

# Osnivanje montažnog brodogradilišta na obali Dunava

---

Mihailović, Mladen

Master's thesis / Diplomski rad

2008

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:982947>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-13**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu  
FAKULTET STROJARSKTVA I BRODOGRADNJE

## **DIPLOMSKI RAD**

Mentor:  
Prof. dr. Kalman Žiha

Mladen Mihailović

Zagreb, 2008.

## IZJAVA

Izjavljujem da sam ovaj diplomski rad izradio samostalno, uz pomoć navedene literature i znanja stečenog tijekom studija na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, te uz nadzor mentora prof.dr.sc. Kalmana Žihe

Mladen Mihailović

## **ZAHVALA**

Da su se ljudi u svom dosadašnjem radu uvijek oslanjali samo na sebe i svoje znanje, čovječanstvo se do dan danas ne bi pomaklo iz kamenog doba, a onaj koji kaže da je nešto napravio samo svojom zaslugom taj zasigurno laže.

Kada bih krenuo poimence nabrajati sve ljude kojima imam za zahvaliti što je uopće došlo do toga da ja danas pišem ovaj diplomski rad napravio bih predug popis a vjerojatno bih opet nekoga izostavio, zato bih samo htio reći

Hvala vam svima!



## **SAŽETAK**

U ovom diplomskom radu razmotrena je ideja osnivanja jednog montažnog brodogradilišta na obali Dunava.

Najprije je dan pregled unutarnje plovidbe po rijekama Hrvatske i Europe te je prikazan potencijalni smjer razvoja nekih europskih prometnih pravaca. Tu su dana i ograničenja u plovidbi pojedinim dijelovima dunavskog plovnog puta.

Potom je napravljen kratak pregled ponude i kapaciteta aktivnih brodogradilišta smještenih na obalama Dunava.

S obzirom na prethodno navedena ograničenja u plovidbi Dunavom i na trenutni izgled europske riječne trgovačke flote brodova, u trećem je poglavlju predložen mogući proizvodni program potencijalnog brodogradilišta.

U četvrtom poglavlju navedene su aktivne tvrtke u Hrvatskoj, s težištem na Istočnoj Slavoniji s kojima bi se mogla ostvariti suradnja za potrebe kompletiranja brodova čija bi se montaža obavljala u našem brodogradilištu.

Konačno, u posljednjem poglavlju dan je opći plan brodogradilišta te je opisana sva potrebna infrastruktura i tijek proizvodnog procesa.

## SADRŽAJ

1. Uvod.....	1
1.1. Unutarnja plovidba.....	1
1.2. Hrvatski unutarnji plovni putovi.....	1
1.3. Europski plovni putovi.....	4
1.3.1. Europski kontejnerski promet.....	4
1.3.2. Pan-Europski prometni koridori.....	7
1.3.3. Dunav.....	9
1.3.4. Rajna.....	12
1.3.5. Kanal Rajna-Majna-Dunav.....	12
1.4. Hrvatska riječna trgovačka flota brodova. ....	14
2. Pregled kapaciteta postojećih brodogradilišta na Dunavu.....	16
3. Proizvodni program.....	18
3.1. Riječni brodovi.....	18
3.2. Brodovi otvorene plovidbe.....	28
4. Pregled postojećih industrijskih kapaciteta od moguće korisnosti za razvoj brodogradnje.....	32
4.1. Prednosti osnivanja klastera.....	32
4.2. Pregled potencijalnih kooperanata.....	33
4.3. Komunikacijski putovi između kooperanata i brodogradilišta.....	36
5. Montažno brodogradilište na Dunavu.....	38
5.1. Lokacija.....	39
5.2. Kosi navoz.....	43
5.2.1. Određivanje osnovne geometrije navoza.....	43
5.2.2. Proračun sila izvlačenja.....	53
5.2.3. Izvedba kosog navoza i površine za izvlačenje brodova.....	58
5.3. Površina za montažu trupa.....	61
5.4. Radionica za predmontažu.....	63
5.4.1. Skladište obrađenog materijala.....	66
5.4.2. Izrada sklopova.....	66
5.4.3. Izrada ravnih plošnih sekcija.....	67
5.4.4. Predmontaža sekcija.....	68
5.5. Pojednostavljena radionica za predmontažu.....	69
5.6. Radionica za antikorozivnu zaštitu.....	71
6. Zaključak.....	72
7. Literatura.....	73

## **POPIS TABLICA, SLIKA I DIJAGRAMA :**

**Tablica 1.2.1.** Klasifikacija rijeka

**Tablica 2.1.** Pregled postojećih brodogradilišta na Dunavu

**Tablica 3.1.1.** Glavne značajke broda za prijevoz općeg tereta tipa MGSS  
"J ochenstein"

**Tablica 3.1.2.** Glavne značajke Ro – Ro katamarana

**Tablica 3.1.3.** Glavne značajke Ro – Ro barže tipa Europa II

**Tablica 3.1.4.** Glavne značajke Ro – Ro broda tipa Popov

**Tablica 3.1.5.** Glavne značajke tegljača "Karlovac"

**Tablica 3.1.6.** Glavne značajke katamarana Twin City Liner

**Tablica 3.1.7.** Glavne značajke broda tip PASCAT

**Tablica 3.2.1.** Glavne značajke broda za prijevoz rasutog tereta ili kontejnera

**Tablica 3.2.2.** Glavne značajke opskrbnog broda

**Tablica 3.2.3.** Glavne značajke ribarskog broda plivaričara

**Tablica 3.2.4.** Određivanje mase lakog broda

**Tablica 4.2.1.** Pregled postojećih tvrtki s kojima je moguća suradnja

**Tablica 4.3.1.** Karakteristike teretnih vagona

**Tablica 5.2.2.1.** Proračun sila izvlačenja

**Tablica 5.3.1.** Mase sekcija trupa

**Slika 1.2.1.** Hrvatski plovni putovi– očekivano (buduće) stanje

**Slika 1.3.1.1.** Ruta koja povezuje kineske luke sa sjeverozapadno europskim

**Slika 1.3.1.2.** Usporedba razlika u udaljenostima europskih luka

**Slika 1.3.2.1.** Koridor VII

**Slika 1.3.3.1.** Most "Pančevo" u Beogradu

**Slika 1.3.5.1.** Plovni put Rajna - Majna - Dunav

- Slika 3.1.1** Opći plan broda "Jochenstein"
- Slika 3.1.2.** Brod za prijevoz općeg tereta tipa MGSS "Jochenstein"
- Slika 3.1.3.** Opći plan Ro – Ro katamarana
- Slika 3.1.4.** Ro - Ro katamaran izgrađen u brodogradilištu Apatin
- Slika 3.1.5.** Ro - Ro katamaran izgrađen u brodogradilištu Apatin
- Slika 3.1.6.** Opći plan Ro – Ro barže tipa Europa II
- Slika 3.1.7.** Kompozicija od dvije barže tipa Europa II pogonjene brodom guračem
- Slika 3.1.8.** Opći plan Ro – Ro broda tipa Popov
- Slika 3.1.9.** Opći plan tegljača "Karlovac"
- Slika 3.1.10.** Brod tegljač/gurač
- Slika 3.1.11.** Turistički katamaran Twin City Liner
- Slika 3.1.12.** Opći plan turističkog katamarana Twin City Liner
- Slika 3.1.13.** Opći plan broda tipa PACSCAT
- Slika 3.1.14.** Poprečni presjek broda tipa PACSCAT
- Slika 3.2.1.** Brod za prijevoz rasutog tereta ili kontejnera
- Slika 3.2.2.** Opskrbni brod
- Slika 3.2.3.** Ribarski brod plivaričar
- 
- Slika 4.3.1.** Prikaz komunikacijskih putova
- 
- Slika 5.1.** Preliminarni tlocrt brodogradilišta
- Slika 5.1.1.** Lokacija Erdut
- Slika 5.1.2.** Položaj brodogradilišta u odnosu na grad Vukovar
- Slika 5.1.3.** Položaj brodogradilišta izbliza
- Slika 5.2.1.1.** Geometrija navoza
- Slika 5.2.1.2.** Osnovne dimenzije navoza
- Slika 5.2.2.1.** Prikaz sila koje se javljaju prilikom izvlačenja
- Slika 5.2.2.2.** Sile na gornju koloturu
- Slika 5.2.3.1.** Izvlačište brodova u Sisku
- Slika 5.2.3.2.** Način funkcioniranja sistema za poprečno pomicanje brodova
- Slika 5.2.3.3.** Kolica s hidrauličkim podizačima
- Slika 5.3.1.** Površina za montažu trupa
- Slika 5.3.2.** Podjela trupa na sekcije

**Slika 5.4.1.** Prikaz tipičnog ukrepljenog panela

**Slika 5.4.2.** Prikaz uobičajenog nosača s ukrepama

**Slika 5.4.3.** Tokovi materijala u brodogradilištu

**Slika 5.4.4.** Tlocrt brodograđevne radionice

**Slika 5.5.1.** Pojednostavljena radionica za predmontažu

**Dijagram 5.2.1.1.** Vodostaj vukovar 2004.

**Dijagram 5.2.1.2.** Vodostaj vukovar 2005.

**Dijagram 5.2.1.3.** Vodostaj vukovar 2006.

**Dijagram 5.2.1.4.** Vodostaj vukovar 2007.

**Dijagram 5.2.1.5.** Vodostaj vukovar 2008.

**Dijagram 5.2.2.1.** Sile izvlačenja ovisno o masi broda i kutovima nagiba

## **1. UVOD**

### **1.1. Unutarnja plovidba**

Promet na unutrašnjim vodama odvija se pomoću plovila na rijekama, umjetno prokopanim kanalima i na jezerima i ubraja se u najjeftinije vrste prometa. Ako se upuštamo u povijest razvoja prometa na unutrašnjim vodama, možemo s dobrom dozom sigurnosti ustvrditi da je to jedan od najstarijih vidova prometa uopće, ako već i nije najstariji. Ovaj promet je vrlo star iz razloga što su rijeke i jezera bile prve povoljne komunikacije na kojima je primitivni čovjek mogao uz skromna tehnička sredstva i ograničene spoznajne mogućnosti vršiti kretanje i obavljati određeni vid prometovanja. I danas ovaj oblik prometa ima niz prednosti pred ostalim vrstama kopnenog prometa, prvenstveno zbog mogućnosti masovnijeg i jeftinijeg prijevoza.

Promet na unutrašnjim vodama došao je u krizu u svom razvoju u vrijeme pojave modernijih oblika kopnenog prometa. Moderni kopneni oblici prometa koristili su prednosti veće prostorne dostupnosti kao i veću brzinu prijevoza da bi preoteli nekadašnji primat ovom prometu u prometu robe i putnika na kopnu.

Tek u novije vrijeme u pojedinim zemljama, osobito većim i onim bogatijim unutrašnjim vodama pogodnim za odvijanje ove vrste prometa, dolazi do revitalizacije prometa na unutrašnjim vodama. Za to obnavljanje vrlo je važan faktor i mnogostruko povećana potreba za prijevozom tereta koju ne mogu potpuno zadovoljiti ostali vidovi transporta, ili pak ti vidovi prometa nisu u stanju rentabilno organizirati prijevoz određenih vrsta robe.

Postoji veliko opravdanje za razvoj ovog vida prometa, jer se on pokazuje rentabilniji i ekonomski iskorišteniji, osobito u područjima gdje postoje povoljniji uvjeti za plovidbu na rijekama sa mirnijim tokovima ili na jezerima i kanalima.

### **1.2. Hrvatski unutarnji plovni putovi**

Plovni put je pojas na unutarnjim vodama određene dubine, širine i propisanih gabarita koji je uređen, obilježen i otvoren za sigurnu plovidbu. Definiran je plovnim koritom i radijusom zavoja kod niskog plovnog vodostaja (NPV), te slobodnim gabaritima ispod mostova i zračnih kabela ispod visokog plovnog vodostaja

(VPV). Budući da se plovni putovi po svojim karakteristikama značajno razlikuju jedan od drugog pa je time plovidba negdje moguća u većoj a negdje u manjoj mjeri, Organizacija za unutarnje Transporte Europske ekonomske komisije Ujedinjenih naroda u Genevi klasificirala je europske rijeke obzirom na veličinu brodova koji njima mogu ploviti. Podjela rijeka na klase prikazana je na slijedećoj tablici :

**Tablica 1.2.1.** Klasifikacija rijeka

<b>Klasa</b>	<b>Istisnina (t)</b>	<b>Duljina (m)</b>	<b>Širina (m)</b>	<b>Gaz (m)</b>	<b>Visina (m)</b>
I	300	38,5	5	2,2	3,55
II	600	50	6,6	2,5	4,2
III	1000	67	8,2	2,5	3,95
IV	1350	80	9,5	2,5	4,4
V	2000	95	11,5	2,7	6,7
VI	>2000	>95,0	>11,5	>3,0	>6,70

Ukupna duljina postojećih plovni putova u Republici Hrvatskoj iznosi 804,1 km od čega je 539,2 km međunarodnih, a 264,9 km državnih i međudržavnih plovni putova. Ukupna gustoća mreže iznosi 14 km/1000 km<sup>2</sup> što u usporedbi s drugim europskim državama nije zanemarivo. Nažalost danas je još uvijek situacije takva da više od 600 kilometara od tih plovni putova nije čišćeno posljednjih 15 godina.

Prema sadašnjoj situaciji u Hrvatskoj možemo definirati četiri važnija plovna puta s njima pripadajućim kategorijama.

1. Plovni put rijeke Dunav od Batine do Iloka. Jedini ima gabarite koji odgovaraju zahtjevima VI klase (137,5 km)
2. Plovni put rijeke Save od ušća u Dunav do ušća Kupe u Savu u Sisku odgovara zahtjevima III i II klase plovnosti (446 km)
3. Plovni put rijeke Drave od ušća u Dunav do mjesta Zdjelica odgovara zahtjevima IV, III i II klase plovnosti (198,6 km)

#### 4. Plovni put rijeke Kupe od ušća u Savu i uzvodno pet kilometara ima III kategoriju

Prema strategiji razvoja riječnog prometa u Republici Hrvatskoj jedan od bitnijih ciljeva je povećanje pouzdanosti i efikasnosti unutarnje plovidbe uređenjem plovnih puteva što znači omogućivanje nesmetane i sigurne plovidbe broda pod maksimalnim gazom u skladu s kategorizacijom plovnog puta. Na slijedećoj slici prikazano je očekivano buduće stanje hrvatskih plovnih putova



Slika 1.2.1. Hrvatski plovni putovi– očekivano (buduće) stanje



### **1.3. Europski plovni putovi**

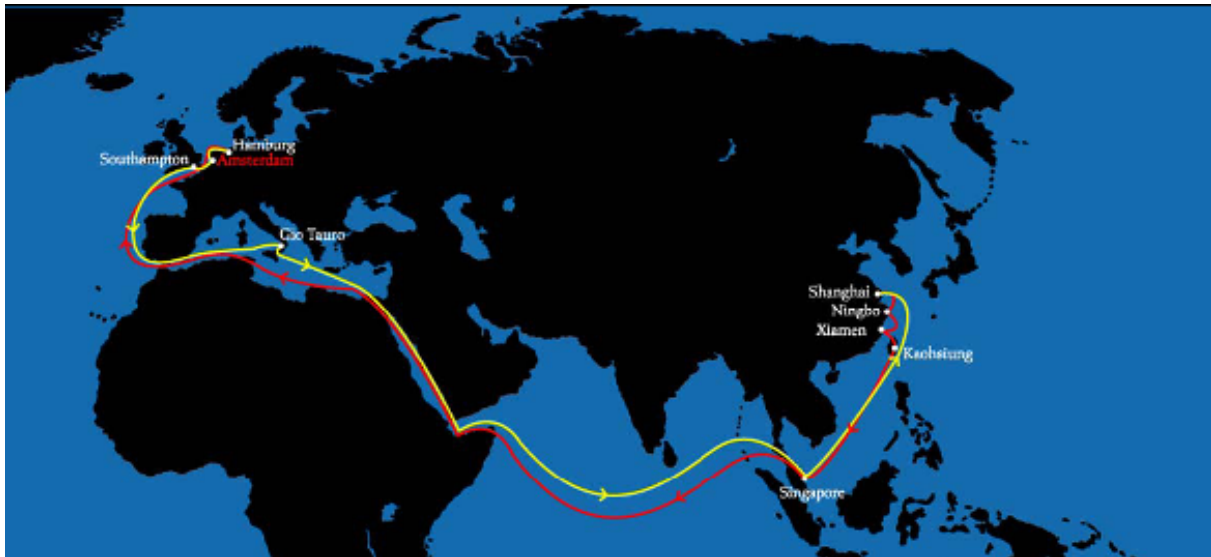
Europska unija iz ekonomskih i ekoloških razloga inzistira na teoriji održivog razvoja. Tu je kao cilj određeno da se teretni cestovni promet prebacuje u najvećoj mogućoj mjeri na vodu iz razloga što je zagušenje cestovnog prometa jedan od najvećih zagađivača okoline. Ako izuzmemo međusobnu izmjenu dobara između Njemačke i Austrije, na prostoru dunavskog koridora se i dalje velika većina robe transportira cestovnim putem ( 70 - 75 % ). Najbolji prikaz toga je činjenica da kroz austrijske Alpe godišnje prođe 5 milijuna teretnih vozila od kojih njih 1 milijun prođe upravo dunavskim koridorom. Za Austriju se zbog toga može reći da je postala usko grlo na ruti Jugoistočna - Zapadna Europa. Upravo zbog toga austrijske vlasti uvode raznorazne mjere restrikcije, kao što su cestarine za kamione koji nisu iz Europske Unije, povećana davanja za sve kamione sa starijim tipovima motora, itd. Zbog tih mjera a i zbog novog prometnog pravilnika za zemlje EU koji između ostalog ograničava radni tjedan profesionalnih vozača na 48 sati cestovni promet postaje sve skuplji i sve manje privlačan a njegova najbolja alternativa je unutarnji vodni promet.

Međutim, ne treba gledati na vodni promet kao alternativu kopnenom već kao njegovog "partnera" u intermodalnom načinu prijevoza. To posebice važi za Ro - Ro brodove koji prevoze prikolice i kamione od jedne luke do druge te na taj način smanjuju udio kopnenog prometa u korist riječnog, čineći tako prijevoz na dugim relacijama i ekonomski i ekološki prihvatljivijim.

#### **1.3.1. Europski kontejnerski promet**

Od 1980. do 2004. broj TEU-a transportiranih brodovima narastao je s 11,4 milijuna na 84 milijuna. 2005. taj broj se povećao za 15 %, na 96 milijuna, a 2006. za još 10 % na 105 milijuna TEU-a.

Posebno brz napredak primjećujemo u kontejnerskom prometu između Dalekog istoka i Europe, i njegov trenutni udio u globalnom kontejnerskom transportu iznosi 70%.



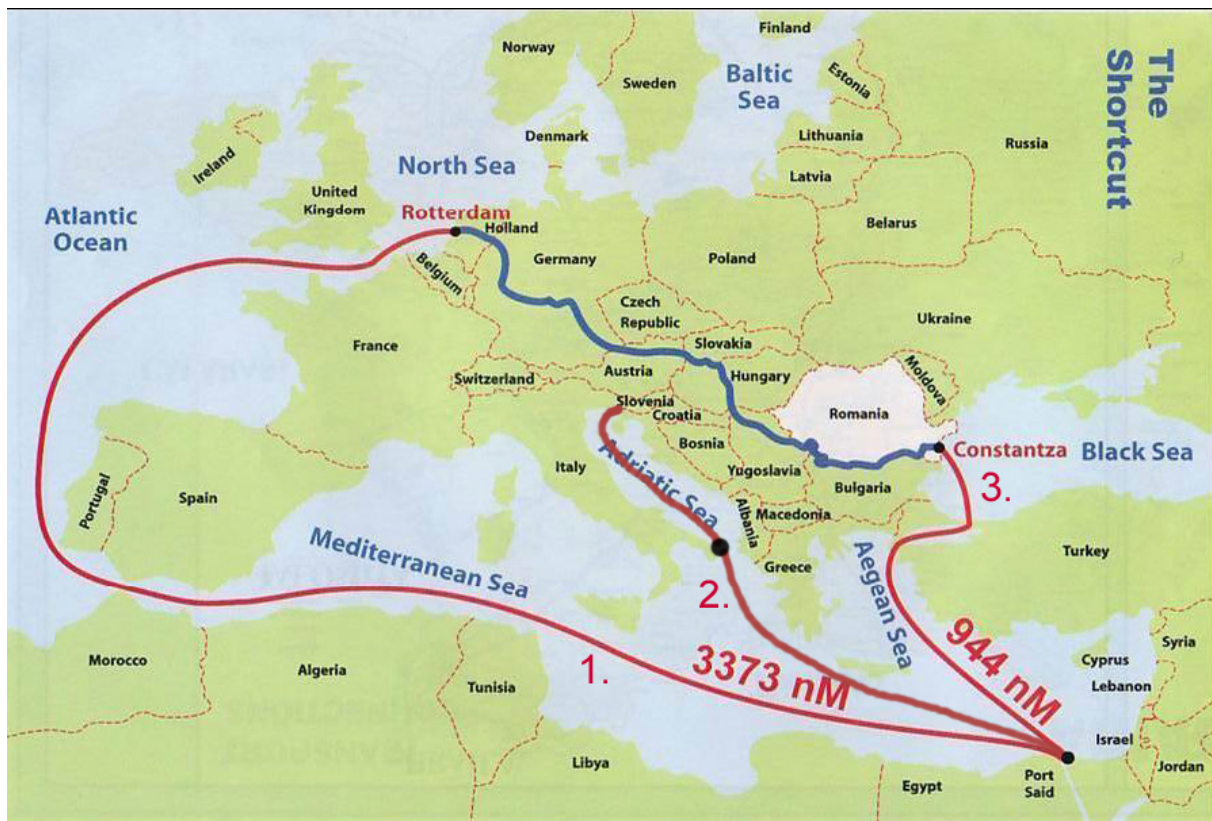
**Slika 1.3.1.1.** Ruta koja povezuje kineske sa sjeverozapadno europskim lukama

Najznačajnije rute jesu one koje povezuju, najčešće, Japan i Kinu, na Dalekom Istoku, preko Sueskog kanala i Mediteranskog mora, sa sjeverozapadnim europskim lukama - Rotterdamom, Bremerhaven, Antverpom i Hamburgom. Značajnom dijelu ovih kontejnera krajnje destinacije jesu u srednjeeuropskim zemljama – Austriji, Slovačkoj, Mađarskoj, Rumunjskoj (Transilvaniji). Nakon prekrcavanja, transport ovih kontejnera se nastavlja cestom ili željeznicom.

