Porin kaupungin kanssa uuden 200 tonnin nosturin hankkimisesta satamaan vuoden 1972 kuluessa varmistamaan Mäntyluodon Tehtaiden tuotteiden laivausmahdollisuudet. Keväällä 1972 teimme vielä Porin kaupungin kanssa vuokrasopimuksen öljynporaustalouttojen kokoamiseen tarvittavan asennusaltaan alueesta. Rauma-Repolan omistaman tehdasalue on 44,9 ha:n laajuinen. Vuokrattu kokoonpanoaltaan alue on 6,3 ha.

Mäntyluodon Tehtaiden ensimmäisen perussuunnittelun suoritti sveitsiläinen insinööritoimisto Knight-Wegenstein. Laitosuunnittelun on pääosiltaan suorittanut Rauma-Repolan oma henkilökunta Porissa. Arkkitehtoninen suunnittelu, rakennesuunnittelu, LVI-suunnittelu ja sähkösuunnittelu tilattiin ulkopuolisilta insinööritoimistoilta. Urakoitsijoita ja päätoimittajia on kaikkiaan ollut yli 20. Konepajarakennuksen teräsrunгон valmistuksen ja asennuksen suoritti Mäntyluodon Tehtaiden oma henkilökunta. Runгон valmistus aloitettiin kuluvan vuoden tammikuun 10. päivänä ja runгон pystytys helmikuun lopulla. Valmistus on Mäntyluodon Tehtailla alkanut asteittain syyskuusta lähtien ja tehtaiden vihkiäisiä vietettiin marraskuun lopulla. Mäntyluodon Tehtaiden konepajarakennuksen kokonaistilavuus on 450 000 m³. rakennuksen suurin pituus 325 m, suurin leveys 90 m ja suurin korkeus 32,6 m. Rakennuksen kokonaislattiapinta-ala on 2,4 ha ja kerrosala 2,7 ha. Asennusaltaalla aloitettiin työt tämän vuoden kesäkuussa. Asennusaltaan pituus on 160 m, leveys 105 m ja syväys 7 m. Asennusallas tulee olemaan varustettuna siltanosturilla, jonka jänneväli on sama kuin altaan leveys, 105 m, nostorkorkeus 50 m, ja on nosturi varustettu kahdella 100 tonnin nosturikoneistolla.

Investoinnin kokonaismäärä mukaan lukien rakennukset, asennusallas jne. on lähes 60 milj. Smk.

- D 7 Valmistuksen pääasiallinen kulku läy­y ilmi oheisesta konepajan pohjapiirroksesta. Raaka-aineet saapuvat konepajalle pääasiassa konepajan eteläpuolella kulkevaa rautatieraidetta pitkin ja nostetaan rautatievaunuista näiden yli liikkuvan magneettinostimella varustetun nosturin avulla joko ulkovarastoon tai suoraan kuljettimelle, joka vie levyt tai muototeräks­et edelleen valmistuksen ensimmäiseen vaiheeseen,
- D 8 joka on teräsraepuhallus ja maalaus. Koska esikäsittely­linjan kapasiteetti ylittää huomattavasti Mäntyluodon Tehtaiden oman tarpeen, tullaan esikäsittelyä suorittamaan myös ulkopuolisille, ennen kaikkea Rauma-Repolan muille konepajoille. Tämän takia tarvitaan maalatuille raaka-aineille esikäsittelyn jälkeen välivarasto. Periaatteessa esikäsitellään, s.o. teräsraepuhalletaan ja maalataan, kaikki Mäntyluodon Tehtaiden käyttämät levyt ja muototeräks­et lukuunottamatta kuumamuokkaukseen käyettäviä paksuja levyjä. Ensimmäinen varsinainen valmistusvaihe on raaka-aineitten paloittelu. Se tapahtuu muototeräksille kylmäpyörösa­halla ja levyille pääasiassa polttokoneilla, joita Mäntyluodon Tehtailla on kaksi suuntaispolttokonetta ja tällä hetkellä yksi kopiopolttokone. Kaikki Mäntyluodon Tehtiaden levylinjat on suunniteltu 3,5 m:n levy­leveydelle, niin myös levyjen paloittelu. Levyjen paloittelu­a varten on vielä käytettävissä giljotiinityyppinen levyleikkuri, jota voidaan käyttää enintään 35 mm:n levypaksuuteen asti. Erikoisesti hitsaus­railojen koneistamiseksi levyjen reunoihin sopii yhdistetty levyleikkuri ja levynreunan­jyrsin.
- D 9
- D 10
- D 11

Seuraavana valmistusvaiheena ovat levyjen taivutukset ja puristustyövaiheet. Nämä suoritetaan ohuille levyille kylmänä ja paksuille levyille kuumapuristuksena.

Käytettävissä on mm. 600 tonnin särmäyspuristin, jota pääasiassa käytetään kylmäpuristukseen. Kuumamuokkauksessa tarvittavia uuneja varten tehtaalla on varattuna tilaa kolmelle uunille. Näistä on tähän mennessä hankittu ensimmäinen, jota tullaan käyttämään sekä levyjen kuumennus-uunina että osien normalisointiin, nuorrutukseen ja muuhun lämpökäsittelyyn. Tämän ensimmäisen uunin leveys on 5,5 m, syvyys 8 m ja korkeus 3,8 m, niin että 3,5 m:n levyistä taivutettu lieriö vielä mahtuu uuniin pystyssä. Uuni on nestekaasulämmitteinen, maks. lämpötila 1100°C.

D 12

D 13

D 14

Järeiden lieriö- ja kartio-osien valmistus tapahtuu englantilaisen The Bronx Engineering Company'n toimittamalla levyntaivutusvalssilla. Se pystyy taivuttamaan kylmänä vielä 90 mm:n paksuisen levyn täydellä 3,5 m:n levy-levydellä. Kuumataivutuksessa päästäneen aina 200 mm:n ainepaksuuteen asti. Taivutusvalssi lienee nykyaikaisinta saatavissa olevaa rakennetta, varustettu mm. syöttölaitteella, joka suuntaa levyn kohtisuoraan valssien väliin.

D 15

D 16

Päätyjen ja muiden muotokappaleiden puristukseen on käytettävissä englantilaisen toiminimen Fielding & Platt Limited'in toimittama 2 250 tonnin nelipylväspuristin, jonka pilariväli on 3 500 mm. Tällä puristimella pystytään kuumana puristaen valmistamaan esimerkiksi kuperia tai puolipallopäätyjä aina 200 mm:n seinämäpaksuuteen asti, ja päädyn muodosta riippuen läpimitaltaan 2,0...2,7 m:n

läpimittoihin. Tätä suuremmat läpimitat joudutaan luonnollisesti valmistamaan useammista kappaleista hitsaamalla. Hitsaus- ja kokoonpanotöitä varten on käytettävissä kaksi hallia. Pienemmässä on nosturi-kapasiteetti 2 x 50 tonnia nostokorkeudella 12 m.

- D 17 Järeimpinä hitsauslaitteina ovat täällä 2 hitsaus-tornia varustettuna Unionmelt-hitsausautomaateilla ja pyöritysrullastoilla. Halliin on lisäksi sijoitettu
- D 18 konepajan järeimmät työstökoneet, joista tähän mennessä ovat saapuneet säteisporakoneet sekä pystysorvi, jolla päästään noin 7 m:n sorvausläpimitaan. Myöhemmin tullaan tänne asentamaan mm. Porin Tehtailla jo käytössä
- D 19 olevat syvänreiän porauskoneet, joilla on mahdollista porata reikiä aina 3 m:n syvyyteen asti sekä keski-kokoinen aarpora.

- D 20 Isossa kokoonpanohallissa on käytettävissä kaksi 100
- D 21 tonnin nosturia 25 m:n nostokorkeudella ja lisäksi
- D 22 50 tonnin nosturi 16 m:n nostokorkeudella. Päähitsaus-laitteistona tulee täälläkin olemaan 2 kpl hitsaus-torneja varustettuina Unionmelt-hitsauslaitteilla ja pyöritysrullastoilla. Tornien koko sallii lieriöiden automaattihitsauksen aina 11 m:n läpimitaan asti sekä pyöritysrullastot aina 200 tonnin painoon asti.
- Hallissa valmistettavien tuotteiden suurimmat äärimitat määräytyvät hallin länsipäässä olevan oven koon mukaan.
- D 23 Tämä ovi on 20 m korkea ja 27 m leveä.

- D 24 Järeiden tuotteiden kuljetus pois konepajasta voi tapahtua normaalien rautatie- ja maantiekuljetusten lisäksi kahdella tavalla. Kokoonpanohalleista johtaa
- D 25 rautatie Porin kaupungin omistaman satamalaiturilla seisovan 200 tonnin nosturin luokse, jolloin enintään tämän painoinen tuote voidaan nostaa kokonaisena laivaan kuljetettavaksi edelleen. Toisaalta suurimmasta kokoonpanohallista johtaa kaksinkertaisella raidevälillä varustettu raide sataman välittömään läheisyyteen valmistuvalle asennusaltallemme. Tätä raidetta pitkin
- S 26 voidaan kuljettaa aina 700-800 tonnin painoisia laitteisto-osia asennusaltalle siellä vesillelaskettavaksi ja koottavaksi lopulliseen muotoonsa. Näinhän tullaan rakentamaan meillä ensimmäisenä suurena tilauksena oleva Pentagone-tyyppinen öljynporauslautta.

Henkilövahvuus konepajallamme on tällä hetkellä noin 400 työntekijää ja toimihenkilöä. Ensi vuoden alkupuolella kokonaisvahvuuden voidaan olettaa nousevan noin 550 henkeen.

