

TEHNOLOGIJA GRADNJE PLUTAJUĆE KUĆE NA VODI

Tokić, Matej

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:190:964758>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-12**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U RIJECI

TEHNIČKI FAKULTET

Preddiplomski sveučilišni studij brodogradnje

Završni rad

TEHNOLOGIJA GRADNJE PLUTAJUĆE KUĆE NA VODI

Rijeka, rujan 2024.

Matej Tokić

0035222389

SVEUČILIŠTE U RIJECI

TEHNIČKI FAKULTET

Preddiplomski sveučilišni studij brodogradnje

Završni rad

TEHNOLOGIJA GRADNJE PLUTAJUĆE KUĆE NA VODI

Mentor: Prof. dr. sc. Marko Hadjina

Rijeka, rujan 2024.

Matej Tokić

0035222389

Izjava o samostalnom pisanju rada

Ovim putem izjavljujem da sam samostalno izradio rad.

Rijeka, rujan 2024.

Matej Tokić

SVEUČILIŠTE U RIJECI TEHNIČKI FAKULTET

POVJERENSTVO ZA ZAVRŠNE ISPITE

Rijeka,
13.03.2024.

Zavod: Zavod za brodogradnju i inženjerstvo morske tehnologije

Predmet: Tehnologija brodogradnje

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Pristupnik: **Matej Tokić (0035222389)**

Studij: Sveučilišni prijediplomski studij brodogradnje (2020)

Zadatak: TEHNOLOGIJA GRADNJE PLUTAJUĆE KUĆE NA VODI / FLOATING HOME TECHNOLOGY DESIGN

Opis zadatka:

Uvodno u radu analizirati poznata rješenja plutajućih stambenih objekata na vodi. Nastavno, prikazat proces izrade idejnog plana i postupka modeliranja plutajuće kuće na vodi sa prikazom njenih osnovnih tehničkih karakteristika. Pored relevantnih tehničkih aspekata, posebno analizirati osnovne tehnološke aspekte u fazi projektiranja, konstruiranja, gradnje i montaže objekta. Radom treba dati pregled različitih tehnoloških procesa izgradnje trupova i nadgrađa, te odabrati jedan tehnološki procesa za primjenu u izvedbi plutajuće kuće na vodi. Dodatno, rad treba obuhvatiti i aspekte odabira materijala i opreme za interijer i eksterijer plutajućih kuća, s posebnim osvrtom na održive i inovativne tehnologije i materijale u njenoj gradnji i eksploataciji.

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

Zadatak uručen pristupniku: 20.03.2024.

Mentor:
prof. dr. sc. Marko Hadjina

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:
prof. dr. sc. Roko Dejhalla

Sadržaj

| | |
|--|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. POVIJEST PLUTAJUĆIH KUĆA | 2 |
| 3. POZNATA RJEŠENJA STAMBENIH OBJEKATA | 3 |
| 3.1. Masovna gradnja plutajućih objekata | 3 |
| 3.2. Projekt „Maldives floating city“ | 4 |
| 4. IDEJNI PLAN PLUTAJUĆE KUĆE | 6 |
| 4.1. Osnovne dimenzije i opći plan plutajuće kuće | 11 |
| 4.2. Osnovne tehničke karakteristike | 14 |
| 4.3. Postupak modeliranja | 17 |
| 5. CENTRACIJA | 18 |
| 5.1. Centracija trupa i nadgrađa | 18 |
| 5.2. Centracija opreme | 19 |
| 5.3. Centracija osoba i zaliha | 19 |
| 5.4. Ukupna centracija | 20 |
| 6. Tehnološki proces izgradnje trupova i mosta | 21 |
| 6.1. Predmontaža trupova | 23 |
| 6.1.1. Prva faza..... | 23 |
| 6.1.2. Druga faza | 24 |
| 6.1.3. Treća faza..... | 26 |
| 6.1.4. Četvrta faza..... | 27 |
| 6.1.5. Peta faza | 28 |
| 6.1.6. Šesta faza..... | 29 |
| 6.2. Montaža mosta | 30 |
| 6.2.1. Prva faza | 30 |
| 6.2.2. Druga faza..... | 33 |
| 6.2.3. Treća faza..... | 33 |
| 7. Tehnološki proces izgradnje nadgrađa | 34 |
| 7.1. Montaža vanjskih strana nadgrađa | 35 |
| 7.1.1. Prva faza | 35 |

| | |
|---|-----------|
| 7.1.2. Druga faza..... | 35 |
| 7.1.3. Treća faza..... | 36 |
| 7.1.4. Četvrta faza..... | 37 |
| 7.2. Montaža unutarnjih pregrada u nadgrađu..... | 38 |
| 8. Opremanje plutajuće kuće..... | 41 |
| 8.1. Interijer i eksterijer..... | 41 |
| 8.2. Solarni paneli..... | 43 |
| 9. Dodatna ekološka rješenja u gradnji plutajuće kuće..... | 47 |
| 9.1. Gospodarenje otpadom | 47 |
| 9.2. Korištenje recikliranih materijala | 47 |
| 10. Zaključak | 49 |
| LITERATURA | 50 |

1. UVOD

Fascinacija ljudske civilizacije vodom kao prostorom za stanovanje seže duboko u povijest, a jedan od najintragantnijih oblika takvog suživota s vodom predstavljaju kućice na vodi. Ova jedinstvena arhitektonska pojava prožima različite kulturne i geografske kontekste, proširujući se ne samo na slatkovodna jezera, već i na izazovna slana mora. Kroz ovu analizu, želim otvoriti vrata razumijevanju složenih veza između čovjeka, vode i arhitekture.

Istražujući raznolikost ovog fenomena, može se zaključiti da su kućice na vodi, unatoč svojoj jednostavnosti, uistinu globalna pojava. Kroz povijest, takve kućice proširile su se diljem svijeta, od tradicionalnih palafita na jezerima u Aziji do koliba na rijekama Amerike. Nalazile su svoje mjesto i među pitoresknim ribarskim naseljima na sjeveru Europe, kao i među pastoralnim scenama rijeka u Africi. Proučavanje ovog geografski raznolikog pejzaža kućica na vodi pruža uvid u bogatstvo kulturnih i arhitektonskih interpretacija koje su se razvile tijekom stoljeća.

2. POVIJEST PLUTAJUĆIH KUĆA

Težnja čovjeka da kroz povijest gradi naselja u blizini vode proteže se sve od kad postoje zapisi da su ljudi prešli iz nomadskog načina života u sjedilački. Nastojalo se napraviti naselja što bliže vodi kako bi cjelokupan život bio puno lakši. Voda je oduvijek pružala prijeko potrebnu sigurnost zbog koje su gotovo sva naselja nastala u blizini rijeka, jezera ili mora. Povezujući kontekst plutajućih kuća sa povijesti, bitno je spomenuti sojenice. Takav oblik nastambi nije točno ono što se obrađuje u ovom radu iz razloga što sojenice ne plutaju na površini vode već su oslonjene raznim oblicima greda na dno, ali su zanimljive iz aspekta ljudske težnje za životom na vodi.

Sojenice su dakle tradicionalne kuće građene na potpornim stupovima na vodi. Razlog takve gradnje je zaštita od poplava te jednostavan pristup vodi. Ovakav način gradnje karakterističan je za Azijske zemlje. Da bi civilizacija u tom dijelu svijeta opstala, nužno je bilo prilagoditi se poplavama tijekom sezona kiša.

Također, većina današnjih plutajućih objekata je nastala zbog teškog upravljanja prirodom. Uz svu tehnologiju kojom čovječanstvo danas raspolaže, teško je kontrolirati poplave te iz tog razloga danas postoje plutajuće kuće pa čak i cijela naselja koja plutaju.



Slika 2.1. Plutajuće kuće na rijeci Chau Doc [1]

3. POZNATA RJEŠENJA STAMBENIH OBJEKATA

U današnje vrijeme, kućice na vodi se uvelike razlikuju od onih kroz povijest. Glavna razlika je ta što je sada moguće napraviti i konstruirati kućicu koja plovi na vodi, bez da treba biti pričvršćena na dno. To isto tako znači da te kuće nisu nužno pozicionirane na jedno mjesto, nego da se praktički s njima može upravljati kao s brodom. Jedna od najzanimljivijih stvari jest naglasak na održivosti u nekim plutajućim kućama. Arhitekti integriraju solarnu energiju, sustave za prikupljanje kišnice i druge ekološki prihvatljive tehnologije kako bi smanjili utjecaj na okoliš. Osim toga, inženjerski aspekti, kao što su plutajuće platforme, sustavi za sidrenje ili prilagodljive potpore, igraju ključnu ulogu u održavanju stabilnosti ovih neobičnih domova na vodi.

Plutajuće kuće imaju raznolike primjene, od stambenog stanovanja do turističkih destinacija, restorana i ureda. Primjeri ovog inovativnog koncepta mogu se pronaći diljem svijeta, u gradovima poput Amsterdama, Kopenhagena, Dubajja i Hong Konga.

3.1. Masovna gradnja plutajućih objekata

Svjedoci smo kako i na našim prostorima u zadnje vrijeme razne poplave sve češće prijete naseljima i tako ozbiljno ugrožavaju živote ljudi koji žive u neposrednoj blizini vode. Međutim narodi poput Danaca, Nizozemaca ili čak Maldiva već stoljećima imaju probleme sa poplavama i dizanjem vode koja je neposredno u blizini njihovog svakodnevnog života. Stalne i opasne poplave rezultirale su rješenjima kojih su se ti stanovnici morali dosjetiti kako bi mogli ostati živjeti sigurno u svojim domovima.

Danci i Nizozemci prednjače u idejama i inovacijama plutajućih kuća, pa tako kod njih postoje razna naselja na vodi koja se mogu prilagođavati razinama vode.

U Nizozemskoj, zemlji koja je uglavnom izgrađena na pjeskovitom zemljištu gdje trećina njezinog teritorija leži ispod razine mora, ideja nije tako nerealna. U Amsterdamu ima gotovo 3.000 službeno registriranih plutajućih kuća duž gradskih kanala. Stotine ljudi se preselilo u plutajuće domove u prijašnje zanemarene četvrti. Hoonship, projektiran od strane nizozemske tvrtke Space&Matter, je naselje koje se sastoji od 30 kuća, smještenih uz kanal u bivšem industrijskom području. Četvrt se nalazi relativno blizu središnjem Amsterdamu, gdje većina

stanovnika radi. Članovi zajednice dijele gotovo sve, uključujući bicikle, automobile i hranu kupljenu od lokalnih poljoprivrednika. Svaka kuća koristi vlastitu toplinsku pumpu i posvećuje otprilike trećinu svoje krovne površine zelenilu i solarnim panelima. Stanovnici prodaju višak električne energije jedni drugima i nacionalnoj mreži. ¹



Slika 3.1.1. Plutajuće kuće u Amsterdamu [2]

Rotterdam, koji je 90 posto ispod razine mora i dom najveće luke u Europi, posjeduje najveći svjetski plutajući uredni kompleks, kao i plutajuću farmu na kojoj krave muzu roboti, opskrbljujući mliječnim proizvodima lokalne trgovine.

3.2. Projekt „Maldives floating city“

Ovaj vrlo zanimljiv futuristički projekt pokazuje kako suvremeno inženjerstvo ne poznaje granice niti okvire. Planira se napraviti cijeli grad koji pluta, kao odgovor na globalno zatopljenje i konstantno povećanje razine mora.

¹ Rubin, S.: „Embracing a Wetter Future, the Dutch Turn to Floating Homes“, s Interneta, <https://e360.yale.edu/features/the-dutch-flock-to-floating-homes-embracing-a-wetter-future>, 16. veljače 2024.

„Maldives Floating City“ prvi je projekt nove ere u kojoj se stanovnici Maldiva vraćaju na vodu s održivim i ekološki prihvatljivim plutajućim objektima. Grad ima strukturu cesta i vodenih kanala inspiriranu prirodom, koja podsjeća na prekrasan i učinkovit način na koji je organiziran pravi koralj. Ideja da koralj bude vodeći koncept proizlazi iz cilja suživota s prirodom i učenja kako poboljšati i poštovati prirodni koralj, što je u središtu ovog projekta. Time se stječe novo znanje koje naglašava odgovornost koju Maldivi preuzimaju kao svjetski centar za zaštitu koralja. Konstrukcijski tim Dutch Docklands i arhitekti iz Waterstudia osmislili su urbani razvoj nove generacije otporan na porast razine mora, donoseći sigurnost i razvojni prostor Maldivima uz kombinaciju zelene tehnologije, sigurnosti, komercijalne održivosti i zdravog novog načina života, koji će biti okosnica budućih plutajućih gradova. Time će stanovnici Maldiva preoblikovati svoju sudbinu od klimatskih izbjeglica do klimatskih inovatora.²



Slika 3.2.1. Prikaz koralja [3]



Slika 3.2.2. Maldives floating city [4]

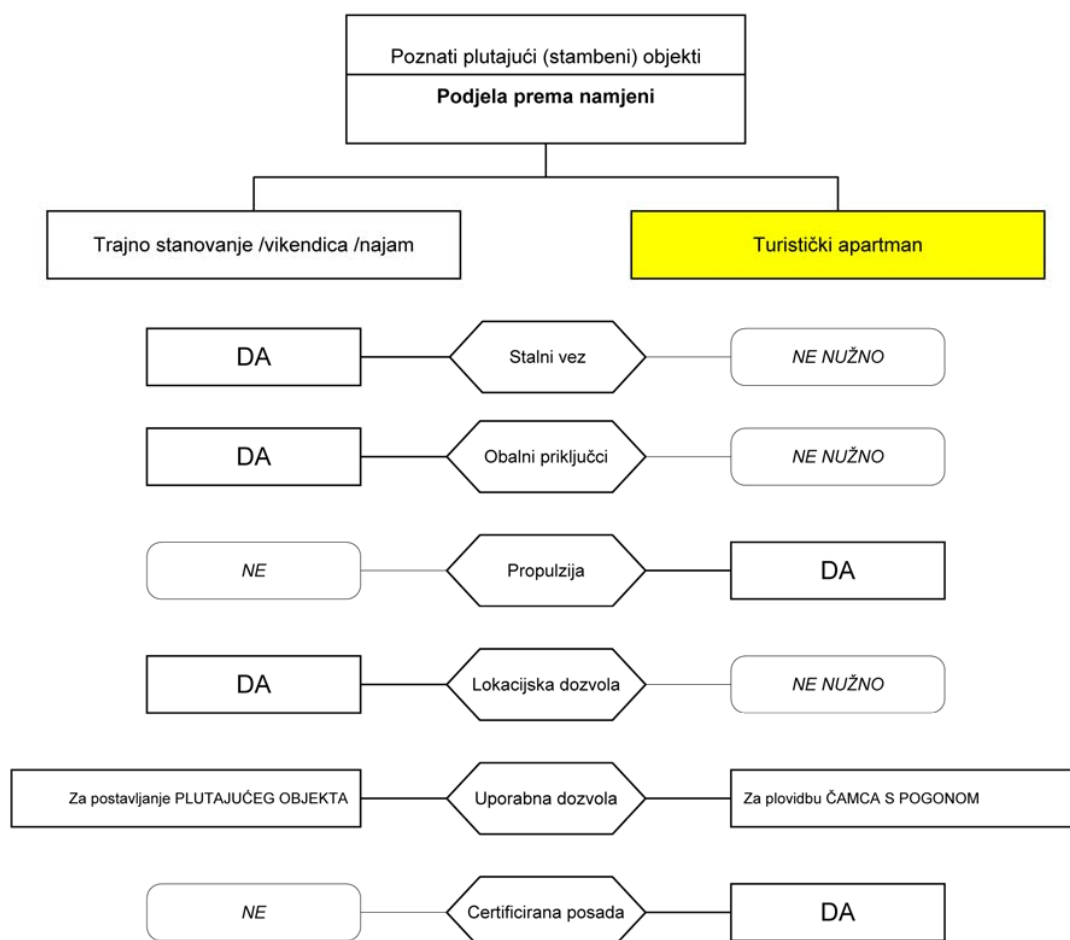
² Maldives Floating City, s Interneta, <https://maldivesfloatingcity.com/>, 16. veljače 2024.

