

IDEJNI PROJEKT MJEŠOVITOG BRODOGRADILIŠTA ZA NOVOGRADNJE I REMONT

Grgurić, Branimir

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Engineering / Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:190:399203>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-28**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Engineering](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI

TEHNIČKI FAKULTET

Diplomski sveučilišni studij brodogradnje

Diplomski rad

**IDEJNI PROJEKT MJEŠOVITOG BRODOGRADILIŠTA ZA
NOVOGRADNJE I REMONT**

**CONCEPT DESIGN OF COMBINED SHIPYARD FOR NEWBUIDINGS
AND REPAIR**

Mentor: Prof. dr. sc. Tin Matulja

Rijeka, Studeni 2024.

Branimir Grgurić

0069074922

SVEUČILIŠTE U RIJECI

TEHNIČKI FAKULTET

Diplomski sveučilišni studij brodogradnje

Diplomski rad

**IDEJNI PROJEKT MJEŠOVITOG BRODOGRADILIŠTA ZA
NOVOGRADNJE I REMONT**

**CONCEPT DESIGN OF COMBINED SHIPYARD FOR NEWBUIDINGS
AND REPAIR**

Mentor: Prof. dr. sc. Tin Matulja

Rijeka, Studeni 2024.

Branimir Grgurić

0069074922

ZADATAK

Izjava

Izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad prema zadatku preuzetog 3.rujna 2024 godine. sukladno pravilniku o pisanju završnog rada Tehničkog fakulteta u Rijeci.

Branimir Grgurić

Zahvala

Ovim putem htio bih se zahvaliti svom mentoru Prof. dr.sc Tinu Matulji na ukazanom povjerenju, uloženom trudu i strpljenju tijekom izrade diplomskog rada.

Zahvalio bih se obitelji na potpori tijekom moga školovanja.

Zahvalio bih se prijateljima i kolegama na razumijevanju i toleranciji tijekom studiranja.

Hvala Vam!

Sadržaj

| | |
|--|----|
| Uvod..... | 1 |
| 1. Analiza tržišta..... | 3 |
| 2. Analiza i izbor lokacije brodogradilišta..... | 6 |
| 2.1. Plovni putevi | 10 |
| 2.2. Sirovine | 11 |
| 2.3. Stanovništvo | 14 |
| 2.4. Atmosferske prilike | 20 |
| 2.5. Karakteristike terena, obale i podmorja | 21 |
| 3. Glavno skladište čeličnog materijala..... | 24 |
| 4. Radionica za predobradu limova i profila | 31 |
| 5. Radionica za obradu limova i profila | 34 |
| 5.1. Panel linija..... | 36 |
| 5.2. Profil linija..... | 37 |
| 5.3. Stroj za savijanje limova | 37 |
| 6. Radionica male predmontaže | 41 |
| 7. Radionica predmontaže i montaže | 46 |
| 8. Površina za odlaganje ukрупnjenih sekcija | 48 |
| 9. Suhi dok..... | 50 |
| 10. Bravarska radionica..... | 51 |
| 11. Radionica za izradu i obradu cijevi | 53 |
| 12. Električarska radionica | 55 |
| 13. Mehanička radionica | 56 |
| 14. Oprema obala | 58 |
| 15. Tok materijala | 59 |
| 16. Radna snaga..... | 60 |
| 17. Zaključak..... | 65 |
| Literatura..... | 67 |
| Prilozi..... | 68 |
| Popis slika | 68 |
| Popis grafikona | 69 |
| Popis tablica..... | 70 |
| Sažetak | 71 |

Uvod

Brodogradilište je specijalizirani pogon za gradnju, remont i održavanje brodova te drugih morskih i riječnih plovih objekata. Kao industrija, brodogradnja stvara jedne od najkompleksnijih proizvoda našeg vremena. Dok su se u srednjem vijeku brodogradilišta tek počinjala formirati, a konstrukcije brodova bile veoma jednostavne (splavi, kanui), Egipćani, Grci i Rimljani su već gradili brodove koji su imali osnovne elemente današnjih plovila.

Do 17. stoljeća, svaki brod bio je gotovo unikat; tek su se prema kraju tog stoljeća počeli koristiti nacrti, modeli u mjerilu i specijalizirani alati. S industrijskom revolucijom i tehnološkim napretkom pojavili su se čelični brodovi, a prvi i Drugi svjetski rat znatno su ubrzali i unaprijedili procese izrade i proizvodnje brodova radi potrebe za brzom i masovnom proizvodnjom.

Danas brodogradilišta klasificiramo prema organizaciji proizvodnje, lokaciji, vrsti izvedenih radova, tipu plovih objekata, veličini i materijalu za gradnju. Osnovati brodogradilište znači stvarati radna mjesta, potičući industrijski i ekonomski rast. Proces osnivanja takvog kompleksa zahtijeva jasnu viziju i ciljeve, uz osiguranje sljedećih ključnih faktora:

1. Lokacija: Idealna lokacija je blizu vode (morske ili riječne), s dobrim pristupom infrastrukturi, stabilnim vremenskim uvjetima, mogućnošću ekspanzije.
2. Financiranje: Potrebna su znatna financijska sredstva za izgradnju i operativne troškove.
3. Poslovni plan: Detaljan opis poslovanja, vrste brodova, radova i kapaciteta.
4. Projektna dokumentacija i dozvole: Sklad sa zakonskim propisima, uključujući dozvole za gradnju i rad.
5. Stručni kadar: Kvalitetni radnici i stručnjaci ključni su za efikasnost brodogradilišta.
6. Marketing i strategija: Privlačenje klijenata i ulaganje u obrazovanje radne snage.

U ovom diplomskom radu, prikazati ću organizaciju mješovitog brodogradilišta montažnog tipa s kapacitetom od 40.000 tona čelika godišnje. Analizirat ćemo lokaciju, procese, materijalni tok, i potrebne radne snage. Plan brodogradilišta uključuje novogradnju i remont brodova kako bi se optimalno iskoristili kapaciteti i prilagodilo tržišnim potrebama. Montažna brodogradilišta karakterizira manji broj stalno zaposlenih, što smanjuje fiksne troškove, dok se dodatna radna snaga angažira prema potrebama projekata, što omogućuje fleksibilnost i efikasnost u troškove.

1. Analiza tržišta

Zahvaljujući napretku tehnologije i porastu migracije ljudi, globalna trgovina robom i resurse doživljava znatan rast. Preko 80% svjetske trgovine odvija se putem mora, čime se brodogradnja nameće kao ključan čimbenik u globalnim trgovinskim lancima. Glavni razlog je relativno niska cijena transporta u usporedbi s količinom robe koju brodovi mogu prevesti. Međutim, industrija brodogradnje karakterizira se nestabilnošću, podložna je brojnim utjecajima poput ekonomskih, političkih i prometnih faktora.

U brodogradnji, analiza tržišta obično uključuje tri ključna faktora:

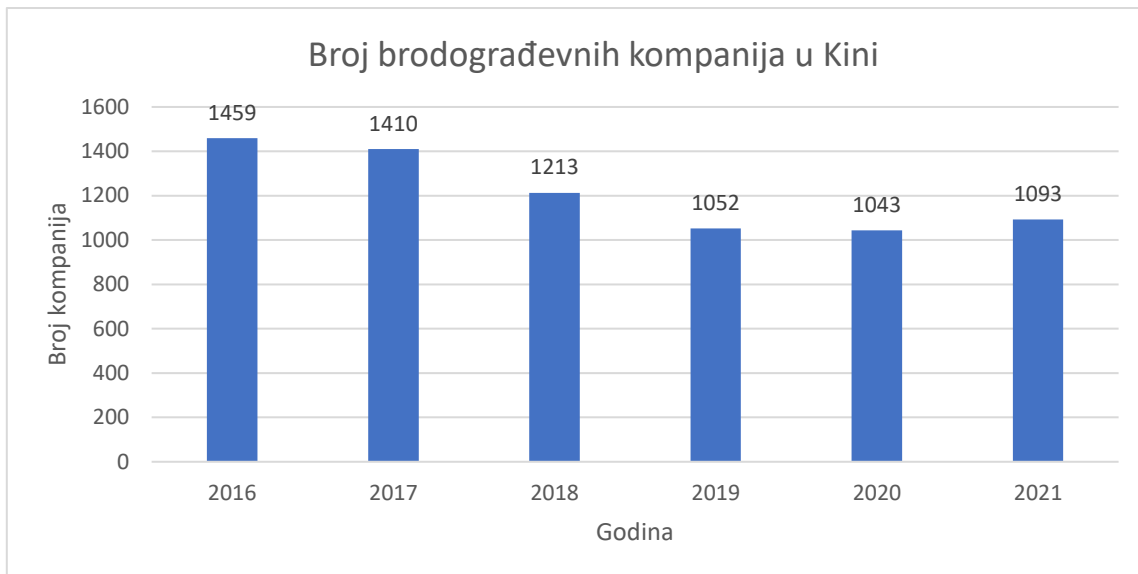
- Knjige narudžbi: Ovo je pokazatelj trenutnog interesa i buduće proizvodnje.
- Isporuke: Broj i veličina brodova koji su predani kupcima.
- Nove narudžbe: Pokazatelj budućih trendova i potražnje na tržištu.

Posebno se u posljednja dva desetljeća zemlje istočne Azije ističu na svjetskom brodograđevnom tržištu, s Kinom, Južnom Korejom, Japanom i Malezijom na čelu.

Kina je postala globalni lider u brodogradnji, s preko 1000 brodogradilišta. Prema istraživanjima iz 2023. godine, kineska brodogradilišta prvi put su činila preko 50% svjetske brodogradnje, isporučivši u prvom kvartalu godine 12.7 milijuna dwt (deadweight tonnage). Među najvećim i vodećim brodogradilištima su:

- China State Shipbuilding Corporation (CSSC), s kapacitetom od preko 15.2 milijuna dwt godišnje.
- China Shipbuilding Industry Corporation (CSIC), s kapacitetom od 14 milijuna dwt godišnje.
- Dalian Shipbuilding Industry Company (DSIC).

Ova dominacija Kine na tržištu brodogradnje ukazuje na njihove tehnološke, kapacitetske i ekonomične prednosti, što utječe na globalno tržište brodogradnje i nudi mogućnosti ali i izazove za ostale igrače u industriji.[1]



Grafikon 1.1 Broj brodograđenih kompanija u Kini

Kineska brodogradnja pokazuje izuzetnu razvijenost i raznovrsnost, što je potvrđeno podacima iz 2019. godine gdje su kineska brodogradilišta proizvela:

- 53% od svih brodova za rasuti teret u svijetu.
- 30% tankera.
- 30,2% brodova za kontejnere.
- 41,1% offshore plovila.
- 10% LNG brodova.

Ovi brojevi ilustriraju Kinesku dominaciju u brodogradnji, koja nije samo u kvantiteti nego i u različitim segmentima plovila.[2]

Upravo zbog globalnih izazova kao što su pandemija COVID-19 i rat u Ukrajini, koji su utjecali na mnoge industrije, kineska brodogradnja je pokazala otpornost. Broj radnika u kineskoj brodogradnji ne samo da nije opao nego je u porastu, s oko 1,5 milijuna radnika direktno ili indirektno povezanih s ovom industrijom. To je djelomice zbog velike podrške države koja gleda na brodogradnju kao na važan faktor za ekonomski rast i razvoj drugih sektora. Brodogradnja u Kini ima značajan utjecaj na:

- Metalprerađivačku industriju.

- Industriju motora.
- I mnoge druge industrijske grane, što omogućava sinergiju i ekonomsku stabilnost

2. Analiza i izbor lokacije brodogradilišta

Izbor lokacije za brodogradilište je kritičan korak koji može znatno utjecati na uspjeh i efikasnost poslovanja. Važno je da odabrana lokacija zadovoljava niz kriterija:

- **Politički i pravni okvir:** Razumijevanje lokalnih politika i zakona je esencijalno. To uključuje građevinske propise, zakone o radu, ekološke standarde, itd.
- **Raspoloživost sirovina:** Idealno je da država ili regija ima prirodne resurse potrebne za brodogradnju, ili da postoji dobro uspostavljena logistika za uvoz tih resursa. Treba razmotriti troškove i pouzdanost opskrbe sirovinama.
- **Infrastruktura i prometne veze:** Lokacija treba biti dobro povezana s glavnim prometnim rutama, putem, željeznicom, zračnim putem i naravno, morskim putem. To olakšava transport ljudi, materijala i opreme.
- **Zaštita okoliša i uklapanje u urbani okoliš:** Brodogradilište ne bi trebalo smetati svakodnevnom životu lokalnog stanovništva niti štetiti zdravlju i okolišu. Stoga je potrebno odabrati lokaciju koja je blizu potrebne infrastrukture, ali dovoljno udaljena od gustih urbanih područja.
- **Radna snaga:** Analiza dostupnosti, obrazovanja i kvalifikacija radne snage je ključna. Brodogradilište zahtijeva visoko stručne radnike, inženjere, tehničare, i stručno obrazovanu radnu snagu.
- **Uvjeti života za radnike:** U okviru brodogradilišta ili u blizini, treba osigurati stambene, edukacijske i rekreacijske objekte kako bi se privukli i zadržali kvalitetni radnici.
- **Ovo uključuje:**
 - Stambene prostorije za radnike i njihove porodice.
 - Obrazovne institucije ili pristup istima za kontinuirano usavršavanje.
 - Zdravstvenu zaštitu, zabavu i druge životne uvjete koji doprinose kvaliteti života radne snage.

Svaka od ovih točaka mora biti pažljivo proučena i procijenjena kako bi se osiguralo da lokacija ne samo da zadovoljava trenutne potrebe brodogradilišta nego i omogućava njegov dugoročni razvoj i ekspanziju.

- Geotehničke karakteristike terena: Teren mora biti čvrst, stabilan i otporan kako bi mogao podnijeti težine velikih građevinskih objekata poput hala, teških strojeva, dizalica i samih brodova.
 - Treba izbjeći teren koji bi zahtijevao velike iskope ili preinake za postizanje ravne površine, što može znatno povećati troškove i vrijeme izgradnje.
- Prostor za ekspanziju: Odabrana lokacija mora imati dovoljno prostora za buduće proširenje kako bi se mogli prilagoditi promjenama u tržišnim potrebama i tehnološkim napredcima.
- Atmosferske prilike: Vremenski uvjeti imaju velik utjecaj na proces gradnje:
 - Izbjegavanje područja s mnogim kišnim ili vjetrovitim danima jer to može ograničiti radne aktivnosti i produljiti vrijeme potrebno za izgradnju ili remont broda.
- Dubina bazena brodogradilišta:
 - Dubina bazena mora biti dovoljna za porinuće gotovih brodova i za prihvatanje brodova koji dolaze na remont. Duboki bazeni omogućuju lakši pristup i sigurniji rad na većim brodovima.
- Frekvencija plovila:
 - Lokacija bi trebala biti u blizini prometnih morskih ruta kako bi se osigurala dostupnost brodova za remont i novogradnju, što smanjuje vrijeme i troškove dolaska brodova na popravke.

