

# IDEJNI PROJEKT MONTAŽNOG BRODOGRADILIŠTA NAJVIŠE TEHNOLOŠKE RAZINE

---

**Slavuj, Petar**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*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:190:509957>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-04**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
**TEHNIČKI FAKULTET**

Diplomski sveučilišni studij brodogradnje

Diplomski rad

**IDEJNI PROJEKT MONTAŽNOG BRODOGRADILIŠTA NAJVIŠE  
TEHNOLOŠKE RAZINE**

**CONCEPTUAL DESIGN OF ASSEMBLY SHIPYARD OF THE  
HIGHEST TECHNOLOGICAL LEVEL**

Rijeka, rujan 2023

Petar Slavuj

0069078942

SVEUČILIŠTE U RIJECI

**TEHNIČKI FAKULTET**

Diplomski sveučilišni studij brodogradnje

Diplomski rad

**IDEJNI PROJEKT MONTAŽNOG BRODOGRADILIŠTA NAJVIŠE  
TEHNOLOŠKE RAZINE**

**CONCEPTUAL DESIGN OF ASSEMBLY SHIPYARD OF THE  
HIGHEST TECHNOLOGICAL LEVEL**

Mentor: Prof. dr. sc. Tin Matulja

Rijeka, rujan 2023

Petar Slavuj

0069078942

**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
**TEHNIČKI FAKULTET**  
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKE ISPITE

Rijeka, 9. ožujka 2023.

Zavod: **Zavod za brodogradnju i inženjerstvo morske tehnologije**  
Predmet: **Osnivanje brodogradilišta**  
Grana: **2.02.04 tehnologija gradnje i održavanje plovnih i pučinskih objekata**

## ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Pristupnik: **Petar Slavuj (0069078942)**  
Studij: Sveučilišni diplomski studij brodogradnje  
Modul: Tehnologija i organizacija brodogradnje

Zadatak: **IDEJNI PROJEKT MONTAŽNOG BRODOGRADILIŠTA NAJVIŠE  
TEHNOLOŠKE RAZINE / CONCEPTUAL DESIGN OF ASSEMBLY SHIPYARD  
OF THE HIGHEST TECHNOLOGICAL LEVEL**

### Opis zadatka:


Metodom uspoređivanja (engl. Benchmarking method) izraditi idejni projekt brodogradilišta montažnog tipa. Izvršiti analizu i izbor lokacije novog brodogradilišta; izvršiti analizu i raščlambu osnovnih tokova materijala; izraditi strukturu radne snage, definirati dimenzije i organizaciju karakterističnih radionica i radnih površina, definirati i opisati transportna sredstva i osnovnu opremu brodogradilišta. Priložiti odgovarajuće nacрте, sheme, skice i slike.

Rad mora biti napisan prema Uputama za pisanje diplomskih / završnih radova koje su objavljene na mrežnim stranicama studija.



Zadatak uručen pristupniku: 20. ožujka 2023.

Mentor:



Prof. dr. sc. Tin Matulja

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:



Prof. dr. sc. Roko Dejhalla

# Izjava

Izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad prema zadatku preuzetog 20.ožujka 2023 godine. sukladno pravilniku o pisanju završnog rada Tehničkog fakulteta u Rijeci.

---

Petar Slavuj

# Zahvala

Ovim putem htio bih se zahvaliti svom mentoru Prof. dr. sc. Tinu Matulji na ukazanome povjerenju, uloženome trudi i razumijevanju prilikom izrade diplomskog rada.

Zahvalio bih se kolegama na društvu i pomoći tijekom godina.

Zahvalio bih se prijateljima na strpljenju.

Zahvalio bih se obitelji na razumijevanju i potpori tijekom studiranja.

I na kraju bih se htio zahvaliti Točki koja je uvijek bila moja najveća potpora i uzor od vrtića sve do magistra.

Hvala!

## **Sažetak**

U ovom radu provedena je benchmarking metoda uspoređivanja brodogradilišta 3. Maj sa idejnim projektom. Poblje je istražen i pojašnjen način određivanja lokacije brodogradilišta te analiza tržišta sa plovnim putevima, sirovinama, opskrbom energije, klimatskim karakteristikama, prometnom povezanosti i karakteristikama terena, obale i podmorja. U sklopu rada određene su dimenzije karakterističnih površina brodogradilišta, specifikacije opreme i transportna sredstva koja se koriste. Osim spomenutoga pojašnjen je kompletni tok materijala od glavnog skladišta crne metalurgije do navoza te je definirana i raspoređena radna snaga po radnim mjestima. Napravljen je nacrt općeg plana i toka materijala brodogradilišta te na samome kraju rada dano je osobno mišljenje autora na temu rada.

Ključne riječi: brodogradilište, tok materijala, radionice, hala

## **Summary**

In this paper, a benchmarking method is used to compare the shipyard 3. Maj with the conceptual shipyard project. The method of determining the location of the shipyard and the analysis of the market with waterways, raw materials, energy supply, climatic characteristics, traffic connections and characteristics of the terrain, coast and undersea were investigated and clarified in more detail. The paper also determines the dimensions of the characteristic areas of the shipyard, the specifications of the equipment and the means of transport that are used. In addition to the above, the complete material flow from the main warehouse to the slipway was clarified, and the workforce was defined and distributed by workplace. A draft of the general plan and material flow of the shipyard was made, and at the very end of the paper, the author's opinion on the topic of the work was given.

Keywords: shipyard, material flow, workshops, hall

# Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Benchmarking.....	3
2.1 Troškovi proizvodnje .....	4
2.2 Vrijeme izgradnje.....	5
2.3 Kvaliteta .....	5
3. Brodogradilište 3. Maj .....	6
4. Analiza tržišta .....	8
5. Lokacija brodogradilišta .....	10
6. Plovni putevi .....	13
7. Sirovine.....	15
8. Radna snaga.....	21
9. Opskrba energijom.....	23
10. Klimatske karakteristike .....	25
11. Prometna povezanost .....	27
12. Karakteristike terena, obale i podmorja .....	29
13. Glavno skladište čeličnog materijala .....	31
13.1 Portalna dizalica .....	32
13.2 Valjkasti transporter.....	33
13.3 Visoko podizni viljuškar .....	34
13.4 Postrani viličar.....	35
14. Radionica za predobradu limova i profila .....	36
14.1 Valjkasti transporteri.....	37
14.2 Stroj za ravnanje limova.....	37
14.3 Stroj za predgrijavanje, pjeskarenje i bojanje limova i profila .....	39
14.4 Komora za sačmarenje .....	40
14.5 Komora za bojanje .....	41
14.6 Ventilacija .....	42
14.7 Mosna dizalica .....	43
15. Radionica za obradu limova i profila .....	45
15.1 Panel linija .....	46
15.2 Profil linija .....	47
15.3 Stroj za savijanje limova.....	49
15.4 Dizalice .....	51
15.5 Plazma rezač .....	51



<b>16.</b>	<b>Radionica male predmontaže</b> .....	53
<b>16.1</b>	<b>Platforme za ručnu predmontažu</b> .....	53
<b>16.2</b>	<b>Uređaji za zavarivanje</b> .....	54
<b>16.3</b>	<b>Stroj za savijanje limova</b> .....	58
<b>16.4</b>	<b>Mikropanel linija</b> .....	58
<b>17.</b>	<b>Radionica predmontaže</b> .....	60
<b>17.1</b>	<b>Mobilna lučka dizalica</b> .....	61
<b>17.2</b>	<b>Platforma za odlaganje obrađenih panela i mikropanela</b> .....	63
<b>17.3</b>	<b>Platforma za zavarivanje</b> .....	63
<b>17.4</b>	<b>Platforma međuskladšta</b> .....	63
<b>17.5</b>	<b>Platforma za montažu</b> .....	63
<b>17.6</b>	<b>Skladište alata za obradu limova</b> .....	64
<b>17.7</b>	<b>Uređaj za inspekciju zavara</b> .....	64
<b>17.8</b>	<b>Mosne dizalice</b> .....	65
<b>17.9</b>	<b>Transporter</b> .....	66
<b>18.</b>	<b>AKZ radionica</b> .....	68
<b>18.1</b>	<b>Hala za sačmarenje</b> .....	69
18.1.1	Uređaj za sačmarenje .....	70
18.1.2	Vijčani zračni kompresor .....	70
18.1.3	Uređaj za skupljanje sačme .....	71
<b>18.2</b>	<b>Hala za bojanje</b> .....	71
18.2.1	Uređaj za bojanje .....	72
<b>18.3</b>	<b>Hala za sušenje</b> .....	73
<b>18.4</b>	<b>Aneksni dio hale</b> .....	73
<b>19.</b>	<b>Površina za odlaganje ukрупnjenih sekcija</b> .....	74
<b>20.</b>	<b>Navoz</b> .....	76
<b>21.</b>	<b>Bravarska i limarska radionica</b> .....	78
<b>21.1</b>	<b>Tarna pila</b> .....	79
<b>21.2</b>	<b>Hidrauličke škare za rezanje limova</b> .....	80
<b>21.3</b>	<b>Stroj za savijanje limova</b> .....	81
<b>21.4</b>	<b>Stupna bušilica</b> .....	81
<b>21.5</b>	<b>Radijalna bušilica</b> .....	82
<b>21.6</b>	<b>Valjak</b> .....	83
<b>21.7</b>	<b>Radionička brusilica</b> .....	84
<b>21.8</b>	<b>Dizalice</b> .....	85

<b>22.</b>	<b>Radionica za rezanje i oblikovanje cijevi .....</b>	<b>86</b>
22.1	Linija za izradu cijevi.....	87
22.2	Stroj za savijanje cijevi .....	88
22.3	Dizalice .....	89
22.4	Radionica za pocinčavanje i bojanje cijevi .....	90
22.4.1	Tankovi.....	91
22.5	Skladište cijevi .....	91
<b>23.</b>	<b>Skladište zapaljivog materijala .....</b>	<b>92</b>
<b>24.</b>	<b>Električarska radionica .....</b>	<b>94</b>
24.1	Ispitivač izolacije .....	95
24.2	Multimetar .....	96
24.3	Regulator napona .....	97
24.4	Ispravljač struje i napona .....	97
24.5	Stroj za namatanje zavojnica .....	98
24.6	Mosna dizalica .....	99
<b>25.</b>	<b>Mehanička radionica.....</b>	<b>100</b>
25.1	Tokarski stroj .....	101
25.2	Glodalica .....	102
25.3	Stroj za bušenje cilindra .....	103
25.4	Tračna pila .....	104
25.5	Stroj za rezanje limova .....	105
<b>26.</b>	<b>Opremna obala .....</b>	<b>106</b>
<b>27.</b>	<b>Proračun mase čelika i proizvodni plan brodogradilišta .....</b>	<b>107</b>
27.1	Empirijski proračun.....	107
27.2	Watsonova metoda računanja mase čelika .....	108
<b>28.</b>	<b>Tok Materijala.....</b>	<b>110</b>
<b>29.</b>	<b>Radna snaga.....</b>	<b>112</b>
29.1	Raspored radnika po radionicama .....	112
	<b>Zaključak .....</b>	<b>118</b>
	<b>Izvori.....</b>	<b>119</b>
	<b>Prilozi.....</b>	<b>121</b>
	Popis slika.....	121
	Popis tablica .....	124
	Popis grafikona.....	128
	Popis nacрта .....	128

## 1. Uvod

Brodogradilište je poduzeće koje gradi ili popravlja brodove u eksploataciji. Brodogradnja kao industrija proizvodi jedan od najzahtjevnijih i najkompleksnijih proizvoda današnjice. U prošlosti gradnja brodova bila je puno jednostavnija. Sve do srednjeg vijeka ne zna se mnogo o izgledu brodogradilišta. Nisu postojala kompleksna brodogradilišta za gradnju velikih brodova nego su ljudi počeli ploviti najprije na balvanima koji su se srušili u vodu, a kasnije sa jednostavnom konstrukcijom spojenih balvana u splav. S vremenom se pomoću jednostavnih kamenih alata počeli izdubljivati balvane kako bi sagradili kanue. Konstrukcije brodova bile su vrlo jednostavne sve do Egipćana. Oni su među prvim narodima koji su još 3800. godina prije Krista došli do spoznaje o gradnji brodova koji imaju neke osnovne crte današnjih brodova. Grci su već radili veće i kvalitetnije brodove kojima su plovili mediteranskim morem.

U srednjem vijeku brodovi su se radili u blizini šuma na morskoj obali ili ušćima rijeka na kosim diljevima. Do 17. stoljeća se gradnja brodova smatrala umjetnošću da bi se do kraja stoljeća počeli izrađivati nacrti i modeli po kojima bio se gradili brodovi. Počeli su se izrađivati nacrti i modeli prije gradnje stvarnog broda. Kraj stoljeća je obilježio i napredak u tehnologiji kao što je na primjer izrada šablone u stvarnom mjerilu i alata specijalne namjene. Osim napretka u tehnologiji počele su se pojavljivati i male specijalizirane radionice za izradu dijelova brodova. Tako su nastale prve male radionice za izradu dijelova broda. Drveni brodovi su se gradili sve do industrijske revolucije u kojoj se zbog dostupnosti materijala i tehnologije počinju graditi čelični brodovi koji zamjenjuju uloge velikih drvenih brodova. Drugi svjetski rat bitno je utjecao na proces gradnje brodova, prvenstveno zbog zahtjeva za brzom izgradnjom kvalitetnih brodova, te je posljedica rata nova reorganizacija proizvodnih procesa i promjena tehnologije gradnje broda. Zbog toga dolazi do reorganizacije tehnologije gradnje broda. Brodogradilišta su s vremenom pratila nove zahtjeve i napretke u tehnologiji te su s vremenom postajala sve veća i kompleksnija, alati i strojevi brži i veći, a proces gradnje je povećanim obujmom posla zahtijevao je bolju i kvalitetniju organizaciju posla.

Primjer organizacije velikog brodogradilišta prikazan je u ovom radu. Pomoću benchmarkinga određuju se neke osnovne dimenzije radionica, smještaj radionica, tok materijala i potrebna radna snaga. Zatim se vrši analiza izbora lokacije brodogradilišta gdje se opširno pojašnjavaju svi uvjeti koji su potrebni za određivanje lokacije i na koji način su ispunjeni. U drugom dijelu rada detaljnije će se

pojasniti dimenzije, raspored i specifikacija opreme po radionicama te kompletni tok materijala koji prolazi kroz njih. U radu je opisana potrebna radna snaga te njihov raspored po radionicama. U sklopu rada izrađen je opći plan brodogradilišta i tok materijala koji objedinjuje istraživanje. Izvršena je procjena mase čelika i proizvodni plan. Kapacitet brodogradilišta iznosi 65000 tona čelika godišnje, a proizvodi tankere za prijevoz sirove nafte i putničke brodove.

## 2. Benchmarking

Benchmarking je metoda kontinuiranog uspoređivanja proizvoda, usluge, strategije ili procesa između odjela koji rade slične procese ili konkurentnih tvrtki koje su najbolje u istoj industriji. Svrha benchmarkinga je istraživanje učinkovitosti drugih tvrtki te primjenjivanje učinkovitijeg procesa na sustav za postizanje boljih rezultata. Benchmarking koristimo kako bi kroz učenje potakli nove inovacije i nove ideje koje se mogu primjenjivati i nadigrati konkurenciju. Metoda je nastala u ranim 1950 godinama kada je W. Edward Deming podučavao Japance o ideji kontrole kvalitete. Dok je pojam benchmarking nastao u 1980-ih u SAD-u. Xerox je osmislio program za benchmarking 1989 te je brzo postao glavno sredstvo industrijskih organizacija za poboljšavanje performansi. Benchmarking je metodologija koja se najčešće koristi u strateškom menadžmentu uz pomoć kojega organizacije procjenjuju različite aspekte svojih procesa te smišljaju planove kako usvojiti najbolju praksu i poboljšanje učinka tvrtke. [1]

Benchmarking dijelimo na slijedeće vrste [2]:

- Strateški benchmarking- Koristi se kombinacija kvalitativnih i kvantitativnih mjera za poboljšanje procesa. Bazira se na proučavanjem dugoročnih strategija i pristupa tvrtki koji imaju najbolji pristup traženom procesu.
- Konkurentan benchmarking- Usporedba proizvoda, usluga i procesa direktno sa konkurencijskom tvrtkom.
- Usporedna analiza procesa- Fokusira se na istraživanju konkretnih poslovnih i radnih procese jedne ili više konkurentnih firma.
- Funkcionalni benchmarking- Uspoređuje se procesi i aktivnosti s drugim tvrtkama iz različitih sektora koje imaju slične funkcije ili radne procese. Ovo je posebna vrsta benchmarkinga u kojoj se tvrtka fokusira samo na jednu funkciju kako bi poboljšala rad iste.
- Interni benchmarking- Odnosi se na usporedbu različitih lokacija unutar vlastite firme, imaju pristup svim informacijama što oduzima manje vremena i novaca nego druge vrste analize
- Vanjski benchmarking- Koristi se usporedba sa drugim tvrtkama koje su najbolje u svojem području kako bi maksimalno poboljšali svoju učinkovitost.

Svaka uspješna tvrtka postavlja neke osnovne ciljeve koje želi ispuniti. Točno se mora znati kako će se ispuniti ciljevi i tko je odgovoran za provedbu potrebnih radnji. Za postizanje uspješnosti potrebno je kontinuirano pratiti i provoditi unaprijeđena. Veliki utjecaj provedbe benchmarkinga imaju menadžeri koji zalažu za kontinuirano poboljšanje tvrtke. Prema tome ciljevi moraju biti jasno definirani.

Što se tiče benchmarkinga u brodogradnji za prikazivanje učinkovitosti uzima se ekonomski ili financijski pokazatelji, no oni ne prikazuju stvarnu sliku brodogradilišta već su ograničeni pokazatelji cjelokupne situacije. Zbog velikog broja poslova i kompleksnosti teško je prikazati učinkovitost brodogradilišta. Kriteriji koji se konkurenti koriste za procjenu uspješnog poslovanja su: troškovi proizvodnje, vrijeme izgradnje i kvaliteta.

## **2.1 Troškovi proizvodnje**

Što se tiče troškova proizvodnje jedina veća mjerljiva razlika u brodogradilištu je cijena rada. Zbog međunarodnog tržišta gdje se dobivaju materijali i oprema, razlika je minimalna te se ne može dobiti kvalitetna procjena. Troškovi također ovise o metodologiji i tehnologiji koja je prisutna u brodogradilištu. Narudžbom različitog materijala dobivamo različite cijene i troškove finalnog produkta. Troškovi rada direktno ovise o radnim satima i o jediničnom trošku rada. Ovisno o državi u kojoj se brodogradilište nalazi, cijene sata mogu biti znatno različite. [3]

Za određivanje produktivnosti najčešće se koristi „compensated gross tonnage“, a u svijetu velika većina brodogradilišta ima troškove rada između 500 i 1000 USD/CGT. Razlikujemo utrošene radne sate po jedinici CGT-a i proizvedene količine CGT-a po zaposleniku unutar jedne godine. Proizvodnost definiramo kao mjera efikasnosti pretvaranja ulaznog materijala u gotove proizvode.

Za računanje produktivnosti preferiraju se mjere radnih sati zbog lakšeg računanja te boljih raspoloživih podataka. Prilikom gradnje broda dobro organizirano brodogradilište voditi će zapisnik o radnim satima po troškovnim mjestima iz kojega možemo izračunati produktivnost brodogradilišta, ali i time dobivamo i bolji uvid troškova po radnim mjestima. [4]

Metode poput uranjenog opremanja znatno su skratile broj potrebnih sati gradnje broda ali su i povećale proizvodnost. Takva metoda vrlo je razvijena i korištena u Japanu.

Postoje tri osnovne kombinacije proizvodnosti u korelaciji sa cijenom radnog sata. Prva se bazira na niskoj proizvodnosti koja je popraćena i sa niskom cijenom radnog sata. Druga kombinacija se bazira na srednjoj proizvodnosti i srednjoj cijeni radnog sata. Na kraju kao treća kombinacija se bazira na visokoj proizvodnosti sa visokom cijenom radnog sata. Kao primjer prve kombinacije najčešće se uzima Kina, za drugu kombinaciju Koreja i za treću Japan. [5]

## **2.2 Vrijeme izgradnje**

Vrijeme izgradnje broda gledamo u periodu između početka gradnje i isporuke broda i jedan je od ključnih faktora prilikom određivanja metode benchmarkinga. Na vrijeme do isporuke tržišni uvjeti utječu na dva načina. Prva se odnosi na popunjenost veza u brodogradilištu kao funkcija knjige narudžbi. Drugi uvjet odnosi se na vrijeme dobivanja bitnih ulaznih podataka. Podatci prije polaganja kobilice ne možemo uzeti u obzir jer ne pokazuje ispravnu proizvodnu sposobnost brodogradilišta. [5]

## **2.3 Kvaliteta**

Treći kriterij koji se koristi za procjenu uspješnog poslovanja je kvaliteta. U ovom slučaju kvaliteta ne mora isključivo predstavljati kvalitetu proizvoda, nego praćenje i analiza zahtjeva tržišta.

Dijelimo ga na četiri komponente.

- Kvaliteta broda- ovisi o izravnim i neizravnim troškovima održavanja, korisnom radnom vijeku te o rabljenoj vrijednosti
- Fleksibilnost brodogradilišta te njegova tehnička sposobnost da ispunjava specifične zahtjeve brodovlasnika
- Dostupnost i učinkovitost nakon predaje broda i garancije
- Smanjeni kapacitet nadzornih radnika prilikom gradnje broda.

### 3. Brodogradilište 3. Maj

Brodogradilište 3. Maj sagrađeno je 1892. godine pod njemačkom brodogradilišnom tvrtkom Howaldt Werke na području današnje Kantride kao malo brodogradilište za popravak drvenih brodova. Rad je trajao do 1902. godine zbog odlaska tvrtke nakon čega je bio napušten do 1905. godine. Godinu dana nakon kompanija iz Budimpešte preuzima brodogradilište pod nazivom „Danubius“. Ubrzo nakon počela je proizvodnja brodova poput krstarice „Helgoland“ napravljenu 1913. godine za ratnu mornaricu Austro-Ugarske. Brojni brod "Szent Isztvan" izgrađen 1916. godine, istisnine 22.500 t jedan je od najvećih brodova tog doba. Tokom prvog svjetskog rata zbog brodogradilište prelazi u vlasništvo Talijana te mijenja ime u "Cantieri navali del quarnero". Tijekom talijanske vlasti brodogradilište pada u novčanu krizu i stagnaciju sve do 1943. godine do kapitulacije Italije. U periodu od 1943. do 1945. godine Rijeka je okupirana Njemačkom vojskom gdje proizvodnja brodogradilišta dolazi do potpunog zaustavljanja. Njemačka vojska se 1945. godine povlači i uništava sve objekte i strojeve brodogradilišta. Brodogradilište se obnavljalo sve do 1948. godine gdje ponovno započinje gradnju malih plovni objekata. U čast oslobođenja grada Rijeke brodogradilište mijenja naziv iz Kvarnerskog brodogradilišta u Brodogradilište 3. Maj. Tako kreće veliki uspon brodogradilišta što svjedoči punjenje knjige narudžbi brojnim brodovima. [6]



Slika 3.1 Brodogradilište 3.Maj



Za vršenje benchmarkinga izabrano je brodogradilište 3. Maj svojim kapacitetom i veličinom od 302 600 m<sup>2</sup> približno je sličan projektnom brodogradilištu. Prilikom određivanja veličina hala kao početna referenca na dva načina uzete su približne dimenzije radionica brodogradilišta 3.Maj. Prvi način preko općeg plana brodogradilišta, a drugi način korištenjem internetske stranice Google Eartha i njegove funkcije određivanja udaljenosti. Zbog većeg kapaciteta projektnog brodogradilišta hale su nešto većih dimenzija.

Tablica 3.1 Usporedba površina brodogradilišta

Brodogradilište	3 Maj	Projektno brodogradilište
Proizvodni kapacitet	50 000 t	65000 t
Ukupna površina brodogradilišta	302 600 m <sup>2</sup>	365 000 m <sup>2</sup>
Glavno skladište crne metalurgije	11182 m <sup>2</sup>	15 000 m <sup>2</sup>
Radionica za predobradu limova i profila	2580 m <sup>2</sup>	7000 m <sup>2</sup>
Radionica za obradu limova	1450 m <sup>2</sup>	15000 m <sup>2</sup>
Radionica male predmontaže	2300 m <sup>2</sup>	3750 m <sup>2</sup>
Radionica predmontaže	5500 m <sup>2</sup>	7000 m <sup>2</sup>
AKZ radionica	2915 m <sup>2</sup>	5000 m <sup>2</sup>
Površina odlaganja ukрупnjenih sekcija	14500 m <sup>2</sup>	15000 m <sup>2</sup>
Navoz	13500 m <sup>2</sup>	19000 m <sup>2</sup>
Bravarska i limarska radionica	2280 m <sup>2</sup>	3025 m <sup>2</sup>
Radionica za rezanje i oblikovanje cijevi	1140 m <sup>2</sup>	2600 m <sup>2</sup>
Radionica za pocinčavanje i bojanje cijevi	660 m <sup>2</sup>	1500 m <sup>2</sup>
Skladište cijevi	532 m <sup>2</sup>	450 m <sup>2</sup>
Skladište zapaljivog materijala	650 m <sup>2</sup>	900 m <sup>2</sup>
Električarska radionica	1140 m <sup>2</sup>	875 m <sup>2</sup>
Mehanička radionica	1160 m <sup>2</sup>	2100 m <sup>2</sup>
Opremna obala	23650 m <sup>2</sup>	17500 m <sup>2</sup>

Kao osnovica za određivanje toka materijala također se vršila procjena prema postojećem dijagramu toka brodogradilišta 3. Maj. Daljnjim istraživanjem toka materijala određeno je da projektnom brodogradilištu pogoduje linearni pristup zbog njegove veličine i lokacije. Brodogradilište 3. Maj nešto je manjih kapaciteta radne snage nego u prošlosti sa zaposlenih 563 radnika uzeta je u obzir u usporedbi za projektirano brodogradilište. [6]

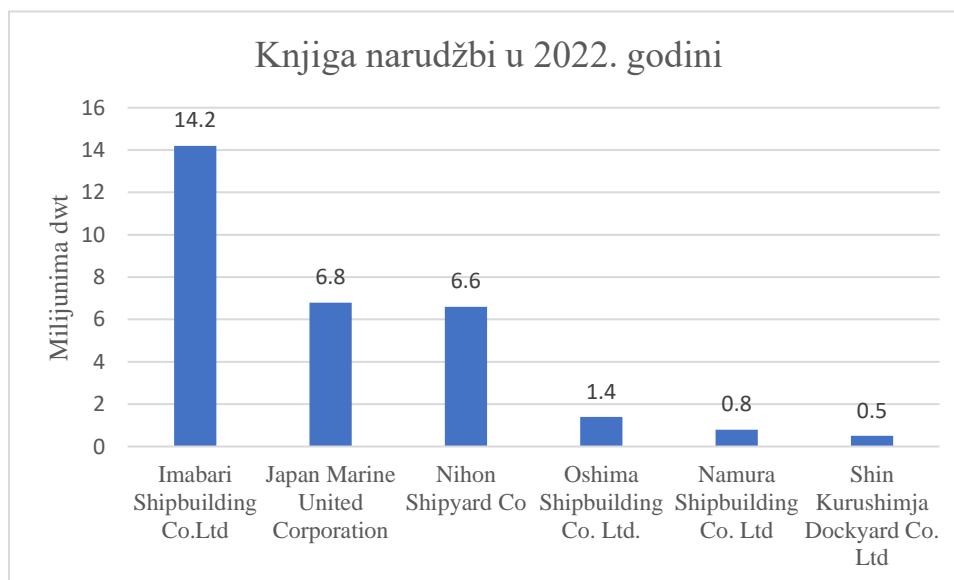
## 4. Analiza tržišta

U svijetu danas vrlo je bitna trgovina robom i ostalim resursima, iz tog razloga brodovi se koriste kao glavni prijevoznik. Zbog svoje jeftine cijena u odnosu na druge tipove prijevoza, brodovi sačinjavaju najveći dio transporta u svijetu. Unatoč tome brodograđevinsko tržište vrlo je složeno i nestabilno te ovisi o velikom broju faktora poput političkog, ekonomskog, prometnog i sl. U zadnjih nekoliko godina na tržište je vrlo negativno utjecala pandemija COVID19 i rat u Ukrajini koja je naštetila brodograđevinskom ali i svjetskom tržištu.

Što se tiče konkretne analize tržišta u brodograđevinskoj industriji moramo obratiti pozornost na tri faktora: knjigu narudžbi, isporuke i nove narudžbe. Prema njima možemo predvidjeti i analizirati budućnost tržišta. Veliki utjecaj na nove narudžbe odnose se na kapacitet brodogradilišta, očekivanja tržišta, cijena vozarine te mogućnost kredita. Trenutno na tržištu ističu se Kina, Južna Koreja i Japan.

U Japanu trenutno je preko tisuću brodogradilišta, a najveća su prema knjigama narudžbi Imabari Shipbuilding sa 14.2 milijuna dwt-a što u grubo prezentira 38.8 % ukupne narudžbe u 2022. godini, Japan Marine United Corporation 6.8 milijuna dwt-a i Nihon Shipyard Corporation 6.6 milijuna dwt-a. [7]

Grafikon 4.1 Prikaz knjige narudžbi Japanskih brodogradilišta



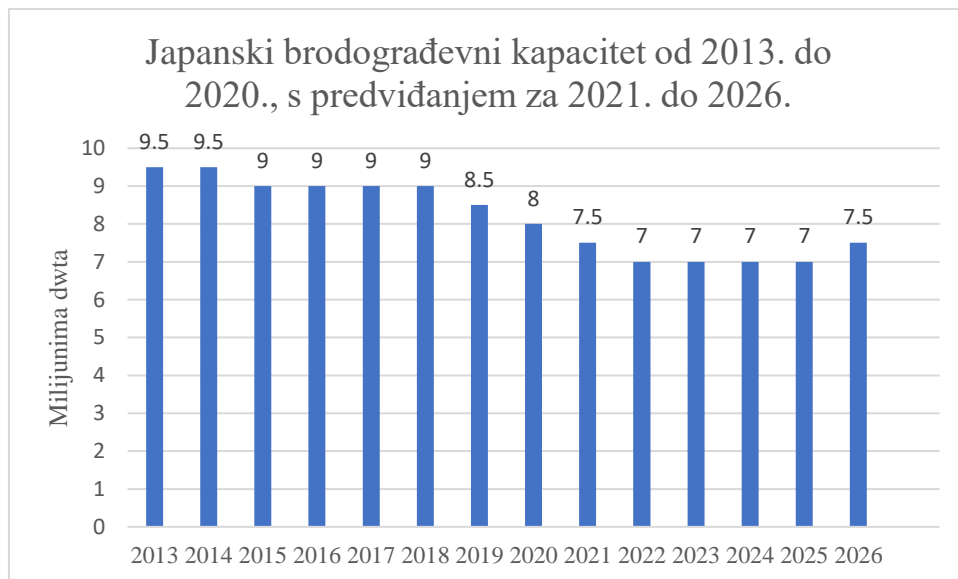
Velika većina brodogradilišta usmjerena je na izgradnju manjih plovila. Od kojih 264 brodogradilišta grade brodove iznad 500 bruto tona, a 855 grade brodove do 500 bruto tona. Velika

brodogradilišta grade velike brodove za preookeansku plovidbu kao što su: brodovi za rasuti teret, kontejnerski brodovi, brodovi roll-on-roll-off, velike putničke brodove i tankere za prijevoz sirove nafte, dok mala brodogradilišta grade male obalne brodove kao što su brodovi za opći teret, tankeri za naftne derivate, obalni trajekti, ribarska plovila i tankeri za kemikalije. [8]

Unatoč vodećem broju brodova koji Japan proizvodi brodograđevinski sektor je zastupljen sa malim brojem ukupnog broja zaposlenika. U prošlosti broj zaposlenika bio je znatno veći, 1980. godine taj broj bio je oko 185 000 ljudi, no danas taj broj je relativno malen sa oko 64 000 ljudi. [8]

Brodograđevinska industrija poput mreže veže se za brojne druge industrije poput industrije proizvodnje čelika i izrade brodske opreme. Prema tome uloga brodogradnje u Japanskom gospodarstvu veća je kada se uzmu u obzir aktivnosti drugih industrija povezanih sa brodogradnjom. Japan u 2022.godini imao je kapacitet od 7 milijuna CGT, a po procijeni u sljedećih par godina taj kapacitet će porasti na 7.5 milijuna CGT-a. [9]

Grafikon 4.2 Brodograđevinski kapacitet Japana



Japanska brodogradnja jako je zastupljena na domaćem tržištu gdje čak 86% Japanskih brodovlasnika naručilo je brod u Japanskim brodogradilištima. Ista stvar se može reći i za brodsku opremu gdje čak 95% sve opreme dolazi od Japanskih proizvođača. Sličnu stvar vidimo i na svjetskom tržištu gdje dvije trećine sagrađenih Japanskih brodova grade se za strane brodovlasnike.

## 5. Lokacija brodogradilišta

Osnivanje brodogradilišta najprije započinje određivanjem pogodne lokacije za izgradnju. Odabrana lokacija mora zadovoljiti značajan broj kriterija, područje gdje se brodogradilište nalazi uvelike utječe na rezultate poslovanja, stoga se vrši opsežna analiza područje gradnje brodogradilišta. Potrebno je za početak razumjeti o kakvim sirovinama raspolaže država u kojoj se nalazi brodogradilište te slučaju da država ne raspolaže sa određenim sirovinama, potrebno je znati kolika je cijena transporta te sirovine. Poželjno bi bilo da se brodogradilište nalazi u neposrednoj blizini željezničke pruge kako bi se prijevoz limova, opreme i ostalih materijala znatno olakšao. Također potrebno je obratiti pozornost na obrazovanu populaciju i raspoloživu radnu snagu, koja će brodove dizajnirati, projektirati te na kraju i graditi.