### **Geografska analiza**

Udaljenost između luke Said i Rotterdama iznosi 3373 nm, dok između Saida i Constantze samo 944 nm, odnosno 3,5 puta manje, a usporedimo li udaljenosti između Shangaja i Bremerhavena, te Shangaja i Constantze zaključujemo da je prva ruta 30% duža od druge.

Ove razlike u udaljenostima nameću razmišljanje o skraćanju puta tereta prema Centralnoj Europi, a dobar argument za to je i potencijalni napredak centralnih i jugoistočnih europskih regija. Najočitiije rješenje prepoznatljivo je u razvoju luke Constantza (Rumunjska), koja bi osigurala kraću vezu Istoka sa Srednjom Europom.



**Slika 1.3.1.2.** Usporedba razlika u udaljenostima europskih luka

Luke Rijeka i Kopar su geografski bliži centralno europskoj regiji od Constantze. Udaljenost Kopra i Budimpešte iznosi 574 km, dok udaljenost između Constantze i Budimpešta iznosi 1038 km. Međutim, pomorska udaljenost između luke Said i Constantze te luke Said i Kopra je gotovo jednaka, ali radi plitkog mora i nedovoljno dobro opremljene luke Kopar kontejneri se prekrcajavu već na samom jugu Italije u luci Gioia Tauro, što podrazumijeva dodatne transportne troškove, ali ne i konačno povišenje cijene transporta.

### Transportni koridori

Prednosti preusmjerenja dobrog dijela tereta na Constantzu i dalje na riječnu prometnicu Dunav jesu prvenstveno smanjenje opterećenja cestovnog i željezničkog prometa između sjeverozapadnih europskih luka i centralne Europe, koji je dosegao maksimalnu propusnost, a sve intenzivnija svjesnost o potrebi zaštite okoliša od dodatnog zagađenja na dozvoljava izgradnju novih prometnih kapaciteta.

Dvama prometnim koridorima, dijelovima Trans-europske transportne mreže, koridoru IV (Budimpešta – Bukurešt/Constantza, cesta i željeznica) te koridoru VII (Dunav), Constantza je krajnja stanica.

Mnogi nedostaci koridora IV, poput jednotračne ceste slabije kvalitete i loše održavana željeznica, nameću koridor VII kao efikasnije rješenje. Tome pridonosi i razvoj donjedunavskih luka poput luke Galati, Tulcea, Reni, Ismail i naravno Constantze koja je posljednjih godina unaprijedila menadžment, administraciju i sigurnost luke te iskorijenila korupciju. Kvaliteta njezinih usluga, opremljenost modernim dizalicama i kontejnerskim transporterima te brzina ukrcavanja i iskrcavanja usporedive su sa istim karakteristikama sjevernoeuropskih luka, s mogućnošću čak i bolje ocijene, dok su cijene usluga značajno niže.

### **Koncept transporta**

Sveukupna godišnja količina kontejnera na relaciji od sjeverozapadnih europskih luka do Centralne Europe obuhvaća 700 000 TEU-a. Ukoliko bi se 30% ovog volumena usmjerilo prema Constantzi, osiguralo bi se dodatnih 230 000 TEU-a tereta godišnje, na dosadašnjih 206 000 TEU-a, namijenjenog riječnim prometnicama.

Kada bi udio riječnog prometa dosegao 10% ukupnog kontejnerskog prometa donjedunavski transport procjenjivao bi se na 45 000 do 50 000 TEU-a godišnje.

Zaključak koji proizlazi iz ovih analiza jest potreba za afirmacijom kontejnerske rute Budimpešta – Beograd – Constantza kao obećavajućeg poslovnog pothvata.

### **1.3.2. Pan-Europski prometni koridori**

Pan-Europski prometni koridori su definirani prometni putovi u centralnoj i istočnoj Europi koji svojom važnošću zahtijevaju investiranje u narednih 10 do 15 godina. Ti koridori definirani su na tri Pan-Europske prometne konferencije, održane na razini ministara prometa.

Prva takva konferencija bila je u Pragu 1991., nedugo nakon pada Berlinskog zida. Na njoj nije bilo moguće donijeti detaljnije zaključke zbog relativno burnih političkih promjena u istočnoj i centralnoj Europi. Razvijena je samo koncepcija za

buduće dogovore. Devet transportnih koridora definirano je na drugoj konferenciji na Kreti 1994., dok je deseti koridor definiran na trećoj konferenciji u Helsinkiju 1997. godine

Koridori definirani na konferencijama na Kreti i u Helsinkiju potiču usmjeravanje ulaganja na razvoj infrastrukture prioritetnih koridora, na bolju komunikaciju među zemljama obuhvaćenim na pojedinom koridoru kako bi se između ostalog unaprijedio protok graničnim prijelazima, te poticanje razvoja intermodalnog transporta.

Dunav je jedan od 10 proglašenih europskih prometnih koridora. To je koridor 7, i jedini je plovni put, ostali su kopneni.

### **Koridor VII, 2300 km dužine:**

Dunavski plovni put sa sastavnicama:

- a) dunavski unutarnji plovni put
- b) kanal Crno more - Dunav
- c) dunavske grane Kilia i Sulina
- d) kanal Dunav - Sava
- e) kanal Dunav - Thissa
- f) relevantna lučka infrastruktura smještena na unutarnjim plovnim putovima



Slika 1.3.2.1. Koridor VII



### 1.3.3. Dunav

Ukupna dužina riječnog toka Dunava je 2.379 km. Gornji Dunav ima karakteristike planinske rijeke; tamo se visinska razlika svladava s pomoću određenog broja ustava. Srednji Dunav ima sve karakteristike nizinske rijeke i povoljne uvjete za plovību svih vrsta riječnih plovila. Đerdap je planinska klisura gdje je plovība dosta komplicirana ali je s pomoću modernih tehničkih sredstava, te izgradnjom Sipskoga kanala i određenog broja ustava, taj problem riješen. Sektor Donjeg Dunava ima relativno povoljne uvjete za plovību uz određene hidrotehničke radove kojima bi se poboljšala plovība za vrijeme niskog vodostaja.

Dunav čini okosnicu transkontinentalnog puta na tlu Europe. druga je rijeka po veličini, te najbogatija vodom na kontinentu, a povezuje Srednju Europu s Jugoistočnom Europom.

Dunav je zbog različitih gabarita, prepreka i brzina vode podijeljen na ove dionice :

- Gornji Dunav od Regensburga do Gonyu, dužine 588 km;
- Srednji Dunav od Gonyu do Moldava Veche, dužine 743 km;
- Đerdap od Moldava Veche do Turnu Severina, dužine 117 km;
- Donji Dunav od Turnu Severina do ušća, dužine 931 km.

Što se tiče plovibne dubine, Dunav možemo u grubo podijeliti na tri dionice i to sa :

- plovibnom dubinom od 7.3 m. od Suline do Braile, 3.5 m u svim prijevodnicama
- 2,5m u reguliranim dijelovima plovnog puta od Braile do Beča i 2,7m u prijevodnicama
- 2.0m. u reguliranim dijelovima plovnog puta od Beča do Kelheima

Dunav je bio prvi plovni put na kojem je plovība bila uređena međunarodnim ugovorima. Sloboda trgovačke plovibe za sve zemlje i zastave koja je proklamirana na Bečkom kongresu 1815. godine potvrđena je donošenjem prvog međunarodnog Dunavskog režima, koji je kao europski zakon, potpisan od strane velikih sila 1856.

godine.

Međunarodni režim Dunava danas je uređen Dunavskom konvencijom iz 1948. godine i osnivanjem Dunavske komisije u Budimpešti, koju u odnosu na prijašnju Dunavsku komisiju sačinjavaju samo priobalne zemlje.

Plovidba Dunavom regulirana je principom slobodne plovidbe. Dunav je 1878. g. na Berlinskom kongresu proglašen međunarodnom rijekom, pa je državama koje izlaze na Dunav nametnuta međunarodna nadležnost. No budući da je, nakon tog sporazuma, slijedilo razdoblje svjetskih ratova i raspada država koje su sudjelovale na Berlinskom kongresu, godine 1948. u Beogradu je održana Dunavska konferencija, gdje je potpisana Konvencija o slobodnoj plovidbi (trgovačkoj). Tim sporazumom precizno su utvrđena pravila plovidbe Dunavom, kao i način obavljanja svih radova koji su u službi održavanja dunavskoga plovnog puta. Posebnu važnost Dunav dobiva nakon izgradnje kanala Rajna-Majna-Dunav, čime se dodatno povećao obujam riječnog prometa; danas on iznosi oko 300 milijuna tona tereta godišnje.

Zbog niza političkih i ekonomskih promjena u zemljama središnje i istočne Europe te nadalje uvođenja sankcija Srbiji od strane Vijeća sigurnosti UN-a, transport dobara Dunavom je drastično pao (sveden je na 10 % iskorištenosti svog plovidbenog kapaciteta). Sad kada su te poteškoće stvar prošlosti promet Dunavom se ubrzano oporavlja i ponovno zauzima važno mjesto u stalno rastućoj izmjeni dobara između zemalja zapadne i istočne Europe.

### **Ograničenja u plovidbi Dunavom**

Rijeke imaju mnoga ograničenja koja utječu na mogućnost plovidbe odnosno na dimenzije plovila koja njima prometuju. To se prvenstveno odnosi na gaz broda (ograničena dubina rijeke), visinu broda (prolaz ispod mostova, dalekovoda), i na širinu i duljinu broda (dimenzije umjetno napravljenih kanala i prijevodnica). Ovdje je prikazan sažetak ograničenja, tzv. uskih grla na Dunavu. Dubine su mjerene u odnosu na LNRL (Low Navigation and Regulation Level), što je nivo vode 94 % vremena u "nezaleđenom periodu", a visine ispod mostova su date u odnosu na HNWL (High Navigable Water Level), što je najviši nivo vode u 1 % vremena "nezaleđenog perioda". Oba podatka su produkt 40-godišnjih mjerenja vodostaja.

Dubine :

a) Na gornjem Dunavu kritična dionica je između gradova Straubinga i Vilshofena, gdje je dubina mjestimično manja i od 2 m ( čak do 1.7 m )

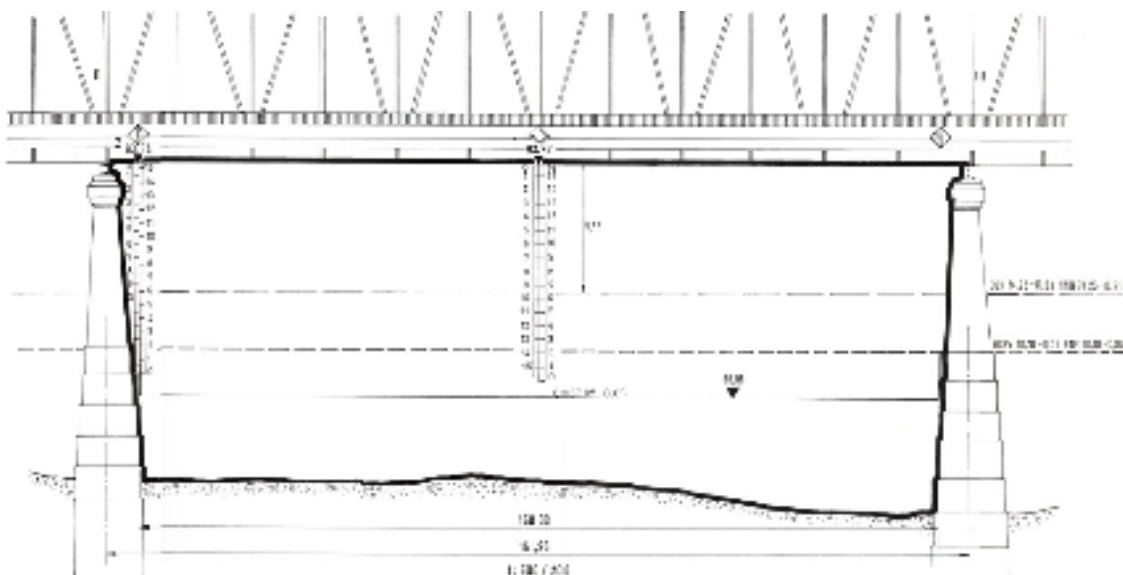
b) Nekoliko područja na Đerdapu ( nizvodno od hidroelektrane Đerdap 2 ) imaju dubinu svega 2,3 - 2,4 m

c) Drugdje na srednjem i donjem Dunavu dubina je veća od 2.5 m. Uglavnom iznosi oko 5 m a na najdubljim mjestima doseže i 80 m

Visine mostova :

a) Most s najmanjom slobodnom visinom prolaza je onaj na gornjem Dunavu, u Deggendorfu, čija je visina za HNWL 4,4 m, odnosno 6,89 m za LNRL.

b) Nizvodno od Vukovara, najniži most ( ne računajući onaj privremeni u Novom Sadu visine 6,28 odnosno 12,81 m ) je cestovno - željeznički most "Pančevo" u Beogradu, visine 9,15 odnosno 15,5 m



**Slika 1.3.3.1.** Most "Pančevo" u Beogradu



Dimenzije prijevodnica :

Većina prijevodnica na Dunavu je standardnih europskih dimenzija. Ona kritična, najmanja, je prijevodnica uzvodno od Straubinga dimenzija 12 x 190 m, dok su sve ostale prijevodnice na gornjem toku Dunava veličine 24 x 190 m. Prijevodnice na đerdapskim hidroelektranama su dimenzija 34 x 310 m

Inače, najviši vodostaj Dunava može se očekivati u periodu između mjeseca svibnja i srpnja, a najniži u listopadu i studenom.

#### **1.3.4. Rajna**

Rijeka Rajna čini osnovu rajnskog plovidbenog sustava. Njena ukupna dužina iznosi oko 1320 km. Plovna je do Basela u duljini od 863 km za veće plovidbene sastave. Iznimno, za manje plovidbene sastave, Rajna je plovna još 44 km do Laufenberga. Nakon niza regulacijskih radova Rajna je postala riječna prometnica koja omogućuje plovidbu brodova s gazom do 3,5 m od Rotterdama do Kolna, na potezu od oko 250 km; dalje do Basela moguća je plovidba brodova tipa E1.

Na području rijeke Rajne nalaze se značajni industrijski potencijali, a također i veliki gradovi koji u svojim djelatnostima često koriste upravo riječni promet. Osim Roterdama, važnije su luke na Rajni, između ostalih, Duisburg, Mannheim, Karlsruhe, Strasbourg i Basel, a u rajnskom prometu participiraju i morske luke Anrverpen , Amsterdam i Gent. Većina rajnskih luka koristi već duže vrijeme suvremene tehnologije transporta, među kojima je prijevoz kontejnera posebno snažan.

Valja još spomenuti da je u Njemačkoj izgrađen sustav kanala IV -VI kategorije plovnosti, dugačak 3000 km. U njegovu su sastavu i kanalizirane rijeke, npr. Elba, Neckar, Majna, Masel; one, uz rijeke Dunav, Elbu i Rajnu čine mrežu plovnih putova na kojima se odvija gotovo cijeli riječni promet Njemačke.

#### **1.3.5. Kanal Rajna-Majna-Dunav**

Kanal Rajna-Majna-Dunav je najveći i najznačajniji do danas izgrađeni objekt

na dunavskom plovnom putu. Ideja o kanalu koji je trebao spojiti Dunav s Rajnom, i preko nje se Sjevernim morem stara je stoljećima. Još je francuski car Karlo Veliki potkraj 8. stoljeća pokušao povezati Rajnu s Dunavom, a tim projektom zanosio se i Napoleon. Bavarski kralj Ludwig polovinom 19. stoljeća uspio je izgraditi kanal dug 172 km koji je spajao Kelheim na Dunavu s Bambergom na Majni. Ali taj kanal nazvan Ludwigovim kanalom zbog velikih tehničkih nedostataka i ograničenih plovnih mogućnosti ubrzo je napušten.

Nakon Drugog svjetskog rata prišlo se izgradnji novog plovnog kanalskog sustava Rajna-Majna-Dunav ( Europski kanal ), od Mainza na Rajni do Kelheima na Dunavu , dugog 760 km, za brodove do 2500 t. Kanaliziranje Majne do Bamberga (385 km sa 7 brodskih ustava ) dovršena je 1972., kao i radovi na dunavskoj dionici Regensburg-Kelheim (2 brane s hidroelektranama i brodskim ustavama). Radovi na preostaloj dionici Nurnberg-Kelheim ( dug 99 km , širok 50 m i dubokog 4-4,25 m ), gdje je pomoću prijevodnica svladana visina od 406 m ( od Nurnberga uspon 94,5 m , a zatim pad do Kelheima za 68 m) gdje je izgrađeno 9 prijevodnica, dovršeni su 1992. Tako na cijeloj dužini Europskog kanala ima ukupno 52 prijevodnice.

Dovršenjem Europskog kanala ostvaren je 3500 km dugi vodeni put preko europskog kontinenta, koji je povezoao Sjeverno i Crno more, odnosno deset zemalja zapadne , srednje i jugoistočne Europe. Kanal je na površini širok 55 m i dubok 4 m. **Može propustiti brodove do 2500t nosivosti ( dužina do 185 m, širina 11,4 m , gaz 2,7 m).** Za razliku od plovnog puta Rajnom i Dunavom , gdje je plovidba uređena međunarodnim konvencijama, Europski kanal je pod njemačkim suverenitetom i kontrolom pristupa i korištenja.



**Slika 1.3.5.1.** Plovni put Rajna - Majna - Dunav

#### 1.4. Hrvatska riječna trgovačka flota brodova

Nakon raspada Dunav Lloyda, riječna trgovačka flota u Hrvatskoj u samom je začetku. Novi projekti okrenuti su izgradnji izletničkih brodova za parkove prirode Vransko jezero, Lonjsko polje i Kopački rit, a lučka uprava Sisak naručila je izgradnju patrolnog čamca i usisno jaružalo za čišćenje plovnog puta. Zasad u Hrvatskoj samo u Sisku postoji riječni navoz na Savi na kojem se obavlja remont plovila.

U Europskoj uniji 25 posto tereta prevozi se rijekama (u Nizozemskoj i u Njemačkoj ta brojka doseže i 50 %), u Hrvatskoj samo 1,5 posto. Riječni je prijevoz trostruko jeftiniji od željezničkog, a šest do sedam puta od cestovnog.

S obzirom da je zbog Domovinskog rata riječni transport u Hrvatskoj stagnirao, određeni broj brodova je u vrlo lošem stanju zbog zapuštenosti. Njima je nužan remont a valja također izgraditi nova plovila. U tom smjeru gleda i strategija razvoja riječnog prometa u Republici Hrvatskoj

Strategija razvoja (Hrvatski sabor 16.5.2008.) narodne novine 65 / 08

"Trgovačku flotu u Hrvatskoj čini 57 brodova s ukupnim kapacitetom od nešto više od 44.000 tona uključenih u međunarodni transport tereta, prosječne starosti od 40 godina. Navedeni kapacitet nedovoljan je da opslužuje trenutačnu potražnju za prijevozom u i iz hrvatskih riječnih luka, tako da domaći brodari sudjeluju u tom prijevozu tek s 20%, dok ostatak obavljaju strani brodari.

Da bi brodari osigurali konkurentsku poziciju na jedinstvenom europskom tržištu veću pozornost treba posvetiti modernizaciji flote, uvođenjem inovacija u tehnologiju prijevoza te udovoljavanju novim tehničkim standardima. Ujednačavanjem uvjeta za dobivanje odobrenja za obavljanje komercijalnog prijevoza stimulira se malo poduzetništvo u brodarstvu odnosno osnivanje većeg broja manjih brodara.

Kako bi se pomoglo postojećim brodarima, ali i proširio interes za brodarstvom, važno je uspostaviti instrumente potpore koji će olakšati brodarima integraciju u europsko transportno tržište.

Potpore brodarstvu treba ostvariti kroz zajedničke projekte inovacija u brodarstvu i brodogradnji, istraživanja i razvitka te zaštite okoliša, u kojima bi zajednički sudjelovali privatni investitori i država preko fondova za tu namjenu.

Rezultati takvih projekata moraju biti transparentni i usklađeni s očekivanjima Europskoga akcijskog plana za riječni promet."

Iz svega do sad rečenog u uvodnoj riječi vidljivo je da se u svijetu sve više intenzivira riječni promet a da u našim krajevima njegov pravi razvoj tek dolazi. Također je činjenica da u Hrvatskoj trenutno postoji samo jedno riječno brodogradilište, ono u Sisku, koje obavlja remont brodova duljine do 80 m i vlastite težine do 400 t a budući da je smješteno na rijeci Savi veći brodovi do njega ne mogu niti doploviti i u slučaju uređenja Save do klase IV plovnih putova.

Stoga možemo reći da ima smisla razmotriti ideju osnivanja riječnog brodogradilišta na obali Dunava u Hrvatskoj. U stvari pravo je čudo za zemlju koja ima toliko dugu tradiciju brodogradnje, do duše na moru, da nema niti jedno pravo brodogradilište na rijekama s kojima baš i ne oskudijevamo. Da li je to upravo zbog toga što imamo dovoljno mora a isto tako i dovoljno i previše problema s brodogradilištima na Jadranu ili je to zato što se bojimo natjecati sa susjednom Srbijom u nečemu u čemu oni imaju veliku prednost u startu, jer kod njih riječna brodogradnja živi koliko kod nas morska, u to nećemo ulaziti u ovom razmatranju.

## 2. PREGLED KAPACITETA POSTOJEĆIH BRODOGRADILIŠTA NA DUNAVU

Prije nego što se upustimo u razmatranje proizvodnog programa brodogradilišta i njegove infrastrukture, valja napraviti jedan osvrt na već postojeća brodogradilišta na Dunavu da se dobije jedan uvid u to koji tipovi brodova kojih gabarita se u njima proizvode odnosno servisiraju. Da ne ulazimo previše u analizu svakog od njih, a i radi lakše usporedbe, te ćemo podatke prikazati samo u tabličnom obliku.

