

Inž. MIRKO POSAVEC  
Zagreb

## Na pragu nove ere u brodogradnji

Kriza koja u posljednje vrijeme sve teže pogađa svjetsku brodogradnju prisilila je mnoga brodogradilišta da provedu intenzivnu modernizaciju i racionalizaciju u svojim pogonima, kako bi mogla izdržati ostru konkurencionu borbu koja se vodi za svaku novu narudžbu. Cna, pak, brodogradilišta koja za to nisu imala sredstava ili su likvidirala ili su prešla na drugu proizvodnju.

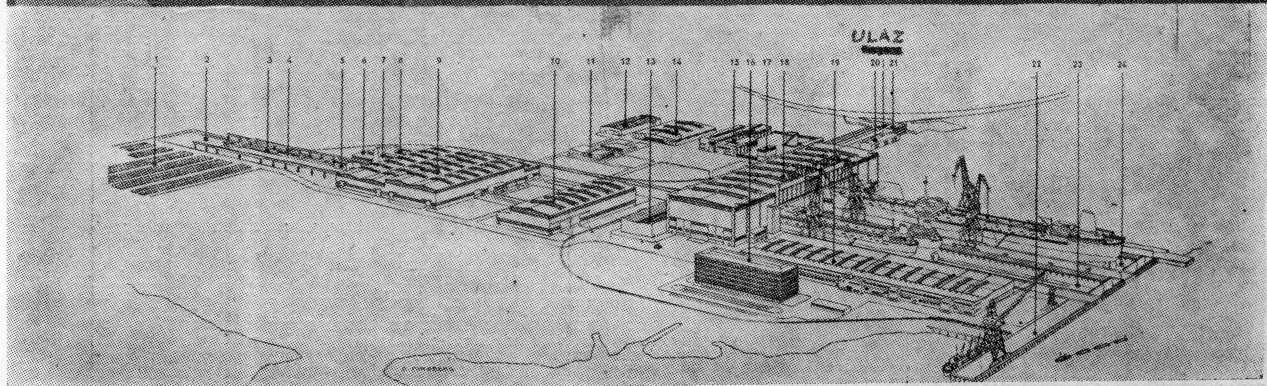
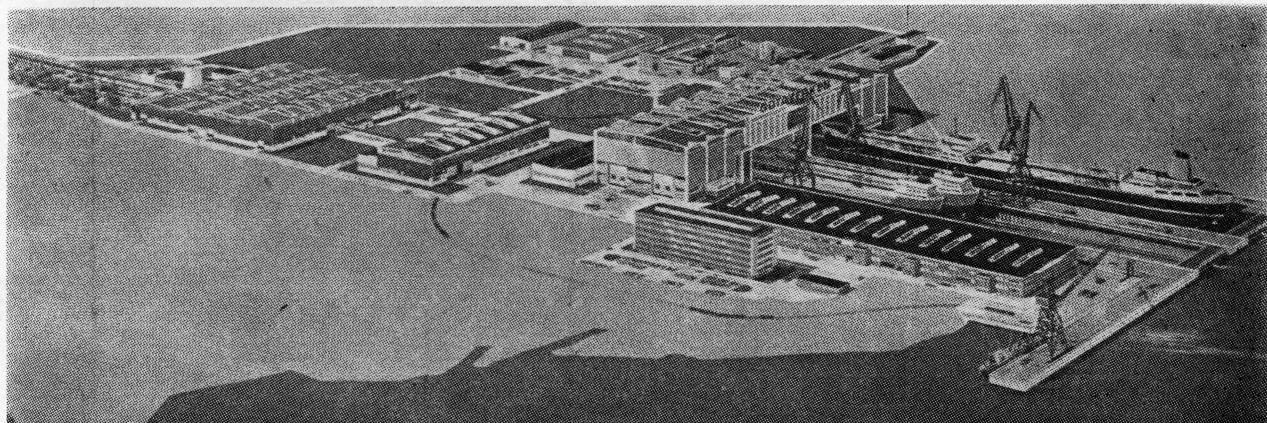
Nedavno se norveški novinar Per Selveg vratio s obilaska svih velikih evropskih brodogradilišta. On je vidio sve ove radove na modernizaciji pa je u listu »Aftenposten« objavio da se brodogradnja danas nalazi na pragu jedne nove ere. Njega je frapirao broj brodogradilišta koja nastoje da moderniziraju svoje instalacije, ali ga zabrinjavaju ogromne svote novaca koje su ova brodogradilišta utrošila za radove na modernizaciji za koje ona vjeruju da su korisni, ali koje će, po mišljenju Selvega, biti spiskane uz čisti gubitak. Po njemu, prvi uvjet za racionalizaciju djelatnosti jednog brodogradilišta jest raspolaganje s dovoljno prostora i brodogradilište koje se stvarno želi modernizirati mora rekonstruirati sve svoje radionice, upotrebljavajući ih na racionalan način.