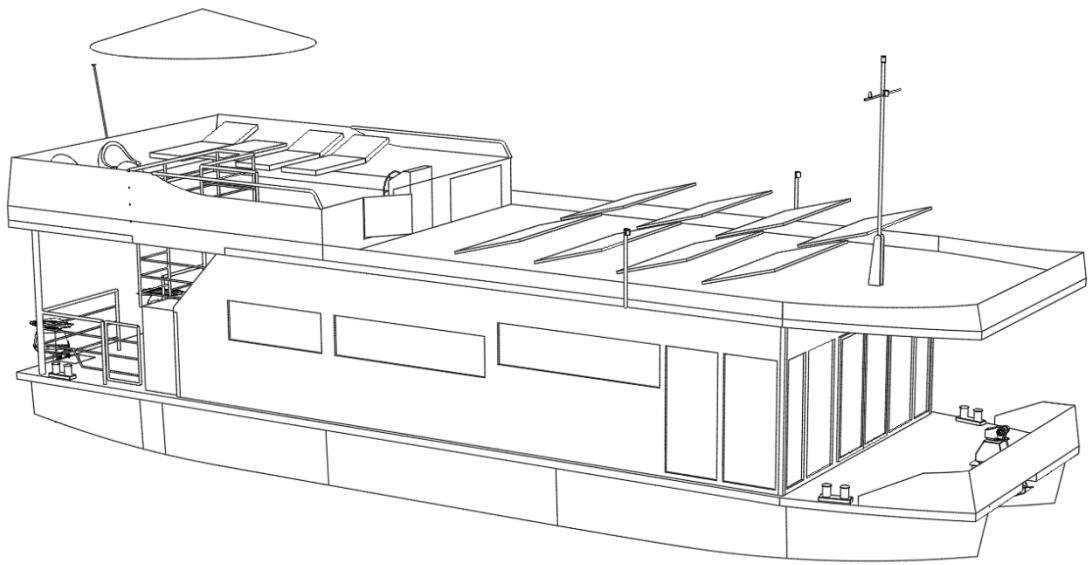
4. IDEJNI PLAN PLUTAJUĆE KUĆE

Projekt plutajuće kuće naručen je iz Slavonije od čovjeka koji je imao zamisao napraviti vikendicu za iznajmljivanje koja će biti sigurna u slučaju poplave. Mnogi ljudi posjeduju vikendice u blizini vode koje im pružaju mogućnost odmora u prirodi, ali vrlo često, takve vikendice budu potpuno uništene u poplavama koje se sve češće događaju na našim prostorima. Iz tog razloga se projektira plutajuća kuća koju poplava neće moći uništiti, a za razliku od klasične kuće, plutajuća će uz pomoć motora biti pomična.

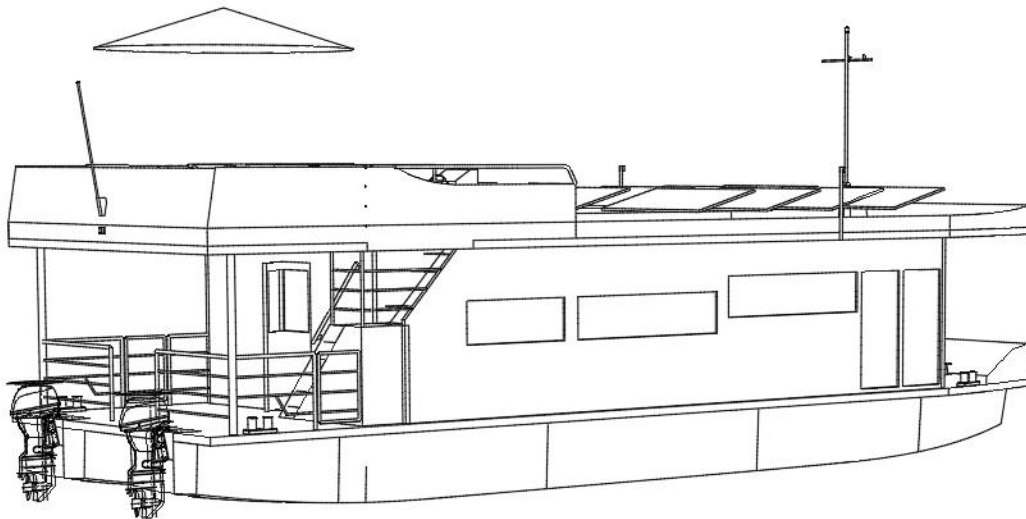
Šest osoba koje se mogu smjestiti u kabinama, te se dodatno može stvoriti prostor za još dvije osobe na pomoćnim ležajevima. Kuća se sastoji se od glavne prostorije gdje se nalazi blagovaona, društveni prostor te kuhinja. U tri kabine se nalaze kreveti, u jednog krevet na kat, dok u druge dvije bračni kreveti. Također postoji kabina u kojoj se nalazi toalet.

Dio krova kuće je zamišljen kao sunčalište, dok je dio zamišljen kao površina na koju će se postaviti solarni paneli koji će prikupljati sunčevu energiju te ju pretvarati u električnu.

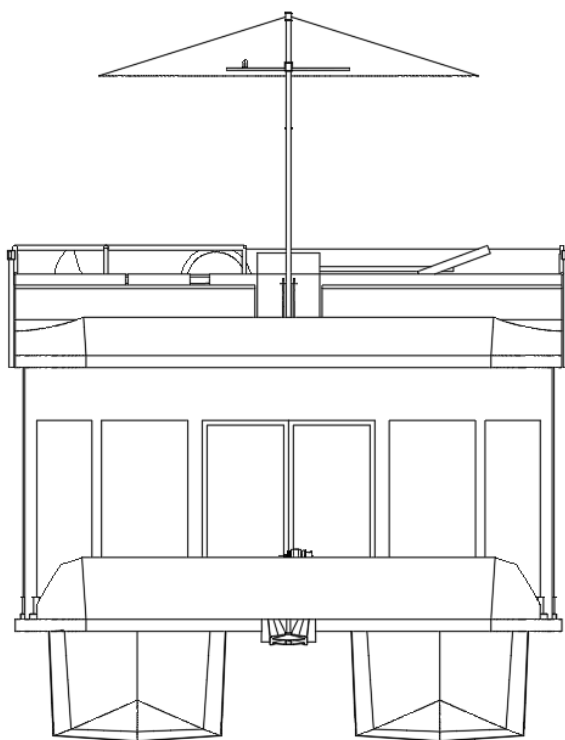




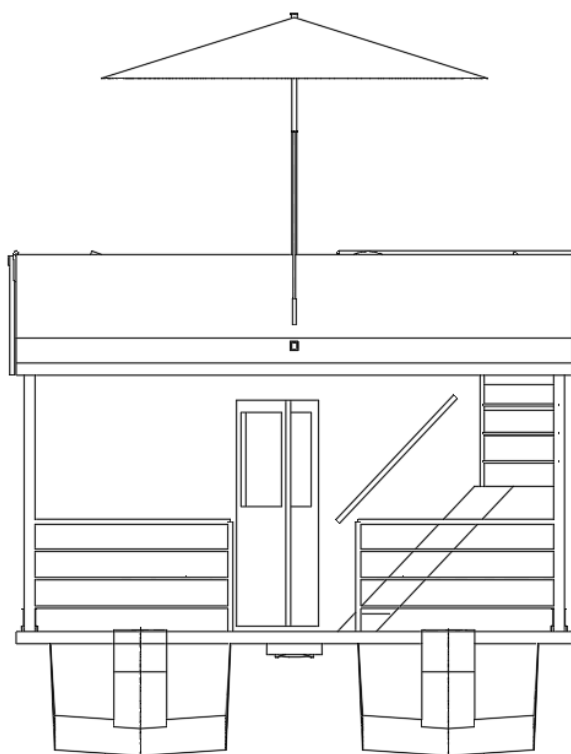
Slika 4.1. Izometrijski pogled na plan plutajuće kuće [5]



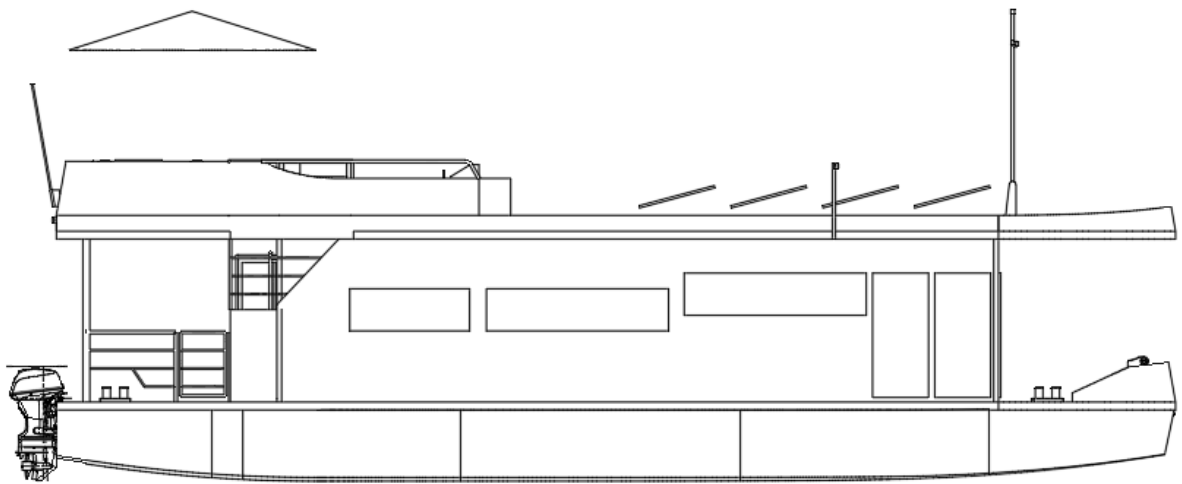
Slika 4.2. Izometrijski pogled na plan plutajuće kuće [6]



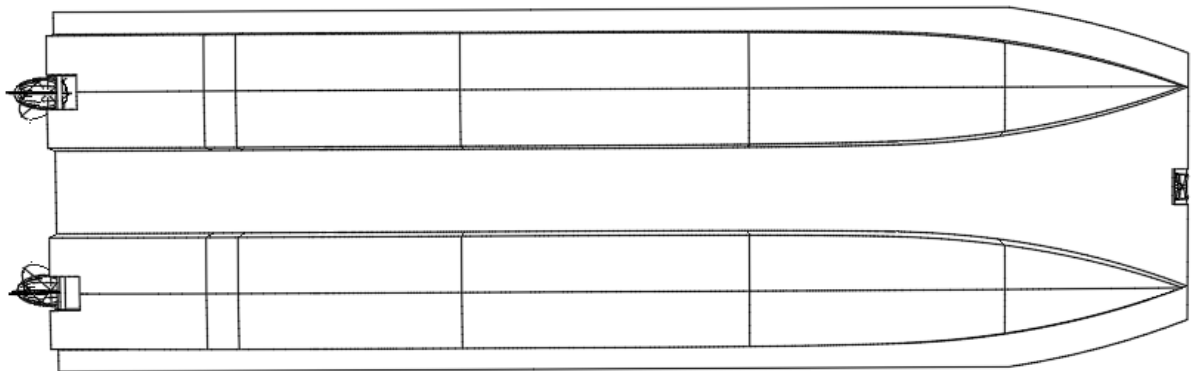
Slika 4.3. Pogled s pramca [7]



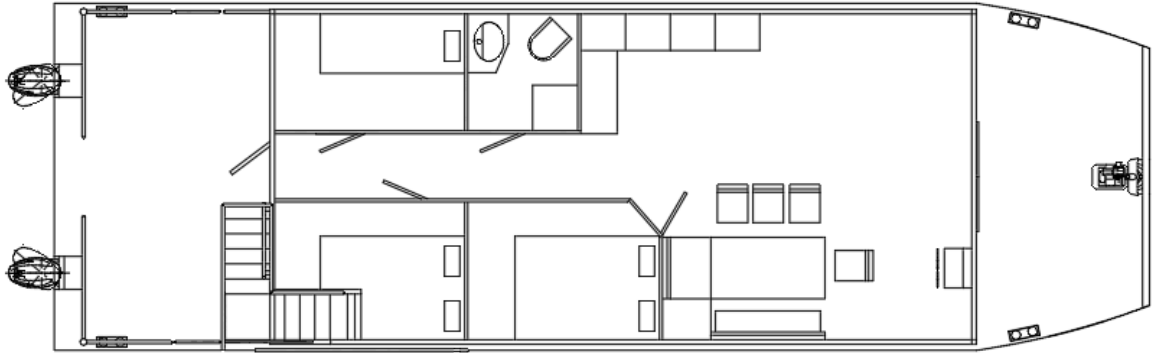
Slika 4.4. Pogled s krme [8]



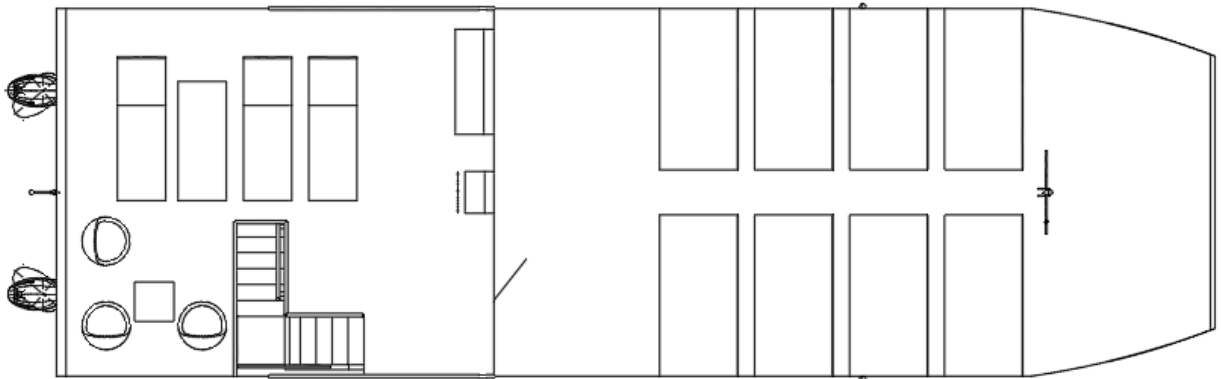
Slika 4.5. Pogled s boka [9]



Slika 4.6. Pogled na trupove [10]

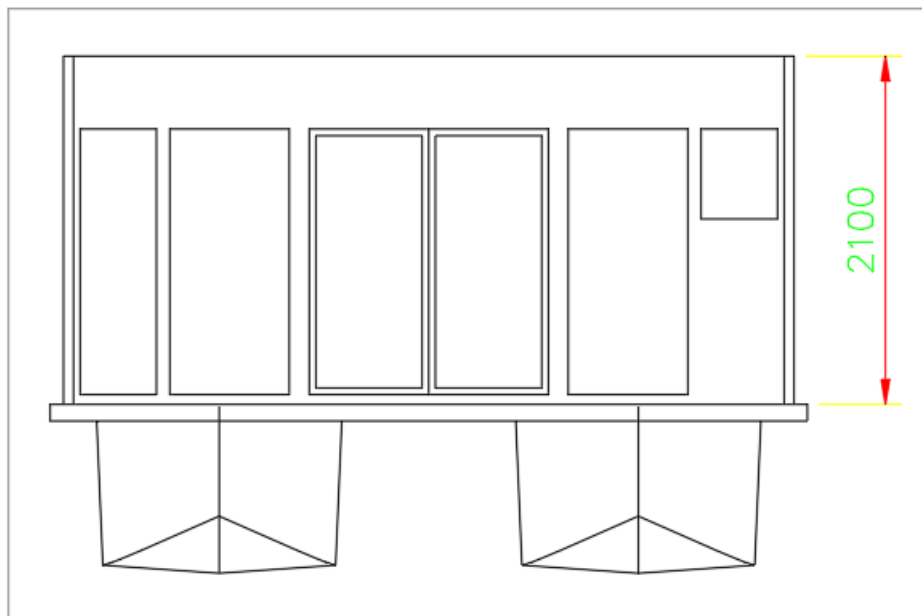


Slika 4.7. Tlocrt prve palube [11]