Mäntyluodon Tehtaiden työvoimakysymyksen ratkaisussa on toimihenkilöpuolella saatu erittäin merkittävää apua Rauma-Repolan muilta konepajoilta, ennen kaikkea Porin Tehtailta sekä pienemmässä määrin Lokomon Tehtailta. Onhan Mäntyluodon Tehtaiden nykyisistä toimihenkilöistä noin 70 % saatu suoraan näiltä tehtailta. Työntekijöiden

kohdalla vastaava prosenttimäärä on ollut paljon alhaisempi. Työvoimaa on jouduttu etsimään pääasiassa yhtiömme ulkopuolelta, Porista samoin kuin koko maastamme, osittain myös Ruotsista. Pitemmän kokemuksen omaavista levysepistä ja hitsaajista on konepajan käyntiinlähtövaiheessa ollut jatkuvasti puutetta. Tämän vaikeuden helpottamiseksi olemme erittäin suuressa määrin joutuneet turvautumaan koulutustoimintaan, joka koulutus on pääasiassa tapahtunut yhtiömme Porin Tehtialla. Pätevän ammattityövoiman saannin varmistamiseksi Rauma-Repola rakentaa Mäntyluotoon neljä kerrostaloa, joista tällä hetkellä kolme on jo valmiina ja käytössä ja neljäs valmistumassa lähiaikoina. Näihin taloihin tulee yhteensä 168 perheasuntoa. Näiden asuntojen avulla on pyritty ja pyritään mm. saamaan Ruotsissa tällä hetkellä työskenteleviä suomalaisia ammattimiehiä palaamaan kotimaahan, ja on tässä onnistuttu noin 60 tapauksessa. Perheasuntojen lisäksi olemme rakentamassa konepajan lähetyville ns. poikamiesasuntolaa noin 130 miehelle. Tämä valmistuu ensi helmikuussa.

D 27

D 28

Mäntyluodon Tehtaiden suunnitteluosaston rungon muodostavat Rauma-Repolan Porin Tehtaitten entiset lämpöteknillinen osasto ja teräsrakenneosasto. Näillä on pitkäaikainen kokemus mm. monien voimalaitoskomponenttien suunnittelusta. Mäntyluodon Tehtaat pystyy näin ollen tarjoamaan kaikkia näitä laitteita omalla pitkäaikaiseen

D 29

kokemukseen perustuvalla suunnittelullaan. Eräitä erikoisaloja varten solmimme lisenssisopimusten välityksellä voimme myös tarjota laitteita tunnettujen insinööritoimistojen, kuten Lummuksen, Rosenbladin ja Cass Internationalin suunnittelulla. Haluttaessa olemme myös valmiit tarjoamaan laitteita asiakkaiden omien tai asiakkaiden hankkimien piirustusten mukaan.

Mäntyluodon Tehtaiden tuotteet voidaan luokitella kahteen eri ryhmään kuuluviksi. Toisaalta ovat vanhat, ennen kaikkea Porin Tehtaillamme jo pitkään valmistetut tuotteet, mutta täällä valmistusmahdollisuuksien mukaisesti huomattavasti järeämpinä. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi puunjalostusteollisuuden järeät laitteet, kuten keittokattilat ja kuorimarummut, jotka täältä voidaan toimittaa kokonaisina, kun ne ennen on jouduttu toimittamaan osina. Edelleen tavanomaisten tai atomivoimalaitosten lämmönvaihtimet, matalapaine- ja korkeapaine-esilämmittimet, lauhduttimet, kaasunpoistimet, syöttövesisäiliöt jne. samoin kuin kemian teollisuuden ja öljynjalostamojen lämmönvaihtimet, ilmajähdyttimet, paineastiat, rekatorit ja säiliöt, samaten erilaiset teräsrakenteet ja sillat. Toisaalta tulevat tuotteet, joita Suomessa ei aikaisemmin ole voitu lainkaan valmistaa. Tällaisia tulevat olemaan esim. öljyn- ja kaasunporauslautat, järeät kuperat päädyt ja kattilalieriöt samoin kuin monet atomivoimalaitoskomponentit, esim. painevesireaktoreiden paineistimet, jopa höyrykehittimet.

Mäntyluodon Tehtaiden tutkimus- ja kehitystoiminta keskittyy toiminnan alkuvaiheessa ensisijaisesti paksuseinäisiin paineastioihin liittyviin kuumamuokkauksen, hitsauksen, lämpökäsittelyn ja tarkastuksen erikoiskysymyksiin. Näihin liittyvät kokeet aloitettiin jo vuoden 1971 aikana Rauma-Repolan Porin ja Lokomon Tehtailla. Vuoden 1972 alussa lähti tämän rinnalla käyntiin austeniittisten hitasuspäällysteiden erikoiskysymyksiä selvittelevä tutkimusprojekti, samoin kuin atomivoimalaitosten höyrykehittimien lämmönsiirtokysymyksiä käsittelevä tutkimusprojekti. Mainitut tutkimus- ja kehitysprojektit on hoidettu yhteistoiminnassa Oy Finnatom Ab:n kanssa ja Kauppa- ja teollisuusministeriön taloudellisella tuella. Vastaisuudessaakin tulee Mäntyluodon Tehtaiden tutkimus- ja kehitystoiminnassa pääpaino olemaan uusien tuotteiden aiheuttamissa valmistusteknisissä suunnitteluun välittömästi liittyvissä kysymyksissä.

Valmistusmahdollisuuksien suhteen Mäntyluodon Tehtaat merkitsevät uutta aluevaltausta paitsi Rauma-Repolalle myös koko Suomen konepajateollisuudella. Valmistusmahdollisuuksiensa puolesta Mäntyluodon Tehtaita voidaan tällä hetkellä pitää maamme järeimpänä hitsattujen levyrakenteiden valmistukseen tarkoitettuna konepajana. Kotimaisen teollisuuden mahdollisuudet käsiteltävissä olevien työkappaleiden painojen, läpimittojen, levynpaksuuksien yms. suhteen ovat Mäntyluodon Tehtaiden myötä yleensä vähintään kaksinkertaistuneet.

Verrattaessa kahta tänään puheena ollutta konepajaa, Uddcombin Karlskronan laitosta ja Rauma-Repolan Mäntyluodon Tehtaita ja näiden konepajojen valmistusmahdollisuuksia toisiinsa, voidaan todeta seuraavaa:

Uddcomb on erikoistunut erittäin järeään paineastiatyöhön, ennen kaikkea reaktoripaineastioiden valmistukseen ja soveltunee heikommin muuhun tuotantoon. Mäntyluodon Tehtaat on yleiskonepaja, jossa pystytään valmistamaan hyvin erilaisia ja erikokoisia tuotteita. Reaktoripaineastioiden valmistus Mäntyluodon Tehtailla ei, kriisitilanteita ehkä lukuunottamatta, liene tarkoituksenmukaista.

Uddcomb käyttää lähtömateriaalina muualla taivutettuja tai puristettuja ja lämpökäsiteltyjä lieriö- ja päätyosia. Mäntyluodon Tehtaiden raaka-aineena ovat standardimittoihin valssatut levyt, joille pystytään itse suorittamaan tarvittavat paloittelu, taivutus-, puristus- ja lämpökäsittelytyövaiheet.

Hitsauslaitteistojen suhteen voitaneen konepajoja pitää melko tasaväkisinä. Mäntyluodon Tehtaiden hitsauskalusto sallii jonkin verran suurempien työkappaleiden automaattihitsauksen, Uddcombin pyöritysrullastot taas painavampien. Uddcombin järeät hitsauskääntöpöydät merkitsevät huomattavaa plussaa Uddcombin eduksi.

Raskaiden, suurimittaisten paineastioiden tai paineastiaosien koneistusmahdollisuudet ovat Uddcombilla ratkaisevasti paremmat. Syvänreiän porakone merkitsee tietyissä koneistustöissä tällä hetkellä etevämmyyttä Rauma-Repolalle, mutta tässä suhteessa tulevat edellytykset tasoittumaan runsaan vuoden kuluttua, kun Uddcomb on saanut vastaavanlaisen koneen.

Vielä vertailun päätteeksi - Uddcomb pystyy konepajassaan liikuttelemaan ja sieltä kuljettamaan huomattavasti painavampia työkappaleita, Mäntyluodon Tehtaat taas äärimitoiltaan suurempia.

RAUMA-REPOLA OY

Laskutus v. 1971

1. Mekaaninen puunjalostus	}	230 Mmk 30 %
- 11 sahaa		
- 4 puutyötehdasta - 2 vaneritehdasta		
2. Kemiallinen puunjalostus	}	180 Mmk 25 %
- selluloosatehdas		
- paperitehdas		
3. Metalliteollisuus	}	320 Mmk 45 %
- 2 telakkaa		
- 5 konepajaa		

RAUMA-REPOLAN METALLITEOLLISUUS

1 LAIVANRAKENNUS

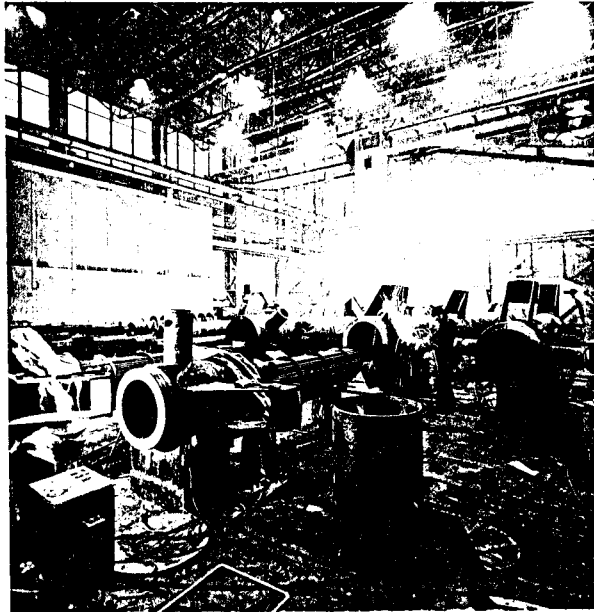
- Rauman Telakka 2000 henk. Aluksia max 45000 dwt
- Savonlinnan Telakka ja Konepaja 100(200) henk. Pientonnistoa laivanrakennusta Rauman Telakalle