Švedska i francuska brodogradilišta, tvrdi Selveg, čine sve što je u njihovoj moći da bi se suprostavila japanskoj konkurenciji. Većina velikih poduzeća još ima narudžbi za dvije godine pa za njih još ne postoji kriza. No, s druge je strane očito da će izvjestan broj brodogradilišta, a veći-

na njih su britanska, biti prisiljen obustaviti rad ili se preorijentirati na neku drugu djelatnost. U Engleskoj veći broj poduzeća s mnogo napora pokušava da ponovno osvoji tržište i da ukloni svoje uočene nedostatke. Ali ako Englezi žele da ostanu brodograđevna nacija, kaže Selveg, oni najprije moraju uvesti red na području radne snage, otkloniti štrajkove i skratiti rokove isporuke. Moraju također olakšati kreditiranje i pružiti takve uvjete kakve daju i njihovi konkurenti. Što se tiče norveških brodogradilišta Selveg ocjenjuje da će moći preživjeti samo ona koja će raspolagati s potrebnim kapitalima za modernizaciju i automatizaciju da bi mogla ići ukorak s tehničkim napretkom. Za ostale on misli da bi bilo bolje da se pretvore u remontna brodogradilišta, nego da nastave s novogradnjama.

Selveg je konstatirao da neka brodogradilišta koja je posjetio, doduše malobrojna, nude kredite koji dosižu i do 95% cijene broda. U tom slučaju brodogradilišta zahtijevaju da sama izaberu kapetana i upravitelja stroja koji moraju biti njihove nacionalnosti. Tek nakon 5 godina brodovlasnik je slobodan da sam postavi kapetana i upravitelja stroja. Ova je tvrdnja uzbunila Norvežane, jer njihovi zakoni ne dozvoljavaju postavljanje stranaca na te položaje pa se oni ne mogu služiti takvim kreditima.

Švedsko brodogradilište Götaverken postupilo je sasvim suprotno od mnogih drugih brodogradilišta. Umjesto da izvrši rekonstrukciju i modernizaciju postojećeg pogona,



Raspored zgrada u brodogradilištu »Götaverken« u Arendalu

1. Skladište limova (dugoročna zaliba)
2. Skladište limova za dnevnu upotrebu
3. Tekuća vrpca
4. Ravnalica
5. Uredaji za paljenje limova
6. Modelarnica
7. Optički toranj
8. Uredaji za paljenje profila
9. Hala za gradnju
10. Varionica
11. Kuhinja i kantina
12. Negrijani magazin
13. Natkrivo međuskladište
14. Grijani magazin
15. Dolurni pogon
16. Upravna zgrada
17. Acetilenski uređaj
18. Montažnica
19. Opremnne radionice
20. Garderoba i praonice
21. Kadrovski odjel
22. Opremna obala
23. Građevni dok br. 2
24. Građevni dok br. 1

ono se odlučilo da iz svojih 5 godišnjih prihoda uz trošak od 185 miliona švedskih kruna izgradi u Arendalu sasvim novo postrojenje. Ovo brodogradilište predstavlja pravu revoluciju u koncepciji gradnje i pravi je prototip brodogradilišta budućnosti. Iako ono otvara novu eru u pomorskoj brodogradnji, to je samo prvi korak na putu racionalizacije i automatizacije. Daljnji napredak još će više omogućiti sniženje cijena u brodogradnji.