Sve ove karakteristike moraju biti unaprijed analizirane kako bi se osiguralo da lokacija ne samo da je pogodna za početak rada, nego i da omogućava dugoročno funkcioniranje i ekspanziju brodogradilišta.

Kao što je navedeno, pronaći idealnu lokaciju za brodogradilište je izazov, a često su potrebni dodatni radovi za pripremu terena, što povećava i troškove i vrijeme izgradnje. U ovom diplomskom radu, za lokaciju izgradnje brodogradilišta izabrana je Kina, grad Dalian u pokrajini Liaoning.[3]

Zašto Dalian:

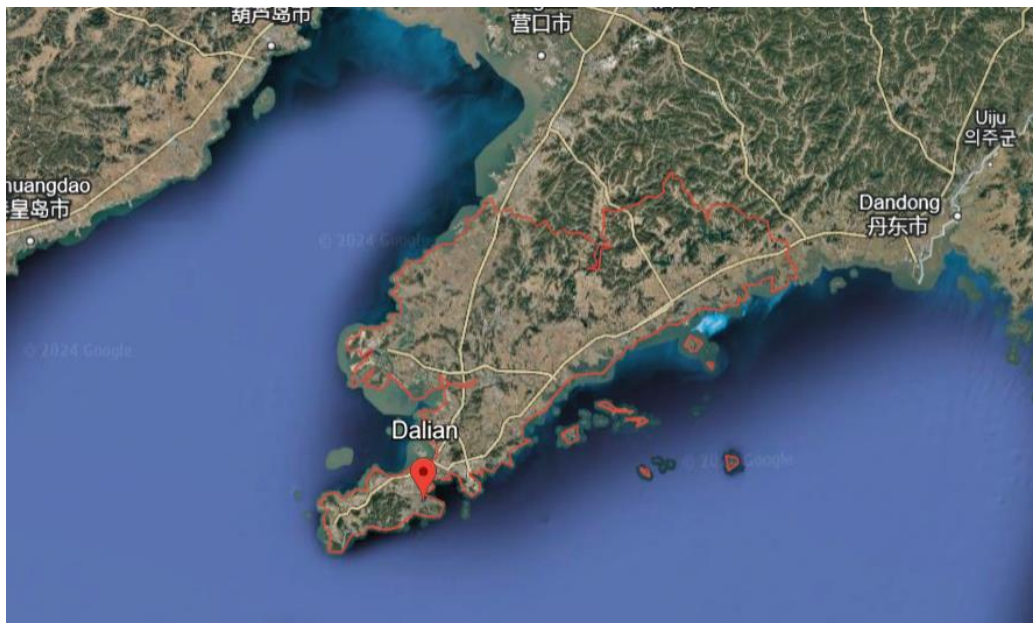
- Geografska lokacija: Dalian se nalazi na poluotoku uz obale Žutog mora, što omogućava izvrstan pristup morskim putevima, što je ključno za brodogradilište.
- Gospodarska snaga: Dalian je poznat kao veliko trgovačko, industrijsko i obrazovno središte, što znači da postoji:
 - Razvijena infrastruktura za prijevoz robe i ljudi.
 - Dostupnost sirovina: Blizina industrijskih područja i mogućnost uvoza sirovina zahvaljujući razvijenim lukama.
 - Stanovništvo: Grad ima visoko obrazovano stanovništvo i bogatu industriju, što osigurava kvalitetnu i dostupnu radnu snagu.
- Atmosferske prilike: Dalian ima umjereno klimu sa izraženim godišnjim dobima, što znači da postoje periodi s manje nepovoljnih vremenskih uvjeta, pogodni za gradnju brodova.
- Teren: Iako je potrebno provesti dodatne analize i pripreme terena, Dalian nudi relativno ravne površine koje se mogu koristiti za velika industrijska postrojenja poput brodogradilišta.
- Prometna povezanost: Grad je dobro povezan sa svjetskim prometnim mrežama, što je ključno za nabavu materijala i distribuciju gotovih brodova.

Analiza kriterija:

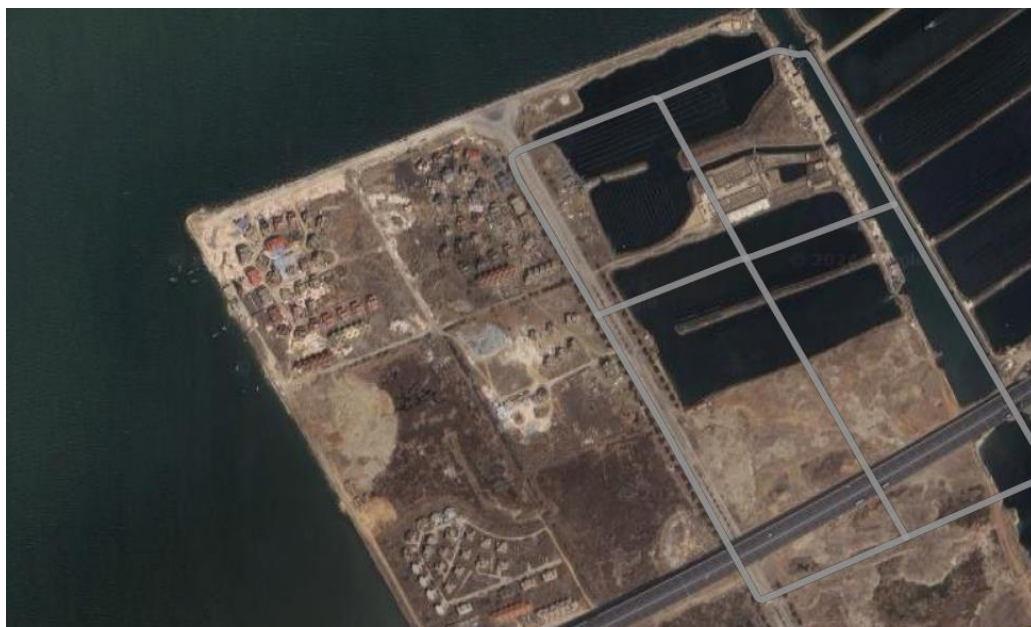
- Plovni putevi: Dalian nudi direktan pristup jednom od najprometnijih morskih ruta u svijetu, što olakšava dolazak i odlazak brodova.
- Sirovina: Kao industrijsko središte, Dalian ima pristup mnogim sirovinama potrebnim za brodogradnju ili je dobro povezan s područjima koja te sirovine proizvode.
- Radna snaga: Dostupnost visoko obrazovane i kvalificirane radne snage, uz mogućnost obrazovanja dodatnog kadra kroz lokalne obrazovne institucije.
- Atmosferske prilike: Mada postoje sezonske varijacije, Dalian ima dovoljno dana s prikladnim vremenskim uvjetima za učinkovitu izgradnju i remont brodova.

- Teren: Istraživanje i priprema terena za izgradnju brodogradilišta u Dalianu trebala bi biti manje zahtjevna nego u područjima s kompleksnijim geološkim karakteristikama.
- Prometna povezanost: Grad ima dobre prometne veze, uključujući cestovne, željezničke i zračne putove, što smanjuje logističke troškove i vrijeme.

Dalian, dakle, pruža kombinaciju prirodnih, ekonomskih i infrastrukturnih prednosti koje čine grad izuzetno privlačnim za izgradnju brodogradilišta.[4]



Slika 2.1 Lokacija Daliana u Kini



Slika 2.2 Lokacija Brodogradilišta u Dalianu

2.1 Plovni putevi

Kina je, unatoč svom dugogodišnjem zatvorenom karakteru, u kasnim 70-ih godinama prošlog stoljeća počela kampanju "reformi i otvaranja," koja je omogućila privlačenje stranih investicija i kompanija. Ovo otvaranje znatno je utjecalo na međunarodnu trgovinu i promet u Kini, uključujući i pomorski promet.

- Pravila prometovanja morem: Kina i dalje održava stroga pravila kada je riječ o morskom prometu.
- Međunarodne luke: Od oko 2000 luka, samo 130 duž 18.000 kilometara obale je otvoreno za međunarodni promet, što pokazuje selektivnost u odabiru plovnih puteva za međunarodnu trgovinu.
- Dokumentacija i kazne: Uplovljivanje u kineske luke zahtijeva složenu dokumentaciju, a nepoštivanje pravila može dovesti do rigoroznih kazni. Međutim, u zadnjih nekoliko godina, postojala je tendencija pojednostavljenja procedura i većeg otvaranja prema međunarodnom prometu, što je dio šireg poslovnog i trgovinskog otvaranja.

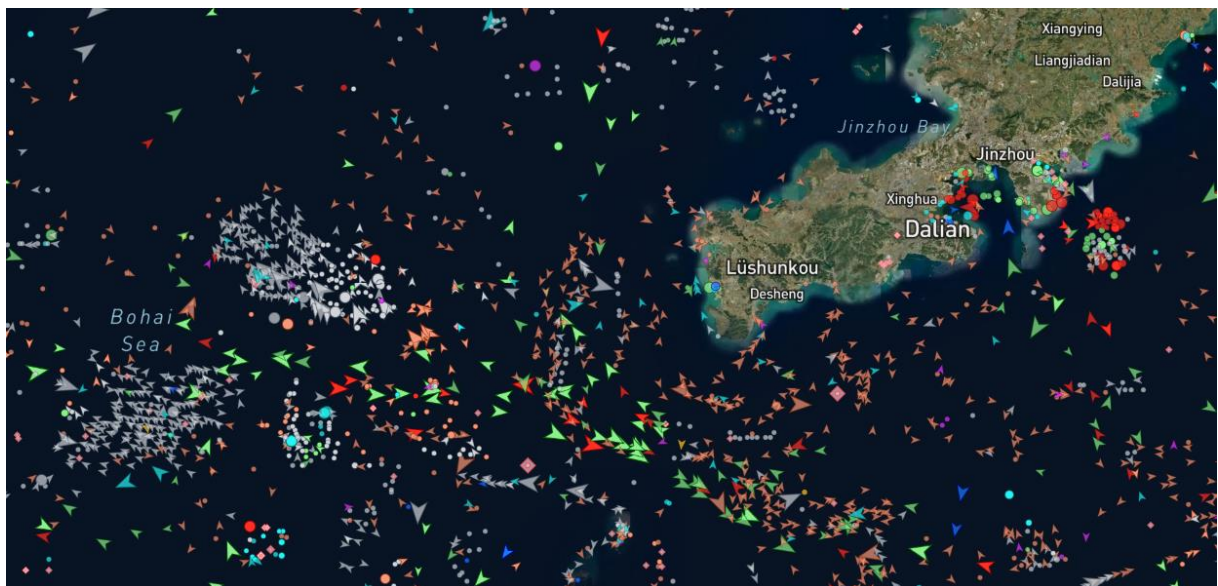
Ovaj proces odražava kako Kina balansira između potrebe za međunarodnom trgovinom i sigurnosnim kao i ekološkim razlozima za kontrolu prometa u svojim vodama, što je posebno važno za brodogradilište u Dalianu koje se oslanja na te plovne puteve za svoje operacije.

Kina zauzima ključnu poziciju na glavnim plovnim rutama svijeta, što je posljedica njenog statusa kao jedne od vodećih ekonomskih sila:

- Ekonomska moć: Kina je vodeća u mnogim sektorima:
 - Poljoprivreda: Nositelj je u proizvodnji žitarica, mesa, voća i drugih poljoprivrednih proizvoda.
 - Industrija: Prva je po proizvodnji automobila, mobilnih uređaja, i mnogih drugih industrijskih proizvoda.
- Prirodni resursi: Kina je bogata prirodnim resursima, uključujući:
 - Čelik: Prva po proizvodnji čelika u svijetu.
 - Aluminij: Vodeća u proizvodnji aluminija.

- Željezna ruda: Veliki proizvođač željezne rude, što je ključni materijal za brodogradnju.
- **Energenti:** Kina je najveći uvoznik sirove nafte i naftnih derivata, što dodatno pojačava promet u njenim lukama.
- **Turizam i kruzeri:** S rastom ekonomske snage i srednje klase, raste i turizam, uključujući i broj kruzeri koji pristaju u kineske luke, što omogućava dodatnu ekonomske aktivnost u vezi s brodogradnjom i pomorskim uslugama.

Ovaj položaj Kinu čini izuzetno važnim čvorištem za svjetsku trgovinu, a brodogradilišta kao što je ono u Dalianu koriste ovu stratešku poziciju za dovođenje materijala, izvoz gotovih brodova, i za pružanje usluga remontiranja i održavanja brodova koji plove tim rutama.[5]



Slika 2.1.1 Prikaz plovnih puteva u Svijetu

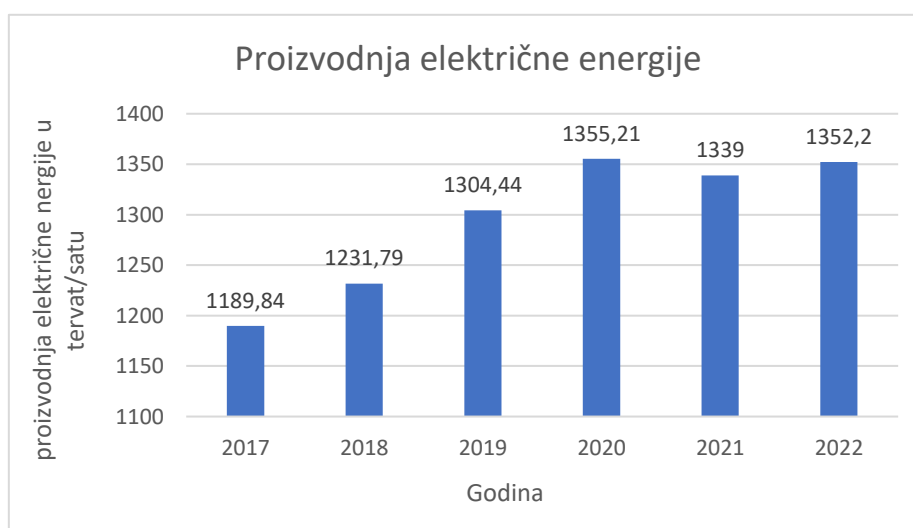
2.2 Sirovine

Kina posjeduje značajne prirodne resurse koji su od ključne važnosti za mnoge industrije, uključujući i brodogradnju.