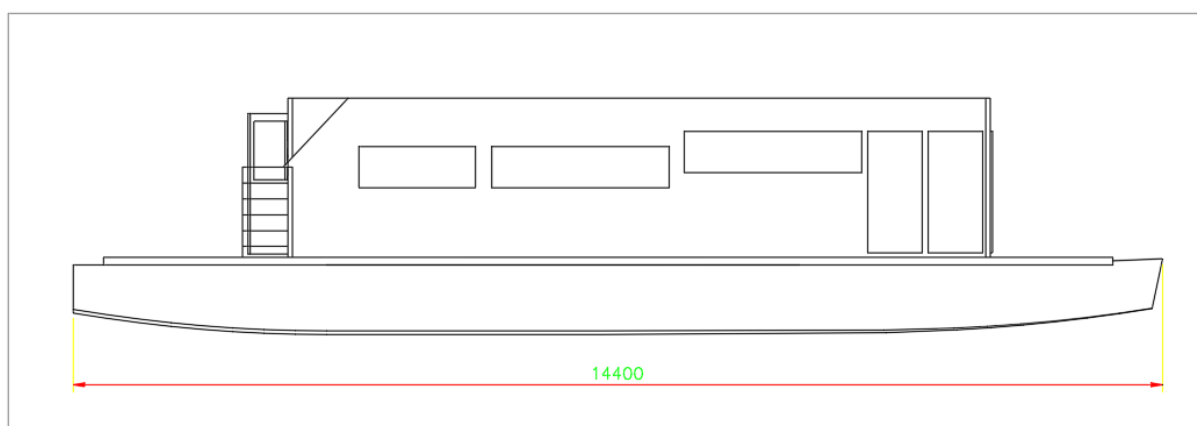


Slika 4.7. Tlocrt druge palube [12]

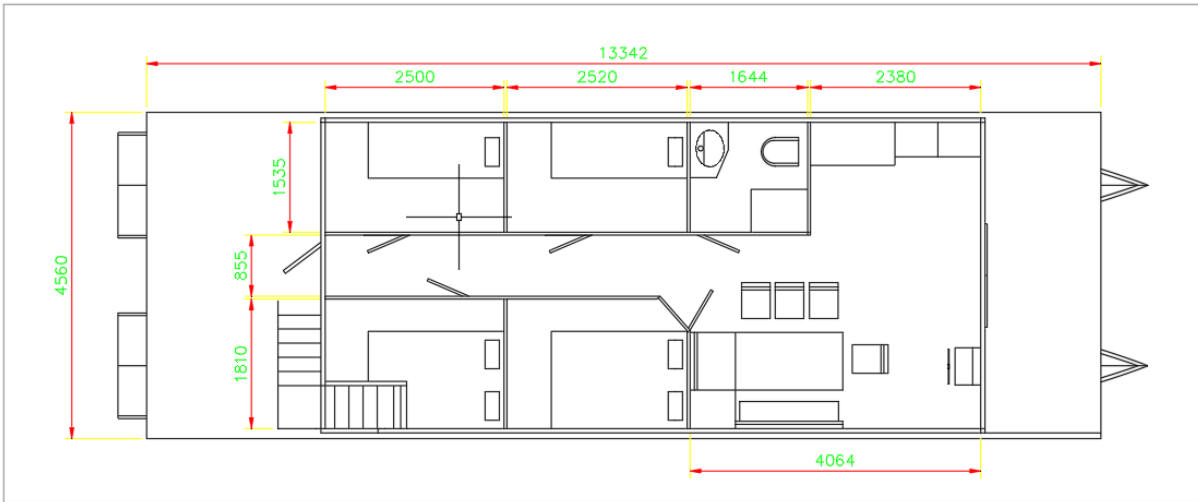
4.1. Osnovne dimenzije i opći plan plutajuće kuće



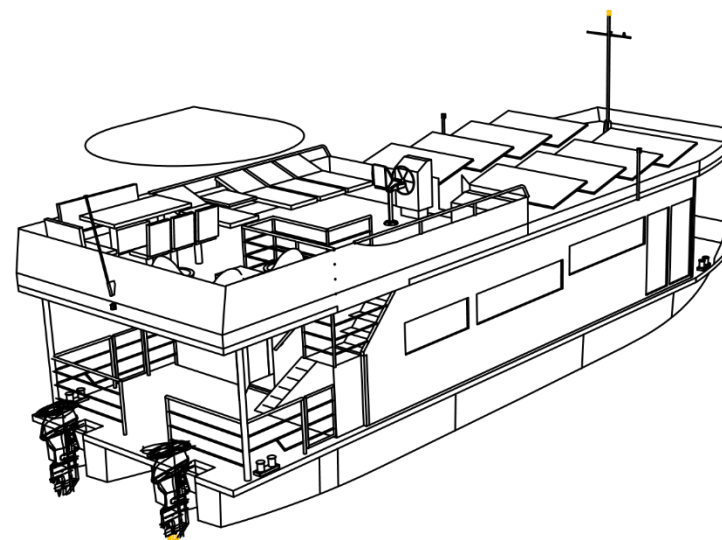
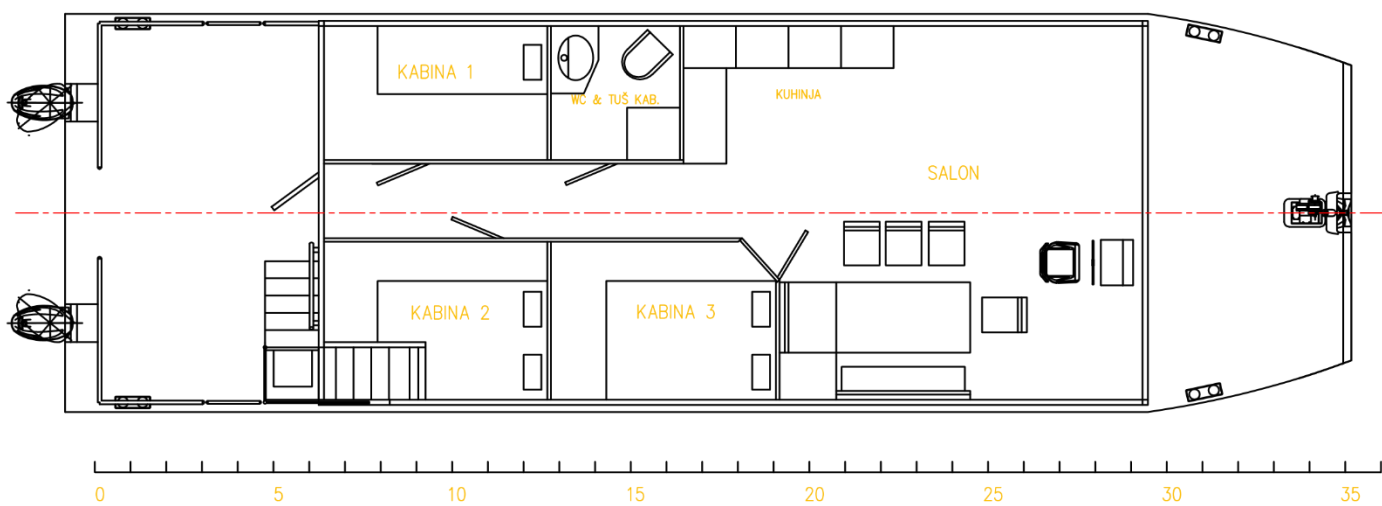
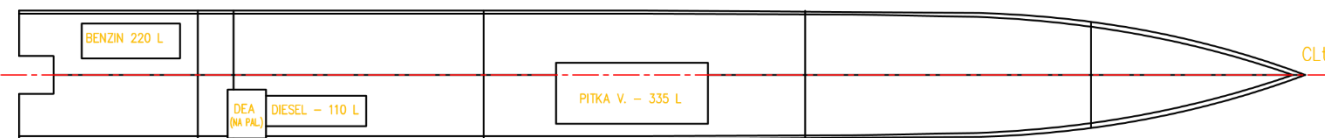
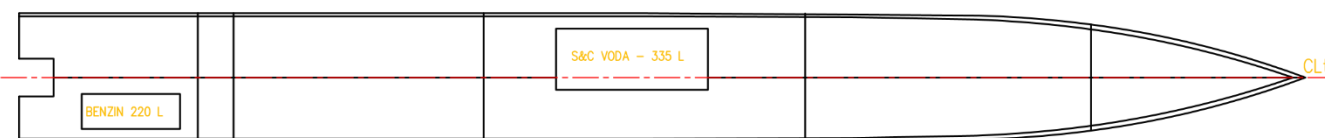
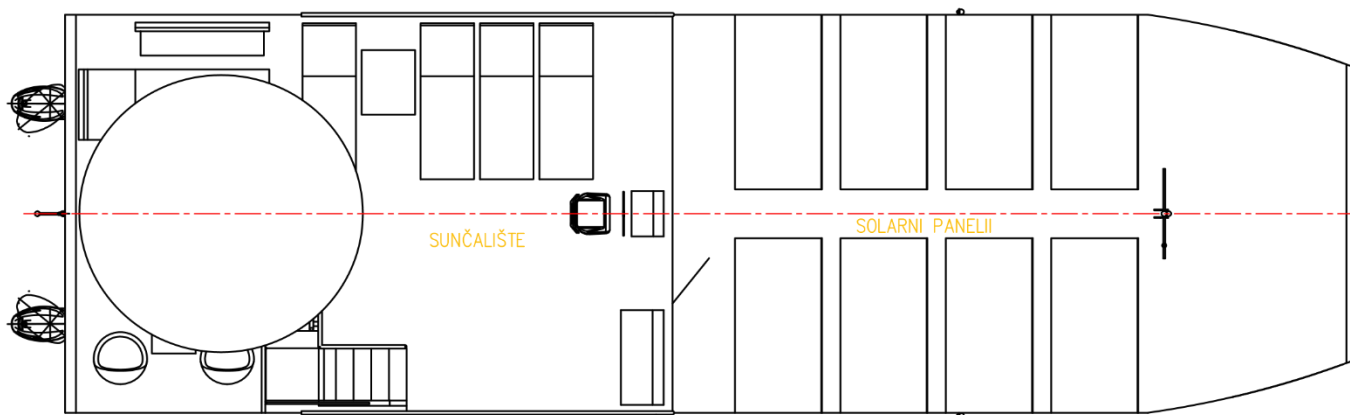
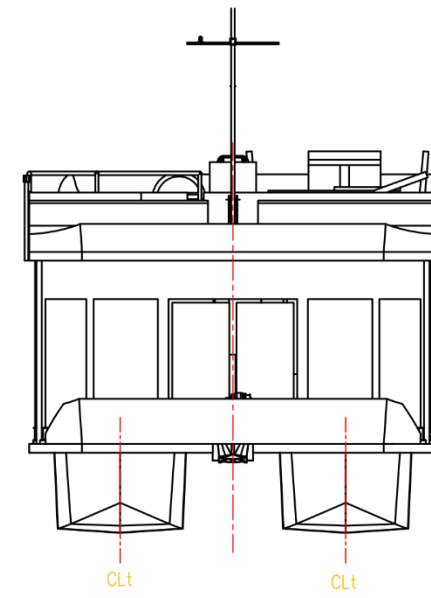
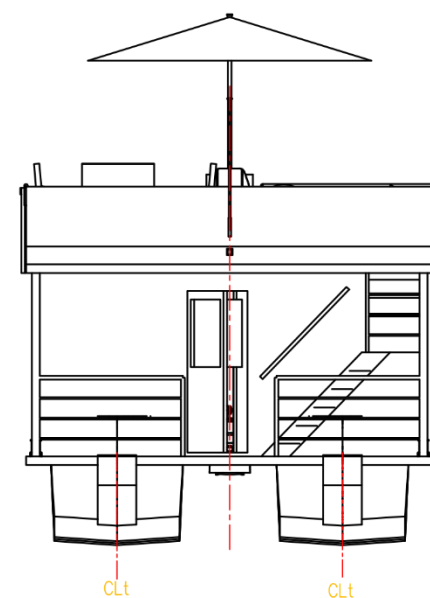
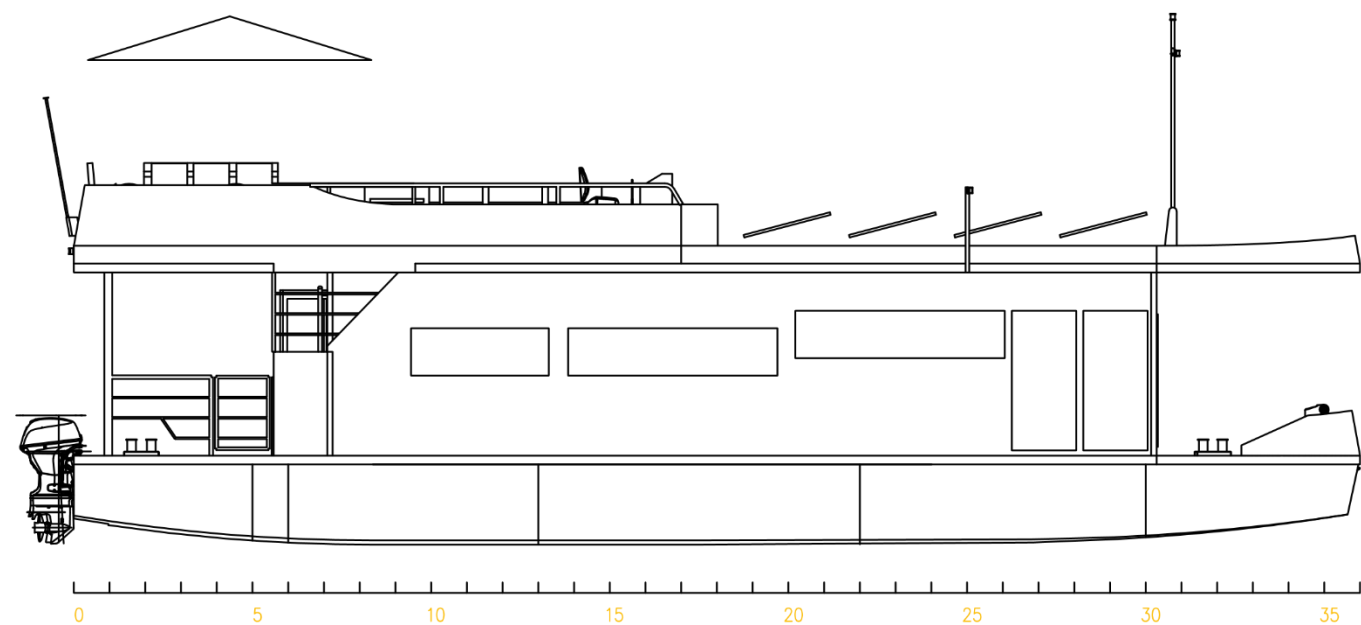
Slika 4.1.1. Visina palube [13]



Slika 4.1.2. Dužina trupova [14]



Slika 4.1.3. Dimenzije prve palube [15]



| | |
|-----------------------|-------|
| DULJINA TRUPA, LH (m) | 14,40 |
| ŠIRINA TRUPA, BH (m) | 4,60 |
| VISINA TRUPA (m) | 0,92 |
| GAZ, T (m) | 0,50 |

Materijal gradnje: aluminijska legura
 Projektna kategorija: B
 Područje plovitbe: IV
 Osobe: 8
 Posada: 1

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------------------|----------------|-----------|----------------|------------|----|------|----------|--------|--------|---------|
| Panonija Veritas d.o.o. | Naručitelj: | Kućica na vodi | Reg. br.: | OPĆI PLAN - IP | Crtež br.: | A3 | LST: | Mjerilo: | Datum: | Crtao: | Ovjera: |
| | Love2sail d.o.o. | HB-TB 14 | --- | | | | | | | | |

4.2. Osnovne tehničke karakteristike

Namjena

- Prijevoz 6 osoba u kabinama, 2 na pomoćnom ležaju
- Gospodarska namjena

Zona plovidbe

- Dunav

Materijal trupa

- AlMg4.5Mn
- AlMgSi1

Nadgrađe

- AlMg4.5Mn
- AlMgSi1
- Al paneli

Dimenzije (preko svega)

- L (m) = 14.40
- B (m) = 4.60

Gaz

- T (m) = 0.50

Glavna paluba

- Krmena terasa
- Kućica
- Pramčana terasa

Poriv

- Vanbrodski motori P (HP) = 2x40 Yamaha
- Brzina V (km/h) = 15.0

Sustavi

- Gorivo (dizel) 2x220 litara

- Gorivo (benzin) 1x110 litara
- Pitka voda 1x335 litara
- S&C voda 1x335 litara
- Topla voda 1x80 litara (grijač 220V – opcija dogrijavanja sa solarnim grijačima)
- Grijanje Webasto (diesel)
- Ventilacija (prirodna, osim u kupaonici i iznad kuhala)
- Opća služba (pranje paluba i ispiranje tanka S&C vode)
- Plin (kuhanje)

Kućica

- Kabina 1- krevet na kat
- Kabina 2- bračni krevet
- Kabina 3- bračni krevet
- Kupaonica i WC
- Hodnik
- Kuhinja
- Blagovaonica i društveni prostor

Blagovaonica i društveni prostor

- Stol s kutnom klupom i 4 stolice (uk. 8 osoba)
- Pomoćni ležaj za dvije osobe
- Kutni kauč (za skipera)
- Pult navigatora

Paluba krova

- Sunčalište (sjedalica i ležaljke)
- Pomoćni pult navigatora

Oprema

- Sidrenje i vez (električno sidreno vitlo)
- Tender (mali čamac)
- Signalizacija i navigacija
- Sigurnost i spašavanje
- Požar (dojava, suzbijanje i gašenje)
- Namještaj (kabine, salon, kupaonica, kuhinja, salon, sunčalište)

Elektrika

- Mreže 12 V i 220 V AC
- Banka olovnih baterija: servisne baterije i startne baterije motora
- Punjenje baterija
- Solarni paneli
- Alternatori motora poriva
- Regulator punjenja baterija

Potrošači

- Vitlo sidra
- Pumpa kaljuže
- Sig-nav svjetla i znaci
- Grijanje (voda)
- Ventilacija
- Hladnjak
- UIN
- Rasvjetna zabava
- Utičnice: 5V i 12V DC te 220V AC

4.3. Postupak modeliranja

Kod modeliranja ovakvih objekata, bitno je posvetiti pažnju trupovima. Moraju biti modelirani u skladu sa pravilima kako bi osigurali stabilnost i sigurnost konstrukcije. Prilikom projektiranja, bilo je neophodno pažljivo odabrati materijale za izgradnju trupova, uzimajući u obzir otpornost na koroziju, trajnost i specifičnu težinu. Pored toga, izbor materijala za unutarnju strukturu zahtijevao je dodatnu pažnju, jer je potrebno osigurati balans između čvrstoće i mase. Zanimljivo je navesti kako se detaljno projektiranje i proračunavanje trupova radi na kraju, jer je prvo potrebno znati sve mase, njihov raspored te gaz na kojem će plutajući objekt biti. Nakon svih tih dobivenih informacija, poznata je istisnina koju zauzima plutajuća kuća.