Arendal je danas postao pojam, a evo kako je on nastao i kako on u tehničkom pogledu izgleda.

Poznata je stvar da švedska brodogradilišta ne primaju direktnu subvenciju od države, a kad posjetilac dođe pred novo postrojenje firme Götaverken u Arendalu ne može a da ne posumnja u tu činjenicu, jer mu se čini da bi to bilo nemoguće izvesti bez državne pomoći. Pa ipak ovo je brodogradilište podignuto samofinanciranjem.

Prema posljednjim podacima izgradnja Arendala stajat će 184,18 miliona kruna, a tim su iznosom obuhvaćeni i troškovi otkupa zemljišta, njegovog niveliranja, iskopa, gradnje dvaju suhih dokova i radionica, troškovi nabave strojeva i opreme kao i troškovi gradnje dvaju pristupnih plovnih puteva.

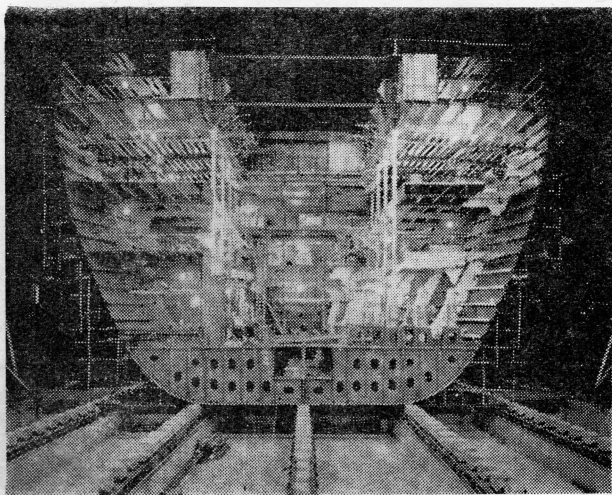
Da bi se bolje shvatila veličina gornje svote dovoljno je navesti da je u staro brodogradilište firme Götaverken u Göteborgu kroz više decenija do danas investirano ukupno 205,5 mln kruna. U toku posljednjih 5 godina u stari je pogon investirano samo 33,6 mln kruna i to isključivo u modernizaciju proizvodnje motora koja će ostati na starom mjestu. Ne treba, međutim, zaboraviti da je u toku tih pet godina brodogradilište radilo na narudžbama dobivenim uz visoke cijene za Seuske krize. Kroz taj se period čista dobit, po odbitku poreza, a uključujući amortizaciju i rezerve, kretala:

1958.	57,87	mln kruna
1959.	50,77	„ „
1960.	80,88	„ „
1961.	41,30	„ „
1962.	32,87	„ „

Ukupno 263,69 mln kruna

Ova čista dobit mogla se, dakle, iskoristiti bilo za učvršćenje finansijskog stanja brodogradilišta, bilo kao dividenda akcionarima. U stvari, ona je gotovo u cijelosti upotrebljena za gradnju novog brodogradilišta i za njegovu amortizaciju, dok su akcionari u ime dividende dobili samo 23,1 mln kruna ili 8,8% sveukupne dobiti. Götaverken je dakle, ekonomizirao praktički sve svoje dobiti iz godina konjunktura i iskoristio ih da se osigura za crne godine koje dolaze. No firma nije samo bila u mogućnosti da podigne novo postrojenje već je, što više, uspjela da amortizira veći dio ove gradnje i prije no što je ona ušla u pogon.

Gotovo sva veća brodogradilišta koja danas igraju ulogu na međunarodnom tržištu izrasla su do današnje veličine iz sasvim skromnih početaka u toku nekoliko desetljeća. Predviđeno je bilo da se svi podignuti uređaji tokom vremena i u vezi s napretkom tehnike poboljšaju i prošire, ali su



Sekcija trupa u montažnici

granice raspoloživog terena često predstavljale zapreku planovima za modernizaciju. Tako je nastala velika razlika između optimalnih odnosno idealnih projekata brodogradilišta i njihovih ostvarenja.