Prilikom odabira lokacije važno je temeljito analizirati topografske karakteristike terena i prostora za proširenje brodogradilišta ukoliko je to potrebno. Izabrani teren brodogradilišta mora biti čvrst i otporan kako bi izdržao velika opterećenja strojeva i dizalica. Također kod odabira moramo pripaziti da konfiguracija tla mora biti takva da teren nije potrebno puno nasipavati niti iskopavati. Dodatnim nasipavanjem i iskopavanjem cijena gradnje brodogradilišta znatno raste. Udaljenost od grada i okoliš koji okružuje brodogradilište moramo svakako uračunati. Udaljenost brodogradilišta mora biti dovoljna da buka koju stvaraju strojevi i dizalice ne smetaju stanovništvu koje ga okružuje. Nadalje brodogradilište se ne smije graditi u blizini zaštićenih područja poput strogih rezervata, nacionalnih parkova, parkova prirode i sl.

Vrlo bitno je odrediti kakvo je tržište i koje su njegove karakteristike, te koja goriva i po kojoj cijeni su raspoloživa. Visoka cijena i neprestana promjenjivost tržišta znatno utječe na lokaciju gradnje brodogradilišta. Lokacija također ovisi o svjetskom prometu brodova i glavnim plovnim putevima. Odabiru se područja gdje brodovi imaju frekventniju prolaznost i gdje akvatorij brodogradilišta je dovoljno dubok za porinuće i privez sagrađenih brodova. U slučaju da akvatorij nije dovoljno dubok stvaraju se dodatni troškovi radi iskopa terena. Potrošnja električne energije brodogradilišta za pokretanje svih strojeva i radionica je prilično značajna te se mora uzeti u obzir da se odabere lokacija koja je u blizini industrijskog postrojenja koja proizvodi električnu energiju i koja može opskrbiti odnosno podržati takva velika opterećenja mreže. Radnoj snazi moraju se osigurati dobri uvjeti života kao što su uvjeti za obrazovanje, rekreaciju, kvalitetnu zdravstvenu uslugu, isto tako i raspoloživi stambeni prostor za stanovanje.

Svaka država ima zakone i propise koji uvelike utječu na moguće odluke prilikom gradnje broda, te ovisno o državi propisi mogu biti strogi ili blagi. Prilikom gradnje broda atmosferske prilike znatno utječu na mogućnost gradnje broda. Prilikom kišnog i vjetrovitog vremena neke radnje poput varenja, ne mogu se izvršavati, također i temperaturne prilike utječu na mogućnost obavljanja kvalitetnog posla. Izbor lokacije za izgradnju brodogradilišta je Japan, točnije u gradu Kashima u prefekturi Ibaraki.



*Slika 5.1 Prikaz grada Kashime*

Grad Kashima nalazi u sjeveroistočnom dijelu Kanto regije odnosno u prefekturi Ibaraki. Prostire se između prefektуре Tochigi i Tihog oceana, a graniči sa prefekturama Fukushima i Chiba na sjeveru i jugu te sa Saitama prefekturom na zapadu, grad je udaljen 110 km od Tokyja. Područje gradnje i planiranja brodogradilišta smješteno je na centralnom pristaništu koji se prostire na 365 000 m<sup>2</sup>.



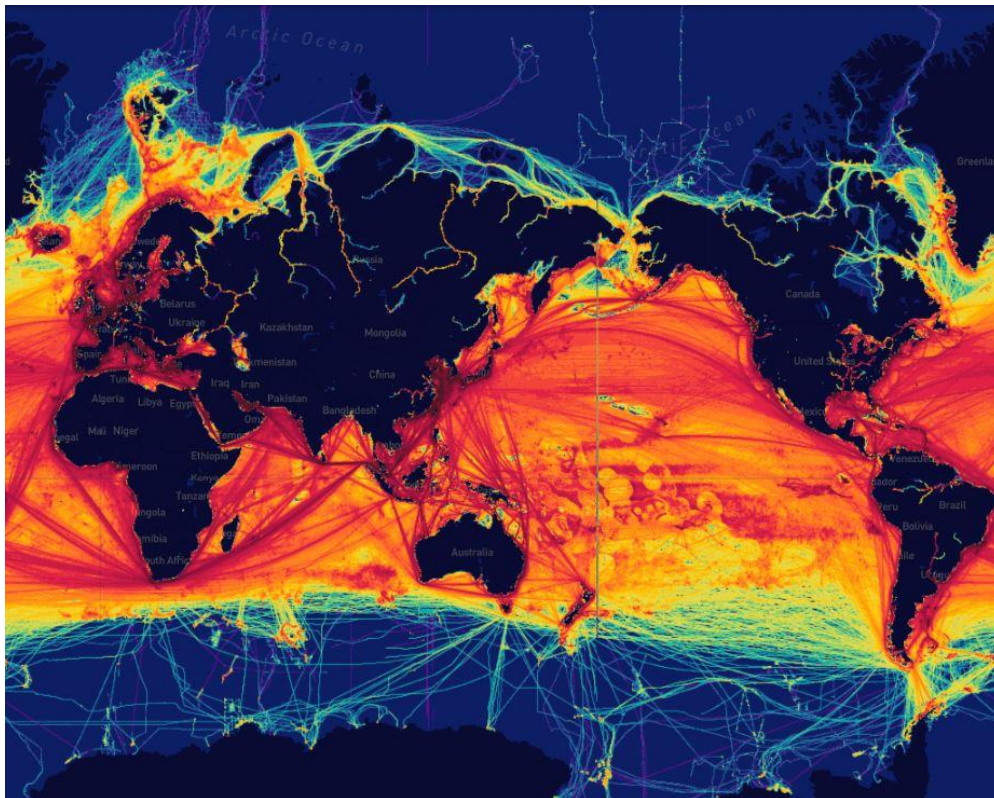
*Slika 5.2 Prikaz izabrane lokacije brodogradilišta*

Japan je idealno mjesto za izgradnju i daljnji razvoj brodograđevinske industrije. Ima visoki standard življenja sa visoko obrazovanom populacijom. U Kashimi nalaze se čeličana Kashima Nippon Stainless Steel Corporation i Kashima power plant s kojom bi se brodogradilište moglo opskrbljivati. Japan, a tako i Kashima dobro je povezana sa željezničkim prugama koje se mogu koristiti za prijevoz materijala. Pomorska luka Kashima nalazi se vrlo blizu bulk terminalu koji je odabran za lokaciju brodogradilišta što znatno olakšava transport, ali i cijenu transporta materijala i opreme. Konfiguracija i sastav tla na kojem se brodogradilište planira ravno je i dovoljno čvrsto da podrži radionice i brodove koji će se graditi. Također lukobran je već sagrađen što znatno smanjuje troškove gradnje.

## 6. Plovni putevi

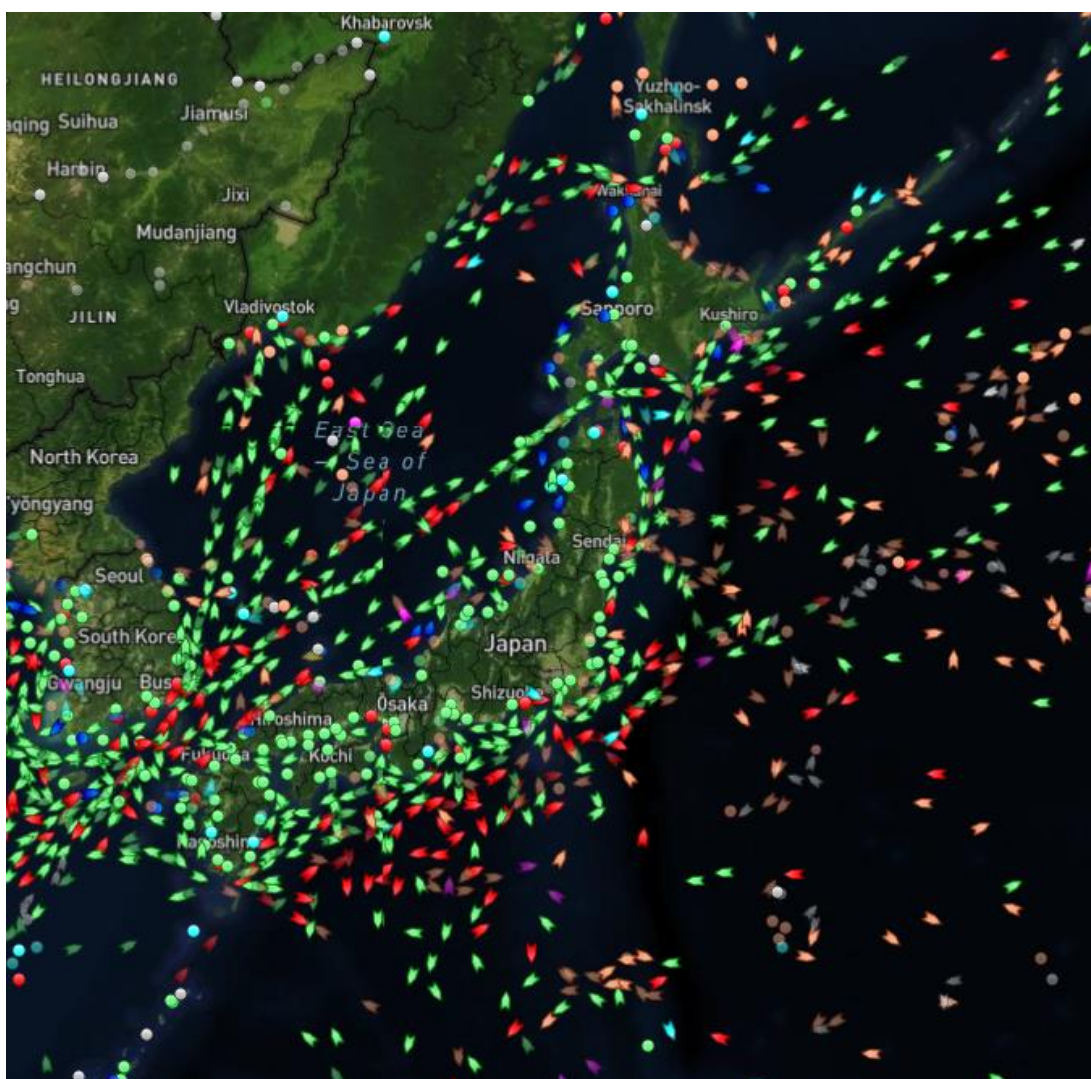
U prošlosti odnos Japana s vanjskim svijetom bio je ograničen politikom izolacionizma, s većinu njegovih luka zatvorenih za vanjsku trgovinu. Ovo razdoblje trajalo je od 17. do 19. stoljeća nakon kojeg je Japan otvorila svoje granice radi trgovine sa drugim zemljama. No ipak unatoč tome Japan je do 2018. godine imao stroga pravila prometovanja morem i brodovima koji pristaju u njihovim lukama. Od 3500 luka u Japanu samo u 130 luka nije bila potrebno prethodna dozvola za pristanak. Složena dokumentacija se morala ispuniti unaprijed te poslati kako bi brod uopće mogao ući u luku, nepoštivanje tih pravila popraćeno je vrlo strogim kaznama. Nakon 2018. godine dovedena je odluka o popuštanju regulacija te za pristanak u luku potrebno je ispuniti jedan formular za sve zatvorene luke. [10]

Japan se nalazi na glavnim plovnim rutama svijeta, to mogu zahvaliti velikom broju sirovina i proizvoda koje uvoze i izvoze. U 2020 godini na svjetskoj listi izvoza nalazio se na 4 mjestu, a na listi uvoza nalazio se na 5 mjestu. Izvoze aute, integrirane pločice, brojne strojeve i sl. a uvoze sirovu naftu, benzin i računala. Uobičajeno se sve prevozi do država poput Kine, Amerike i Južne Koreje. [11]



Slika 6.1 Glavne svjetske plovne rute

Japan nije samo velika trgovačka sila nego i velika turistička destinacija. U 2017. godini u Japanske luke uplovilo je 2378 brodova za krstarenje. Što iznosi trećinu pristanka od ukupnog broja svih luka u Aziji. Rast industrije je impresivan kao što se i očekivalo za naciju koja je uspostavila tako dominantan položaj na tržištu. Od 2013. godine u Japanskim lukama za krstarenje konstantni je rast broja posjeta brodova za krstarenje sa porastom od 622 %, s kombiniranom godišnjom stopom rasta od 64%. [10]

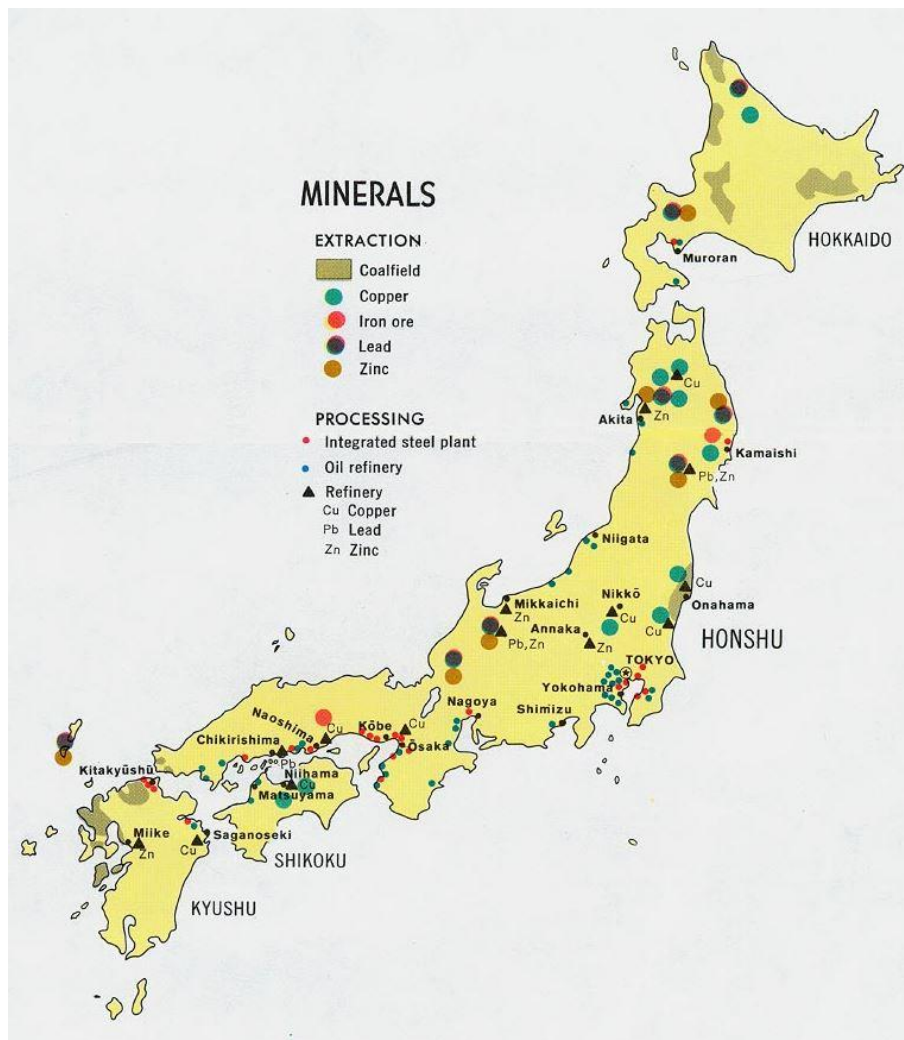


Slika 6.2 Prikaz brodskog prometa



## 7. Sirovine

Mineralne rezerve u Japanu su relativno siromašne i uobičajeno slabije kvalitete, no postoje nekoliko iznimki. Najzastupljeniji minerali su ugljen, željezo, ruda, cink, olovo, bakar, sumpor, zlato i srebro, sa manjim količinama volframa, kromita i mangana. Rezerve bakra, nekoć najvažnije metalne rude u Japanu, gotovo su iscrpljene; olovo i cink često se nalaze zajedno s bakrom [12]



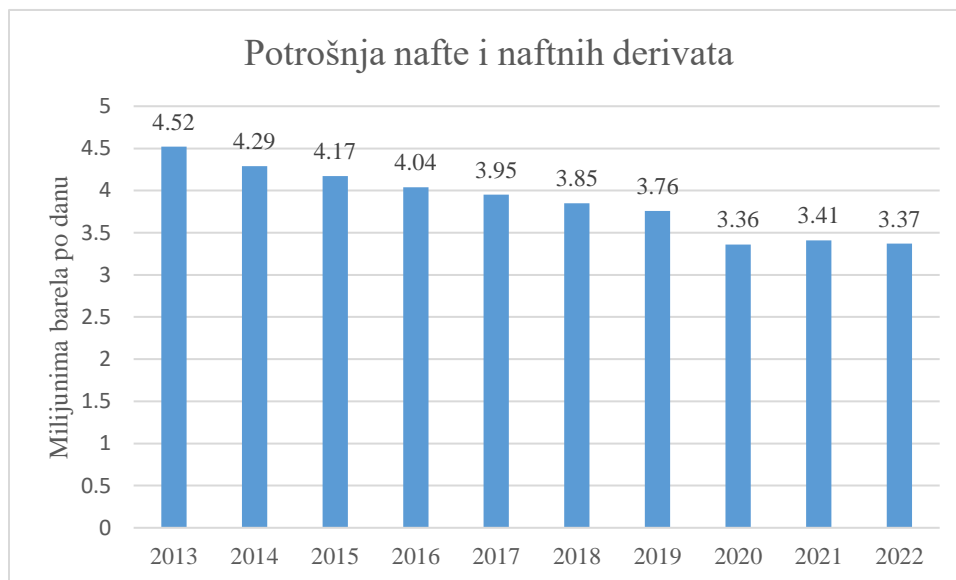
Slika 7.1 Karta minerala Japana

Postoji značajan nedostatak drugih sirovina poput nikla, kobalta, boksita, kamene soli te sirove nafte i prirodnog plina. Količine nafte su male, a domaća proizvodnja nafte se čini kao zanemariva količina u odnosu na potrošnju. [12]

U 2011. godini nakon potresa i tsunamija u Tōhoku te nuklearne katastrofe u Fukushima došlo je do velikih promjena u industriji proizvodnje električne energije. Zbog pada proizvodnje električne energije, elektrane na plin naftu i ugljen su kompenzirale pad opskrbe električnom energijom. [13]

Rezerva nafte u Japanu je zanemariva u odnosu na njegovu potrošnju te iznosi nešto više od 44 milijuna barela u 2022. godini. Proizvodnja nafte na dan iznosi preko 101 000 barela po danu dok uvoz nafte iznosi 2.5 milijuna barela po danu. [14]

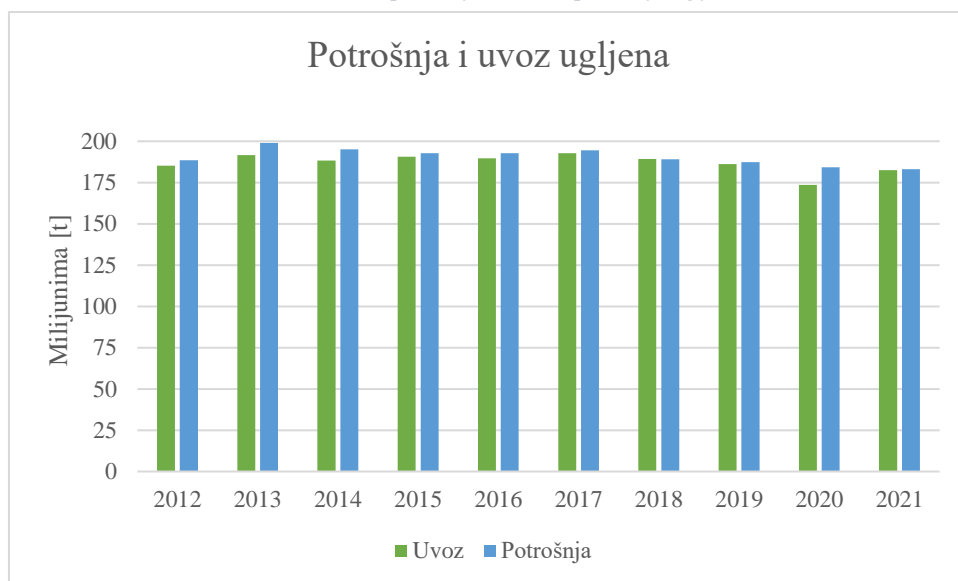
Grafikon 7.1 Prikaz potrošnje nafte u Japanu



Japan se nalazi na petome mjestu prema potrošnji nafte u svijetu. Zbog nedovoljne količine vlastite nafte Japan je 2022. godine uvezao 97% od ukupne potrebne godišnje količine nafte. Sva nafta koju Japan uvozi pristiže isključivo brodovima uglavnom iz Ujedinjenih Arapskih Emirata i Saudijske Arabije iz razloga što ne postoje međunarodni naftovodi i plinovodi. U zadnjih nekoliko godina potrošnja i potreba za sirovom naftom i naftnim derivatima se smanjuje u Japanu zbog prelaska sa prirodnog plina na naftu, a pad potrošnje iznosi gotovo 900 000 barela po danu manje nego 2013. godine. Do 2025. godine očekuje se značajno smanjenje potražnje zbog ponovnog uključivanja nuklearnih reaktora i tranziciji prema obnovljivim izvorima energije. [14]

Rezerve ugljena koncentrirane su u pokrajinama Hokkaido i Kyushu. U 2021. godini proizvodnja ugljena iznosila je 671 317 tona što u odnosu na potrošnju od 182 milijuna tona je vrlo neznčajna. Japan je prema tome 2018. godine uvezao preko 190 milijuna tona ugljena. Te godine Japan je bio treći na svijetu po uvozu ugljena nakon Kine i Indije. [14]

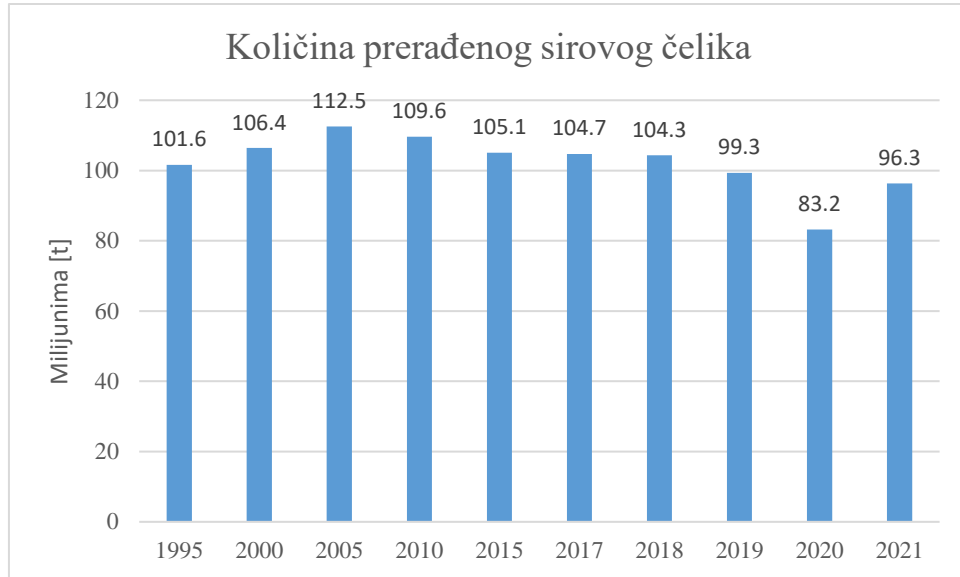
Grafikon 7.2 Odnos potrošnje i uvoza i potrošnje ugljena



Korištenje ugljena kao izvor energije čini jednu trećinu proizvedene električne energije. Do 2030. godine planirano je da se korištenje ugljena prepolovi prelaskom na nuklearnu energiju i obnovljivu električnu energiju. Izgradnjom novih i modernih elektrana koje koriste ugljen također se očekuje veća iskoristivost te smanjivanje emisija CO<sub>2</sub> plina. U sljedećih nekoliko godina planira se pustiti u pogon 5 elektrana. Ove godine planiran je početak rada dviju elektrana od 650 MW i jedna od 500 MW. U 2024. godini planirana je jedna elektrana od 650 MW i u 2026. godini jedna od 500 MW. [15]

Japanska željezna ruda loše je kvalitete i uglavnom se dobiva iz sjevernog i zapadnog Honshua. Zbog COVID-19 pandemije proizvodnja čelika u Japanu pala je na 87.53 milijuna tona. U 2021. godini Japan se nalazio na trećem mjestu na svjetskoj listi po proizvodnji čelika sa 96.33 milijuna tona čelika. Proizvedeni čelik vrlo je visoke kvalitete i koriste se u raznim industrijama. Prema vrsti čelika, proizvodnja običnog ugljičnog čelika iznosila je 73.91 milijuna tona, a proizvodnja specijalnog čelika iznosila je 22.42 milijuna tona. [16]

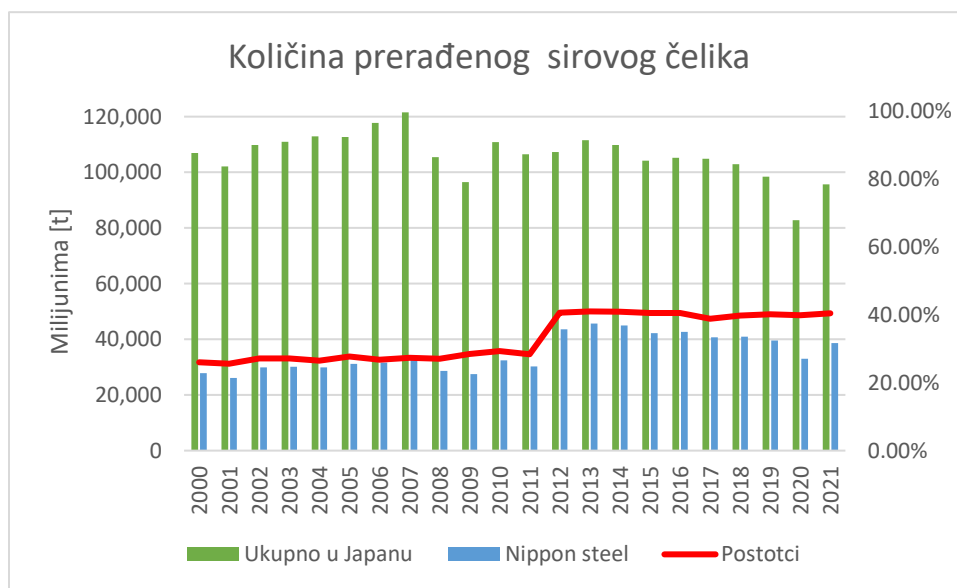
Grafikon 7.3 Prikaz količine prerađenog sirovog čelika



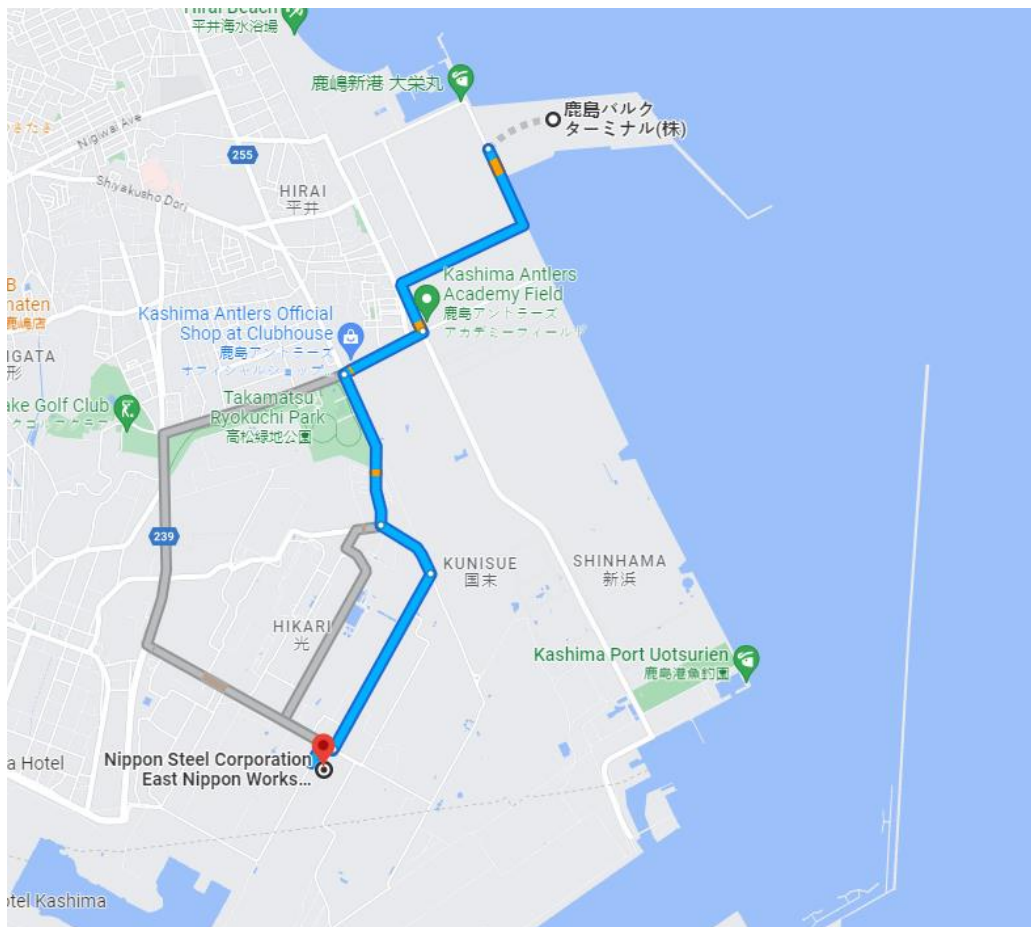
U području brodogradnje čeličana Nippon Steel razvila je novi čelik visoke duktilnosti s 50% višom vrijednošću istezanja od konvencionalnog čelika. JFE Steel razvio je prvi čelični panel klase 780 N/mm<sup>2</sup> koja omogućuje zavarivanje visokim unosom topline.[16]

Japan ima brojne čeličane diljem države, te je na vrhu svjetske liste po proizvodnji čelika. Nippon Steel je proizveo 38.629 milijuna tona u 2021. godini što iznosi 40.4% od ukupnog proizvedenog čelika u Japanu.[17]

Grafikon 7.4 Odnos prerađenog čelika



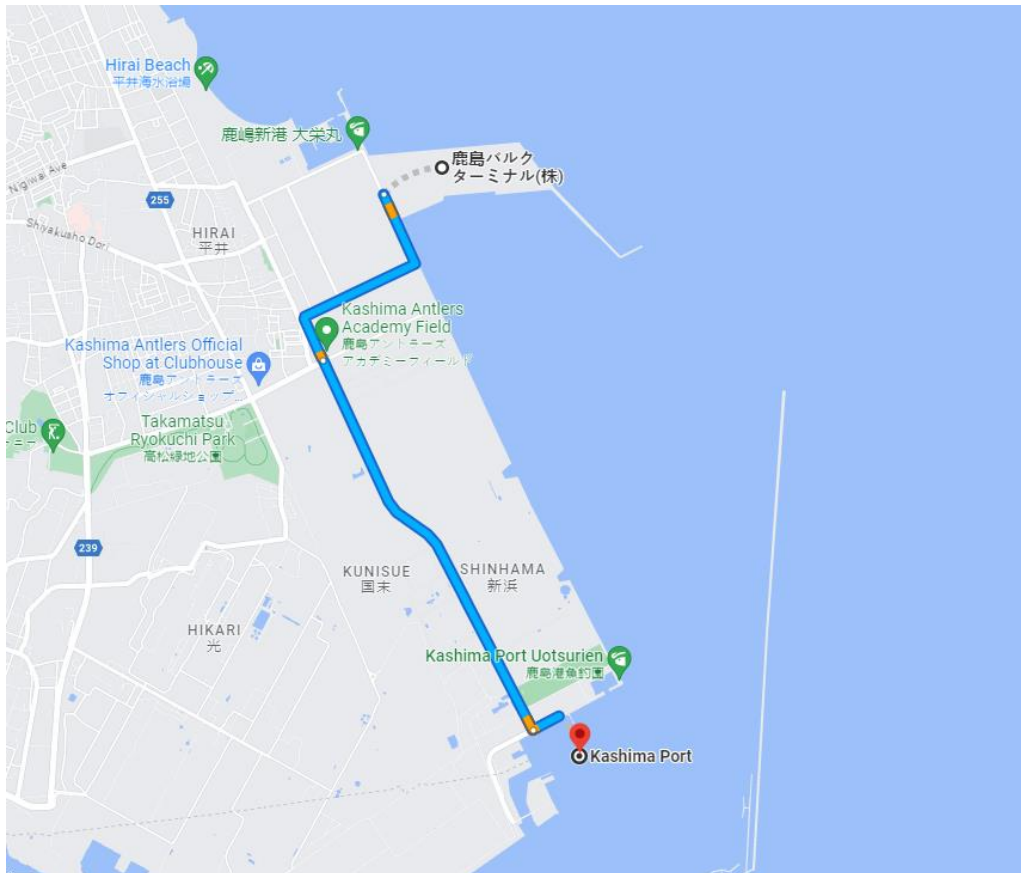
U blizini izabrane lokacije brodogradilišta nalaze se dvije velike čeličane „Kashima Nippon Stainless Steel Corporation“ čeličana koja koristi visoke peći, te „JFE Bars & Shapes Kashima Works Steel plant“ koja koristi elektrolučne peći. Godišnji kapacitet proizvodnje sirovog čelika u se „Kashima Nippon Stainless Steel Corporation“ iznosi 7162 tisuća tona, dok proizvodnja željeza iznosi 9792 tisuća tona. „JFE Bars & Shapes Kashima Works Steel plant“ proizvodi nešto manje sirovog čelika te njegov godišnji kapacitet proizvodnje iznosi 950 tisuća tona. [18]



Slika 7.2 Udaljenost čeličane od brodogradilišta

Prema tim podacima čeličane proizvode više nego dovoljno tona čelika na godišnjoj razini, čime osiguravamo brodogradilište sa potrebnom količinom vrlo kvalitetnog čelika. Zbog male udaljenosti između izabrane lokacije brodogradilišta i obiju čeličana znatno se smanjuju troškovi cijene prijevoza gotovih čeličnih proizvoda. Za transport materijala od čeličana do brodogradilišta mogu se koristiti kamioni, koji će teret iskrcati u skladištu crne metalurgije koristeći se dizalicama i viličarima.