2 KONEPAJATEOLLISUUS

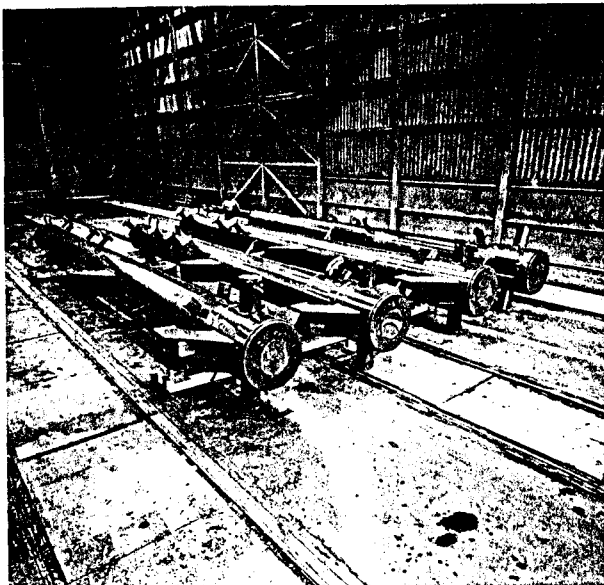
- Porin Tehtaat 1500 henk. 80 ton. Selluloosa-, paperi-, vaneri- ja lastulevyteollisuuden vuoriteollisuuden koneita
- Mäntyluodon Tehtaat 400(550) henk. 200 ton. Paineastioita, lammonvaihtimia, teräsrakenteita, oljynporauslaittoja, pölyja kattilalieriöitä
- Loviisan Tehtaat 500 henk. 20 ton. Teollisuuden ilmastointilaitteita, teollisuuskuivaajia, kattiloita
- Lokomon Tehtaat 2500 henk. 60 ton. Tie-, kaivos- ja metsäkoneita, armatuureja, teräsvaluja, takeita
- Joensuun Konepaja 100(250) henk. 20 ton. Alihankintoja etup. Lokomon ja Porin Tehtaille

D 1 Rauma-Repola Oy

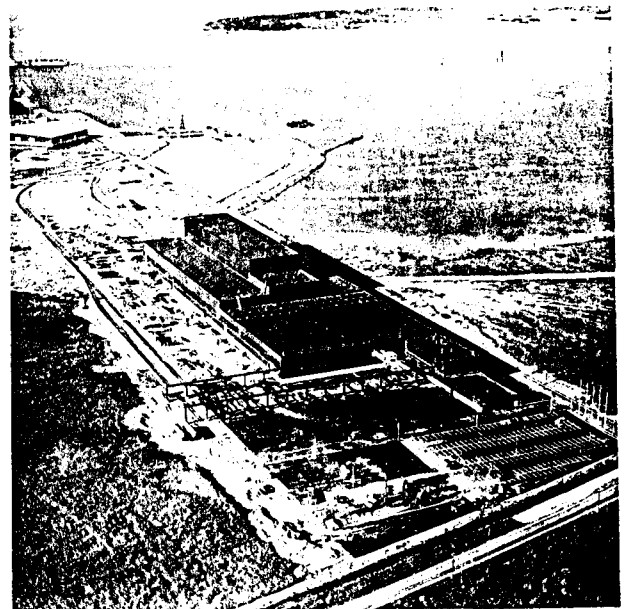
D 2 Rauma-Repolan metalliteollisuus



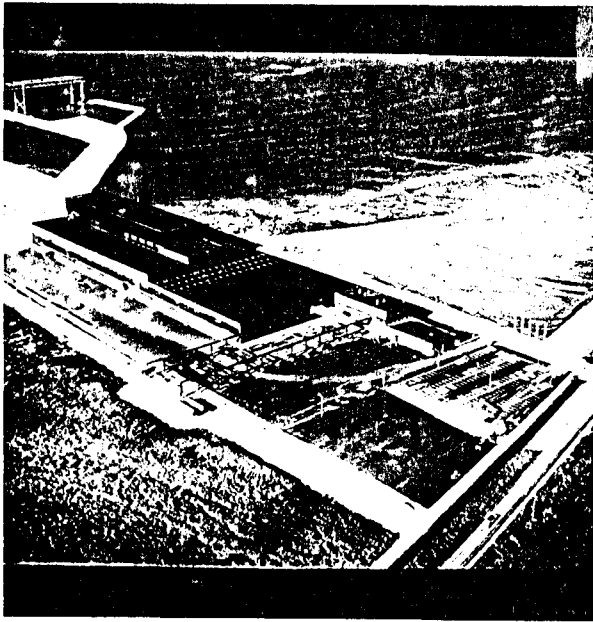
D 3 Korkeapaine-esilämmittimien valmistusta