Prilikom modeliranja nadgrađa, bitno je ispuniti sva očekivanja naručitelja, odnosno zadovoljiti sve željene prostorne zahtjeve, ali također slijediti pravila struke te ne odstupati od zadanih normi. Također, konstantno treba imati na umu da na kraju dolazi opremanje samog objekta i da postoji mnogo kablova i cijevi za koje unaprijed treba znati ostaviti dovoljno mjesta u samom postupku modeliranja.

Nadalje, nakon završenog modela, potrebno je napraviti centraciju cijele konstrukcije kako bi se osigurala željena stabilnost, a isto tako kako bi se uklonila neželjena naginjanja koja u krajnjem slučaju mogu rezultirati prevrtanjem.

5. CENTRACIJA

Kod projektiranja plovnih objekata radi se položaj težišta sistema pomoću centracije svih masa. Cilj proračuna centracije je usklađivanje rasporeda masa na brodu tako da težište cijelog plutajućeg objekta padne u vertikalnu na plovnu liniju kroz težište istisnine.

Centracija je podijeljena na sljedeće grupe masa:

- Centracija trupa i nadgrađa
- Centracija opreme
- Centracija osoba i zaliha

5.1. Centracija trupa i nadgrađa

Prilikom centracije trupa i nadgrađa, u obzir su uzete sve mase koje utječu na ukupno težište sistema. Mase određenih elemenata su se računale po principu da se ukupni volumen određenog elementa izvukao iz softvera za modeliranje Rhino, te uz poznatu gustoću materijala se vrlo lako došlo do željene mase.

Tablica 5.1.1. Centracija trupa i nadgrađa

| Naziv elementa | A(uk) | | G1 | G | XG | YG | ZG | MX | MY | MZ | | |
|------------------|--------------------|-------------------|------|-------------------|----------------------|------------|------|--------|------|------------|-----------|-----------|
| | [mm ²] | [m ²] | kol. | [m ²] | [kg/m ²] | [kg] | [m] | [m] | [m] | [kgm] | [kgm] | [kgm] |
| Dna | 8935887 | 8.935887 | 4 | 35.743548 | 23.8333333 | 851.887894 | 6.51 | 0 | 0.06 | 5545.79019 | 0 | 51.113274 |
| Bokovi | 11898892 | 11.898892 | 4 | 47.595568 | 21.0833333 | 1003.47323 | 7.2 | 0 | 1.91 | 7225.00722 | 0 | 1916.6339 |
| Paluba 1+2 | 64094457 | 64.094457 | 1 | 64.094457 | 22.6875 | 1454.14299 | 7.11 | 0 | 1 | 10338.9567 | 0 | 1454.143 |
| Zrcala | 2811968 | 2.811968 | 1 | 2.811968 | 18.975 | 53.3570928 | 0.15 | 0 | 0.6 | 8.00356392 | 0 | 32.014256 |
| Pregrade u trupu | 12003123 | 12.003123 | 1 | 12.003123 | 15.8125 | 189.799382 | 5.83 | 0 | 0.48 | 1106.5304 | 0 | 91.103704 |
| Stijene kućice | 40824054 | 40.824054 | 1 | 40.824054 | 20.96875 | 856.029382 | 6.56 | 0.06 | 2.08 | 5615.55275 | 51.361763 | 1780.5411 |
| Paluba nadgrađa | 62636336 | 62.636336 | 1 | 62.636336 | 19.25 | 1205.74947 | 7.21 | 0.05 | 3.22 | 8693.45366 | 60.287473 | 3882.5133 |
| Linice | 27518968 | 27.518968 | 1 | 27.518968 | 15.46875 | 425.684036 | 5.52 | -0.017 | 3.15 | 2349.77588 | -7.236629 | 1340.9047 |

| | | | | | | |
|----------|-------|--------|-------|---------|---------|-------|
| 6040.123 | 6.769 | 0.0173 | 1.746 | 40883.1 | 104.413 | 10549 |
|----------|-------|--------|-------|---------|---------|-------|

5.2. Centracija opreme

Kod centracije opreme koja je dosta opširnija nego centracija trupa, bitno je što točnije navesti sve potrebne podatke koji spadaju pod navedeni proračun. Navode se svi elementi koju svojom masom utječu na ukupno težište sistema. Kao i kod prethodne centracije, kod izračuna masa opreme, koristili su se podaci iz softvera za modeliranje Rhino.

Tablica 5.2.1. Centracija opreme

| Naziv elemenata | L | B | A | t' | V | gama' | | G | XG | YG | ZG | MX | MY | MZ |
|---|------|------|-------|------|-------|-------|----------|---------|-------|-------|------|---------|---------|---------|
| | [dm] | [dm] | [dm2] | [dm] | [dm3] | kom | [kg/dm3] | [kg] | [m] | [m] | [m] | [kgm] | [kgm] | [kgm] |
| Prozori | | | 16.05 | 0.1 | 1.605 | | 3 | 4.815 | 9.82 | -0.19 | 2.06 | 47.2833 | -0.9149 | 9.9189 |
| Vrata vanjska K | | | | 0.4 | 40.9 | | 1.2 | 49.08 | 2.87 | 0.137 | 1.76 | 140.86 | 6.72396 | 86.3808 |
| Vrata vanjska P | 14.4 | 16 | 230.4 | 0.4 | 92.16 | | 1.8 | 165.888 | 1.31 | 0 | 3.24 | 217.313 | 0 | 537.477 |
| Paneli pregrada | | | | | 1115 | | 0.2 | 223 | 5.91 | 0.18 | 2.08 | 1317.93 | 40.14 | 463.84 |
| Vrata unutarnja | | | | | 166 | | 0.3 | 49.8 | 5.49 | 0.07 | 1.98 | 273.402 | 3.486 | 98.604 |
| Namještaj - kuhinja | | | 1544 | 0.2 | 308.8 | | 1 | 308.8 | 7.72 | 1.72 | 1.63 | 2383.94 | 531.136 | 503.344 |
| Namještaj - ostalo u kućici | | | | | 1446 | | 1.3 | 1879.8 | 7.22 | -0.93 | 1.47 | 13572.2 | -1748.2 | 2763.31 |
| Nameštaj na krovu 1 | | | 163 | 0.5 | 81.5 | | 1.2 | 97.8 | 6.38 | -1.64 | 3.59 | 623.964 | -160.39 | 351.102 |
| Nameštaj na krovu 2 | | | | | 110 | | 1.5 | 165 | 1.04 | -1.34 | 3.78 | 171.6 | -221.1 | 623.7 |
| Nameštaj na krovu 3 | | | | | 584 | | 1.2 | 700.8 | 1.19 | 1.46 | 3.81 | 833.952 | 1023.17 | 2670.05 |
| Nameštaj na krovu 4 | | | | | 320 | | 0.5 | 160 | 4.4 | 1.3 | 3.92 | 704 | 208 | 627.2 |
| Obloge pal. Glavna, vani | | | 2175 | 0.2 | 435 | | 0.8 | 348 | 6.39 | 0 | 1.02 | 2223.72 | 0 | 354.96 |
| Obloge pal. Glavna, u kućici | | | 4233 | 0.2 | 846.6 | | 0.8 | 677.28 | 7.48 | 0 | 1.02 | 5066.05 | 0 | 690.826 |
| Obloge pal krov, sunčalište | | | 2912 | 0.2 | 582.4 | | 0.8 | 465.92 | 3.43 | 0.1 | 3.22 | 1598.11 | 46.592 | 1500.26 |
| Paneli stropa | | | 4133 | 0.2 | 826.6 | | 0.2 | 165.32 | 7.52 | 0.03 | 3.12 | 1243.21 | 4.9596 | 515.798 |
| Oprema SAN 1 | | | 208 | 0.3 | 62.4 | | 1.5 | 93.6 | 6.44 | 1.05 | 1.89 | 602.784 | 98.28 | 176.904 |
| Oprema SAN 2 | | | | | 55.5 | | 1.4 | 77.7 | 6.5 | 1.8 | 1.25 | 505.05 | 139.86 | 97.125 |
| Oprema SAN 3 | | | | | 284.2 | | 0.3 | 85.26 | 5.68 | 1.77 | 1.39 | 484.277 | 150.91 | 118.511 |
| Ograde | | | | | 58.4 | | 2 | 116.8 | 2.4 | -0.32 | 2.78 | 280.32 | -37.376 | 324.704 |
| Stube | | | 124.2 | 0.1 | 12.42 | | 7.8 | 96.876 | 2.94 | -1.41 | 2.09 | 284.815 | -136.6 | 202.471 |
| Motori | | | | | 18.4 | | 6 | 110.4 | 0.06 | 0 | 0.86 | 6.624 | 0 | 94.944 |
| Tankovi - benzin & sustav | | | 476 | 0.1 | 47.6 | | 7.8 | 371.28 | 1.25 | 0 | 0.57 | 464.1 | 0 | 211.63 |
| Tank diesel & sustav | | | 173.9 | 0.1 | 17.39 | | 7.8 | 135.642 | 3.28 | -1.67 | 0.39 | 444.906 | -226.52 | 52.9004 |
| Tankovi voda & sustav | | | 764 | 0.1 | 76.4 | | 5 | 382 | 6.86 | 0 | 0.38 | 2620.52 | 0 | 145.16 |
| DEA | | | | | | | | 100 | 2.55 | -1.71 | 1.38 | 255 | -171 | 138 |
| Sidrenje, vez | | | | | 30.7 | | 7 | 214.9 | 10.19 | 0.01 | 1.17 | 2189.83 | 2.149 | 251.433 |
| SIG-NAV | | | | | 8 | | 4 | 32 | 10.57 | 0 | 4.14 | 338.24 | 0 | 132.48 |
| UIN | | | 595 | 0.3 | 178.5 | | 2 | 357 | 8.97 | -0.6 | 2.69 | 3202.29 | -214.2 | 960.33 |
| Solari | | | | | 480 | | 1 | 480 | 9.75 | 0 | 3.66 | 4680 | 0 | 1756.8 |
| 8114.76 5.76434 -0.0814 2.02842 46776.2 -660.91 16460.2 | | | | | | | | | | | | | | |

5.3. Centracija osoba i zaliha

Iako je predviđeno 8 ležajeva u plutajućoj kući, za centraciju osoba se uzima veći broj. Za potrebe ovog proračuna se uzelo da 12 ljudi može boraviti na ovom objektu.

U ovu grupu masa su uračunati i tankovi sa zalihama vode i goriva.

Tablica 5.3.1. Centracija osoba i zaliha

| Naziv | G | | | XG | YG | ZG | MX | MY | MZ | |
|--|------|--------|---------|-------|------|-------|------|----------|----------|---------|
| | [JM] | [kol.] | [kg/JM] | [kg] | [m] | [m] | [m] | [kgmg] | [kgm] | [kgm] |
| Gorivo (benzin) | L | 440 | 0.7 | 308 | 1.25 | 0 | 0.57 | 385 | 0 | 175.56 |
| Pitka voda | L | 372.3 | 1 | 372.3 | 6.86 | -1.45 | 0.37 | 2553.978 | -539.835 | 137.751 |
| S & C voda | L | 372 | 1 | 372 | 6.86 | 1.45 | 0.37 | 2551.92 | 539.4 | 137.64 |
| Provijant | kpt | 1 | 150 | 150 | 6 | 0 | 1.5 | 900 | 0 | 225 |
| Putnici | | 12 | 75 | 900 | 4 | 0 | 3.9 | 3600 | 0 | 3510 |
| Posada | | 2 | 75 | 150 | 6 | 0 | 2 | 900 | 0 | 300 |
| 2252.3 4.835456 -0.00019 1.99172 10890.9 -0.435 4485.951 | | | | | | | | | | |

5.4. Ukupna centracija

Kad se sve mase koje su korištene u centraciji zbroje, dobijemo da je cijela plutajuća kuća teška 16 407.18 kg. Ovaj podatak je dosta bitan u procesu projektiranja trupova jer daje točan podatak sa kojim se određuje istisnina trupova.

Tablica 5.4.1. Ukupna centracija i prikaz masa plutajuće kuće

| | G (kg) | XG (m) | YG (m) | ZG (m) | MX (kgm) | MY (kgm) | MZ (kgm) |
|------------------------------|-----------|--------|--------|--------|-----------|----------|-----------|
| TRUP | | | | | | | |
| SVE | 6,040.12 | 6.77 | 0.02 | 1.75 | 40,883.07 | 104.41 | 10,548.97 |
| | 6,040.12 | 6.77 | 0.02 | 1.75 | 40,883.07 | 104.41 | 10,548.97 |
| OPREMA I SUSTAVI | | | | | | | |
| sve | 8,114.76 | 5.76 | -0.08 | 2.03 | 46,776.24 | -660.91 | 16,460.16 |
| | 8,114.76 | 5.76 | -0.08 | 2.03 | 46,776.24 | -660.91 | 16,460.16 |
| PRAZAN OPREMLJEN BROD | 14,154.88 | 6.19 | -0.04 | 1.91 | 87,659.31 | -556.50 | 27,009.13 |
| ZALIHE I OSOBE | | | | | | | |
| sve | 2,252.30 | 4.84 | 0.00 | 1.99 | 10,890.90 | -0.44 | 4,485.95 |
| | 2,252.30 | 4.84 | 0.00 | 1.99 | 10,890.90 | -0.44 | 4,485.95 |
| PUN BROD | 16,407.18 | 6.01 | -0.03 | 1.92 | 98,550.21 | -556.93 | 31,495.08 |

6. Tehnološki proces izgradnje trupova i mosta

Plutajuća kuća biti će oslonjena na dva trupa povezana mostom. Trupovi i most koji će ih povezivati biti će izrađeni od aluminijskih panela. Tehnike varenja će se koristiti za spajanje aluminijskih panela u trupove, te isto tako za spajanje mosta sa trupovima.

Postoje i druga tehnološka rješenja koja su se mogla koristiti prilikom gradnje ovog plutajućeg objekta, ali istraživanjima, kalkulacijama te konzultacijama sa vlasnikom projekta izabran je gore navedeni način izgradnje.

Ostala tehnološka rješenja:

- Čelični trupovi i most. Ovakvo tehnološko rješenje bi uvelike povećalo masu cijele plutajuće kuće. Gustoća aluminijskih panela je 2.7 g/cm^3 dok je gustoća čelika 7.85 g/cm^3 .
- Izvedba čeličnih trupova sa spojem krutog mosta. Ovakav način spajanja mosta sa trupovima bi dao veću čvrstoću, ali bi bilo znatno teže projektirati takavu izvedbu mosta.
- Čelični trupovi i aluminijski most i nadgrađe. Brojna rješenja su izvedena na ovaj način iz razloga što čelik daje određenu čvrstoću trupa, dok je mala gustoća aluminijskih panela pogodna za nadgrađe, ali nedostatak ove metode je taj što za spajanje čelika i aluminijskih panela treba posebno znanje i stručan kadar radnika.