U slučaju da unatoč svojim ogromnim kapacitetima čeličane nisu u mogućnosti zadovoljiti potrebe brodogradilišta, postoji mogućnost korištenja pomorskog prijevoza materijala brodovima pošto se brodska luka Kashima također nalazi na udaljenosti od nekoliko kilometara.



Slika 7.3 Udaljenost luke od brodogradilišta

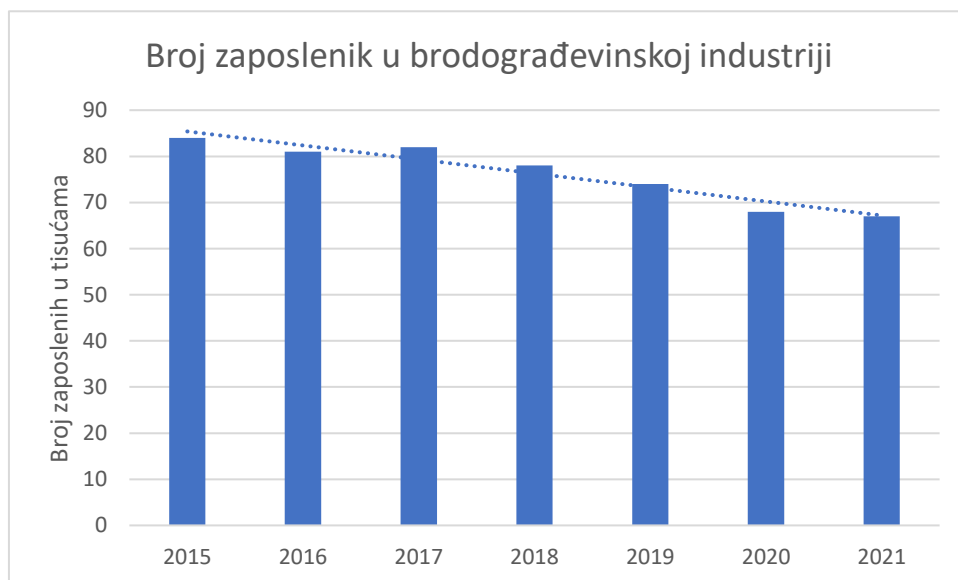
Materijal se također može prevoziti željezničkim prometom. Željeznička pruga prolazi nedaleko od izabrane lokacije brodogradilišta gdje se materijali mogu iskrcati na kamione i dovesti do brodogradilišta.

## 8. Radna snaga

Prema zadnjim informacijama iz 2021. godine Japan ima 125.5 miliona stanovnika što čini 1.6% svjetske populacije. Očekivani životni vijek iznosi 87.8 godina za žene i 81.6 za muškarce. Ukupna radnička populacija u Japanu iznosi oko 110.87 milijuna ljudi, od kojih je 67,130 zaposleno, 1.950 nezaposleno i 41.710 nisu u radnoj snazi. U 2021. godini u primarnom sektoru zaposleno je 3.1%, u sekundarnom sektoru 23.2 % te u tercijarnom sektoru 73.6% ukupne populacije radničke snage. Postoji trend porasta broja „stručnih i inženjerskih radnika“. U 2021. godini ta brojka iznosila je 12.65 milijuna, što je činilo približno 18.8% ukupno zaposlenih osoba. Po spolnoj podijeli zaposleno je 86.8% muškaraca i 13.2% žena.[19]

Što se tiče edukacije Japan je zemlja koja se nalazi na sedmom mjestu u svijetu po edukaciji. Edukacija započinje u vrtiću te se nastavlja po sistemu 6 godina osnovna škola, 3 godine niža srednja škola te 3 godine viša srednja škola. Institucije visokog obrazovanja su sveučilišta, više škole i tehnološke škole. Postoje i specijalizirane škole za osposobljavanje te razne škole za stjecanje širokog spektra strukovnih i drugih praktičnih vještina. Također moramo spomenuti da Japan ima specijalizirane centre za obuku brodograditelja kojim se radnici mogu koristiti za sticanje više znanja. U Japanu u 2021. godini ukupni broj osoba sa stečenim zvanjem prvostupnika je 2.625.688 od koji je 14.5% inženjera. Nadalje osoba sa stečenim zvanjem magistra iznosio je 162 458 od kojih je 41.3% inženjera. [18] U Japanu vidljiv je pad zaposlenih osoba u brodograđevnoj industriji, 2015. godine zaposlenih osoba u iznosi oko 84 tisuća, dok taj broj u 2021. godini je iznosi 64 tisuća.[20]

Grafikon 8.1 Broj zaposlenih u brodograđevnoj industriji



No ipak postoji veliki broj kvalitetnih inženjera te neće biti problem opskrbiti brodogradilište sa radničkom snagom za projektiranje i dizajniranje broda. Prema tome brodogradilište može steći veliku prednost nad konkurencijom na svjetskoj razini. Također moramo spomenuti da Japan ima specijalizirane centre za obuku brodograditelja kojim se radnici mogu koristiti za stjecanje više znanja.

Zdravstvo u Japanu bazira se na principu univerzalnog zdravstvenog osiguranja kako bi se osiguralo da svi stanovnici zemlje imaju pristup medicinskim tretmanima. Ovakav sustav pridonio je Japanu postizanje jednog od najvišeg očekivanog životnog vijeka u svijetu, kao i visokom standardu zdravstvene zaštite, poboljšano životno okruženje te bolju prehranu. U Japanu ima 336 882 doktora koji se bave medicinskom skrbi, postoji problem da unatoč što se njihov broj povećava, njihova raspodjela po državi je vrlo neujednačena. Broj bolnica u Japanu isključujući stomatološke i medicinske klinike iznosio je 8238, a broj bolničkih kreveta koji je iznosio 1.507.526. Prema tome zaposlenici koji rade u brodogradilištu imaju osiguranu kvalitetnu zdravstvenu skrb i bolju kvalitetu života. [19]

Kashima je grad sa 66.960 stanovnika koji je potpuno usmjeren na industriju, sa oko 1500 tvornica koje se bave petrokemijom i obradom čelika. Kashima ima 12 javnih osnovnih škola i pet javnih srednjih škola kojima upravlja gradska uprava, te jednu javnu srednju školu kojom upravlja Odbor za obrazovanje prefektura Ibaraki. Tu su i jedna privatna niža srednja škola i dvije privatne više srednje škole. Radnicima koji će sa obitelji živjeti u Kashimi osigurano je kvalitetno obrazovanje za djecu. Također postoji značaj broj stadiona, sportskih centra, bolnica, parkova prirode koji osiguravaju visoki životni standard. Također Kashima se nalazi na maloj udaljenosti od četiri velika Japanska grada Chiba, Tokyo, Kawasaki i Yokohama što stvara dodatne mogućnosti za zapošljavanje te mogućnosti za suradnju sa projektantskim uredima koji su smješteni u navedenim gradovima.



## 9. Opskrba energijom

Svako brodogradilište mora imati dovoljnu snažnu i sigurnu opskrbu električnom energijom prema tome vrlo je bitno kod biranje lokacije brodogradilišta da ispunimo taj uvjet. Nestanak električne energije u brodogradilištu može uzrokovati velike probleme koji utječu na gradnju broda. Prilikom ugovaranja gradnje broda postoje uvjeti koje moramo ispuniti. Jedan od uvjeta je rok isporuke, nestankom električne energije može doći do obustavljanja radova i do produžetka gradnje broda što rezultira penalima koji su definirani ugovorom između brodogradilišta i brodovlasnika.

Zbog prirodne katastrofe u 2011. godini Japan zbog straha da se ne ponovi nuklearna katastrofa poput Fukusime, obustavljen je rad velikog broja nuklearnih elektrana, iz tog razloga Japan je prešao na druge alternative poput ugljena, LNG, nafte i petroleja za proizvodnju električne energije. Japan sa svojim ograničenim sirovinama ovisi o uvozu za 88.8% svoje potrebe opskrbe energijom. Ipak u zadnjih nekoliko godina postoji padajući trend potražnje sirovina zbog pokušaja i planova Japanske vlade da prijeđe na obnovljive izvore energije i smanjeni CO<sub>2</sub> emisije. Po kapacitetu proizvodnje obnovljive energije u 2020. godini Japan se nalazio na 6. mjestu na svijetu i na 3. mjestu po proizvodnji solarne energije. [21]

U istoj godini podjela ukupne proizvedene primarne energije dijeli se na 36,4 posto u nafti, 24,6 posto u ugljenu, 23,8 posto u prirodnom plinu i gradskom plinu, 3,7 posto u hidroenergiji i 1,8 posto u nuklearnoj energiji. Ukupna količina proizvedene električne energije u Japanu u 2020. godini iznosila je 949 milijardi kWh od kojih je termalna energija 83.2%, hidroelektrane 9.1%, nuklearna energija 3.9% te ostali izvori energije 3.8%. [18] Potrošnja energije po BDP-u niža je u Japanu nego u drugim industrijaliziranim zemljama. To ukazuje da je Japan jedna od energetske najučinkovitijih zemalja na svijetu.

Prilikom odabira lokacije za izgradnju brodogradilišta potrebno je voditi računa o opskrbi energijom. U Kashimi nalaze se pet velikih električnih centrala: JERA Kashima Power Station, Kashimakyodo Power Station, Nippon Steel Kashima Power Station Kashima-Kita Kyodo Power Station, Kashima Kashimakaryoku Power Station. Navedene elektrane nalaze se na udaljenosti od nekoliko kilometara od izabrane lokacije brodogradilišta prema tome troškovi rada za provesti kompletnu infrastrukturu struje i napajanja neće biti visoka. Kashima Power Station prostire se na približno milijun metara kvadratnih sa maksimalnim kapacitetom proizvodnje od 1,260 MW energije.



*Slika 9.1 Prikaz lokacija čeličana*

Proizvodnja električne energija bazirana je na naftu i plin. U 2014. godini izgrađene su tri plinske turbine svaka sa kapacitetom od 420 MW. Postrojenje ima 3 rešetkasta dimnjaka, uključujući najviši čelični dimnjak na svijetu od 231 m. Nippon Works Power Station je elektrana pogonjena na ugljen sa proizvodnim kapacitetom od 522 MW električne energije. [18]

Sa takvim velikim proizvodnim kapacitetom energije brodogradilište ima više nego dovoljan izvor električne energije za rad. U slučaju prestanka rada jedne od elektrana brodogradilište je osigurano jer se nalazi između više elektrana. U 2024. godini planira se započeti projekt sa vjetroelektrana u blizini obale Kashime sa proizvodnim kapacitetom od 93.5 MW.[22]

## 10. Klimatske karakteristike

Prilikom odabira lokacije za izgradnju brodogradilišta najprije je potrebno izvršiti analizu klimatskih uvjeta. Japan ima umjerenu morsku klimu koja se razlikuje ovisno o regiji te morskim valovima i oceanskim strujama. Na strani Japanskog mora zimi vremenski uvjeti su vrlo vlažni sa brojnim oborinama, dok na strani Tihog oceana vrijeme je relativno suho sa malo oborina. Tokom ljeta jugoistočni monsuni donose visoke temperature i niske količine oborina na strani Japanskog mora, dok na strani Tihog oceana donosi visoke temperature i visoku vlažnost. Kashima ima vlažnu kontinentalnu klimu koju karakteriziraju topla ljeta i hladne zime s blagim snježnim padalinama. Prosječna godišnja temperatura u Kashimi je između 15 °C i 16 °C. Prosječna godišnja količina oborina je 1581,9 mm, a listopad je najkišovitiji mjesec. Godišnje u Kashimi prosječno ima 95 kišnih dana sa prosječnom godišnjom vlažnosti od 69%. Temperature su u prosjeku najviše u kolovozu, oko 25,6 °C, a najniže u siječnju, oko 4,7 °C. Kashima je prilično sunčani grad sa godišnjim prosjekom od 270 sunčanih dana. Što se tiče vjetra prosječna brzina vjetra iznosi oko 15 km/h što se klasificira kao lagani povjetarac. Maksimalni brzina vjetra iznosi 30 km/h što se definira kao umjeren povjetarac. [23]

Tablica 10.1 Prikaz klimatskih karakteristika grada Kashime

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Nov	Oct	Dec	Year
Record high °C (°F)	17.76 (63.97)	21.71 (71.08)	24.67 (76.41)	28.62 (83.52)	37.5 (99.5)	37.5 (99.5)	40.46 (104.83)	42.43 (108.37)	39.47 (103.05)	32.56 (90.61)	27.63 (81.73)	19.74 (67.53)	42.43 (108.37)
Average high °C (°F)	7.97 (46.35)	8.93 (48.07)	12.87 (55.17)	17.61 (63.7)	23.24 (73.83)	25.56 (78.01)	29.63 (85.33)	31.49 (88.68)	27.13 (80.83)	21.12 (70.02)	15.86 (60.55)	10.24 (50.43)	19.3 (66.74)
Daily mean °C (°F)	4.92 (40.86)	5.78 (42.4)	9.67 (49.41)	14.52 (58.14)	20.26 (68.47)	23.05 (73.49)	27.08 (80.74)	28.66 (83.59)	24.49 (76.08)	18.59 (65.46)	13.25 (55.85)	7.68 (45.82)	16.5 (61.7)
Average low °C (°F)	0.73 (33.31)	1.39 (34.5)	4.52 (40.14)	8.83 (47.89)	14.16 (57.49)	17.65 (63.77)	21.78 (71.2)	23.33 (73.99)	20.07 (68.13)	14.52 (58.14)	9.09 (48.36)	3.8 (38.84)	11.65 (52.97)
Record low °C (°F)	-3.95 (24.89)	-3.95 (24.89)	-1.97 (28.45)	0.0 (0)	4.93 (40.87)	8.88 (47.98)	13.82 (56.88)	17.76 (63.97)	10.85 (51.53)	2.96 (37.33)	-3.95 (24.89)	-1.97 (28.45)	-3.95 (24.89)
Average precipitation mm (inches)	28.07 (1.11)	27.31 (1.08)	52.87 (2.08)	75.08 (2.96)	83.8 (3.3)	103.66 (4.08)	100.31 (3.95)	79.46 (3.13)	134.67 (5.3)	130.71 (5.15)	38.61 (1.52)	21.44 (0.84)	73.0 (2.87)
Average precipitation days (≥ 1.0 mm)	3.05	4.85	8.07	9.69	10.41	14.71	16.78	14.98	13.99	9.33	5.65	3.4	9.57
Average relative humidity (%)	59.14	62.12	63.53	65.87	67.83	75.51	76.87	73.28	73.48	71.3	66.78	61.17	68.07
Mean monthly sunshine hours	7.88	7.42	9.22	11.82	12.53	12.41	12.39	12.43	10.07	9.34	7.43	7.56	10.05

Brodogradilište i radnici u brodogradilištu ovise o vremenu. Radnici ne mogu izvršavati poslove ako je vani vrlo visoka temperatura zbog mogućih pojava zdravstvenih komplikacija. Radnik sa sobom mora nositi opremu za varenje i alate po visokim temperaturama, u tom slučaju potrebno je zaštititi radnike od sunca te im pružiti dovoljnu količinu vode i načina da se rashlade. Kada je vani

prehladno i temperature padaju ispod ništice radnik nije u mogućnosti obavljati poslove poput varenja. Nije preporučljivo variti ispod 10 °C zbog mogućih pojava pukotina prilikom hlađenja zavara. Ako dođe do pucanja zavara ili ako zavar nije dobar potrebno je ponovno zavarivati što stvara dodatne troškove i vremenske zaostatke. Metale pri niskim temperaturama potrebno je prije zavarivanja predgrijati na minimalno 21 °C. Niske temperature smanjuju fizičku sposobnost i učinkovitost te može utjecati na prosudbu radnika tijekom obavljanja posla.

Snažni vjetar također utječe na rad i sigurnost radnika tijekom obavljanja poslova. Kod velikih naleta vjetra radnik može pasti sa velike visine što potencijalno može ugroziti njihov život, također može alat pasti sa visine radniku na glavu ili može doći do prevrtanja dizalice. Najbolje rješenje su radne površine odnosno hale koje su natkrivene i na kojima takvi vremenski uvjeti ne utječu na rad.

## 11.Prometna povezanost

Prilikom odabira lokacije izgradnje brodogradilišta potrebno je analizirati prometnu povezanost Japana. Prometna povezanost znatno utječe na dobavu i transport svih materijala do brodogradilišta. Moramo obratiti pozornost na udaljenost puta i troškove transporta materijala, veća udaljenost prijevoza rezultira većim troškovima. Japan je zemlja sa vrlo dobrom cestovnom, željezničkom, avionskom i pomorskom prometnom povezanosti. Transport dijelimo na putnički, teretni te narodni i međunarodni. Najviše putničkog prijevoza odvija se željeznicom i iznosi 72.7%, zatim slijedi avionski sa 15.8%, cestovni sa 11% te prijevoz putničkim brodovima 0.5%. Teretni prijevoz znatno se razlikuje od putničkog, većinu tereta prevozi se motornim vozilima i teretnim brodovima. U 2019. godini prijevoz tereta cestovnim prometom iznosio je 52.9%, teretnim brodovima 42%, željeznicom 4.9% te zrakoplovnim prijevozom 0.2%.[19]

Velika većina nacionalnog putničkog prijevoza koji iznosi 31.17 milijardi odvija se željeznicom, prema podacima iz 2019. godine Japan Railway iznio je izvješće da je željeznicom putovalo 9.5 milijardi putnika, dok sa ostalim željezničkim tvrtkama 15.9 milijardi. Nadalje prijevoz autobusima iznosio je 4.54 milijarde putnika, avionskim prijevozom 102 milijuna te prijevoz putničkim brodovima iznosi je 80 milijuna godišnje.[19] Što se tiče nacionalnog teretnog transporta u 2019. godini iznosio je 4.71 milijardu metričkih tona, a u volumenu transportne tonaže prijevoz motornih vozila činio je više od 90% ukupnog prometa.

Tablica 11.1 Prikaz podjele transporta tereta

	Teretna tonaža (tisuće)		Tonskih kilometara (milijuni)	
	2018	2019	2018	2019
Ukupni volumen transporta	4,727,467	4,714,117	409,902	404,440
Vlak	42,321	42,660	19,369	19,993
Motorna vozila	4,329,784.00	4,329,132	210,467	213,836
Komercijalne potrebe	3,018,819	3,053,766	182,490	186,377
Nekomercijalne potrebe	1,310,965	1,275,366	27,977	27,459
Brodovi	354,445	341,450	179,089	169,680
Avioni	917	875	977	931

Internacionalni prijevoz tereta prevozi se uglavnom pomorskim putem u 2020. godini iznosio je 889 milijuna tona od kojih 58 milijuna tona se odnosi na izvoz tereta, 435 milijuna tona na uvoz te

396 milijuna tona na tranzitni transport. Zrakoplovnim prijevozom u 2020. godini prevezeno je 1.28 milijuna tona u pogledu volumena.[18] Prema prijevoznim podacima koje smo spomenuli možemo zaključiti da je cestovni promet vrlo bitan dio Japanske prometne mreže i vitalni dio Japanskog gospodarstva. Prema najnovijim podacima Japan ima cestovnu mrežu od približno 1.227.000 kilometara cesta, sastavljenu od 1.033.000 kilometara, gradskih i seoskih cesta, 143.000 kilometara prefekturalnih cesta, 66000 kilometara državnih autocesta i 9200 kilometara brzih cesta. [24]

Veliki problem koji se pojavljuje u cestovnom prometu u Japanu je izuzetno visoka gustoća vozila time se znaju pojaviti prometni zastoji te kašnjenje isporuke materijala. Kamioni zbog prijevoza velike količine tereta predstavljaju znatno veći udio u prometu vozila nego u drugim velikim zemljama. Također mnoge obitelji u današnje vrijeme zbog velike dostupnosti i jeftinih cijena imaju više od jednog automobila kojima se koriste, što također pridonosi do zagušenja cesta u velikim gradovima i industrijskim područjima. Za prijevoz sirovina i opreme do brodogradilišta može se koristiti cestovni promet odnosno kamionima. Cesta je već potpuno sagrađena do odabrane lokacije brodogradilišta što smanjuje troškove jer ju nije potrebno izgraditi. Što se tiče željezničkog prijevoza tereta nedaleko od brodogradilišta nalazi se željeznička pruga. Postoje dvije mogućnosti, prva je da se teret prevozi do Kashime željeznicom te se uz pomoć dizalica prekrca na kamione te odvodi do brodogradilišta. Druga mogućnost je sagrađiti par kilometara željeznice do odabrane lokacije brodogradilišta te direktno sa vlaka dizalicom teret preuzeti nakon čega se može viličarima prenijeti do skladišta crne metalurgije.

Pored odabrane lokacije brodogradilišta nalazi se Kashima port velika pomorska luka. Maksimalna dužina broda koji je uplovio u luku iznosi 340 metara, sa maksimalni dopuštenim gazom od 18.1 metara, maksimalnom širinom broda od 60 m te maksimalnom nosivosti broda od 314 000 t. Najčešći tipovi brodova su brodovi za prijevoz općeg tereta sa 34%, brodovi za prijevoz rasutog tereta 16%, brodovi za prijevoz tereta 9%, brodovi za prijevoz naftnih derivata 8% i brodovi za prijevoz ukapljenog plina 7%. [25]

Pošto se luka nalazi u industrijskom gradu dio je velike industrijske zone te omogućuje veliki uvoz sirovina iz inozemstva i izvoz gotovih proizvoda što ju čini vitalnim središtem međunarodne trgovine. Luka je opremljena sa pokretnim dizalicama, portalnim dizalicama i obalnim dizalicama za podizanje tereta od 24 mt do 150 mt te se procjenjuje da se godišnje lukom prođe oko 55,000,000 t. Pomorska luka osigurava brodogradilištu ukoliko nije moguće cestovnim prometom sigurnu i jeftinu dobavu materijala i opreme.[26]

## 12. Karakteristike terena, obale i podmorja

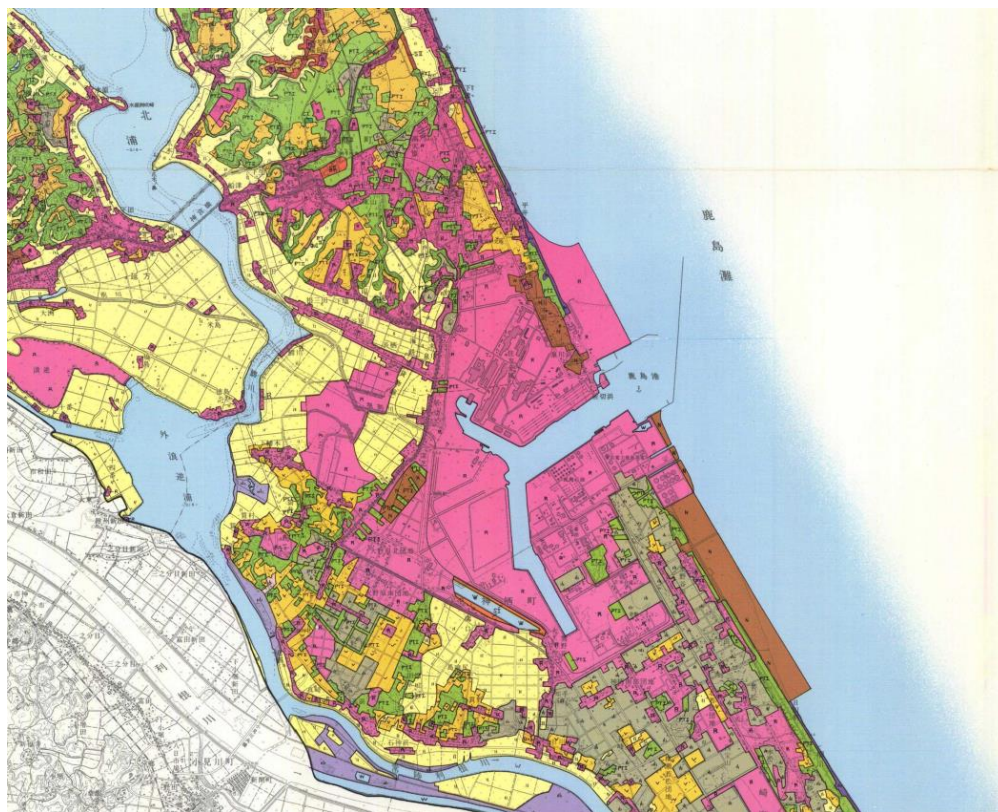
Japan se sastoji od četiri velika otoka koji su uglavnom izrazito planinskog tipa. Obala ima vrlo istaknute poluotoke i rtove, s velikim brojem manjih rtova koji čine potpuno razvedenu obalu. U nekim dijelovima izgrađene su ravnice od kilometra ili dva do stotinjak kilometara. Takvim dijelovima sagrađene su ceste i željeznice kao alternativa zavojitom zaleđu.

Kashima je smješten uglavnom na pjeskovitom tlu što stvara veliki problem prilikom gradnje većih građevina. Zbog velike težine brodova koji se grade, dizalica i hala postoji mogućnost da teren na kojem je sagrađeno brodogradilište tone polako u more. Također u takvim pjeskovitim i muljevitim područjima zbog valova, kiša i morskih struja dolazi do nanosa mulja na dnu u lukama i pristaništima brodova. Kao rezultat toga osmišljene su obalne strukture kao što su umjetni rtovi i lukobrana za smanjivanje erozije obale. Na dobro razvijenoj pješčanoj plaži dugoj 16 km koja je okrenuta prema Tihom oceanu postavljeno je pet umjetnih rtova za kontrolu dužobalne struje.



Slika 12.1 Prikaz geografskih karakteristika Japana

Kashima veliki dio svoje obale izgradio je za smještaj industrije poput termoelektrana, bulk terminala i luke. Brodogradilište je smješteno na centralnom pristaništu i lukobranu. Centralno pristanište sagrađeno je kombinacijom velikim čeličnih stupova, čeličnih ploča i armiranog betona te mora biti u stanju zadovoljiti brojne zahtjeve koji se nameću. Poput mjesta na kojem se nalazi, uvjeta tla, razine morske vode, valni uvjeti, seizmički uvjeti, vijek trajanja, tereti i sl.



*Slika 12.2 Prikaz geoloških karakteristika Kashime*

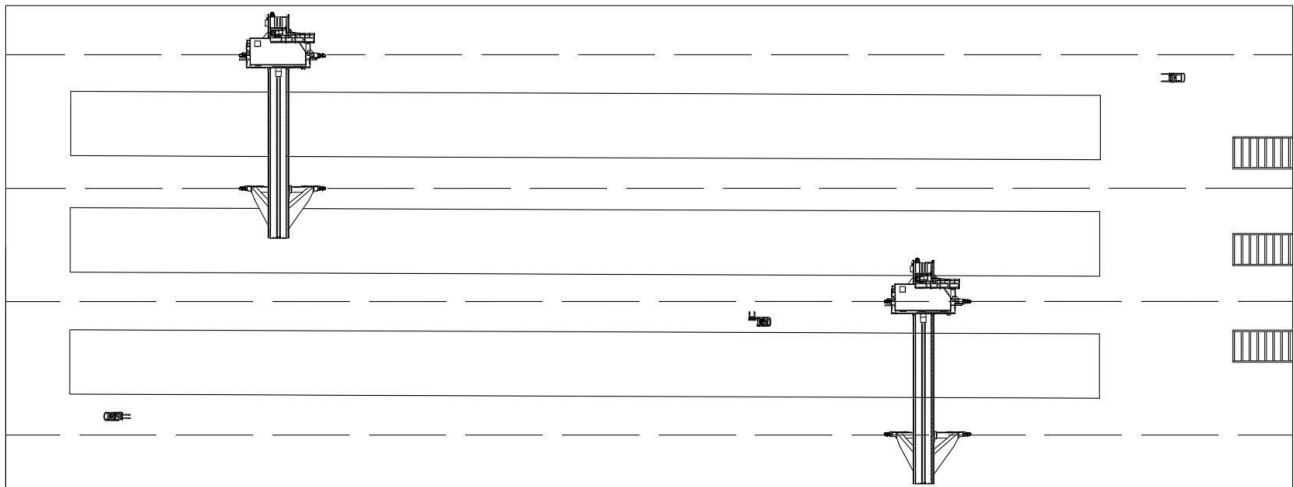
U 2011. godini zbog potresa i poplave uzrokovano potresom centralno pristanište i lukobran pretrpjelo je manju štetu poput bočne deformacije zida, pucnjem kolnika i deformacija tla. Zbog manjih oštećenja luka Kashima nastavila je sa poslovanjem unutar nekoliko tjedana. U ovom slučaju potrebno je ojačati konstrukciju pristaništa sa dužim metalnim cijevima koje se zabijaju u duboko u tlo za ojačanje temelja te ugraditi ojačanja zidova protiv potresa kako bi se osigurala strukturna čvrstoća terena.

Što se tiče morskog dna uglavnom je formiran taloženjem mulja i pijeska. Zbog svojih brojnih terminala za iskrcavanje tereta luka Kashima iskopala je dublje pristupne puteve kako bi omogućila pristanak većih brodova. Raspon dubine mora je između 12 i 23 metara [27]. U tom slučaju potrebno je na dijelovima gdje je more plitko uz pomoć jaružala povećati dubinu mora da se prilikom porinuća, brod ne ošteti.



### 13. Glavno skladište čeličnog materijala

Početak gradnje broda kreće od limova i profila koji se dopremaju u skladište crne metalurgije. Limovi i profili u brodogradilište dolaze na dva načina brodom ili kamionima. Glavno skladište crne metalurgije nalazi se na sjeverozapadnoj strani brodogradilišta pored ulaza u brodogradilište zbog lakšeg transporta i nesmetanog prometa unutar brodogradilišta. Ispred hale nalazi se portalna magnetna dizalica nosivosti 16 t koja podiže terete i unosi u veliko skladište. Unutar skladišta limovi se stavljaju na platformu gdje se najprije razvrstaju i označe sa točno određenom identifikacijskom oznakom. Limove stoga dijelimo na tri vrste: limove strukture, panele i limove oplate broda. Nakon što se limovi razvrstaju i označe, sa dizalicom se transportiraju na svoje točno predodređeno mjesto kako bi kod sljedećeg koraka bilo lakše izabrati potrebne limove. [28]



Slika 13 Prikaz skladišta crne metalurgije

Profili se skladište na sličan način kao i limovi. Sa dizalicama se unose unutar skladišta te se sortiraju i označavaju. Osnovna razlika u označavanju je ta da se označuju po visini, duljini, debljini struka i materijalu. Zatim se dizalicama sortiraju na predodređena mjesta za lakše pronalažene prilikom početka gradnje. Limovi smješteni su na specijalnim igličastim regalima koji skladište limove vertikalno. Ovakvim načinom skladištenja dobivamo veću iskoristivost površine skladišta. Kako bi dodatno povećali iskoristivost skladišta koristimo visoke regale za skladištenje profila. Gradimo stelaže u visinu da maksimalno iskoristimo volumen hale. Skladište crne metalurge se koristi kako bi se maksimalno zaštitili limovi i profili od vanjskih utjecaja odnosno stvaranje korozije na materijalu. [28] Dimenzije skladišta iznose 200x75 m odnosno prostire se na površini od 15 000 m<sup>2</sup>.

Oprema glavnog skladišta:

1. Portalna dizalica 16 t
2. Valjkasti transporter
3. Visoko podizni viljuškar
4. Postrani viljuškar

### 13.1 Portalna dizalica

Glavna oprema skladišta crne metalurge su dvije portalne dizalice locirane na ulazu skladišta. Kamioni opremljeni limovi i profilima dolaze ispred skladišta gdje uz pomoć dizalice iskrcavaju na privremene međuskladišne platforme ili direktno u skladište. Dizalice se kreću po specijalnim P38 tračnicama za velika opterećenja koji se prostiru ispred hale i dužinom cijele hale.



*Slika 13.1 Portalna dizalica dizalice*

Specifikacije dizalice su sljedeći:

*Tablica 13.1 Specifikacije portalne dizalice*

Kapacitet	16 t
Širina raspona	35 m
Visina podizanja	12 m
Brzina podizanja	3.5 m/min
Brzina portala	18 m/min
Brzina dizalice	20 m/min

### 13.2 Valjkasti transporter

Valjkasti transporteri su veliki niz valjaka koji se oslanjaju na okvir kako bi se limovi i profili mogli pomicati ručno, linijski ili gravitacijski. Nakon što portalna dizalica položi teret na valjkasti transporter limovi se kreću prema radionici predobrade limova i profila. Valjkasti transporter nešto je kraći u odnosu na druge hale jer je dužine 30 m i služi samo za transport limova u radionicu predobrade limova i profila. Kod ovog transportera vrlo je bitno učestalo održavanje jer se značajan dio transportera nalazi izvan hale i izložen je vanjskim utjecajima.



*Slika 13.2 Valjkasti transporter*

Brzina transportiranja limova iznosi od 0.5 do 4 m/s sa maksimalnim opterećenjem od 1500 kg/m. Širina valjkastog transportera je 5 m.

### 13.3 Visoko podizni viljuškar

U skladištu osim portalnih dizalica također se koristi visoko podizni viljuškari. U slučajevima kada su obije dizalice zauzete prenošenjem tereta ili je potrebno prenijeti manje limove koriste se viljuškari. Kapacitet podizanja je 2040 kg stoga profili i limovi manjih dimenzija mogu se podignuti bez većih problema. Model 9BRU23 / 21.5 marke Toyota koristi električni motor i upravlja se u stajaćoj poziciji.