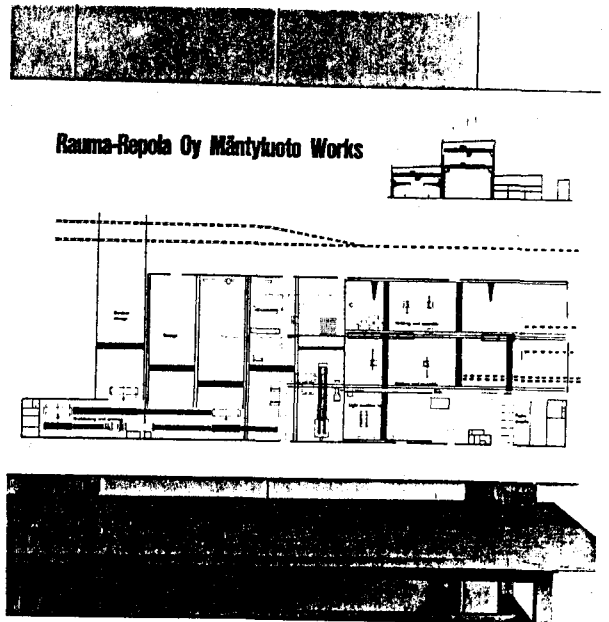
D 4 Korkeapaine-esilämmitin



D 5 MT-lentokuva



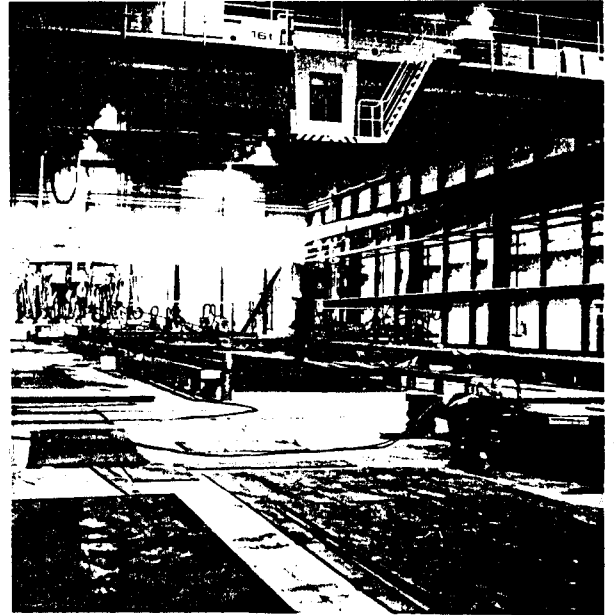
D 6 MT-lentokuva + asennusnosturi



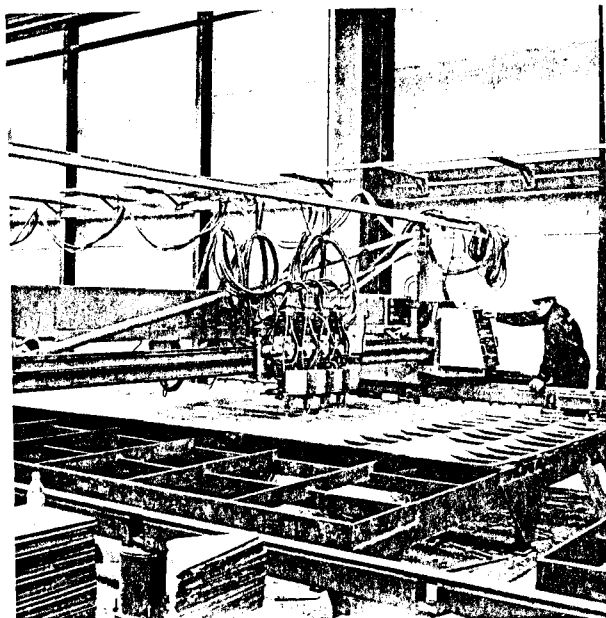
D 7 Pohjapiirros



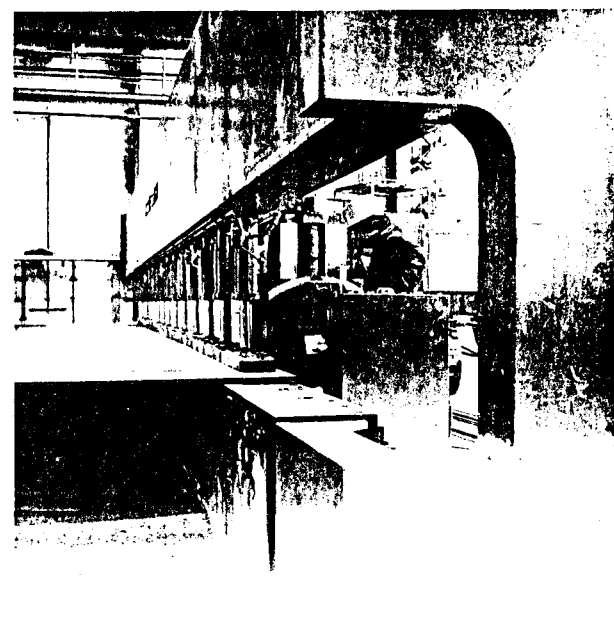
D 8 Esikäsitely



D 9 Polttokoneet



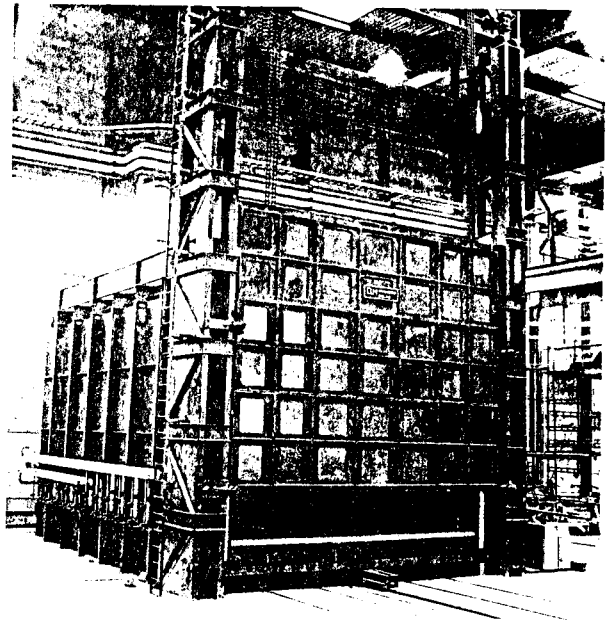
D 10 Kopiopolttokone



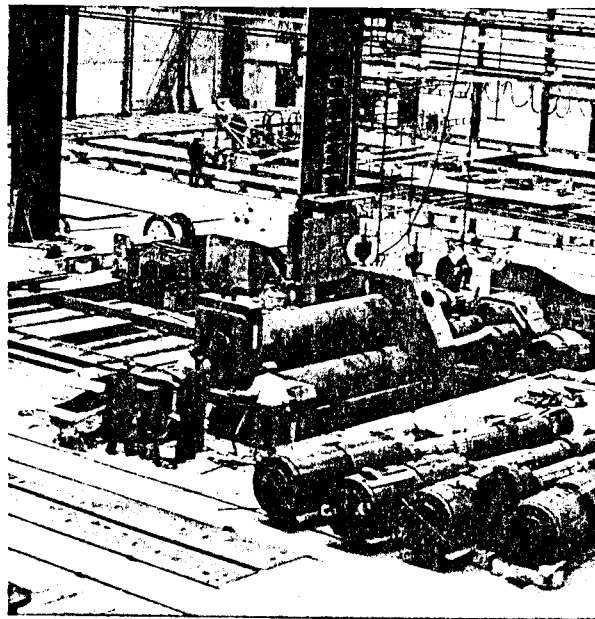
D 11 Levynreunajyrsin



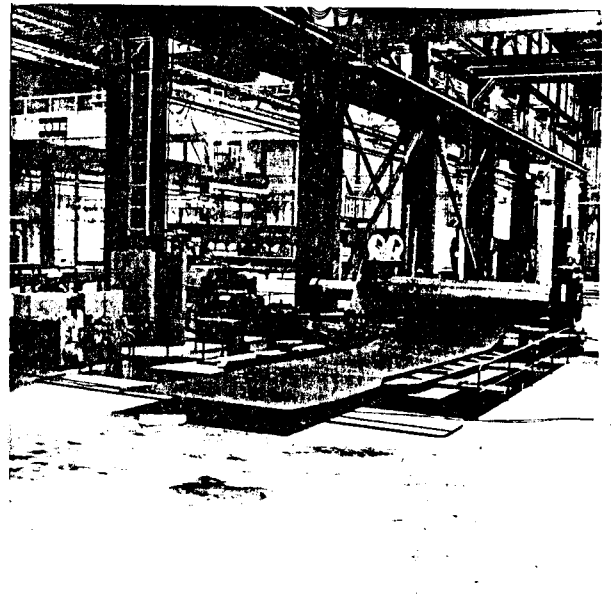
D 12 Kuumamuokkaushalli



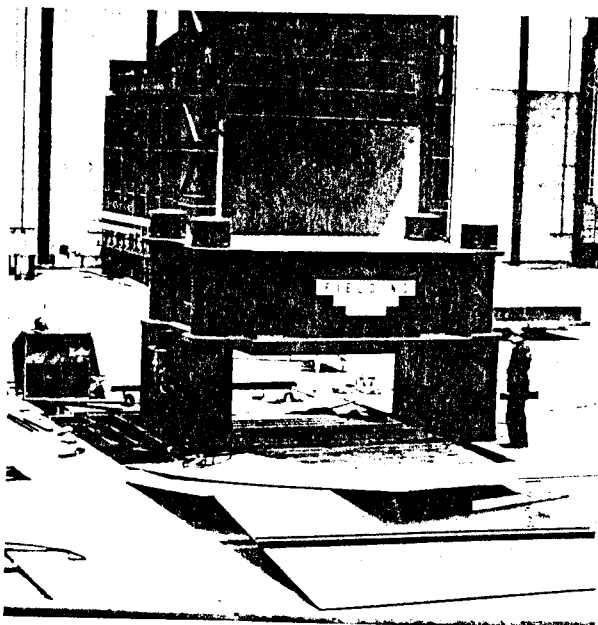
D 13 Uuni



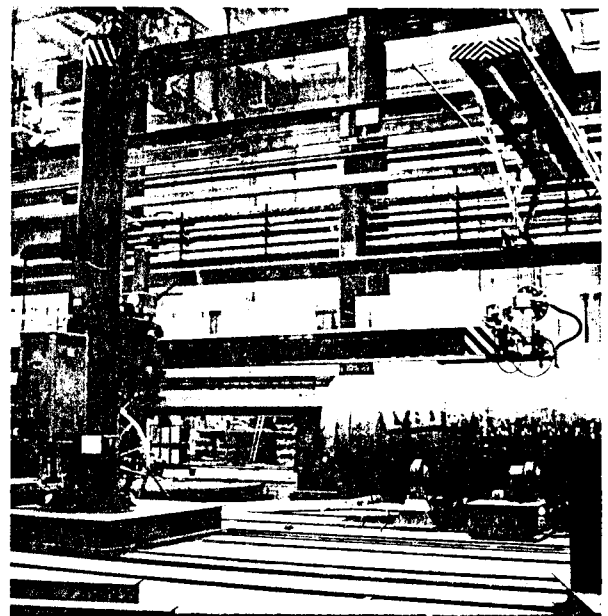
D 14 Levyntaivutusvalssi