Arendal je sasvim novo brodogradilište, neopterećeno postojećim uređajima. Ono je rezultat vrlo brižljivog planiranja i smatra se danas najmodernijim postrojenjem te vrsti u svijetu. Ipak treba reći da su i ovdje izvjesni uvjeti kao na pr. utjecaj vremenskih prilika na rad na slobodnom prostoru, veće plaće, suradnja sa starim brodogradilištima kao dobavljačem strojeva i opreme itd. uzeti u obzir. Za druga brodogradilišta u ostalim zemljama mogla bi se stoga naći druga, možda i bolja rješenja, svrsishodnija od arendalskih.

Osnovni cilj plana nije bio proširenje kapaciteta, jer se računalo s proizvodnjom od 200.000 do 300.000 DWT što je samo nešto više od dosadašnje, već su za to bili poticaji: a) visoke plaće radnika, koje nalažu daljnju racionalizaciju i b) povećana potražnja brodova iznad 50.000 DWT.

Najveći brodovi koje je staro brodogradilište moglo izgraditi imali su 42.000 DWT, a studije su pokazale da pregradnja postojećih uređaja ne bi dovela do poboljšanja proizvodnje.

Plan za novo brodogradilište iznio je u jesen 1957. direktor brodogradnje inž. Nils Svensson. U decembru 1958. zaključeno je da se ono izgradi u Arendalu, 7 km udaljenom od starog brodogradilišta. U martu 1959. počeli su radovi na podizanju, a 4 godine kasnije položena je u njemu kobilica prve jedinice. Predviđeno je da se gradnja tankera i brodova za rasuti teret potpuno preseli u Arendal, dok bi staro brodogradilište zasad još zadržalo gradnju specijalnih jedinica, kao što su ratni brodovi, brodovi hladnjače i putnički brodovi koji radi velikog udjela opremanja iziskuju brojniju radnu snagu i ne mogu jače koristiti tekuću vrpce. U daljnjoj će fazi staro brodogradilište biti pretvoreno u tvornicu kotlova i strojeva te grotlenih poklopaca i u remontni škver.

Projektiranje novog postrojenja počelo je studijskim obradama problema gradnje broda, kao što su na pr. problem obrade limova, podjele rada na različite radionice, tehnologije varenja itd. Konstrukcija je analizirana na temelju iskustva s oko stotinu brodova. Temelj gradnje predstavljaju sada sekcije dugačke 14, 4 metra koje su sastavljene od limova iste dužine i širine 3,5 met. I ugrađivanje i opremanje prilagođeni su takvom toku rada. »Arendalski princip« kako je taj sistem nazvan, znači stvaran prelaz izgradnje na lančanu proizvodnju koja se od ostale industrije gotovih predmeta, kao na pr. automobila, razlikuje po tom što se potreban materijal ne transportira na najkraćoj vrpici i što se on zajedno montira u jednoj centralnoj hali. Cilj tog principa je utrošak radnih sati sniziti za 50%. Ili drugim riječima, jedan tanker od 50.000 DWT izgraditi za 20 tjedana, umjesto dosadašnjih 40. Ovo bi se postiglo većim udjelom strojne obrade i sistematskim isključenjem obustave rada. Tako su na pr. studije jednog danskog brodogradilišta pokazale da se kod rada na slobodnom prostoru gubi oko 25% radnih sati uslijed kiše, hladnoće i tme. Odlučilo se stoga za radni proces kojim bi se čitava gradnja odvijala pod krovom i u grijanim prostorijama. Gotove bi se sekcije u hali spajale i »istiskivale« na otvoreni navoz tj. građevni dok. Taj je sistem nazvan još i »sistemom paste za zube«. Njegova se efikasnost temelji na najsvrsishodnijem razmještanju radionica i skladišta materijala kao i na brzom doturu potrebnog materijala putem tekuće vrpce ili odgovarajućih transportera.