Tablica 6.1. Debljine limova

| Korigirane debljine | Oplata | | Ukrepa 1 | | Ukrepa 2 | | G1 (kg/m ²) | d' (mm) | fd |
|---------------------|--------|-------------------------|------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|-------------------------|---------|------|
| | d (mm) | G1 (kg/m ²) | korak ukrepe (m) | G11 (kg/m ²) | korak ukrepe (m) | G12 (kg/m ²) | | | |
| Dno | 6.00 | 16.50 | 0.20 | 4.13 | 0.60 | 3.21 | 23.83 | 8.67 | 1.44 |
| Bokovi | 5.00 | 13.75 | 0.20 | 4.13 | 0.60 | 3.21 | 21.08 | 7.67 | 1.53 |
| Paluba 1 - sredina | 6.00 | 16.50 | 0.20 | 4.13 | 0.60 | 1.38 | 22.00 | 8.00 | 1.33 |
| Paluba 2 | 6.00 | 16.50 | 0.20 | 4.13 | 0.60 | 2.75 | 23.38 | 8.50 | 1.42 |
| Zrcalo | 6.00 | 16.50 | 0.40 | 2.48 | | | 18.98 | 6.90 | 1.15 |
| Pregrade u trupu | 5.00 | 13.75 | 0.40 | 2.06 | | | 15.81 | 5.75 | 1.15 |
| Stijene kućice | 6.00 | 16.50 | 0.40 | 1.72 | 0.80 | 2.75 | 20.97 | 7.63 | 1.27 |
| Paluba nadgrađa | 5.00 | 13.75 | 0.20 | 4.13 | 0.60 | 1.38 | 19.25 | 7.00 | 1.40 |
| Linice | 5.00 | 13.75 | 0.40 | 1.72 | | | 15.47 | 5.63 | 1.13 |

Tablica 6.2. Debljine nosača i traka

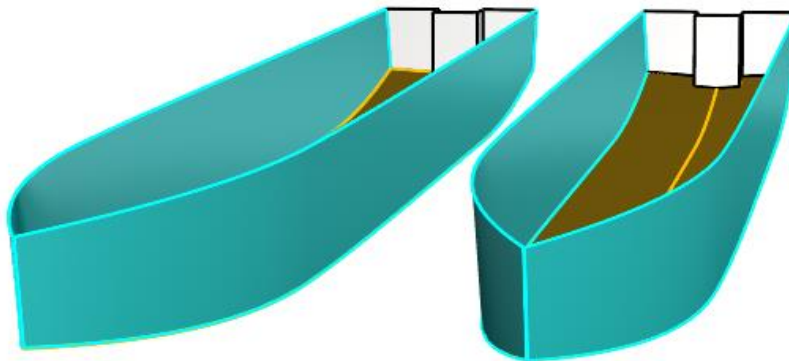
| T - nosači i trake | hs (mm) | ts (mm) | bp (mm) | tp (mm) | G1s (kg/m) | G1p (kg/m) | G1 (kg/m) |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|------------|------------|-----------|
| Dno | | | | | | | |
| Ukrepa 1 # 60 x 6 | 60.00 | 5.00 | | | 0.83 | 0.00 | 0.83 |
| Ukrepa 2 T 100 x 5 + 40 x 5 | 100.00 | 5.00 | 40.00 | 5.00 | 1.38 | 0.55 | 1.93 |
| Bokovi | | | | | | | |
| Ukrepa 1 # 60 x 5 | 60.00 | 5.00 | | | 0.83 | 0.00 | 0.83 |
| Ukrepa 2 T 100 x 5 + 40 x 5 | 100.00 | 5.00 | 40.00 | 5.00 | 1.38 | 0.55 | 1.93 |
| Paluba 1 - sredina | | | | | | | |
| Ukrepa 1 # 60 x 5 | 60.00 | 5.00 | | | 0.83 | 0.00 | 0.83 |
| Ukrepa 2 T 100 x 5 + 40 x 5 | 100.00 | 5.00 | 40.00 | 5.00 | 1.38 | 0.55 | 1.93 |
| Paluba 2 | | | | | | | |
| Ukrepa 1 # 60 x 5 | 60.00 | 5.00 | | | 0.83 | 0.00 | 0.83 |
| Ukrepa 2 T 80 x 5 + 40 x 5 | 80.00 | 5.00 | 40.00 | 5.00 | 1.10 | 0.55 | 1.65 |
| Zrcalo | | | | | | | |
| Ukrepa 1 # 60 x 6 | 60.00 | 6.00 | | | 0.99 | 0.00 | 0.99 |
| Pregrade | | | | | | | |
| Ukrepa 1 # 60 x 5 | 60.00 | 5.00 | | | 0.83 | 0.00 | 0.83 |
| Stijene nadgrađa | | | | | | | |
| Ukrepa 1 # 60 x 4 | 50.00 | 5.00 | | | 0.69 | 0.00 | 0.69 |
| Ukrepa 2 Cijev pravokutna 60 x 40 x 4 | 120.00 | 4.00 | 80.00 | 4.00 | 1.32 | 0.88 | 2.20 |
| Paluba nadgrađa | | | | | | | |
| Ukrepa 1 # 60 x 5 | 60.00 | 5.00 | | | 0.83 | 0.00 | 0.83 |
| Linica | | | | | | | |
| Ukrepa 1 # 50 x 5 | 50.00 | 5.00 | | | 0.69 | 0.00 | 0.69 |

6.1. Predmontaža trupova

Predmontaža trupova predstavlja sastavljanje dijelova broskog trupa. U brodogradnji nije uobičajeno da su u predmontaži trupovi već izrađeni, ali budući da se za ovaj projekt trupovi grade iz jednog dijela podijeljen je u nekoliko faza koje prate redoslijed gradnje trupova i njegove strukture. Svi prikazi navedenih faza su izvučeni iz softvera za modeliranje Rhino. Takav način prikazivanja daje najjasniji uvid u svaki dio faze.

6.1.1. Prva faza

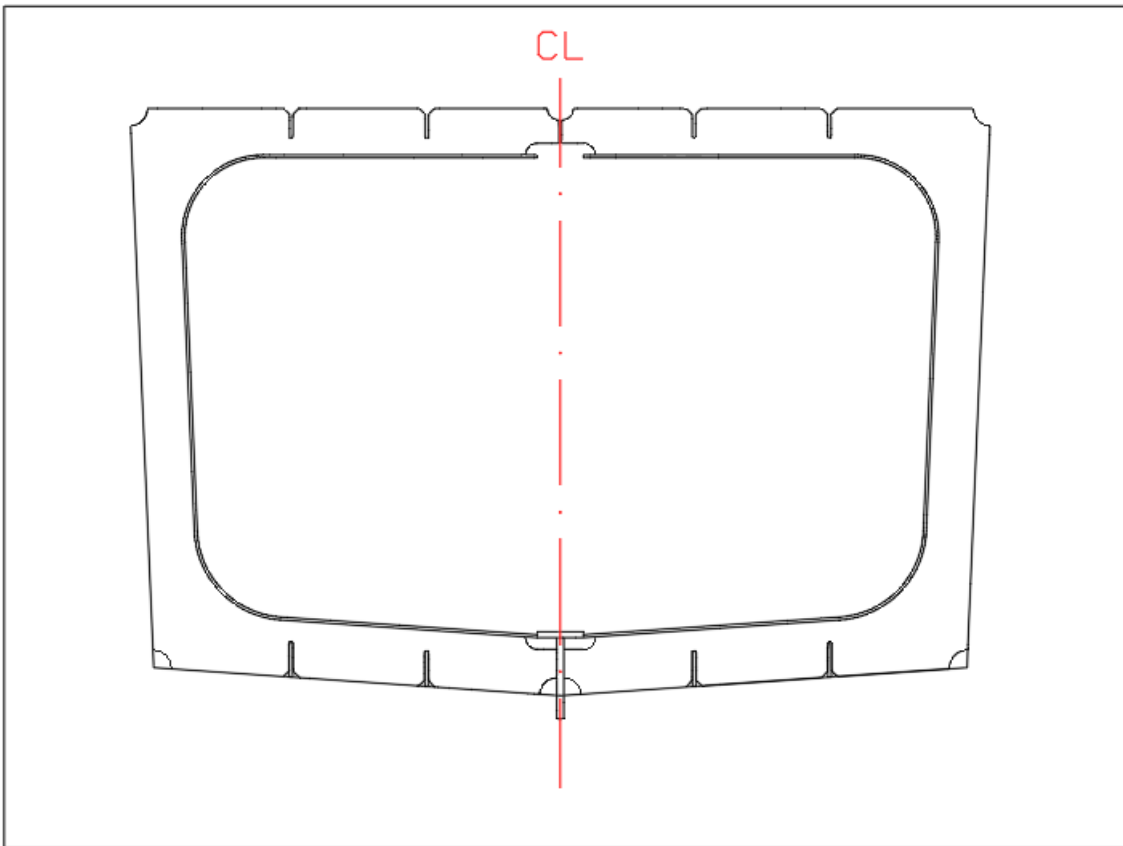
U prvoj fazi predmontaže trupovi se grade tehnikom zvanom „kobilicom gore“, tako da se aluminijski paneli oslonjeni na čeličnu kolijevku specifično konstruiranu za ovu potrebu okrenu naopako od normalnog položaja trupova. Ovom tehnikom obično se grade drveni brodovi, ali u ovom slučaju takva tehnika bit će prihvatljiva jer omogućuje vrlo lagan pristup u unutrašnjost trupova. Proces pozicioniranja panela zahtjeva veliku preciznost jer se spajaju paneli koji se nakon točnog spoja vare. Budući da se radi o katamaranskoj formi, isti se proces ponavlja za dva trupa. Nakon što su trupovi zavareni, oni se okreću i postavljaju na poklade. U ovoj fazi trupovi su osjetljivi na uvijanje jer nemaju nikakvu ojačanu strukturu.



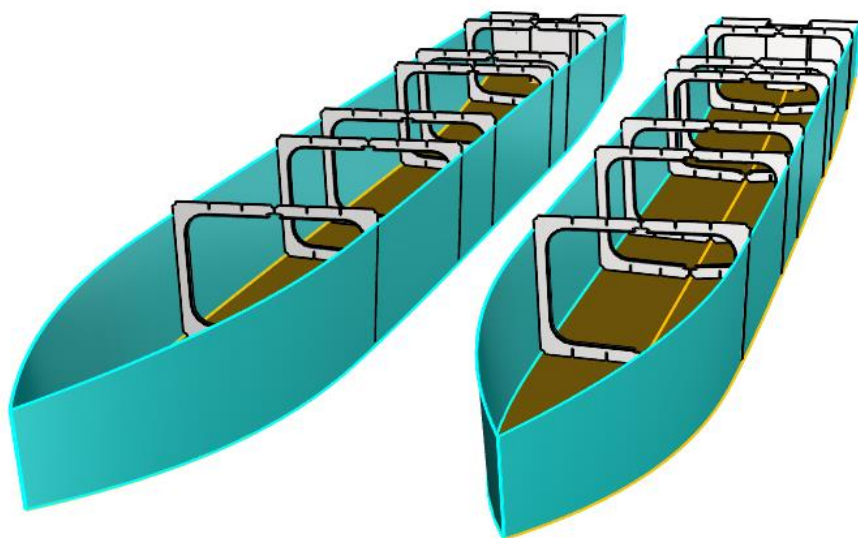
Slika 6.1.1. Izometrijski prikaz trupova nakon varenja i preokretanja [17]

6.1.2. Druga faza

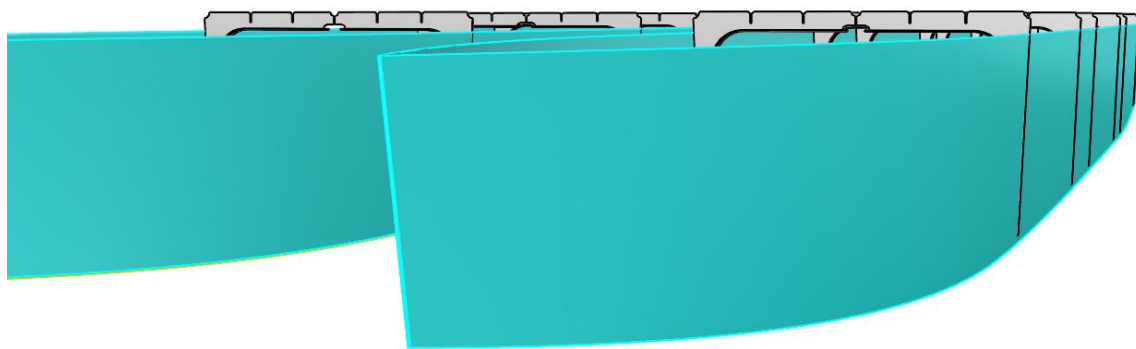
U drugoj fazi predmontaže trupova ugrađuju se okvirna rebra u trupove. Na slici 6.1.2.1 prikazan je poprečni presjek okvirnog rebra. Također se može vidjeti da visina okvirnih rebara i visina bočnih stranica trupova nisu iste, odnosno da su okvirna rebra izvučena iznad rubova trupa. Razlog tome je taj što će se na okvirna rebra zavariti konstrukcija mosta koja će spajati dva trupa u cjelinu.



Slika 6.1.2.1. Presjek glavnog rebra [18]



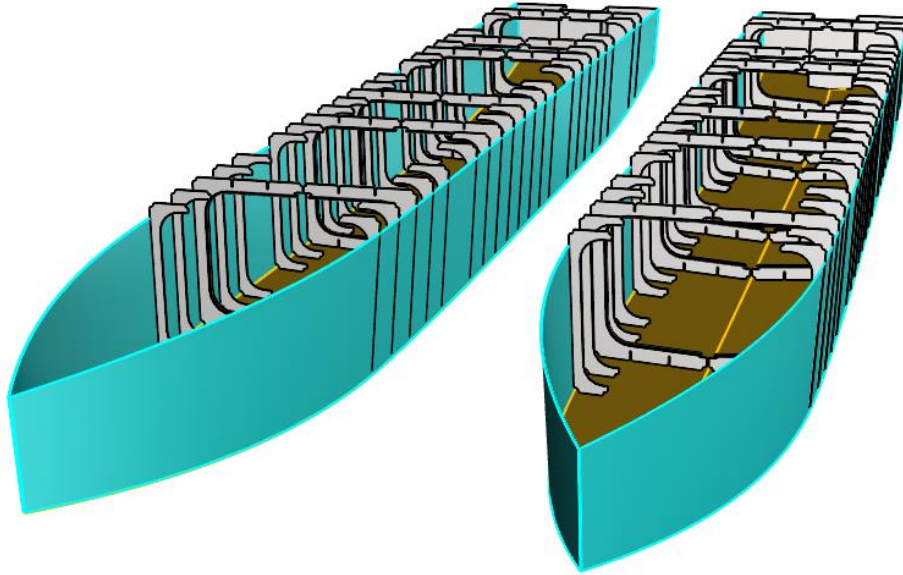
Slika 6.1.2.2. Izometrijski prikaz trupa sa glavnim rebrima [19]



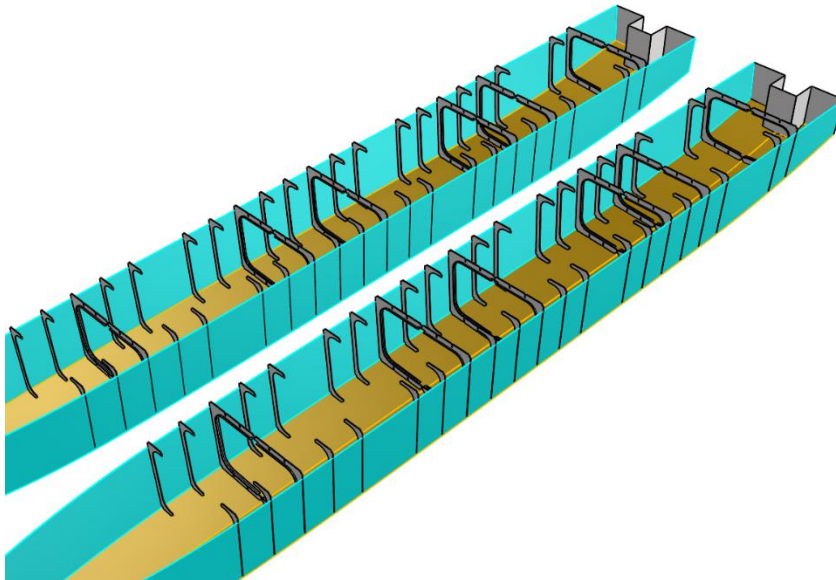
Slika 6.1.2.3. Izometrijski prikaz rebara u odnosu na trup [20]

6.1.3 .Treća faza

U trećoj fazi predmontaže trupova postavljaju se ostatak rebara. Sva obična rebra su također od aluminija. Zavarivanje se vrši tehnikom TIG zavarivanja za trup.