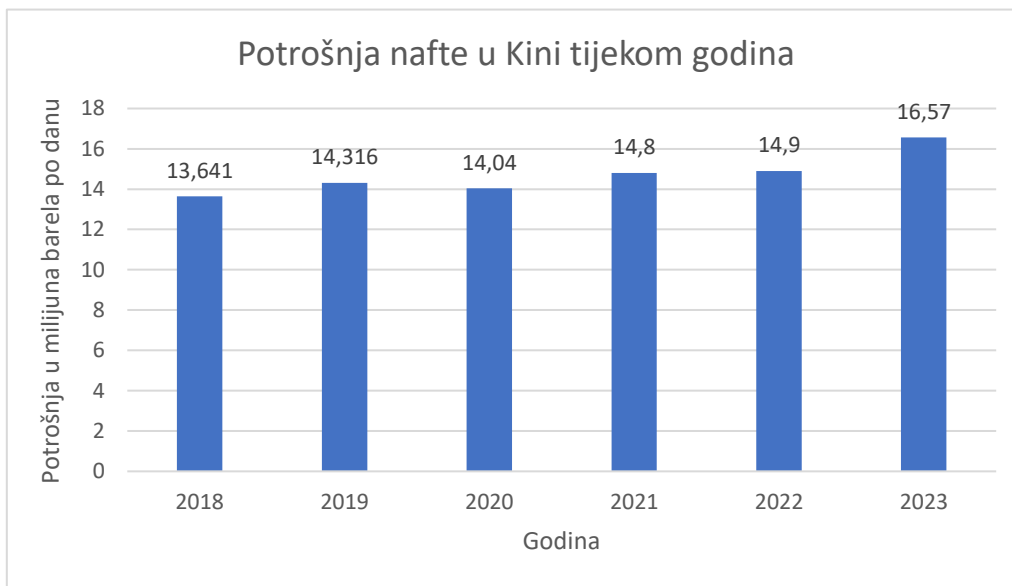
- Prirodni resursi:
 - Srebro: Kina doprinosi sa 14% svjetske proizvodnje.
 - Zlato: 12% svjetske proizvodnje zlata potječe iz Kine.
 - Olovo: Dominira s 46% svjetske proizvodnje.

- Cink: Proizvodi 32% cinka u svijetu.
- Energetika:
 - Hidroelektrane: Kina je vodeća u proizvodnji električne energije iz hidroelektrana.
 - Termoelektrane: Također vodi u proizvodnji električne energije iz termoelektrana.
- Nafta:
 - Proizvodnja: Kina proizvodi oko 3,9 milijuna barela nafte na dan, što čini 4,4% svjetske proizvodnje.
 - Potrošnja: Troši znatno više, 14,9 milijuna barela dnevno, što predstavlja 16,2% svjetske potrošnje.
 - Uvoz: Kina je veliki uvoznik nafte, s glavnim dobavljačima poput Saudijske Arabije, Rusije, Iraka, Angole i Brazila.

Ovi podaci jasno pokazuju da Kina ne samo da ima bogate domaće resurse, već je i značajno ovisna o uvozu ključnih sirovina poput nafte, što je važno za industrije koje su energetske intenzivne kao što je brodogradnja. Stoga, za brodogradilište u Dalianu, osiguranje stabilnog i pouzdanog opskrbljivanja sirovinama, kako domaćim tako i uvoznim, predstavlja ključni faktor u planiranju i funkcioniranju.[6]



Grafikon 2.1 Proizvodnja električne energije



Grafikon 2.2 Potrošnja nafte u Kini tijekom godina

Kina dominira na globalnoj sceni što se tiče proizvodnje željeza, s više od 54% svjetske proizvodnje:

- Proizvodnja željeza: Kina je daleko najveći proizvođač željeza, što je ključno za proizvodnju čelika, a time i za brodogradnju.
- Kvaliteta domaće željezne rude: Iako je Kina bogata željeznom rudom, kvaliteta ove rude iz regija kao što su Hebei, Wujang i Huoqiu nije uvijek visoka.
- Uvoz željezne rude: Zbog potrebe za kvalitetnijom sirovinom, Kina je također najveći uvoznik željezne rude. Prema podacima iz 2023. godine, uvezli su 1,13 milijuna kubičnih metara željezne rude, pretežito iz:
 - Australije
 - Kanade
 - Brazila
 - Južnoafričke Republike

Ova zavisnost od uvoza visoko-kvalitetne željezne rude podvlači važnost globalnih trgovinskih odnosa za kinesku industriju, uključujući i brodogradnju, koja zahtijeva visokokvalitetni čelik za izgradnju brodova.

Kina je vodeća sila u proizvodnji i izvozu čelika:

- Čeličane: Kina je dom mnogim velikim čeličanama, a među najveće pripadaju:
 - Baosteel Group Corporation
 - Hebei Iron and Steel Group
- Izvoz čelika: Kina predstavlja oko 55% svjetskog izvoza čelika, što je ogroman udio.
- Lokalna proizvodnja čelika: U blizini odabrane lokacije za brodogradilište nalaze se tri kompanije za preradu i obradu čelika koje mogu zadovoljiti potrebe brodogradilišta, što znači da:
 - Nema potrebe za dodatnim ulaganjem u izgradnju novih proizvodnih kapaciteta.
 - Dostupnost čelika je osigurana s minimalnim transportnim troškovima zahvaljujući blizini.
- Infrastruktura:
 - Željeznički i cestovni promet: Brodogradilište je već povezano i ne zahtijeva dodatne investicije u infrastrukturu za transport materijala.
- Alternativni izvori: U slučaju bilo kakvih problema s lokalnom proizvodnjom, u krugu od 200 km postoje velike trgovačke luke kao što su:
 - Tianjin
 - Qinhuangdao

koje omogućuju uvoz čelika ili drugih potrebnih sirovina, osiguravajući tako stabilnost i kontinuitet u opskrbi brodogradilišta.

2.3 Stanovništvo

Za učinkovito poslovanje brodogradilišta, neophodno je osigurati kvalitetnu i dovoljnu radnu snagu:

- Raznolikost radne snage: Brodograđevna industrija zahtijeva:
 - Radnike različitih stručnih znanja i vještina, od stručnjaka za dizajn i inženjeringa do radnika za izvođenje.
 - Ljude s različitim stupnjevima obrazovanja, od osnovnog do visokog obrazovanja.
- Demografija Kine:
 - Kina ima ogromnu populaciju od 1,42 bilijuna ljudi, što pruža velik potencijal za radnu snagu.
 - Mortalitet i politika: Politika jednog djeteta utjecala je na demografiju, no trenutno je mortalitet u porastu, iako je taj porast manji.
 - Demografske dobne skupine:
 - 17,9% stanovništva je mlade do 14 godina.
 - 68,4% su u dobi od 15 do 64 godine, što čini glavnu radnu snagu.
 - 13,5% stanovništva je starije od 65 godina.
- Obrazovanje:
 - Kina investira značajna sredstva u obrazovanje, što je vidljivo kroz povećanje broja visokoobrazovanih osoba:
 - Od 2010. do 2020. godine, broj visokoobrazovanih po stotinu tisuća stanovnika porastao je sa 8.930 na 15.467.
 - Preko 218 milijuna ljudi ima visoki stupanj obrazovanja.
 - Prestižne institucije kao što su Peking University i Fudan University doprinose kvaliteti obrazovanja, nudeći programe iz inženjeringa i drugih relevantnih područja za brodogradnju.

Ova kombinacija velikog broja radne dobi, visokog stupnja obrazovanja i kontinuiranog ulaganja u obrazovni sistem čini Kinesku radnu snagu izuzetno pogodnom za industrije koje zahtijevaju specijaliziranu radnu snagu, kao što je brodogradnja.[7]

Kina pokazuje značajan razvoj u pogledu zaposlenosti i strukture radne snage:

- Stopa nezaposlenosti: Trenutna stopa nezaposlenosti u Kini iznosi 4,98%, što je relativno niska i ukazuje na robusno tržište rada.
- Distribucija radne snage po sektorima:
 - Primarni sektor (poljoprivreda): 22,8% stanovništva je zaposleno u poljoprivredi, što je manje nego u prošlosti, što pokazuje tranziciju prema industrijalizaciji.
 - Sekundarni sektor (industrija): 29,1% uključuje industrijske radnike, što je ključno za industrije kao što je brodogradnja.
 - Tercijarni i kvartarni sektor (usluge): Većina, 48,1%, radi u uslužnom sektoru, što ukazuje na modernizaciju ekonomije.
- BDP po stanovniku:
 - Kina je postigla BDP po stanovniku od 12.2 tisuće američkih dolara, što je najviši iznos u povijesti zemlje i u stalnom je rastu. Ovaj rast BDP-a znači da se Kina sve manje smatra zemljom s jeftinom radnom snagom, već kao zemljom s razvijenijom ekonomijom gdje se plaće i standardi života približavaju globalnim prosjecima.

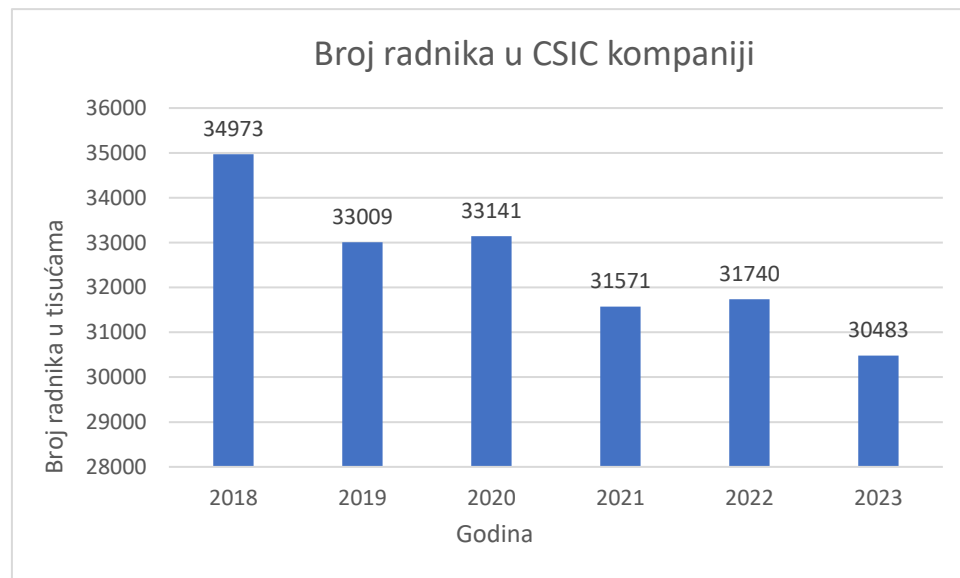
Ovi podaci sugeriraju da Kina, dok još uvijek nudi dovoljno radne snage za industrijske sektore, brzo napreduje prema ekonomiji usluga, a troškovi radne snage rastu, što može utjecati na troškove proizvodnje u brodogradnji kao i u drugim industrijama.

Kina ima dugu i bogatu tradiciju u brodogradnji i pomorskoj industriji:

- Tradicija u brodogradnji: Zahvaljujući dugogodišnjoj tradiciji, Kina ima izgrađenu bazu stručnjaka i radnika u brodogradnji.
- Radna snaga u brodogradnji:
 - Ukupno oko 1,5 milijuna radnika je povezano sa brodograđevnom industrijom. Ovo uključuje:
 - Direktno zaposlene u brodogradilištima.
 - Indirektno zaposlene u povezanim industrijama i servisima.
- Tehnološki napredak:

- S napretkom tehnologije, posebno u automatizaciji i robotici, broj radnika potrebnih za izvođenje određenih zadataka u brodogradnji se smanjuje. To znači da isti broj posla može biti obavljen s manje ljudi, što povećava efikasnost i produktivnost.
- Dostupnost radne snage:
 - Usprkos smanjenju broja radnika zbog tehnološkog napretka, lokacija Dalian u Kini je dobro izabrana zbog:
 - Dostupnosti visoko kvalificirane radne snage.
 - Postojeće tradicije i infrastrukture za obrazovanje i obuku radnika za brodogradnju.
 - Kapaciteta za privlačenje radne snage iz drugih dijelova zemlje zbog razvijenog prometnog sistema.

Ovo osigurava da brodogradilište u Dalianu neće imati problema u osiguranju dovoljne i kompetentne radne snage za svoje potrebe, čak i uz uvođenje novih tehnologija koje smanjuju potrebu za ljudskim radom.[8]



Grafikon 2.3 Broj radnika u CSIC kompaniji

Kina ima raznolik reljef koji značajno utječe na izbor lokacije za brodogradilište:

- Reljefne cjeline:

- Tibetsko visočje: Uključuje mlađe nabrane planine na zapadu i jugozapadu.
- Velike planinske zavale i ravnjaci: Na sjeveru i sjeverozapadu.
- Pretežno nizinsko područje: Na istoku i jugoistoku.
- Raspodjela terenskih formacija:
 - Planine = 33%
 - Visoki ravnjaci = 26%
 - Zavale = 19%
 - Nizine = 12%
 - Pobrđa = 10%
- Seizmička aktivnost:
 - Kina je poznata kao seizmički aktivno područje zbog:
 - Aktivnosti litosfernih ploča koje dovode do frekventnih potresa. Ovo je važno razmotriti pri planiranju brodogradilišta zbog potencijalnih rizika koje potresi donose za velike industrijske objekte i infrastrukturu.
- Geološka nestabilnost:
 - Geološka struktura Kine, posebno u seizmički aktivnim područjima, može predstavljati izazov za projektiranje i izgradnju brodogradilišta. Potrebno je:
 - Provesti detaljne geotehničke studije kako bi se procijenila stabilnost tla.
 - Dizajnirati građevinske objekte koji mogu odoljeti potresima i drugim geološkim rizicima.