Redoslijed kojim su nabrojana brodogradilišta u tablici je od izvora Dunava prema njegovom ušću. Iz priloženog je vidljivo da istim redoslijedom raste njihova veličina, odnosno veličina u njima izgrađenih brodova. To se posebno odnosi na posljednja tri brodogradilišta u Rumunjskoj i ono u Ukrajini a razlog je u tome što nakon grada Braila u Rumunjskoj nema više mostova preko rijeke koji bi ograničili visinu građenih brodova a i dubina i širina rijeke su ovdje značajno veće.

Ako bismo htjeli jedno od gore navedenih brodogradilišta uzeti za primjer prema kojem ćemo kapacitirati naš pogon na hrvatskom dijelu Dunava, morali bismo se ograničiti na ona uzvodno od nas ili u našoj neposrednoj blizini.

Zemlja	Naziv	Tip navoza	Dimenzije navoza duljina (m) / nosivost (t)	Tipovi proizvoda
Slovačka	Slovenske lodenice Komarno	kosi, poprečni	100 m / 1000 t	Višenamjenski teretni brod 3700 dwt
Mađarska	Ganz Danubius	kosi, poprečni improvizirani		Razdvojiva barža 600 m <sup>3</sup> Pontonska dizalica 200 t
Srbija	Novi Sad	kosi, poprečni	120 m / 1000 t	Jaružar B3800 O.G. Tegljač DP2500 Višenamjenski tegljač 2500 Brod za rasuti teret 3850dwt Brod za opći teret BT4500dwt
		plutajući dok	80 m / 450 t	
	Apatin	synchro-lift	135 m / 1500 t	
	Dunav		85 m	
	Sava	kosi, poprečni	130 m / 2000 t	
Rumunjska	Orsova	kosi, poprečni	135 m / 1000 t	Brod za prijevoz kontejnera 135 m Teglenice 76,5 m Trup tegljača 99 m Trup tankera 110 m
		plutajući dok	77 m	
	Severnav			
Bugarska	Rousse Shipyard	synchro-lift	120 m / 1200t	Brod za rasuti teret 4600 dwt Brod za prijevoz asfalta 5000 dwt Višenamjenski teretni brod 4800dwt
Rumunjska	Aker Braila	kosi, poprečni	135 m / 3100 t	Višenamjenski teretni brod 4500dwt Tunolovac 76 m Opskrbni brod Tanker za kemikalije 15000 dwt
	Damen Galati	kosi, poprečni	145 m / 4000 t	Višenamjenski teretni brod 8400 dwt Jaružar 700 Brod sa sletnom pistom 165 m Tanker za kemikalije 8150 dwt Trajekt 130 m Pontonska dizalica 2 x 800 t Ophodni brod 83 m
		kosi, uzdužni	150 m / 6000 t	
		suhi dok	200 x 32 x 4.5 m	
	Aker Tulcea	synchro-lift	165 m / 6500 t	Višenamjenski teretni brod 8700dwt Opskrbni brod 84 m Tanker za kemikalije 11500tdw Trajekt 146 m 1100 TEU Kontejnerski brod
Ukraina	Izmail	plutajući dok	126 m / 5000 t	Remont brodova
		plutajući dok	130 m / 6100 t	
		kosi, poprečni	80 m / 500 t	

**Tablica 2.1.** Pregled postojećih brodogradilišta na Dunavu

### 3. PROIZVODNI PROGRAM BRODOGRADILIŠTA

S ciljem što boljeg definiranja projektnog zadatka bilo bi dobro analizirati brodove koji bi se gradili ili održavali u našem brodogradilištu. U daljnjem tekstu prikazati će se neke riječne brodove koji su najčešće traženi od strane naručioca, a razmotriti će se i mogućnost gradnje broдова za otvorenu plovidbu u skladu s već spominjanim ograničenjima koja se odnose na njihov transport Dunavom.

#### 3.1. Riječni brodovi

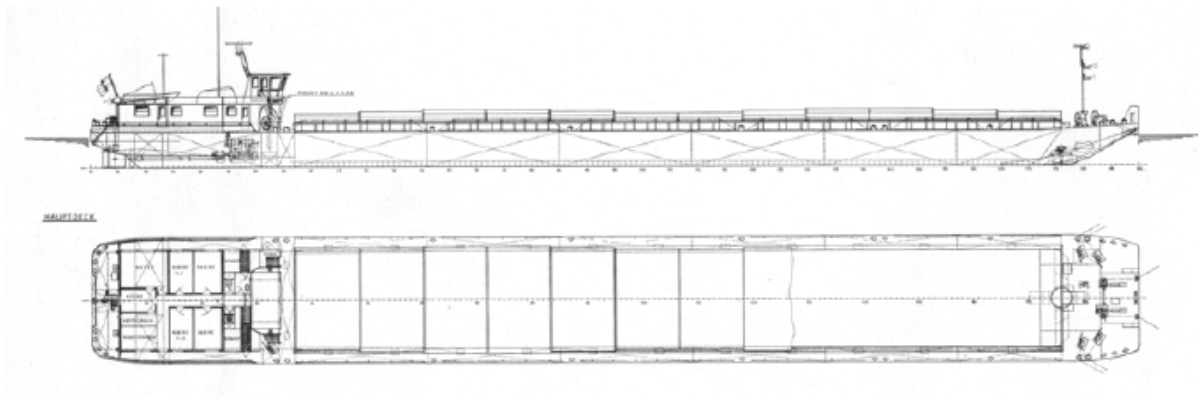
##### Brodovi za prijevoz općeg tereta / kontejnera

Jedan od najefikasnijih riječnih brođova za prijevoz općeg tereta / kontejnera s vlastitom propulzijom na Dunavu je onaj tipa MGSS "Jochenstein" izgrađen u, sada bivšem, austrijskom brodogradilištu u Linz-Korneuberg još prije dvadesetak godina. Brođovi tog tipa plove Dunavom u vlasništvu njemačkih i ukrajinskih prijevoznih kompanija.

To su brođovi sljedećih karakteristika :

**Tablica 3.1.1.** Glavne značajke brođa za prijevoz općeg tereta tipa MGSS "Jochenstein"

<b>MGSS "Jochenstein"</b>	
Duljina preko svega	$L_{oa} = 95 \text{ m}$
Širina	$B = 11.4 \text{ m}$
Visina do glavne palube	$H = 3.2 \text{ m}$
Gaz	$T = 2.7 \text{ m}$
Snaga pogonskog uređaja	$P_B = 2 \times 600 \text{ kW}$
Nosivost	2000 t dwt



**Slika 3.1.1** Opći plan broda "Jochenstein"



**Slika 3.1.2.** Brod za prijevoz općeg tereta tipa MGSS "Jochenstein"

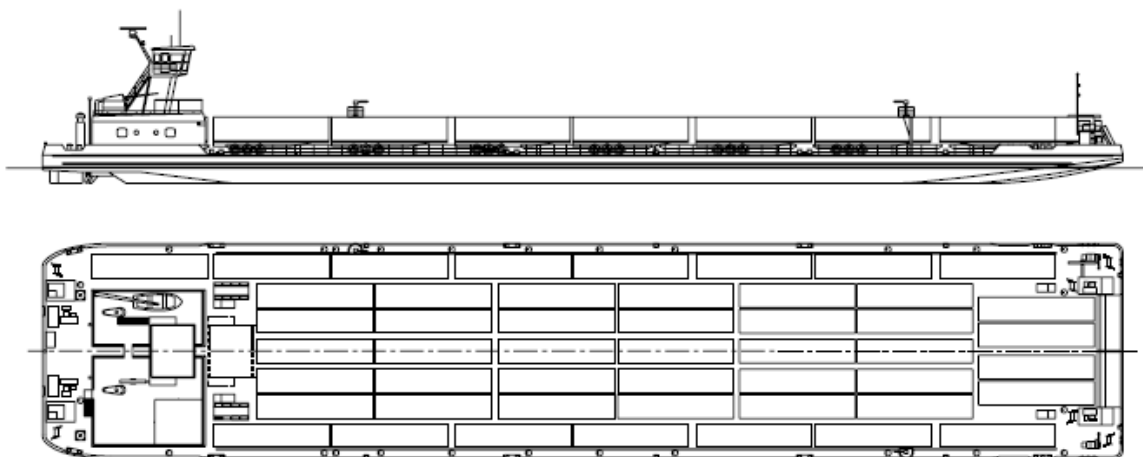
## Ro-Ro brodovi

Prednost koju imaju Ro - Ro brodovi u odnosu na one za prijevoz kontejnera je jednostavan i brz ( stoga i jeftin ) način ukrcanja i iskrcanja tereta koji je moguće izvesti i u manjim lukama koje nisu opremljene specijalnim, skupim dizalicama za jednostavan prihvata kontejnera. Stoga je jedan interesantan tip broda i ovaj Ro - Ro katamaran slijedećih karakteristika



**Tablica 3.1.2.** Glavne značajke dunavskih Ro – Ro katamarana

Ro – Ro katamaran	
Duljina preko svega	$L_{oa} = 114.0 \text{ m}$
Širina	$B = 22.8 \text{ m}$
Visina do glavne palube	$H = 3.0 \text{ m}$
Gaz	$T = 1.65 \text{ m}$
Brzina u službi	$v = 16 \text{ čv}$
Snaga pogonskog uređaja	$P_B = 2 \times 910 \text{ kW}$
Nosivost	1400 t dwt



**Slika 3.1.3.** Opći plan Ro – Ro katamarana





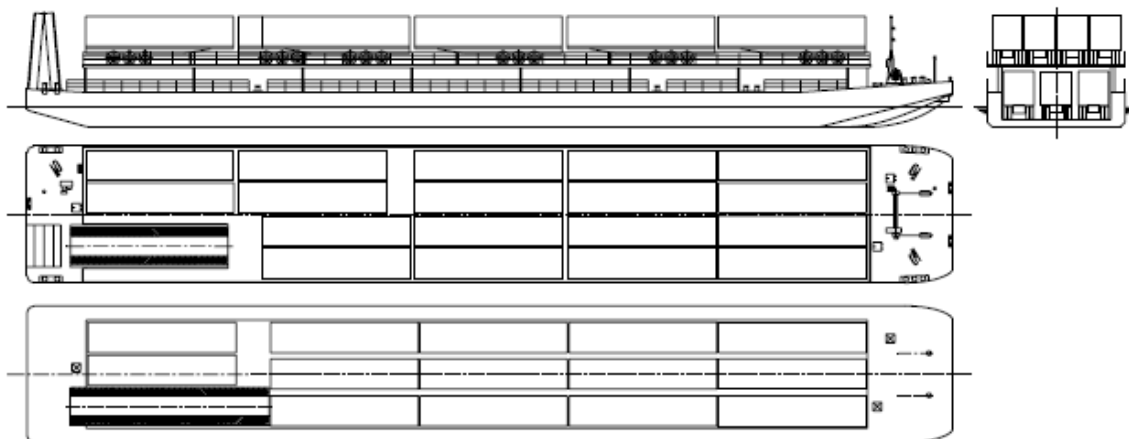
**Slika 3.1.5.** Ro - Ro katamaran izgrađen u brodogradilištu Apatin

### Ro – Ro Barža Europa II

Ove barže imaju dvije palube za ukrcaj kamiona ili prikolica i opremljene su s 15 m dugom hidraulički upravljanom pomičnom rampom za ukrcaj na gornju ili donju palubu. Njihov ukrcajni kapacitet je 32 prikolice duljine 40 stopa.

**Tablica 3.1.3.** Glavne značajke Ro – Ro barže tipa Europa II

<b>Ro - Ro barža tipa Europa II</b>	
Duljina preko svega	$L_{oa} = 76.5 \text{ m}$
Širina	$B = 11.4 \text{ m}$
Gaz	$T = 2.7 \text{ m}$
Nosivost	1800 t dwt



**Slika 3.1.6.** Opći plan Ro – Ro barže tipa Europa II



**Slika 3.1.7.** Kompozicija od dvije barže tipa Europa II pogonjene brodom guračem

### **Ro – Ro polukatamaran tipa Popov**

Ovaj tip broda nastao je kao kombinacija dvaju gore spomenutih tipova brodova. Radi povećanja ukrcajnog kapaciteta preuzet je sistem sa dvije palube od barže Europa II. Na donju palubu ukrcavaju se vozila manje visine (automobili i kombi vozila) a na gornju kamioni i prikolice. Brod ima vlastitu propulziju kojom ostvaruje brzinu od 14 km/h. Odustalo se od izvedbe trupa u obliku katamarana čime se povećala nosivost broda. U tablici su dane njegove glavne karakteristike a na slici je i njegov opći plan.

Tablica 3.1.4. Glavne značajke Ro – Ro broda tipa Popov

Ro – Ro Barža Popov	
Duljina preko svega	$L_{oa} = 120.0 \text{ m}$
Širina	$B = 22.8 \text{ m}$
Visina	$H = 4.2 \text{ m}$
Gaz	$T = 1.7 \text{ m}$
Kapacitet tereta	41 trailers i 95 kamiona
Snaga pogonskog uređaja	$P_B = 2 \times 1235 \text{ kW}$
Brzina na maksimalnom gazu	$v = 14 \text{ km/h}$



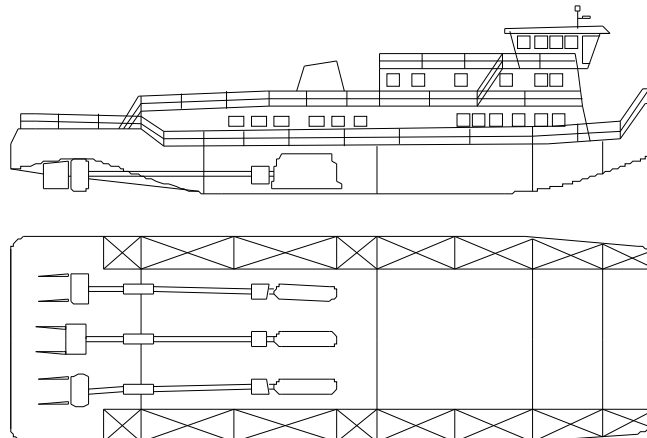
Slika 3.1.8. Opći plan Ro – Ro broda tipa Popov

## Brod tegljač / gurač

Riječna plovidba praktički je nezamisliva bez tegljača. Ovo je primjer jednog od najvećih ikad napravljenih tegljača na Dunavu koji s ukupnom snagom od 3900 kW može gurati kompoziciju od desetak gore spomenutih barži brzinom od 14 km/h.

Tablica 3.1.5. Glavne značajke tegljača "Karlovac"

Tegljač "Karlovac"	
Duljina preko svega	$L_{oa} = 40.5 \text{ m}$
Širina	$B = 13.0 \text{ m}$
Visina	$H = 2.8 \text{ m}$
Gaz	$T = 1.95 - 2.15 \text{ m}$
Snaga pogonskog uređaja	$P_B = 3 \times 1300 \text{ kW}$



Slika 3.1.9. Opći plan tegljača "Karlovac"



Slika 3.1.10. Brod tegljač/gurač



## Turistički brodovi

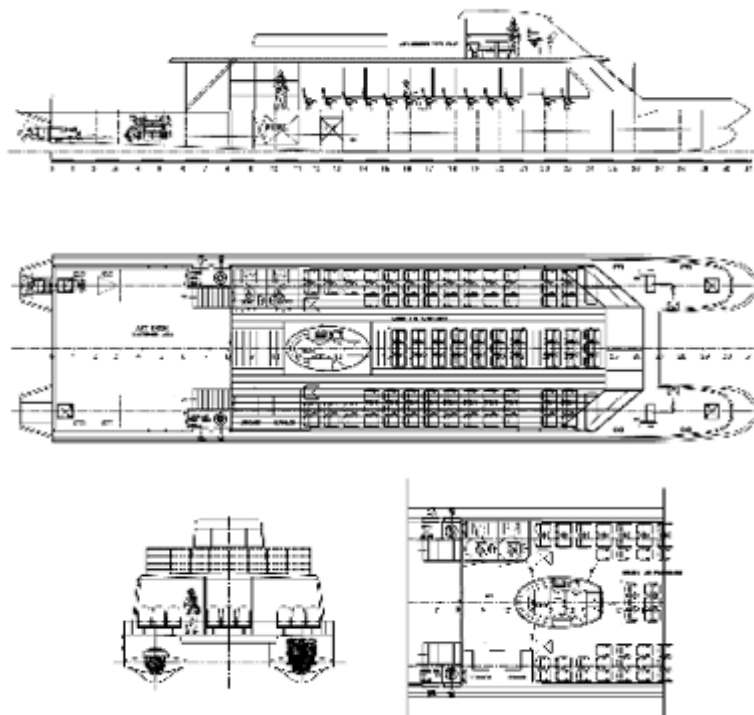
U današnje vrijeme dolazi do sve većeg razvoja riječnog turizma, a time i do potrebe za razvojem brodova koji bi trebali biti prilagođeni u takvu svrhu. Jedna od takve vrste brodova su katamarani Twin City Liner koji već par godina plove kao turistički brodovi u Beču i Bratislavi. Twin City Liner je lagani aluminijski katamaran, velike brzine, pogonjen s kombinacijom diesel motora i jet propulzije. Odlikuje se i svojim malim gazom od 0.85 m što je idealno rješenje za kanale i niske vodostaje rijeka u ljetnim mjesecima. Katamaran postiže maksimalnu brzinu od 69 km/h, iako je njegova prosječna brzina na krstarenju oko 60 km/h.

Tablica 3.1.6. Glavne značajke katamarana Twin City Liner

Twin City Liner	
Duljina preko svega	$L_{oa} = 33.7 \text{ m}$
Širina	$B = 8.5 \text{ m}$
Visina	$H = 5.9 \text{ m}$
Gaz	$T = 0.85 \text{ m}$
Pogonski uređaj	2 MTU diesel motora +2 Hamilton water jets
Maksimalna brzina	$v_{max} = 37 \text{ čv}$
Putnika	106



Slika 3.1.11. Turistički katamaran Twin City Liner



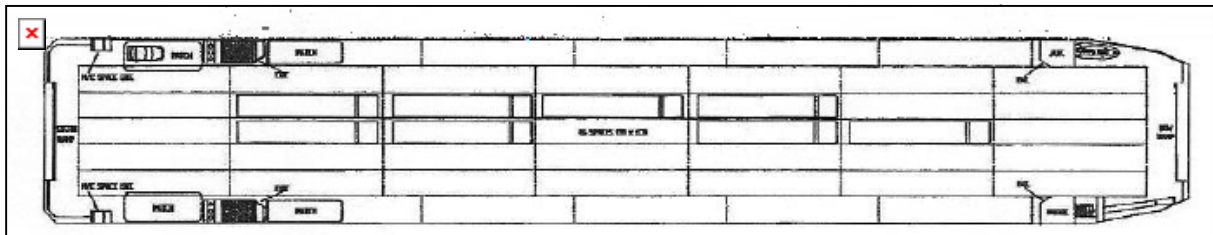
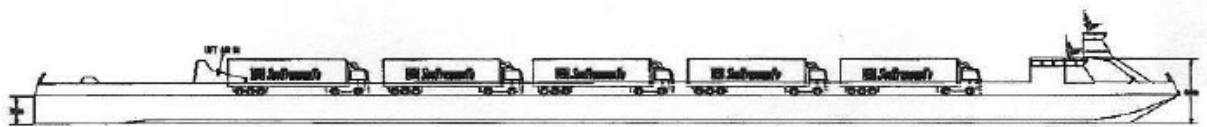
**Slika 3.1.12.** Opći plan turističkog katamarana Twin City Liner

### **Riječni brod tipa PACSCAT ( Partial Air Cushion Supported Catamaran )**

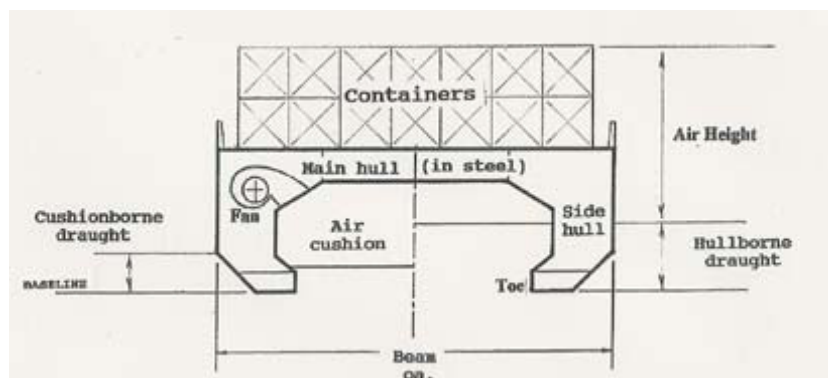
Brodovi ovog tipa još se ne proizvode ali zasigurno predstavljaju budućnost prijevoza unutarnjim vodnim putovima. Njihova glavna odlika je velika brzina (20 čv) koja će skratiti 2200 km dug put od rumunjske luke Constantze do njemačkog Passau-a sa sadašnjih sedam na tri dana te će time direktno konkurirati cestovnom prometu. Da bi se nosio s problemima manjih dubina na nekim dionicama kao i sa nižim mostovima, brod će moći mijenjati gaz od 2,5 m do 1,5 m upuhivanjem zraka u prostor između trupova, zatvoren na pramcu i krmi fleksibilnim pregradama. Poprečni presjek jednog takvog broda prikazan ja na donjoj slici.

Tablica 3.1.7. Glavne značajke broda tip PACSCAT

Brod PACSCAT	
Duljina preko svega	$L_{oa} = 135.0$ m
Širina	$B = 22.8$ m
Najveći gaz	$T_{max} = 2.5$ m
Najmanji gaz	$T_{min} = 1.5$ m
Visina do glavne palube	$H = 5.5$ m
Brzina u službi	$V = 20$ čv
Nosivost	2000 t dwt



Slika 3.1.13. Opći plan broda tipa PACSCAT



Slika 3.1.14. Poprečni presjek broda tipa PACSCAT



### 3.2. Brodovi otvorene plovidbe

Kao što je već rečeno u uvodu, Dunavom se brod može poslati do Crnog mora što znači i do bilo koje druge destinacije na moru ili oceanu. Spomenuli smo i ograničenja koja se odnose na dimenzije izgrađenih brodova uvjetovane konfiguracijom rijeke. Budući da vodostaj Dunava varira tokom godine, a želimo da brod može doći do naručioca neovisno o tome, za određivanje dimenzija brodova treba odabrati najpesimističniju varijantu. To znači da ćemo gaz broda ograničiti prema najmanjoj dubini za vrijeme niskog vodostaja, a visinu prema prolazu ispod najnižeg mosta za vrijeme visokog vodostaja. Duljinu i širinu određuju ustave na hidroelektranama Đerdap I i II.