Slika 6.1.3.1. Izometrijski prikaz trupova sa okvirnim i običnim rebrima [21]

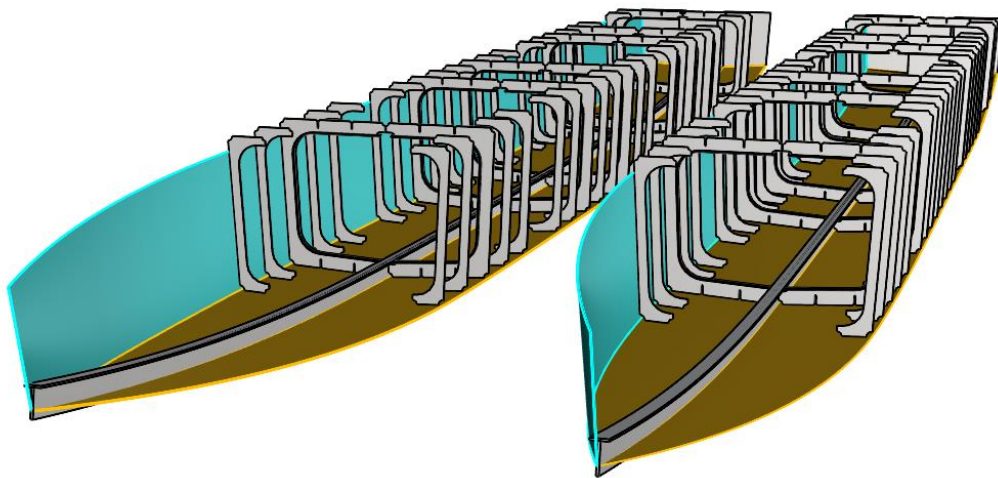


Slika 6.1.3.2. Izometrijski prikaz trupova sa okvirnim i običnim rebrima [22]

6.1.4. Četvrta faza

U četvrtoj fazi predmontaže ugrađuje se hrptenica, na način da se pokušava zadovoljiti njena neprekinutost, odnosno pokušava se ugraditi hrptenica napravljena iz jednog dijela.

Važan je element uzdužne čvrstoće broda, preuzima uzdužna opterećenja broda na valovima te lokalna opterećenja tereta i hidrostatskoga tlaka. Obično je spojena s pramčanom i krmenom statvom. Na brodovima s jednostrukim dnom takav se nosač naziva središnjim pasmom ili uspravnom kobilicom.³

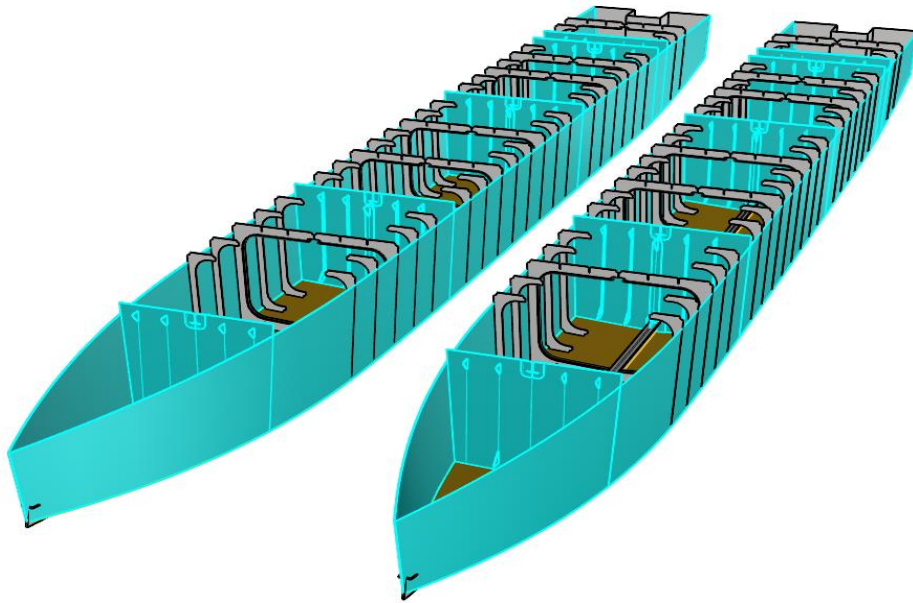


Slika 6.1.4.1. Izometrijski prikaz postavljene hrptenice [23]

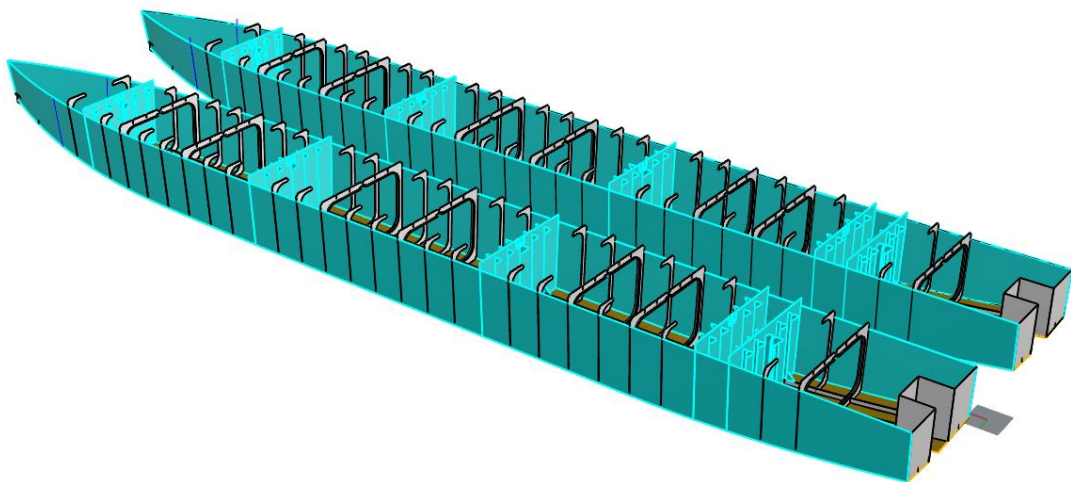
³ hrptenica. *Tehnički leksikon (2007), mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2024. Pristupljeno 16.8.2024. <https://tehnicki.lzmk.hr/clanak/hrptenica>

6.1.5. Peta faza

U petoj fazi predmontaže trupova ugrađuju se nepropusne pregrade. Osim što sudjeluju u poprečnoj čvrstoći broda, nepropusne pregrade su nužne kako bi se osigurala sigurnost broda u slučaju prodora vode. Pregrade zaustavljaju naplavlivanje cijelog trupa.



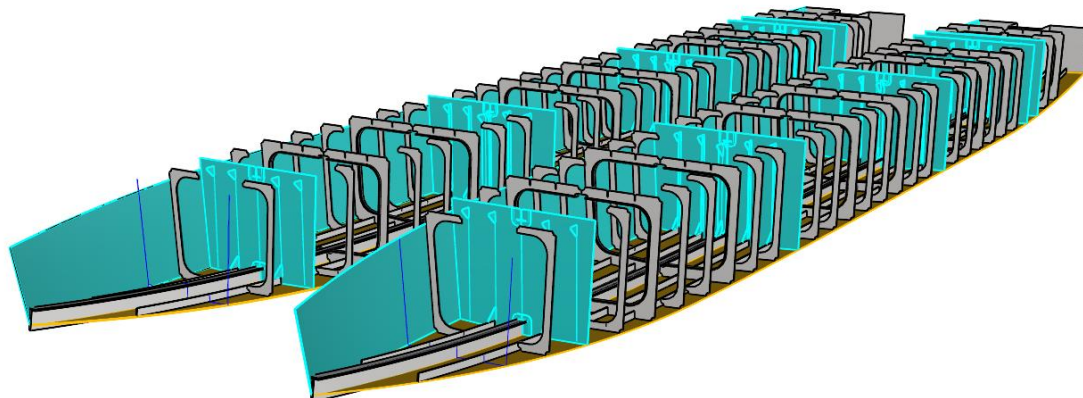
Slika 6.1.5.1. Izometrijski prikaz nepropusnih pregrada [24]



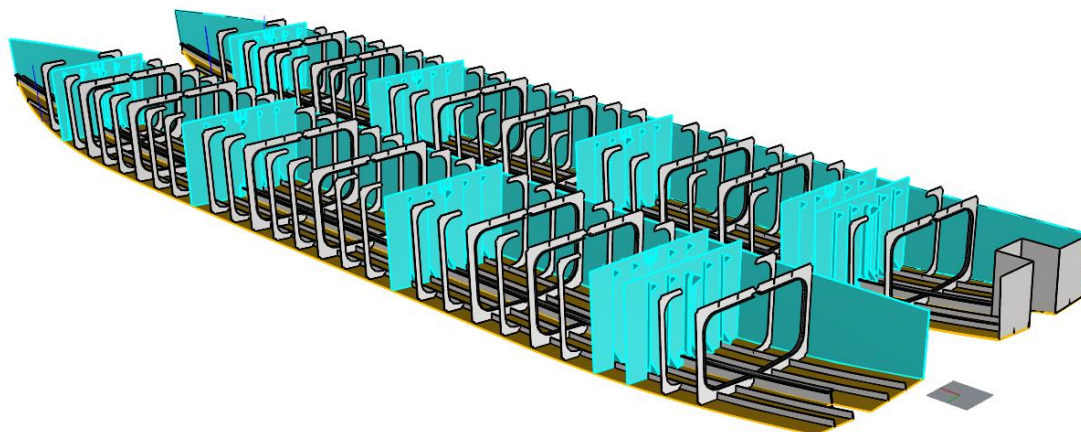
Slika 6.1.5.2. Izometrijski prikaz nepropusnih pregrada [25]

6.1.6. Šesta faza

U šestoj fazi ugrađuje se ostatak uzdužnih elemenata unutarnje strukture trupova.



Slika 6.1.6.1. Izometrijski prikaz uzdužnih elemenata trupa [26]



z

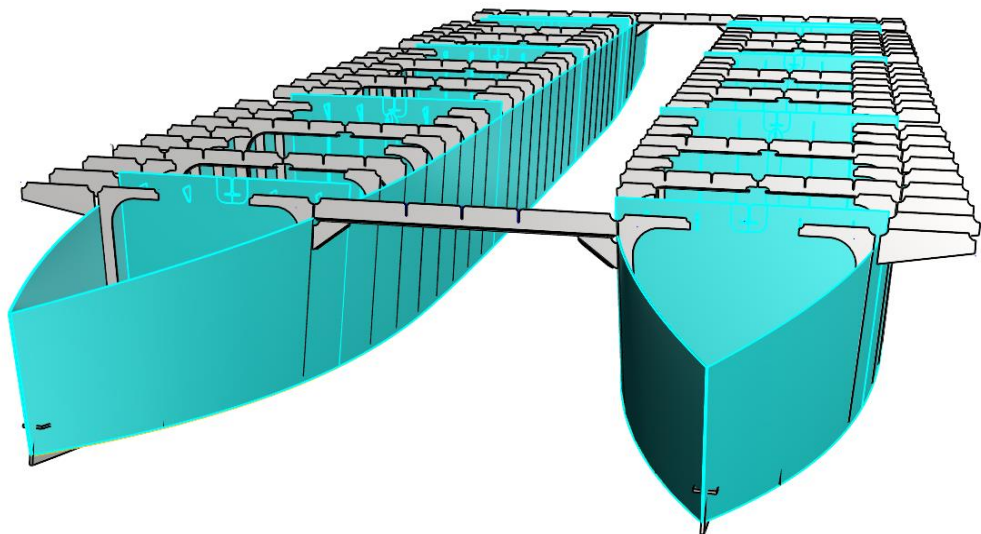
Slika 6.1.6.2. Izometrijski prikaz uzdužnih elemenata trupa [27]

6.2. Montaža mosta

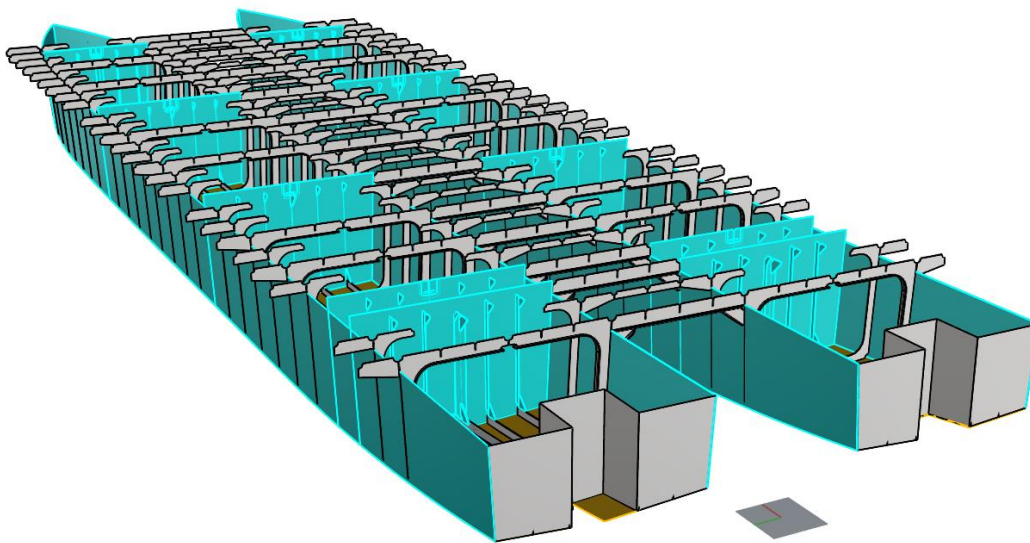
Slijedeći korak u izgradnji plutajuće kuće je povezivanje trupova pomoću mosta. Most je građen od aluminijske rešetkaste konstrukcije. Spajanje se izvodi TIG zavarivanjem. U ovom procesu također postoji nekoliko faza montaže.

6.2.1. Prva faza

U prvoj fazi se montira poprečna konstrukcija na rebra trupova. Nakon što je razmak između trupova određen, poklade na kojima su oslonjeni trupovi se dobro fiksiraju kako bi cijelo vrijeme razmak bio isti. Poprečna konstrukcija mosta montira se na način da se prvo vare krmena i pramčana aluminijska greda, te nakon toga se postepeno vari od krme prema pramcu.