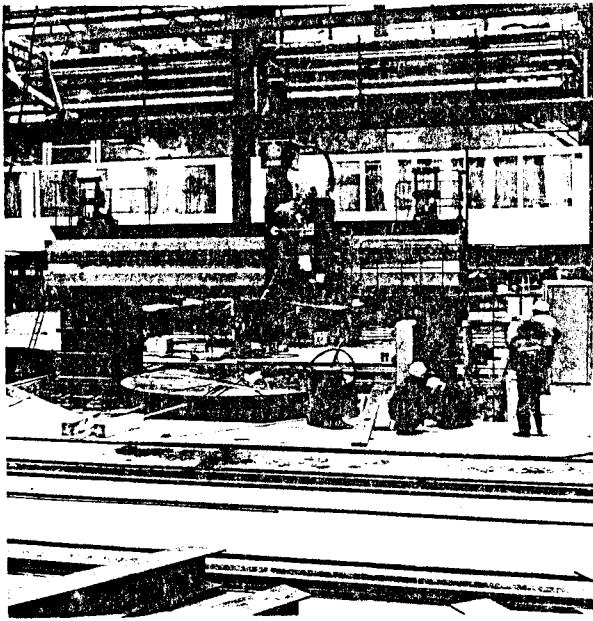
D 15 Levyntaivutusvalssi



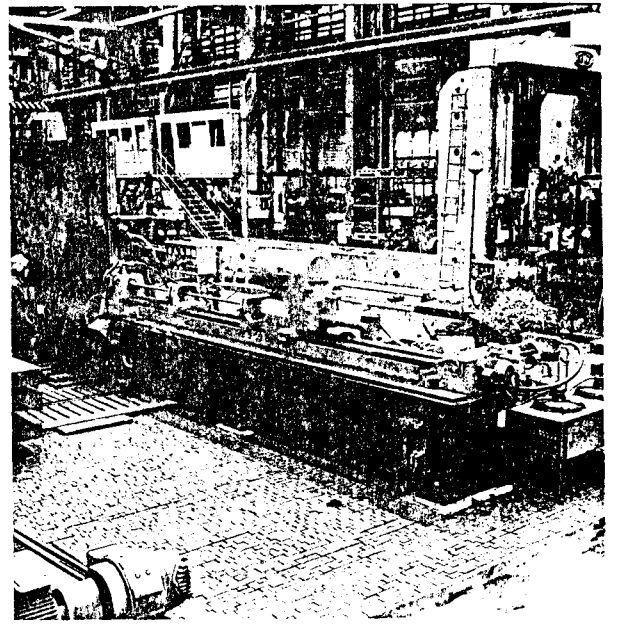
D 16 Nelipylväspuristin



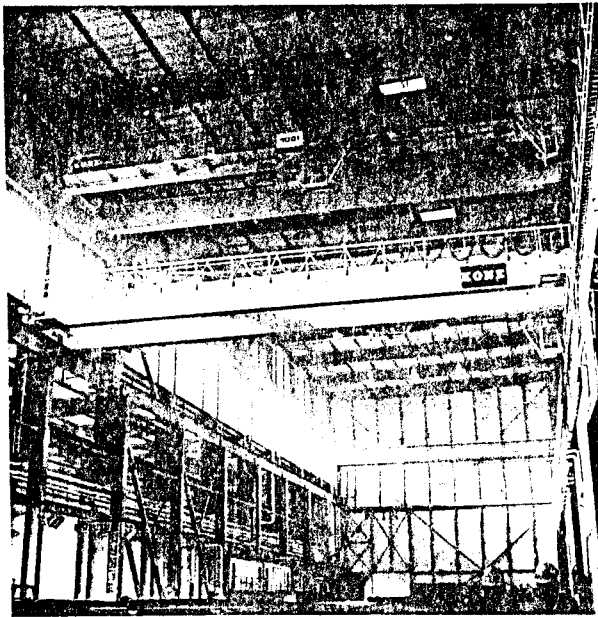
D 17 Hitsaustorni + pyöritysrullasto



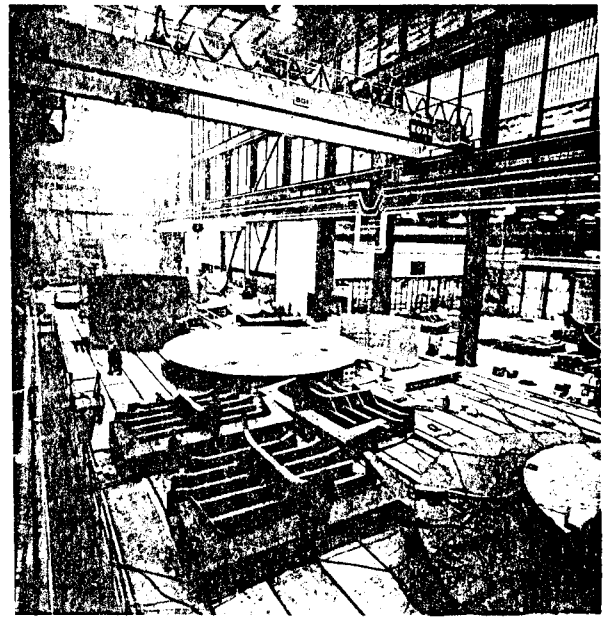
D 18 Pystysorvi



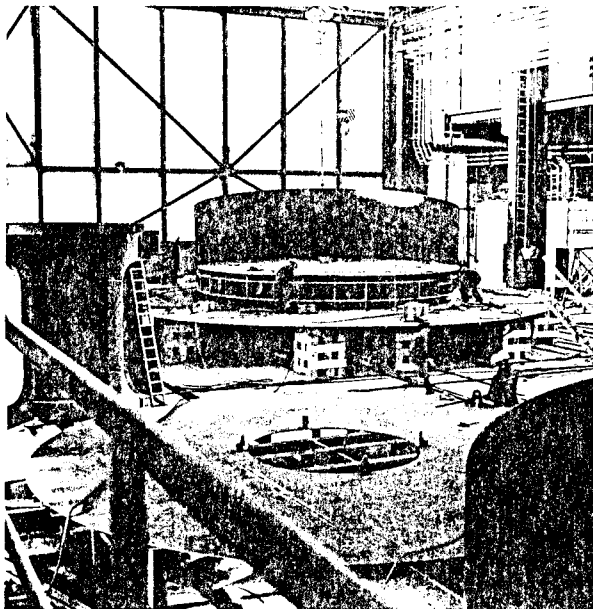
D 19 Syvänreiänporakone



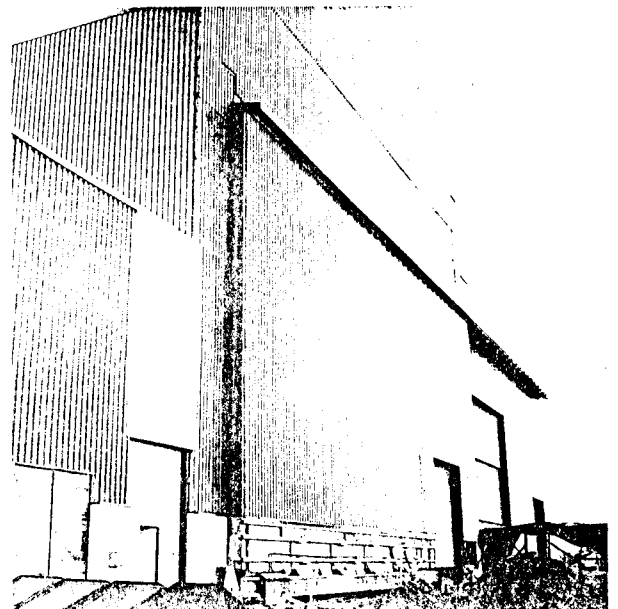
D 20 Iso kokoonpanohalli



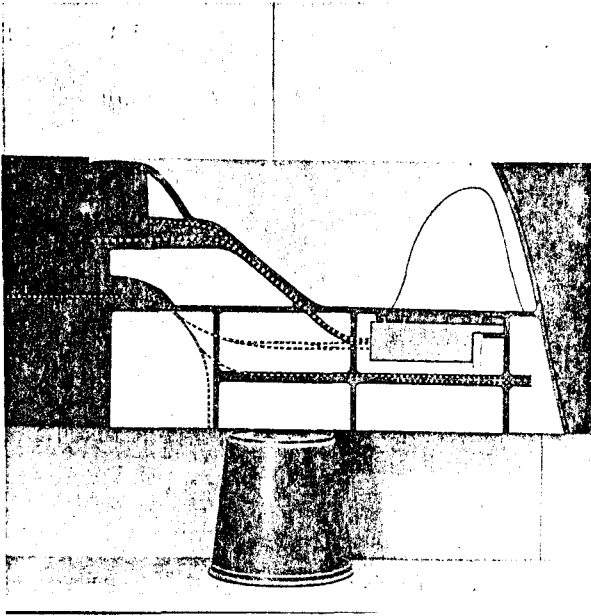
D 21 Iso kokoonpanohalli



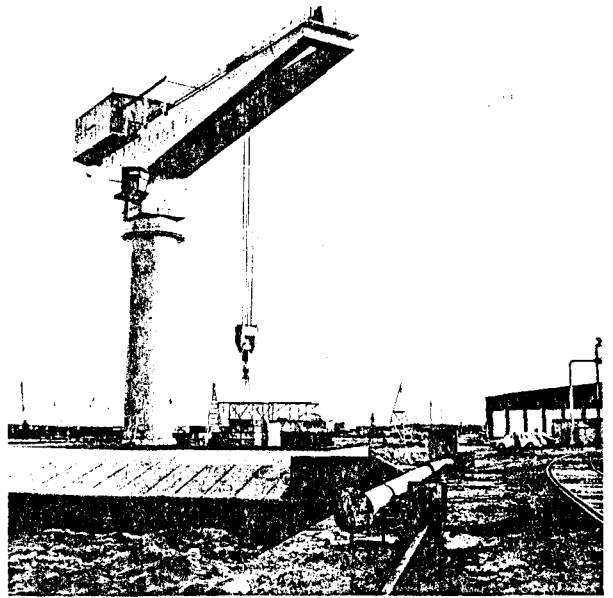
D 22 Iso kokoonpanohalli



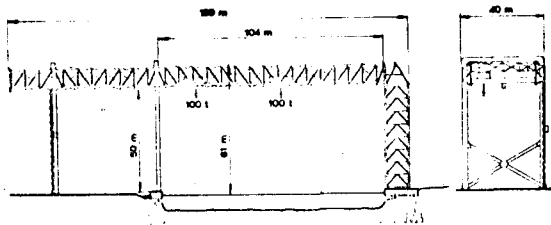
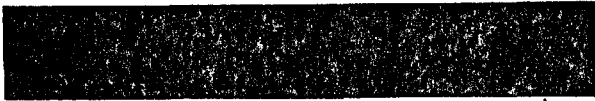
D 23 Ison hallin ovet