Maksimalne dimezije brodova :

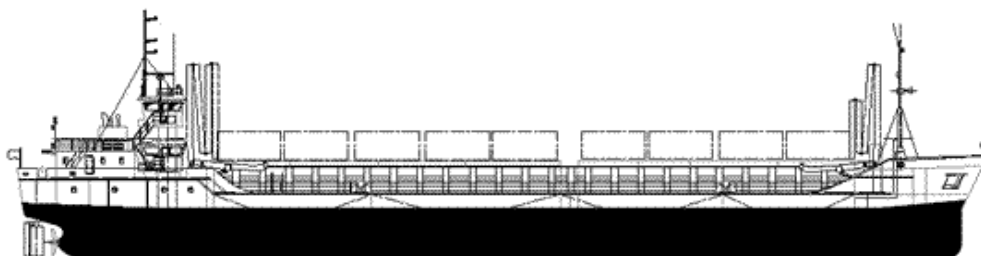
$$\left. \begin{array}{l} L_{\max} = 310 \text{ m} \\ B_{\max} = 34 \text{ m} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Uvjetovano dimenzijama} \\ \text{ustava na Đerdapu} \end{array}$$

$T_{\max} = 2.3 \text{ m}$  - kritična dubina Dunava nizvodno od hidroelektrana

$H_{\max} = 9,15 \text{ m}$  - slobodna visina prolaza ispod mosta "Pančevo" u Beogradu za visokog vodostaja ( 15,5 m za niskog vodostaja )

Podatak o gazu odnosi se na onaj za plovidbu u balastnom stanju, a visinu tada treba mjeriti od površine vode do najviše točke broda. Što se visine tiče, u obzir bi se mogla uzeti i veća vrijednost budući da se visoki vodostaj odnosi samo na 1 % vremena a i montažu jarbola moguće je obaviti naknadno. Evo nekoliko primjera brodova koji bi mogli zadovoljiti gore navedene kriterije.

## Višenamjenski brod za prijevoz rasutog tereta ili kontejnera

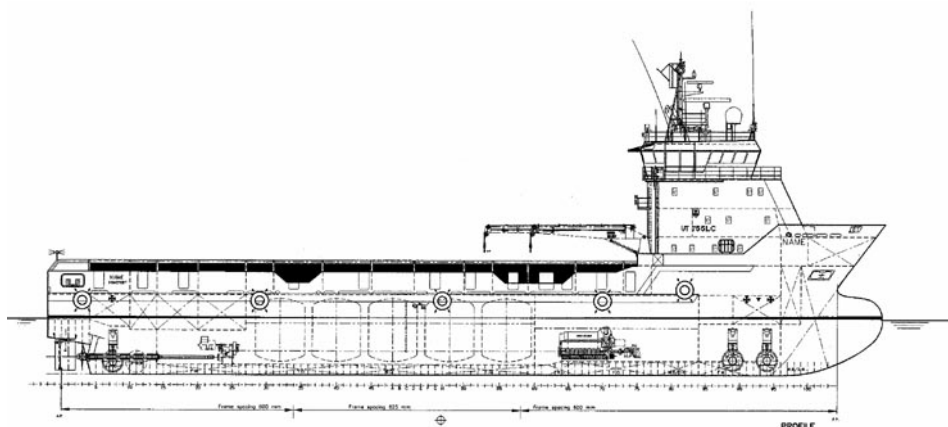


Slika 3.2.1. Brod za prijevoz rasutog tereta ili kontejnera

Tablica 3.2.1. Glavne značajke broda za prijevoz rasutog tereta ili kontejnera

Brod za prijevoz rasutog tereta ili kontejnera	
Duljina preko svega	$L_{oa} = 90.0 \text{ m}$
Širina	$B = 12.5 \text{ m}$
Visina do glavne palube	$H = 5.7 \text{ m}$
Gaz	$T = 4.3 \text{ m}$
Snaga pogonskog uređaja	$P_B = 1200 \text{ kW}$
Brzina u službi	$v = 10 \text{ čv}$
Nosivost	3000 t dwt

## Opskrbni brod

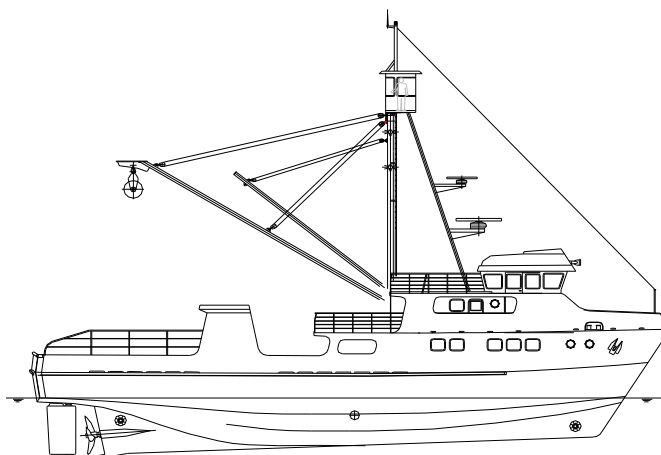


Slika 3.2.2. Opskrbni brod

**Tablica 3.2.2.** Glavne značajke opskrbnog broda

<b>Opskrbni brod</b>	
Duljina preko svega	$L_{oa} = 73.6 \text{ m}$
Širina	$B = 16.0 \text{ m}$
Visina do glavne palube	$H = 7.0 \text{ m}$
Gaz	$T = 5.9 \text{ m}$
Snaga pogonskog uređaja	$P_B = 2 \times 2300 \text{ kW}$
Brzina u službi	$v = 14.5 \text{ čv}$
Nosivost	3250 t dwt

**Ribarski brod plivaričar**



**Slika 3.2.3.** Ribarski brod plivaričar

**Tablica 3.2.3.** Glavne značajke ribarskog broda plivaričara

<b>Ribarski brod plivaričar</b>	
Duljina preko svega	$L_{oa} = 40.0 \text{ m}$
Širina	$B = 9.0 \text{ m}$
Visina do glavne palube	$H = 4.2 \text{ m}$
Gaz	$T = 2.7 \text{ m}$
Istisnina	$\Delta = 320 \text{ t}$
Brzina u službi	$v = 14.5 \text{ čv}$

Ovdje se neće dalje ići u nabrojanje tipova plovila koja bi se potencijalno moglo proizvoditi jer su mogućnosti raznolike. Ono što se je htjelo ovime postići je da se dođe do podatka o najvećoj duljini broda i o masi praznog opremljenog broda jer su nam to ključni podaci prema kojima će se odrediti tip i dimenzije navoza na koji bi se taj brod mogao podići u slučaju njegovog dolaska na remont. Što se novogradnje tiče dakako da je bitno odrediti proizvodni program prije nego što se ide u određivanje dimenzija radionica, radnih površina, nosivosti dizalica i ostalog.

U slijedećoj tablici navedene su duljine i procijenjene mase gore nabrojanih tipova plovila. Treba spomenuti da je ovo samo gruba procjena temeljena na nosivosti broda i koeficijentima iskoristivosti istisnine, odnosno na glavnim dimenzijama i koeficijentima punoće trupa, preuzetim iz literature [ 4 ].

**Tablica 3.2.4.** Određivanje mase lakog broda

Tip broda	L (m)	DWT (t)	$\eta_{DWT}$	$C_B$	Masa lakog broda (t)
MGSS "Jochenstein"	95	2000	0,7		857
Ro - Ro katamaran	114	1400	0,6		933
Barža Europa II	76,5	1800		0,9	319
Tegljač	40,5			0,65	667
PACSCAT	135	2000	0,6		1333
Višenamjenski brod	90	3000	0,7		1286
Opskrbni brod	73,6	3250		0,71	1683

Iz tablice je vidljivo da najveći brod ima duljinu 135 m, a procjena mase najtežega je 1683 tona. Prema tome, duljina kosog navoza trebala bi biti okvirno 130 m, a nosivost 1500 t.

#### **4. POSTOJEĆI INDUSTRIJSKI KAPACITET OD MOGUĆE KORISNOSTI ZA RAZVOJ BRODOGRADNJE**

Jedan dio projektnog zadatka bio je istražiti postojeće industrijske kapacitete u Republici Hrvatskoj koji bi mogli sudjelovati u brodogradjevnoj proizvodnji. To je izrazito bitno posebice u našem slučaju kada razmatramo mogućnost osnivanja jednog potpuno novog postrojenja. Izgradnja jednog brodogradilišta nije nimalo mala investicija, a njegova rentabilnost je neizvjesna zbog stalnih fluktuacija cijena na svjetskom tržištu roba i usluga.

Iz tog razloga, u samom početku osnivanja brodogradilišta odlučili smo svesti na minimum ulaganja u osnovna sredstva, na način da smo izbacili nabavku onih skupih strojeva s kojima raspolažu poduzeća u našoj neposrednoj blizini a nisu im u potpunosti iskorišteni. Također će se brodogradilište ograničiti na montažu trupa dok će onaj dio posla koji se odnosi na opremanje broda i dijelom na antikorozivnu zaštitu biti prepušten kooperantima. Da li će se ovdje raditi o kooperantskim tvrtkama ili će se osnovati jedno udruženje tvrtki koje će se okupiti oko brodogradilišta te zajednički nastupati na tržištu, to pitanje treba posebno razmotriti.

Jedan primjer već postojećeg takvog udruženja koji ovdje svakako treba spomenuti je Hrvatski klaster brodogradnje s centrom u Sisku. U Hrvatskoj trenutno postoje ukupno četiri brodograđevna klastera koje je također poželjno povezati u mrežu klastera. Ovdje će se spomenuti neki od razloga zbog kojih bi pojedinim tvrtkama moglo biti od koristi stupiti u jedno takvo udruženje.

##### **4.1. Prednosti osnivanja klastera**

- **Iskorištavanje zajedničkih potencijala:** potrebno je povezati postojeće resurse, tehnologiju, znanja i usluge između članica klastera što bi kao konačan rezultat donijelo brod s maksimalnim udjelom domaćeg proizvoda.
- **Zajednički nastup na tržištu** kroz ugovaranje projekata ili nastupe na sajmovima od ključnog je značaja za klaster. U većim poslovima klaster se pojavljuje kao nositelj posla, te lobira za interese članica klastera.

- **Zajednička nabava:** okrupnjavanje narudžbi i izbor najboljeg dobavljača uz poboljšavanje uvjeta financiranja kod dobavljača i reduciranje nabavi zavisnih troškova (transport, špedicija, carine,...).
- **Nova znanja i tehnologije:** Stalna potreba za implementiranjem novih znanja i tehnologija je skupa na razini pojedinog poslovnog subjekta. Fakulteti, instituti i konzultantske kuće mogle bi omogućiti u sklopu klastera jednostavniji i jeftiniji pristup do novih znanja i tehnologija članicama klastera.

#### **4.2. Pregled potencijalnih kooperanata**

U tablici na slijedećoj strani navedena su neka poduzeća koja bi sa svojim proizvodima, odnosno uslugama koje pružaju mogla sudjelovati u brodograđevnoj proizvodnji a locirana su u gradovima po Slavoniji, s najvećim dijelom u Vukovarsko - srijemskoj, Osječko - baranjskoj i Brodsko - posavskoj županiji.

Poduzeće	Opis proizvoda / usluga	Zaposlenih
OLT Osječka ljevaonica željeza i tvornica strojeva d.d. Osijek	Lasersko rezanje limova maks.dimenzija 3000 x 1500 x 12 mm Obrada limova hladnim deformiranjem, strojna obrada	140
V.A.M.-ING d.o.o. Slavonski Brod	Izrada sekcija brodskog trupa, izrada cijevnih sustava i ugradnja istih u brodski trup. Montaža različite strojarske opreme, izrada procesne opreme	295
METALLUM d.o.o Slavonski Brod	Mehaničko, plinsko, plazma rezanje do 120 mm debljine savijanje čeličnih limova svih kakvoća maksimalne debljine 30 mm	110
HALE - MONT d.o.o. Našice	Proizvodnja i montaža čeličnih konstrukcija, strojeva i uređaja	210
LIOR-MONTAŽA d.o.o. Slavonski Brod	Montaža, remont, rekonstrukcija, održavanje i izolacija industrijskih i energetske objekata	91
URALAN d.o.o. Vinkovci	Metalne konstrukcije, stepenice, ograde cisterne- rezervoari za gorivo svih veličina	12
PLAMEN INTERNATIONAL d.o.o. Požega	Razne vrste odljevaka od sivog lijeva	
UNIDAL d.o.o. Vinkovci	Proizvodnja svih vrsta otkivaka za različite namjene	124
ADRIADIESEL d.d. Karlovac	Diesel motori po licenci MAN B&W	283
STROJOREMONT d.o.o. Vukovar	Proizvodnja, popravak i održavanje strojeva	7
BRODOMETAL d.o.o. - Slavonski Brod	Izrada strojeva i strojnih dijelova, pružanje usluga strojne obrade, termičke obrade i antikorozivne zaštite	15
WATMONT d.o.o. Vinkovci	Elektroinstalacijski radovi	54
TEHNO - HIDRAULIKA d.o.o. - Osijek	Izrada hidrauličnih cijevi, servisiranje hidrauličnih uređaja, rezervni dijelovi pumpi, motori, reduktori	5
DUWAR d.o.o. - Koprivnica	Proizvodnja dozirno-pumpnih agregata, te pripadajuće armature montaža, održavanje i servis dozirno-pumpnih agregata	20
MPD tvornica pumpi d.d. Daruvar	Proizvodnja pumpi za laka i teška goriva, maziva i hidraulička ulja	51 - 100
BOR PLASTIKA d.o.o Kneževi Vinogradi	Projektiranje i proizvodnja ventilacijskih sustava Sustavi za pročišćavanje industrijskih otpadnih voda	21
DI GELI d.o.o. - Đakovo	Proizvodnja namještaja od svih vrsta drva	
Strojarska tehnička škola Osijek	Školovanje kadrova	

Tablica 4.2.1. Pregled postojećih tvrtki s kojima je moguća suradnja

U našem montažnom brodogradilištu, želimo se osloboditi aktivnosti koje se mogu racionalnije drugdje obaviti, po cijenama nižim od troškova koje bi brodogradilište imalo kada bi te aktivnosti moralo obavljati samo. Brodogradilište će zadržati osnovne poslovne, dizajnerske i inženjering funkcije te funkcije neophodne za sastavljanje, ispitivanje i primopredaju broda, dok će se ostali poslovi uglavnom pokušati prenijeti na partnere ( poduzeća navedena u prethodnoj tablici ).

Prijedlog je da se kompletna predobrada i obrada limova i profila prepusti poduzećima koje pružaju te vrste usluga. Tako bi naš brodograđevni proces započinjao od obrađenih limova i profila koji bi do brodogradilišta stizali putem željeznice. Ukoliko bi se pokazala potreba za ubrzanjem procesa gradnje broda, trebalo bi razmotriti i mogućnost izgradnje složenijih sekcija izvan brodogradilišta.

Na popisu u prethodnoj tablici su tvrtke većinom iz metaloprerađivačke industrije. Jedna od njih ( V.A.M. - ING d.o.o. ) već obavlja razne poslove za potrebe brodogradnje, pa tako i izradu sekcija broskog trupa. Njih tri pružaju usluge strojnog rezanja limova (kompjutorski potpomognutog ) i savijanja limova u jednoj ravnini. Savijanje limova u dvije ravnine moguće je u dvije tvrtke. Dakle, koliko god se na prvi pogled činio smionim potez da se osnuje brodogradilište bez radionice za obradu limova i profila, ova slika pokazuje da se taj posao ima gdje obaviti. Poslove opremanja broda s namještajem, elektroinstalacijama, cjevovodima, cijevnom armaturom, pomoćnim ( naravno ne svim ) pa čak i glavnim pogonskim strojevima pokrivaju navedene tvrtke.

Ono što ostaje pitanje je isplativost takvog načina poslovanja budući da se pojavljuju dodatni troškovi transporta. Dobra strana ovog načina poslovanja je ta da je smanjen fiksni trošak hladnog pogona brodogradilišta. Neophodne kapacitete za proizvodnju, kooperante i podizvođače, montažno brodogradilište angažira tek nakon ugovorene gradnje plovnog objekta u opsegu i trajanju određenom potrebama zaključenog posla. Trošak dodatnih kapaciteta može biti velik, ali treba uvijek voditi računa da bude pokriven zaključenom prodajnom cijenom plovnog objekta.

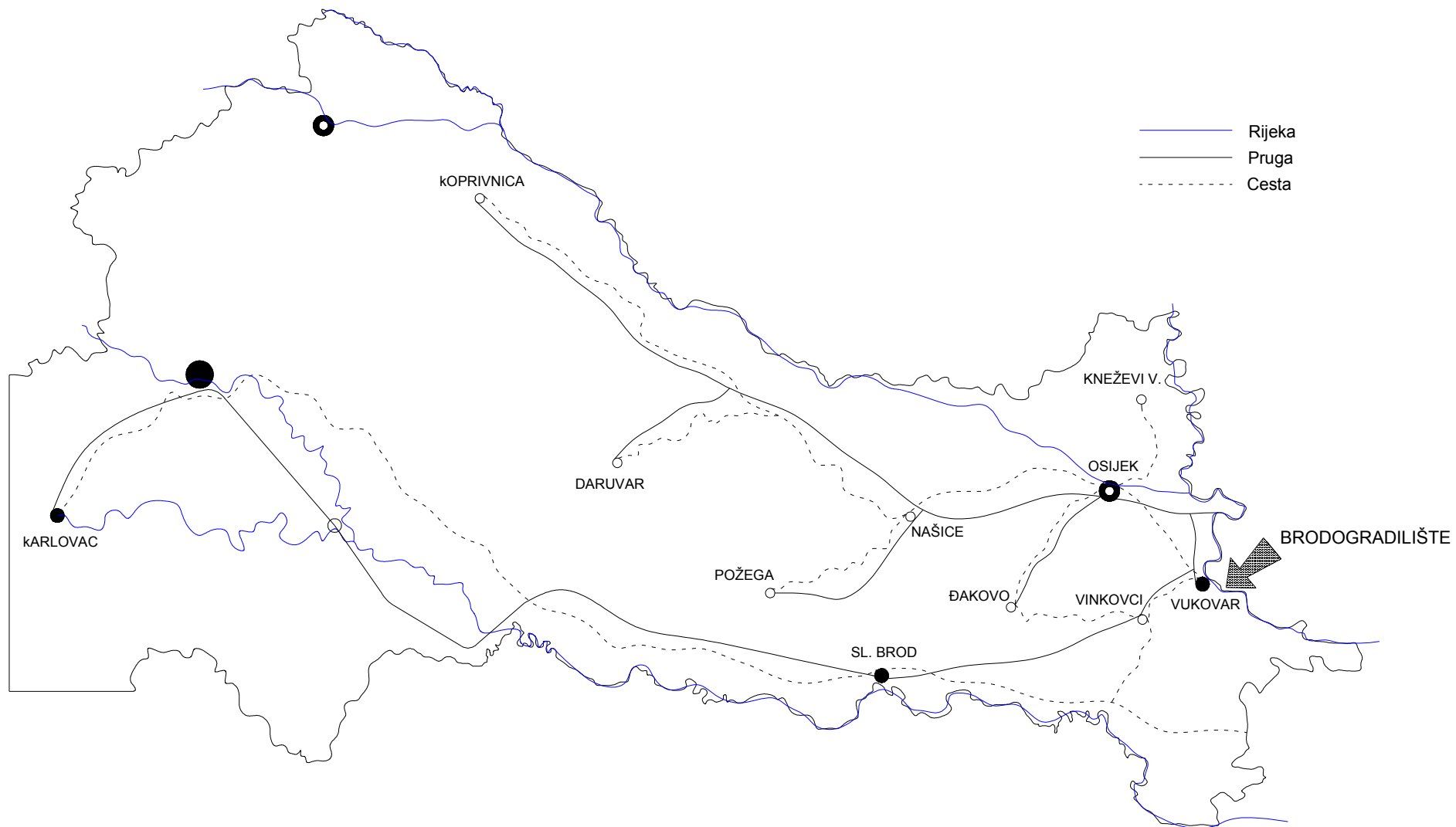


### 4.3. Komunikacijski putovi između kooperanata i brodogradilišta

Na slijedećoj stranici također je prikazana karta istočne Hrvatske na kojoj se vidi povezanost gradova u kojima su gore navedena poduzeća smještena s Vukovarov. Vidi se da svi gradovi imaju cestovnu i željezničku vezu, dok je vezu s Osijekom i Slavonskim Brodom (gdje i jesu nama najbitniji tehnološki kapaciteti ) moguće ostvariti i rijekama. Put od Sl. Broda nizvodno Savom pa uzvodno Dunavom i nije baš najsretnija varijanta ali bi mogla poslužiti za potrebe specijalnog transporta. Brža veza Slavonski brod - Vukovar morati će pričekati izgradnju kanala Vukovar - Šamac, a do tada smo ograničeni na prijevoz željeznicom. Hrvatske željeznice raspolažu raznim tipovima teretnih vagona od kojih su za naše potrebe najprikladniji plato-vagoni slijedećih nosivosti i dimenzija tovarnog prostora :

Tip vagona	Broj osovina	Nosivost	Dimenzije tovarnog prostora	Površina
Kgs-z (332)	2	26,5 t	L = 12,48 m B = 2,75 m	35 m <sup>2</sup>
Rs-z (390)	4	56 t	L = 18,54 m B = 2,75 m	50,8 m <sup>2</sup>