Skladište limova u Arendalu ima površinu od 54.000 m<sup>2</sup> i neuobičajeno je veliko. U normalnim uvjetima koristi ga se samo jedna četvrtina, a limovi se transportuju pomoću magnetske mosne dizalice raspona 48 metara i visine 10 metara koja se kreće po tračnicama dugim 228 metara. Njena snaga dizanja iznosi 15 tona. Pretežni dio materijala dostavlja se na skladište željeznicom, a onaj materijal koji dolazi brodom iskrcava se na prepornoj obali i posebnim vozilom za prenos limova i profila prebacuje se na skladište. Ova vozila prebacuju materijal i na one dijelove skladišta kamo dizalice ne dopre. Najveće vozilo ove vrsti ima dužinu 8, širinu 5,2 i visinu 2,5 metra, a teret od 20 tona može prenositi brzinom od 30 km na sat.

Skladište profila ima površinu od 27.000 m<sup>2</sup> i tu počinje tekuća vrpca za transport profila u radionice. Na

tom skladištu poslužuju mosne dizalice kapaciteta 9 tona, a predviđena je i daljnja mehanizacija.

Na kraju skladišta limova nalazi se savijaonica limova, opremljena optičkim crtačem i jednim vodoravnim projektorom. Iz tog skladišta vodi tekuća vrpca koja završava u građevnoj hali. Paralelno uz nju teče još jedna vrpca koja počinje između ravnalice i uređaja za paljenje limova. Ona teče kroz tunel ispod varionice i završava u montažnici. Treća tekuća vrpca teče od skladišta profila preko stroja za paljenje profila u građevnu halu. Ukupna dužina svih ovih vrpca iznosi 1300 metara. One su podijeljene na odsjeke, a svaki pojedini odsjek ima svoj vlastiti pogon od elektromotora. Strojevi i radilice podešeni su za obradu ploča dužine 14,4 x 3,5 metara i debljine od 5 do 45 mm. Prosjek obrade iznosi 16 ploča srednje veličine na sat.

**Hala za gradnju** u koju vode dvije tekuće vrpce ima dužinu 140 i širinu 160 metara, a površina joj iznosi 22.000 m<sup>2</sup>. Po širini je podijeljena na četiri lađe. Na prvom katu, iza jednog širokog prozora s koga se vidi čitav prostor hale, nalazi se centrala za kontrolu proizvodnje. Televizijski ekrani pokazuju tok rada u onim dijelovima hale koji se ne mogu direktno s prozora kontrolirati, kao na pr. uređaj za paljenje ili položaj ploča u tunelskom odsjeku tekuće vrpce ispod varionice. Tekuće se vrpce mogu s ovog mjesta uključiti ili isključiti. S pokretnim dizalicama u svim radionicama, sa strojevima radilicama kao i transporterima van hale postoji telefonska ili radioveza. Sve se smetnje u radnom procesu dojavljuju ovdje i odavde se poduzimlju potrebne mjere za njihovo otklanjanje.

U samoj hali za gradnju vlada najveća čistoća i ovdje je zaposleno samo 50 ljudi. Prva lađa služi kao međuskladište, u drugoj za plamene rezačice, u trećoj valjačice-škare, u četvrtoj rezačice i savijačice manjih dijelova. Na vanjskoj strani hale odvija se obrada profila. Svi strojevi u ovoj hali su najmoderniji i najvećeg dometa. Tako na pr. preča za savijanje lukova ima 700, a savijačica 2000 tona.

**Varionica** ima površinu od 6000 m<sup>2</sup> i podijeljena je u dvije lađe. U prvoj se zavaruju manji građevni dijelovi, a u drugoj nadgrađe, krmeni dio i drugo. Velike se trupne sekcije pomoću velikih kola prebacuju u građevne dokove, a površinske sekcije i nadgradnja u montažnicu. U varionici se nalaze dva vertikalna automata za zavarivanje, 6 aparata za rad s dvostrukim elektrodama i još dvadesetak drugih automata za razne vrste varenja koji su mogu podešavati za razne radove. Tekuća vrpca koja prolazi ispod varionice završava u jednom natkritom međuskladištu koje je priključeno motažnici. Nastoji se tok rada tako podijeliti da se pojedine sekcije dovršavaju u isto doba tako da bi se mogle montirati na prethodno dovršene sekcije broda. Uz međuskladište je i otvoren prostor za spremanje materijala za slučaj nužde.