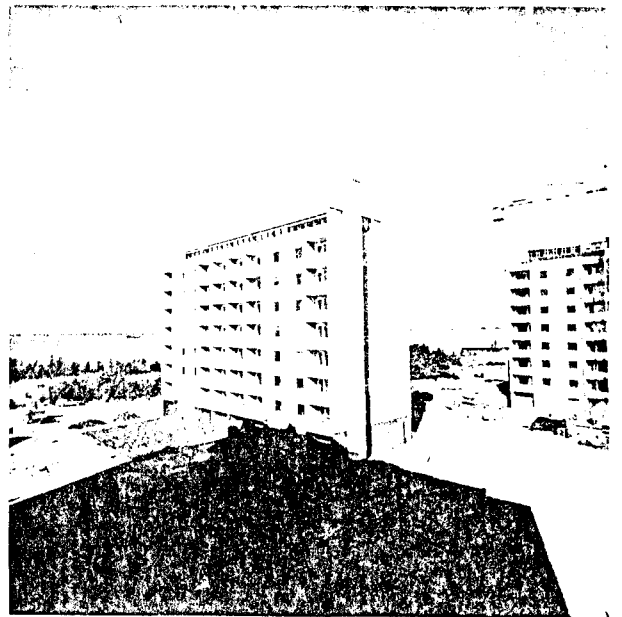
D 24 Rautatiet



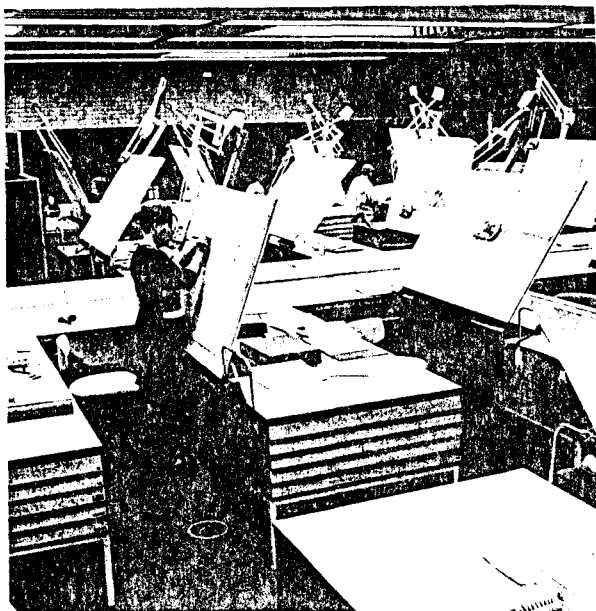
D 25 Masa



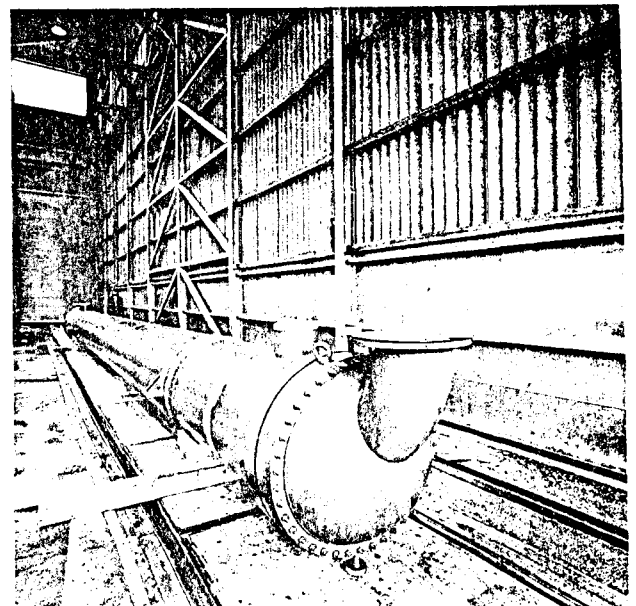
D 26 Asennusnosturi



D 27 Unikirri



D 28 Maisemakonttori



D 29 Ringhals I:n merivesi-
iähdvrtin

YDINVOIMALAITOS ASUTUSKESKUKSEN LÄHEISYYDESSÄ

Tiivistelmä

Ydinvoimaan perustuva yhdistetty sähkön- ja kauko-
lämmön hankinta rajoittaa ydinvoimalaitoksen sijoit-
tamista kovin kauas kulutuskeskuksista. Nämä rajoi-
tukset ovat osaksi kustannustekijöihin perustuvia.
Lähisijoitus asettaa ydinvoimalaitokselle suuret
turvallisuusvaatimukset, joita voidaan täyttää
erilaisilla turvallisuutta lisäävillä rakenteilla
ja laitteilla. Lupaava lähisijoitetun laitoksen
sijoitustapa on kallioonsijoittaminen.

1 Yleistä

Ydinvoimaan perustuva yhdistetty sähkön ja kauko-
lämmön hankinta on pääkaupunkiseudun energiahuollos-
ta tehtyjen tutkimusten perusteella taloudellinen
perusenergian hankintatapa /1/. Tällainen hankinta
edellyttää, ettei ydinlämmitysvoimalaitos sijaitse
kovin kaukana energian kulutuspaikoista. Jotta tämän
hetken energiankulutusennusteiden mukainen energian-
tarve voidaan tyydyttää on Suomen pääkaupunkiseudul-
le rakennettava kaksi ydinlämmitysvoimalaitosta,
joista toinen sijaitsisi Helsingin itäpuolella ja
toinen länsipuolella. Itäiseen voimalaitokseen on
suunniteltu kahta sähköteholtaan 600 MW yksikköä.
Näistä ensimmäinen olisi kaupallisessa käytössä
vuonna 1982 ja toinen 1984. Läntisen laitoksen
kahden reaktorin olisi käynnistyttävä 1990-luvun
alkupuolella.

Liittyen yleiseen mielenkiintoon maanalaisesta kal-
lionsijoittamisesta ja pääkaupunkiseudun energian-
tuotannon lähisijoitusvaatimukseen on parhaillaan
työn alla kauppa- ja teollisuusministeriön ja pää-
kaupunkiseudun energiahuoltotoimikunnan puoliksi
rahoittama kallioonsijoittamista käsittelevä
tutkimusprojekti. Tämän lisäksi ollaan käynnistämässä

yleisempää osittain lähisijoitusproblematiikkaa käsittelevää sijoitustutkimusta. Viimeksi mainitun tutkimuksen yhteydessä tutkitaan lähisijoituksen turvallisuutta, lähisijoituksen aiheuttamia lisäkustannuksia ja vertaillaan keskenään maanpäällistä sijoitusta, maanalaista kallioonsijoittamista sekä kuoppasijoitusta.

2 Lähisijoituksen tarpeellisuus

Savukaasumäärät ja rikkidioksidipitoisuudet pienevät huomattavasti siirryttäessä sähkön ja kaukolämmön konventionaaliseen yhteistuotannosta ydinvoimalla tapahtuvaan tuotantoon /2/. Ydinvoiman käyttöä puoltaa myös ympäristön siisteys, kun voidaan rajoittaa konventionaalisen energiantuotannon osuutta siihen liittyvine kivihillivarastoineen. Edelliset tekijät ovat tärkeitä ajateltaessa pääkaupunkiseudun viihtyisyyttä.

Tärkein tekijä energiantuotannon puolella, joka rajoittaa voimalaitoksen sijoittamista kauas asutuskeskuksista, on kaukolämmön siirtoon liittyvät kustannukset. Kaukolämmön siirtojohtojen rakentaminen Vuosaaresta Pasilaan vastaa noin 100 Mmk investointeja. Investoinnit ovat likipitään verrannolliset siirtoetäisyyksiin. Lämpöhäviöt kaukolämmön siirrossa eivät ole merkittävät, kun siirrettävät tehot ovat 500...1000 MW. Pysyttäydyttäessä kohtuullisissa ja konventionaalisen energiantuotannon kanssa kilpailukykyisissä kaukolämmön hinnoissa ei laitosta voida viedä kovin kauas kulutuskeskuksista. Sijoituspaikan valintaan vaikuttavat tehonsiirron kustannukset, turvallisuusvaatimukset ja alueelliset tekijät. Ydinvoimalaitosten lisääntyvä rakenteellinen turvallisuus voi johtaa jopa siihen, että alueelliset tekijät voivat näytellä merkittävintä osuutta laitospaikka valittaessa.

Varsinaisia lähisijoitettuja ydinvoimalaitoksia on suunniteltu kaukolämpökäyttöön Tukholmassa, Malmössä ja Göteborgissa. Tämän lisäksi Ludwigs-hafeniin on suunniteltu ydinvoimalaitosta teollisuuden prosessilämmön tuottamiseen. Ruotsin suunnitelmat ovat tällä hetkellä ajoitettu 1...2 vuotta myöhäisempään ajankohtaan kuin Suomen pääkaupunkiseudulla.

3 Asukasmääriä ydinvoimalaitosten ympäristössä

Arvioitaessa, milloin sijoituspaikka voidaan pitää lähisijoituksena, voidaan ympäristön asukasmääriä verrata muiden voimalaitosten ympärillä oleviin asukasmääriin. Jos suunnitellun laitoksen ympäristön asukasmäärät ovat selvästi yläpuolella muiden normaaleilla sijoituspaikoilla olevien laitosten, tulee eteen turvallisuustutkimusten syventäminen. Maissa, joissa asukastiheys on suuri voi lähisijoitus helposti muodostua välttämättömäksi, kun taas tavallisessa lauhdekäytössä harvaan asutuissa maissa ei ole lähisijoitustarvetta. Lähisijoitustarve esiintyy kuitenkin käytettäessä ydinvoimaa teollisuuden prosessilämmön tai asutustaajamien kaukolämmön hankintaan. Kuva 1 osoittaa asukasmääriä 0...20 km säteellä joidenkin joko käytössä, rakenteilla tai suunnitteilla olevien ydinvoimalaitosten tapauksessa /3, 4/. Kuvassa on Helsingin itäisen voimalaitoksen kahden eri vaihtoehdon ympäristön asukasmäärät (mahdollinen kolmas vaihtoehto on asukasmäärien puolesta suunnilleen samanlainen kuin kuvan A vaihtoehto). Havaitaan, että rakenteilla olevan Biblis-laitoksen paikka (KWU, PWR) muistuttaa läheisesti pääkaupunkiseudulle ajateltuja sijoituspaikkavaihtoehtoja. Taulukossa 1 on vertailtu Barsebäck-laitoksen (ASEA, BWR) ympäristön asukasmääriä yhden Helsingin

itäisen laitoksen paikkavaihtoehdon asukasmääriin. Havaitaan, että aina noin 20 km:iin asti Barsebäck-laitoksen ympärillä asutus on vähäistä. Tämän jälkeen asukasmäärät kasvavat voimakkaasti läheisten suurten asutustaaajamien (Kööpenhamina, Malmö, Lund, Landskrona) vaikutuksesta. Suunniteltuun Helsingin itäpuoliseen laitokseen verrattuna Ludwigshafeniin BASF:in suunnittelema ydinvoimalaitos on selvästi asutummalla alueella. Ludwigshafenin laitokseen (KWU, PWR) on suunniteltu erityisiä turvallisuuslaitteita ja -rakenteita lähisijoituksen vuoksi. Barsebäck-laitos on identtinen Oskarshamn II:n kanssa, joten ydinvoimalaitoksella ei ole erityisiä lähisijoituksen vaatimia turvallisuuslaitteita eikä -rakenteita.