*Slika 13.3 Prikaz visokopodiznog viličara*

Specifikacije viličara su sljedeće:

*Tablica 13.3 Specifikacije visokopodiznog viličara*

Maksimalna nosivost	2040 kg
Maksimalna visina podizanja	7645 mm
Maksimalna brzina kretanja	12.1 km/h
Brzina podizanja sa opterećenjem	0.33 m/s
Brzina podizanja bez opterećenja	0.584 m/s
Brzina spuštanja	0.59 m/s
Snaga Električnog motora	12.9 kw

### 13.4 Postrani viličar

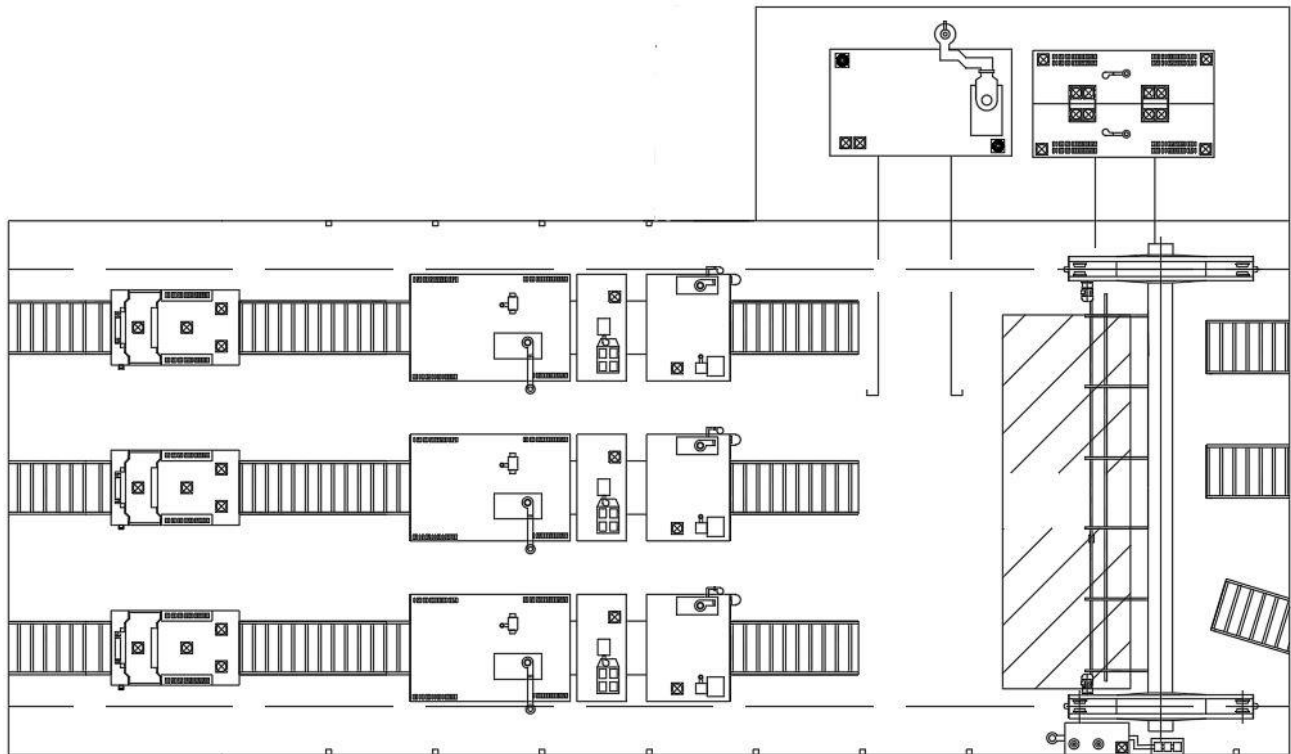
Osim visoko podiznih viličara koristi se postrani viličari koji ima veći kapacitet podizanja tereta. Zbog toga što se skladište razvrstava po visokim regalima postrani viličar zbog svoje uske konstrukcije i visokog kapaciteta podizanja idealan je za podizanje i razmještanje tereta. Tvrtka ManForce napravila je model FDR50J-M i pokreće ga motor sa četiri cilindra od 55.4 kW snage.



*Slika 13.4 Prikaz postranog viličara*

## 14.Radionica za predobradu limova i profila

Radionica za preradu limova nalazi se sjeverozapadnoj strani brodogradilišta odmah pored skladišta čeličnog materijala. Hala je sljedećih dimenzija 120x50x12m odnosno površinski zauzima 6000 m<sup>2</sup>. Spojena sa glavnom halom nalazi se nešto manja prostorija za sačmarenje i bojanje dimenzija 50x20x15 odnosno 1000 m<sup>2</sup>.



Slika 14 Prikaz radionice predobrade limova i profila

Nakon što materijal stoji u skladištu crne metalurgije izložen je vanjskim vremenskim uvjetima, pojavljuju se razne deformacije i oblici neravnine koje je potrebno izravnati i pripremiti za daljnju obradu. Zbog toga u radionici predobrade, materijal se ravna, sačmari i boja. Nakon što se limovi i profili obrade, pomoću valjkastih transporterera odlaze u radionicu obrade limova i profila. Nakon obrade, limovi se stavljaju na platformu dimenzija 35x12 m gdje se vrši vizualna inspekcija obrađenog lima ili profila. U hali ugrađen je Siemensov automatski protupožarni sustav sa senzorom dima i topline. Također je ugrađen i ručni alarmi koji se mogu aktivirati prilikom požara. Sistem je također spojen sa uređajem koji automatski dojavu vatrogascima u kojoj hali je požar.

- Maksimalne dimenzije profila:

10000X200X10 mm

Tipovi profila: H, L, Bulb, Traka, U, I

- Maksimalne dimenzije limova:

Maksimalna duljina 12 000 mm

Minimalna duljina 3000 mm

Debljine 5-80 mm

Radionica sadrži sljedeće strojeve i sustave:

1. Valjkasti transporter
2. Stroj za ravnanje limova
3. Stroj za predgrijavanje, pjeskarenje i bojanje limova i profila
4. Platforma
5. Komora za sačmarenje
6. Komora za bojanje
7. Ventilacija
8. Protupožarni sustav
9. Mosna dizalica

#### **14.1 Valjkasti transporteri**

Transporter širine 5m proteže se od skladišta crne metalurgije sve do stroja za ravnanje limova, zatim se nastavlja do uređaja sa sačmarenje sve do platforme. Brzina rada iznosi od 0.5 do 4m/s sa maksimalnim opterećenjem od 1500 kg/m.

#### **14.2 Stroj za ravnanje limova**

Limovi se znaju deformirati uslijed transporta i neravnomjernog hlađenja što uzrokuje unutarinja naprezanja. Prema tome najprije se limovi ravnaju kako bi se mogli sačmariti i premazati

temeljnim premazom. Stroj marke Haeusler ugrađen ja na početku hale gdje preko valjkastih transportera direktno sa skladišta dolaze limovi.



Slika 14.2 Prikaz stroja za ravnanje limova

Specifikacije stroja su:

Tablica 14.2 Specifikacije stroja za ravnanje limova

Širina lima	1000 do 5000 mm
Duljina lima	3000 do 12000 mm
Debljina lima	35 do 120 mm
Maksimalna težina lima	32000 kg
Vlastita težina	1241 t
Visina stroja	12 m
Promjer valjka	1300 / 700 mm
Maksimalna sila valjaka	190000 kN = 19000 t
Instalirani zakretni moment	10500 kNm



### 14.3 Stroj za predgrijavanje, pjeskarenje i bojanje limova i profila

Oprema stroja sastoji se od ulaznog valjkastog transportera, komore za pjeskarenje, kabine za bojanje, kabine za sušenje, izlaznog valjkastog transportera, sustava za uklanjanje prašine i električnog upravljačkog sustava.



Slika 14.3 Prikaz stroja za stroja za predgrijavanje pjeskarenje, bojanje i sušenje

Iz glavnog skladišta čelika dolaze limove na valjkastim transporterima i isporučuje se u komoru za sačmarenje. Sačmarenje se vrši iz različitih mlaznica za pjeskarenje, s čime se skidaju slojevi korozije. Tijekom pjeskarenja mješavina čelične sačme i prašine skuplja se u odvojenom separatoru za recikliranje. Prašina koja nastaje pjeskarenjem filtrira se pulsним mlaznim sakupljačem koji natrag ispušta filtrirani zrak.

Nakon pjeskarenja, sustav za čišćenje sačme uključujući strugač, četku s valjkom i visokotlačni zračni ventilator očistiti će čeličnu sačmu na gornjoj površini lima kako bi se osiguralo da na njoj nema ostataka čelične sačme. Lim zatim ulazi u kabinu za bojanje, te na samom kraju u kabinu za sušenje. Kabina ima dva načina sušenja: prvi način je električnim grijanjem a drugi način grijanje na ulje odnosno plin. Na samome kraju lim izlazi potpuno obrađen na izlaznom valjkastom transporteru.

Specifikacije uređaja:

Tablica 14.3 Specifikacija stroja za predgrijavanje pjeskarenje, bojanje i sušenje

Naziv uređaja	KYL5000-10
Dimenzije limova	(4-60)×5000x12000
Brzina kretanja (m/min)	0.5-4 m/min
Volumen pjeskarenja (kg/min)	480×10
Količina zraka za uklanjanje prašine (m <sup>3</sup> /h)	48500
Kvaliteta površine nakon pjeskarenja	Sa 2,5 GB8923-88 (ISO8501)
Hrapavost nakon pjeskarenja	Ra20-75
Vrsta bojanja	Sprej za bojanje bez zraka 45:1
Debljina nanosa boje	15-45 μm
Temperatura sušenja	45-70°C

#### 14.4 Komora za sačmarenje

Komora se nalazi u manjoj prostoriji unutar hale predobrade limova i profila. Njegove dimenzije iznose 17x10x2.5 m i koristi se u slučaju da lim nije dobro obrađen te ga se treba dodatno ručno obraditi. Limovi se podižu dizalicama i spuštaju na specijalna kolica kojom se transportiraju do komore. Komoru će izraditi po mjeri tvrtka Straaltechniek.



Slika 14.4 Prikaz komore za sačmarenje

Oprema i specifikacije komore za sačmarenje:

- Spremnik za pjeskarenje

Posuda za pjeskarenje je u biti spremnik medija i održava tlak potreban za pjeskarenje. Koriste se mlaznice za raspršivanje medija pri različitim brzinama. Ulazni i izlazni ventili nadziru protok zraka. Dimenzije spremnika su 800mm promjera i visine 1950mm. Volumen iznosi 800 L sa težinom od 250kg i maksimalnim pritiskom od 10 bara.

- Pod komore za sačmarenje

Pod unutar komore opremljen je sa automatskim strugačem. Gumene klapne strugača guraju prljavštinu i prašinu u smjeru poprečnog transportera. Poprečni transporter zatim odvodi abraziv izvan komore za pjeskarenje.

- Zidovi komore

Zidovi su izrađeni od pojačanih čeličnih ploča debljine 5mm koje pružaju najbolju otpornost protiv habanja. Vrata su također napravljena od čelika koja služi kao zaštita od abraziva.

- Dizalo abraziva

Dizalo osigurava vertikalni transport prašine i prljavštine. Izrađen je od okomitog kućišta s remenicom koja povezuje glavu dizala i bazu dizala. Na beskonačni remen montirane su čelične posudice koje sakupljaju abraziv i prenosi ih prema čistaču.

- Čistač

Dizalo prenosi abraziv do čistača koje najprije prolazi kroz sito gdje se odvajaju veći dijelovi i nečistoće. Zatim se raspoređuje što je više moguće po širini čistača. Brusno sredstvo zatim pada kroz struju zraka i tako se isprašuje dok očišćeni abraziv pada u silos. Prašina se odvaja u vreću za prašinu.

## 14.5 Komora za bojanje

Komora za bojanje nalazi se pored komore za sačmarenje. Dimenzije komore iznose 17x10x2.5m. Nakon sačmarenja limovi i profili specijalnim kolicima prevozi se u komoru za bojanje nakon čega se vraćaju natrag na platformu na sušenje. Bojanje limova i profila koristi se

kao zaštita od korozije. Komora se sastoji od uređaj za bojanje, specijalne unutarnje obloge, četke za čišćenje i električne upravljačke ploče.



*Slika 14.5 Prikaz komore za bojanje*

- Uređaj za bojanje

Mlaznica za bojanje sastoji se od 26 litarskog spremnika izrađenog od čvrstog polietilena koji ne podliježu utjecaju jakih otapala. Aparat za grijanje koji smanjuje viskoznost boje snage 4000W nalazi se na desnoj strani stroja. Električna upravljačka ploča i električna razvodna kutija također se koriste za optimalnu distribuciju električne energije. Maksimalni tlak na mlaznicu iznosi 500 bara.

- Unutarnja obloga komore za bojanje

Cijela unutrašnjost komore obložena je politetrafluoretilenskom oblogom koja služi kao zaštita od taloženja boje. Nakon bojanja elementa obloga se uklanja, a boja se struže i odvaja u specijalne bačve koje se potom adekvatno zbrinjavaju. Zatim se navlači nova obloga te se postupak ponavlja.

## 14.6 Ventilacija

Ventilacija je ugrađena kako bi se osigurao kvalitetniji i čistiji zrak unutar hale. Ventilacijski sustav sastoji se od F-945 filtera, dva usisna ventilatora snage 45 W, sustava ventilacije s rešetkama za ekstrakciju zraka, sustava povrata pročišćenog zraka i sustava povrata topline. Čisti

zrak se upuhuje pri dnu hale kroz ventilacijske otvore, zrak se zatim usisava prvu vrhu gdje prolazi kroz filter i kroz dimnjak izlazi izvan hale. Ventilacija je opremljena sa senzorom koji kontinuirano mjeri temperature i potpuno automatizirano kontrolira udio svježeg zraka. Također postoji dodatak za reguliranje topline kako bi temperatura unutar hale bila povoljna za rad. Tvrtka ESTA ventilaciju radi po narudžbi kako bi se optimizirao protok zraka kroz halu.

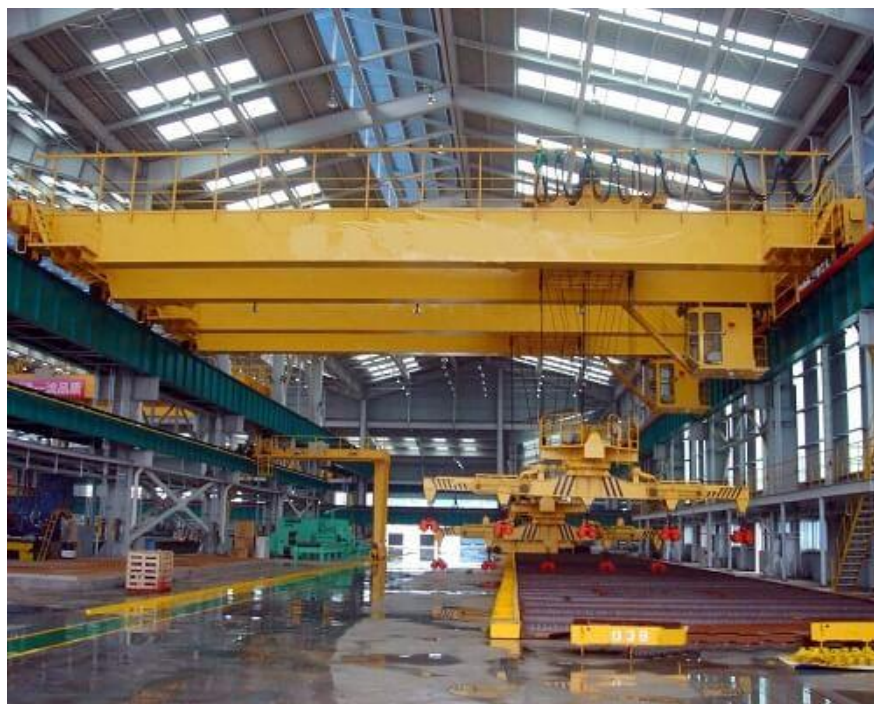


*Slika 14.6 Prikaz ventilacijskog sustava*

## **14.7 Mosna dizalica**

U hali montirana je mosna dizalica podiznog kapaciteta od 10 t. Mosna dizalica spojena je na tračnice dužine 94 m koje su povezane sa poprečnim nosačima i potpornim stupovima. Dizalica se koristi za premještanje limova i profila unutar radionice.

Ima elektromagnet i kuku ovisno o teretu koji podiže. Dizalica se po šinama kreće pomoću elektromotorima sa dvije brzine. Upravlja se pomoću ovjesnog kablenskog upravljača sa start i stop tipkom.



*Slika 14.7 Prikaz mosne dizalice*

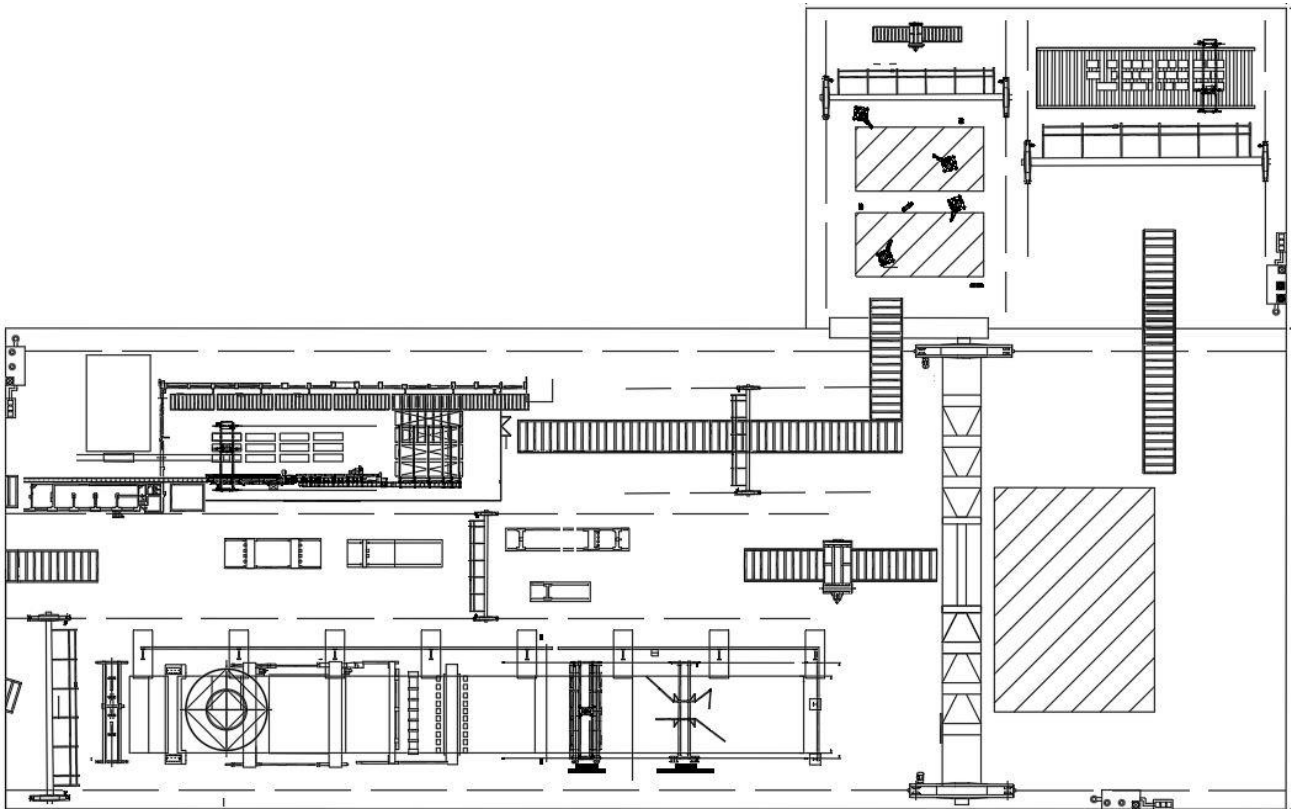
Specifikacije dizalice:

*Tablica 14.7 Specifikacije mosne dizalice*

Tehničke karakteristike	
Maksimalna nosivost dizalice	10 t
Raspon mosta	48m
Visina podizanja	10m
Brzina podizanja tereta	4 – 1,3 m/min
Brzina ovjesnih kolica	20 – 5 m/min
Brzina mosta	30 – 9 m/min

## 15. Radionica za obradu limova i profila

Radionica za obradu limova i profila smještena je pored radionice predobrade. Dimenzije radionice su 200x75x15 m odnosno površine 15000 m<sup>2</sup>. Obrađeni limovi i profili sa platforme u radionici za predobradu se podižu i postavljaju na valjkaste transportere i ulaze u radionicu obrade limova i profila. Limovi se najprije označuju i pripremaju za daljnje rezanje i oblikovanje. Na lim pomoću automatiziranih robota upisuje se njihova radionička marka, grupi kojoj lim pripada te oznaku sekcije svakog lima. Limovi zatim prolaze panel linijom gdje se zavaruju i pripremaju za daljnju obradu. Profili se stavljaju na valjkaste transportere koji vode do profil linije. Unutar hale nalazi se sistem ventilacije za dovod zraka koji je isti kao i u radionici za predobradu limova i profila. Specifikacije valjkastih transportera isti je kao i u radionici predobrade. Na kraju radionice nalazi se platforma za odlaganje kompletnih panela dimenzija 35x25m.



Slika 15 Prikaz radionice za obradu limova i profila i male predmontaže

Radionica se sastoji od :

1. Valjkasti transporter
2. Panel linije
3. Profil linije
4. Stroj za savijanje limova
5. Ventilacija
6. Mosne dizalice
7. Plazma rezačice
8. Platforma kompletnih panela
9. Dizalice

### 15.1 Panel linija

Panel linija potpuno je automatizirana linija za zavarivanje i sklapanje panela. U brodogradnji se koristi zbog ubrzanе proizvodnje i dobre kvalitete zavara.



*Slika 15.1 Prikaz panel linije*

Rad stroja podijeljen je u devet taktova:

Prvi takt panel linije kreće postavljanjem limova po redosljedу zavarivanja. Mosnom dizalicom limovi se dovode na poziciju zavarivanja te se na njih postavljaju specijalne pločice za zavarivanje. Nakon što je lim u poziciji i pločice su postavljene kreće jednostrano zavarivanje lima. [29].



Na drugom paneli se mogu zakrenuti ukoliko je to potrebno.

Na trećem taktu limovi se označuju, trasiraju i obrezuju. Limovi se također bruse kako bi se mogli postaviti profili za zavarivanje. Na trećoj stranici nalazi se pantograf na mosnoj konstrukciji.

Na četvrtom taktu postavljaju se profili koji se uzimaju sa palete i obostrano kutno zavaruju. Za postavljanje, podizanje i pridržavanje profila na panel koristi se magnetna portalna dizalica. [29].

Na petom najprije se vrši kontrola panela, zatim se na petom i šestom taktu paneli ukрупnjavaju u trodimenzionalne sekcije do visine od 3 metra. Za zavarivanje koristi se portalna dizalica sa uređajima za zavarivanje MAG postupkom. [29].

Na sedmom i osmom taktu zavaruju se ostali poprečni okviri pomoću uređaja za zavarivanje na portalnoj dizalici. Na ovom taktu trodimenzionalne sekciju su završene i spremne za deveti takt.

Devetki tak ima dvije svrhe jedna je da se završene trodimenzionalne sekcije podižu se 50 t dizalicom i postavljaju se na transporter, a druga je kao dodatni prostor za zavarivanje i rad na sekciji.

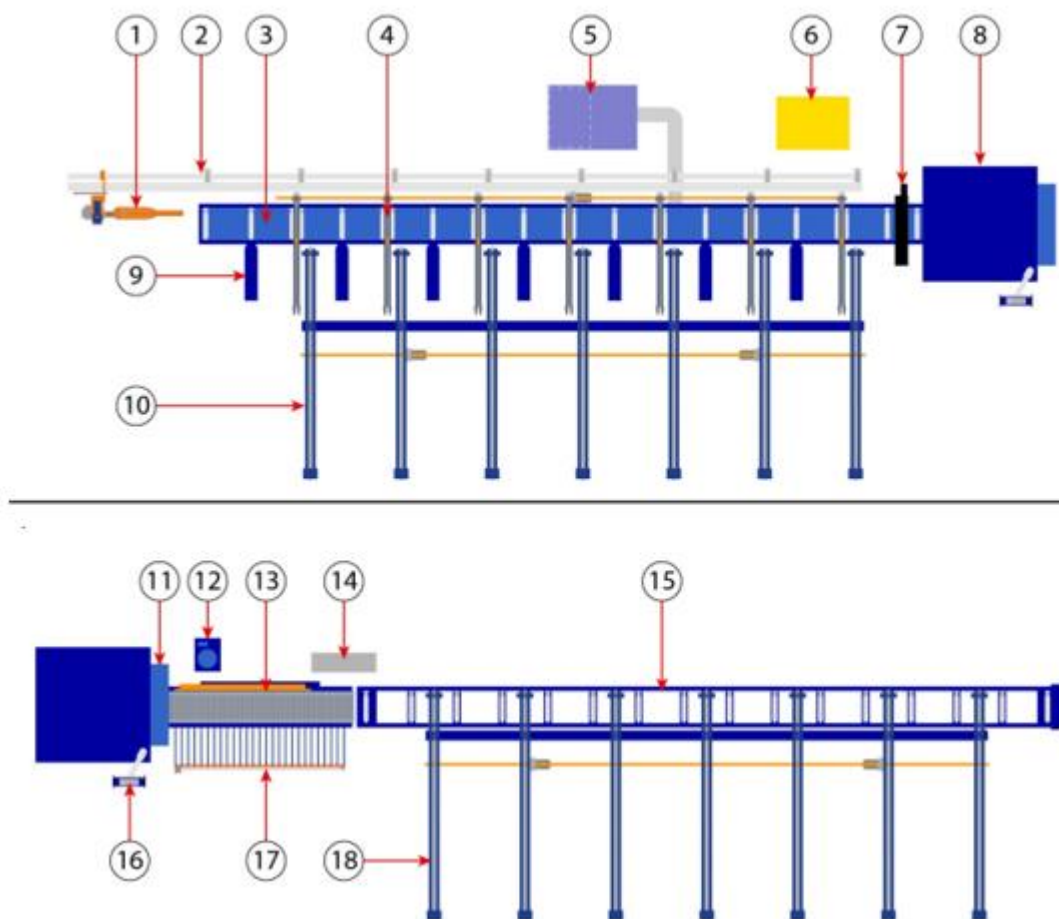
Panel linija sastoji se od:

1. Oprema za spajanje panela
2. Oprema za sučeljeno zavarivanje sa prednje strane
3. Sustav za zakretanje panela
4. Oprema za sučeljeno zavarivanje sa zadnje strane
5. Vozilo za uzdužni prijenos
6. Oprema za uzdužnu montažu
7. Višepolna uzdužna oprema za automatsko zavarivanje
8. Blok transfer car
9. Vučno vitlo
10. Sustav podizanja blokova

## **15.2 Profil linija**

Profil linija je stroj za oblikovanje i rezanje profila sa plazma rezačem. Ovakav način automatiziranog uređaja znatno smanjuje vrijeme izrade profila. Na računalo najprije se unose potrebne informacije poput veličina profila i oblika profila koji se mora odrezati. Zatim preko valjkastih transportera profili ulaze u stroj. Najprije se robotska ruka sa laserskim senzorom kalibrira

i uz pomoć dodirnog senzora orijentira na profilu. Zatim se sa plazma rezačem režu profili prema zadanim uputama. Gotovi profili valjkastim transporterima izlaze van i odlažu se na platforme. Nakon što se svi profili obrade na njih se lijepe naljepnice sa odgovarajućim informacijama. Stroj može rezati profile plazmom sa minimalnom debljinom stijenki od 5mm, a maksimalnom od 60 mm, pod kutovima od -45° do 45°.



Slika 15.2 Prikaz profil linije

Automatska profil linija PCL 600 HGG sadrži sljedeće komponente:

1. Hvataljka
2. Glavni okvir i klizač za hvataljku
3. Ulazni valjkasti transporter
4. Lanci za bočni utovar
5. Ispušna jedinica

6. Plazma rezač FF800
7. Printer
8. Jedinica za rezanje plazma rezačem
9. Pasivni potporni stol
10. Lanci ulaznog spremnika
11. Upravljačka jedinica
12. Hidraulička jedinica
13. Izlazni remen
14. Logistička upravljačka jedinica
15. Izlazni valjkasti transporter
16. Upravljačka ploča
17. Uže za sigurnosno zaustavljanje
18. Izlazni lanci međuspremnika

Specifikacije materijala za rezanje.

*Tablica 15.2 Specifikacije materijala za rezanje*

Materijal	Minimalna debljina	Maksimalna debljina	Maksimalna težina	Minimalna duljina/ Minimalna veličina	Maksimalna duljina/ Maksimalna veličina
Sirova šipka	5mm	60 mm	2,500 kg	2000 mm	12000 mm
Flat bar	5mm	60 mm	160 kg/m	100x5 mm	550x 60 mm
Holland profil	5mm	15 mm	160 kg/m	100x5 mm	550x 60 mm
L profil			160 kg/m	75x75 mm	150x 150 mm
L profil			160 kg/m	100x75 mm	550x150 mm
T profil			160 kg/m	100x75 mm	500x 200 mm

### 15.3 Stroj za savijanje limova

Stroj za savijanje limova u brodogradnji se koristi zbog velikog broja zakrivljenih limova. Limovi se pomoću dizalice postave na platformu nakon čega se u upravljačku jedinicu upisuju

informacije po kojima će uređaj raditi. Zatim limovi prolaze kroz 4 cilindra i savijaju se do zadane vrijednosti. Potom se zakrvljeni limovi pomiču pomoću dizalice i stavljaju na platformu gdje se na njega zatim zavaruju preostali elementi .VR-3 3100-680 model tvrtke Anerka ugrađen je unutar radionice obrade limova i profila.



*Slika 15.3 Prikaz stroja za savijanje limova*

Njegove specifikaciju se sljedeće:

*Tablica 15.3 Specifikacije stroja za savijanje limova*

Duljina savijanja	3100 mm
Maksimalna debljina savijanja	85 mm
Gornji valjci	560 mm
Donji valjci	500 mm
Maksimalna sila savijanja	800 t
Maksimalna visina prolaza	200 mm
Duljina stroja	9200 mm
Širina stroja	2900 mm
Maksimalna širina stroja	4500 mm
Visina stroja	2030 mm
Težina stroja	75 t

## 15.4 Dizalice

Zbog konstantnog rukovanja sa panelima, mirkopanelima i profilima potrebno je imati adekvatnu opremu za rukovanje. Unutar hale obrade limova i profila nalaze se 4 dizalice različitih kapaciteta. Dvije portalne dizalice imaju podizni kapacitet od 20 t, jedna dizalica ima podizni kapacitet od 32 t i jedna ima od 50 t.

Prilikom odabira dizalica najprije moramo pripaziti na moguće težine sekcija koje se grade. Moramo pripaziti na faktor sigurnosti tijekom dizanja, sigurnije je imati dizalicu većeg podiznog kapaciteta. Velika 50 t dizalica koristi se na kraju panel linije za izgrađene panele i trodimenzionalne sekcije dok se dizalice manjih kapaciteta koriste za prenošenje limova i profila na strojeve i na međuskladište limova.

Specifikacije dizalica su:

*Tablica 15.4 Specifikacije mosne dizalice*

Maksimalna nosivost dizalice	[t]	20	32	50
Raspon mosta	[m]	30	30	70
Visina podizanja	[m]	10	10	10
Brzina podizanja tereta	[m/min]	7.2	6	6
Brzina ovjesnih kolica	[m/min]	40	37	31.3
Brzina mosta	[m/min]	75.1	64.9	58.5

## 15.5 Plazma rezač

Stroj funkcioniра na principu termičke metode rezanja koristeći toplinu da se metal otopi. Plazma rezači koriste komprimirani zrak ili dušik koji ionizacijom stvaraju plazmu. Komprimirani zrak se ionizira pomoću elektroda pritom stvarajući veći tlak. Kad tlak dovoljno poraste, mlaz plazme se gurne prema suženoj glavi za rezanje kako bi se stvorila struja plazme. Kada se luk plazme dodirne

sa limom zbog visoke temperature lim se topi. U radionici obrade postoje četiri plazma rezača koji se koriste za rezanje limova po mjeri.



*Slika 15.5 Prikaz plazma rezača*

Specifikacija stroja su:

*Tablica 15.5 Specifikacije plazma rezača*

Radna širina	4000 mm	3800 mm	3000 mm	2500 mm
Ukupna širina	4640 mm	4310 mm	3500 mm	3000 mm
Ukupna duljina	15000 mm	14810 mm	19250 mm	9300 mm
Brzina portala	15 m/min	15 m/min	15 m/min	15 m/min
Brzina rezačice	15 mm/min	15 mm/min	15 mm/min	15 mm/min
Maksimalna debljina rezanja	50 mm	40 mm	35 mm	40 mm

## **16.Radionica male predmontaže**

Predmontaža sklopova odnosi se na spajanje dva ili više manjih elemenata poput limova i profila. Nakon predobrade i označavanja limova podižu se dizalicom i stavljaju na valjkaste transportere koji vode u halu male predmontaže. Unutar hale male predmontaže limove najprije dolaze na platformu na koju se iskrcaju pomoću dizalice. Mikropaneli izrađuju se automatski sa mikropanel linijom koju hala koja se nalazi u hali. Unutar hale također odvojen je prostor za ručnu obradu i izradu mikropanela. Gdje se na označena mjesta na limovima ručno privaruju elementi. Radionica male predmontaže dimenzije je 75x50x15m odnosno površine 3750 m<sup>2</sup>. Radionica se nalazi paralelno pored radionice obrade limova i profila na sjevernoj strani brodogradilišta.