**Montažnica** je jezgro novog brodogradilišta, a dugačka je 228, a široka 75 metara. Visoka je 32 metra i ima površinu od 17.000 m<sup>2</sup>. Dva doka za gradnju uvučena su na 30 metara u halu. U hali su dvije magnetske pokretne mosne dizalice od po 80 tona, kao i još dvije niže po 15 tona nosivosti. Ovdje spojene sekcije stavljaju se na pomično postolje koje se nalazi na čelu svakog građevnog doka. Zatim ih dizalice podigne i spušta u dok. U susjednoj lađi hale

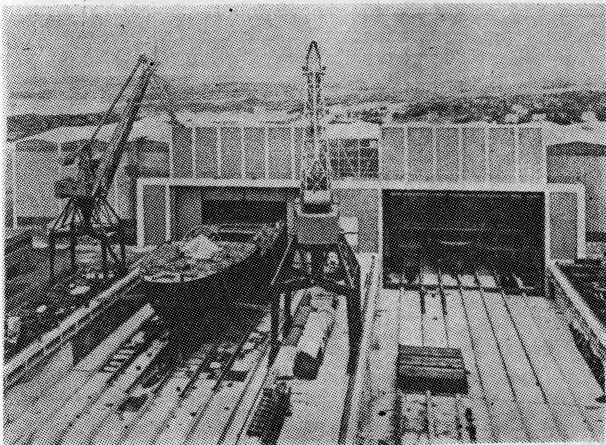
rade dvije mosne dizalice od po 150 tona kao i dvije niže po 15 tona. One zajednički mogu podići sekcije teške do 300 tona. Ispod te hale nalazi se cjevarna koja gotove cijevi i armature ugrađuje, a ako se radi o sekciji strojarne ugrađuje i pomoćne strojeve kao na pr. crpaljke. Sekcije su, kako smo već naveli, duge obično 14,4 metra prema standardnoj dužini limova. One se zajedno montiraju u roku jednog do dva tjedna i novi se dio na saonicama izgura iz hale u građevni dok. Za taj posao postavljene su u »podrumu« hale tri hidraulične prese po 700 tona.

Vrata montažnice prema građevnom doku zatvaraju se kompliciranim sistemom koji čvrsto obuhvaća trup broda što viri iz hale u dok. Veličina otvora može maksimalno iznositi 1400 m<sup>2</sup>. Sistem poslužuje 20 elektromotora koji pomiču razne tipove vrata, a sa svima se upravlja s jednog centralnog mjesta.