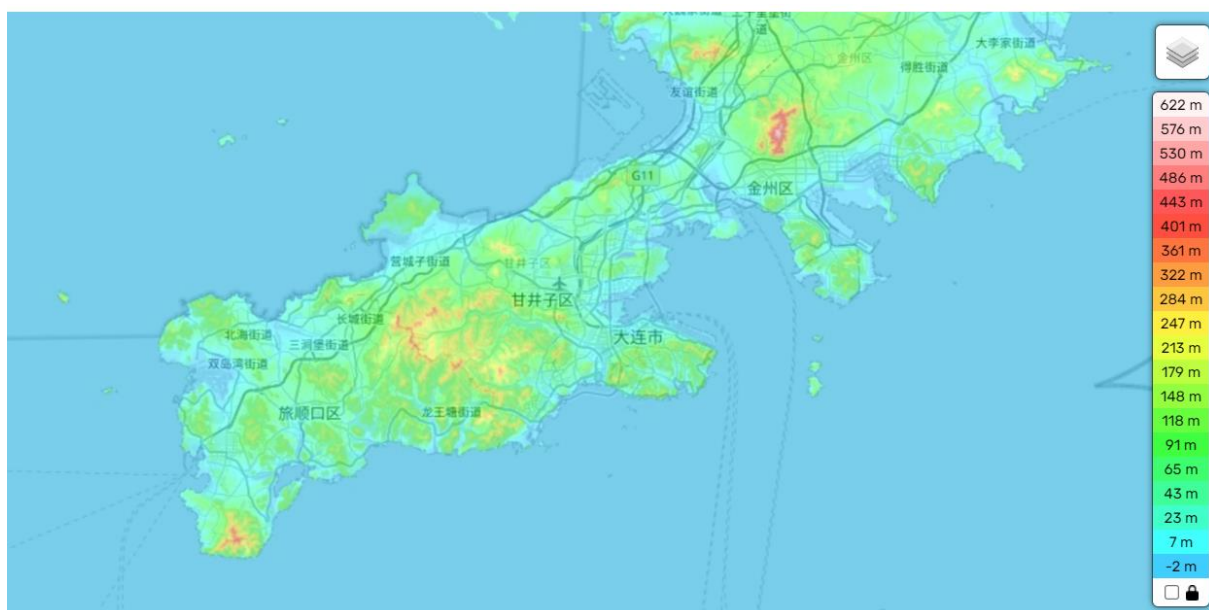
U izboru lokacije za brodogradilište u Dalianu, bitno je uzeti u obzir ne samo trenutne uvjete terena nego i dugoročne geološke rizike, osiguravajući time sigurnost i održivost investicije.

Pri izboru lokacije za brodogradilište u Dalianu, bitne su karakteristike obale i morskog dna:

- Obala:

- Dubina: Većina obale je niska, s dubinom do 200 metara, osim južnog dijela gdje dubina doseže i do 500 metara.
- Geologija: Obala je pretežito stjenovita, što može pružiti osnovu za čvrste građevinske strukture.
- Otok: Duž obale postoji oko 5.400 otoka, većinom nenaseljenih.
- Razvedenost: Južni dio obale je kompleksniji s mnogo zaljeva i otočića, što može pružiti dodatnu zaštitu za brodogradilište od vremenskih nepogoda.
- Morske prilike:
 - Zaleđivanje: More se cijele godine ne zaleđuje, što je pogodno za konstantne aktivnosti brodogradnje, osim u nekim zaljevima Žutog mora na sjeveru.
 - Nasipavanje: Od sredine 20. stoljeća, provode se mjere za nasipavanje obale kako bi se stvorio dodatni prostor za ekspanziju.
- Lokacija Dalian:
 - Poluotok Liaoning: Dalian je smješten na poluotoku, što omogućava pristup sa obje strane, zahvaljujući Bohajskom i Žutim morem.
 - Reljef: Nizak, sa nadmorskom visinom uglavnom do 150 metara, što olakšava izgradnju bez velikih iskopa ili terena.
 - Dubina obale: Prosječna dubina obale u Dalianu kreće se između 18 i 22 metara, što je dovoljno za većinu brodograđevnih potreba u pogledu porinuća i dokovanja brodova.
 - Morsko dno: Sastavljeno od mulja i pijeska, što zahtijeva dodatne mjere za osiguranje stabilnosti temelja za velike strukture brodogradilišta.

Ove karakteristike terena i obale u Dalianu omogućuju relativno jednostavnu izgradnju brodogradilišta, uz potrebu za pažljivim inženjerskim pristupom kako bi se osigurala stabilnost i sigurnost struktura na muljevitom i pješčanom morskom dnu.[9]



Slika 2.3.1 Reljef grada Dalian

2.4 Atmosferske prilike

Dalian, smješten na obali Žutog mora, ima umjerenu monsunska klimu s izraženim godišnjim dobima. Ljeta su vruća i vlažna, s prosječnim temperaturama koje se kreću između 23°C i 27°C, a zime su hladne i suhe, s temperaturama koje mogu pasti ispod nule, ali bez ekstremno niskih temperatura zbog blizine mora. Padaline su umjerene do obilne, posebno tijekom ljetnog monsunskog razdoblja, kada može doći do čestih kiša i povremenih tajfuna. Zbog toga je važno da konstrukcija brodogradilišta uzima u obzir vjetrove i padaline, posebice tijekom tajfuna, kako bi se zaštitilo postrojenje i osigurala kontinuitet radova. Međutim, veći dio godine pruža povoljne uvjete za brodogradnju, s dovoljno dana s blagim vremenom za izvođenje vanjskih radova na brodovima, što čini Dalian privlačnom lokacijom za brodogradilište.

Prometna povezanost se odnosi na način i kvalitetu povezanosti između različitih lokacija putem različitih oblika transporta kao što su ceste, autoceste, željeznice, zračni putevi i pomorski promet. [10]

U kontekstu brodogradilišta u Dalianu, prometna povezanost je ključna za:

- Dostavu sirovina i opreme: Brodogradilište mora biti dobro povezano s glavnim prometnim arterijama kako bi se materijali mogli brzo i efikasno dopremiti na lokaciju.

- Transport radne snage: Radnici moraju imati jednostavan pristup brodogradilištu, što znači da je potrebna dobra povezanost gradskim i prigradskim prometnim sredstvima.
- Isporuku gotovih brodova: Brodovi koji napuštaju brodogradilište moraju imati pristup međunarodnim plovnim rutama, što znači da mora postojati povezanost sa lukama koje omogućavaju takav transport.
- Logističke operacije: Ovo uključuje ne samo dostavu do brodogradilišta nego i mogućnost brzog i efikasnog prebacivanja gotovih brodova ili dijelova u druge luke za dalju distribuciju ili za remont.

Dalian, kao grad u Kini, ima izvrsnu prometnu infrastrukturu:

- Autoceste: Dalian je povezan s nacionalnom mrežom autocesta, što olakšava brzi prijevoz tereta i putnika.
- Željeznica: Postoji željeznička mreža koja povezuje Dalian s drugim dijelovima Kine, omogućavajući efikasan transport sirovina i gotovih proizvoda.
- Luka: Dalian je dom jedne od najvećih i najprometnijih luka u Kini, pružajući direktan pristup morskim putevima za međunarodni promet.
- Zračne veze: Aerodrom Dalian Zhoushuizi omogućava brze veze kako unutar zemlje tako i međunarodne letove, što je korisno za poslovne putnike i hitnu dostavu komponenti ili specijalizirane opreme.

Ova razvijena prometna povezanost omogućava brodogradilištu u Dalianu da funkcionira efikasno, smanjujući troškove i vrijeme potrebno za prijevoz materijala i proizvoda, što je presudno za konkurentnost u globalnoj brodogradnji.

2.5 Karakteristike terena, obale i podmorja

Karakteristike terena, obale i podmorja igraju ključnu ulogu prilikom izbora lokacije za brodogradilište, posebno u gradu kao što je Dalian u Kini. Evo ključnih aspekata tih karakteristika:

Teren:

- Reljef: Dalian se nalazi na niskom terenu, uglavnom do 150 metara nadmorske visine, što omogućava lakšu izgradnju bez potrebe za velikim iskopavanjima ili preinakama terena.
- Stabilnost: Važno je razmotriti stabilnost terena, posebno u regiji poznatoj po seizmičkoj aktivnosti. Potrebno je provesti geotehničke studije kako bi se osigurala stabilnost temelja za teške strukture kao što su brodograđevne hale i dizalice.

Obala:

- Dubina: Prosječna dubina obale u Dalianu kreće se između 18 i 22 metara, što je dovoljno za porinuce manjih i srednjih brodova i za pristajanje brodova na remont.
- Materijal: Obala je pretežno stjenovita, što je pozitivno za izgradnju čvrstih nasipa i pristaništa. Međutim, stjenovitost može predstavljati izazov za radove na obali i zahtijeva specijaliziranu opremu.

Podmorje:

- Morsko dno: Sastavljeno od taloženja mulja i pijeska, što znači da je potrebna pažljiva izgradnja temelja za stabilnost struktura brodogradilišta. Muljevito i pješčano dno može biti problematično za temeljenje velikih građevina, ali se može upravljati pravilnim inženjeringom.
- Nagib i profil: Profil morskog dna u blizini obale je važan za planiranje dokova, nasipa i sličnih struktura. Nagib mora omogućiti pristup brodovima različitih veličina i sigurno sidrište.

Dodatno razmatranje:

- Plima i oseka: Utjecaj plime i oseke na rad brodogradilišta, posebno u pogledu pristupa brodovima i stabilnosti morskog dna tokom radova.
- Kvaliteta vode: Kvaliteta morske vode može utjecati na koroziju materijala i opremu korištenu u brodogradilištu, kao i na podmorske strukture.

- Ekološki faktori: Brodogradilište mora uzeti u obzir ekosistem i mogući utjecaj na morski život i obalu, uključujući zaštitu od erozije i onečišćenja.

Sve ove karakteristike moraju biti temeljito analizirane kako bi se osigurala dugoročna održivost i sigurnost brodogradilišta, uzimajući u obzir potencijalne prirodne rizike i ekološke utjecaje.[11]

3. Glavno skladište čeličnog materijala

U brodogradilištu, glavno skladište čeličnog materijala je ključno za efikasno i kontinuirano funkcioniranje proizvodnje:

Lokacija i dizajn:

- **Blizina proizvodnje:** Skladište bi trebalo biti smješteno u neposrednoj blizini mjesta gdje se čelik koristi, kako bi se smanjili troškovi i vrijeme potrebno za transport unutar brodogradilišta.
- **Pristupnost:** Treba omogućiti jednostavan pristup za kamione, željezničke vagone ili druga transportna sredstva koja dostavljaju čelik.
- **Prostor:** Dizajn skladišta mora omogućiti dovoljno prostora za skladištenje različitih tipova čelika, uključujući ploče, profile, cijevi, itd., s mogućnošću ekspanzije.

Karakteristike skladišta:

- **Pokriveno ili otvoreno:** Čelik se može skladištiti i na otvorenom, ali za zaštitu od vlage i korozije, dio materijala može biti potrebno držati u zatvorenim prostorima ili pod pokrivnim strukturama.
- **Ventilacija i zaštita:** Ventilacija je bitna za sprječavanje kondenzacije. Također, skladište treba imati zaštitu od atmosferskih prilika (kiša, snijeg, sunce) koje mogu utjecati na kvalitetu čelika.
- **Organizacija i red:** Materijal treba biti organiziran po vrstama, veličinama i kvalitetama kako bi se olakšao pristup i smanjila potreba za dodatnim manipulacijama.

Sigurnost:

- **Protok materijala:** Skladište mora biti dizajnirano tako da omogući efikasan protok materijala, koristeći sisteme kao što su regali, police i specijalizirani uređaji za podizanje.
- **Sigurnosne mjere:** Uključuje osiguranje protiv lopova, zaštitu od požara (čelik je manje zapaljiv, ali zavarivački materijal može biti opasan), i opremu za sigurno rukovanje teškim materijalima.

Održavanje i upravljanje:

- **Inventar:** Primjena sustava za praćenje i upravljanje inventarom je ključna za znanje gdje se koji materijal nalazi i koliko ga je na skladištenju.
- **Održavanje:** Redovno održavanje skladišta, uklanjanje korozije, kontrola kvaliteta materijala, i praćenje rokova trajanja (za neke specijalne legure).

Glavno skladište čeličnog materijala u brodogradilištu u Dalianu mora biti dobro planirano kako bi podržalo visoku produktivnost, smanjilo gubitke materijala i smanjilo rizik od kašnjenja u proizvodnji zbog nedostatka potrebnih sirovina.

Početak gradnje broda

Izrada broda počinje s prijemom sirovina, a to su uglavnom limovi i profili koji se dostavljaju u skladište crne metalurgije unutar brodogradilišta.

Dostava materijala:

- **Načini transporta:** Limovi i profili dolaze u brodogradilište ili brodom ili kamionima, što omogućava fleksibilnost u opskrbi materijala.

Manipulacija materijalom:

- **Portalna magnetna dizalica:** Ispred hale skladišta nalazi se portalna magnetna dizalica kapaciteta 18 tona, koja omogućava učinkovito podizanje i unos materijala u skladište.

Organizacija unutar skladišta:

- **Platforme za razvrstavanje:** Unutar skladišta, limovi se stavljaju na platforme gdje se vrši njihovo razvrstavanje i označavanje. Svaki lim dobiva identifikacijsku oznaku koja omogućava brz i točan izbor materijala za kasnije korake u izgradnji broda.
- **Kategorizacija limova:**
 - **Limovi strukture:** Koriste se za osnovnu konstrukciju broda.
 - **Paneli:** Najčešće velika limena ploča koja može imati dodatne ojačanja ili profiliranje.

- Limovi oplata broda: Korišteni za vanjski omotač broda, moraju biti odabrani prema specifikacijama za otpornost na koroziju i izdržljivost.
- Transport unutar skladišta: Nakon označavanja, dizalica transportira limove na unaprijed određena mjesta unutar skladišta, osiguravajući da je materijal organiziran i lako dostupan za sljedeću fazu proizvodnje.

Ovaj sustav osigurava efikasnost, omogućava precizno upravljanje materijalom, minimizira vrijeme traženja potrebnih komponenti i ubrzava cijeli proces gradnje broda.

Skladištenje profila:

Proces skladištenja profila u brodogradilištu sličan je onome za limove:

Primanje i transport:

- Dizalice: Korištenje dizalica za unos profila u skladište osigurava učinkovito rukovanje i smanjuje rizik oštećenja materijala.

Razvrstavanje i označavanje:

- Identifikacija: Profili se označuju prema njihovim dimenzijama kao što su visina, duljina, debljina struka, te vrsta materijala iz kojeg su izrađeni. To omogućava brz i precizan izbor specifičnog profila potrebnog za gradnju.