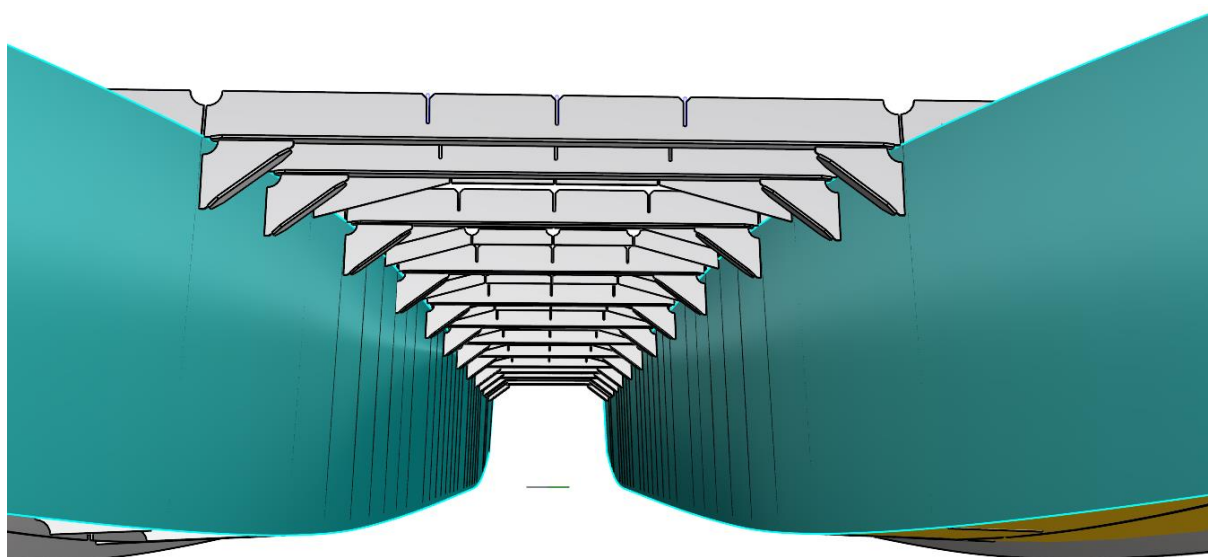


Slika 6.2.1.1. Izometrijski prikaz konstrukcije mosta [28]

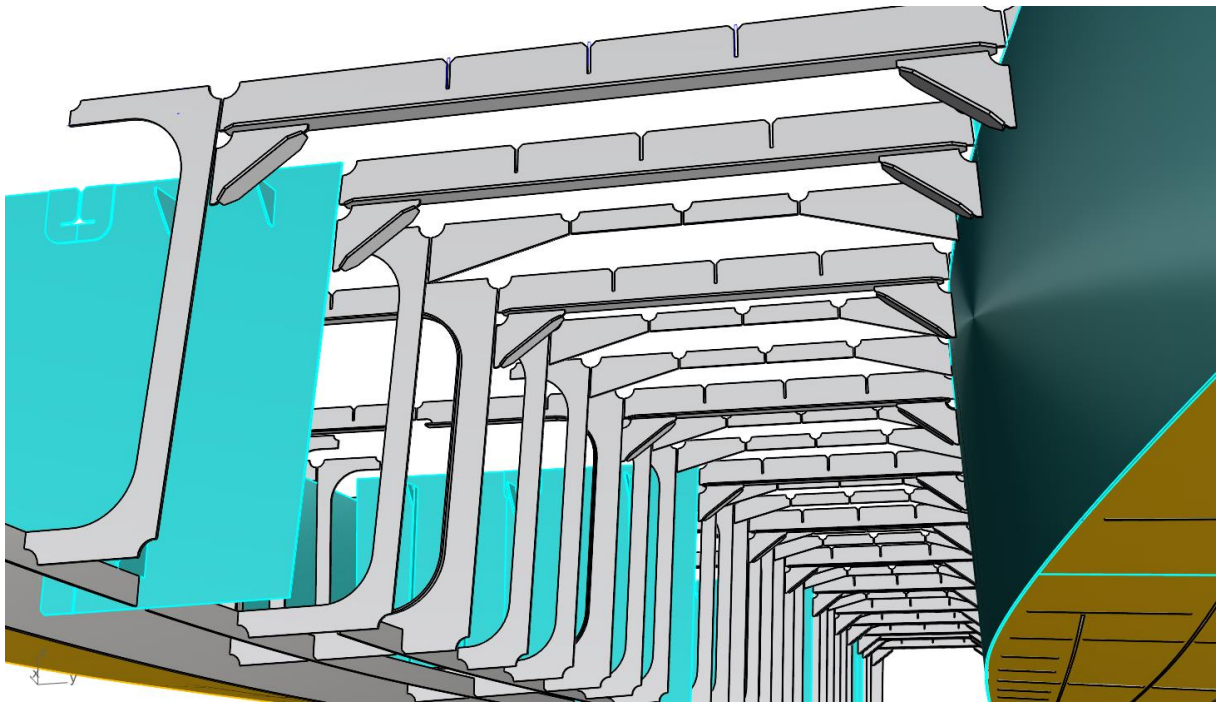


Slika 6.2.1.2. Izometrijski prikaz konstrukcije mosta [29]

Na slici 6.2.1.3. prikazana je izvedba spajanja mosta sa trupovima. Budući da su svi elementi građeni od istog materijala (aluminija) koristi se TIG varenje u procesu spajanja tih elemenata.

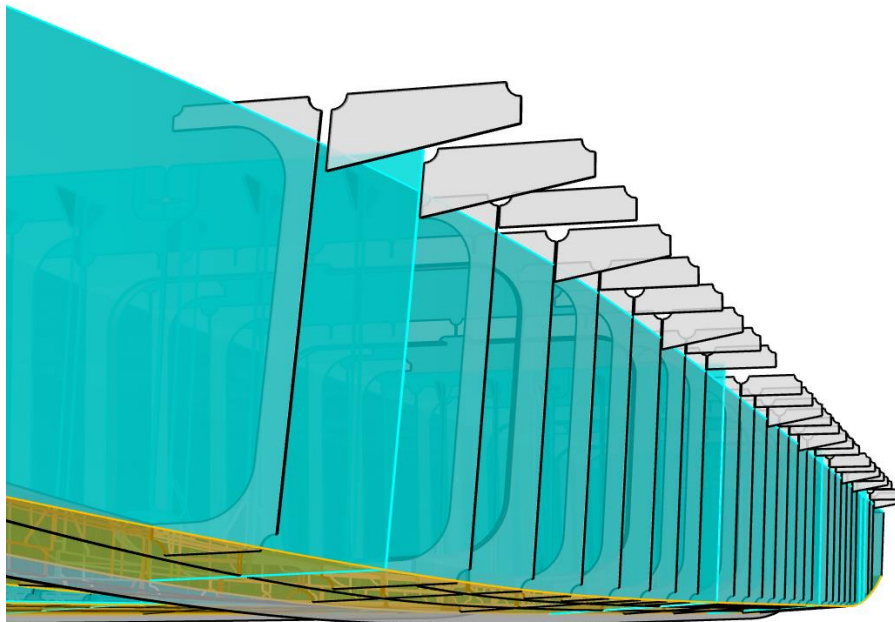


Slika 6.2.1.3. Načina spajanja mosta i trupova [30]



Slika 6.2.1.4. Način spajanja mosta i trupova [31]

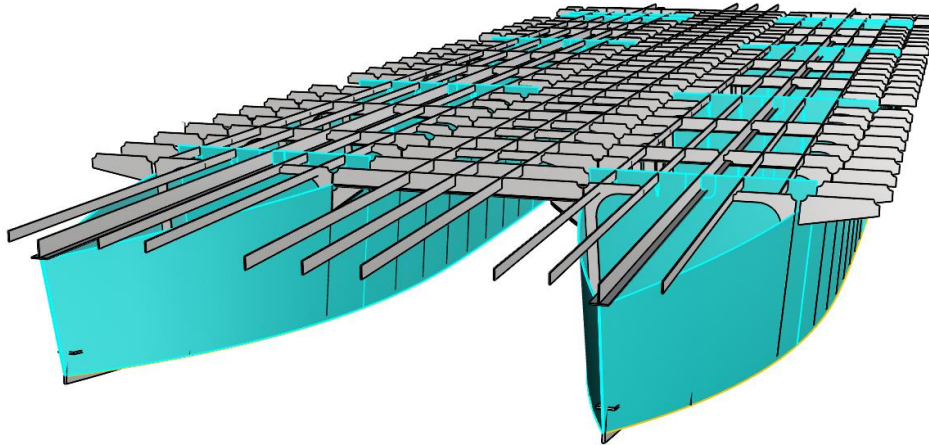
Na slici 6.2.1.5. se može primijetiti kako su sa vanjske strane trupova zavarena koljena koja služe za dodatno ukrućivanje same aluminijske konstrukcije na koju se ugrađuje paluba.



Slika 6.2.1.5. Prikaz koljena na vanjskoj strani trupova broda [32]

6.2.2. Druga faza

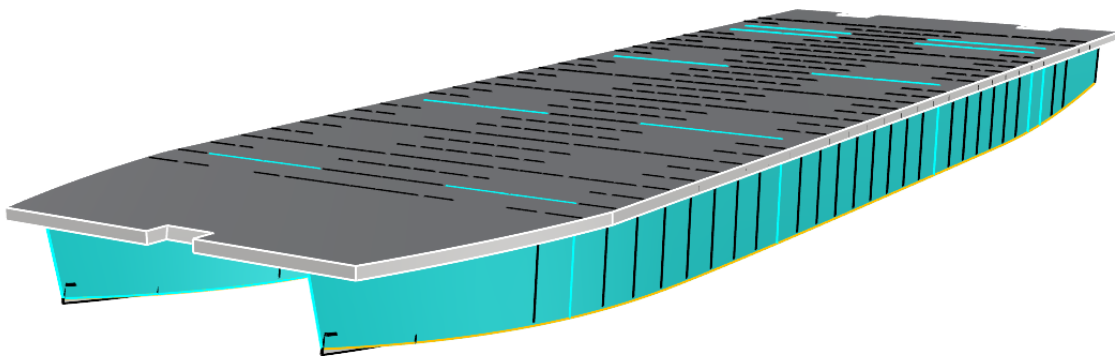
Prije aluminijske konstrukcije, na poprečne grede ugrađuju se elementi koji osiguravaju uzdužnu čvrstoću cjelokupnog nadgrađa. Ugradnjom uzdužnih i poprečnih kruto povezanih grednih nosača dobiva se konstrukcija koja je u brodogradnji poznata pod nazivom „roštilj“.



Slika 6.2.2.1. Izometrijski prikaz uzdužnih greda konstrukcije mosta [33]

6.2.3. Treća faza

Na konstrukciju roštilja ugrađuje se aluminijska struktura koja služi kao potpora glavnoj palubi, te isto tako služi kao zatvoreni okvir koji štiti roštilj od vanjskih utjecaja. Njena debljina iznosi 100mm, te je također zavarena postupkom TIG varenja. Sve tri faze zajedno čine most koji je definiran kao spoj trupova te kao nosiva konstrukcija cijelog nadgrađa.

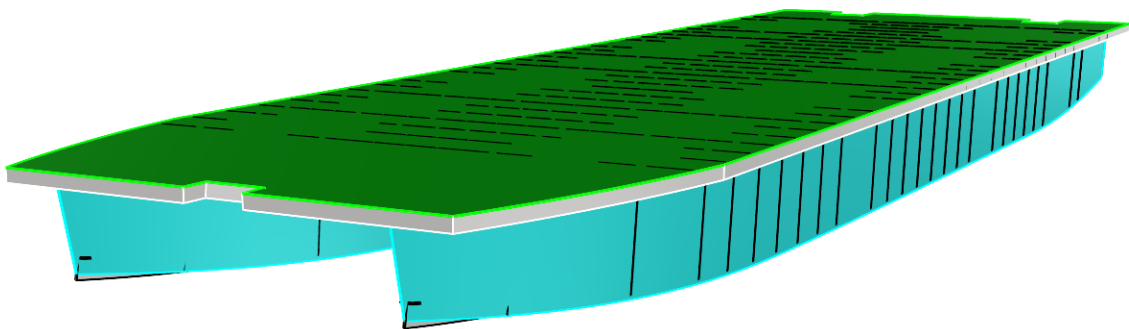


Slika 6.2.3.1. Izometrijski prikaz aluminijske konstrukcije mosta [34]

7. Tehnološki proces izgradnje nadgrađa

Na brodu, pokrivena i zatvorena nadgradnja na palubi nadvođa; proteže se od boka do boka broda; bočne stijene nisu uvučene od vanjske oplata više od 4% konstrukcijske širine broda; na prednjoj i stražnjoj strani n. završava pregradom; ako su stijene uvučene više od 4%, takva nadgradnja naziva se kućica. Nadgrađe se može protezati preko cijele duljine broda (dugo n.) ili je kraće (otprilike 15%) od duljine određene propisima klasif. zavoda (kratko n.) propisi baždarenju brodova razlikuju otvorena i zatvorena nadgrađa. Najčešće se n. izvodi kao nastavak osnovnog orebrenja i opločenja trupa, i to u lakšoj konstrukciji kako se ne bi smanjila stabilnost broda.⁴

Prije montaže nadgrađa na već postojeću aluminijsku konstrukciju montira se glavna paluba napravljena od aluminijskih panela.



Slika 7.1. Izometrijski prikaz glavne palube [35]

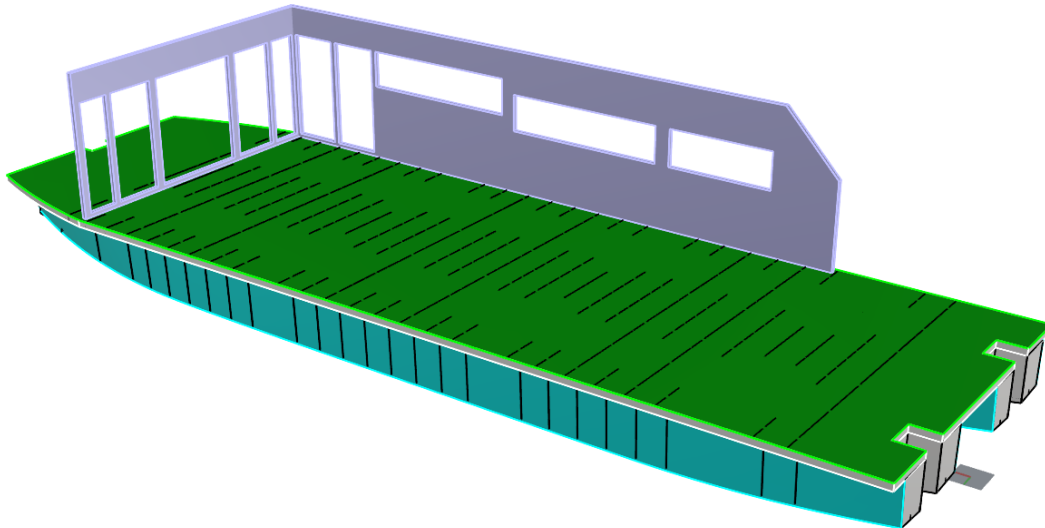
⁴ Pomorski leksikon (1990), mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2024. Prestupljeno 18.8.2024. <https://pomorski.lzmk.hr/clanak/nadgradje>.

7.1. Montaža vanjskih strana nadgrađa

Montaža nadgrađa izvodi se u nekoliko faza. Vanjske strane nadgrađa izrađene su od aluminija te se kao i sve prethodno zavaruju postupkom TIG zavarivanja.

7.1.1. Prva faza

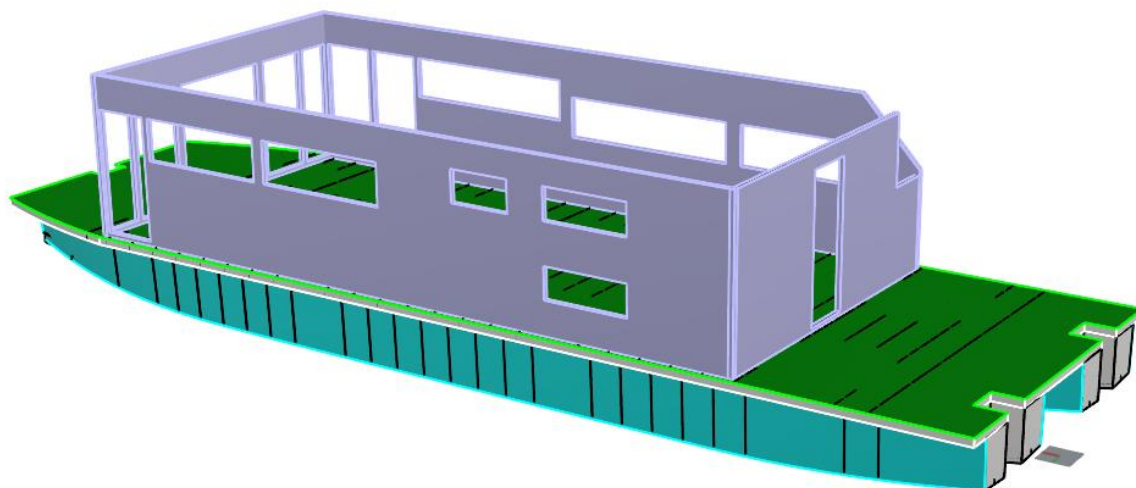
Montira se prvo desna bočna pa pramčana poprečna strana. Postupak se izvodi na ovaj način kako bi se osigurala stabilnost strana tijekom samog postupka montaže.