Valjkasti transporteri istih su specifikacija kao i u ostalim radionicama. U hali male predmontaže koristi se slični ventilacijski sustav kao i u hali obrade limova i profila. Ventilacija tvrtke Esta koristi posebni filter F-567 za filtriranje zraka. Ispušni ventilator snage je 75kw, a usisni ventilator zraka 11 kW. Ventilacijom se upravlja pomoću kontrolne jedinice koji znatno olakšava rad sa uređajem. U radionici male predmontaže nalaze se dvije dizalice podiznog kapaciteta 20 t istih specifikacija kao i u radionici obrade limova i profila.

Radionica male predmontaže sadrži sljedeću opremu:

1. Valjkasti transporter
2. Platforme za ručnu predmonatžu
3. Uređaji za zavarivanje
4. Stroj za savijanje limova
5. Mikropanel linija
6. Ventilacija
7. Mosne dizalice

### **16.1 Platforme za ručnu predmontažu**

Na platformi se izvršavaju radovi ručnog zavarivanja te pripreme limova za mikropanel liniju. Oštri rubovi limova se izgladuju, profili se privaruju, a elementi se vizualno pregledavaju za nečistoće i deformacije. Radionica ima dvije platforme koji su postavljene jedna pored druge. Dimenzije platformi su iste iznose 20x10m.

## 16.2 Uređaji za zavarivanje

Obradjeni i označeni limovi dolaze na platformu. Na njih je potrebno privariti elemente poput traka, profila i sl. U hali male predmontaže zavarivanje se vrši na dva načina. Prvi način je klasično ručno zavarivanje sa standardnim uređajem za zavarivanje. Radnik dobiva limove na platformi uzima traku ili profil i privaruje element na označenom mjestu na oba kraja. Zavarivač mora biti iskusan, educiran i certificiran kako bi mogao obavljati svoj posao.



*Slika 16.2 Prikaz aparata za zavarivanje*

Prilikom zavarivanja zavarivač mora dobro provjeriti koji elementi i u kojem smjeru se zavaruje. Pogrešno zavaren element mora se ukloniti, lim je potrebno ponovno obraditi, a zavar ponoviti. Ponovno zavarivanje oduzima vrijeme i time povećava troškove.

Model uređaja je QIM- 630 sa sljedećim specifikacijama:



Tablica 16.2 Specifikacije aparata za zavarivanje

Specifikacije	QIM-630
Priključni napon	380-440V, 50/60 Hz
Raspon struje zavarivanja	20 500 A
Istosmjerna struja	65- 75 V
Maksimalna nazivna struja	35 kVa
Ulazna amperaža	40
Dimenzija uređaja	685 x 302 x 660mm
Težina uređaja	54 Kg

Drugi način zavarivanja vrši se pomoću robotske ruke. Pored platforme za odlaganje i obradu limova nalazi se prostor za zavarivanje robotskom rukom. Elementi se poslože na mjesta gdje se moraju zavariti, zatim zavarivač sa daljinskim upravljačem ili preko računala upravlja robotsku ruku.



Slika 16.2.1 Prikaz robotskog zavarivača

Ovakvim načinom zavarivanja postižu se bolji rezultati i kvalitetniji zavari. Uređaj može vršiti više vrsta zavarivanja poput TIG, MIG i MMA te ima senzor za praćenje šavova što znatno ubrzava brzinu zavarivanja. AX MIG zavarivač marke Kemppi sastoji se od tri uređaja: robotske ruke, uređaja za napajanje i stroja za dodavanje žice. Od dodatne opreme ima uređaj za hlađenje.

Uređaj za napajanje:

*Tablica 16.2.1 Specifikacija uređaja za napajanje*

Specifikacije uređaja	X5100500000
Priključni napon	3~ 50/60 Hz 380...460 V $\pm$ 10 %
Osigurač	32 A
Izlaz 60% ED	500 A
Izlaz 100% ED	400 A
Maksimalna nazivna struja	27 kVA
Preporučena snaga generatora (min)	35 kVA
Raspon struje i napona zavarivanja	MIG 15 A/10 V ... 500 A/50 V
Raspon struje i napona zavarivanja	TIG 15 A/1 V ... 500 A/50 V
Raspon struje i napona zavarivanja	MMA 15 A/10 V ... 500 A/50 V
Raspon radne temperature	-20...+40 °C
Dimenzije uređaja	750 x 263 x 456 mm
Težina uređaja	39,5 kg
Stupanj zaštite	P23S
Klasa izolacije	A
Raspon temperature skladištenja	-40...+60 °C

Uređaj za dodavanje žice:

Tablica 16.2.2 Specifikacija uređaja za dodavanje žice

Specifikacije uređaja	RX21150025L
Mehanizam za dovod žice	4 valjka, dva motora
Podешavanje brzine dodavanja žice	0,5–25 m/min
Veličine žice za punjenje (Željezna jezgra)	1,0–1,6 mm
Veličine žice za punjenje (Ss)	0,8–1,6 mm
Veličine žice za punjenje (Al)	1,0–2,4 mm
Veličine žice za punjenje (CuSi)	0,8–1,2 mm
Radni napon	48 V DC
Raspon radne temperature	-20...+40 °C
Dimenzije uređaja	374 x 234 x 183 mm
Težina	6,75 kg
Raspon temperature skladištenja	-40...+60 °C

Uređaj za hlađenje:

Tablica 16.2.3 Specifikacija uređaja za hlađenje

Specifikacija	X5620000000
Nazivna snaga hlađenja	1 l/min 1,4 kW
Preporučeno rashladno sredstvo	MGP 4456
Težina	15 kg
Volumen spremnika	3 l
Raspon temperature skladištenja	-40...+60 °C
Raspon radne temperature	-10...+40 °C

### 16.3 Stroj za savijanje limova

Unutar radionice male predmontaže nalazi se uređaj HR-3 2050-430 tvrtke Anker za savijanje limova manjih dimenzija. Sustav koristi 3 valjka koji savijaju limove do traženog radijusa. Teži limovi podižu se pomoću mosne dizalice i stavljaju direktno na stroj, lakše limove radnici ručno podižu na stroj. Zatim se vrijednosti savijanja unesu u pokretnu kontrolnu ploču. Nakon savijanja limova hidraulički nosač se pomiče kako bi se olakšalo izvlačenje limova.

*Tablica 16.3 Specifikacija uređaja za savijanje limova*

Duljina savijanja	2050 mm
Maksimalna debljina savijanja	40 mm
Gornji valjci	430 mm
Bočni valjci	380 mm
Maksimalna visina prolaza	135 mm
Duljina stroja	4510 mm
Širina stroja	2060 mm
Visina stroja	2050 mm
Težina stroja	14300 kg
Snaga motora	45 kW
Kapacitet hidrauličkog rezervoara	600 l

### 16.4 Mikropanel linija

Mirkopanel linija nalazi se unutar radionice za obradu limova i profila. Stroj se koristi iz istih razloga kao panel linija i profil linija odnosno da se ubrza proces izrade i postigne veća kvaliteta zavara. Takvim načinom izrade mikropanela povećava se kapacitet proizvodnje. Proizvodni proces dizajniran

je na način da mikropaneli stoje na mjestu dok uređaji za zavarivanje klize trakama i redom zavaraju elemente.



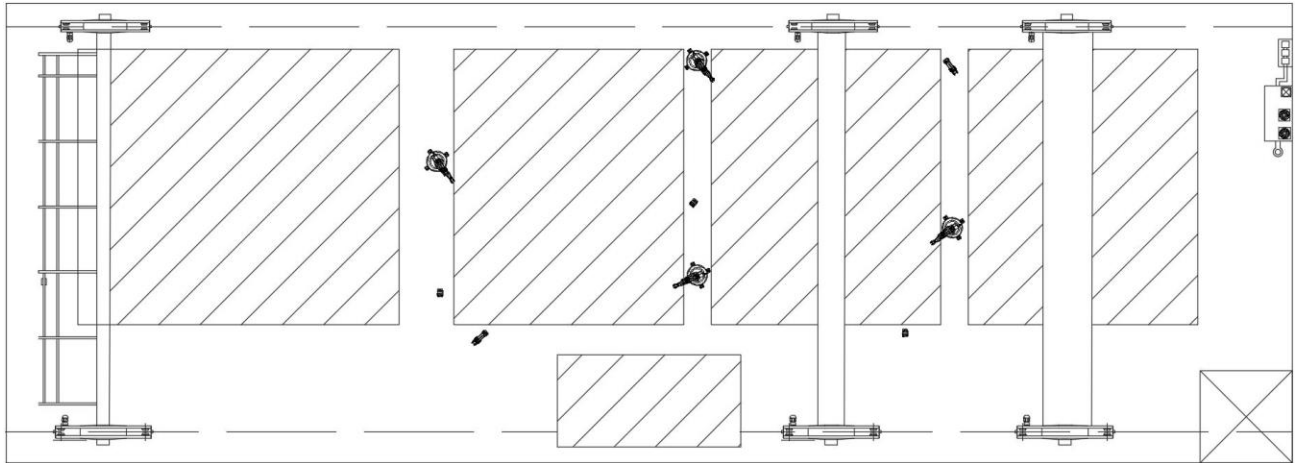
*Slika 16.4 Prikaz mikropanel linije*

Najprije radnik na panele uz pomoć robotske ruke privari profile na označena mjesta. To se radi za sve mikro panele koji su smješteni jedan pored drugoga. U upravljačku jedinicu unesu sve informacije potrebne za zavarivanje panela. Portal opremljen robotskim rukama kreće se po tračnicama do početka linije skenirajući pritom limove

Robotske ruke zatim sa svojim dodirnim sensorima odrede poziciju limova. Operacija zavarivanja vrši se sa više robotskih ruku te se može svaki element zasebno zavarivati ili obostrano kako bi se ubrzao proces zavarivanja. Nakon varenja svakog elementa žica za varenje se odreže na automatskom rezaču te se očisti ruka na ugrađenom čistaču. Elementi se zatim stavljaju sa dizalicom na platformu i čekaju prijevoz u sljedeću halu. Kroz cijeli proces nazočan je radnik koji prati rad mikropanelske linije.

## 17.Radionica predmontaže

U brodograđevinskom procesu nakon izrade panela i mikropanela slijedi izrada trodimenzionalnih sekcija u hali predmontaže. Hala predmontaže nalazi se u nastavku hale za obradu limova i profila na sjevernoj strani brodogradilišta. Dimenzije hale iznose 140x50 m odnosno površine je 7000 m<sup>3</sup>.



Slika 17 Prikaz radionice predmontaže

Najprije se paneli i mikropaneli zajedno sa ostalim obrađenim elementima odlože na platformu. Transport panela se vrši na sljedeće na dva načina. Prvi način prijevoza panela je kroz vrata hale sa velikim transporterima te se uz pomoć mosne dizalice panel podigne i položi na platformu. Drugi način transportiranja panela se radi uz pomoć vanjske dizalice. Krov radionice predmontaže se otvara, zatim se panel podiže i spušta na platformu za obrađene panele. Na početku izrade trodimenzionalnih sekcija vrši se kontrola koja se odnosi na osiguravanje sigurnosnih mjera, provjera nacрта i pozicije zavarivanja elementa te pripremanje svih potrebnih materijala i alata za rad. Paneli se zatim podižu i stavljaju na platformu za zavarivanje. Paneli se polažu obrnuto odnosno paluba je okrenuta prema strani tla kako bi se olakšalo zavarivanje. Okretanje panela izvršava se pomoću mosnih dizalica. Kada se paneli okrenu slijedi zavarivanje ostalih elementa trupa.

Trodimenzionalne sekcije nakon zavarivanja se pomiču mosnim dizalicama na konačnu platformu za montažu sekcija. Tu se vrši spajanje više manjih trodimenzionalnih sekcija u konačnu sekciju broda. Kad se sekcija završi i zavar se ohladi provodi se kompletna inspekcija kvalitete zavara. Prati se veličine zavara, diskontinuiteti ili nedostaci. Za kontrolu zavara koristi se laserski ultrazvuk

koji daje najveću točnost rezultata bez razaranja. Kompletne sekcije zatim se mogu ponovno izvući iz radionice na dva načina. Prvo se koristi mosna dizalica podiznog kapaciteta 100 t za podizanje sekcije i stavlja se na transporter koji sekciju prevozi na sljedeći korak brodograđevinskog procesa. Drugi način za podizanje sekcija je pomoću vanjske dizalice, sekcija se podigne iznad hale kroz otvor na krovu i postavi se na transporter. U radionici predmontaže koriste se isti uređaji za zavarivanje kao i u radionici male predmontaže. Uređaj za ručno zavarivanje je QIM- 630 i robotske ruke za zavarivanje AX MIG. Sustav ventilacije istih je specifikacija kao i u radionici male predmontaže. Ventilacijski sustav napravit će tvrtka ESTA. Ugraditi će se filter F-567, ispušni ventilator snage 75kw te usisni ventilator 11kW.

Radionica predmontaže sadrži sljedeću opremu:

1. Mobilna lučka dizalica
2. Platforma za odlaganje obrađenih panela i mikropanela
3. Platforma za zavarivanje
4. Platforma međuskladišta
5. Platforma za montažu
6. Uređaji za zavarivanje
7. Skladište alata za obradu limova
8. Uređaj za inspekciju zavara
9. Ventilacija
10. Mosne dizalice
11. Transporter

### **17.1 Mobilna lučka dizalica**

Zbog veće mobilnosti rukovanja velikih sekcija izabrana je Liebherr mobilna lučka dizalica podiznog kapaciteta 154 t. Pošto se trodimenzionalne sekcije mogu ukrcati na transporter na dva načina, dizalica u slučaju da se ne koristi za podizanje sekcija u hali predmontaže može se iskoristiti po potrebi na bilo kojoj lokaciji u brodogradilištu. Dizalica se kreće na gumenim kotačima i nema nikakva ograničenja kretanja po ravnoj površini brodogradilišta.



*Slika 17.1 Prikaz lučke mobilne dizalice*

Tehničke specifikacije dizalice su sljedeće:

*Tablica 17.1 Specifikacije lučke mobilne dizalice*

Nosivost	154 t
Minimalni radijus	11 m
Dužina kraka	54 m
Ukupna težina dizalice	439 t
Snaga motora	750 kW
Brzina dizanja	120 m/min
Brzina spuštanja	120 m/min
Maksimalna brzina	5 km/h
Maksimalna visina podizanja	45 m



## **17.2 Platforma za odlaganje obrađenih panela i mikropanela**

Obrađeni paneli transportiraju se u halu predmontaže i odlažu se na platformu. Platforma se nalazi na ulazu radionice i njegove dimenzije iznose 35x30m. Paneli čekaju red na platformi dok se ne oslobodi mjesto na platformi za zavarivanje.

## **17.3 Platforma za zavarivanje**

Paneli se smještaju na platforme za zavarivanje i sortiraju se po redoslijedu zavarivanja. Na ovoj stanici u procesu zavaruju se svi elementi na panele. Odnosno stvaraju se trodimenzionalne sekcije. Unutar hale smještene su dvije platforme za zavarivanje kako bi se istovremeno moglo zavarivati više sekcija. Takvim načinom rada izbjegavamo zastoje u procesu. Dimenzija platformi iznose 30x25m.

## **17.4 Platforma međuskladšta**

Na ovoj platformi smješteni su svi ostali elementi koji ne spadaju pod panele i mikropanele. Sortirani su po vrsti i po redoslijedu zavarivanja kako bi ubrzali proces zavarivanja. Elementi koji se odlažu su profili, rebrenice, koljena, proveze i zakrivljeni limovi. Ovakav način skladištenja se koristi da ne opteretimo dizalicu za panele i mikropanele. Prilikom zavarivanja sekcija potrebne elemente prenesemo na platformu sa mosnom dizalicom kapaciteta 20 t. Pored platforme nalazi se ulaz u halu koji se koristi za olakšani pristup i odlaganje strukturnih elemenata na platformu. Dimenzija platforme iznosi 10x20m.

## **17.5 Platforma za montažu**

Na kraju radionice predmontaže nalazi se platforma za montažu. Manje trodimenzionalne sekcije podižu se mosnim dizalicama i prenose se na platformu. Zatim se sekcije zavaruju i ispituje se kvaliteta zavara. Dimenzije platforme iznose 30x25m.

## 17.6 Skladište alata za obradu limova

Unutar radionice nalazi se skladište alata. Skladište sadrži brojne uređaje za zavarivanje, brusilice, čekiće, alate za rezanje, bušilice i sl. Dimenzije skladišta iznose 10x10m.

## 17.7 Uređaj za inspekciju zavara

U brodogradnji zavarivanje je neizostavna stavka u proizvodnji. Svaki zavar koji se napravi mora se provjeriti kako bi se osigurala čvrstoća i trajnost strukture. Prilikom varenja može doći do nedosljednosti i nedostataka poput poroznosti, pregorjelosti materijala, nejednačenje zrnca, rupe, šupljine i sl.

Svi navedeni primjeri utječu na čvrstoću i integritet zavara što može uzrokovati veliku štetu. Prema tome vrlo bitno je provjeriti kvalitetu zavara. Model Panther 2 tvrtke Eddyfi Technologies koristi ultrazvučne valove za pregled materijala bez razaranja.



*Slika 17.7 Prikaz uređaja za inspekciju zavara*

Šalje zvučne valove visoke frekvencije u metal pomoću sonde. Kad valovi prolazi kroz metal ako naiđu na neki diskontinuitet odbijaju se i vraćaju u sondu, veličina i mjesto diskontinuiteta se zatim prikaže na zaslonu.

Specifikacije uređaja za inspekciju zavara:

Tablica 17.7 Specifikacije uređaja za inspekciju zavara

Specifikacije uređaja	Panther 2
Veličina	298 x 220 x 159 mm
Težina	6.6 kg
Napajanje	240 V/50 Hz
Temperature korištenja	0 do 45°C
Pulser	
Broj kanala	128
Vrsta pulsa	Bipolarni kvadratni puls
Amplituda	20 do 100V
Širina impulsa	20 do 2000 ns
Prijemnik	
broj kanala	128
Ulazna impedancija	50Ω
Frekvencijski raspon	0.3 do 20 MHz
Maksimalni ulazni signal	2Vpp

## 17.8 Mosne dizalice

U hali predmontaže vrlo je bitno imati dovoljan broj dizalica i dovoljnih kapaciteta da ne dođe do zastoja u procesu. Prema tome u radionici nalaze se tri dizalice sljedećih kapaciteta:

Tablica 17.8 Specifikacije mosne dizalice

Maksimalna nosivost dizalice	[t]	20	50	100
Raspon mosta	[m]	47	47	47
Visina podizanja	[m]	10	10	10
Brzina podizanja tereta	[m/min]	7.2	6	3.5
Brzina ovjesnih kolica	[m/min]	40	31.3	40
Brzina mosta	[m/min]	75.1	58.5	68

## 17.9 Transporter

Za prijevoz velikih i teških sekcija u brodogradilištima koristi se transporter. To su specijalna vozila sa hidrauličkim ovjesom i hidrauličkim upravljanjem. Svaki kotač transportera može se neovisno o drugima upravljati i time transporter postiže mogućnost kretanja u 8 smjerova i okretanje oko svoje osi.



*Slika 17.9 Prikaz transportera*

Nakon što se izgradi sekcija podiže se mosnom dizalicom zatim na ulaz u halu dolazi transporter na kojeg se položi sekcija. Transporter odlazi u AKZ halu da se sekcije premažu antikorozivnom zaštitom i ofarbaju. Nakon što se velike trodimenzionalne sekcije zaštite transporterom se prevoze na površinu za odlaganje sekcija ili direktno na navoz. Izabran je SYT9 model marke Cometto. Oni su neizostavni dio prijevoznih sredstva u brodogradilištu. Stoga bitno je redovito vršiti inspekciju ispravnosti i održavanje transportnog sredstva.

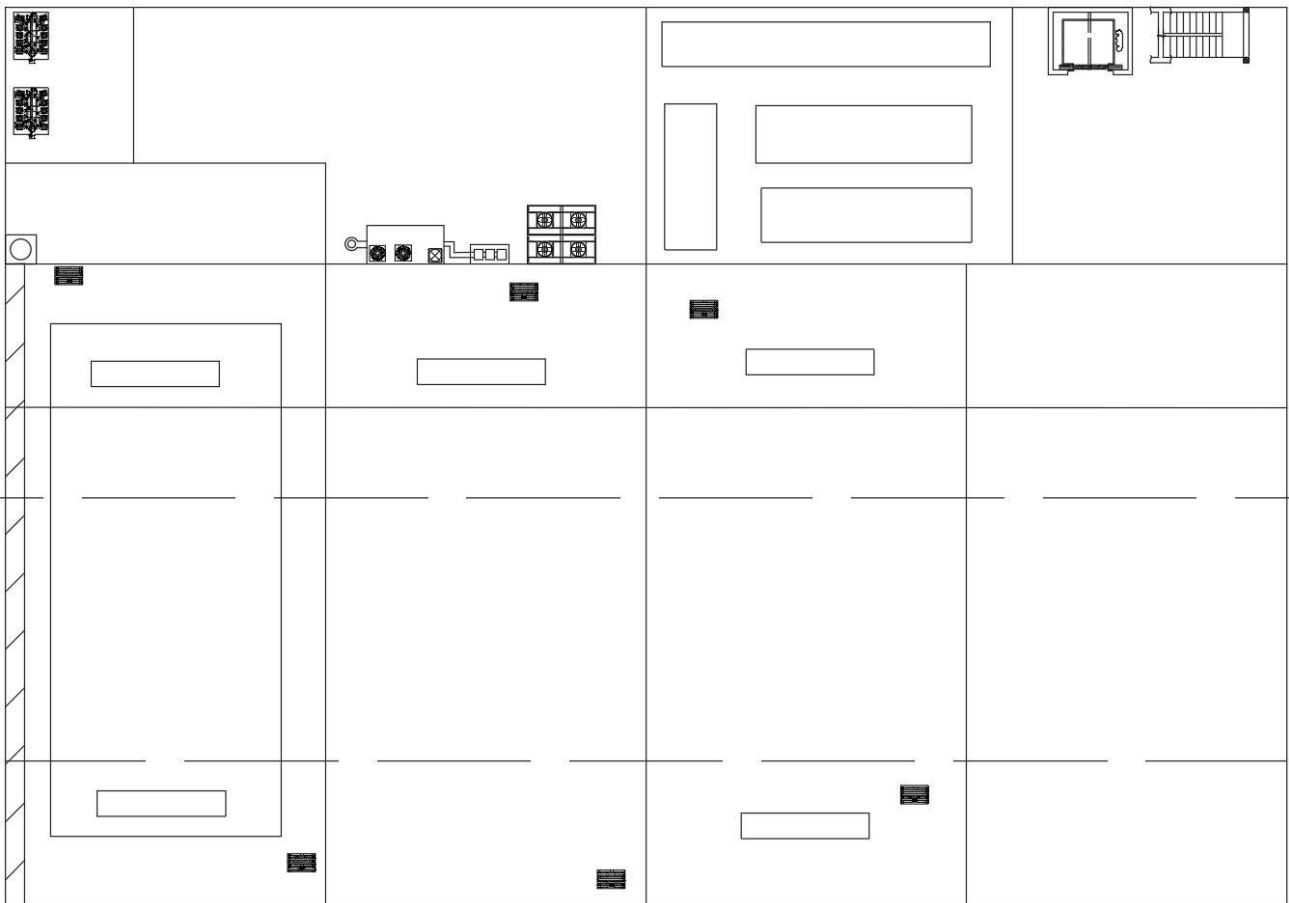
Specifikacije transportera su:

*Tablica 17.9 Specifikacije transportera*

Specifikacije	SYT9
Ukupni broj ovjesa	18
Ukupni broj voženih ovjesa	5
Širina	6000 mm
Duljina	24000 mm
Nosivost	708 t
Vrsta guma	310/80 R22,5
Vučna sila po ovjesu	124 kN
Sila kočenja po ovjesu	55kN
Visina platforme	1950 mm ± 350 mm
Snaga motora	520kW

## 18.AKZ radionica

U brodogradnji trenutno, za izradu velikih dijelova i uspješnost pri izradi potrebno je zaštititi brod od korozije sa antikorozivnim premazima. Postavljeni su visoki standardni klasifikacijskih društva koje se moraju ispuniti. Kako bi ispunili uvijete i postigli najviši standard, premazivanje i bojanje sekcija odvijaju se u specijalno opremljenim halama. U procesu gradnje vrlo je bitna učinkovitost i brzina pošto se ona odražava na profit brodogradilišta. Prema tome sljedeća hala u nizu nakon predmontaže je AKZ hala koja se nalazi na sjevernoj strani brodogradilišta i se dijeli na četiri manje hale.



Slika 18 Prikaz AKZ hale

Prvi prostor koristi se za sačmarenje sekcija. Prije bojanja najprije treba površinu dobro očistiti kako bi se boja dobro primila na materijal bez da se boja ljušti. Sačmarenjem sekcije se dobiva hrapava površina na koju se boja bolje prianja nego na glatku. Drugi i treći prostor koriste se za bojanje sekcija nakon što se obrade. Četvrta prostorija koristi se isključivo za sušenje sekcija. Sve hale su povezane i odvojene podiznim vratima.

Kako se jedna sekcija završi tako se pomoću specijalne platforme pomiče kroz podizna vrata u sljedeću prostoriju. Sve hale također su opremljene visećim električno upravljivim radnim platformama koje radnike podižu i omogućuju im veći raspon rada. Dimenzija hale iznose 100x50x16m odnosno površine 5000 m<sup>2</sup>. Ukupna površina radionica ravnomjerno je raspoređena na jednake dijelove i njihove dimenzije iznose 25x50x16 m. Sa odvojenim aneksnim dijelom koji se koristi kao prostor za skladištenje i pripreme boja. Unutrašnjost svih hala oprema tvrtka Straaltechnik. U svim halama koristi se isti sustav ventilacije, odvlaživača zraka i protupožarni sustav.

Maksimalne dimenzije sekcija:

- Duljina: 40m
- Širina: 18m
- Visina: 8m
- Težina: 350 t

### **18.1 Hala za sačmarenje**

Hala je smještena prva u nizu od četiri radionica. Sklopljena sekcija prenosi se transporterima do radionice gdje se pomoću mosne dizalice podiže te postavlja na specijalnu pomičnu platformu sa potkladama kako bi se svaki dio sekcije mogao obraditi. U radionici mogu istovremeno na sekciji raditi 10 radnika što znatno ubrzava proces. Sačmarenje se obavlja pomoću uređaja koji koristi sačmu od lijevanog čelika. Nakon što se sekcija obradi platforma pomiče se u sljedeću halu. Zidovi hale opločeni su mekanim čeličnim pločama koji su zatim još dodatno obloženi gumenim presvlakama za maksimalnu zaštitu od abrazivnih sredstva.

Oprema hale za sačmarenje:

1. Uređaj za sačmarenje
2. Vijčani zračni kompresor
3. Uređaj za sakupljanje sačme
4. Viseća platforma
5. Ventilacija

6. Odvlaživač zraka
7. Protupožarni alarm
8. Mosna dizalica

#### 18.1.1 Uređaj za sačmarenje

Unutar hale nalaze se 10 uređaja za sačmarenjem, a u slučaju da je potrebno u skladištu se nalazi još 5 uređaja. Koristi se uređaj tvrtke MGI model MA-1001. Model ima ugrađen separator vlage, mjerač tlaka, automatski ispušni ventil i stezni ventil. Kao abrazivno sredstvo koristi se sačma od lijevanog čelika čija veličina ovisi o debljini limova.

Specifikacije uređaja su sljedeće:

*Tablica 18.1.1 Specifikacija uređaja za sačmarenje*

Specifikacije	MA-1001
Kapacitet spremnika abrazivnog sredstva	1000 kg
Zapremnina	460 kg
Duljina crijeva za pjeskarenje	10 m
Otvor mlaznice za pjeskarenje	10 mm
Brzina čišćenja	15-20 m <sup>2</sup>
Radni tlak	5.5 bara

#### 18.1.2 Vijčani zračni kompresor

Vijčani kompresor tvrtke EATON, model PRV1000003 koristi se u kombinaciji sa uređajem za sačmarenje. Model je potpuno opremljen sa PLC računalom za olakšano upravljanje. Također je opremljen antivibracijskim nogama i izoliranim kućištem za smanjivanje buke. Procjena rada uređaja je na više od 70 000 sati što ukazuje i na samu kvalitetu kompresora. Raspon rada uređaja po temperaturi iznosi od 2 do 43 °C.



Specifikacije kompresora su:

*Tablica 18.1.2 Specifikacija Vijčanog zračnog kompresora*

Snaga motora	75 kW
Napajanje	250 V
Broj okretaja	1750 o/min
Glasnoća kompresora	80 dB
Kapacitet ulja	30 l
Dimenzije kompresora	1420x 2160x1230 mm
Težina kompresora	1586 kg
Maksimalni radni tlak	29 bar

### 18.1.3 Uređaj za skupljanje sačme

Na jednoj strani hale nalazi se spremnik prekriven rešetkastim pokrovom koji služe kao lijevak za sačmu. Nakon sačmarenja sačma se skuplja unutar spremnika koji sa vibracijskim transporterom prenosi sačmu u separator. U separatoru odvajaju se veće nečistoće od sačme nakon čega uz pomoć dizala se vraća u silos koji prikuplja sačmu. Manje nečistoće odvajaju se pomoću specijalnih filtera i ciklonskih separatora. Nakon što se sačma očisti može se ponovno koristiti i doprema natrag u spremnik.

## 18.2 Hala za bojanje

Kvaliteta je vrlo bitan aspekt u brodograđevinskoj industriji sukladno tome kako bi se postigla najveća kvaliteta, bojanje sekcija vrši se unutar hala u idealnim uvjetima. Prilikom bojanja potrebno je računati na temperaturu i vlažnost zraka. Ako je temperatura preniska ili previsoka mogu se pojaviti neravnine, pukotine u boji, blijedenje i druge nesavršenosti. U niskim temperaturama hladnoća može potpuno spriječiti sušenje boje dok u previsokim temperaturama može se prebrzo osušiti površinski sloj boje pa se ostali slojevi ne uspiju osušiti. Prema tome mora se održavati temperature između 15 i

30 °C za optimalne rezultate. Visoka vlaga također usporava i sprječava dobro sušenje boje i prijanjanje boje za sekciju. Optimalna vlažnost zraka trebala bi biti između 40 i 70%. Takve idealne uvjete nije teško postići u halama za bojanje jer je opremljena odvlaživačima zraka i ventilacijom. Prilikom bojanja sekcija na pod hale postavlja se specijalna tkanina za upijanje boje koja se nakon korištenja uklanja. Obradena sekcija u prostoriju ulazi na pomičnoj platformi iz hale sačmarenje kroz podizna vrata. Zatim se sekcija oboja te odlazi u halu sa sušenje. Ako je hala za sušenje već zauzeta sekcija ostaje u hali za bojanje dok se ne oslobodi prostorija. No pošto postoje dvije hale za bojanje sekcija ne dolazi do zastoja u procesu.

Hala za bojanje sadrži sljedeću opremu:

1. Uređaj za bojanje
2. Zračne kompresore
3. Viseća platforma
4. Ventilacija
5. Odvlaživač zraka
6. Protupožarni alarm

#### 18.2.1 Uređaj za bojanje

Nakon što je sekcija dobro očišćena i obrađena slijedi bojanje sekcije. Koristi se uređaj za bojanje na principu rasprašivača bez zraka marke Rongpeng. Kako bi se olakšao proces bojanja uređaj je opremljen kotačima. Uređaj ima elektronički zaslon za kontrolu tlaka, te klipnu pumpu za teške uvjete rada. Ima metalno kućište za bolju zaštitu pri teškim uvjetima rada.

*Tablica 18.2.1 Specifikacija vijčanog zračnog kompresora*

Napon/ frekvencija rada	220V/50Hz
Snaga motora	3,8 KS, 2800 W
Brzina protoka	4 (l/min)
Maksimalna veličina mlaznice	0.78 mm
Maksimalni tlak za crijevo	83Mpa
Težina uređaja	23.6 kg

### **18.3 Hala za sušenje**

Hala za sušenje je zadnja radionica AKZ-a. Ona se koristi isključivo za sušenje sekcija, pa je tako i oprema unutar hale je vrlo minimalna. Kao što smo prije napomenuli postoje određene temperature i postoci vlage u zraku koji su optimalni za sušenje boje. Upravo iz toga razloga se koristi hala najprije zbog idealnih uvjeta sušenja, a zatim i da protok sekcija kroz hale bude stabilniji te da ne dolazi do zastajkivanja.

Sekcija se ostavlja unutar hale dok se potpuno ne osuši zatim se vrši inspekcija kvalitete obojane sekcija. Nakon kontrole i sekcija se podiže mobilnom dizalicom na transporter i šalje se na sljedeći korak u procesu gradnje broda.