Organizacija unutar skladišta:

- Predodređena mjesta: Nakon sortiranja, profili se postavljaju na predodređena mjesta kako bi se olakšalo njihovo pronalaženje kada je potrebno.
- Igličasti regali za limove: Limovi se čuvaju na specijalno dizajniranim igličastim regalima, koji omogućuju vertikalno skladištenje, čime se značajno povećava efikasnost korištenja prostora.
- Visoki regali za profile: Upotreba visokih regalnih sustava omogućava maksimalno iskorištenje volumena hale za skladištenje profila, što je ključno za iskoristivost prostora.

Zaštita materijala:

- Skladište crne metalurgije: Služi kao zaštitno okruženje koje štiti limove i profile od korozije i drugih vanjskih utjecaja koji mogu oštetiti materijal.[12]

Dimenzije i oprema skladišta:

- Dimenzije:

Tablica 3.1 Dimenzije glavnog skladišta

| Dimenzija [m] | Skladište |
|---------------|-----------|
| Dužina | 200 |
| Širina | 80 |

- Oprema:

1. Portalna dizalica : Za teški transport i manipulaciju.
2. Valjkasti transporter: Pomaže u unutrašnjem transportu materijala unutar skladišta.
3. Visoko podizni viljuškar: Omogućava skladištenje na višim položajima.

Ovaj pristup skladištenju omogućava ne samo zaštitu materijala nego i efikasnost u vremenu i trošku, što je ključno za uspješno vođenje operacija brodogradnje.

Portalna dizalica:

Portalna dizalica je ključna komponenta u operacijama skladišta crne metalurgije unutar brodogradilišta, posebno za manipulaciju velikim i teškim teretom:

Namjena:

- Ulaz u skladište: Dizalice su locirane pri ulazu u skladište kako bi omogućile brz i efikasan utovar i istovar tereta koji dolazi kamionima.

Prednosti:

- Efikasnost: Portalne dizalice znatno povećavaju efikasnost operacija skladištenja omogućujući brzo i sigurno rukovanje velikim količinama materijala.
- Sigurnost: Smještanje dizalica na tračnice osigurava stabilnost i smanjuje rizike povezane s podizanjem i prevoženjem teških i velikih tereta.

- **Fleksibilnost:** Mogućnost kretanja dizalica duž tračnica omogućava prilagodljivost u rasporedu materijala unutar skladišta, što je posebno korisno u brodogradilištima gdje se materijali često koriste u različitim fazama izgradnje broda.

Ova oprema je neophodna za održavanje kontinuiteta i brzine rada u brodogradilištu, jer omogućava da se materijali brzo prebacuju iz transporta u skladište i zatim dalje u proizvodnju, minimalizirajući time vrijeme koje materijali provode u čekanju.

Valjkasti transporter

Valjkasti transporteri koriste se za transport limova i profila unutar brodogradilišta:

- **Konstrukcija:** Sastoje se od niza valjaka koji su postavljeni na okvir, omogućujući da se materijal može pomicati ručno, linijski ili gravitacijski.
- **Primjena:** Nakon što portalna dizalica položi teret na valjkasti transporter, limovi i profili se prenose se do radionice za predobradu.
- **Dužina:** Valjkasti transporter je dužine 30 metara, što je dovoljno za transport materijala do predobrade, ali kraće u usporedbi s drugim halama.
- **Održavanje:** Zbog izloženosti vanjskim utjecajima, transporter zahtijeva često održavanje da bi se osigurala njegova dugotrajnost i funkcionalnost.

Oprema kao što je portalna dizalica i valjkasti transporteri ključne su za efikasnu logistiku materijala u brodogradilištu, osiguravajući da se čelik i drugi materijali efikasno prebacuju od skladištenja do mjesta gdje će biti obrađeni ili korišteni u izradi broda.

Visoko podizni viljuškar

Visoko podizni viljuškari igraju ključnu ulogu u operacijama skladištenja i transporta unutar brodogradilišta, posebice kada su potrebni za manje i preciznije zadatke:

- **Namjena:** Korišteni su za manipulaciju materijalom kada su portalne dizalice zauzete ili kada je potrebno prenijeti manje ili specifične komade limova i profila.

Prednosti korištenja visokih podiznih viljuškara:

- **Fleksibilnost:** Mogući su za rad u uskim prolazima i za dostizanje viših policama ili regala unutar skladišta, što je posebno korisno za maksimalno korištenje prostora.
- **Preciznost:** U mogućnosti su za dostizanje i manipulaciju materijalom na visokim policama, što je ključno za efikasno korištenje prostora u skladištu gdje visoka skladištenja pomažu u smanjenju potrebne podne površine.
- **Brzina i efikasnost:** Viljuškari za visoko podizanje omogućuju brzi prijenos materijala između različitih razina skladišta, smanjujući vrijeme potrebno za skladištenje i preuzimanje materijala.
- **Sigurnost:** Električni pogonski sustav smanjuje rizik od nesreća povezanih s izgaranjem goriva, dok dizajn za stajanje može omogućiti bolju vidljivost i kontrolu nad teretom, posebice u gušćim ili složenijim skladištima.

Postrani viličar

Postrani viličar (ili viličar za bočni utovar) koristi se za specifične zadatke gdje je potrebno raditi u uskim prolazima ili kada je potrebno podići i postaviti teret na visoka mjesta unutar regala.

- **Način rada:** Postrani viličar omogućuje operateru da podigne teret i postavi ga bočno ili straga, što je korisno za raspoređivanje tereta na visine gdje standardni viličari ne bi mogli doći bez kretanja cijelog vozila.

Prednosti postranog viličara:

- **Prostor:** Njegova uska konstrukcija omogućava smještaj više materijala na manjoj površini, smanjujući tako potrebu za dodatnim prostorom za skladištenje.
- **Efikasnost:** Brže i efikasnije raspoređivanje materijala, posebice u visokim regalskim sustavima gdje je smještaj materijala na više nivoa uobičajen.
- **Sigurnost:** Specijalizirani dizajn za rad u uskim prostorima smanjuje rizik od udaranja u regale ili drugi materijal, što povećava sigurnost rada.



Slika 3.1 Valjkasti transporter

4. Radionica za predobradu limova i profila

Radionica za predobradu limova i profila smještena je odmah uz skladište čeličnog materijala. Ova radionica ima sljedeće dimenzije:

Tablica 4.1 Dimenzije radionice za predobradu limova i profila

| Dimenzija [m] | Radionica za predobradu limova i profila |
|---------------|--|
| Dužina | 100 |
| Širina | 50 |
| Visina | 14 |

U sklopu ove hale nalazi se prostorija za sačmarenje i bojanje.

Ova konfiguracija prostora omogućava:

Efikasnu preradu: Prostorija za sačmarenje i bojanje direktno povezana s glavnom halom omogućava brzu i efikasnu pripremu čeličnog materijala za daljnju obradu ili montažu na brodovima.

Integraciju procesa: Smještaj radionice za predobradu pored skladišta omogućava brz pristup materijalima, smanjujući vrijeme potrebno za transport između lokacija i optimizirajući logističke procese.

Kontrolu kvalitete: Posebna prostorija za sačmarenje i bojanje osigurava da se postupak pripreme materijala odvija u kontroliranom okruženju, što je ključno za postizanje visokih standarda kvalitete u brodogradnji.

Sigurnost i ergonomija: Dimenzije i raspored prostora dizajnirani su tako da omogućuju radnicima siguran i ergonomski radni prostor, uz osiguranje potrebne opreme za obradu čelika.

Ekološke mjere: Sačmarenje i bojanje mogu proizvesti emisije koje su štetne za okoliš, pa je važno da se ovi procesi odvijaju u prostorima koji su opremljeni za prikupljanje i filtriranje ovih emisija, uz poštovanje ekoloških standarda.

Ovaj dio brodogradilišta ključan je za pripremu čeličnih dijelova prije nego što se koriste u konstrukciji brodova, osiguravajući da su svi materijali pripremljeni prema visokim industrijskim standardima.

Postupak predobrade materijala

Nakon skladištenja u skladištu crne metalurgije, gdje je materijal izložen vanjskim vremenskim uvjetima, čelik često pokazuje deformacije i neravnine koje zahtijevaju predobradu:

Ravnanje materijala: U radionici predobrade, limovi i profili se prvo ravna kako bi se uklonile sve deformacije koje su nastale zbog skladištenja na otvorenom.

Sačmarenje: Nakon ravnjanja, materijal prolazi kroz proces sačmarenja. Sačmarenje uklanja rđu, oksidaciju i druge nečistoće s površine čelika, osiguravajući čistu površinu za bojenje ili daljnju obradu.

Bojanje: Limovi i profili se zatim boje, što ne samo da ih štiti od daljnje korozije nego i može služiti kao priprema za određene tehnološke procese u brodogradnji.

Transport: Nakon što su limovi i profili predobrađeni, koriste se valjkasti transporteri za prenošenje materijala u radionicu za obradu.

Ovi procesi i sigurnosne mjere osiguravaju da materijali koji ulaze u daljnju proizvodnju brodova budu u optimalnom stanju.

U sklopu radionica za predobradu nalaze se različiti strojevi i sustavi za pripremu materijala za brodogradnju:

Strojevi i sustavi u radionici:

1. Valjkasti transporter - Omogućava efikasno kretanje limova i profila kroz radionicu, od jednog procesa do drugog.
2. Stroj za ravnanje limova - Koristi se za uklanjanje deformacija i osiguranje ravnosti materijala prije daljnje obrade.
3. Stroj za predgrijavanje, pjeskarenje i bojanje limova i profila - Kombinirani sustav za pripremu površine materijala. Predgrijavanje može biti potrebno za neke vrste obrade ili kako bi se smanjila vlaga u materijalu.

4. Platforma - Korištena za vizualnu inspekciju obrađenih limova i profila, omogućava detaljan pregled prije nego što materijal ode na daljnju obradu.
5. Komora za sačmarenje - Prostorija gdje se vrši čišćenje površine materijala pomoću sačme, što uklanja oksidaciju i druge nečistoće.
6. Komora za bojanje - Poslije čišćenja, limovi i profili se boje u ovoj komori kako bi se zaštitili od korozije ili kako bi se postigla određena finalna površinska obrada.
7. Mosna dizalica - Specijalizirana dizalica za manipulaciju teškim limovima i profilima, omogućavajući njihovo prenošenje i postavljanje na različite radne površine ili strojeve bez oštećenja.

Ova oprema i sustavi omogućavaju radionici da efikasno obrađuje velike količine materijala visoke kvalitete, pripremajući ih za daljnju upotrebu u brodogradnji, dok se uzima u obzir sigurnost radnika i ekološke standarde.

5. Radionica za obradu limova i profila

- Lokacija i veličina:
 - Smještena pored radionice za predobradu.

Tablica 5.1 Dimenzije radionice za obradu limova i profila

| Dimenzija [m] | Radionica za obradu limova i profila |
|---------------|--------------------------------------|
| Dužina | 150 |
| Širina | 60 |
| Visina | 14 |

- Proces obrade:
 - Platforma za prijem: Obrađeni materijali iz radionice predobrade se podižu iz platforme.
 - Valjkasti transporteri: Limovi i profili se prenose preko valjkastih transportera u radionicu za obradu.
 - Označavanje:
 - Automatizirani roboti upisuju radioničku marku, grupu i oznaku sekcije na svaki lim.
 - Obrada limova:
 - Limovi prolaze kroz panel liniju gdje se zavaruju i pripremaju za daljnju obradu.
 - Obrada profila:
 - Profili se stavljaju na valjkaste transportere koji ih vode do profil linije.

- Opći sustavi:
 - Ventilacija: Isto kao u radionici za predobradu, osiguravajući kvalitetan zrak unutar hale.
 - Valjkasti transporter: Specifikacije su iste kao u radionici za predobradu.

- Krajnji prostor za odlaganje:
 - Platforma za odlaganje koristi se za smještanje kompletnih panela nakon obrade.

Tablica 5.2 Dimenzije platforme za odlaganje limova i profila

| Dimenzija [m] | Platforma za odlaganje |
|---------------|------------------------|
| Dužina | 35 |
| Širina | 35 |

Radionica za obradu limova i profila sadrži:

1. Valjkasti transporter - Omogućava transport limova i profila unutar radionice.
2. Panel linije - Linija za zavarivanje i pripremu limova za daljnju obradu.
3. Profil Linije - Specijalizirana linija za obradu profila.
4. Stroj za savijanje limova - Korišten za savijanje limova u različite oblike potrebne za konstrukciju broda.
5. Ventilacija - Sustav za održavanje čistoće i kvalitete zraka unutar radionice, sličan kao u radionici predobrade.
6. Mosne dizalice - Dizalice velikog kapaciteta za premještanje teških limova i profila, te za postavljanje na različite radne stanice.
7. Plazma rezačice - Koriste se za precizno rezanje čelika s pomoću plazme, omogućujući kompleksne oblike i visoku preciznost.
8. Platforma kompletnih panela - Područje gdje se smještaju završeni paneli prije nego što budu prebačeni na druge faze u procesu izgradnje broda.

9. Dizalice - Opće dizalice koje mogu biti dodatne mosnim dizalicama, koriste se za manipulaciju različitim teretom u radionici.[13]

5.1 Panel linija

Panel linija je ključni dio brodogradilišta koji omogućava:

- **Automatizacija:** Linija je potpuno automatizirana, što znači da se procesi zavarivanja i sklapanja panela odvijaju uz minimalno ljudsko miješanje, smanjujući rizik od grešaka i povećavajući konzistentnost u kvaliteti proizvoda.
- **Ubrzana proizvodnja:** Automatizacija omogućava bržu proizvodnju panela. Roboti i automatizirani sustavi mogu raditi znatno brže od ručnog rada, posebno kod ponovljivih zadataka kao što su zavarivanje dugih šavova.
- **Kvaliteta zavora:** Automatizirana zavarivanja obično imaju višu kvalitetu nego ručna, zbog precizne kontrole parametara zavarivanja kao što su brzina zavarivanja, struja, i zaštitni plin. To omogućava postizanje uniformnih zavarenih spojeva, što je kritično za strukturalni integritet broda.
- **Efikasnost:** Panel linija omogućava serijsku proizvodnju panela, čime se postiže veća efikasnost u proizvodnji. Limovi se mogu pripremati, zavarivati i obrađivati u jednom kontinuiranom procesu.
- **Sigurnost:** Automatizacija smanjuje izloženost radnika opasnostima povezanim s zavarivanjem, kao što su zračenje UV, iskre, i izloženost dimu, čime se poboljšavaju sigurnosni uvjeti rada.
- **Fleksibilnost:** Iako je linija dizajnirana za specifične radnje, moderni sustavi mogu biti programirani za različite konfiguracije panela, omogućujući prilagodljivost u proizvodnji ovisno o dizajnu broda.