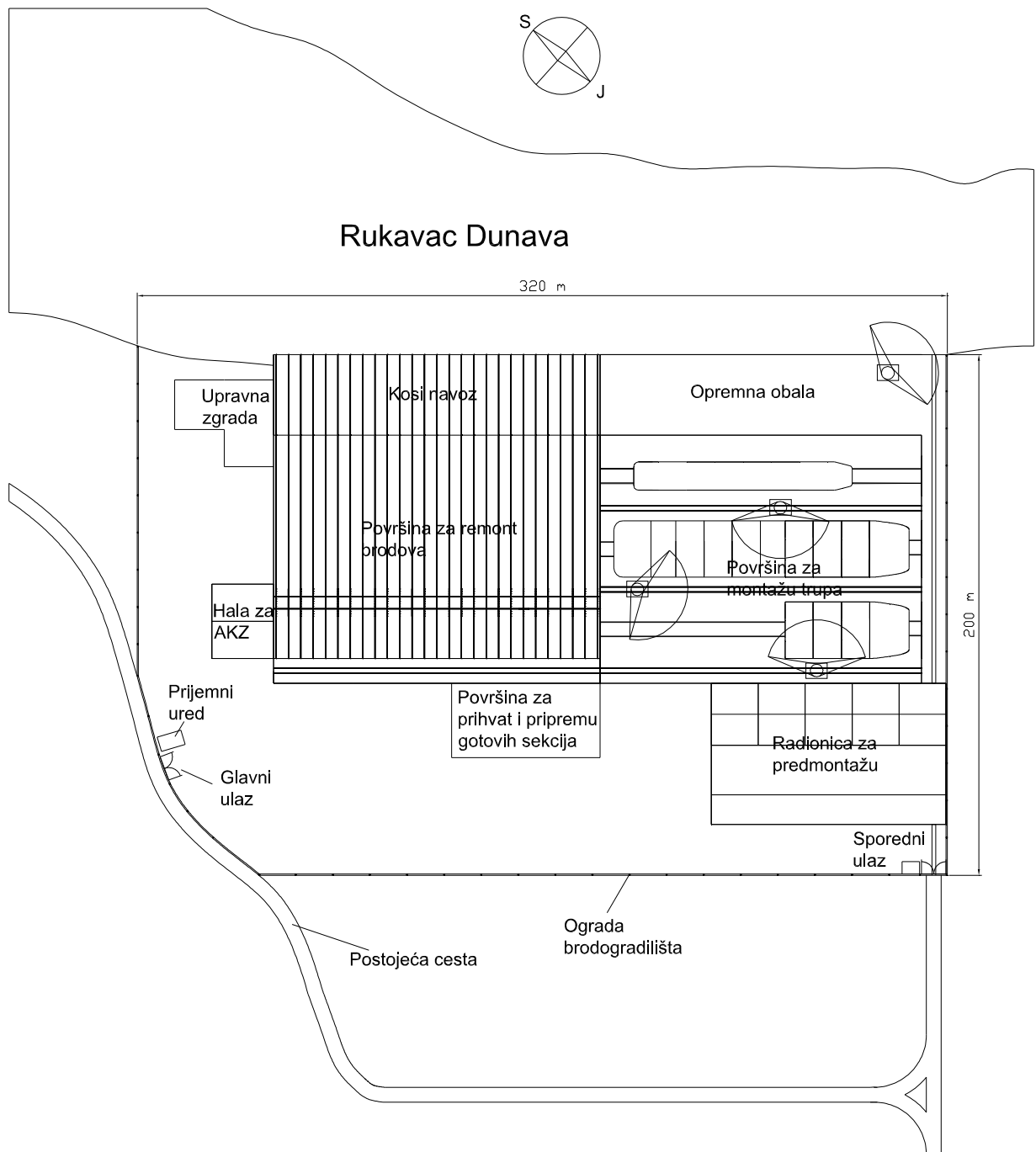
Tablica 4.3.1. Karakteristike teretnih vagona



**Slika 4.3.1.** Prikaz komunikacijskih putova

## 5. MONTAŽNO BRODOGRADILIŠTE NA DUNAVU

U ovom poglavlju ponuditi će se idejno rješenje za brodogradilište u kojem će se vršiti montaža brodova do 130 m duljine vlastite težine okvirno 1500 tona. Na samom početku prikazan je opći plan brodogradilišta a na stranicama koje slijede detaljnije je opisana svaka od radnih površina kao i njezina namjena



Slika 5.1. Preliminarni tlocrt brodogradilišta

## 5.1. Lokacija

Mnogo je lokacija na Dunavu koje bi po konfiguraciji terena mogle biti pogodne za potencijalni smještaj jednog brodogradilišta. No osim tog, lokacija treba zadovoljiti još neke bitne kriterije koji bi omogućili nesmetan rad i razvoj brodogradilišta a također i smanjili početna ulaganja u infrastrukturu, a to su :

- blizina prometnica (ceste, željezničke pruge), iz razloga što je rad brodogradilišta usko vezan uz suradnju s kooperantima pa tako i uz dostavu materijala koji praktički svakodnevno stiže u brodogradilište
- blizina većeg mjesta, što znači mogućnost nalaženja radne snage u neposrednoj blizini a pretpostavlja i dovoljnu opskrbljenost nužno potrebnom električnom energijom
- dovoljna udaljenost od naselja, zbog toga što brodogradnja spada pod djelatnosti koje se još uvijek smatraju dovoljno bučnima i prljavima da ih nitko ne želi u svojoj blizini, a također i zbog toga da se ostavi mogućnost eventualnog naknadnog proširivanja kapaciteta brodogradilišta

U razmatranje su bile uzete tri moguće lokacije koje manje ili više zadovoljavaju gore spomenute kriterije, a to su Ilok, Vukovar i Erdut. U Iloku je predviđena lokacija najbolje odgovarala u tom smislu da bismo imali najmanje potrebnih zemljanih radova kod pripreme terena, no budući da se kasnije pokazalo nužno potrebnim da budemo u blizini željezničke pruge, koja na žalost kroz Ilok ne prolazi, od te se ideje odustalo. Kod Erduta je taj problem bilo najlakše riješiti jer je odabrana lokacija bila smještena uz samu željezničku prugu s koje bi se onda jednostavno izveo jedan kolosijek za potrebe brodogradilišta (vidi sliku 5.1.1.).



**Slika 5.1.1.** Lokacija Erdut

Od te se lokacije odustalo iz straha od nemogućnosti pronalazjenja dovoljnog broja radnika zainteresiranih za zaposlenje u brodogradilištu, jer sam Erdut i sela oko njega ne pružaju tu sigurnost a udaljenost do prvog većeg grada (Osijeka ili Vukovara) je četrdesetak kilometara.

Najlogičnijim se pokazalo rješenje već spomenuto u samom zadatku, a to je smjestiti brodogradilište u Vukovar, odnosno u njegovu neposrednu blizinu, jer Vukovar nudi najbolji kompromis svih gore navedenih kriterija. Lokacija koju smo odabrali je tri kilometra udaljena od samog grada što je dovoljno daleko da buka ne smeta mještanima s jedne strane, a s druge, ostavlja nam mogućnost eventualnog naknadnog proširenja brodogradilišta jer u blizini nema drugih objekata.



**Slika 5.1.2.** Položaj brodogradilišta u odnosu na grad Vukovar

Na slijedećoj slici dan je uvećan prikaz terena gdje se mogu vidjeti i nedostaci odabrane pozicije, a to su nepostojanje direktne veze sa željezničkom prugom i nadmorska visina terena.

Postojeća željeznička pruga završava u luci Vukovar što znači da bismo, ukoliko želimo izbjeći prekrcaj tereta (što povisuje cijenu transporta materijala), morali izgraditi dodatna tri kilometra kolosijeka što znatno povećava početno ulaganje. Budući da smo odlučili ne upuštati se u prekomjerne troškove ostaju nam tri varijante dostave materijala do brodogradilišta. Ukoliko će se raditi o većoj količini materijala koja dolazi iz smjera Osijeka ili Slavenskog Broda, angažirati će se jedna barža (ili će samo brodogradilište raspolagati s istom) te će se transport vršiti vodnim putem. U slučaju manjih količina odlučiti ćemo se na kamionski prijevoz ili na varijantu dostave materijala željeznicom do luke Vukovar gdje će se on pretovariti na kamion ili baržu kojim/kojom će stići do brodogradilišta. Direktna dostava željeznicom morat će pričekati neka bolja vremena kada će se intenzivnije trgovati sa susjednom Srbijom

pa će možda i biti ekonomski opravdano produljiti željezničku prugu koja s naše strane završava u Vukovaru a sa susjedne u Bačkoj Palanci, a koja bi u tom slučaju prolazila tik uz naše brodogradilište.

Drugi nedostatak koji smo spomenuli je nadmorska visina terena. Razlika u nadmorskoj visini između najvišeg vodostaja Dunava i terena na koji smo odlučili smjestiti brodogradilište je približno 10 metara. To je istovremeno i prednost i mana ove lokacije, odnosno da li se radi o prednosti ili mani to će pokazati detaljnija ekonomska analiza. O vodostajima Dunava i o nadmorskoj visini terena biti će više govora u slijedećem poglavlju a ono što se je ovdje htjelo spomenuti je da treba usporediti troškove uklanjanja jednog sloja zemlje prilikom izvođenja zemljanih radova s troškovima njenog nanošenja kojem bi se eventualno moralo pribjeći ukoliko bi se radilo o nekoj drugoj lokaciji na kojoj postoji opasnost od naplavlivanja, koje bi brodogradilištu moglo nanijeti veliku štetu.

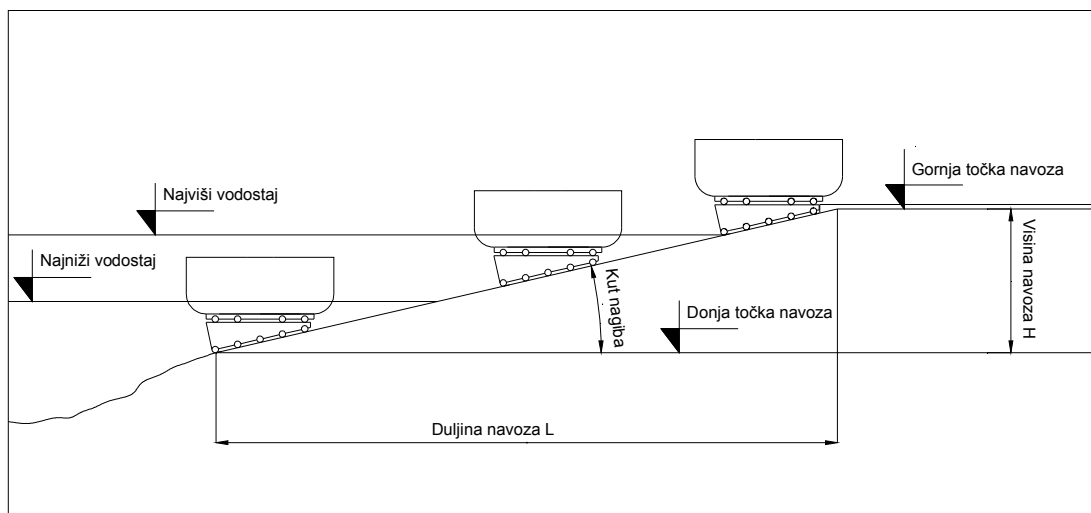


**Slika 5.1.3.** Položaj brodogradilišta izbliza

## 5.2.Kosi navoz

### 5.2.1. Osnovna geometrija kosog navoza

Određivanje glavnih dimenzija navoza kao što su položaj i razlika u visini između gornje i donje krajnje točke, kut nagiba i duljina navoza, započinjemo s analizom podataka o variranju vodostaja rijeke koje smo dobili iz ureda hrvatskih voda, vodnogospodarskog odjela za vodno područje slivova Drave i Dunava sa sjedištem u Osijeku. Donju točku navoza definiraju najniži vodostaj pri kojem želimo da porinuće broda, odnosno njegovo izvlačenje bude moguće, zatim minimalan gaz koji je potreban da brod preuzme sila uzgona te visina kolica koja je pak određena njihovom potrebnom duljinom i kutom nagiba. Gornju pak točku navoza određuje najviši zabilježeni vodostaj uvećan za neku minimalnu rezervu kojom se želimo osigurati od toga da radna površina nikada ne dođe ispod nivoa vode. Kada odredimo te dvije točke i kut nagiba navoza, definirali smo i sve ostale veličine.



**Slika 5.2.1.1.** Geometrija navoza

Varijacije vodostaja Dunava na njegovom 1333.-em kilometru u Vukovaru, tokom godine prikazane su grafički i to za posljednjih pet godina na slijedećim

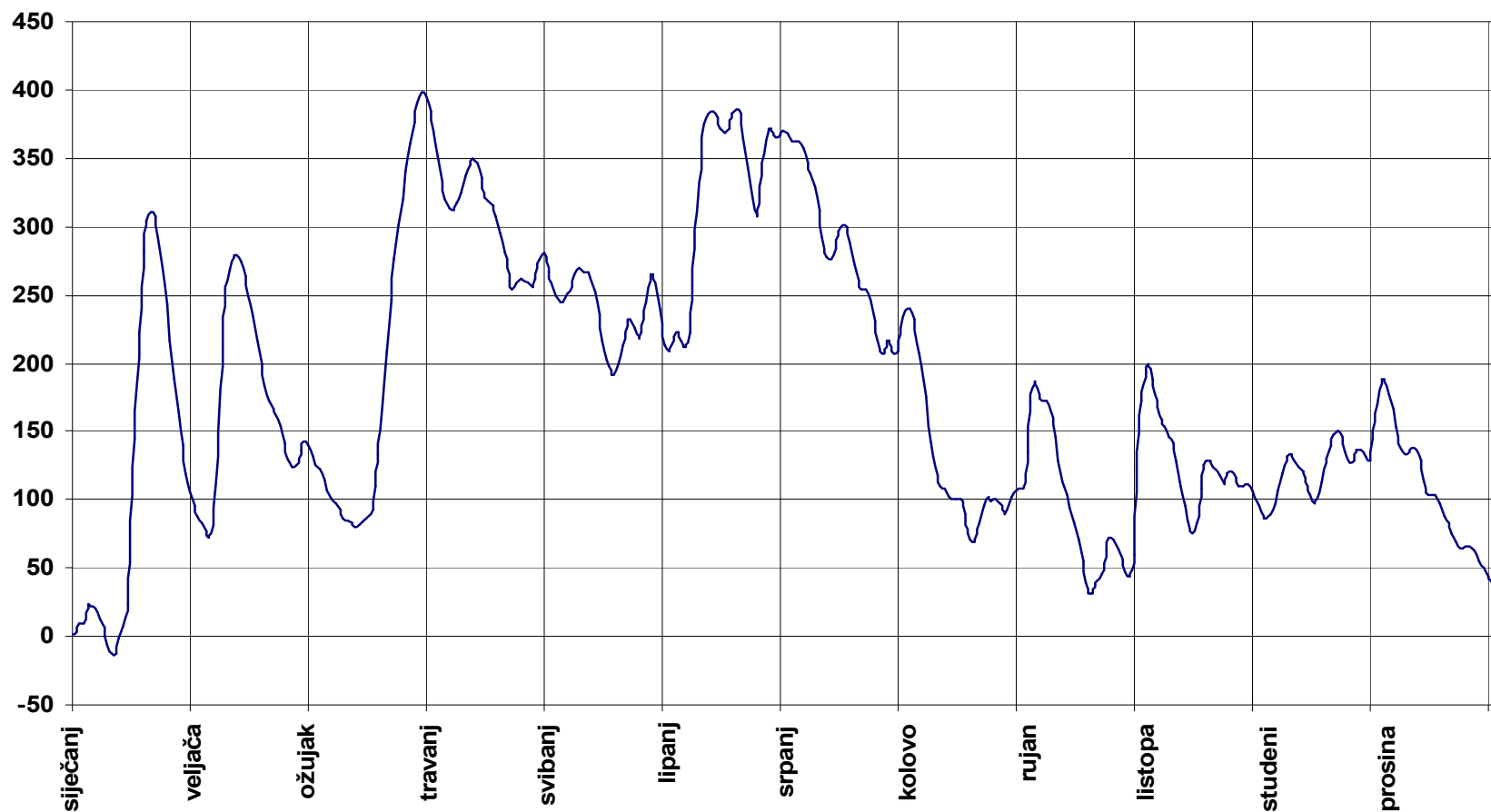


stranicama. Treba napomenuti da se podatak koji se ovdje navodi kao "0" i od kojega se vodostaj mjeri, u Vukovaru odnosi na točku na 76,19 mnv.

Očitavanja iz dijagrama :

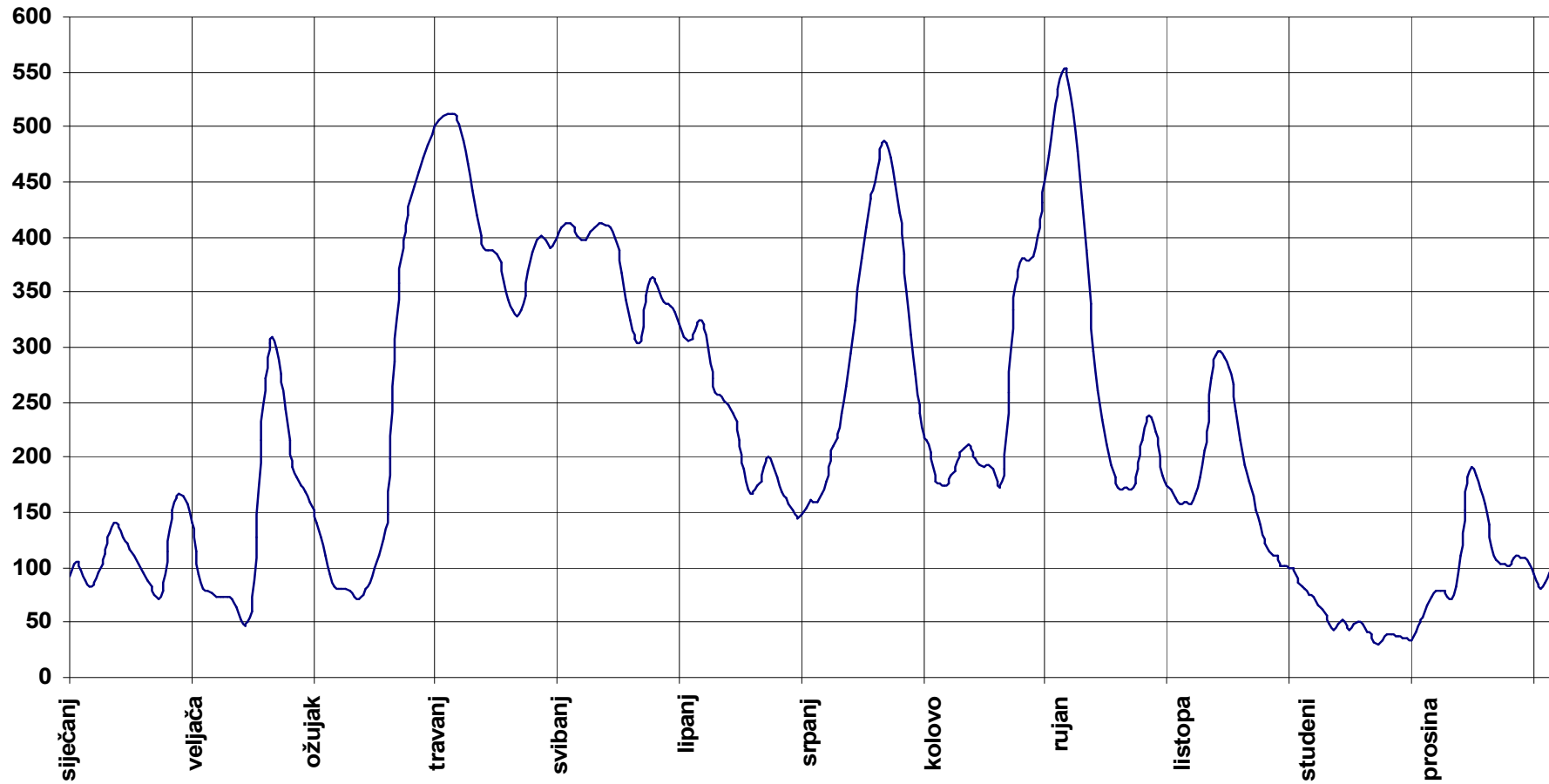
Najviši zabilježeni vodostaj :	$H_{\max} = 720 \text{ cm}$
Najniži zabilježeni vodostaj :	$H_{\min} = -12 \text{ cm}$
Srednji vodostaj :	$SV = 201 \text{ cm}$

Vodostaj Vukovar 2004.



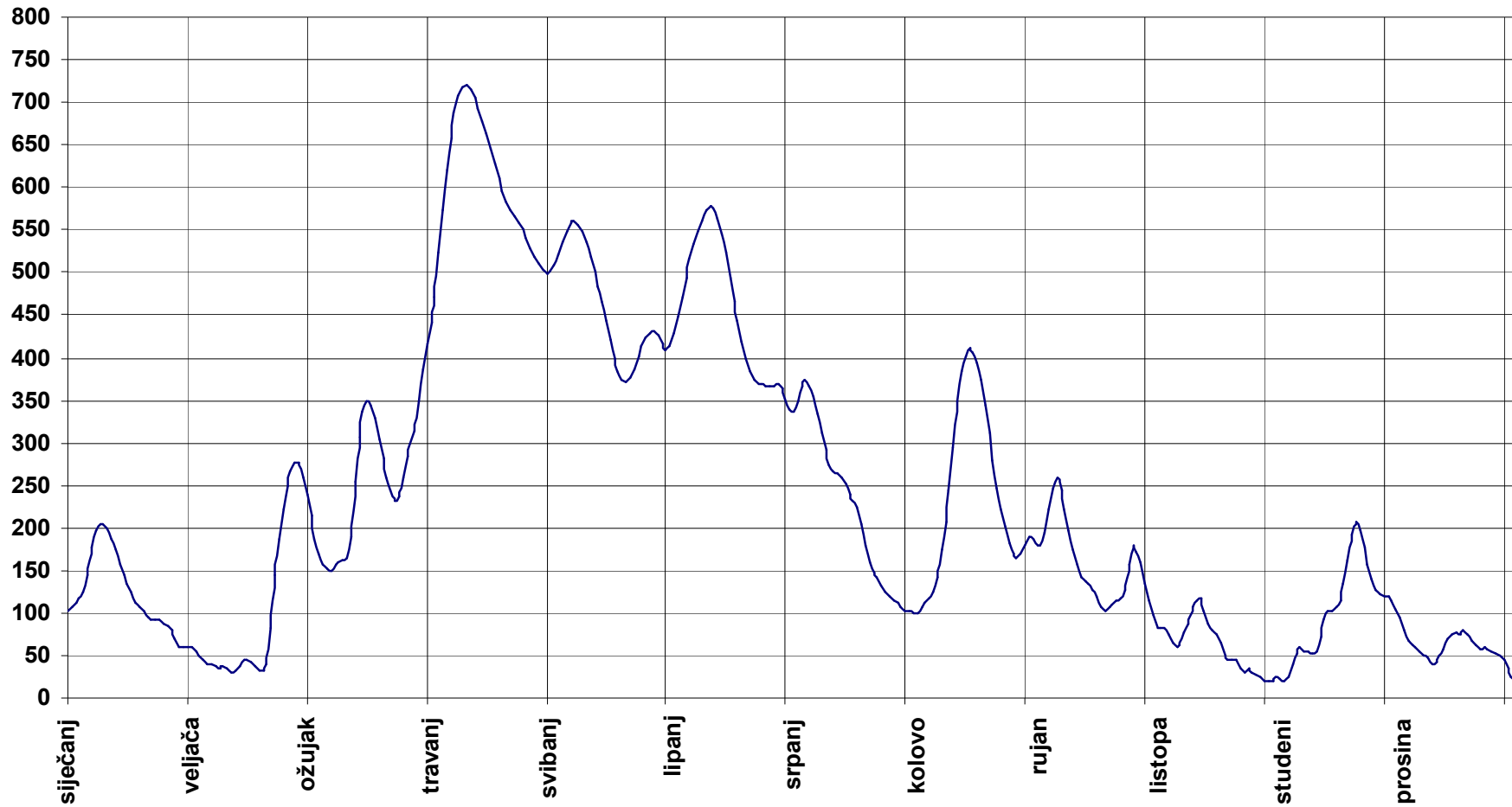
Dijagram 5.2.1.1. Vodostaj u Vukovaru za godinu 2004.