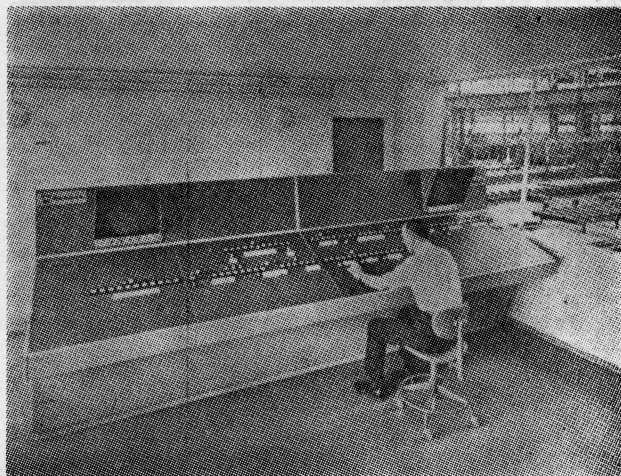
**Građevni dokovi** su takve dimenzije da se u svakom može graditi brod od 150.000 DWT ili, jedan uz drugog, dva broda po 25.000 DWT. Dugački su 334, široki, 46 (u dijelu koji ulazi u halu 48 m) i duboki 10 metara. 7 tračnica iz čeličnog betona, položenih na dno doka, podešene su za opterećenje od 200 tona po tekućem metru. S ovih tračnica dovršeni dijelovi brodskog trupa prevuku se na tračnice iz plastika na kojima je, bez ikakvog sredstva za podmazivanje, veoma malo trenje. Čelična vrata doka, široka 47,5 metara, brodogradilište je samo izgradilo, kao i velik dio drugih uređaja. Ova vrata služe ujedno i kao pristupni put do srednjeg gata između dokova. Taj gat može podnijeti opterećenje od 115 tona. Širok je 20 metara i u njemu se nalazi skladište materijala za varenje u koje mogu ulaziti i kamioni. Tu se uskladištavaju i brodske pogonske strojevi, pomoćni dizel-motori, kotlovi itd. koji se pomoću dvije okretne dizalice stavljaju u brod. Doseg jedne od tih dizalica je 25 metara, a kapacitet 100 tona. Druga ima kapacitet 30 tona, a obje zajedno mogu podići teret od 130 tona. Dokove s vanjske strane poslužuju i dva krana po 35 tona, odnosno 25 tona.

**Opremne radionice i obale.** Uzduž građevnog doka broj 2 stoji zgrada s opremljenim radionicama, površine 1400 m<sup>2</sup>. Duga je 220, a široka 60 metara. Podijeljena je na 4 lađe. U njoj se nalaze razne opremne mašine i radione, kao cjevarna, bravarija, stolarija, limarija itd. Oprema na je obala duga 180, a široka 20 metara. Dubina uz nju s morske strane iznosi 9, a s unutrašnje 6 metara. Poslužuje je jedna pomična i okretljiva dizalica dosega 21 metar i kapaciteta 40 tona. Gat služi jednako za dovršenje brodova kao i za istovar materijala dostavljenog morskim putem. Na kraju ovog gata nalazi se jedna jama u kojoj se pripasuje i centrira vijak.

**Upravna zgrada** s uredima ima 6 katova i površinu od 1200 m<sup>2</sup>. U njoj radi 600 službenika. Po potrebi ona se može dograditi za još 6 katova. Tu se nalazi i konstrukcioni biro i drugi tehnički odjeli. Uz nju je i zgrada magazina, površine 6500 m<sup>2</sup> kao i zgrada sa svačonicama, praonicama, plivalištem, blagovaonicama i drugim društvenim prostorijama. Opisati sve u detalje iziskivalo bi previše prostora. Stoga ćemo se zadržati samo na nekoliko najznačajnijih brojaka:



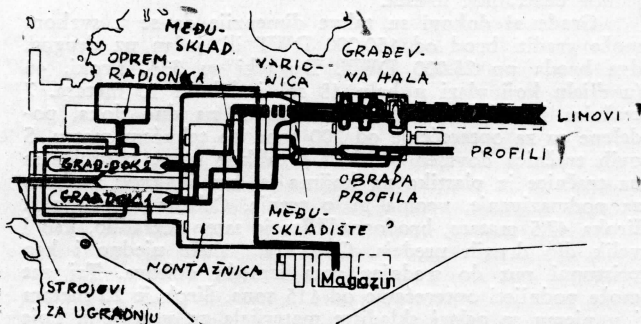
Pogled na građevne dokove i montažnicu



Centrala za kontrolu proizvodnje s dva televizijska ekrana

Površina čitavog brodogradilišta zauzima 1,6 milijuna m<sup>2</sup>, od čega 600.000 m<sup>2</sup> otpada na nekadašnju vodenu površinu koja je nasuta. Da bi se isplaniralo tlo, iskopali dokovi, i dobila potrebna dubina vode moralo se minirati oko 560.000 m<sup>3</sup> stijena, izbagerirati 300.000 m<sup>3</sup> zemlje, položiti oko 325.000 m<sup>3</sup> Makadam-kocki i ugraditi oko 100.000 m<sup>3</sup> betona. U zgrade je ugrađeno 1.200 tona čelika, a na tlo položeno 44.000 m željezničkih tračnica. Zgrade zauzimaju ukupnu površinu od 72.000 m<sup>2</sup>, uključivši 30.000 m<sup>2</sup> građevnih dokova. Izgrađena površina zauzimalje ukupno 1,4 milijuna m<sup>2</sup>.