5.2 Profil linija

Profil linija u brodogradnji omogućava precizno i efikasno oblikovanje i rezanje profila koristeći plazma rezač:

- Automatizacija: Proces je automatiziran, smanjujući vrijeme potrebno za izradu profila.
- Postupak:
 - Programiranje: Na računalu se unose sve potrebne informacije o veličini i obliku profila koji treba proizvesti.
 - Transport: Profili ulaze u stroj putem valjkastih transporterera.
 - Kalibracija i orijentacija: Robotska ruka s laserskim senzorom kalibrira se, a dodirni senzor omogućava precizno orijentiranje na profilu.
 - Rezanje: Plazma rezač se koristi za rezanje profila prema zadanim specifikacijama.
 - Završna obrada: Gotovi profili izlaze iz stroja valjkastim transporterima i odlažu se na platforme gdje se na njih lijepe naljepnice s odgovarajućim informacijama.

Ovaj sustav omogućava ne samo smanjenje vremena proizvodnje nego i postizanje visoke preciznosti, što je ključno za kvalitetu i sigurnost u brodogradnji.

5.3 Stroj za savijanje limova

- Namjena: Stroj za savijanje limova u brodogradnji je ključan zbog potrebe za izradom velikog broja zakrivljenih limova koji se koriste u konstrukciji brodskih trupova i drugih komponenti.
- Proces:
 - Postavljanje: Limovi se postavljaju na platformu pomoću dizalice.
 - Programiranje: Informacije o savijanju se unose u upravljačku jedinicu, određujući kako će uređaj raditi.

- Savijanje: Limovi prolaze kroz 4 cilindra gdje se savijaju do zadane vrijednosti zakrivljenosti.
- Daljnja obrada: Nakon savijanja, zakrivljeni limovi se pomiču dizalicom do platforme gdje se na njih zavaruju preostali elementi potrebni za konstrukciju.

Ovaj stroj olakšava proces izrade kompleksnih oblika koji su česti u dizajnu brodova, omogućujući brzu i kvalitetnu proizvodnju komponenti koje se moraju precizno saviti kako bi zadovoljile konstrukcijske zahtjeve. Stroj je pogodan za rad s velikim i debelim čeličnim limovima, što ga čini idealnim za brodogradnju gdje su potrebni veliki i precizno savijeni dijelovi brodskih struktura.

Dizalice u radionici za obradu limova i profil

U hali za obradu limova i profila instalirane su četiri dizalice kako bi se efikasno rukovalo različitim vrstama teret:

- Portalne dizalice (2 komada):
 - Kapacitet: Svaka od 25 tona.
 - Namjena: Ovaj tip dizalice je idealan za radove unutar hale, pogotovo za pokretanje manjih do srednjih panela, mikropanela, i profila od jedne radne stanice do druge.
- Dizalica s kapacitetom od 40 tone:
 - Kapacitet: 40 tone.
 - Namjena: Primjerena za teže limove ili sklopove koji zahtijevaju veći podizni kapacitet, ali nisu toliko veliki kao trodimenzionalne sekcije. Može biti korisna za utovar i istovar težih komponenti ili za njihovo premještanje unutar radionice.
- Dizalica s kapacitetom od 50 tona:
 - Kapacitet: 50 tona.
 - Namjena: Ova najjača dizalica se koristi na kraju panel linije za podizanje i premještanje gotovih panela ili većih trodimenzionalnih sekcija koje su već zavarene i spremne za transport ili daljnju montažu. Njena velika nosivost omogućava rad s najtežim strukturama.

Odabir dizalica:

- Pri odabiru dizalice, važno je uzeti u obzir najveću moguću težinu sekcija koje se proizvode.
- Faktor sigurnosti: Uvijek se uzima u obzir faktor sigurnosti, što znači da se često odabire dizalica s većim kapacitetom nego što je apsolutno potrebno, kako bi se osigurala sigurnost tijekom operacija podizanja.

Distribucija funkcija:

- Dizalice manjih kapaciteta koriste se za rutinske operacije podizanja i premještanja limova i profila na različite strojeve, kao i za smještanje materijala u privremeno skladište prije daljnje obrade.
- Dizalica od 50 tona je ključna za konačnu fazu obrade, gdje se veliki i teški paneli i sekcije trebaju podići i premjestiti na transporter za daljnji transport ili skladištenje.

Plazma rezač:

Plazma rezači rade na principu termičkog rezanja gdje se metal topi zbog visoke temperature:

- Metoda: Koristi toplinu da metal otopi.
- Plazma: Stvara se ionizacijom komprimiranog zraka ili dušika, stvarajući visokotlačni mlaz plazme kada se zrak ionizira elektroda.
- Rezanje: Kada luk plazme dodirne metal, toplina plazme uzrokuje topljenje metala.

U radionici za obradu limova i profila, koriste se plazma rezači za precizno rezanje limova prema potrebama brodogradnje.



Slika 5.3.1 Plazma rezač

6. Radionica male predmontaže

Radionica male predmontaže fokusirana je na spajanje manjih elemenata u sklopove:

- Lokacija i veličina:
 - Smještena pored radionice za obradu limova i profila

Tablica 6.1 Dimenzije radionice male predmontaže

| Dimenzija [m] | Radionica male predmontaže |
|---------------|----------------------------|
| Dužina | 50 |
| Širina | 50 |
| Visina | 12 |

- Proces predmontaže:
 - Limovi i profili nakon predobrade se podižu dizalicom i stavljaju na valjkaste transportere koji vode u halu male predmontaže.
 - Limovi se zatim iskrcavaju na platformu unutar hale.
 - Automatska mikropanel linija koristi se za izradu mikropanela.
 - Ručna obrada i izrada mikropanela vrši se na odvojenom prostoru unutar hale.
- Oprema u radionici:
 - Valjkasti transporter: Istih specifikacija kao i u ostalim radionicama.
 - Platforme za ručnu predmontažu: Za ručnu izradu i zavarivanje manjih elemenata.
 - Uređaji za zavarivanje: Za spajanje elemenata.
 - Stroj za savijanje limova: Za savijanje limova potrebnih za mikropanele.
 - Mikropanel linija: Automatizirana linija za izradu mikropanela.

- Mosne dizalice: Dvije dizalice kapaciteta 20 tona, iste specifikacije kao i u radionici obrade limova i profila.

Ova radionica je dizajnirana da olakša brzu i preciznu montažu manjih elemenata, omogućujući efikasnu i kvalitetnu izradu sklopova prije nego što se upute u veće montažne procese.

Proces zavarivanja

Kod zavarivanja u brodogradnji, posebice u fazi predmontaže, zavarivač mora biti vrlo pažljiv:

- Provjera pozicioniranja: Zavarivač mora precizno provjeriti kako bi osigurao da su elementi pravilno postavljeni i usmjereni prije zavarivanja. Svaka pogreška u pozicioniranju može dovesti do problema u strukturalnom integritetu ili funkcionalnosti proizvoda.
- Greške u zavarivanju:
 - Ako je element pogrešno zavaren, mora se odstraniti, što obično znači:
 - Uklanjanje zavara: Nije uvijek jednostavno odstraniti zavar, posebice ako je već očvrstnuo.
 - Ponovna obrada: Lim mora biti ponovno obrađen na mjestu gdje je bio zavar, što može uključivati brušenje ili druge metode za uklanjanje oštećenog materijala.
 - Ponovno zavarivanje: Nakon što je lim ponovno pripremljen, potrebno je ponovno izvršiti zavarivanje, što znači dodatno vrijeme i rad.
- Troškovi:
 - Svaki ponovni postupak zavarivanja povećava vremenske troškove, jer zavarivač mora potrošiti dodatni sati na ispravljanje grešaka.
 - Također, povećava se potrošnja materijala kao što su zavarni štapići ili žica, i energije, što dodatno pridonosi ukupnim troškovima proizvodnje.

Zbog toga je u brodogradnji i sličnim industrijama ključno da se zavarivanje izvodi ispravno prvi put, jer popravci ne samo da su vremenski zahtjevniji nego i financijski nepovoljniji.

Metode zavarivanja u radionici:

- Ručno zavarivanje: Koristi se uređaj kao što je za klasično ručno zavarivanje.
- Robotsko zavarivanje:
 - Robotska ruka se koristi za zavarivanje u posebno određenom prostoru pored platforme za obradu i odlaganje limova.
 - Radni postupak:
 - Elementi se postavljaju na željena mjesta gdje se trebaju zavariti.
 - Zavarivač upravlja robotskom rukom pomoću daljinskog upravljača ili preko računalnog sučelja za točno i precizno zavarivanje.

Prednosti robotskog zavarivanja:

- Kvaliteta zavara: Robotska ruka može postići konzistentniju kvalitetu zavara zbog preciznosti pokreta i kontroliranih parametara zavarivanja.
- Efikasnost:
 - Senzor za praćenje šavova: Automatizirano praćenje linije zavara omogućava brže zavarivanje, smanjujući potrebu za ručnim prilagodbama.

Mikropanel linija

Opis:

- Lokacija: Unutar radionice za obradu limova i profila.
- Namjena: Mikropanel linija služi za ubrzanje proizvodnje i postizanje kvalitetnijeg zavara, slično panel i profil linijama.

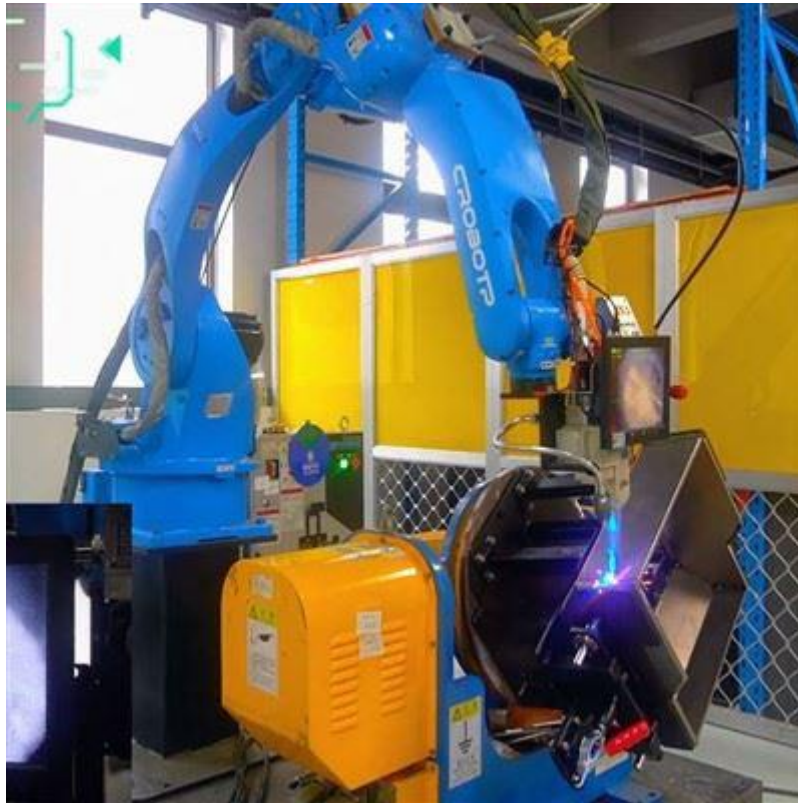
Prednosti:

- Povećanje kapaciteta proizvodnje: Korištenjem mikropanel linije omogućava se efikasnija proizvodnja mikropanela.
- Kvaliteta: Automatizirano zavarivanje osigurava visoku kvalitetu zavarenih spojeva.

Proizvodni proces:

- Konstrukcija: Mikropaneli su nepomični tijekom zavarivanja.

- Zavarivanje: Uređaji za zavarivanje se kreću duž linije na trakama, zavarujući elemente mikropanela redom.



Slika 6.1 Robotska ruka za zavarivanje

Proces na mikropanel liniji:

1. Privarivanje profilova:
 - Radnik uz pomoć robotske ruke privaruje profile na označena mjesta na mikropanelima. Ovo se radi na svim mikropanelima koji su postavljeni u niz.
2. Programiranje zavarivanja:
 - Sve potrebne informacije za zavarivanje panela unose se u upravljačku jedinicu.
3. Pokretanje portala:
 - Portal opremljen robotskim rukama premješta se po tračnicama do početka linije, pritom skenirajući položaj limova.
4. Određivanje pozicije:
 - Robotske ruke koriste dodirne senzore za precizno određivanje pozicija limova.

5. Zavarivanje:

- Više robotskih ruku izvodi zavarivanje, omogućavajući da se svaki element zavari zasebno ili obostrano za ubrzanje procesa.

6. Održavanje i čišćenje:

- Nakon zavarivanja svakog elementa, žica za zavarivanje se automatski odreže.
- Robotska ruka se očisti na ugrađenom čistaću kako bi bila spremna za sljedeći ciklus zavarivanja.

7. Transport:

- Završeni mikropaneli se podižu dizalicom i stavljaju na platformu gdje se čekaju prijevoz u sljedeću halu.

8. Nadzor:

- Kroz cijeli proces, prisutan je radnik koji prati rad mikropanelske linije, osiguravajući pravilan tijek proizvodnje i brzu intervenciju u slučaju bilo kakvih neregularnosti.

7. Radionica predmontaže i montaže

- Faza proizvodnje: Nakon što su paneli i mikropaneli izrađeni, dolazi do izrade trodimenzionalnih sekcija u hali predmontaže.

Tablica 7.1 Dimenzije radione predmontaže

| Dimenzija [m] | Radiona predmontaže |
|---------------|---------------------|
| Dužina | 100 |
| Širina | 50 |

Oprema i sustavi u hali predmontaže omogućuju rad na većim strukturama, spajajući ranije izrađene dijelove u veće sekcije koje će kasnije biti integrirane u izgradnju broda.

Proces u radionici predmontaže:

1. Odlaganje i transport panela i mikropanela:
 - Paneli i mikropaneli se odlože na platformu.
 - Prvi način prijevoza: Kroz vrata hale s velikim transporterima, gdje se panel podigne mosnom dizalicom i položi na platformu.
 - Drugi način prijevoza: Koristi vanjsku dizalicu. Otvara se krov radionice, panel se podigne i spusti na platformu.
2. Priprema za zavarivanje trodimenzionalnih sekcija:
 - Provodi se kontrola sigurnosnih mjera, provjera nacrt, pozicija zavarivanja, i priprema materijala i alata.
 - Paneli se podižu i stavljaju na platformu za zavarivanje u obrnutom položaju (paluba okrenuta prema tlu) za lakše zavarivanje.
3. Zavarivanje:
 - Koriste se mosne dizalice za okretanje panela.
 - Zavarivanje ostalih elemenata trupa.