4 Lähisijoituksessa huomioonotettavia näkökohtia

Jos ydinvoimalaitos rakennetaan asutuskeskuksen läheisyyteen, täytyy ottaa huomioon joitakin uusia näkökohtia laitoksen turvallisuudessa sekä varautua tavanomaista voimakkaammin tiettyjen onnettomuusmahdollisuuksien varalta. Suunnitelluissa lähisijoitusratkaisuissa on erityistä painoa annettu seuraaville seikoille:

- 1 reaktorin paineastian murtumismahdollisuuden huomioonottaminen
- 2 varautuminen lentokonetörmäysten varalta
- 3 maanjäristykset
- 4 ulkoiset räjähteet, sabotaasit ja sotilaalliset tuhoamistoimenpiteet

5 teräskontainmentin vuotojen estäminen

6 maisemalliset tekijät.

Tämän lisäksi tarvitaan tehokkaat päästöjen puhdistusmenetelmät, joiden täytyy rajoittaa J^{131} -päästö alle $5 \times 10^{-2} \mu\text{Ci/s}$ ja Xe^{133} -päästö alle $1000 \mu\text{Ci/s}$. Tällöin alitetaan melko tiheäänkin asutulla alueella uusimmat annosrajasuositukset (suurin vuosiansos 5 mrem, suurin väestöansos 1 manrem / (MWel x vuosi)). Edellä on oletettu, että ydinvoimalaitoksen reaktoreiden terminen teho $\leq 4000 \text{ MW}$ ja päästöt johdetaan noin 150 m korkean piipun kautta.

Lähisijoitetussa laitusratkaisussa voidaan mennä joko kallioon louhittuun maanlaiseen laitokseen tai maanpäälliseen laitokseen. Ruotsissa on myös harkittu ydinvoimalaitoksen kuoppasijoitusta. Maanalaista kallioonsijoitettua sijoitustapaa puoltavat seuraavat näkökohdat (BASF:in lausunto):

- 1 saadaan paineita ja sekä ulkoisia että sisäisiä missiilejä hyvin kestävä suojarakenne
- 2 jos pohjaveden paine luolien ympärillä on suuri, ovat luolat erittäin kaasutiiviitä
- 3 ilmakehää kohti kulkeutuva radioaktiivisuus suodattuu huomattavasti kulkiessaan irtaimen maaperän läpi /5, 7, 8/

- 4 maanjäristysten vaikutukset ovat maan alla pienemmät kuin maan päällä
- 5 sotatilan aikana maanlainen sijoittaminen johtaa suureen kriisivarmuuteen.

Maanalaista sijoittamista vastaan voidaan esittää seuraavia mielipiteitä

- 1 voi esiintyä luoksepääsemättömyyttä turvallisuuslaitteiden tai -rakenteiden korjausten kannalta
- 2 on olemassa erittäin epätodennäköinen mahdollisuus, että reaktorin sydämeen pääsee booraamatonta vettä onnettomuustapauksessa
- 3 pohjaveden saastumismahdollisuus (pohjaveden virtausnopeudet ovat kuitenkin pieniä)
- 4 normaalikäytössä maanalaisesta sijoitusratkaisusta ei ole suurta hyötyä
- 5 kaksoiskontainmenttijärjestelyillä päästään onnettomuustapauksissakin pieniin ympäristöpäästöihin myös maanpäällisessä sijoituksessa
- 6 kriittisten sähkökaapeleiden ja putkistojen mahdollinen piteneminen maanalaisessa sijoitusratkaisussa
- 7 normaalikäytössä tietyt toiminnot voivat hankaloitua (polttoaineen käsittely)

- 8 luolien tulvimisvaara ja mahdollisesti esiintyvät suuret jäähdyksen paineet turbiinin lauhduttimessa.

Edelliset näkökohdat osoittavat selvästi, ettei lähisijoitetun ydinvoimalaitoksen sijoitustapa- valinta ole helppo. Taulukossa 2 on tarkasteltu mahdollisuuksia otta huomioon eri tekijöitä maanalaisessa kalliosijoituksessa, maanpäällisessä sijoituksessa ja kuoppasijoituksessa. Maanalainen sijoittaminen vaatii hyvän kallioperän.

Taulukon mukaan kaikki edellä esitetyt lähisijoitusvaatimukset voidaan jossain määrin ottaa huomioon kaikissa sijoitustavoissa. Tästä esimerkkinä olkoon lentokoneonnettomuuden analysointi /9/, joka osoittaa, että lentokonetörmäysten aiheuttamat onnettomuustodennäköisyydet ja niihin liittyvät päästöt sijaitsevat tavallisesti sovellettavan Farmer-käyrän alapuolella. Laitoksia voidaan suojata paksuin lentokonetörmäyksen kestävin betoniseinämin. Tavallisesti ajatellun DBA-onnettomuuden analysoinneissa voidaan tarkastella seuraavia vaihtoehtoisia tilanteita.

- 1 Reaktorikontainmentin ilma tuuletetaan onnettomuuden aikana. Vaikka suodattimien efektiivisyydet olisivat suuret ympäristön väestön annokset tulevat liian suuriksi /10/.
- 2 Yksinkertainen reaktorikontainmentti on suljettu onnettomuuden aikana. Jos arvioidaan, että teräskontainmentin vuoto on 1 o/oo tilavuudesta / vrk tulevat säteilyannokset tiheään asutulla alueella liian suuriksi.

- 3 Primäärikontainmenttia ympäröi sekundääri-kontainmentti ja välitilan ilma tuuletetaan, suodatetaan (efektiivisyys jodipäästölle 0,95) ja päästöt tapahtuvat noin 150 m korkean piipun kautta. Tällöin päästään tiheäänkin asutulla alueella DBA-onnettomuutta ajatellen sallittaviin annosmääriin (lapsen saama kilpirauhasannos < 150 rem, väestöannos < 10^6 manrem).
- 4 Käytetään nollapäästöjärjestelmää onnettomuuden aikana. Tällöin kahden kontainmentin välitilassa pidetään alapainetta ja ilmaa pumpataan välitilasta primäärikontainmentin sisälle. Päästöt ulkoilmaan ajoitetaan sopiville sääolosuhteille. Näin alitetaan sallittavat annosrajat.
- 5 Sekä primääri- että sekundäärikontainmentti suljetaan. Vuotojen ansiosta saadaan yleensä liian suuria annoksia tiheään asutulla alueella. Hyötyä saavutetaan, kun radioaktiivisen nuklidin puoliintumisaika < 10 vrk (olettaen betoninen sekundäärikontainmentti, jonka vuoto ~ 2 % tilavuudesta/vrk).

Useat lähisijoituksen vaatimat tekijät ovat automaattisesti otettavissa huomioon maanlaisessa sijoittamisessa. Näitä ovat lentokonetörmäykset ja sotilaalliset tuhoamistoimenpiteet. Jos luolastojen päällä on ~ 40...60 m kalliota, varaudutaan riittävästi sodanaikaisten pommitusvaarojen varalta /11/. Reaktoritankin murtuminen voidaan ehkä hallita paremmin maan alla kuin maan päällä. Maanpäällisissä ratkaisuisissa voidaan käyttää, joko esijännitettyä

betonista tehtyä paineastiaa (BWR) tai betonista sekundääripaineastiaa (PWR). Maanalaisessa ratkaisuissa onnettomuuksien seurauksina syntyvät radioaktiivisuusvuodot ympäristöön vastaavat pahimmassakin tapauksessa vuotoja tiiviin teräskontainmentin läpi. Maan alle on tällä hetkellä sijoitettu Haldenin ja Ågestan kokeilureaktorit samoin kuin Lucensin sydänvaurion vuoksi suljettu reaktori. Tehoreaktoreista vain SENA-laitoksen reaktori (Choozissa) on maanalaisessa luolassa. Sijoitustavan valinta on myös voimakkaasti taloudellinen kysymys, sillä maanpäälliset betonikontainmenttiratkaisut voivat olla kalliita ja nykyisellä louhintatekniikalla ja tiedoilla kallioperän ominaisuuksista voidaan päästä halpaan ja luotettavaan maanalaiseen suojarakennusratkaisuun.

5 Pääkaupunkiseudun ydinvoimasuunnitelmien eteenpäinvieminen

Pääkaupunkiseudun ydinvoimalaitossuunnitelmat ovat olleet kehitteillä jo vuodesta 1968 lähtien. Suunnitelmat ovat olleet pääasiassa taloudellisia, joskin on seurattu tarkoin, mitä muualla maailmassa tapahtuu. Vuoden 1972 puolella on kartoitettu kalliionsijoittamiseen liittyviä tekijöitä. Syksyn kuluessa on tehty akustisia luotauksia ajateltujen sijoituspaikkojen ympärillä kalliorakenteen ruhjeiden paljastamiseksi. Outokumpu Oy:n Kotalahden kaivoksella tehtiin maanalaisen hydraulisen paineilmasäiliön vuototiiveyden mittausta. Säiliö osoittautui erittäin tiiviiksi suuresta paineesta (yli 7,5 ilmakehän ylipaine) huolimatta. Ensimmäinen selvitys maanalaisesta sijoittamisesta valmistuu kevään 1973 aikana.