### Vodostaj Vukovar 2005.



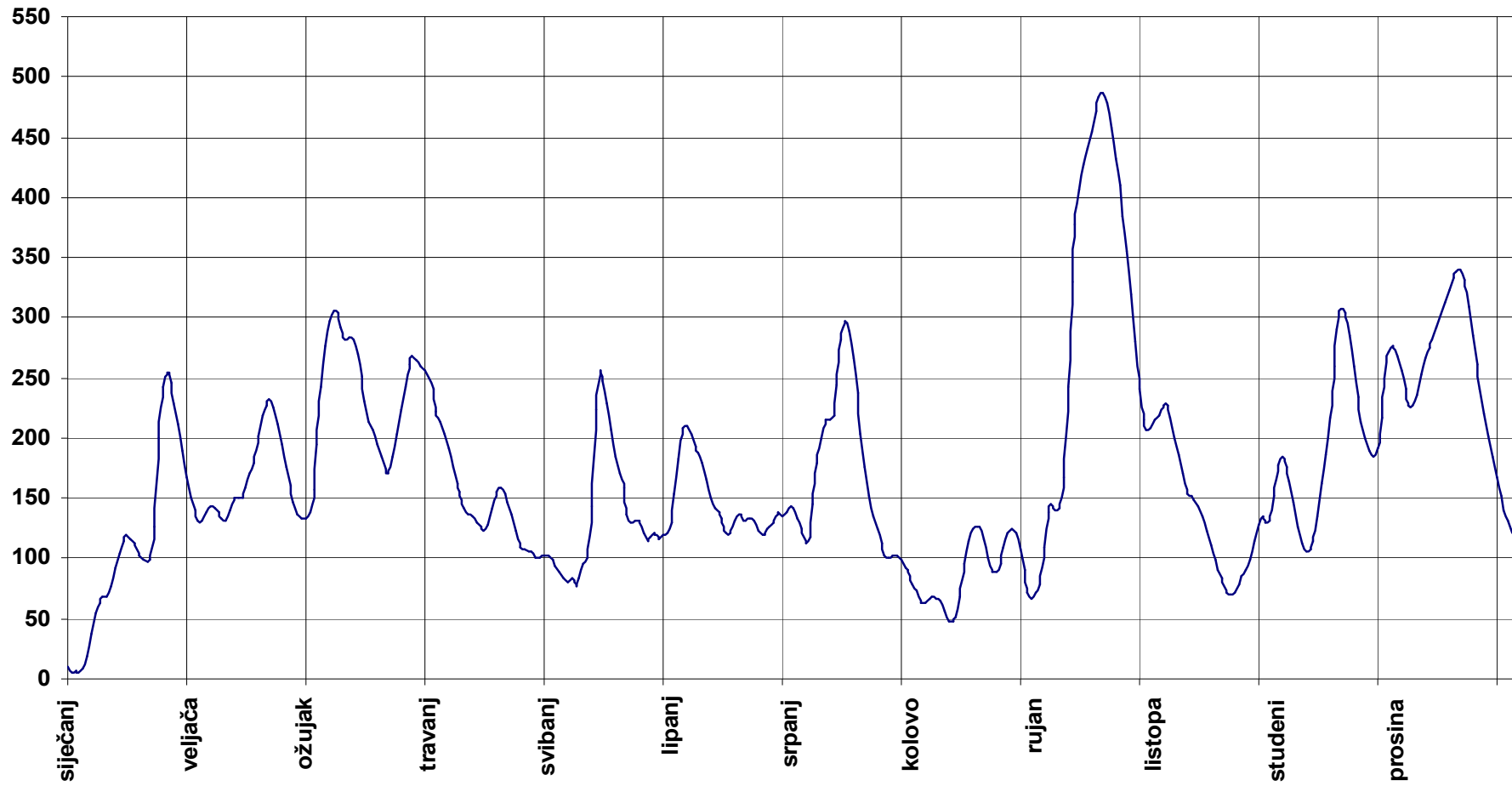
Dijagram 5.2.1.2. Vodostaj u Vukovaru za godinu 2005.

### Vodostaj Vukovar 2006.



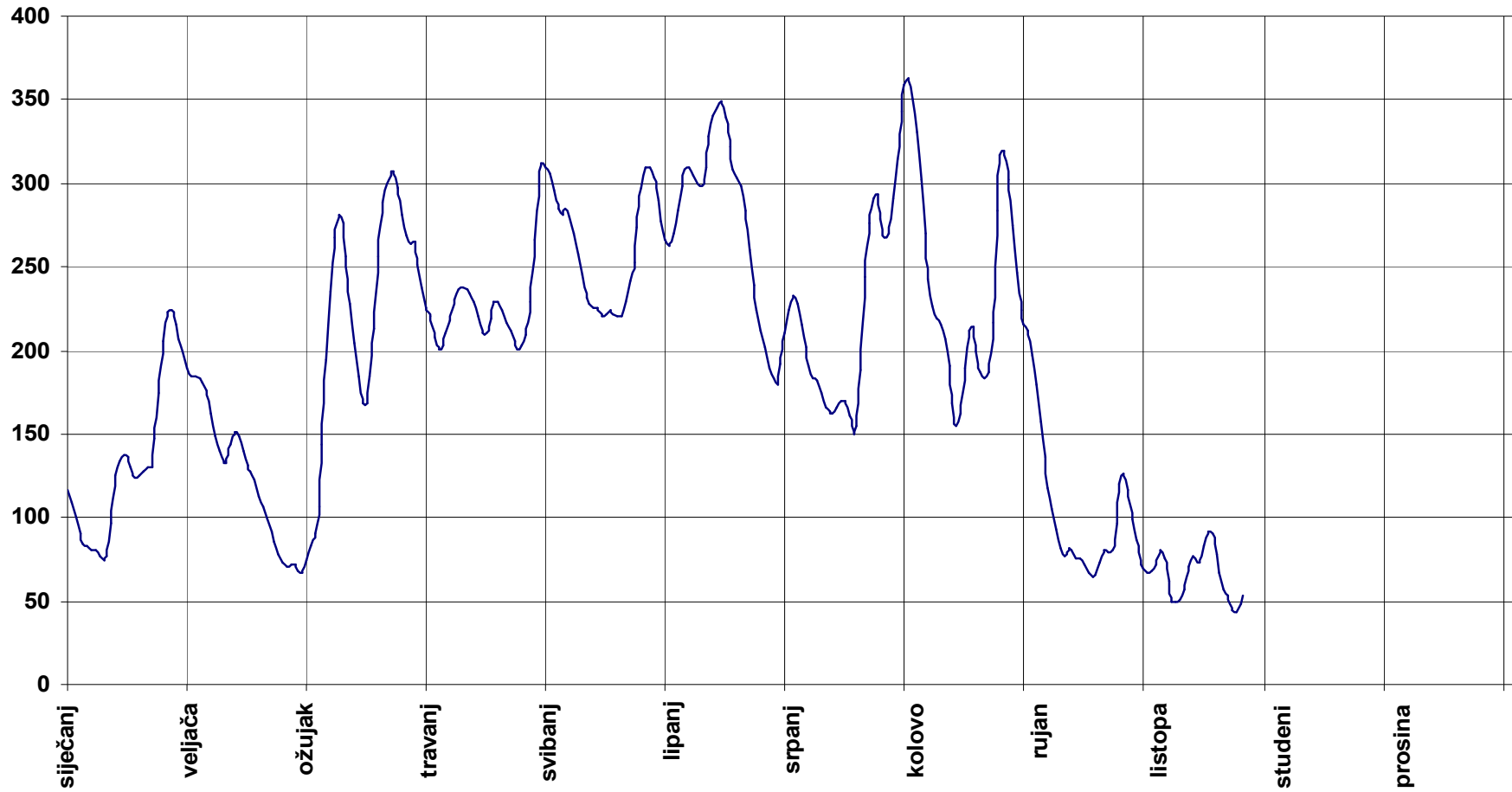
Dijagram 5.2.1.3. Vodostaj u Vukovaru za godinu 2006.

### Vodostaj Vukovar 2007.



Dijagram 5.2.1.4. Vodostaj u Vukovaru za godinu 2007.

### Vodostaj Vukovar 2008.



Dijagram 5.2.1.5. Vodostaj u Vukovaru za godinu 2008.

Kako smo rekli da je "0" na 76,19 mnv, dobivamo kote visokog i niskog vodostaja :

$$VV = 76,19 + 7,2 = 83,29 \text{ mnv}$$

$$NV = 76,19 - 0,12 = 76,07 \text{ mnv}$$

No, time još nismo došli do kota gornje i donje točke navoza. Za gornju točku odabrati ćemo onu koja je u slučaju najvišeg zabilježenog vodostaja još uvijek 0,4 m iznad nivoa rijeke.

$$GT = VV + 0,4 = 83,29 + 0,4$$

$$GT = 83,7 \text{ mnv}$$

Donju točku navoza moramo spustiti ispod razine najnižeg vodostaja za iznos gaza najvećeg lakog opremljenog broda i za visinu kolica.

Najveći gaz :

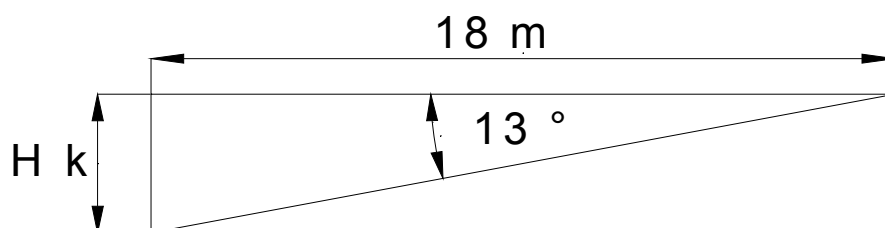
$$T_{\max} = 2,3 \text{ m}$$

Određivanje visine kolica :

Visinu kolica definiraju njihova duljina i kut nagiba navoza

Duljinu kolica određujemo prema širini najšireg broda i ona iznosi 18 m.

O kutu nagiba navoza biti će više govora u slijedećem poglavlju, gdje će se računati sile na vitla za različite težine brodova podizane na navozima različitih kutova nagiba. Kutovi nagiba će se varirati od 5 do 15 stupnjeva, izbor konačnog rješenja se prepušta investitoru, a za potrebe daljnjeg proračuna odabrati ćemo kut od  $13^\circ$  prema sličnom brodogradilištu.



Visina kolica će dakle biti :

$$H_{\kappa} = 18 \cdot \tan 13^{\circ} \text{ m}$$

$$H_{\kappa} = 4,16 \text{ m}$$

Kotu donje točke dobivamo dakle kao kotu najnižeg vodostaja spuštenu za iznos gaza broda i visine kolica :

$$DT = NV - Tm_{ax} - H_{\kappa} = 76,07 - 2,3 - 4,16$$

$$DT = 69,6 \text{ mnv}$$

Znači razlika u visini između gornje i donje točke navoza je :

$$H = GT - DT = 83,7 - 69,6$$

$$H = 14,08 \text{ m}$$

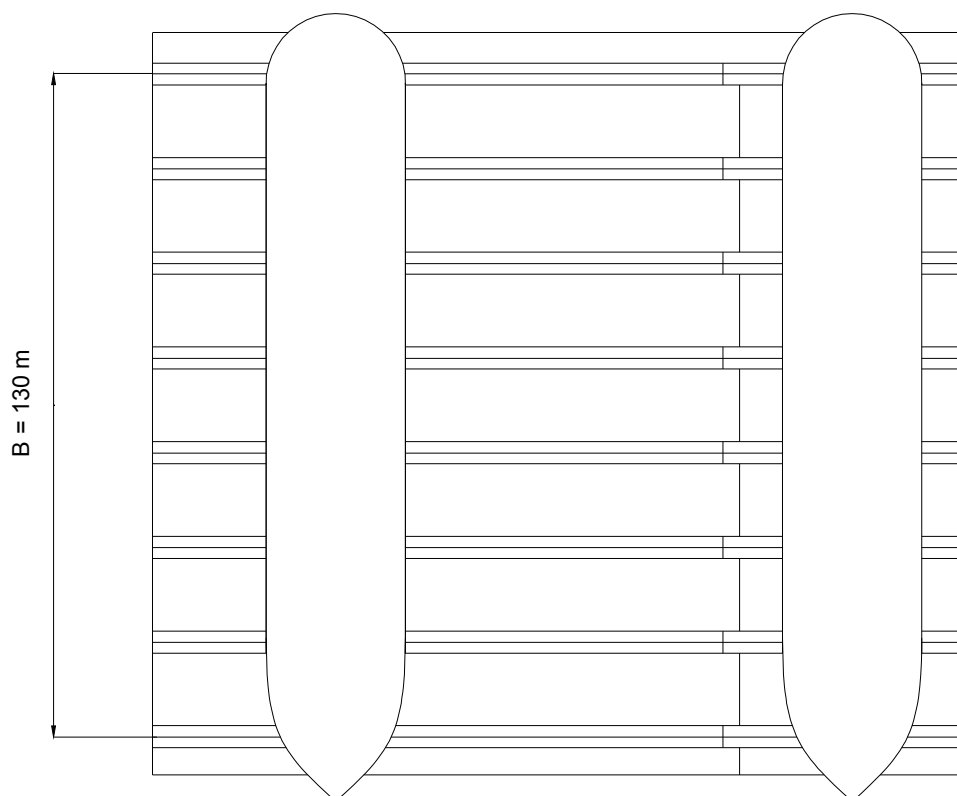
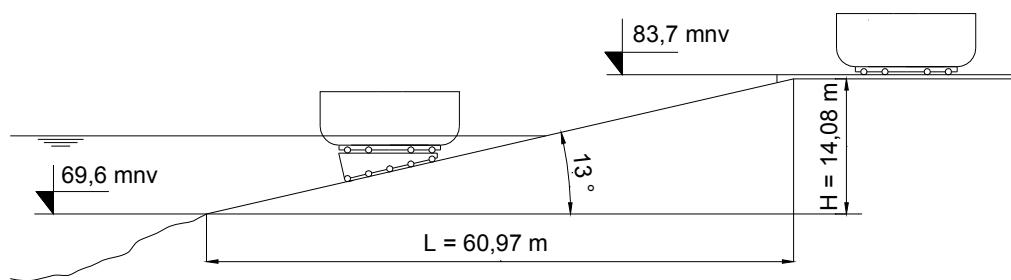
Što uz kut nagiba od  $13^{\circ}$  daje duljinu navoza :

$$L = \frac{H}{\tan 13^{\circ}}$$

$$L = 60,97 \text{ m}$$

Širina navoza mora biti dovoljna da prihvati najdulji brod ( $L_{\max} = 135 \text{ m}$ ). Prepust krme i pramca može biti do 4 m, pa odabiremo širinu  $B = 130 \text{ m}$ .

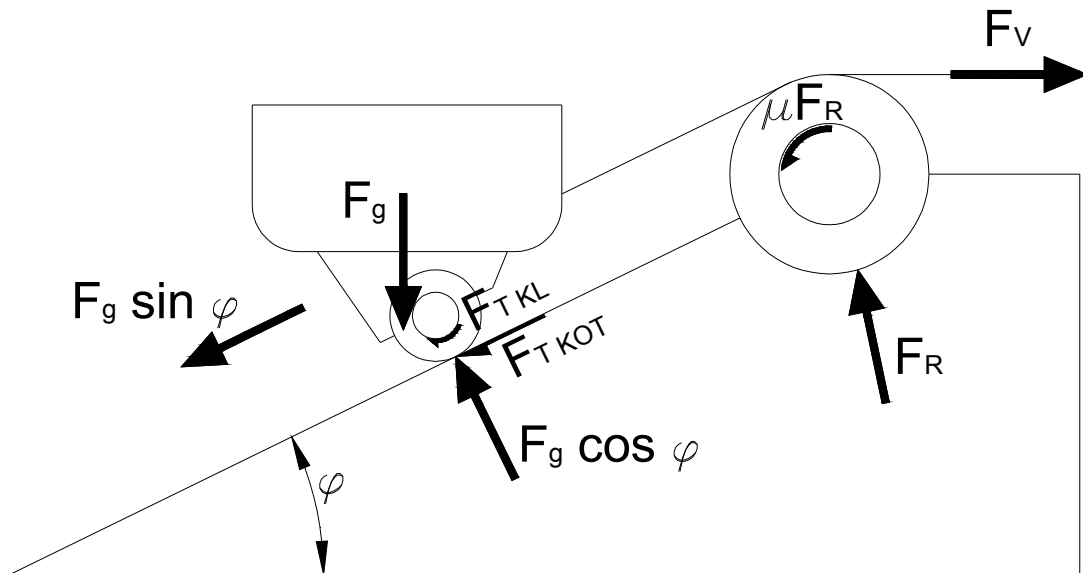




**Slika 5.2.1.2.** Osnovne dimenzije navoza

### 5.2.2. Proračun sila izvlačenja

Na slijedećoj skici prikazane su sve sile koje treba savladati prilikom izvlačenja broda na kosom navozu.



Slika 5.2.2.1. Prikaz sila koje se javljaju prilikom izvlačenja

U proračunu koji slijedi varirati će se kut nagiba navoza od 5 do 15 stupnjeva, a predvidjeti će se težine broda od 1000, 1500 i 2000 t. Ovdje se neće raditi detaljan proračun težina sustava za izvlačenje (donja i gornja kolica), već će se njegova težina procijeniti prema onome iz sličnog brodogradilišta.

Potrebna vučna sila koja se javlja ispred gornje koloture mora savladati tri komponente otpora :

Komponenta otpora uslijed težine tijela na kosini :

$$G = F_G \sin \varphi$$

Komponenta otpora uslijed trenja u kliznim ležajevima :

$F_{TKL} = \mu F_G \cos \varphi$  ; gdje je  $\mu$  koeficijent trenja u kliznim ležajevima preuzet iz literature [5]

Za šalicu ležaja izrađenu od kositrene bronce koeficijent trenja mirovanja je 0.14

Komponenta otpora uslijed trenja u kotrljanja :

$F_{TKOT} = f F_G \cos \varphi$  ; gdje je  $f$  koeficijent trenja kotrljanja izračunat kao omjer kraka momenta kotrljanja i radijusa kotača kolica. Lit. [6]

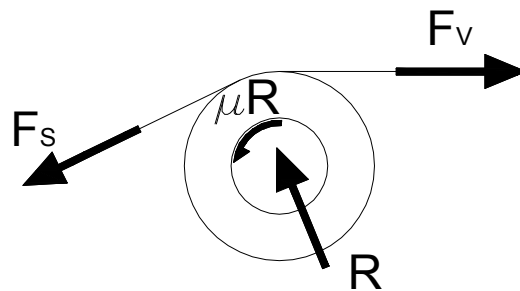
$$f = \frac{e}{R}$$

Kako se za kotrljanje čelika po čeliku uzima se da je  $e = 0,5$  mm, a radijus kotača je 200 mm, koeficijent trenja kotrljanja je  $f = 0,025$

Vučna sila ispred gornje koloture dobije se tada kao zbroj ovih triju komponenata :

$$F_S = G + F_{TKL} + F_{TKOT}$$

Da bi se došlo do konačne vučne sile potrebno je još uzeti u obzir silu trenja u koloturi na pregibu koju ćemo dobiti preko jednadžbi ravnoteže na koloturu :



Slika 5.2.2.2. Sile na gornju koloturu

Do konačnog rješenja dolazi se rješavanjem sustava četiriju jednažbi sa četiri nepoznanice.