Oprema hale za sušenje:

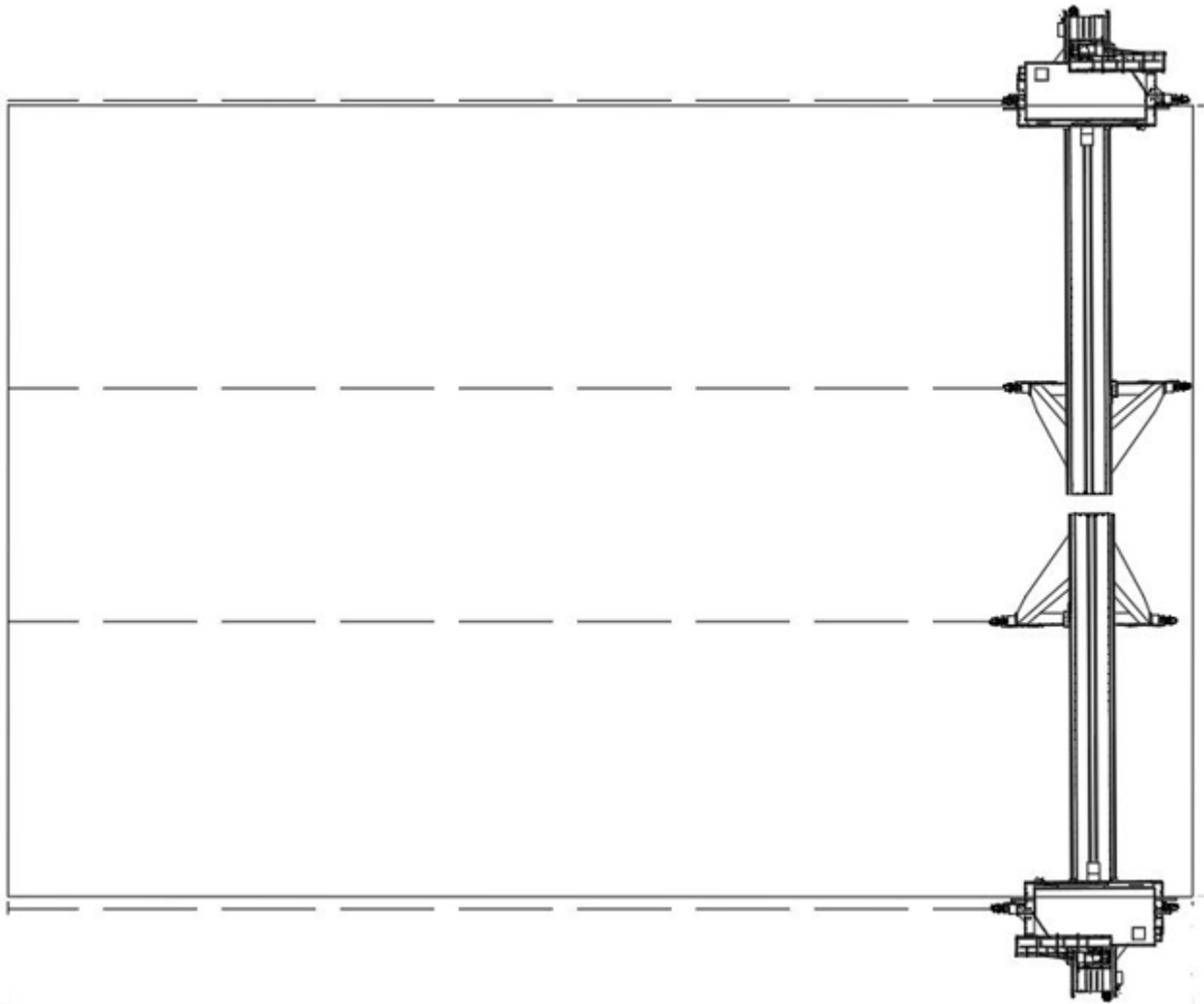
1. Ventilacija
2. Odvlaživač zraka
3. Protupožarni sustav

### **18.4 Aneksni dio hale**

U prostoru aneksne hale nalaze se više prostora potrebne za nesmetani rad AKZ hale. Podijeljena je na dva kata sa prizemljem. Na prizemlju nalaze se uređaji sa većom masom poput trafostanice, kompresorske stanice skladište za dnevno skladištenje i pripreme boje i prostor za skidanje prašine. Na prvome katu nalazi se kontrolna sala i skladište za dnevno skladištenje i pripreme boje. Na drugome katu se nalazi skladišta opreme i alata te prostor odmora i svlačionica za radnike. Unutar zgrade također se nalazi teretno dizalo za prijevoz robe, boje, opreme i sl. Dimenzije odvojenog dijela hale iznose 100x20x12m odnosno površine 2000 m<sup>2</sup>.

## 19. Površina za odlaganje ukрупnjenih sekcija

Površina za odlaganje sekcija nalazi se preko puta AKZ hale i pored navoza na istočnom dijelu brodogradilišta. Nakon što se sekcije sklope, transporterom se odvoze u halu za odlaganje ukрупnjenih sekcija. Tamo se vrši kontrola kvalitete sklopljenih sekcija prije nego se prenesu na navoz. Dimenzije površine iznose 150x100x20 m odnosno površine je 15 000 m<sup>2</sup>.



*Slika 19 Površina za odlaganje ukрупnjenjenih sekcija*

Površina za odlaganje sekcija ima dvije 350 t dizalice tvrtke Konecranes. Služi za podizanje i spuštanje velikih sklopljenih sekcija.

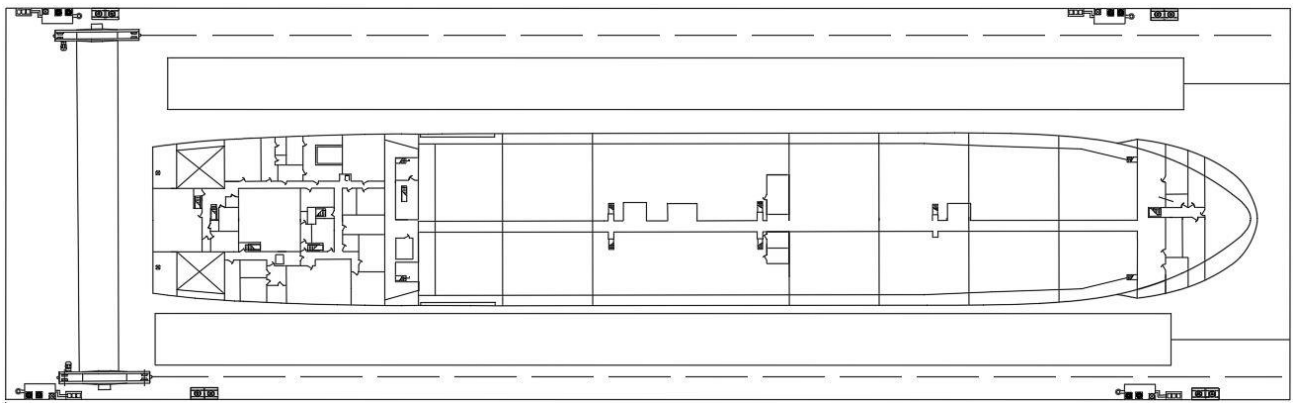
Specifikacije dizalica su sljedeće

*Tablica 19 Specifikacija portalne dizalice*

Kapacitet podizanja	350 t
Raspon dizalice	60 m
Maksimalna visina podizanja	30 m
Brzina dizalice	30 m/min
Brzina podizanja bez tereta	10-20 m/min
Brzina podizanja sa teretom	6-12 m/min

## 20.Navoz

Navoz je kosa površina uz obalu na kojoj se gradi brod ili se brod izvlači radi popravka. U brodogradilištima navoz je jedan od najbitnijih površina jer se na njoj brod gradi i na kraju porine u more. Većinu brodogradilišta navoz ima na otvorenim prostorima prema čemu je i cijena gradnje navoza manja. U tom slučaju gradnja ovisi o vremenskim prilikama i uvjetima. Kako bi izbjegli vremenske neprilike u brodogradilištu je sagrađena specijalna hala koja služi za gradnju brodova i za porinuće. Gradnja takve hale donosi i visoku cijenu, no zbog nesmetanog rada odnosno gradnje svih 365 dana u godini kroz određeni period taj investicija je isplativa.



Slika 20 Prikaz navoza

Na uzdužnom ležaju se nalaze klizna kolica na kojima se brod gradi. Na strani hale nalaze se i manji uredi koji služe za sastanke voditelja odjela. Navoz se nalazi na sjeveroistočnoj strani brodogradilišta. Odvlaživači zraka i ventilacija isti su kao i u ostalim radionicama jedino je sustav prilagođen za veći prostor. Dimenzija hale je 250x76x75m odnosno površine 19000 m<sup>2</sup>.

Hala je opremljena sa:

1. Dizalica 750 t
2. Ventilacija
3. Odvlaživač zraka
4. Skelama

Hala je opremljena portalnom dizalicom Konecranes podiznog kapaciteta 750 t. Služi za podizanje velikih ukрупnjenih sekcija.

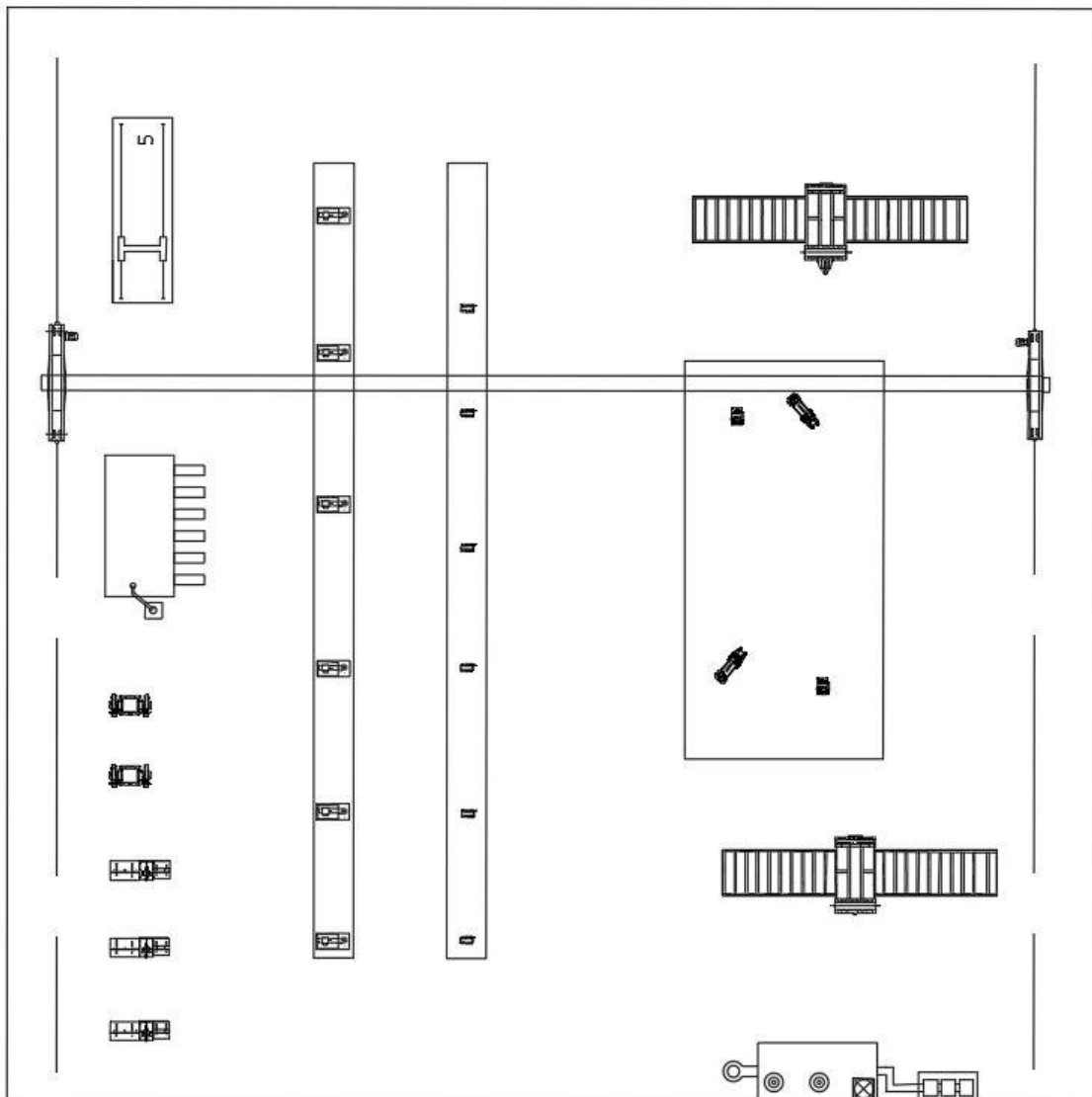
Specifikacije dizalice su:

*Tablica 20 Specifikacija portalne dizalice*

Kapacitet podizanja	750 t
Raspon dizalice	70 m
Maksimalna visina podizanja	60 m
Brzina dizalice	30 m/min
Brzina podizanja bez tereta	10-20 m/min
Brzina podizanja sa teretom	3-8 m/min

## 21.Bravarska i limarska radionica

U bravarskoj i limarskoj radionici uobičajeno se proizvode okna, prozori, elementi za vez, metalna vrata, ventilacija, metalni ormari i sl. Bravarski radovi usmjereni su na izradu montažne opreme od limova debljine veće od 3 mm, dok limarski radovi obrađuju limove debljine ispod 3 mm. U radionici su smještene plazma rezačice istih specifikacija ali manjih dimenzija sa maksimalnom debljinom rezanja od 25mm. U radionici nalaze se veliki stolovi koji služe za izradu elemenata na kojima se nalaze bušilice za obradu elemenata. Za izradu većih elemenata postoji platforma za zavarivanje dimenzija 20x10m. Ventilacija je tvrtke ESTA i istih je specifikacija kao i u ostalim radionicama.



Slika 21 Prikaz limarske i bravarske radionice



Radionica je smještena na jugoistočnom dijelu brodogradilišta pored hale za odlaganje gotovih sekcija broda. Dimenzije hala iznosi 55x55x15m odnosno površina mu je 3025m<sup>2</sup>.

Oprema bravarske i limarske radionice je:

1. Tarna pila
2. Hidrauličke škare za rezanje limova
3. Stroj za savijanje limova
4. Stupna bušilica
5. Radijalna bušilica
6. Valjak
7. Plazma rezačica
8. Radionička brusilica
9. Uređaji za zavarivanje
10. Dizalica

### 21.1 Tarna pila

U radionici koristi se tarna pila najčešće za rezanje traka, L-profila i manjih cijevi. Za radionicu izabrana je MACC TV350 tarna pila talijanske proizvodnje. Opremljen je motorom od 5.4 kW snage te se okreće brzinom od 4500 o/min. Opremljena je rotacijskom glavom sa metalnim diskom, stolom za rezanje, pogonskim motorom, ručicama za uglavljivanje elemenata, upravljačkom ručicom i sigurnosnom tipkom za gašenje uređaja. Uređaj se upali i disk se kreće rotirati, radnik element reže po oznakama na određene dimenzije pomoću upravljačke ručice. Težina uređaja iznosi 145 kg.



Slika 21.1 Prikaz tarne pile

## 21.2 Hidrauličke škare za rezanje limova

Hidrauličke škare uobičajeno se koristi u brodogradnji zbog velikog obujma metala koji zahtijevaju precizno rezanje. Funkcionira na prilično jednostavnom principu gdje se lim stavi u stroj zatim ga stroj pritisne odnosno osigura kako bi lim tijekom rezanja ostao na mjestu. Zatim se sa donje i gore strane oštri noževi pomoću hidrauličkog sustava pokreću i režu lim. Važno je redovito vršiti inspekciju kako bi noževi ostali oštri. Za rezanje limova manjih debljina koristi se hidrauličke škare marke MAQFORT model 6020.



Slika 21.2 Prikaz hidrauličkih škara

Specifikacije uređaja su sljedeće:

Maksimalna širina lima	6000 mm
Maksimalna debljina lima	20 mm
Kut rezanja	2.3°
Snaga Motora	55kW
Rezovi u minuti	4
Dimenzije uređaja	7100x3500x3500 mm
Težina uređaja	51 t

### 21.3 Stroj za savijanje limova

Za savijanje limova koristi se model HR-4 2050-360 tvrtke Anerka. Stroj je sličan kao i u radionici male predmontaže, razlikuju se u kapacitetu savijanja. U bravarskoj i limarskoj radionici kapacitet savijanja je manji jer se obrađuju limovi manjih debljina.

Specifikacije uređaja su:

*Tablica 21.3 Specifikacije stroja za savijanje limova*

Duljina savijanja	2050 mm
Maksimalna debljina savijanja	25 mm
Gornji valjci	360 mm
Bočni valjci	270 mm
Maksimalna visina prolaza	60 mm
Duljina stroja	4510 mm
Širina stroja	2060 mm
Visina stroja	1510 mm
Težina stroja	13950 kg
Snaga motora	30 kW
Kapacitet hidrauličkog rezervoara	600 l

### 21.4 Stupna bušilica

Za bušenje malih rupa i navoja u elementima koristi se stupna bušilica. Broj okretaja se mijenja pomoću zupčastog prijenosa. Stroj se sastoji od vretena, svrdla, stola za bušenje, stege i zaglavnika za svrdlo. Stupna bušilica radi pri naponu od 230V. Snaga motora mu iznosi 450 W i ima 12 brzina. Raspon brzine okretaja mu je od 300 do 2550 o/min.



*Slika 24.4 Prikaz stupne bušilice*

## **21.5 Radijalna bušilica**

Radijalna bušilica je stroj za bušenje rupa sa pomičnim sedlom i vretenom koji se može okretati oko okomitog stupa. Koristi se za bušenje rupa kod materijala većih dimenzija, a povremeno i za glodanje. Stroj je vrlo sličan stupnoj bušilici no prednost je što se materijal može učvrstiti, dok se glava bušilice pomiče. U brodogradnji najčešće se koristi za izradu većih okruglih otvora kod ljestvi i stupovima ograde.



*Slika 21.5 Prikaz radijalne bušilice*

Specifikacije uređaja su:

Tablica 21.5 Specifikacije radijalne bušilice

Kapacitet bušenja	50 mm
Brzina automatskog uvlačenja	0.04 do 3.2
Broj brzina	6
Raspon brzine	88 do 1500 o/min
Težina	1170 kg
Snaga motora	1.1 kW

## 21.6 Valjak

U radionici također se nalazi valjak za savijanje limova u konusne oblike. Radi na principu kružnica koje svojim rotiranjem uzrokuje plastičnu deformaciju. Uređaj se sastoji od tri valjka, dva donja valjka mogu se okretati u oba smjera dok gornji valjak se pomiče gore i dole ovisno o obliku lima koji je potrebno izraditi. Lim se stavi između valjka i uključi se stroj, savijanje se događa u tri točke. Gornji valjak pritišće lim kojeg donji valjci pomiču naprijed-nazad uslijed čega se lim savija. Radijus savijanja ovisi o položaja gornjeg i donjeg valjka, a lim se može saviti do radijusa polumjera gornjeg valjka.



Slika 21.6 Prikaz valjka

Specifikacije stroj su:

*Tablica 21.6 Specifikacije valjka*

Pritisak gornjeg valjka	230 t
Maksimalna debljina savijanja	20 mm
Maksimalna širina savijanja	4000 mm
Promjer gornjeg valjka	440 mm
Promjer donjeg valjka	235 mm
Snaga motora	30 kW

## 21.7 Radionička brusilica

Brusilica je stroj koji koristi električni pogon za pokretanje abrazivnih ploča za ručno brušenje materijala. Može se koristiti za oštrenje alata ili za grubo oblikovanje metala prije zavarivanja. Mogu se koristiti žičane četke za poliranje i čišćenje ili kruti diskovi za skidanje materijala.



*Slika 21.7 Prikaz radioničke brusilice*

Specifikacije stroja su:

*Tablica 21.7 Specifikacije radioničke brusilice*

Brusni kotač	600x75x203.2 mm
Snaga motora	5.5kW
Brzina kotača	950/1125/1400 o/min
Težina uređaja	1150 kg

## 21.8 Dizalice

U radionici nalazi se jedna mosna dizalica za podizanje cijevi podiznog kapaciteta 10 t. Za upravljanje dizalicom koristi se viseći kabelski upravljač na tipke.

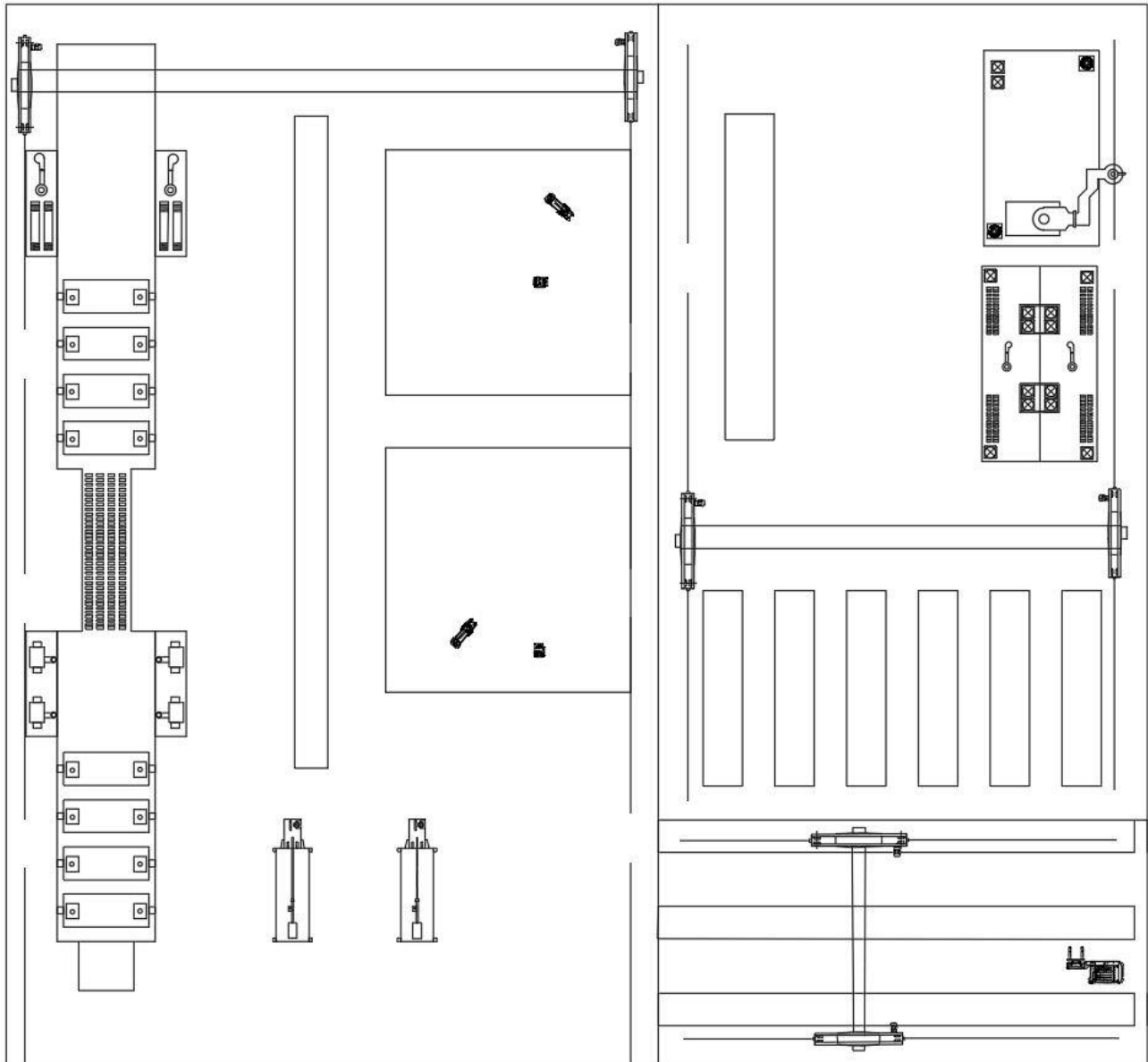
Specifikacije uređaja su:

*Tablica 21.8 Specifikacije mosne dizalice*

Tehničke karakteristike	
Maksimalna nosivost dizalice	10 t
Raspon mosta	50m
Visina podizanja	10m
Brzina podizanja tereta	4 – 1,3 m/min
Brzina ovjesnih kolica	20 – 5 m/min
Brzina mosta	30 – 9 m/min

## 22.Radionica za rezanje i oblikovanje cijevi

Radionica za izradu cijevi usmjerena je na izradu različitih tipova i veličina cijevi koji su ključni dio upravljanja brodskih sustava. Izrađuju se cijevi za gorivo, mazivo, za balastne vode, pitku vodu i sl. Cijevi se dijele na: čelične cijevi, cijevi iz obojenih metala i plastične cijevi.



Slika 22 Prikaz radionice za izradu, pocinčavanje i skladištenje cijevi

U radionici posao se dijeli na izradu cijevi i na oblikovanje cijevi. Cijevi se izrađuju na dva načina. Prvi način je izrada bešavnih cijevi. One se izrađuju zagrijavanjem velikih metalnih cilindara



te se uz pomoć specijalnog uređaja buše. Drugi način je izrada šavnih cijevi. Metalna ploča određenih dimenzija i debljine se zagrijava te se na uređaju za valjanje oblikuje u cijev i zavaruje. Što se tiče poslova oblikovanja cijevi najprije se kreće od izrade detaljne dokumentacije. Zatim traser u prema nacrtu direktno na cijev nanosi traserske kote i oznake za krojenje cijevi. Na kraju cijev se stavlja na stroj za savijanje cijevi te se prema traserskim linijama i oznaka oblikuju. U radionici se izrađuju cijevi sa prirubnicama što znači da se rubovi cijevi najprije pripreme i obrade te se na njih zavaruju prirubnice. Nakon što se cijevi kompletno složi slijedi testiranje cijevi sa vodom pod pritiskom kako bi se izvršila provjera kvalitete. U sklopu radionice nalazi se manja radionica za nanošenje antikorozivne zaštite i pocinčavanje cijevi. Također u radionici se nalazi komora za bojanje cijevi. Uređaji za zavarivanje i brusilice su identične kao i u ostalim halama. U radionici se nalaze dvije 10 t dizalice istih specifikacija kao i u limarskoj i bravarskoj radionici. Platforme za zavarivanje i obradu cijevi dimenzija je 15x15m i u radionici ima dvije takve površine.

Radionica se nalazi na jugoistočnoj strani brodogradilišta i njegove dimenzije iznose 65x40x16m odnosno 2600m<sup>2</sup>.

Oprema radionice je sljedeća:

1. Linija za izradu cijevi
2. Stroj za savijanje cijevi
3. Stol za trasiranje cijevi
4. Brusilice
5. Uređaji za zavarivanje
6. Dizalica

## **22.1 Linija za izradu cijevi**

Najbitniji stroj u radionici je linija za izradu cijevi. Proces izrade kreće odmotavanjem čeličnih zavojnica, zatim rezanje i ravnjanje čeličnih traka. Slijedi oblikovanje čeličnih traka u oblik okruglih, kvadratnih ili pravokutnih čeličnih cijevi. Nakon oblikovanja cijevi stroj automatski sa visokofrekventnim zavarivačem zavaruje cijevi. Dobivene cijevi na kraju procesa režu se na potrebne dimenzije. Nakon što se cijevi naprave slijedi kontrola kvalitete zavara cijevi i skladištenje.



Slika 22.1 Prikaz linije za izradu cijevi

## Specifikacije stroja

Tablica 22.1 Specifikacije linije za izradu cijevi

Osovina	120 mm
Debljina lima	2-7 mm
Promjer okrugle cijevi	89-220 mm
Kvadratasta cijev	80x80/150x150 mm
Brzina	10-25 mm
Dimenzije uređaja	58x6x3.5m
Snaga uređaja	520 kW

## 22.2 Stroj za savijanje cijevi

Na brodu cjevovodi su vrlo složeni i veliki sustavi bez kojih brod ne može funkcionirati. Prolaze po dužini broda i po visini broda. Prema tome postoji potreba za savijanje cijevi. Stoga koristimo stroj za savijanje metalnih cijevi i profila. Stroj funkcionira na principu pritisaka za savijanje cijevi. Najprije radnik unese informacije za savijanja u stroj. Cijev se stavi u stroj i stegne se sa steznim

blokom i alatima za oblikovanje. Zatim se umetne trn u cijev kako bi se spriječilo urušavanje i gužvanje unutrašnjosti cijevi. Savijačica zatim pomoću pritiska savija lim prema unesenim informacijama. Nakon završetka savijanja cijev se prenosi na skladišta.

Savijanje cijevi je proces rastezanja čiji produkt je stvaranje trenja između cijevi i alata za savijanje. Stoga se koristi ulje za smanjenje trenja između njih kako bi se očuvao stroj. Savijačica je napravila tvrtka Yuetai, a model stroja je 219CNC.



Slika 22.2 Prikaz Stroja za savijanje cijevi

Specifikacije uređaja su:

Tablica 22.2 Specifikacije stroja za savijanje cijevi

Maksimalni kapacitet savijanja	Φ219x16mm
Maksimalni radijus savijanja	800 mm
Minimalni radijus savijanja	1.2xD
Standardna duljina trna	6000 mm
Točnost savijanja	±0,1
Upravljačka ploča	Mitsubishi PLC

### 22.3 Dizalice

U radionici nalazi se dvije mosna dizalica za podizanje cijevi podiznog kapaciteta 10 t. Za upravljanje dizalicom koristi se viseći kabelski upravljač na tipke.

Specifikacije dizalice su:

Tablica 22.3 Specifikacije mosne dizalice

Tehničke karakteristike	
Maksimalna nosivost dizalice	10 t
Raspon mosta	38m
Visina podizanja	10m
Brzina podizanja tereta	4 – 1,3 m/min
Brzina ovjesnih kolica	20 – 5 m/min
Brzina mosta	30 – 9 m/min

## 22.4 Radionica za pocinčavanje i bojanje cijevi

Nakon izrade cijevi one se moraju i zaštititi. Cijevi se zaštićuju od korozije pocinčavanjem ili bojanjem. Takve mjere se poduzimaju na cijevima kaljuže, balasta i sisteme pitke vode. Najprije se cijevi očiste od masti sa visokotlačnom pumpom koji koristi toplu vodu i deterdžent. Također se prašina mora ukloniti i zavari se moraju očistiti sa sačmarilicom. Cijevi se zatim potapaju u klorovodičnu kiselinu za skidanje korozije zatim u drugi tank sa klorovodičnom kiselinom gdje cijevi u svakoj stoje po nekoliko sati. Potom se cijevi potapaju u otopinu elektrolita na par minuta te se izvlače i suše. Nakon što se cijevi pripreme utapaju se u kade s rastaljenim cinkom kako bi se nanosao zaštitni sloj cinka. Cijevi se na kraju vade van iz kade stavljaju na sušenje i nakon hlađenja dodatno se čiste i obrađuju. Što se tiče bojanja cijevi u radionici se nalaze komore za bojanje. Boja se nanosi na isti način kao i na limove pomoću visokotlačne mlaznice za nanošenje boje. Maksimalna duljina cijevi koje se mogu obraditi su 11.5 m duljine. Radionica se nalazi u sklopu radionice za rezanje i oblikovanje cijevi. Dimenzije radionice iznose 50x30x16m odnosno površine 1500 m<sup>2</sup>. Komora za bojanje i komora za sačmarenje dimenzija su 12x7x2.5m. Sve ostale specifikacije komora su identične komorama u radionici predobrade. Dizalica je kapaciteta 10 t i istih specifikacije kao i u radionici za rezanje i oblikovanje cijevi. Ventilacija je ugrađena od firme ESTA kao i u ostalim radionicama koji imaju ventilaciju.

Radionica sadrži sljedeću opremu:

1. Tank sa kiselinom
2. Tank za pocinčavanje
3. Tank sa elektrolitom
4. Tank za sušenje
5. Komora za sačmarenje
6. Komora za bojanje
7. Dizalica
8. Ventilacija

### **22.4.1 Tankovi**

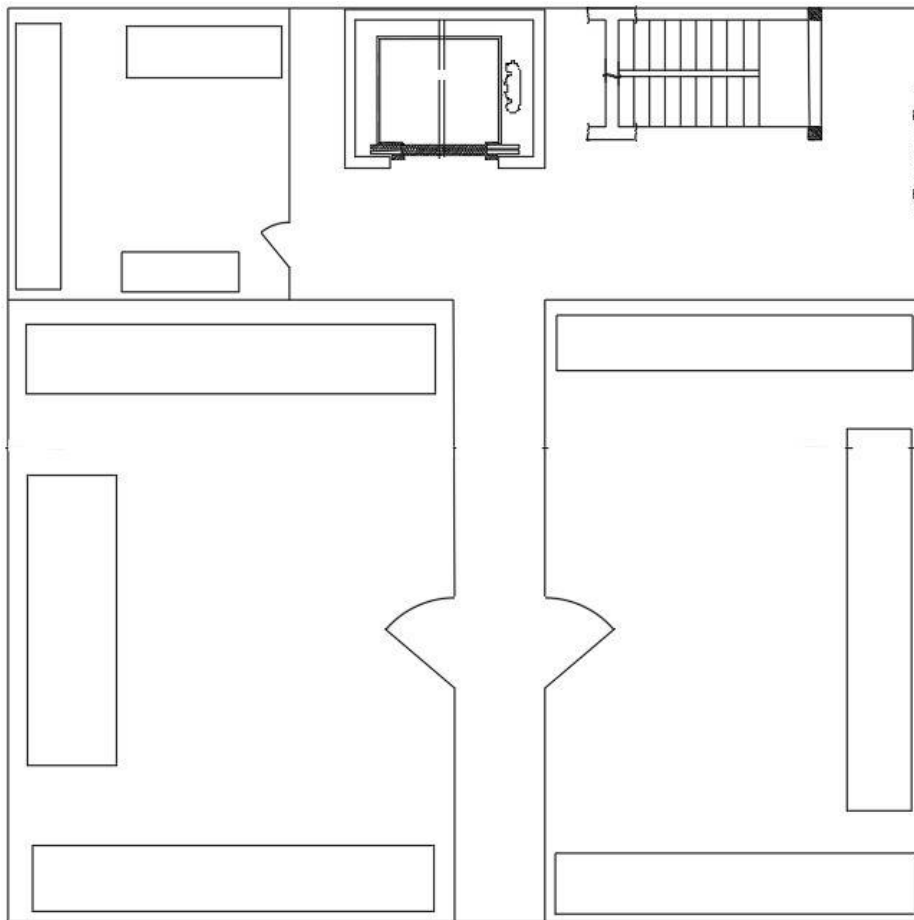
U radionici nalaze se 6 tankova koji čine cijeli proces pocinčavanja cijevi. Prvi tank koristi se za ispiranje cijevi u vodi i deterdžentu. Cijevi nakon toga odlaze u tank sa klorovodičnom kiselinom u kojoj je dodano sredstvo za uklanjanje korozije i odmaščivanje. Treći tank također sadrži klorovodičnu kiselinu u koju se cijevi ponovno stavljaju. Zatim se cijevi stavljaju u tank sa otopinom cinkovog klorida koji se koristi kako bi aktivirao metalnu površinu. Nakon sušenja cijevi u radionici odlaze do tanka sa pocinčavanje. U radionici se nalaze dva tanka za pocinčavanje. U slučaju da se na jednom vrši popravak, tekućina se prebaci u drugi tank. Tankovi za pocinčavanje imaju posebne električne peći za grijanje cinka od 500 kW. Kada se cijevi izvade iz tankova za pocinčavanje, stavljaju se sušiti iznad praznog tanka. Dimenzije tankova su 12x2.4x3.5m, a dimenzija tanka za sušenje iznosi 20x3x3.5m.