4. Montaža sekcija:

- Trodimenzionalne sekcije se pomiču na konačnu platformu za montažu gdje se spajaju u konačnu sekciju broda.
- Inspekcija kvalitete zavora koristi laserski ultrazvuk za preciznost bez razaranja.

5. Izvlačenje kompletnih sekcija:

- Prvi način: Sekcije se podižu mosnom dizalicom kapaciteta 100 tona i stavljaju na transporter za daljnji prijevoz.
- Drugi način: Sekcije se podižu vanjskom dizalicom kroz otvor na krovu i postavljaju se na transporter.

Oprema u radionici predmontaže i montaže:

1. Mobilna lučka dizalica - Za podizanje i premještanje teških i velikih sekcija broda.
2. Platforma za odlaganje obrađenih panela i mikropanela - Mjesto gdje se privremeno odlažu paneli i mikropaneli prije daljnje obrade.
3. Platforma za zavarivanje i međuskladišta - Dizajnirana za zavarivanje panela i elemenata u trodimenzionalne sekcije. Privremeno skladište za elemente koji čekaju daljnju obradu ili montažu.
4. Platforma za montažu - Gdje se spajaju manje sekcije u veće strukture broda.
5. Skladište alata za obradu limova - Za čuvanje opreme i alata potrebnih za obradu i zavarivanje.
6. Uređaj za inspekciju zavora - Koristi se laserski ultrazvuk za provjeru kvalitete zavarenih spojeva.

8. Površina za odlaganje ukрупnjenih sekcija

Lokacija:

- Nalazi se u blizini suhих dokove.

Namjena:

- Prostorni kapacitet za privremeno čuvanje velikih sekcija broda nakon što su završene i prije njihovog konačnog ugrađivanja na brod.

Proces:

- Prijevoz: Sekcije se transporterom prevoze iz hale za montažu do ove površine za odlaganje.
- Kontrola kvalitete: Prije prenošenja na navoz, vrši se kontrola kvalitete sekcija kako bi se osiguralo da su sve specifikacije ispunjene i da je kvaliteta zavara i obrade na zadovoljavajućem nivou.

Dimenzije:

Tablica 8.1 Dimenzija površine za odlaganje ukрупljenih sekcija

| Dimenzija [m] | Površine za odlaganje ukрупljenih sekcija |
|---------------|---|
| Dužina | 200 |
| Širina | 150 |

Ova površina je ključna za održavanje efikasnog logističkog procesa u brodogradnji, omogućujući organizirano i sigurno čuvanje velikih struktura prije nego što se ugrade u brod, te omogućava zadnju provjeru prije finalnog montažnog procesa.

- Oprema:
 - Dizalice: portalna dizalica kapaciteta 400 tona,
- Namjena opreme:

- Podizanje i spuštanje: Dizalica je korištena za manipulaciju velikim, sklopljenim sekcijama broda, omogućujući njihovo efikasno i sigurno postavljanje na odlagalište ili prenošenje na navoz za daljnju montažu.

9. Suhi dok

Brodogradilište će raspolagati sa dva suha doka istih dimenzija. Dimenzija doka omogućuju remont ili izgradnju jednog većeg ili dva manja broda istovremeno u svakom doku. Suhi dokovi smješteni su na kopnu što omogućuje vrlo lak i siguran pristup za plovilo, bez obzira o vremenskim prilikama. Blizina svih potrebnih priključaka, te relativno jednostavan i siguran postupak spuštanja plovila u more. Svaki suhi dok ima poratnu dizalica kapaciteta 800 t. [14]

Tablica 9.1 Dimenzije suhog doka

| Dimenzija [m] | Suhi dok |
|---------------|----------|
| Dužina | 300 |
| Širina | 80 |

10. Bravarska radionica

Dimenzija:

Tablica 10.1 Dimenzije Bravarske i limarske radionice

| Dimenzija [m] | Bravarska i limarska radionica |
|---------------|--------------------------------|
| Dužina | 50 |
| Širina | 50 |

Namjena:

- Ova radionica je namijenjena za proizvodnju različitih metalnih elemenata poput okana, prozora, elemenata za vez, metalnih vrata, ventilacijskih sustava, metalnih ormara i slično. Osim toga izvoditi će se i popravci na postojećim bravarskim konstrukcijama. Bravarska radionica dobavlja materijal direktno iz skladišta.

Specijalizacije u radu:

- Bravarski radovi: Uključuju izradu montažne opreme od limova većih debljina.
- Limarski radovi: Koncentrirani su na obradu tanjih limova,.

Oprema:

1. Hidrauličke škare za rezanje limova:
 - Za precizno rezanje ravnih i krivih linija na limovima.
2. Stroj za savijanje limova:
 - Služi za savijanje i oblikovanje limova u različite oblike.
3. Radijalna bušilica:
 - Omogućava bušenje na većim udaljenostima od središta, korisna za veće radne površine.
4. Valjak:
 - Koristi se za savijanje limova u cilindrične ili konusne oblike.

5. Plazma rezačica:

- Za termičko rezanje metala pomoću plazma luka.

6. Uređaji za zavarivanje:

- Razni uređaji za spajanje metalnih dijelova zavarivanjem.

7. Dizalica:

- Za podizanje i premještanje teških ili velikih metalnih elemenata unutar radionice.

Ova oprema omogućava punu funkcionalnost radionice, od rezanja i oblikovanja do završne obrade metalnih dijelova.[15]

11. Radionica za izradu i obradu cijevi

Dimenzija:

Tablica 11.1 Dimenzije radionice za rezanje i oblikovanje cijevi

| Dimenzija [m] | Radionica za rezanje i oblikovanje cijevi |
|---------------|---|
| Dužina | 50 |
| Širina | 50 |

Namjena:

- Usmjerena je na izradu različitih tipova i veličina cijevi koje su ključne za brodske sustave, uključujući:
 - Cijevi za gorivo
 - Cijevi za mazivo
 - Cijevi za balastne vode
 - Cijevi za pitku vodu

Tipovi cijevi:

- Čelične cijevi: Koriste se zbog svoje čvrstoće i otpornosti na visoke pritiske i temperature.
- Cijevi iz obojenih metala: Mogu uključivati bakrene, aluminijske ili legure koje imaju posebne karakteristike kao što su dobra toplinska i električna provodljivost ili otpornost na koroziju.
- Plastične cijevi: Primjenjuju se zbog svoje fleksibilnosti, otpornosti na koroziju i lakoće instalacije, posebno u sustavima gdje težina i kemijska otpornost igraju važnu ulogu.

U ovoj radionici se vrši rezanje, savijanje, zavarivanje, i oblikovanje cijevi kako bi se odgovarale specifičnim potrebama broda, osiguravajući da svi sustavi funkcioniraju pravilno i efikasno.

Izrada cijevi:

1. Bešavne cijevi:

- Proces obuhvaća zagrijavanje velikih metalnih cilindara i bušenje sredine kako bi se formirala cijev bez šava.

2. Šavne cijevi:

- Uključuje zagrijavanje metalnih ploča, oblikovanje u cijev pomoću uređaja za valjanje, i zatim zavarivanje rubova kako bi se dobila cijev sa šavom.
- Nakon savijanja, cijev se uklanja iz stroja i prenosi na skladište.[16]

12. Električarska radionica

Dimenzije:

Tablica 12.1 Dimenzije električarske radionice

| Dimenzija [m] | Električarska radionica |
|---------------|-------------------------|
| Dužina | 30 |
| Širina | 30 |

Opis radova:

- Radionica se bavi različitim električarskim poslovima u skladu s instalacijom ostale brodske opreme, uključujući:
 - Montažu kablskih trasa
 - Sustav rasvjete
 - Rezanje i postavljanje kabela
 - Povezivanje i puštanje u rad električne opreme
 - Popravke i održavanje razvodnih ploča, sklopki, izolacija tijekom remonta

Oprema u radionici:

1. Ispitivač izolacije: Za provjeru izolacije električnih uređaja.
2. Multimetar: Za mjerenje napona, otpora, struje i drugih električnih parametara.
3. Ispravljač struje i napona: Za konverziju izmjenične struje u jednosmjerne tokove i reguliranje napona.
4. Stroj za namatanje žice: Korišten za navijanje žice oko elektromagnetskih jezgra, što je važno za izradu i popravak elektromotora.

Ova oprema omogućava radionici da obavlja svoj opseg poslova, od montiranja i testiranja do popravka električne opreme.

13. Mehanička radionica

Dimenzija:

Tablica 13.1 Dimenzije mehaničke radionice

| Dimenzija [m] | Mehanička radionica |
|---------------|---------------------|
| Dužina | 40 |
| Širina | 60 |

Namjena:

- Proizvodnja velikih konstrukcijskih elemenata kao što su:
 - Statve
 - Temelji
 - Veliki ventili
 - Mehanički prijenosnici
- Postavljanje glavnih i pomoćnih mehaničkih strojeva.

Oprema:

- Tokarski strojevi: Za obradu cilindričnih površina.
- Glodalice: Za izradu profila i oblikovanje komponenti.
- Plinski rezači: Za termičko rezanje metala.
- Uređaji za zavarivanje: Slično kao u ostalim radionicama unutar brodogradilišta.

Dizalica:

- Kapacitet podizanja: 10 tona.
- Specifikacije su iste kao kod dizalice u radionici za izradu cijevi.

Radne platforme:

- Tri platforme za rad na velikim konstrukcijskim elementima, dimenzija svake 10x10 metara.

Postupak:

- Oprema se uglavnom izrađuje u radionici, a zatim se montira na brodu.

Mehanička radionica je ključna za izradu i montažu mehaničkih komponenti koje su neophodne za operativnost broda, osiguravajući da sve mehaničke instalacije budu izvedene s visokim standardima kvalitete i preciznosti.

Oprema u mehaničkoj radionici:

1. Tokarski stroj:

- Koristi se za obradu cilindričnih površina, izradu osovina, vretena i drugih rotacionih komponenti.

2. Glodalica:

- Namijenjen za izradu profila, zupčanika, i drugih složenih oblika u metalu.

3. Stroj za bušenje cilindra:

- Specijaliziran za bušenje velikih ili preciznih otvora u cilindričnim komponentama.

4. Tračna pila:

- Koristi se za rezanje metala, često za pripremu ili finalno oblikovanje velikih komada materijala.

5. Stroj za rezanje limova:

- Može uključivati razne tehnike rezanja kao što su plazma, laser, ili termičko rezanje za oblikovanje limova različitih debljina.

6. Uređaji za zavarivanje:

- Raznovrsni zavarni aparati za spajanje metalnih komponenti, s funkcijama kao što su MIG/MAG, TIG, itd.

Ova oprema omogućava mehaničkoj radionici da obavlja širok spektar poslova, od izrade preciznih dijelova do montaže većih struktura, što je ključno za brodogradnju.

14. Oprema obala

Lokacija:

- Nalazi se na južnoj strani brodogradilišta, u blizini radionice za izradu cijevi.

Dimenzije:

- Duljina: 300 metara

Dubina mora:

- Ispred opremne obale mora je duboko 22 metara.

Oprema obala je ključna za efikasan utovar i istovar materijala, opreme i komponenti koje su prevelike ili teške za prijevoz drugim putevima, omogućujući pristup brodovima za izvođenje ovih operacija.

Namjena:

- U projektnom brodogradilištu, plan je da se brod kompletno opremi na navozu (dok je na suhom). Međutim, ako je potrebno brod opremiti naknadno nakon što je porinut u more, koristi se oprema obala.
- Osim za opremanje, obala se koristi i za dopremanje neophodnih materijala za gradnju broda, kao što su oprema i čelik.

Oprema:

- Na obali su smještene dvije dizalice s podiznim kapacitetom od 400 tona svaka, što omogućava manipulaciju s velikim i teškim komponentama koje su neophodne za opremanje broda.[17]

15. Tok materijala

Tok materijala u brodogradilištu počinje u glavnom skladištu materijala, gdje se skladišti sav potreban materijal koji se sortira prema debljini, vrsti... Materijal se pomoću viljuškara, dizalica i valjkastih transportera ukrcava na transportere koji dio materijala odvozi u bravarske, električarske i cjevarse radiona, dok se dio limove i profila odvozi u radionicu predobrade materijala. U radionici predobrade limovi i profili prolaze kroz liniju za ravnanje i pjeskarenje. Nakon predobrade limovi i profili se transportiraju u radionicu za obradu. U radionici za obradu limovi i profili se pomoću mosne dizalice odvajaju na panel i profil liniju. Limovi i profili se dodatno obrađuju, oblikuju, režu na potrebne dimenzije. Obrađeni limovi i profili odlažu se na predviđeni prostor. limovi idu u radionicu male predmontaže. Radionica male predmontaže jest površina gdje se pomoću dizalice postavljaju limovi sklopova. Svaki lim ima svoju oznaku i položaj gdje se navaruju profili. Nakon izrade panela i mikropanela elementi idu u halu predmontaže i montaže gdje se slijedi izrada trodimenzionalnih sekcija. Trodimenzionalne sekcije se nakon zavarivanja pomiču mosnom dizalicom na platformu za platformu za montažu, gdje se manje trodimenzionalne sekcije spajaju u konačnu sekciju broda. Kada je sekcija gotovo vrši se kontrola zavora, ako je sve u redu sekcije se pomoću dizalice utovaraju na transportere koji odvoze sekciju na bojanje i sačmarenje. Osušene sekcije se prevoze na površinu za odlaganje sekcija ili po potrebi direktno u suhi dok gdje se sekcije spajaju i ukrupljuju. Nakon svakog spajanja sekcija vrši se ispitivanje spojeva i zavora, te kada su rezultati zadovoljavajući spajanje se nastavlja. Tok materijala je vrlo bitan jer se dobrim rasporedom može uštedjeti puno vremena, novaca i radnicima olakšati posao.[18]

16. Radna snaga

Organizacija radne snage je složen proces u kojem moramo u obzir uzet mnogo čimbenika kao što su obujam i složenost posla, dostupnost i raspoloživost tehnikom i alatima. Moramo paziti da broj ljudi u administraciji i broj ljudi u pogonu bude dobro izbalansiran. Ukoliko je prostor rada ograničen, moguće je podijeliti ljude u smjene kako bi rad bio neprekidan. Bitan faktor je prognoza obujma posla koja uključuje procjenu volumena i vrste posla koji će morati biti obavljen u budućnosti kako ne bi došlo do kršenja rokova i dodatnih penala. U sljedećim tablicama je uzeta situacija rada brodogradilišta sa punim obujmom posla. Isto tako rad će se odvijati u jednoj smjeni, te se radnici neće prebacivati iz jedne u drugu radionu već će biti na fiksnoj poziciji. Tablice su podijeljene po mjestu rada i poziciji.