Nakon što se odredi sila reakcije preko suma sila u vertikalnom i horizontalnom smjeru, vučnu silu dobije se preko momentne jednažbe :

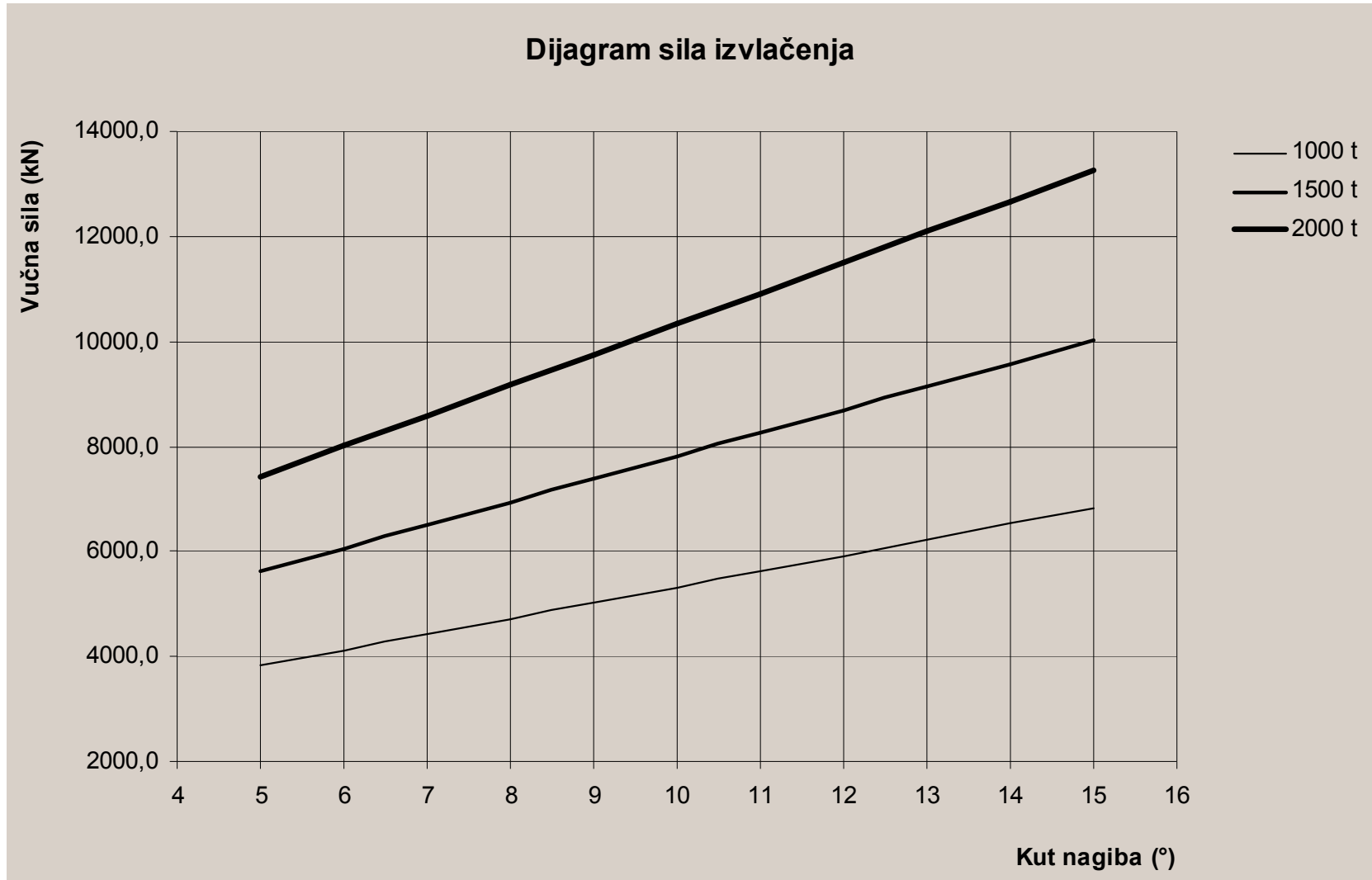
$$F_v = F_s + \mu \cdot R \frac{r_u}{r_v} ;$$

gdje su  $r_u$  i  $r_v$  unutarnji i vanjski promjer koloture, a za njihov omjer uzeti će se vrijednost 0,5.

Rezultati proračuna prikazani su u tabličnom obliku na slijedećoj stranici iz kojih je konstruiran i usporedni dijagram sila izvlačenja za tri različite težine brodova .

Kut nagiba $\varphi$ (°)	Masa broda m (t)	Masa sustava za izvlačenje $m_s$ (t)	Težina broda i kolica $F_g$ (kN)	Komponenta od težine na kosini G (kN)	Komp.trenja kliz. ležajeva $F_{TKL}$ (kN)	Komp.trenja kotrljanja $F_{TKOT}$ (kN)	Vučna sila prije pregiba $F_s$ (kN)	Reakcija na pregibu $F_R$ pr (kN)	Konačna vučna sila $F_V$ (kN)
5	1000	700	16677,0	1453,5	2325,9	41,5	3820,9	333,3	3824,2
6	1000	705	16726,1	1748,3	2328,8	41,6	4118,8	431,1	4123,0
7	1000	710	16775,1	2044,4	2331,0	41,6	4417,0	539,3	4422,3
8	1000	715	16824,2	2341,5	2332,5	41,7	4715,6	657,9	4722,0
9	1000	720	16873,2	2639,6	2333,2	41,7	5014,4	786,8	5022,1
10	1000	725	16922,3	2938,5	2333,1	41,7	5313,3	926,2	5322,4
11	1000	730	16971,3	3238,3	2332,3	41,6	5612,3	1075,8	5622,8
12	1000	735	17020,4	3538,7	2330,8	41,6	5911,1	1235,8	5923,2
13	1000	740	17069,4	3839,8	2328,5	41,6	6209,8	1405,9	6223,6
14	1000	745	17118,5	4141,3	2325,4	41,5	6508,2	1586,3	6523,8
15	1000	750	17167,5	4443,3	2321,6	41,5	6806,3	1776,8	6823,7
5	1500	1000	24525,0	2137,5	3420,4	61,1	5619,0	490,2	5623,8
6	1500	1007	24593,7	2570,7	3424,3	61,1	6056,1	633,9	6062,4
7	1500	1014	24662,3	3005,6	3427,0	61,2	6493,8	792,9	6501,5
8	1500	1021	24731,0	3441,9	3428,6	61,2	6931,8	967,1	6941,2
9	1500	1028	24799,7	3879,5	3429,2	61,2	7370,0	1156,5	7381,3
10	1500	1035	24868,4	4318,3	3428,7	61,2	7808,2	1361,1	7821,6
11	1500	1042	24937,0	4758,2	3427,0	61,2	8246,4	1580,8	8261,9
12	1500	1049	25005,7	5199,0	3424,3	61,1	8684,4	1815,5	8702,2
13	1500	1056	25074,4	5640,5	3420,4	61,1	9122,0	2065,3	9142,3
14	1500	1063	25143,0	6082,6	3415,5	61,0	9559,1	2329,9	9581,9
15	1500	1070	25211,7	6525,3	3409,4	60,9	9995,5	2609,4	10021,1
5	2000	1300	32373,0	2821,5	4515,0	80,6	7417,1	647,1	7423,4
6	2000	1310	32471,1	3394,2	4521,1	80,7	7995,9	837,0	8004,1
7	2000	1320	32569,2	3969,2	4525,7	80,8	8575,7	1047,1	8586,0
8	2000	1330	32667,3	4546,4	4528,9	80,9	9156,2	1277,4	9168,7
9	2000	1340	32765,4	5125,6	4530,7	80,9	9737,2	1527,9	9752,2
10	2000	1350	32863,5	5706,7	4531,0	80,9	10318,6	1798,6	10336,2
11	2000	1360	32961,6	6289,4	4529,8	80,9	10900,1	2089,5	10920,6
12	2000	1370	33059,7	6873,5	4527,2	80,8	11481,6	2400,3	11505,1
13	2000	1380	33157,8	7458,9	4523,1	80,8	12062,8	2731,1	12089,5
14	2000	1390	33255,9	8045,3	4517,5	80,7	12643,5	3081,7	12673,7
15	2000	1400	33354,0	8632,7	4510,4	80,5	13223,6	3452,1	13257,5

Tablica 5.2.2.1. Proračun sila izvlačenja

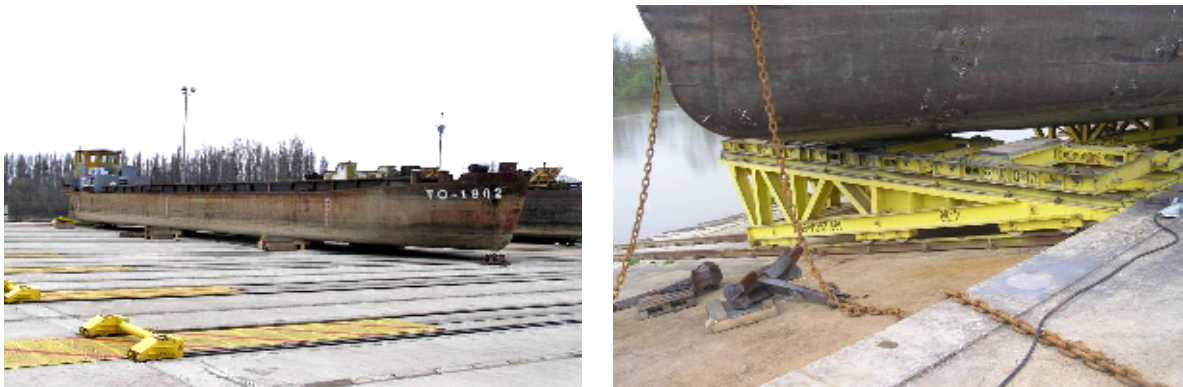


Dijagram 5.2.2.1. Sile izvlačenja ovisno o masi broda i kutovima nagiba

Vučnu silu moguće je smanjiti ugradnjom sustava kolotura. Preporuča se svakako ugraditi jednu koloturu na vrh kolica, a kraj čelik čela pričvrstiti u gornjoj točki navoza, čime se potrebna vučna sila smanjuje na polovinu vrijednosti, a do veličine sile koju treba savladati jedno vitlo dolazi se dijeljenjem ukupne vučne sile s brojem vitala.

### 5.2.3. Izvedba kosog nagiba i površine za izvlačenje brodova

Prije nego smo se odlučili za konačnu izvedbu navoza konzultirali smo se s djelatnicima remontnog brodogradilišta u Sisku da ispitamo koja su njihova iskustva s nedavno izgrađenim navozom za potrebe izvlačenja brodova radi vršenja remonta. Sisačko brodogradilište raspolaže s navozom duljine 80 metara s mogućnosti izvlačenja brodova maksimalne mase do 400 tona koji je prikazan na donjim slikama



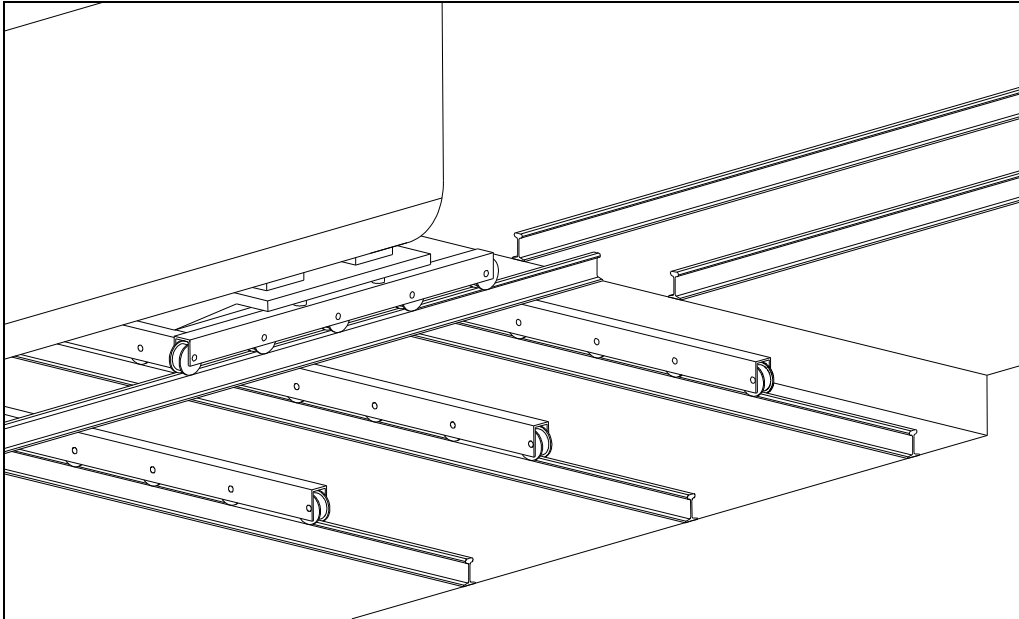
**Slika 5.2.3.1.** Izvlačilište brodova u Sisku

Način funkcioniranja izvlačenja brodova je slijedeći. Kosa kolica zajedno s kolicima na njima spuste se ispod nivoa rijeke do donje točke navoza. Brod se tada pozicionira iznad njih i kolica se zajedno s gornjim kolicima na koja je nasjeo brod izvuku do gornje točke navoza gdje se šine kosih kolica poravnaju sa šinama koje se pružaju duž cijele horizontalne radne površine. Tada se kosa kolica zakoče, a brod se na manjim kolicima može pomicati duž radne površine na poziciju na koju želimo gdje ga se hidrauličkim podizačima podigne da bi se spustio na potklade te se oslobodila kolica za izvlačenje drugog broda. Na taj način brodogradilište može istovremeno vršiti remont na tri broda (ili više, zavisno o njihovoj veličini).

Nedostatak ovog načina rada i jedina zamjerka koju su djelatnici Sisačkog brodogradilišta imali na postojeći navoz je taj da ne postoji mogućnost utjecanja na redosljed kojim će se brodovi spuštati nazad u rijeku nego je jedina mogućnost da brod koji je posljednji izvučen mora ići prvi pa tako redom, a brod koji je prvi došao na remont mora čekati da se završe radovi na svima koji su došli poslije iako je posao na njemu davno gotov.

Budući da se u našem brodogradilištu na Dunavu očekuje i više posla nego u Sisku na Savi, odlučili smo omogućiti razmještanje brodova po radnoj površini. Taj je problem jedino moguće riješiti na način da se omogući pomicanje brodova i u poprečnom smjeru. Znači, s lijeve ili desne strane površine na koju se izvlači brod, treba postaviti šine i u poprečnom smjeru. Potrebno je također postaviti i šine povrh gornjih kolica, a da bi to bilo moguće ona moraju biti iz jednog komada a ne više zasebnih kolica kao što je to slučaj u Sisku. Iz njihovog iskustva, to je čak i bolje rješenje jer ovako imaju problema sa usklađivanjem ravnornog podizanja svih kolica pa se dešava da ona manje opterećena izmiču naprijed a ona više opterećena zaostaju, pa dolazi do problema kada u gornjoj točki navoza treba poravnati šine da se brod izvuče na radnu površinu. Dakle, kako smo na gornja kolica i sa jedne strane površine za izvlačenje postavili poprečne šine, brod se sada može pomicati i u poprečnom smjeru na trećim kolicima (vidi sliku x). Ta treća, gornja kolica su opremljena hidrauličkim podizačima, te kad se brod jednom dovede na željenu poziciju, spušta se na potklade, a kolica se oslobađaju radi daljnje upotrebe. Na slikama na slijedećoj stranici možemo vidjeti kako ona izgledaju.





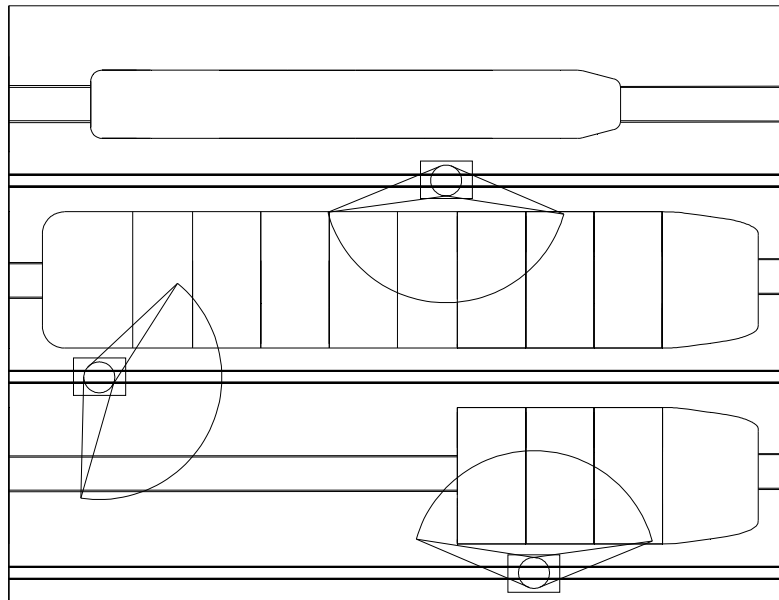
**Slika 5.2.3.2.** Način funkcioniranja sistema za poprečno pomikanje brodova



**Slika 5.2.3.3.** Kolica s hidrauličkim podizalčima

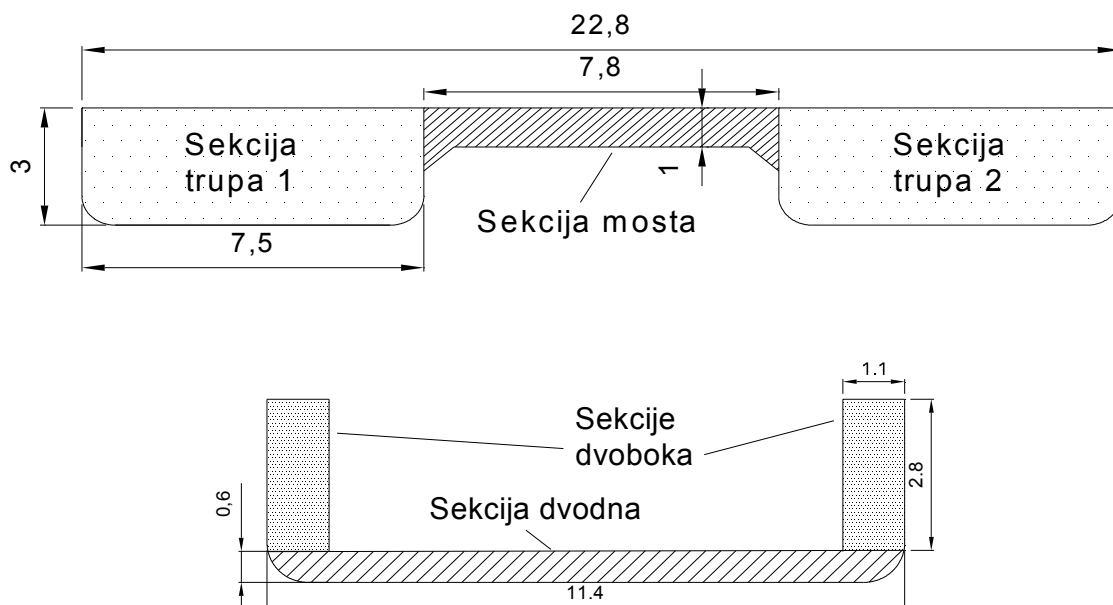
### 5.3. Površina za montažu trupa

U točki 3, u kojoj je bilo govora o proizvodnom programu brodogradilišta, definirali smo tipove brodova za koje možemo reći da je najizglednije da će se graditi u našem brodogradilištu. Za definiranje dimenzija površine za montažu trupa trebamo podatke o duljini i o širina najvećeg broda kojeg namjeravamo graditi. To bi bio spomenuti Ro-Ro katamaran duljine 120 i širine 22.8 metara. Za montažu trupa predvidjeli smo dvije površine, a pored njih je ostavljena i treća koja služi za sklanjanje brodova prilikom njihovog premještanja.



**Slika 5.3.1.** Površina za montažu trupa

Kako vidimo na slici, svaku od površina poslužuju dvije okretne dizalice od kojih je jedna zajednička. Dizalice imaju mogućnost pomicanja po šinama duž broda a njihovu nosivost odrediti ćemo prema procijenjenoj masi tipične sekcije trupa.



**Slika 5.3.2.** Podjela trupa na sekcije

U slijedećoj tablici navedene su tipične sekcije trupa s njima pripadajućim procijenjenim masama. Za duljinu sekcija uzimali smo vrijednost od 10 metara.

Naziv sekcije	Procijenjena masa (t)
Seksija trupa	32,6
Seksija mosta	19,8
Seksija dvoboka	13,4
Seksija dvodna	21,8

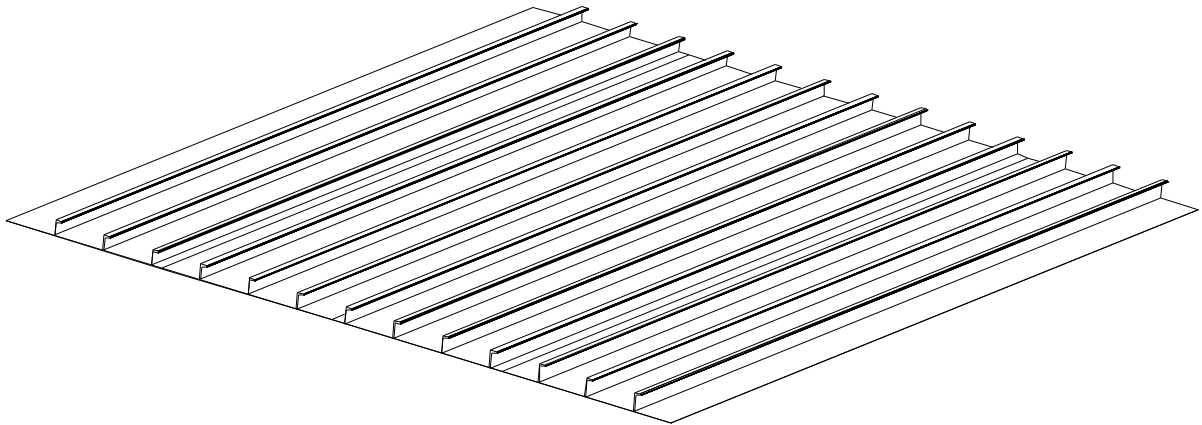
**Tablica 5.3.1.** Mase sekcija trupa

Najteža sekcija ima masu od 32 tone, no dizalice ćemo dimenzionirati na nosivost od 50 tona. Na taj način smo osigurali i određen faktor sigurnosti, a i ostavili smo mogućnost da manje brodove gradimo iz većih sekcija koje će sadržavati obje sekcije dvoboka i sekciju dvodna čija bi masa tada bila :

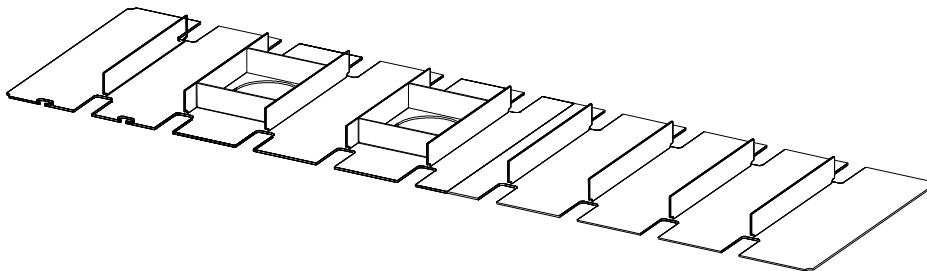
$$m = 2 \times 13,4 + 21,8 = 48,6 \text{ t}$$

#### 5.4. Radionica za predmontažu

U prethodnom poglavlju prikazane su dvije sekcije trupa kakve će se graditi u našem brodogradilištu. To su sekcije iz paralelnog srednjaka tipičnih riječnih brodova. Kako se brodovi koji plove rijekama ne susreću s većim valovima kod njih nije prisutan problem uzdužne čvrstoće niti problem udaranja pramca i krme o valove. Iz tog razloga ti brodovi mahom imaju velik odnos duljine i širine a pramac i krma im se ne sužavaju puno prema krajevima, tako da možemo reći da će najveći dio sekcija imati upravo ovakav oblik. To su uglavnom kutijaste sekcije koje se sastoje od jednostavnih (manjih ili većih) ravnih ukrepljenih panela izgleda prikazanog na donjim slikama.