### **22.5 Skladište cijevi**

U sklopu radionice za izradu cijevi i radionice za pocinčavanje cijevi nalazi se i skladište cijevi. Nakon što se cijevi potpuno obrade i pripreme, cijevi odlaze u skladište. U skladištu se nalaze veliki industrijski regali na kojima se odlažu gotove cijevi. Dimenzije skladišta su 30x15x16m odnosno površine je 450 m<sup>2</sup>. Skladište je opremljeno mosnom dizalicom istih specifikacija kao i u radionici za bojanje i pocinčavanje kapaciteta 10 t. Koriste se visokopodizni viličari i postrani viličari kao prijevozno sredstvo za nošenje cijevi.

## 23.Skladište zapaljivog materijala

Potreba korištenja zapaljivih kemikalija značajno je narasla u velikim industrijama. Tako i u brodogradnji korištenje zapaljivih kemikalija bitni je dio proizvodnog procesa. Zapaljive tekućine se smatraju sve kemikalije čije je plamište ispod 100 °C te su zbog toga lako zapaljive i gore vrlo brzo. Prema tome takve tekućine i plinovi skladište se u posebnim skladištima. Materijali poput boja, otapala i sredstva za uklanjanje konzervansa se odvajaju se u dobro ventiliranim prostorijama sa specijalnim ormarima. Za skladišta zapaljivog materijala vrše se detaljne provjere prije izdavanja certifikata za sigurnost kako bi se zaštili radnici, a na kraju i brodogradilište. Osim što su zapaljive mnoge tekućine isparavaju otrovnu paru koja može naškoditi radnicima prilikom rukovanja. Skladište se nalazi na južnoj strani brodogradilišta sa većom udaljenošću od ostalih radionica kao dodatni faktor sigurnosti. Dimenzije skladišta iznose 30x30x12m i raspoređen je na 2 kata sa prizemljem.

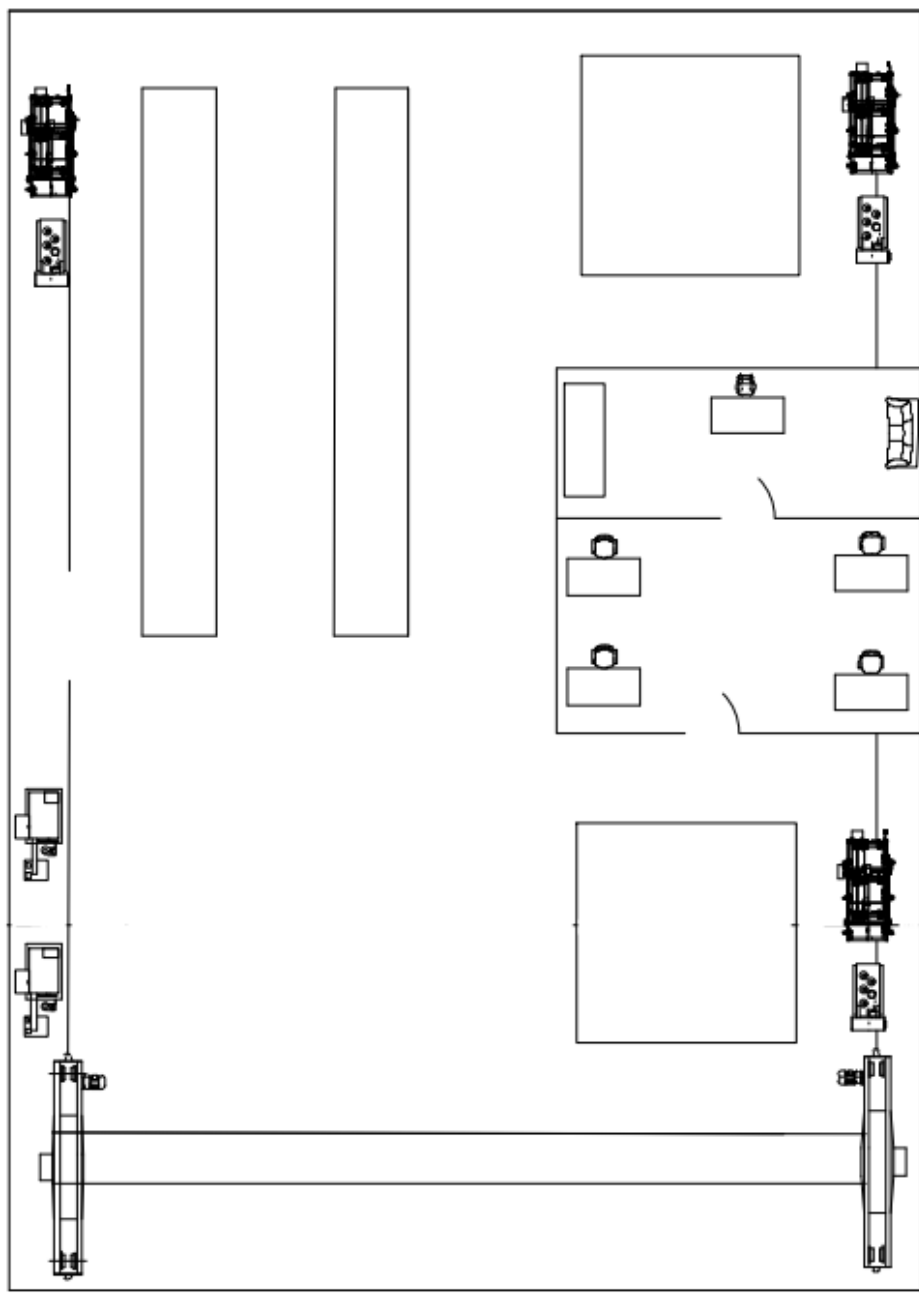


Slika 23 Prikaz skladišta zapaljivog materijala

Unutar skladišta zapaljivi materijal je razvrstan i smješten u posebnim ormarima. Skladište ima dobar sustav ventilacije ESTA kako bi prostor bio dobro prozračen. Svaka prostorija odvojena je posebnim protupožarnim vratima kako bi spriječilo širenje požara. Prostorije su opremljene protupožarnim alarmnim sustavom sa zvučnim i svjetlećim alarmom, te dojavnim sustavom za vatrogasce. U hodniku skladišta nalaze se stepenice i dizalo za olakšan transport materijala po skladištu. Materijal se uobičajeno slaže na drvene palete i ručnim viličarima prevozi unutar skladišta. Zbog sigurnosnih mjera zaštita, za rukovanje zapaljivog materijala potrebno je imati rukavice i masku.

## 24. Električarska radionica

Na južnom dijelu brodogradilišta nalazi se električarska radionica. Dimenzija radionice iznose 35x25x16m odnosno površine 875 m<sup>2</sup>.



*Slika 24 Prikaz električarske radionice*

Električarski radovi obavljaju se paralelno sa instalacijom ostale opreme. Poslovi električarske radionice uključuje montaža kablskih trasa, sustav rasvjete, rezanje i postavljanje svih kabela,



puštanje u rad električnu opremu i povezivanje instrumenata. Također uključuje kod remonta popravke i održavanje razvodnih ploča, sklopki, izolacije i premotavanje elektromotora. U radioni se vrše testiranja opreme prije postavljanja na brod. Zato je opremljena posebnim sigurnosnim utičnicama. Veliki dio opreme dolazi u brodogradilište iz specijalnih firmi koje proizvode instrumente za brodove. Unutar radionice također se nalazi jedna manja prostorija dimenzija 10x10m koja je opremljena stolovima. U toj prostoriji obavlja se posao lemljenja elemenata i vršenje testiranja manjih uređaja i instrumenata. Oprema se slaže u radionici, a postavlja direktno na brodu.

Radionica sadrži sljedeću opremu:

1. Ispitivač izolacije
2. Multimetar
3. Strujna kliješta
4. Regulatori napona
5. Ispravljач struje i napona
6. Stroj za namatanje žice
7. Dizalica

## 24.1 Ispitivač izolacije

Ispitivač izolacije je uređaj koji mjeri indeks polarizacije, omjer dielektrične apsorpcije, mjerenje struje curenja i otpor.



Slika 24.1 Prikaz ispitivača izolacije

Koristi se za mjerenje industrijske izolacije u pogonima. Ima digitalni i analogni prikaz informacija. Rukovanje je prilično jednostavno pošto je uređaj vrlo lagan i malih dimenzija. Uređaj je marke Megger, a model je MIT410/2

Specifikacije uređaja su sljedeće:

Tablica 24.1 Specifikacije ispitivača izolacije

Kontrola prolaza	akustički 1 $\Omega$ , 2 $\Omega$ , 5 $\Omega$ , 10 $\Omega$ , 20 $\Omega$
Mjerno područje otpora	0,01 $\Omega$ - 1000 k $\Omega$
Vrsta zaštite	IP54
Raspon frekvencije	40 Hz - 400 Hz
Maksimalni izolacijski otpor	100 G $\Omega$
Raspon napona	0 do 1000V

## 24.2 Multimetar

Multimetar je mjerni instrument koji mjeri struju, napon i otpor. Ovaj mjerni instrument svaki radnik električne radionice ima pri ruci. Koriste se digitalni multimetri marke Fluke. Multimetri koji dolaze sa strujnim kliještima.



Slika 24.2 Prikaz multimetra

### 24.3 Regulator napona

Regulatori napona su uljno hlađeni uređaji koji koriste magnetsku indukciju bez četkica za stabilizaciju napona. Uređaji su kompaktniji i daju bolje rezultate hlađenja. Koriste se za automatsku stabilizaciju i regulaciju napona gdje stabiliziraju istosmjerne napone. Kod ispitivanja uređaja vrlo je bitno imati konzistentne rezultate prema tome vrlo je bitan način na koji se napajaju. U radionici koristi se uređaj marke Sinalda model IVRI-3000H-3P. Model regulira napon između 230 i 450V sa frekvencijom između 47 i 65Hz. Odstupanje uređaja varira između  $\pm 1.5\%$ .



*Slika 24.3 Prikaz regulatora napona*

### 24.4 Ispravljač struje i napona

Ispravljač je električni uređaj koji pretvara izmjeničnu struju u istosmjernu pritom dopuštajući struju pomoću dioda da teče samo u jednom smjeru. Može se koristiti za dodatno izgladivanje napona ali uglavnom se koristi za napajanje uređaja kojima je potrebna istosmjerna struja. U radionici koristi se uređaj marke Trystar model 2400. Uređaj je modularan sa vodenim hlađenjem i efikasnošću od 85% do 93% i temperaturnim radnim rasponom od 0°C do 40°C .



*Slika 24.4 Prikaz ispravljača struje i napona*

Specifikacije uređaja su:

*Tablica 24.4 Specifikacije ispravljača struje i napona*

Ulazni napon	208-600V
Izlazni napon	6-600V
Izlazna struja	37-36 000 A
Regulacija napona	$\pm 0,5\%$
Regulacija struje	$\pm 0,5\%$

## 24.5 Stroj za namatanje zavojnica

Uređaj se koristi za namatanje zavojnica za motore, transformatore, induktore i prigušnice. Za radionicu izabran je model 3E kompanije Whitelegg. Uređaj koristi izmjenični električni motor sa tri brzine. Ugrađen je alat za ravne i zakrivljene utore. Na prednjoj strani nalazi se ploča s okretnim središtem kako bi olakšalo namotavanje transformatora i zavojnica.



Slika 24.5 Prikaz uređaja za namatanje zavojnica

## 24.6 Mosna dizalica

U radionici nalazi se mosna dizalica podiznog kapaciteta 3.2 t. Dizalica koristi električni pogon za podizanje i upravlja se kabelskim upravljačem sa tipkama. Konstrukcija dizalice napravljena je od čelika. Dizalica koristi metalnu kuku za podizanje tereta.

Specifikacije dizalice su sljedeće:

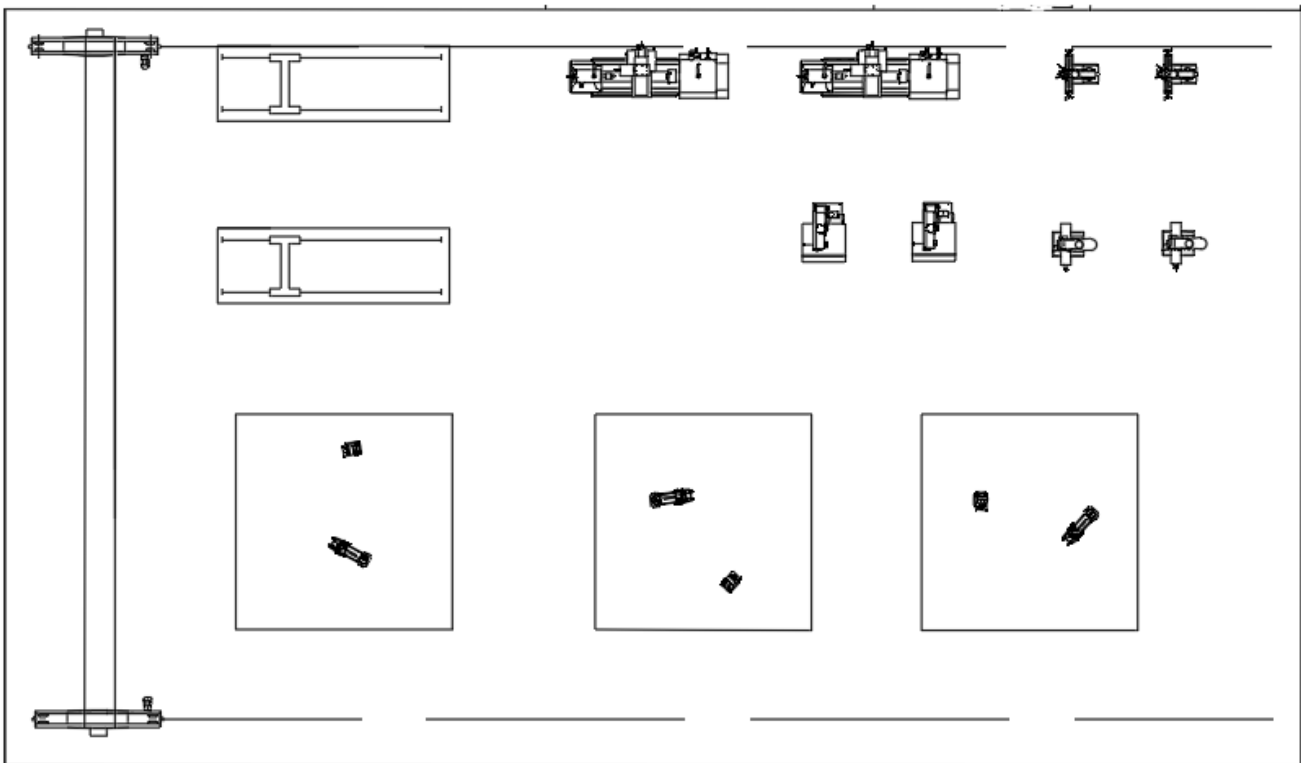
Tablica 24.5 Specifikacije mosne dizalice

Nosivost	3.2 t
Visina podizanja	9 m
Brzina dizanja tereta	1.2/3/4.5/6 m/min
Brzina vožnje voznog vitla	5/10/15/20 m/min
Brzina vožnje mosta	5/20/35/50 m/min

## 25.Mehanička radionica

Mehanička radionica nalazi se na južnom dijelu brodogradilišta u sklopu električarske radionice. U mehaničkoj radionici proizvode se veliki elementi konstrukcije poput statve, temelja, postolja, veliki ventili i mehanički prijenosnici. Također u rad mehaničke radionice spada i postavljanje glavnih i pomoćnih strojeva i ostale mehaničke opreme. Rad se svodi na korištenje tokarskog stroja, glodalice, plinskih rezača i uređaja za zavarivanje.

Uređaji za zavarivanje u radionici identični su kao u ostalim radionicama. U radionici nalazi se dizalica podiznog kapaciteta 10 t istih je specifikacija kao u radionici za izradu cijevi. U radionici se nalaze tri radne platforme za izradu konstrukcijskih elemenata dimenzije 10x10m. Oprema se uglavnom izrađuje u radionici pa se montira na brodu. Dimenzije mehaničke radionice iznose 35x60x16m odnosno 2100 m<sup>2</sup>.



Slika 25 Prikaz mehaničke radionice

Radionica sadrži sljedeću opremu:

1. Tokarski stroj
2. Glodalica
3. Stroj za bušenje cilindra
4. Tračna pila
5. Stroj za rezanje limova
6. Uređaji za zavarivanje
7. Dizalica

### 25.1 Tokarski stroj

Stroj se koristi za strojnu obradu odvajanjem čestica. Koristi se za tokarenje, bušenje i rezanje navoja. Na stol stroja pričvrsti se materijal kojeg je potrebno obraditi. Zatim se unese u računalo potrebni podaci za oblikovanje materijala. Okretna glava se pomoću elektromotora počne vrtjeti. Posebni tokarski nož zatim se pokreće gore dole te odstranjuje višak materijala. Nakon završetka obrade materijala dobivamo konačni proizvod koji se zatim dodatno izgladuje i brusi. Stroj je marke Hwacheon, a model je MEGA-110.



Slika 25.1 Prikaz tokarskog stroja

Specifikacije stroja su:

*Tablica 25.1 Specifikacije tokarskog stroja*

Snaga vretena	55kW
Brzina vrtnje	40 do 630 o/min
Broj alata	4
Maksimalni promjer rezanja	1100 mm
Maksimalna duljina rezanja	6 000 mm
Spremnik rashladne tekućine	220 l

## 25.2 Glodalica

Za obradu materijala uklanjanjem čestica glodalice koriste okretno alate. Stroj se upravlja preko računala ili ručnim postupkom. Uglavnom se obrađuju relativno ravni elementi poput profila. Najprije se na stroj stavi materijal koji se mora obraditi te se u računalo upisuju potrebne informacije za obradu. Zatim se rotacijska nazubljena glava spušta i obrađuje materijal prema zadanim uputama. Nakon tokarilice, operacije na stroju za glodanje su najbitnije.



*Slika 25.2 Prikaz glodalice*



Specifikacije stroja su:

*Tablica 25.2 Specifikacije glodalice*

Dimenzije stola	1630x360 mm
Hod stola	900x300 mm
Raspon broja okretaja	60-1800 o/min
Snaga motora	4 kW
Težina stroja	2388 kg
Konus vretena	ISO50

### 25.3 Stroj za bušenje cilindra

Stroj za bušenje cilindra služi za proširivanje već postojećih rupa u rupe većih dimenzija. Pomoću okretne glave pogonjene motorom stroj proširuje rupe na materijalu. Korištenjem ovog stroja dobivaju se precizni promjeri rupa, a može se koristiti i za bušenje konusnih rupa. Stroj ima set različitih glava kojima se postižu različiti promjeri i vrste rupa. Koristi se za bušenje većih rupa poput okna i prozora, temeljnih pločica i sl. Uređaj koristi računalu u koje se unesu podatci po kojima stroj radi.



*Slika 25.3 Prikaz stroja sa bušenje cilindra*

Specifikacije uređaja su:

Tablica 25.3 Specifikacije stroja sa bušenje cilindra

Model	BM200
Kapacitet bušenja	200 mm
Maksimalna dubina bušenja	350 mm
Brzina vretena	50-1000 o/min
Brzina pomicanja vretena	10- 900 mm/min
Nazivni moment bušenja	22-58 Nm
Snaga motora vretena	2 kW
Ukupne dimenzije uređaja	1870×1600×2000 mm
Težina uređaja	2300 kg

## 25.4 Tračna pila

Tračna pila je motorna pila sa dugom kontinuiranom nazubljenom oštricom postavljenu na dva ili više kotača. Za pokretanje oštrice koristi se električni motor. Prednost uređaja je ravnomjerna raspodjela opterećenja na oštricu i jednoliko rezanje. Koristi se za rezanje zakrivljenih i nepravilnih materijala. U radionici je stroj marke Guardian, model G900XL. Stroj je opremljen sa sensorima spojenim na automatsko zaustavljanje u slučaju kontakta radnika sa pilom.



Slika 25.4 Prikaz tračne pile

Specifikacije uređaja su:

Tablica 25.4 Specifikacije tračne pile

Veličina oštrice	7508x27 mm
Snaga motora	7.5 kW
Brzina oštrice	25 m/s
Kapacitet rezanja	991x574 mm

## 25.5 Stroj za rezanje limova

Laser za rezanje limova koristi vrstu toplinske separacije. Laserska zraka udara u površinu materijala do točke gdje se materijal toliko zagrije da se rastopi. Proces rezanja kreće kada laserska zraka potpuno zagrije i probije materijal. Korištenje laserske tehnologije dobiva se vrlo precizni i brzi rezovi. Stroj koristi vlakna za prolaz laserske zraka za rezanje limova.



Slika 25.5 Prikaz stroja za rezanje limova

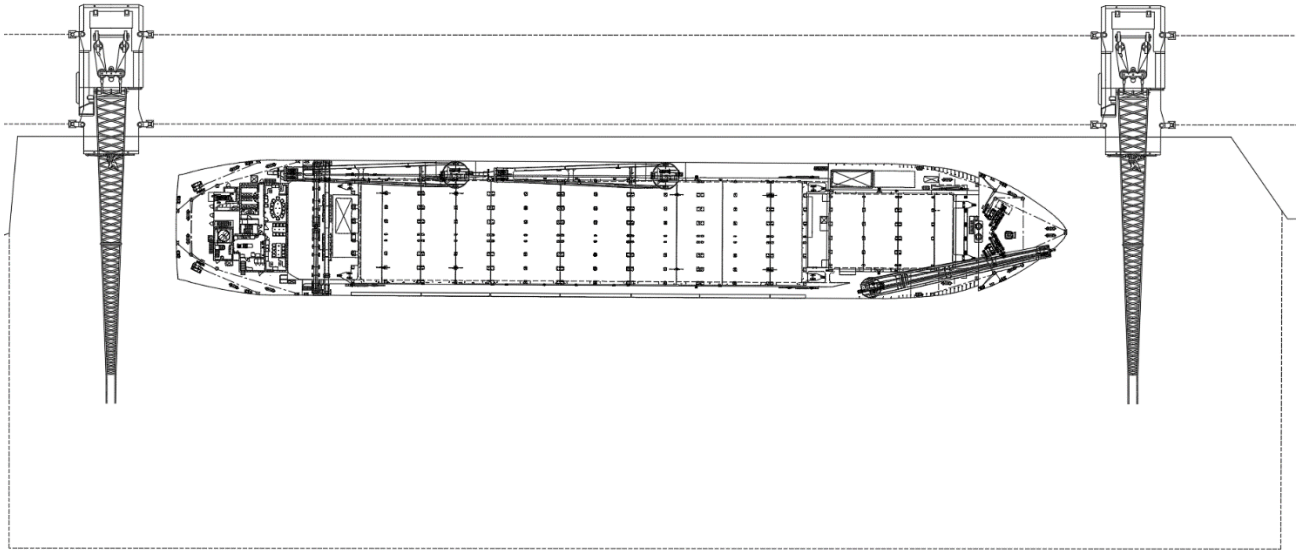
Specifikacija uređaja su sljedeći:

Tablica 25.5 Specifikacije stroja za rezanje limova

Model	GF 4022 Plus
Stupnjevi kretanja	3 osi
Dimenzije limova za rezanje	2230x6050x250 mm
Snaga lasera	3000-12000 W
Brzina rezanja	140000 mm/min

## 26. Opremna obala

Na južnoj strani brodogradilišta u blizini cjevarske radionice nalazi se opremna obala i dužine je 350 m. Dubina mora ispred opremne obale iznosi 20 m.



Slika 26 Prikaz opremne obale

U projektnom brodogradilištu planirano je da se brod kompletno opremi na navozu no u slučaju da se brod porine u more i da je potrebno naknadno opremiti brod koristi se opremna obala. Osim opremanja obala se koristi po potrebi i za dopremanje opreme i čelika za gradnju broda. Na obali nalaze se dvije dizalice podiznog kapaciteta 350 t.

Tablica 26 Specifikacije dizalice

Raspon dizalice	60 m
Maksimalna visina podizanja	75 m
Brzina dizalice	30-40 m/min
Brzina podizanja bez tereta	20-30 m/min
Brzina podizanja sa teretom	5-15 m/min

## 27. Proračun mase čelika i proizvodni plan brodogradilišta

Za grubu procjenu određivanja proizvodnog plana brodogradilišta najprije se vrši proračun mase čelika  $Q_0^m$ . Godišnji kapacitet proizvodnje u brodogradilištu iznosi 65000 t čelika godišnje, a prosječno se grade brodovi nosivosti 65000 dwt sa dužinom  $L=205$  m, širinom  $B=37$  m, visinom  $H=19$  m i sa gazom  $T=13$  m. Brodogradilište usmjereno je na gradnju tankera za prijevoz sirove nafte i putničke brodove.

Postoje tri metoda za dobivanje proračuna mase čelika []:

1. Empirijski proračun mase čelika
2. Watsonova metoda izračunavanja mase čelika
3. Proračun mase čelika na temelju tehničkih projekata brodova

### 27.1 Empirijski proračun

Za grubo izračunavanje mase čelika empirijskom metodom koristi se sljedeća formula:

$$Q_0^m = kv_1 * C$$

Najprije određujemo  $kv$ :

$$kv = L * B * H = 205 * 37 * 19 = 144\ 115 \text{ m}^3$$

Zatim računamo  $kv_1$ :

$$kv_1 = 0.75 * kv = 0,75 * 144\ 115 = 108\ 086.25 \text{ m}^3$$

Slijedi:

$$Q_0^m = kv_2 * C = 108\ 086 * 1 = 108\ 086 \text{ t}$$

gdje je:

$L$  – duljina broda,  $m$

$B$  – širina broda,  $m$

$H$  – visina broda,  $m$

$C$  –  $1 \text{ t/m}^3$

## 27.2 Watsonova metoda računanja mase čelika

Za izračunavanje mase čelika Watsonovom metodom koriste se sljedeće formule:

$$Q_{0.7}^m = k \cdot E^{1,36}$$

$$E = L \cdot (B + T) + 0,85 \cdot L(H - T) + 0,85 \sum l_1 \cdot h_1 + 0,75 \sum l_2 \cdot h_2$$

gdje je:

$Q_{0.7}^m$ - masa čelika, t

L- duljina broda, m

T- gaz broda, m

$l_1$  duljina nadgrađa

$l_2$  duljina kućica

$h_1$ - visina nadgrađa

$l_2$ -visina kućica

k-koeficijent ovisi o tipu broda

Ukoliko dimenzije nadgrađa i kućica nisu poznate koristi se dodatak od 200 do 300 t. U proračunu se koristio dodatak od 250 t. Vrijednost koeficijenta k za putničke brodove u rasponu je od 0,037 do 0,038, a za tankere prijevoza sirove nafte 0,029 do 0,035. U proračunu uzete su vrijednosti  $k=0,0375$  za putničke brodove i  $k=0,0325$ . U posebnim slučajevima potrebno je uračunati ispravak mase čelika[30]:

- Klasa za led A od +8%
- Klasa za led B od +4%
- Klasa za led C od +2%
- Upotreba čelika povećane čvrstoće -7%

Rezultati proračuna su sljedeći:

Tablica 27.1 Tablica proračuna mase čelika

Vrsta broda	Masa čelika	Za led "A"	Za led "B"	Za led "C"	Čelik povišene čvrstoće
Tanker za prijevoz sirove nafte	11040 t	11924 t	11482 t	11261 t	10318 t
Putnički brod	12739 t	13758 t	13249 t	12994 t	11906 t

Također potrebno je uračunati i 20% otpadnog materijala. Masa ukupnog materijala dijeli se na cijevi, profile i limove. Postotci se dijele na 79% limova, 16% profila i 5% cijevi.

Tablica 27.2 Tablica proračuna ukupne mase čelika

Vrsta broda	Bruto masa čelika (+20%)	Limovi	Profili	Cijevi
Tanker za prijevoz sirove nafte	13249 t	10467 t	2120 t	662 t
Putnički brod	15287 t	12077 t	2446 t	764 t

Prema procjeni proračuna čelika dobiveno Watsonovom metodom brodogradilište može proizvesti četiri broda godišnje.

## 28. Tok Materijala

Tok materijala kreće kroz brodogradilište kada se materijal dostavi u skladište crne metalurgije. Limovi i profili iz skladišta se stavljaju na valjkaste transporter i kreću prema radionici predobrade materijala. U radionici predobrade limovi i profile ulaze u stroj za ravnanje. Nakon ravnanja, valjkastim transporterima nastavlja se tok materijala na stroj za predgrijavanje, pjeskarenje, bojanje i sušenje. Limovi i profili kojima je potrebna dodatna obrada i bojanje odlaze u komore za sačmarenje i bojanje. Nakon predobrade limovi i profili idu u radionicu obrade limova pomoću valjkastih transportera gdje se odvajaju na tri strane. Veliki limovi odlaze na panel liniju, manji limovi na plazma rezače, a profili na profil liniju. Manji obrađeni limovi se mosnom dizalicom postavljaju na valjkaste transportere i produžuju u radionicu predmontaže gdje dolaze platformu ručne male predmontaže te na mikropanel liniju. Odrezani i pripremljeni profili se dijele na dvije strane. Manji profili odlaze isto u radionicu predmontaže kako bi se zavarili na mirkopanele, a veliki profili odlaze na panel liniju. Nakon što se paneli i mirkopaneli sastave dizalicama se postavljaju na transportere i prevoze u radionicu predmontaže i montaže gdje se slažu kompletne trodimenzionalne sekcije. Zatim sklopljene sekcije pomoću transportera odlaze u AKZ halu gdje se sekcije sačmare, farbaju i suše. Nakon sušenja i inspekcije, sekcije transporterima odlaze na površinu za odlaganje sekcija ili direktno na navoz gdje se zavaruju sa ostalim sekcijama. Na početku dio toka se grana i dio materijala odlazi u mehaničku radionicu, cjevarsku radionicu te bravarsku i limarsku radionicu. Nakon što se materijal obradi u navedenim radionicama odlazi direktno na navoz.

Tok materijala vrlo je bitan i kompleksan proces koji se mora isplanirati kako bi se uštedilo što više na vremenu, a time i na troškovima. U priloženom nacrtu strelicama detaljnije pokazujemo opisani tok materijala u brodogradilištu.

Godišnja količina mase čelika koje brodogradilište obradi iznosi 65000 t. Tu količinu obrađenog čelika dijelimo na određene postotke limova, cijevi i profila.

Postotak materijala po vrsti iznose:

- Limovi iznose 79% = 51350 t
- Profili iznose 16% = 10400 t
- Cijevi iznose 5% = 3250 t



Zatim slijedi rezanje limova i profila u fazi obrade, te iznosi:

- Limovi iznose : 16% = 10400 t
- Profili iznose: 14% = 9100 t
- Cijevi iznose: 5% = 3250 t

Zatim limovi i profili idu na oblikovanje, malu predmontažu te panel liniju:

Oblikovanje iznosi:

- Limovi iznose: 8% (5200 t)
- Profili iznose: 8% (5200 t)

Mala predmontaža:

- Limovi iznose: 43% (28600 t)
- Profili iznose: 43% (28600 t)

Panel linija:

- Limovi iznose: 34% (22100 t)
- Profili iznose: 34% (22100 t)

## 29. Radna snaga

U brodogradilištu odvija se složeni proces gradnje broda. Kako bi taj proces gradnje broda bio što kvalitetniji potrebna je radna snaga koja će taj proces provesti od početka do kraja. Prema tome potrebno je složiti kompletni plan i raspored radnika po radionicama. Za određivanje količine radnika koristimo se usporedbom sa brodogradilištem 3.Maj u kojem je zaposleno oko 536 radnika. U projektnom brodogradilištu uzevši u obzir da je veliki dio automatiziran potrebno je minimalno 415 radnika koji su raspoređeni po strojevima i radionicama. Također u tu računicu uzet je broj zaposlenika potrebno u administraciji i projektantskim uredima.