Osittain rinnan edellisen tutkimuksen kanssa on tarkoitus tehdä tutkimusta sijoituspaikan vaatimista turvallisuustoimenpiteistä. Tutkimukseen on ajateltu osallistuvan myös Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen Helsingin kaupungin sähkölaitoksen siltä tilaamien tilaustöiden kautta. Selvitykset keskittyvät aiheisiin

- 1 Turvallisuus ja ydinvoimalaitoksen ympäristölleen aiheuttama riski. Tässä yhteydessä kartoitetaan hyötynäkökohdat ja vaarallisuusnäkökohdat. Lisäksi tutkitaan mahdollisuuksia suojata ympäristö erittäin vaikeissa häiriötilanteissa, lasketaan mahdolliset väestöannokset ja selvitetään radioaktiivisten päästöjen puhdistamista.
- 2 Lähisijoituksen aiheuttama kustannusten nousu. Asia liittyy myös kallioonsijoittamisprojektiin.
- 3 Mahdolliset rakenneratkaisut niihin liittyvine sijoitustapavaihtoehtoineen (kallioonsijoittaminen, maanpäällinen sijoitus ja kuoppasijoitus), paineastiaratkaisut sekä vara- ja apuvoimajärjestelmät.
- 4 Yleiset tekijät sijoituspaikkaa ja -tapaa valittaessa ja tarvittavat ympäristötutkimukset.

Sen lisäksi, että tutkimuksesta saatavia tietoja tarvitaan ydinvoimalaitosten turvallisuuden arvioinnissa, on tuloksilla myös merkitystä selvitetäessä

energiahuollon kehittämismahdollisuuksia. Koska pääkaupunkiseudun energianhankintasuunnitelmien mukaan ensimmäisen reaktorin pitäisi olla kaupallisessa käytössä vuonna 1982, on sijoitustutkimus pyrittävä tekemään nopeasti.

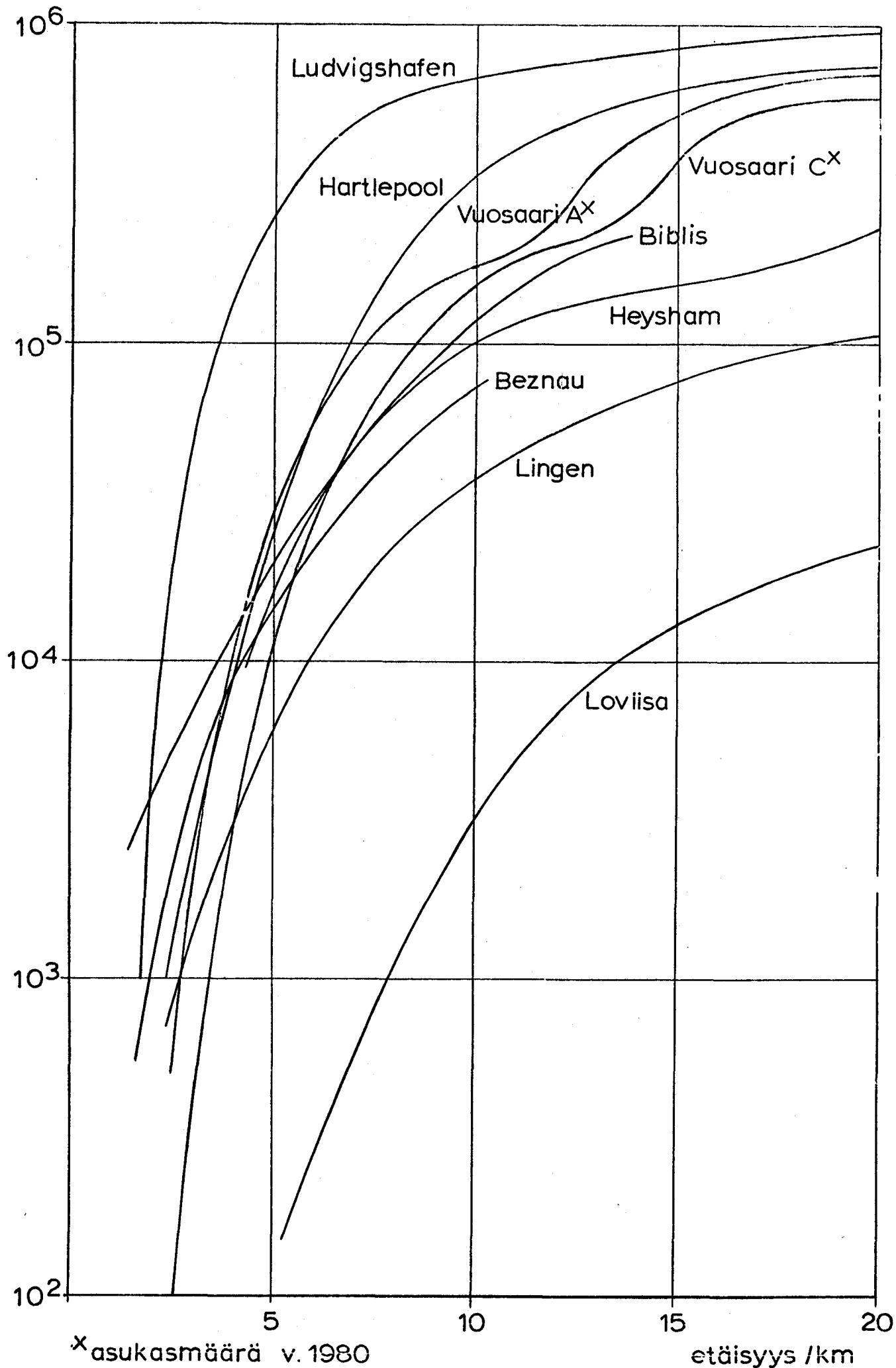
Lähdeluettelo

- 1 Pääkaupunkiseudun energihuoltotoimikunnan mietintö, 1970-09-08.
- 2 Mikola J., Atomivoima Helsingin kaupunkiseudun energihuollossa, Sähkö 44 (1971) 7-8, s. 167...170.
- 3 Vuorinen A. ja Toivola A., Ydinvoimalaitoksen paikanvalintaan vaikuttavista turvallisuustekijöistä, Sähkö 44 (1971) 7-8, s. 164...167.
- 4 Environmental aspects of nuclear power stations, Proceedings of a Symposium, New York, 10...14 August 1970, IAEA Vienna 1971.
- 5 Janelid I, Metod för att bibehålla grundvattnet som tätande medel kring berggrum, IVA Bergmekanikkommitténs diskussionsmöte, 1970-02-13.
- 6 Aro P., Kortelainen P. and Tiainen O.J.A., On the air leakage of large openings for underground siting of nuclear plants, HKS muistio, 1973.

- 7 Carlbom L., v. Ubish H., Holmquist C-E. and Hultgren S., On the design and containment of nuclear power stations located in rock, A/CONF. 15/P/172, 1958.
- 8 Kägi J., Some observations upon the influence on public safety of underground containment in nuclear power plants, IV Rassegna Internazionale Elettronica e Nucleare, Rome I (1959), s. 67...86.
- 9 Joerissen G. and Zuend H., Risk of an aircraft crash on a nuclear power plant, Nuclex 72, Technical Meeting No 9, Paper 5, 1972.
- 10 Beraněk J., Kříž Z., Chochlovský I, Raisigl Č. and Ševc J., Nuclear power plants siting in the Czechoslovak Socialist Republic, A/CONF. 49/P/543, 1971.
- 11 Ydinenergian merkitys energiahuollossa ja ydinvoimalaitoksista koituvat vaarat kriisi- ja sotatilanteessa, MATINE/Ydintekniikan jaosto, 1972-12-22 (Mattila J., Jauho P.).

- Kuva 1 Helsingin itäisen ydinvoimalaitosvaihtojen ympäristön asukasmäärät verrattuna eräiden muiden ydinvoimalaitosten sijoituspaikkojen ympäristön asukasmääriin (Ludwigshafenin sijoituspaikka on vasta suunnitteilla) /3/.
- Taulukko 1 Asukasmäärät Barsebäck-laitoksen ja yhden Helsingin itäisen sijoituspaikkavaihtoehdon ympärillä.
- Taulukko 2 Mahdollisuus ottaa huomioon eri tekijöitä kalioonsijoittamisessa, kuoppasijoituksessa ja maanpäällisessä sijoituksessa.

Asukasmäärät Vuosaaren ja eräiden muiden ydinvoimalaitosten ympärillä



KUVA 1

UY/Tiainen

1973-01-23

1 (1)

TAULUKKO 1

Asukasmäärät Barsebäck-laitoksen ja yhden Helsingin itäpuolisen sijoituspaikkavaihtoehdon ympärillä.

Tarkastellun ympäristön säde	Barsebäck-laitos	Helsingin itäpuolinen ydinvoimalaitos (1990)
2,5	190...200	~ 100
5	750	9 500
7,5	2 200	64 500
10	6 000	130 500
12,5	9 100	207 500
15	77 000	335 500
17,5	210 000	508 500
20	370 000	672 500
30	1 600 000	942 500
40	1 900 000	1 078 500
50	2 340 000	1 213 000

UY-OJT/Ek

TAULUKKO 2

Mahdollisuus ottaa huomioon eri tekijöitä kallioonsijoittamisessa, kuoppasijoituksessa ja maanpäällisessä sijoituksessa.

	Kallioonsijoitus	Kuoppasijoitus	Maanpäällinen sijoitus
reaktorin paineastian murtumisen huomioonottaminen	hyvä	kohtalainen	kohtalainen
lentokonetörmäysten huomioonottaminen	hyvä	kohtalainen	kohtalainen
sabotaasien estäminen	kohtalainen	kohtalainen	kohtalainen
sotilaallisten tuhoamistoimenpiteiden estäminen	hyvä	kohtalainen	huono
maisemalliset tekijät	hyvä	hyvä	kohtalainen
rakennusteknillinen toteuttaminen	kohtalainen (mahdollisesti hyvä)	hyvä	hyvä