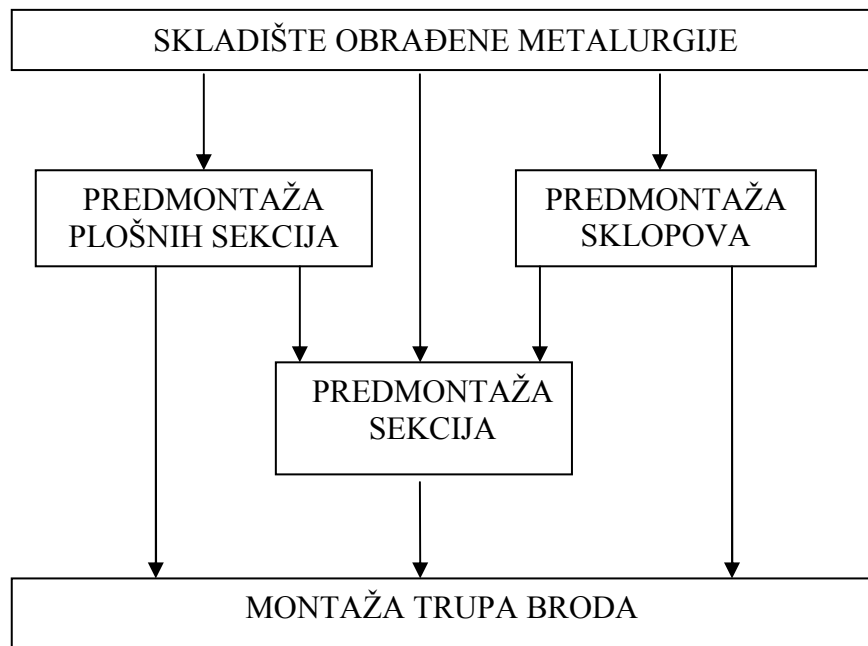


**Slika 5.4.1.** Prikaz tipičnog ukrepljenog panela



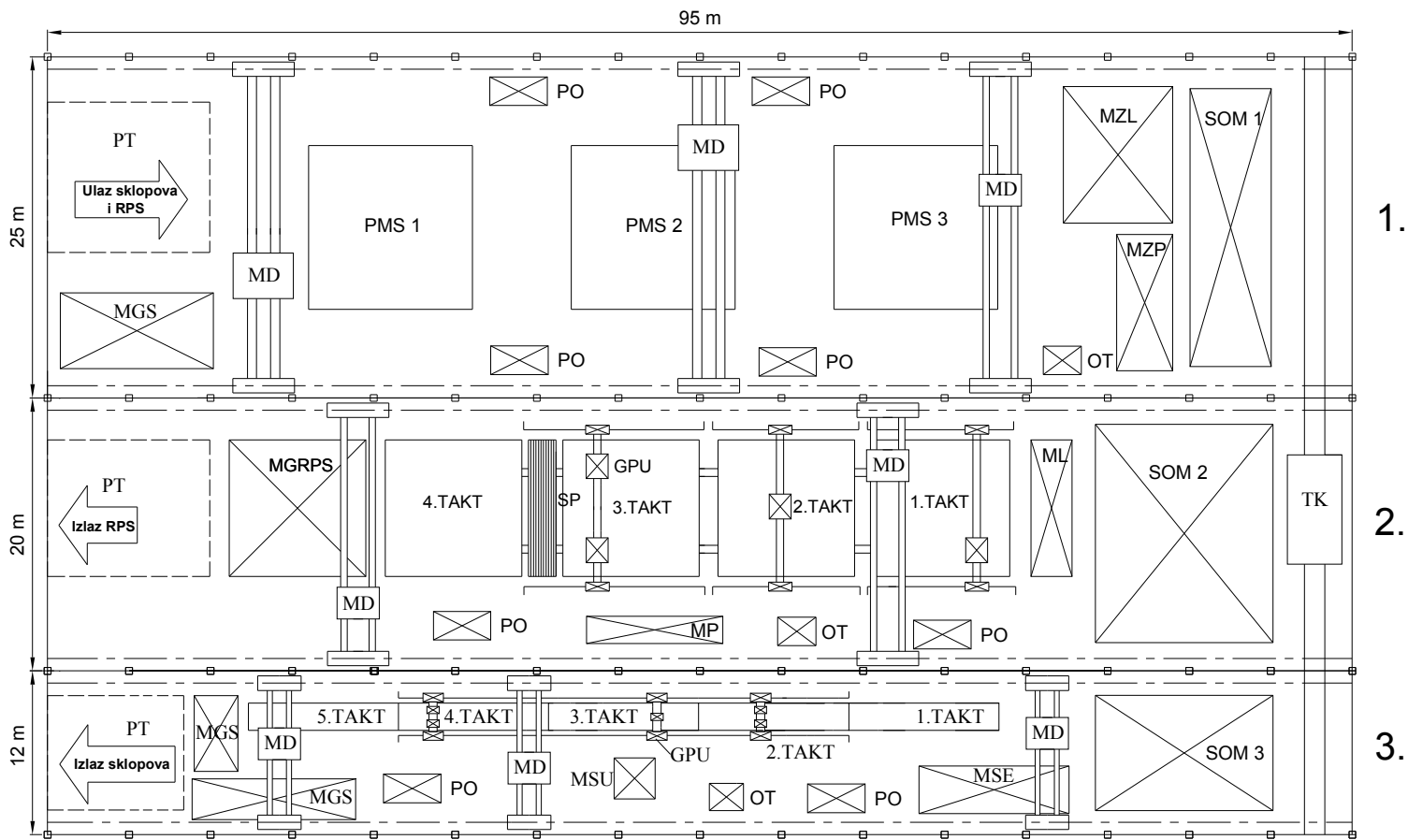
**Slika 5.4.2.** Prikaz uobičajenog nosača s ukrepama

Upravo zbog toga što većinu elemenata konstrukcije čine ovakvi jednostavni sklopovi odlučili smo u radionicu predmontaže uvesti taktnu proizvodnju. Radionica za predmontažu podijeljena je u tri lađe. U prvu smo smjestili predmontažu manjih sklopova u vidu jedne mini panel linije, u drugoj je panel linija na kojoj će se proizvoditi ravni ukrepljeni paneli većih dimenzija, a u trećoj se vrši predmontaža sekcija. Sve tri lađe imaju pristup glavnom skladištu obrađenog materijala, a tok materijala kroz radionicu mogao bi se opisati slijedećom shemom.



**Slika 5.4.3.** Tokovi materijala u brodogradilištu

Na slijedećoj stranici prikazan je tlocrt radionice za predmontažu sa svim površinama i uređajima koji se u njoj nalaze, a na stranicama koje slijede opisan je proces proizvodnje od ulaza materijala do izlaza gotovih sekcija iz radionice.



SOM - Skladište obrađenog materijala  
M(Z)L-Međuskladište (zakrivljenih) limova  
M(Z)P-Međuskladište (zakrivljenih) profila  
MSE - međuskladište elemenata  
MSU - međuskladište ukrepa  
GPU-gentri za postavljanje ukrepa  
SP-Stalak s profilima  
OT - kontejner za otpad

PO - pomoćna oprema  
MD - mosna dizalica  
TK - transportna kolica  
PT - površina za ulaz transportera  
MGS - međuskladište gotovih sklopova  
MGRPS - međuskladište gotovih ravnih plošnih sekcija  
PMS - Prostor montaže sekcija

1.	Predmontaža sekcija	
2.	Mala predmontaža (panel linija)	
3.	Mala predmontaža (izrada sklopova)	
Polozicija:	Objašnjenje:	
	DATUM	IME I PREZIME
Projektirao:	01.11.2008.	Mladen Mihailović
Crtao:	01.11.2008.	Mladen Mihailović
Pregledao:		
M	Brodograđevna radionica	
1:300		
		LISTOVA 1
		LIST BR. 1

#### **5.4.1.Skladište obrađenog materijala**

Skladište obrađenog materijala nalazi se s desne strane radionice, a njegova površina je, kako se vidi iz tlocrta relativno velika. Skladištu je i potrebna velika površina jer obrađeni materijal dolazi iz udaljenih radionica te će se težiti k tome da narudžbe budu što je moguće rjeđe a veće da bi transportni troškovi bili što manji. To znači da će u skladište odjednom stići velika količina raznovrsnog materijala kojega će trebati smisljeno sortirati a za to je potrebna velika površina. Još je jedan razlog zbog kojeg smo se odlučili na ove dimenzije skladišta. Ukoliko se ovaj sistem poslovanja s vremenom pokaže neefikasan i odluči se opremiti brodogradilište s vlastitim strojevima za obradu materijala, ova površina bi trebala biti dovoljna za smještaj radionice za obradu limova i profila.

Put kojim materijal dolazi u brodogradilište treba izvesti tako da direktno dolazi na ulaz u skladište materijala koje se nalazi krajnje desno. Vozilu kojim je materijal stigao omogućen je slobodan prolaz kroz sve tri lađe radionice koje su opremljene svaka svojom mosnom dizalicom. Njima se vrši istovar materijala na skladište već prema tome za koju je radionicu namijenjen. Po odlasku vozila, u skladište se vraćaju njegova transportna kolica koja omogućavaju komunikaciju jedne radionice s drugom.

#### **5.4.2.Izrada sklopova**

U lađi za izradu sklopova nalazi se radna platforma na kojoj je organizirana proizvodnja sklopova podijeljena u 5 taktova koje možemo općenito opisati na slijedeći način.

1. takt - Dostavljanje limova, njihovo međusobno pozicioniranje, pridržavanje i jemčenje REL postupkom
2. takt - Polu-automatsko zavarivanje limova MIG/MAG postupkom
3. takt - Dostavljanje, postavljanje i jemčenje ukrepa
4. takt - Poluautomatsko ručno zavarivanje ukrepa MIG/MAG postupkom
5. takt - Završne operacije predmontaže sklopa ( kontrola i popravci zavara, kontrola dimenzija, označavanje, odvoženje sklopa na međuskladište)

Unutar radionice se nalaze:

- međuskladište elemenata za izradu sklopova
- platforme za izradu sklopova, 5 kom
- aparati za MAG zavarivanje limova (2 kom. ovješena na portalu na 2.taktu)
- aparati za MAG zavarivanje limova (2 kom. ovješena na portalu na 4.taktu)
- gentri za postavljanje koljena (3.takt)
- lančani konvejer
- međuskladište ukrepa
- mosne dizalice, 3 kom.
- kontejner za otpad, 1 kom
- površina za pomoćnu opremu
- skladište gotovih sklopova
- površina za utovar transportera

#### **5.4.3. Izrada ravnih plošnih sekcija**

U radionici za izradu ravnih plošnih sekcija odvijaju se slične operacije kao u radionici za izradu sklopova a glavna razlika je u dimenzijama elemenata.

Proizvodnja se odvija na panel liniji i podijeljena je u 4 takta :

1. takt – Dostavljanje, priprema, postavljanje i pozicioniranje limova, hidrauličko pritezanje, jednostrano automatsko zavarivanje limova EPP postupkom
2. takt – Obrezivanje lima na točne dimenzije, pjeskarenje i obilježavanje mjesta na koja se postavljaju ukrepe
3. takt – Dostavljanje, priprema te automatizirano pozicioniranje, hidrauličko pritiskanje i zavarivanje ukrepa MAG postupkom
4. takt – Završne operacije ( kontrola dimenzija, kontrola i popravak zavara, toplinsko ravnanje, obilježavanje, odvoz)

Unutar radionice se nalaze :

- linija za izradu panela
- hidraulički pritiskač limova smješten na portalu (1.takt)



- uređaj za jednostrano EPP zavarivanje smješten na portalu (1.takt)
- portal s uređajima za obrezivanje,obilježavanje i pjeskarenje (2.takt)
- hidraulički pritiskač uzdužnjaka smješten na portalu (3.takt)
- uređaj za obostrano MAG zavarivanje ukrepa smješten na portalu (3.takt)
- lančani konvejer za transport sekcije među taktovima
- postolje sa kojeg se profili dostavljaju na lim
- međuskladište obrađenih profila
- međuskladište obrađenih ravnih limova
- skladište gotovih ravnih plošnih sekcija
- mosna dizalica 2 kom
- kontejner za otpad
- površina za pomoćnu opremu

#### **5.4.4. Predmontaža sekcija**

U hali u kojoj se vrši predmontaža sekcija nije se išlo za tim da se organizira linijska proizvodnja podijeljena u taktove iz razloga što bi zbog različitosti sekcija različito trajali radovi na pojedinim taktovima pa bi dolazilo do zastoja u proizvodnji. Umjesto toga, u hali za predmontažu sekcija predvidjeli smo tri radne platforme za paralelan rad na tri različite sekcije. S lijeve strane u halu pristižu gotovi sklopovi i ravne plošne sekcije a s desne strane zakrivljeni limovi i profili sa skladišta. Krov hale izveden je na način da je omogućeno njegovo otvaranje a budući da je hala smještena uz površinu na kojoj se vrši montaža trupa, sekcije izlaze iz hale u vertikalnom smjeru pomoću vanjske okretno dizalice.

Kod izvođenja konačnih zavara obavezno je uvijek osigurati horizontalno zavarivanje za što je sekciju potrebno preokretati. To se obavlja pomoću dvije mosne dizalice nosivosti svake po 25 tona. U hali se nalazi još jedna manja mosna dizalica kojom se vrši istovar obrađenog materijala i dostava manjih elemenata na mjesto njihove ugradnje.Osim spomenutih dizalica u hali su predviđene i površine za pomoćnu opremu koja podrazumijeva dovoljan broj aparata za REL zavarivanje i plamenika za ručno rezanje s njima pripadajućim bocama.

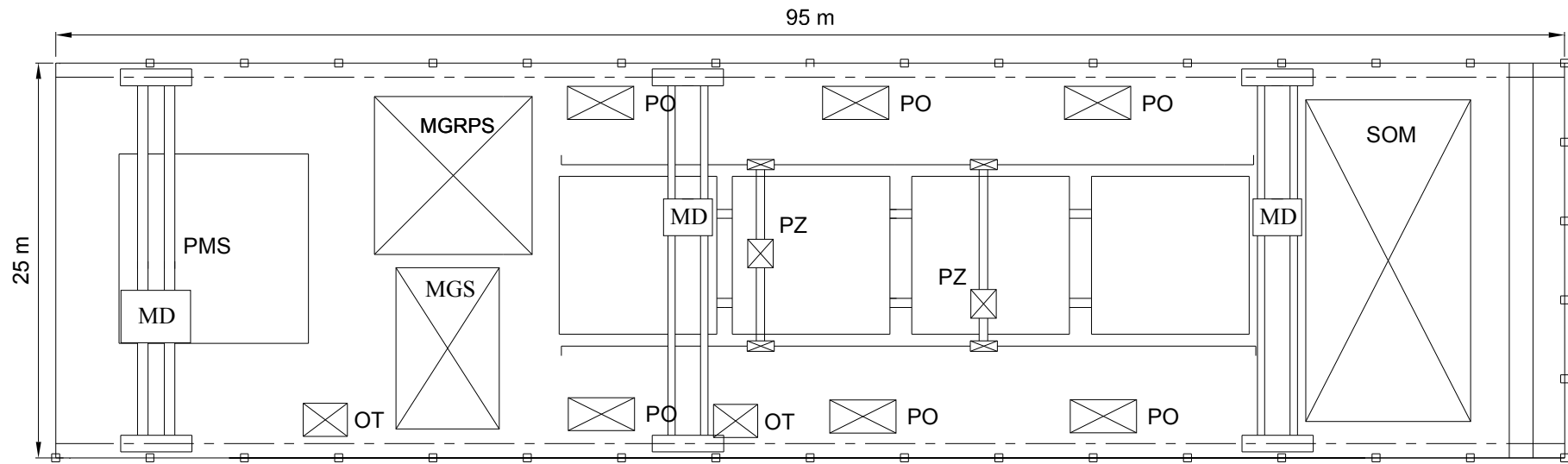
## 5.5. Pojednostavljena radionica za predmontažu

U prethodnom poglavlju opisana je jedna suvremena radionica za predmontažu sa svim sadržajem koji omogućava brz i jednostavan proces proizvodnje. Takva radionica može predstavljati jedno buduće željeno stanje u našem brodogradilištu i ovdje je opisana iz potrebe da se teren brodogradilišta unaprijed planira u tom smjeru. Velik dio strojeva i uređaja koji su nabrojani su skupi, i za njihovu nabavku treba imati dobro opravdanje. U ovoj početnoj fazi osnivanja našeg brodogradilišta možemo reći da bi bilo suludo upuštati se u tolike troškove i zato ćemo ovdje ponuditi jedno skromnije rješenje radionice koje će morati poslužiti za početak dok se ne pokaže stvarna potreba za njenim proširenjem.

Od maloprije spomenutih hala, izgraditi će se ona za predmontažu sekcija dimenzija 95 x 25 metara. Desni dio hale ostaje skladište obrađenog materijala s ulazom za dostavno vozilo. U hali je centralno pozicionirana radna platforma na kojoj će se proizvoditi i ukrepljeni paneli i manji sklopovi. Maksimalne dimenzije panela koji će se na njoj proizvoditi su 10 x 10 m, a proizvodnja manjih sklopova odvija se u dvije linije, jedna s jedne strane radne platforme, a druga s druge. Dobrim planiranjem proizvodnog procesa pokušat će se koliko je moguće više približiti taktnoj proizvodnji s obzirom na različitost proizvoda koji prolaze radionicom. S obje strane radne platforme nalazi se potrebna pomoćna oprema u vidu aparata za REL zavarivanje, plinskih plamenika, brusilica i sličnog. Da bi se ipak ubrzao proces proizvodnje predvidjeli smo duž radne platforme dva portala na kojima su ovješeni aparati za poluautomatsko zavarivanje MIG/MAG postupkom.

Predmontaža sekcija može se vršiti u nastavku hale na za to predviđenom prostoru, a dio predmontažnih radova može se raditi i na otvorenom. Radionicu poslužuju tri mosne dizalice od kojih dvije manje, nosivosti po 10 tona svaka i jedna veća, nosivosti 25 tona.

Tlocrt radionice prikazan je na slici na slijedećoj strani



- SOM - Skladište obrađenog materijala
- MD - mosna dizalica
- PZ - portal za zavarivanje
- OT - kontejner za otpad
- PO - pomoćna oprema
- MGS - međuskladište gotovih sklopova
- MGRPS - međuskladište gotovih ravnih plošnih sekcija
- PMS - Prostor montaže sekcija

**Slika 5.5.1.** Pojednostavljena radionica za predmontažu

## 5.6. Radionica za antikoroziivnu zaštitu

Bez obzira na to na koji način se odvijala proizvodnja u predmontažnoj hali, iz nje sekcije izlaze u vertikalnom smjeru pomoću okretne dizalice koja se nalazi između hale i prostora montaže trupa. Dizalica spušta sekcije na već spominjana kolica za pomicanje brodova u poprečnom smjeru kojima se one transportiraju u radionicu za antikoroziivnu zaštitu.

Radionica je podijeljena u dva prostora od kojih se u jednom vrši sačmarenje sekcija a u drugom bojanje i sušenje. Operacije sačmarenja je neophodno izvoditi u zatvorenom prostoru zbog toga da se spriječi zagađivanje okoline i da se ne ometaju drugi radovi u bližnjoj okolini. Što se bojenja i sušenja tiče, moraju se osigurati neophodni mikroklimatski uvjeti da bi se postigla kvalitetna antikoroziivna zaštita i ubrzao proces sušenja boje.

Svaka od ovih prostorija je dimenzija 15 x 25 m da se omogući nesmetani rad oko sekcije koja bi bila duga i široka 12 metara, što predstavlja najveću predviđenu sekciju trupa, a ujedno bi bio omogućen prihvat cijelih brodova do 20 metara duljine koji bi dolazili na remont, te bi se na taj način minimiziralo sačmarenje na otvorenom koje u velikoj mjeri zagađuje okoliš.

## 6. ZAKLJUČAK

Brodogradilište je samo jedan dio brodograđevnog sustava kojeg tvore mnogi gospodarski, transportni, uslužni, konzultantski, projektni, nadzorni, bankarski te obrazovni subjekti. Međutim, brodogradilište je ipak mjesto gdje se sintetiziraju sve aktivnosti sudionika brodograđevnog sustava.

Ovaj je rad preliminarno ponudio koncept kompletacije brodova do 2000 tona na obalama Dunava uključujući gospodarske subjekte iz većeg dijela Hrvatske.

Rad je također ponudio prvo rješenje u obliku kosog navoza kakvo je nedavno realizirano na Savi u Galdovu pokraj Siska. Ovo je rješenje podobno jer ga mogu izvesti hrvatske firme uz relativno mala ulaganja. Međutim rad ne isključuje i druge mogućnosti kao, na primjer synchro- liftove, suhe dokove, plovne dokove ili, jednostavno, barže za predaju brodova vodi.

Ustanovljeno je da Hrvatska raspolaže metalurškom industrijom i pratećim uslužnim djelatnostima, Hrvatskim registrom brodova, tehničkim fakultetima i veleučilištima kao dovoljnom podlogom za uspostavljanje brodograđevnog sustava kontinentalne Hrvatske.

Naravno, autor rada je svjestan i potrebe poznavanja ponude i potražnje plovnih objekata iz mogućeg asortimana predloženog sustava prije odluka o investiciji u ovakav sustav.

## 7. LITERATURA :

- [1.] [www.prometna-zona.com](http://www.prometna-zona.com)
- [2.] [www.mmpi.hr](http://www.mmpi.hr)
- [3.] [www.google.com](http://www.google.com)
- [4.] D. Gugić, V. Slapničar : Osnivanje broda
- [5.] Karl - Heinz Decker - Elementi strojeva 1975.
- [6.] [www.sfsb.hr/ksk/statika/statika/3\\_sadrzaj/index.htm](http://www.sfsb.hr/ksk/statika/statika/3_sadrzaj/index.htm)
- [7.] Mavrić, I. : Osnivanje brodogradilišta, Skripta,
- [8.] Sladoljev, Ž. : Brodograđevni tehnološki proces, Skripta, Zagreb, 1987.
- [9.] Bilić Prčić, I. : Diplomski rad, Zagreb 2002.