### 29.1 Raspored radnika po radionicama

Raspored radnika po radionicama je sljedeći:

Tablica 28.1 Raspored radnika u glavnom skladištu crne metalurgije

Glavno skladište		
Pozicija	Mjesto rada	Broj
Dizaličar	Dizalica glavnog skladišta	4
Skladištar	Glavno skladište	7
Vozač viljuškara	Glavno skladište	3
Voditelj skladišta	Glavno skladište	1

Tablica 28.2 Raspored radnika u radionici predobrade

Radionica predobrade limova i profila		
Pozicija	Mjesto rada	Broj
Operator stroja za ravnanje limova	Radionica predobrade	6
Operator stroja za sačmarenje	Radionica predobrade	6
Dizaličar	Dizalica radionice predobrade	2
Operator komore za bojanje	Komora za bojanje	2
Operator komore sa sačmarenje	Komora za sačmarenje	2
Inspektor kvalitete rada	Radionica predobrade	1
Voditelj radionice	Radionica predobrade	1

Tablica 28.3 Raspored radnika u radionici obrade

Radionica obrade limova i profila		
Pozicija	Mjesto rada	Broj
Operater panel linije	Panel linija	6
Operater profil linije	Profil linija	6
Operater stroja za rezanje plazmom	Stroj za rezanje plazmom	8
Dizaličar	Dizalica	3
Operater stroja za savijane limova	Stroj za savijanje limova	3
Inspektor kvaliteta rada	Radionica obrade	1
Voditelj radionice	Radionica obrade	1

Tablica 28.4 Raspored radnika u radionici male predmontaže

Radionica male predmontaže		
Pozicija	Mjesto rada	Broj
Zavarivač	Platforma za ručnu predmontažu	6
Operater stroja za savijanje limova	Stroj za savijanje limova	2
Operater mikropanel linije	Mikropanel linija	4
Dizaličar	Dizalica	2
Brusač	Platforma za ručnu predmontažu	2
Inspektor kvaliteta rada	Radionica male predmontaže	1
Voditelj radionice	Radionica male predmontaže	1

Tablica 28.5 Raspored radnika u radionici predmontaže

Radionica predmontaže		
Pozicija	Mjesto rada	Broj
Dizaličar	Mobilna dizalica	2
Dizaličar	Dizalica	3
Zavarivač	Platforma za zavarivanje	8
Skladištar	Radionica predmontaže	2
Zavarivač	Platforma za montažu	5
Brusač	Radionica predmontaže	4
Inspektor rada kvalitete	Radionica predmontaže	1
Traser	Radionica predmontaže	2
Bravar	Platforma za montažu	2
Brodomonter	Platforma za montažu	2
Pituri	Platforma za montažu	2
Operater transportera	Transporter	3
Voditelj radionice	Radionica predmontaže	1

Tablica 28.6 Raspored radnika u radionici AKZ

Radionica AKZ		
Pozicija	Mjesto rada	Broj
Operater sačmarilice	Hala sačmarenja	12
Operater stroja za bojanje	Hala za bojanje	12
Operater hale za sušenje sekcija	Hala za sušenje	4
Skladištar	Radionica AKZ	2
Inspektor kvalitete rada	Radionica AKZ	1
Voditelj hale	Radionica AKZ	1

Tablica 28.7 Raspored radnika na površini za odlaganje sekcija

Površina za odlaganje sekcija		
Pozicija	Mjesto rada	Broj
Dizaličar	Površina odlaganje sekcija	3
Skladištar	Površina odlaganje sekcija	4
Inspektor kvalitete rada	Površina odlaganje sekcija	1
Voditelj radionice	Površina odlaganje sekcija	1

Tablica 28.8 Raspored radnika na navozu

Navoz		
Pozicija	Mjesto rada	Broj
Dizaličar	Dizalica	4
Brusač	Brod	9
Električar	Brod	8
Cjevar	Brod	7
Brodomonter	Brod	12
Zavarivač	Brod	11
Limar	Brod	7
Pituri	Brod	6
Bravar	Brod	8
Inspektor rada kvalitete	Brod	1
Inspektor sigurnosti rada	Brod	2
Voditelj navoza	Navoz	1

Tablica 28.9 Raspored radnika u bravarskoj i limarskoj radionici

Bravarska i limarska radionica		
Pozicija	Mjesto rada	Broj
Bravari	Radionica	10
Limar	Radionica	10
Inspektor rada	Radionica	1
Voditelj radionice	Radionica	1

Tablica 28.10 Raspored radnika u cjevarskoj radionici

Cjevarska radionica		
Pozicija	Mjesto rada	Broj
Cjevar	Radionica	10
Brusač	Radionica	3
Zavarivač	Radionica	3
Dizaličar	Radionica	1
Cjevar	Cinčaonica	7
Skladištar	Skladište	4
Inspektor rada kvalitete	Radionica	1
Voditelj radionice	Radionica	1

Tablica 28.11 Raspored radnika u skladištu zapaljivog materijala

Skladište zapaljivog materijala		
Pozicija	Mjesto rada	Broj
Skladištar	Skladište	5
Viličar	Skladište	2
Voditelj skladišta	Skladište	1

Tablica 28.12 Raspored radnika u električarskoj radionici

Električarska radionica		
Pozicija	Mjesto rada	Broj
Električar	Radionica	8
Dizaličar	Radionica	1
Voditelj radione	Radionica	1

Tablica 28.13 Raspored radnika u mehaničkoj radionici

Mehaničarska radionica		
Pozicija	Mjesto rada	Broj
Tokar	Radionica	5
CNC operater	Radionica	4
Stručnjak održavanja	Radionica	1
Brusač	Radionica	3

Tablica 28.14 Raspored radnika u hitnoj službi

Hitna služba		
Pozicija	Mjesto rada	Broj
Doktori	Ambulanta	2
Medicinska sestra	Ambulanta	2
Vozač hitne	Ambulanta	1

Tablica 28.15 Raspored radnika u vatrogasnoj stanici

Vatrogasna stanica		
Pozicija	Mjesto rada	Broj
Vatrogasci	Vatrogasna stanica	10
Glavni voditelj	Vatrogasna stanica	1

Tablica 28.16 Raspored radnika u upravnoj zgradi i uredima

Upravna zgrada i uredi		
Pozicija	Mjesto rada	Broj
Projektanti	Ured	35
Voditelj projektanata	Ured	1
Ljudski resursi	Ured	4
Tajnice	Ured	3
Zaštitari	Porta	3
Zaštitari	Brodogradilište	4
Financijski rukovoditelj	Ured	4
Tehnička podrška	Ured	2
Voditelj sigurnosti	Brodogradilište	1
Direktor brodogradilišta	Ured	1

Tablica 28.17 Raspored radnika u menzi

Menza		
Pozicija	Mjesto rada	Broj
Kuhari	Menza	9
Voditelj menze	Menza	1

## Zaključak

Brod je jedinstven i kompleksan proizvod koji zahtijeva puno vremena i resursa za izgradnju. Ovisno o brodogradilištu u kojem se brod gradi taj proces može varirati. Za osnivanje brodogradilišta koji postiže najbolje rezultate potrebna je pomna i detaljna analiza tržišta, znanje i vrijeme za definiranje površina, potrebne opreme i raspored radne snage. Potrebno je odrediti optimalni tok materijala da ne dolazi do zastoja prilikom gradnje broda. Definiranje i raspored radne snage ključno je za dobru organizaciju rada te brzu i kvalitetnu gradnju broda.

U ovom diplomskom radu obrađena je tema idejnog projekta montažnog brodogradilišta najviše tehnološke razine. Rad započinje benchmarking metodom uspoređivanja brodogradilišta 3. Maj prema kojem se dobivaju osnovne crte za izradu idejnog projekta brodogradilišta. Dobivenim informacijama započinje daljnja analizu tržišta prema kojima se određuje lokacija brodogradilišta. Za odabir lokacije postavljeni su uvjeti koji se moraju ispuniti. U radu obrađeni su svi uvjeti i potkrepljeni su obrazloženjem na koji način su ispunjeni. Nakon izbora lokacije izvršeno je istraživanje svih radionica koje se nalaze u brodogradilištu. Raspored i dimenzije svake radionice je definirana i objašnjena. Sve radionice opremljene su strojevima i uređajima koji su potrebni za ispunjavanje poslova radionica. Određena su transportna sredstva koja se koriste prilikom rukovanja gotovih proizvoda radionice te procjena mase čelika i proizvodni plan. U radu je pojašnjen tok materijala i na koji način se izrađuje i prevozi od glavnog skladišta do navoza za što je u radu priložen idejni nacrt toka materijala. Također je izrađen nacrt toka materijala prema tekstualnom objašnjenju u radu. Definirana je radna snaga koja omogućuje nesmetan i kvalitetan rad brodogradilišta te njihov raspored po radnim mjestima i radionicama. Nakon što su se definirali svi čimbenici idejnog projekta brodogradilišta izrađen je opći plan brodogradilišta sa svim definiranim dimenzijama radionicama i opreme koje se nalazi u njima.

Na samome kraju potrebno je napomenuti kako je svjetsko tržište vrlo promjenjivo i nestabilno, stoga prilikom određivanja i istraživanja svih aspekata brodogradilišta potrebno je dobro i pažljivo odrediti sve značajke kako bi brodogradilište opstalo i raslo u industriji.



## Izvori

- [1] Dragolea L, Cotîrlea D “Benchmarking - a valid strategy for the long term?”, Annales Universitatis Apulensis Series Oeconomica, 2009, s Interneta, [https://www.researchgate.net/publication/46559537\\_Benchmarking-A\\_Valid\\_Strategy\\_for\\_the\\_Long\\_Term](https://www.researchgate.net/publication/46559537_Benchmarking-A_Valid_Strategy_for_the_Long_Term) 1.kolovoza 2023.
- [2] Meade H.P, „A guide to benchmarking“, The University of Otago 1998, 2007, s Interneta, [https://planning.curtin.edu.au/local/docs/Guide\\_to\\_Benchmarking\\_Oct2007.pdf](https://planning.curtin.edu.au/local/docs/Guide_to_Benchmarking_Oct2007.pdf) 1.kolovoza 2023.
- [3] Pires jr, Floriano, Lamb, Thomas & Souza, Cassiano. „Shipbuilding performance benchmarking“ International Journal of Business Performance Management, (2009). S interneta, [https://www.researchgate.net/publication/247831316\\_Shipbuilding\\_performance\\_benchmarking](https://www.researchgate.net/publication/247831316_Shipbuilding_performance_benchmarking) 1.kolovoza 2023
- [4] Gordo, José , „A measurement of shipbuilding productivity.“, (2021), s Interneta, [https://www.researchgate.net/publication/352996236\\_A\\_measurement\\_of\\_shipbuilding\\_productivity](https://www.researchgate.net/publication/352996236_A_measurement_of_shipbuilding_productivity) 2. kolovoza 2023.
- [5] Čagalj A, „Proizvodnost u brodogradnji“, 2008, S Interneta, <https://hrcak.srce.hr/file/61896> 2.kolovoza 2023
- [6] Brodogradilište 3 Maj, s Interneta, <https://www.3maj.hr/povijest/> 01. rujna 2023
- [7] Arba A, Statista, S interneta, <https://www.statista.com/statistics/1327649/japan-leading-shipbuilders-orderbook-deadweight/> 18.srpnja 2023
- [8] OECD, „Peer review of the japanese shipbuilding industry“, 2012, s Interneta, <https://www.oecd.org/japan/PeerReview-Shipbuilding-Japan.pdf> 18.srpnja 2023
- [9] Placek M, Statista, S interneta, <https://www.statista.com/statistics/1256561/global-shipbuilding-capacity-by-country/> 18.srpnja 2023
- [10] Ship Tehnology portal, s Interneta, <https://www.ship-technology.com/features/riding-wave-explosive-growth-japans-cruise-sector/?cf-view> 18.srpnja 2023
- [11] OEC portal, s Interneta, <https://oec.world/en/profile/country/jpn> 18.srpnja 2023
- [12] Enciklopedija Britannica, s Interneta, <https://www.britannica.com/place/Japan/Resources-and-power> 19.srpnja 2023
- [13] Caldecott B, Dericks G, Tulloch D i dr., „Stranded Assets and Thermal Coal in Japan: An analysis of environment-related risk exposure“, 2016, s Interneta, <https://www.smithschool.ox.ac.uk/sites/default/files/2022-04/satc-japan.pdf> 19.srpnja 2023
- [14] U.S. Energy Information Administration, s Interneta, [https://www.eia.gov/international/content/analysis/countries\\_long/Japan/japan.pdf](https://www.eia.gov/international/content/analysis/countries_long/Japan/japan.pdf) 19.srpnja 2023
- [15] U.S. Energy Information Administration, s Interneta, <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=39853> 20.srpnja 2023

- [16] ISIJ International, s Interneta, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/isijinternational/62/6/62\\_1027/\\_pdf/-char/en](https://www.jstage.jst.go.jp/article/isijinternational/62/6/62_1027/_pdf/-char/en) 20.srpnja 2023
- [17] Nippon Steel, s Interneta, <https://www.nipponsteel.com/en/factbook/2022/11-01.html> 20.srpnja 2023
- [18] Global Energy Monitor, s Interneta, [https://www.gem.wiki/Nippon\\_East\\_Japan\\_Works\\_\(Kashima\)\\_steel\\_plant](https://www.gem.wiki/Nippon_East_Japan_Works_(Kashima)_steel_plant) 21.srpnja 2023
- [19] The statistics bureau of Japan, „The Statistical Handbook of Japan 2022“, s Interneta, <https://www.stat.go.jp/english/data/handbook/> 22.srpnja 2023
- [20] Arba A, Statista, s Interneta, <https://www.statista.com/statistics/1286429/japan-shipbuilding-employee-number/#statisticContainer> 22.srpnja 2023
- [21] Trade and Industry Agency for Natural Resources and Energy, s Interneta, [https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/brochures/pdf/japan\\_energy\\_2021.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/brochures/pdf/japan_energy_2021.pdf) 23.srpnja 2023
- [22] Power Tehnology portal, s Interneta, <https://www.power-technology.com/news/kashima-offshore-wind-project-acceleration/> 23.srpnja 2023
- [23] Japan Meteorological Agency, s Interneta, [https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/longfcst/en/tourist\\_japan.html](https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/longfcst/en/tourist_japan.html) 24.srpnja 2023
- [24] The statistics bureau of Japan, s Interneta, <https://www.stat.go.jp/english/data/nenkan/72nenkan/zenbun/en72/book/index.html#page=374> 25.srpnja 2023
- [25] Marine Traffic, s Interneta, <https://www.marinetraffic.com/en/ais/home/centerx:-12.0/centery:25.0/zoom:4> 25.srpnja 2023
- [26] Shipnext portal, s Interneta, <https://shipnext.com/port/kashima-jpksm-jpn> 23.s 26.srpnja 2023
- [27] Japan wind power association, s Interneta, [https://jwpa.jp/pdf/20221107\\_KashimaPort\\_e.pdf](https://jwpa.jp/pdf/20221107_KashimaPort_e.pdf) 27.srpnja 2023
- [28] Skala N, „Unapređenje skladišta limova i profila u brodograđevnom procesu” 2009, s Interneta, <https://repositorij.fsb.unizg.hr/islandora/object/fsb:432> 14.08.2023
- [29] prof. dr. sc. Tin Matulja, Nastavni materijal, 29.kolovoza 2023
- [30] prof. dr. sc. Tin Matulja, “Opći plan / Proračun mase čelika”, predavanje s Merlina iz kolegija “Osnivanje brodogradilišta”, 7.rujna 2023

## Prilozi

### Popis slika

1. Slika 3.1 Brodogradilište 3 Maj, Novi list, <https://www.novilist.hr/> 1.rujna 2023
2. Slika 5.1 Prikaz grada Kashime, Google maps 18.srpnja 2023
3. Slika 5.2 Prikaz izabrane lokacije brodogradilišta, Google maps 18.srpnja 2023
4. Slika 6.1 Glavne svjetske plovne rute, <https://www.marinetraffic.com/en/ais/home/centerx:-1.4/centery:-22.4/zoom:2> 19.srpnja 2023
5. Slika 6.2 Prikaz brodskog prometa, <https://www.marinetraffic.com/en/ais/home/centerx:-1.4/centery:-22.4/zoom:2> 19.srpnja 2023
6. Slika 7.1 Karta minerala Japana, <https://www.worldmap1.com/japan-map.asp> 20.srpnja 2023
7. Slika 7.2 Udaljenost čeličane od brodogradilišta, Google maps, 25.srpnja 2023
8. Slika 7.3 Udaljenost luke od brodogradilišta, Google maps, 25.srpnja 2023
9. Slika 9.1 Prikaz lokacija čeličana, Google earth-izradio autor 26.srpnja 2023
10. Slika 12.1 Prikaz geografskih karakteristika Japana, <https://esdac.jrc.ec.europa.eu> 27.srpnja 2023
11. Slika 12.2 Prikaz geoloških karakteristika Kashime, <https://esdac.jrc.ec.europa.eu> 27.srpnja 2023
12. Slika 13 Prikaz skladišta crne metalurgije, izradio autor
13. Slika 13.1 Portalna dizalice, <https://streetcrane.co.uk/news/> 28.srpnja 2023
14. Slika 13.2 Prikaz valjkastog transportera, <https://machinehub.com/listings/66674-120-quot-wide-x-50-long-via-nova-heavy-duty-powered-plate-roller-conveyor-with-transfer-stock-11417> 1.kolovoza 2023
15. Slika 13.3 Prikaz visokopodiznog viličara, <https://www.toyotaforklift.com/lifts/electric-reach-trucks/reach-truck> 1.kolovoza 2023
16. Slika 13.4 Prikaz postranog viličara, <https://www.raymondcorp.com/forklifts/sideloaders> 3.kolovoza 2023

17. Slika 14 Prikaz radionice predobrade limova i profila, izradio autor
18. Slika 14.2 Prikaz stroja za ravnanje limova, <https://www.offshore-technology.com/> 5.kolovoza 2023
19. Slika 14.3 Prikaz stroja za stroja za predgrijavanje pjeskarenje, bojanje i sušenje, <https://www.kholeeblastpaint.com/product/KLY-Steel-Plate-Shot-Blasting-Painting-Machine.html> 7.kolovoza 2023
20. Slika 14.4 Prikaz komore za sačmarenje, <https://straaltechniek.net/en/products/> 7.kolovoza 2023
21. Slika 14.5 Prikaz komore za bojanje, <https://hr.avtotachki.com/kak-sdelat-pokrasochnuyu-kameru-svoimi-rukami-v-garazhe/> 7.kolovoza 2023
22. Slika 14.6 Prikaz ventilacijskog sustava, <https://www.esta.com/en/system-design/hall-ventilation> 8.kolovoza 2023
23. Slika 14.7 Prikaz mosne dizalice, <https://steelmillcranes.com/> 10.kolovoza 2023
24. Slika 15 Prikaz radionice za obradu limova i profila i male predmontaže, izradio autor
25. Slika 15.1 Prikaz panel linije, [https://www.img-tech.de/en/services/production\\_lines/panel\\_production/flat\\_panels](https://www.img-tech.de/en/services/production_lines/panel_production/flat_panels) 12.kolovoza 2023
26. Slika 15.2 Prikaz profil linije, <https://hgg-group.com/machines/robot-profile-cutting-line-pcl-300-600/> 12.kolovoza 2023
27. Slika 15.3 Prikaz stroja za savijanje limova, <https://www.anerka.com/> 14.kolovoza 2023
28. Slika 15.5 Prikaz plazma rezača, <https://www.profilecuttingsystems.com/pcs-machine-models/cnc-plasma-cutter/> 14.kolovoza 2023
29. Slika 16.2 Prikaz aparata za zavarivanje, <https://www.cruxweld.com/welding-cutting-equipments/arc-630/> 16.kolovoza 2023
30. Slika 16.2.1 Prikaz robotskog zavarivača, <https://www.kemppi.com/en-US/offering/family/ax-mig-welder/pdf/> 16.kolovoza 2023
31. Slika 16.4 Prikaz mikropanel linije, [https://www.img-tech.de/en/services/production\\_lines/panel\\_production/micropanel\\_line](https://www.img-tech.de/en/services/production_lines/panel_production/micropanel_line) 19.kolovoza 2023
32. Slika 17 Prikaz radionice predmontaže , izradio autor

33. Slika 17.1 Prikaz lučke mobilne dizalice, <https://www.liebherr.com/en/int/products/products.html> 21.kolovoza 2023
34. Slika 17.7 Prikaz uređaja za inspekciju zavara, <https://www.eddyfi.com/en/product/panther-2> 22.kolovoza 2023
35. Slika 17.9 Prikaz transporterera, <https://www.cometto.com/news/news/new-cometto-shipyard-transporter-delivered-to-pola/> 22.kolovoza 2023
36. Slika 18 Prikaz AKZ hale, izradio autor
37. Slika 20 Prikaz navoza, izradio autor
38. Slika 21 Prikaz limarske i bravarske radionice, izradio autor
39. Slika 21.1 Prikaz tarne pile, <https://macc.it/en/prodotto/tv-350/> 27.kolovoza 2023
40. Slika 21.2 Prikaz hidrauličkih škara, <https://www.maqfort.com/wp-content/uploads/Catalogo-MAQFORT-2020-PT.pdf> 27.kolovoza 2023
41. Slika 24.4 Prikaz stupne bušilice, <https://wmtcnc.en.made-in-china.com/productimage/iyOnbEsuLKkc-2f1j00VPdREGuFOpcI/China-16mm-Drilling-Capacity-2-Floor-Drilling-Machine-bench-drill.html> 28.kolovoza 2023
42. Slika 21.5 Prikaz radijalne bušilice, <https://www.indiamart.com/proddetail/40mm-cap-radial-drilling-machine-sew-ri-r-ii-17163466833.html> 28.kolovoza 2023
43. Slika 21.6 Prikaz valjka, <https://www.angleroller.com/plate-bending-machine/sheet-metal-cone-rolling-machine.html> 29.kolovoza 2023
44. Slika 21.7 Prikaz radioničke brusilice, <https://www.eifcommachinetools.com/products.php> 29.kolovoza 2023
45. Slika 22 Prikaz radionice za izradu, pocinčavanje i skladištenje cijevi, izradio autor
46. Slika 22.1 Prikaz linije za izradu cijevi, <https://www.pipetubemill.com/steel-pipe-making-machine/> 30.kolovoza 2023
47. Slika 22.2 Prikaz stroja za savijanje cijevi, <https://www.yuetaimachine.com/viewprut-440.html> 30.kolovoza 2023
48. Slika 23 Prikaz skladišta zapaljivog materijala, izradio autor
49. Slika 24 Prikaz električarske radionice, izradio autor

50. Slika 24.1 Prikaz ispitivača izolacije, <https://megger.com/cat-iv-insulation-testers-mit400/2-series> 31.kolovoza 2023
51. Slika 24.2 Prikaz multimetra, <https://www.fluke.com/> 31.kolovoza 2023
52. Slika 24.3 Prikaz regulatora napona, <https://www.sinalda.com/industrial-voltage-stabilizers/ivri-series/> 31.kolovoza 2023
53. Slika 24.4 Prikaz ispravljača struje i napona, <https://www.trystar.com/resource/series-2400-general-specification/> 1.rujna 2023
54. Slika 24.5 Prikaz uređaja za namatanje zavojnica, <http://www.whitelegg.com/products/coil-winding/coil-winding-machines/3e-armature-winding-machine> 1.rujna 2023
55. Slika 25 Prikaz mehaničke radionice, izradio autor
56. Slika 25.1 Prikaz tokarskog stroja, <https://www.hwacheon-europe.com/en/Horizontal-Turning-Centers/MEGA-110> 2.rujna 2023
57. Slika 25.2 Prikaz glodalice, <https://www.tsinfa.com/universal-milling-machine-wn736a/> 2.rujna 2023
58. Slika 25.3 Prikaz stroja sa bušenje cilindra, <https://ssic2004.en.made-in-china.com/product/CvIQIBrPhJcV/China-Cylinder-Boring-Machine-Bm200.html> 2.rujna 2023
59. Slika 25.4 Prikaz tračne pile, <https://www.guardianbandsaw.com/industrial-bandsaw/g400-series/> 3.rujna 2023
60. Slika 25.5 Prikaz stroja za rezanje limova, <https://www.directindustry.com/prod/farley-laserlab/product-33645-2549627.html> 3.rujna 2023
61. Slika 26 Prikaz opremne obale, izradio autor

### **Popis tablica**

1. Tablica 3.1 Usporedba površina brodogradilišta, izradio autor
2. Tablica 10.1 Prikaz klimatskih karakteristika grada Kashime, <https://tcktcktck.org/japan/ibaraki/kashima-shi> 24.srpnja 2023
3. Tablica 11.1 Prikaz podjele transporta tereta, <https://www.stat.go.jp/english/data/handbook/>
4. Tablica 13.1 Specifikacije dizalice, <https://steelmillcranes.com/overhead-cranespecifications/> 24.srpnja 2023

5. Tablica 13.3 Prikaz visokopodiznog viličara, <https://www.toyotamhs.com/product-tag/9bru23/> 2.kolovoza 2023
6. Tablica 14.2 Specifikacija stroja za ravnanje limova, <https://haeusler.com/en/special-forming/ri-straightening-machine/> 6.kolovoza 2023
7. Tablica 14.3 Specifikacija stroja za predgrijavanje pjeskarenje, bojanje i sušenje, <https://www.kholeeblastpaint.com/product/KLY-Steel-Plate-Shot-Blasting-Painting-Machine.html> 8.kolovoza 2023
8. Tablica 14.7 Specifikacije mosne dizalice, <https://spb.com.hr/en/references/bridge-cranes/single-girder-bridge-cranes/jmd-monter> 13.kolovoza 2023
9. Tablica 15.2 Specifikacije materijala za rezanje, <https://hgg-group.com/machines/robot-profile-cutting-line-pcl-300-600/> 13.kolovoza 2023
10. Tablica 15.3 Specifikacije stroja za savijanje limova, <https://www.anerka.com/> 15.kolovoza 2023
11. Tablica 15.4 Specifikacije mosne dizalice, <https://steelmillcranes.com/magnetic-overhead-crane/> 16.kolovoza 2023
12. Tablica 15.5 Specifikacije plazma rezača, <https://www.nmlindia.org/sites/default/files/SpecificationsfrozenCNCPlasma.pdf> 16.kolovoza 2023
13. Tablica 16.2 Specifikacije aparata za zavarivanje, <https://www.cruxweld.com/welding-cutting-equipments/arc-630/> 17.kolovoza 2023
14. Tablica 16.2.1 Specifikacija uređaja za napajanje, <https://www.kemppi.com/en-US/offering/family/ax-mig-welder/pdf/> 17.kolovoza 2023
15. Tablica 16.2.2 Specifikacija uređaja za dodavanje žice, <https://www.kemppi.com/en-US/offering/family/ax-mig-welder/pdf/> 17.kolovoza 2023
16. Tablica 16.2.3 Specifikacija uređaja za hlađenje, <https://www.kemppi.com/en-US/offering/family/ax-mig-welder/pdf/> 17.kolovoza 2023
17. Tablica 16.3 Specifikacija uređaja za savijanje limova, <https://www.anerka.com/>
18. Tablica 17.1 Specifikacije lučke mobilne dizalice, <https://www.liebherr.com/en/int/products/products.html> 21.kolovoza 2023
19. Tablica 17.7 Specifikacije uređaja za inspekciju zavora, <https://www.eddyfi.com/en/product/panther-2> 23.kolovoza 2023
20. Tablica 17.8 Specifikacije mosne dizalice, <https://steelmillcranes.com/magnetic-overhead-crane/> 23.kolovoza 2023
21. Tablica 17.9 Specifikacije transporter, <https://www.cometto.com/> 24.kolovoza 2023

22. Tablica 18.1.1 Specifikacija uređaja za sačmarenje, <https://maanglobalindustries.com/sandblasting-machine/> 25.kolovoza 2023
23. Tablica 18.1.2 Specifikacija Vijčanog zračnog kompresora, <https://eatoncompressor.com/product/100hp-rotary-screw-air-compressor-3-phase-variable-speed-cabinet-only/> 26.kolovoza 2023
24. Tablica 18.2.1 Specifikacije uređaja za bojanje, [https://www.rongpeng.com/?gad=1&gclid=CjwKCAjwr\\_CnBhA0EiwAci5sikH4e5ZiknzsaRrGZLVGUGbSg6QJ\\_egYoDDeuPYfMhfh6WWmXiSIjRoCj9EQAvD\\_BwE](https://www.rongpeng.com/?gad=1&gclid=CjwKCAjwr_CnBhA0EiwAci5sikH4e5ZiknzsaRrGZLVGUGbSg6QJ_egYoDDeuPYfMhfh6WWmXiSIjRoCj9EQAvD_BwE) 26.kolovoza 2023
25. Tablica 19 Specifikacija portalne dizalice, <https://www.konecranes.com/> 1.rujna 2023
26. Tablica 20 Specifikacija portalne dizalice, <https://www.konecranes.com/> 1.rujna 2023
27. Tablica 21.2 Specifikacije hidrauličkih škara, <https://www.maqfort.com/wp-content/uploads/Catalogo-MAQFORT-2020-PT.pdf> 2.rujna 2023
28. Tablica 21.3 Specifikacije stroja za savijanje limova, <https://www.anerka.com/> 2.rujna 2023
29. Tablica 21.5 Specifikacije radijalne bušilice, <https://exclmagnetools.co.uk/home/shop/drilling-machines/radial-drills/rd-900-radial-drill/> 3.rujna 2023
30. Tablica 21.6 Specifikacije valjka, <https://www.anerka.com/> 3.rujna 2023
31. Tablica 21.7 Specifikacije radioničke brusilice, <https://m.indiamart.com/proddetail/double-ended-pedestal-grinder-4613173962.html?fbclid=IwAR05TvOjF8SfKRZIZxe2pmJf50pAvlB2fQ41qTAzbIeeO957W8Q-CZkCeSU> 4.rujna 2023
32. Tablica 21.8 Specifikacije mosne dizalice, <https://steelmillcranes.com/overhead-crane-specifications/> 4.rujna 2023
33. Tablica 22.1 Specifikacije linije za izradu cijevi, <https://www.apexmetalmachine.com/steel-pipe-making-machine/pipe-making-machine.html> 4.rujna 2023
34. Tablica 22.2 Specifikacije stroja za savijanje cijevi, <https://www.yuetaimachine.com/viewprut-440.html> 4.rujna 2023
35. Tablica 22.3 Specifikacije mosne dizalice, <https://steelmillcranes.com/overhead-crane-specifications/> 5.rujna 2023
36. Tablica 24.1 Specifikacije ispitivača izolacije, <https://megger.com/cat-iv-insulation-testers-mit400/2-series> 5.rujna 2023
37. Tablica 24.4 Specifikacije ispravljача struje i napona, <https://www.trystar.com/resource/series-2400-general-specification/> 5.rujna 2023
38. Tablica 24.5 Specifikacije mosne dizalice, <https://spb.com.hr/hr/reference/mosne-dizalice/dvogredne-mosne-dizalice/dmd-mick> 6.rujna 2023



39. Tablica 25.1 Specifikacije tokarskog stroja, <https://www.hwacheon-europe.com/en/Horizontal-Turning-Centers/MEGA-110> 6.rujna 2023
40. Tablica 25.2 Specifikacije glodalice, <https://www.tsinfa.com/universal-milling-machine-wn736a/> 6.rujna 2023
41. Tablica 25.3 Specifikacije stroja sa bušenje cilindra, <https://ssic2004.en.made-in-china.com/product/CvIQ1BrPhJcV/China-Cylinder-Boring-Machine-Bm200.html> 7.rujna 2023
42. Tablica 25.4 Specifikacije tračne pile, <https://www.guardianbandsaw.com/industrial-bandsaw/g400-series/> 6.rujna 2023
43. Tablica 25.5 Specifikacije stroja za rezanje limova,  
<https://www.directindustry.com/prod/farley-laserlab/product-33645-2549627.html> 7.rujna 2023
44. Tablica 27.1 Tablica proračuna mase čelika, izradio autor
45. Tablica 27.2 Tablica proračuna ukupne mase čelika, izradio autor
46. Tablica 26 Specifikacije dizalice, <https://www.konecranes.com/> 7.rujna 2023
47. Tablica 28.1 Raspored radnika u glavnom skladištu crne metalurgije, izradio autor
48. Tablica 28.2 Raspored radnika u radionici predobrade, izradio autor
49. Tablica 28.3 Raspored radnika u radionici obrade, izradio autor
50. Tablica 28.4 Raspored radnika u radionici male predmontaže, izradio autor
51. Tablica 28.5 Raspored radnika u radionici predmontaže, izradio autor
52. Tablica 28.6 Raspored radnika u radionici AKZ, izradio autor
53. Tablica 28.7 Raspored radnika na površini za odlaganje sekcija, izradio autor
54. Tablica 28.8 Raspored radnika na navozu, izradio autor
55. Tablica 28.9 Raspored radnika u bravarskoj i limarskoj radionici, izradio autor
56. Tablica 28.10 Raspored radnika u cjevarskoj radionici, izradio autor
57. Tablica 28.11 Raspored radnika u skladištu zapaljivog materijala, izradio autor

58. Tablica 28.12 Raspored radnika u električarskoj radionici, izradio autor
59. Tablica 28.13 Raspored radnika u mehaničkoj radionici, izradio autor
60. Tablica 28.14 Raspored radnika u hitnoj službi, izradio autor
61. Tablica 28.15 Raspored radnika u vatrogasnoj stanici, izradio autor
62. Tablica 28.16 Raspored radnika u upravnoj zgradi i uredima, izradio autor
63. Tablica 28.17 Raspored radnika u menzi, izradio autor

### **Popis grafikona**

1. Grafikon 4.1 Prikaz knjige narudžbi Japanskih brodogradilišta, <https://www.statista.com/statistics/1327649/japan-leading-shipbuilders-orderbook-deadweight/> 18.srpnja 2023
2. Grafikon 4.2 Brodograđevinski kapacitet Japana, <https://www.statista.com/statistics/1256561/global-shipbuilding-capacity-by-country/> 19.srpnja 2023
3. Grafikon 7.1 Prikaz potrošnje nafte u Japanu, [https://www.eia.gov/international/content/analysis/countries\\_long/Japan/japan.pdf](https://www.eia.gov/international/content/analysis/countries_long/Japan/japan.pdf) 19.srpnja 2023
4. Grafikon 7.2 Odnos potrošnje i uvoza i potrošnje ugljena, [https://www.eia.gov/international/content/analysis/countries\\_long/Japan/japan.pdf](https://www.eia.gov/international/content/analysis/countries_long/Japan/japan.pdf)
5. Grafikon 7.3 Prikaz količine prerađenog sirovog čelika, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/isijinternational/62/6/62\\_1027/\\_pdf/-char/en](https://www.jstage.jst.go.jp/article/isijinternational/62/6/62_1027/_pdf/-char/en) 20.srpnja 2023
6. Grafikon 7.4 Odnos prerađenog čelika, <https://www.nipponsteel.com/en/factbook/2022/11-01.html> 20.srpnja 2023
7. Grafikon 8.1 Broj zaposlenih u brodograđevnoj industriji, <https://www.statista.com/statistics/1286429/japan-shipbuilding-employee-number/> 24.srpnja 2023

### **Popis nacрта**

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