Tablica 16.1 Broj radnika u glavnom skladištu

| Glavno skladište | | |
|------------------|------------------|------|
| Pozicija | Mjesto rada | Broj |
| Voditelj | Glavno skladište | 1 |
| Viljuškarista | Glavno skladište | 4 |
| Skladištari | Glavno skladište | 10 |
| Dizaličar | Glavno skladište | 1 |

Tablica 16.2 Broj radnika u radionici predobrade profila i limova

| Radionica predobrade profila i limova | | |
|---------------------------------------|-----------------------|------|
| Pozicija | Mjesto rada | Broj |
| Voditelj | Radionica | 1 |
| Viljuškarista | Radionica | 4 |
| Operateri strojeva | Linija za ravananje | 2 |
| Operateri strojeva | Linija za pjeskarenje | 2 |
| Operateri komore | Komora za pjeskarenje | 2 |
| Operateri komore | Komora za bojanje | 2 |
| Pomoćni radnici | Radionica | 6 |

Tablica 16.3 Broj radnika u radionici obrade profila i limova

| Radionica obrade profila i limova | | |
|-----------------------------------|---------------------|------|
| Pozicija | Mjesto rada | Broj |
| Voditelj | Radionica | 1 |
| Dizaličar | Dizalica | 2 |
| Operateri strojeva | Panel linija | 8 |
| Operateri strojeva | Profil linija | 8 |
| Operateri strojeva | Linija za savijanje | 4 |
| Pomoćni radnici | Radionica | 6 |
| Operateri strojeva | Plazma rezač | 4 |

Tablica 16.4 Broj radnika u radionici male predmontaže

| Radionica male predmontaže | | |
|----------------------------|-----------------------|------|
| Pozicija | Mjesto rada | Broj |
| Voditelj | Radionica | 1 |
| Dizaličar | Dizalica | 2 |
| Bravari(varioci,brusači) | Radionica | 12 |
| Operateri strojeva | Valjkasti transporter | 1 |

Tablica 16.5 Broj radnika u hali za predmontažu i montažu

| Hala za predmontažu i montažu | | |
|-------------------------------|-------------|------|
| Pozicija | Mjesto rada | Broj |
| Voditelj | Radionica | 1 |
| Dizaličar | Dizalica | 3 |
| Kontrolor | Radionica | 1 |
| Bravari | Radionica | 20 |
| Pomoćni radnici | Radionica | 6 |
| Vozač | Transporter | 3 |

Tablica 16.6 Broj radnika u hali za odlaganje ukrupljenih sekcija

| Hala za odlaganje ukrupljenih sekcija | | |
|---------------------------------------|-------------|------|
| Pozicija | Mjesto rada | Broj |
| Voditelj | Hala | 1 |
| Dizaličar | Dizalica | 2 |
| Pomoćni radnici | Radionica | 4 |

Tablica 16.7 Broj radnika na suhom doku

| Suhi Dok | | |
|-----------------|-------------|------|
| Pozicija | Mjesto rada | Broj |
| Voditelj | Brod | 1 |
| Dizaličar | Dizalica | 2 |
| Varioci | Brod | 8 |
| Električar | Brod | 8 |
| Cjevvari | Brod | 8 |
| Pomoćni radnici | Brod | 6 |
| Brodomonteri | Brod | 12 |
| Pituri | Brod | 8 |

Tablica 16.7 Broj radnika u bravarskoj radionici

| Bravarska radiona | | |
|-------------------|-------------|------|
| Pozicija | Mjesto rada | Broj |
| Voditelj | Radiona | 1 |
| Bravari | Radiona | 12 |
| Pomoćni radnici | Radionica | 2 |
| Dizaličar | Dizalica | 1 |

Tablica 16.8 Broj radnika u radioni za izradu i obradu cijevi

| Radiona za izradu i obradu cijevi | | |
|-----------------------------------|-------------|------|
| Pozicija | Mjesto rada | Broj |
| Voditelj | Radiona | 1 |
| Cjevar | Radiona | 12 |
| Brusači | Radionica | 2 |
| Bravari | Radionica | 6 |

Tablica 16.9 Broj radnika u električarskoj radionici

| Električarska radiona | | |
|-----------------------|-------------|------|
| Pozicija | Mjesto rada | Broj |
| Voditelj | Radiona | 1 |
| Električari | Radiona | 12 |
| Dizaličar | Dizalica | 1 |

17. Zaključak

Brodogradnja je složen proces koji zahtijeva ne samo tehničko znanje već i pažljivo planiranje svih aspekata proizvodnje. Ovaj diplomski rad usmjerava se na konceptualni projekt brodogradilišta, istražujući kako optimalno organizirati i funkcionirati takav kompleks.

Prvo, provedena je temeljita analiza tržišta, koja je odredila potrebe i mogućnosti za brodogradilište, što je bilo ključno za izbor njegove lokacije. Lokacija je odabrana uzimajući u obzir pristupne plovne puteve, dostupnost sirovina, demografske faktore kao što je radna snaga, klimatske uvjete koji mogu utjecati na rad, te karakteristike terena, obale i podmorja koje su izuzetno važne za uspješnost brodogradilišta.

Dalje, rad definira raspored i funkcionalnosti glavnog skladišta čeličnog materijala, što je središte za opskrbu sirovinama. Slijede radionice za predobradu i obradu materijala, gdje se definira specifikacija opreme i procesi obrade, od panel i profil linija do specijaliziranih strojeva kao što je stroj za savijanje limova. Radionice male predmontaže i predmontaže su ključne za učinkovitu montažu brodskih dijelova.

Posebna pozornost posvećena je površinama za odlaganje ukрупnjenih sekcija i suhom doku, koji su neophodni za montažu i konačnu izgradnju broda. Također, specijalizirane radionice za bravarske i limarske poslove, oblikovanje i rezanje cijevi, pocinčavanje, bojanje, te električarske i mehaničke radove osiguravaju da svi aspekti brodogradnje budu pokriveni.

Na kraju, opremljena obala služi kao logistički centar za utovar i istovar materijala, što je ključno za efikasnost cjelokupnog procesa.

Ovaj rad pruža detaljan pregled potrebnih koraka i strategija za uspostavu funkcionalnog i učinkovitog brodogradilišta, naglašavajući važnost pažljivog planiranja i analize da bi se osigurala dugoročna održivost i konkurentnost u brodogradilišnoj industriji.

Literatura

- [1] <https://brsshipbrokers.com/news/title-china-s-shipbuilding-industry-in-2024> , s Interneta , 10. rujna 2024
- [2] <https://maritime-executive.com/article/china-dominates-shipbuilding-in-2024-booking-three-quarters-of-orders> , 12. rujna 2024
- [3] prof. dr. sc. Tin Matulja, Nastavni materijal, 16. rujna 2024
- [4] Dalian. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2024. , <https://www.enciklopedija.hr/clanak/dalian> , 18. rujna 2024
- [5] Kina. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2024. , <https://enciklopedija.hr/clanak/kina> , 20. rujna 2024
- [6] <https://www.ceicdata.com/en/indicator/china/crude-oil-production> , 22. rujna 2024
- [7] Laura Silver , Christine Huang , <https://www.ceicdata.com/en/indicator/china/crude-oil-production> , 24. rujna 2024
- [8] <https://www.ceicdata.com/en/indicator/china/gdp-per-capita> , 25. rujna 2024
- [9] C. Martin Wilbur , Cho-yun Hsu , <https://www.britannica.com/place/China/Relief> , 30. rujna 2024
- [10] <https://www.worldweatheronline.com/dalian-weather-averages/liaoning/cn.aspx> , 2. listopada 2024
- [11] The Editors of Encyclopædia Britannica , <https://www.britannica.com/place/Dalian> , 10. listopada 2024
- [12] Hadžić,N.: Tehnologija brodogradnje 3, 2019 , 13. listopada 2024
- [13] <https://www.anebon.com/hr/sheet-metal-fabrication-service/> , 15. listopada 2024
- [14] Marine insight: “Dry dock”, <https://www.marineinsight.com/> , 20. listopada 2024
- [15] prof. dr. sc. Tin Matulja, predavanje s Merlina iz kolegija “Osnivanje brodogradilišta” , 25. listopada 2024
- [16] https://zoranpericsplit.weebly.com/uploads/1/2/4/9/12491619/cjevarski_radovi.pdf , 26. listopada 2024

[17] Zoran Perić , Osnove brodogradnje 2014.

https://zoranpericsplit.weebly.com/uploads/1/2/4/9/12491619/zoran_peric_skripta_osnove_br odogradnje_industrijska_%C5%A1kola_split.compressed.pdf , 27.listopada. 2024

[18] <https://tehnika.lzmk.hr/tehnickaenciklopedija/brodogradiliste.pdf> , 30.listopada . 2024

Prilozi

1. Opći plan brodogradilišta
2. Tok materijala
3. Presjek radionica

Popis slika

1. Slika 2.1 Lokacija Daliana u Kini , <https://www.google.com/maps> , 3.9.2024
2. Slika 1.2 Lokacija Brodogradilišta u Dalianu , <https://www.google.com/maps> , 3.9.2024
3. Slika 2.1.1 Prikaz plovnih puteva u Svijetu , <https://www.marinetraffic.com/en/ais/home/centerx:-12.0/centery:25.0/zoom:4> , 5.9.2024
4. Slika 2.3.1 Reljef grada Dalian , <https://fr-be.topographic-map.com/map-fwt9zs/Dalian/> , 6.9.2024
5. Slika 3.1 Valjkasti transporter , <https://www.gcsroller.com/hr/belt-conveyor/> , 7.9.2024
6. Slika 5.3.1 Plazma rezač , <https://hr.laser-cutter-machine.com/1300x2500mm-cnc-plasma-metal-cutter-with-low-cost-used-cnc-plasma-cutting-machines.html> , 7.9.2024
7. Slika 6.1 Robotska ruka za zavarivanje , <https://ba.laserdemark.com/laser-welding-machine/robotic-laser-welding-machine/1000w-4000w-automatic-6-axis-robot-arm-fiber.html> , 9.9.2024

Popis grafikona

1. Grafikon 1.1 Broj brodograđenih kompanija u Kini :

<https://www.statista.com/statistics/1064333/china-number-of-companies-in-shipbuilding-industry/> preuzeto 01.09.2024 – prilagodio autor

2. Grafikon 2.1 Proizvodnja električne energije :

<https://www.statista.com/statistics/265235/oil-consumption-in-china-in-thousand-barrels-per-day/> ,preuzeto 01.09.2024 – prilagodio autor

3. Grafikon 2.2 Potrošnja nafte u Kini tijekom godina:

<https://www.statista.com/statistics/224757/hydroelectric-power-generation-in-china/>, preuzeto 01.09.2024 – prilagodio autor

4. Grafikon 2.3 Broj radnika u CSIC kompaniji:

<https://www.statista.com/statistics/448869/steel-production-volume-in-china/>,preuzeto 01.09.2024 – prilagodio autor

Popis tablica

1. Tablica 3.1 Dimenzije glavnog skladišta , izradio autor
2. Tablica 4.1 Dimenzije radionice za predobradu limova i profila , izradio autor
3. Tablica 5.1 Dimenzije radione za obradu limova i profila , izradio autor
4. Tablica 5.3 Dimenzije platforme za odlaganje limova i profila , izradio autor
5. Tablica 6.1 Dimenzije radione male predmontaže , izradio autor
6. Tablica 7.1 Dimenzije radione predmontaže , izradio autor
7. Tablica 8.1 Dimenzija površine za odlaganje ukrupljenih sekcija , izradio autor
8. Tablica 9.1 Dimenzije suhog doka , izradio autor
9. Tablica 10.1 Dimenzije Bravarske i limarske radionice , izradio autor
10. Tablica 11.1 Dimenzije radione za rezanje i oblikovanje cijevi , izradio autor
11. Tablica 12.1 Dimenzije električarske radione , izradio autor
12. Tablica 13.1 Dimenzije mehaničke radione, izradio autor
13. Tablica 16.1 Broj radnika u glavnom skladištu , izradio autor
14. Tablica 16.2 Broj radnika u radionici predobrade profila i limova , izradio autor
15. Tablica 16.3 Broj radnika u radionici obrade profila i limova , izradio autor
16. Tablica 16.4 Broj radnika u radionici male predmontaže , izradio autor
17. Tablica 16.5 Broj radnika u hali za predmongtažu i montažu , izradio autor
18. *Tablica 16.6 Broj radnika u hali za odlaganje ukrupljenih sekcija , izradio autor*
19. Tablica 16.7 Broj radnika na suhom doku , izradio autor
20. Tablica 16.7 Broj radnika u bravarskoj radionici , izradio autor
21. Tablica 16.8 Broj radnika u radioni za izradu i obradu cijevi , izradio autor
22. Tablica 16.9 Broj radnika u električarskoj radionici , izradio autor

Sažetak

Ovaj rad analizira lokaciju za brodogradilište, uzimajući u obzir ključne faktore kao što su plovni putevi, dostupnost sirovina, demografska struktura, klimatski uvjeti i specifičnosti terena. Tržišna analiza pruža osnovu za razumijevanje potreba i mogućnosti brodogradilišta. Struktura brodogradilišta uključuje radionice za obradu i montažu brodskih dijelova, skladištenje sekcija, specijalizirane radionice, te opremljenu obalu za logističke i operativne potrebe. Rad prikazuje tok materijala i raspored radne snage.

Ključne riječi: brodogradilište, lokacija, tržišna analiza, materijalni tok, radionice.

Summary

This paper analyzes the site for a shipyard, considering key factors like navigable routes, raw material availability, demographic structure, climatic conditions, and terrain specifics. The market analysis provides a foundation for understanding the shipyard's needs and possibilities. The shipyard layout includes workshops for the processing and assembly of ship parts, section storage, specialized workshops, and an equipped shore for logistics and operational needs. It depicts the flow of materials and workforce distribution.

Keywords: shipyard, location, market analysis, material flow, workshops.