SHEMA DOTOKA MATERIJALA



Organizacija radnog procesa svakako je najinteresantiji dio novog brodogradilišta. Sasvim je jasno da jedan tako moderan i visoko mehaniziran pogon iziskuje i visok stupanj pripreme rada i njegovu kontrolu. To je vidljivo i iz neobičnog odnosa broja radnika i službenika, 1800:600 ili 3:1.

Jedna od najznačajnijih organizacionih mjera u Arendalu sastoji se u tome da se radna priprema ne sastoji više iz tri odsjeka: gradnje, opreme i ugrađivanja stroja kao što je to praksa u ostalim brodogradilištima, već čitavo planiranje proističe iz jednog mjesta. Na taj se način proizvodnja, a naročito planiranje, može bolje koordinirati a kod radnika se stvara svijest o važnosti njegova rada za cjelinu i otklanja pomisao da je on samo neznatan kotačić u ogromnom mehanizmu.

Planiranje radnog toka u grubim crtama je slijedeće: Ponajprije se u detalje utvrđuje vrijeme, potrebno za različite radne procese. Iz toga proizlazi vremenski slijed pojedinih operacija i momenat kad pojedine građevne sekcije trebaju biti ugrađene. »Vozni red« pomicanja temelj je za planiranje roka gradnje, opreme i ugradnje stroja, a bazira se na proračunavanju vremena potrebnog za predradnje. Čitave su radionice (na papiru) podijeljene na »radna polja« na kojima se od vremena do vremena odvijaju izvjesne predradnje. Tada se strojevi i radna mjesta sistematski dodjeljuju radnim grupama. Ovdje se radi po istom principu po kome druge industrije kao na pr. tvornice automobila, raspoređuju svoja radna mjesta. Za svako radno mjesto u varionici i hali za gradnju utvrđen je tačan program rada s preciznim uputama. Na svakom se takvom radnom mjestu odvija sasvim određena vrst rada i nikakva druga. U hali za gradnju ima nekoliko »radnih polja« kroz koja mora proći gotovo čitav materijal. Budući da ovdje usko grlo predstavlja tempo dogotavljanja, proizvodna je kontrola ovdje usredotočena na ritam rada na takvim mjestima. Ravnalice i aparati za paljenje, budući da praktički čitav materijal prolazi kroz njih, smatraju se pomoćnim pogonom hale za gradnju, ali za njih nema određenog radnog programa.

Sve u svemu u čitavom Arendalu sav se rad bazira na najpreciznijem proračunavanju vremena potrebnog za pojedine operacije i na koordinaciji svih radnih procesa, kako bi bilo što manje zastoja.

Nema nikakve sumnje da je Arendal najmodernije i najracionalnije brodogradilište u svijetu i da predstavlja pravu prekretnicu u brodogradnji. No, kod toga ne treba zaboraviti da su to izazvale švedske visoke plaće koje su prisilile da se pristupi toj mjeri. Tome je, dalje, pridonijela i švedska država koja je, baš zbog tih visokih plaća, omogućila investiranje iz dohodka. Bilo kako bilo, Arendal danas predstavlja revoluciju u pogledu načina gradnje brodova i sasvim je sigurno da će se za primjerom ovog brodogradilišta uskoro povesti i druga. Međutim, spašavati zastarjele pogone ulaganjem u skupu mehanizaciju, a da se pri tom ne mijenja sama koncepcija gradnje uzaludan je i Sizifov posao, koji se neće isplatiti. Švedi će bez sumnje na ovaj način, unatoč svojih visokih nadnica moći parirati Japancima. No kako dugo? Što će biti ako Japanci izgrade svoj Arendal? Sve se čini da na to nećemo dugo čekati...