Slika 7.1.1.1. Izometrijski prikaz prve faze montaže nadgrađa [36]

7.1.2. Druga faza

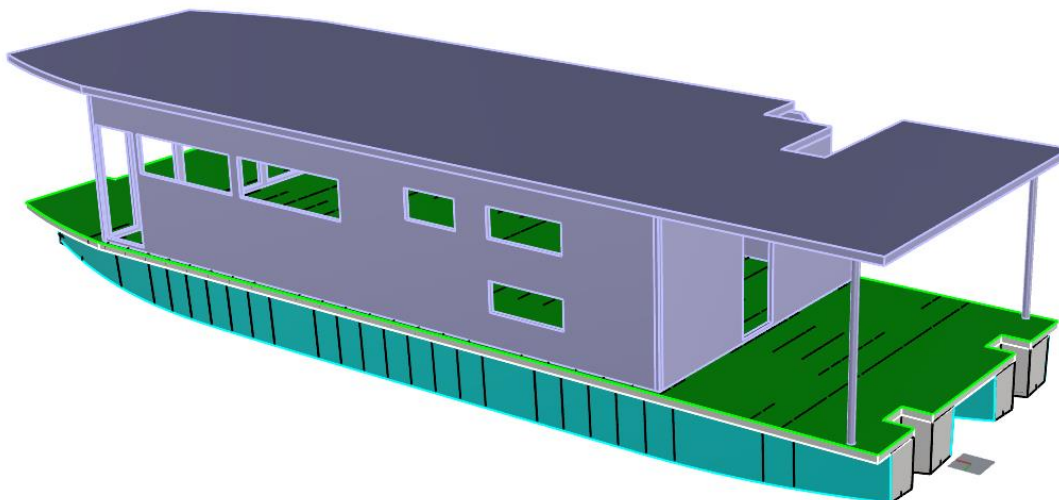
U drugoj fazi montaže nadgrađa na već ugrađene strane zavaruju se lijeva bočna te krmena poprečna strana. Nakon ovog dijela montaže nadgrađe je dobilo svoj oblik, odnosno zatvoreno je sa svih strana.



Slika 7.1.2.1. Izometrijski prikaz druge faze montaže nadgrađa [37]

7.1.3. Treća faza

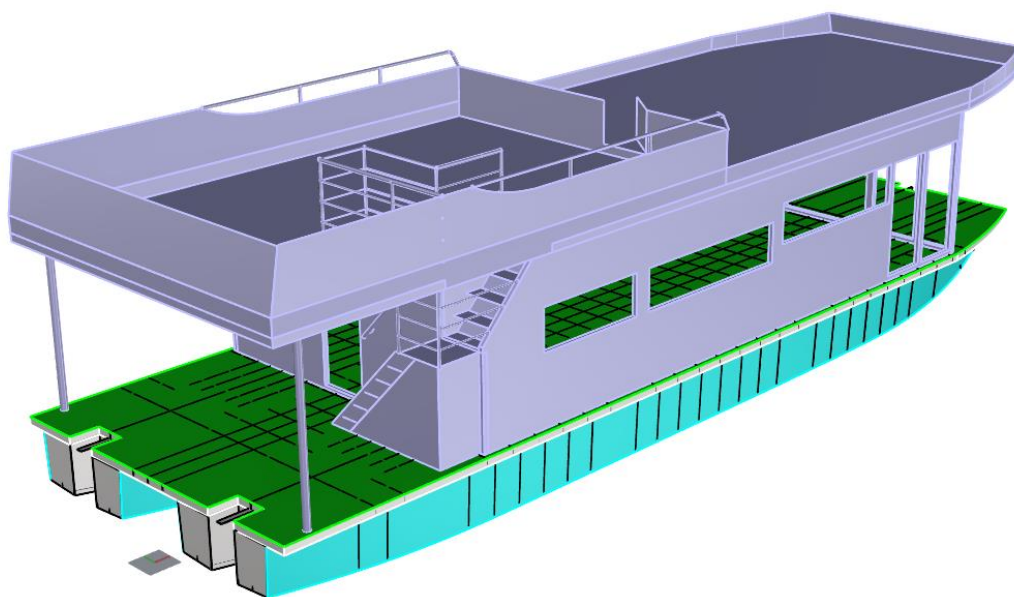
U ovoj fazi se montira druga paluba, te njene upore.



Slika 7.1.3.1. Izometrijski prikaz treće faze montaže nadgrađa [38]

7.1.4. Četvrta faza

Četvrta faza pokriva proces montiranja stepeništa te ostalih popratnih stvari na drugoj palubi. Ograda na prvoj palubi se još ne montira iz razloga što bi samo stvarala smetnje prilikom rada oko plutajuće kuće. Treba napomenuti kako se faza u kojoj se montira ograda na prvoj palubi neće posebno prikazati jer proces sam po sebi nije toliko zahtjevan ali se izvodi pri kraju.



Slika 7.1.4.1. Izometrijski prikaz četvrte faze izgradnje nadgrađa [39]

7.2. Montaža unutarnjih pregrada u nadgrađu

U ovom dijelu procesa izgradnje plutajuće kuće treba posebno obratiti pažnju na materijale koji se koriste za izgradnju pregrada unutar samog nadgrađa. U obzir se trebaju uzeti neki parametri koji trebaju biti zadovoljeni:

- Težina materijala
- Toplinska provodljivost
- Zvučna izolacija
- Lakoća oblikovanja
- Otpornost na vodu

Uzimajući sve navedene parametre, došlo se do zaključka da se unutarnje pregrade ne isplati praviti od aluminija, nego da je najbolje naručiti tvornički izrađene panele.

Odabrani paneli naručuju se iz španjolske firme koja se specifično bavi sa sustavima interijera za brodove i offshore konstrukcije „Panelfa“.

Na slici 7.2.1. prikazan je katalog odabranog panela. Njegove specifikacije su:

Završetci: Galvanizirani čelik

Debljina: 52 mm

Standardna širina: 560 mm

Maksimalna širina: 1190 mm

Klasa vatro nepropusnosti: B-15

Težina: 16,20 kg/m²

Redukcija zvuka: 40 dB

Wall Panels
Noise Reduction

PANELFA

Insulation Solutions

✓ FTG 50 NR

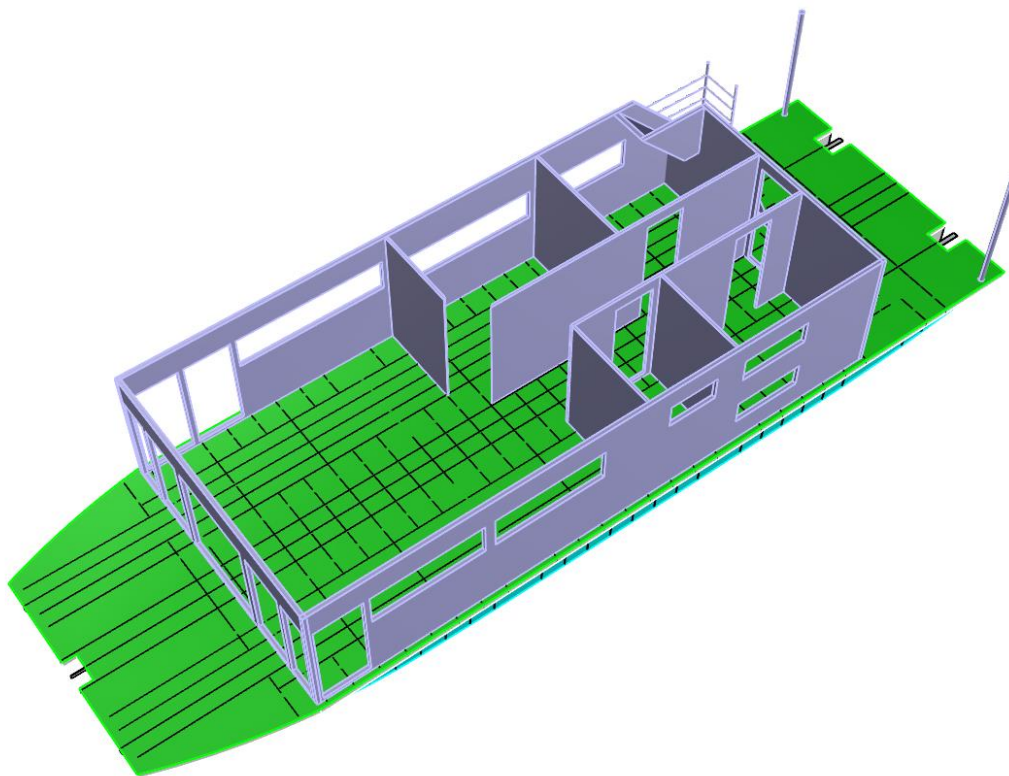
The FTG 50 NR offers an excellent finish with a single joint between panels.

FTG 50 NR is a sandwich panel made of two external layers of galvanized steel sheet coated on two faces with a decorative PVC layer of low flame propagation, the core is made of mineral wool all joined by a mono component glue specially designed for this product.

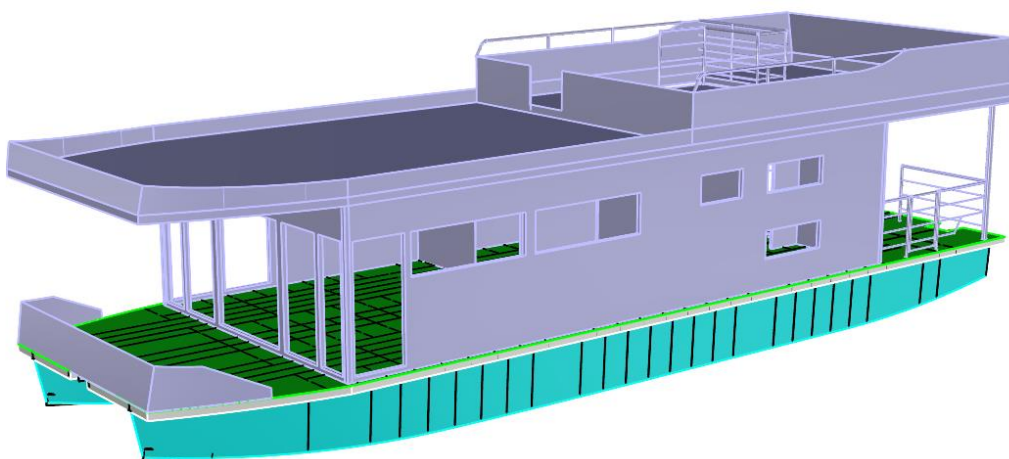
| Description | FTG 50 NR (Noise reduction) |
|---------------------|--|
| Finishes | Galvanised steel (Visible side covered with PVC - Finish by request) |
| Thickness | 52 mm |
| W, STD | 560 mm |
| W, max. | 1190 mm |
| L, max. | 2450 mm |
| Fire classification | B 15 |
| Weight | 16,20 Kg/m ² |
| Sound Reduction | 40 db |
| Application | Lining & partition |

Slika 7.2.1. Katalog odabranog panela za unutarnje pregrade nadgrađa⁵ [40]

⁵ Panelfa, s Interneta, <https://panelfa.com/wall-panels/>, 18. kolovoza 2024.



Slika 7.2.2. Izometrijski prikaz unutarnjih pregrada nadgrađa [41]

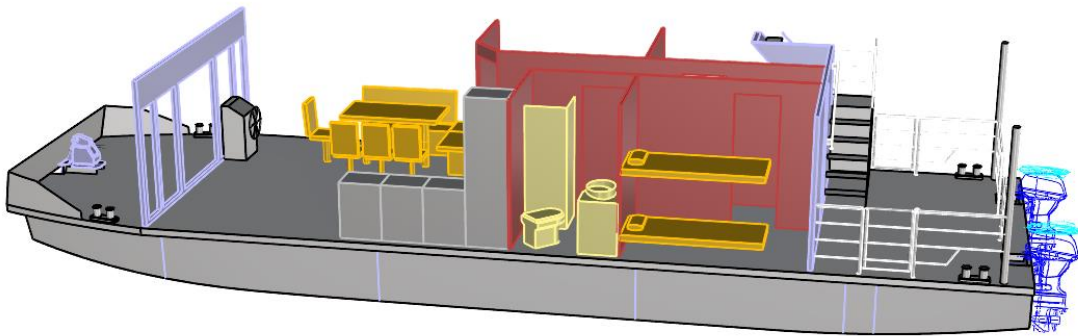


Slika 7.2.3. Izometrijski prikaz montiranog nadgrađa [42]

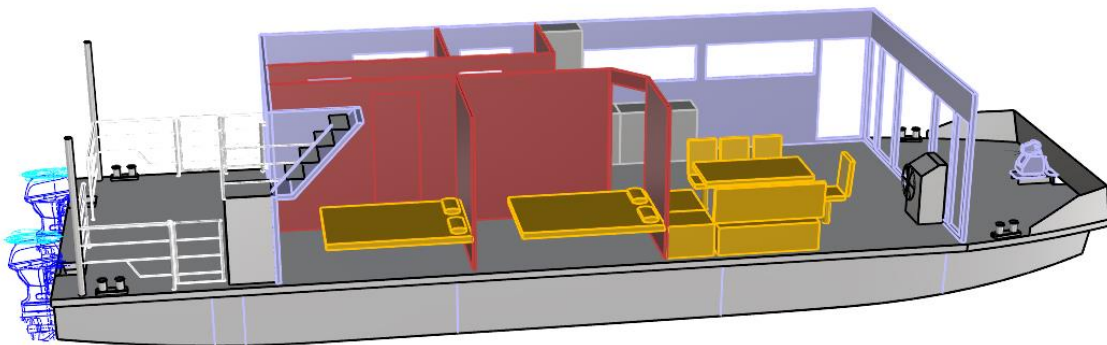
8. Opremanje plutajuće kuće

8.1. Interijer i eksterijer

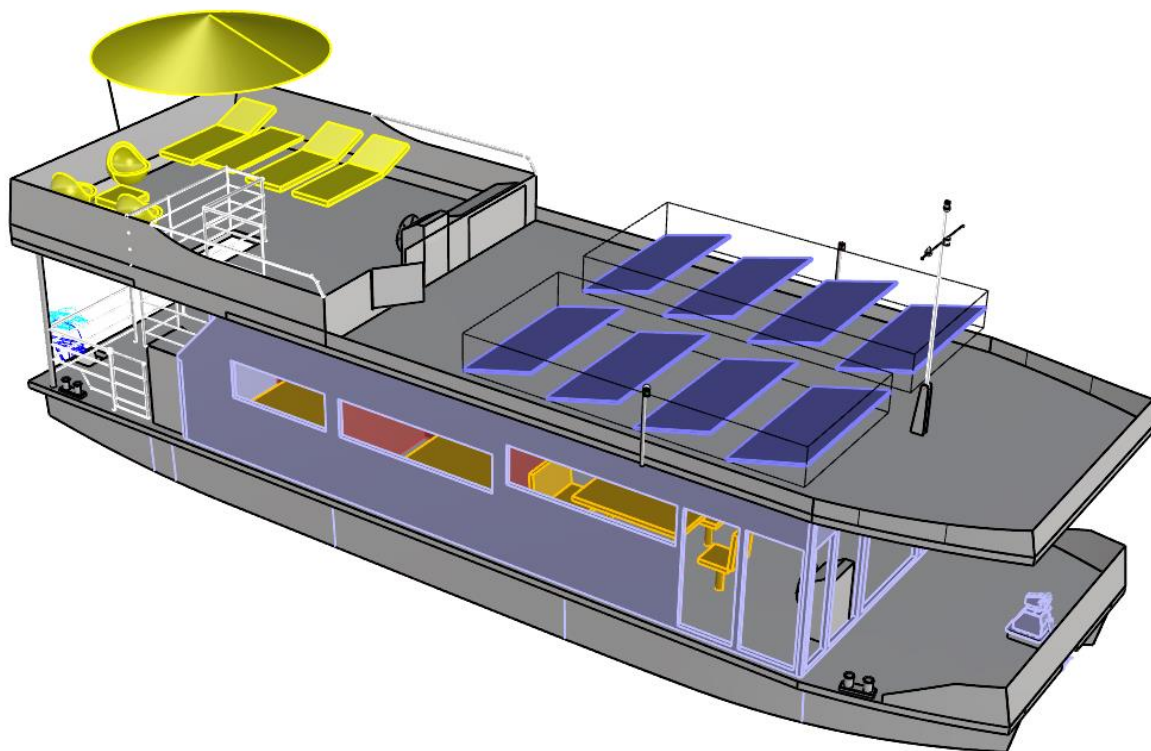
Pri odabiru materijala od kojih će se raditi interijer treba paziti na nekoliko stvari. Za razliku od zgrade ili kuće, na plutajućem objektu raspored masa je prilično bitan. Također gotovo kod svakog broda postoji manjak prostora, pa interijer treba biti praktičan i pažljivo odabran. Također treba uzeti u obzir veliku vlažnost kojoj je zbog blizine vode materijal konstantno izložen.



Slika 8.1.1. Izometrijski prikaz interijera [43]



Slika 8.1.2. Izometrijski prikaz interijera [44]



Slika 8.1.3. Izometrijski prikaz eksterijera [45]

8.2. Solarni paneli

Inovativnost ove plutajuće kuće pokušava se ostvariti na način da pomoću solarnih panela bude potpuno energetska neovisna. U nastavku slijedi kratki proračun snage solarnih panela te svih potrošača na plutajućoj kući.

Da bismo izradili osnovni projekt za napajanje plutajuće kuće solarnom energijom, prvo ćemo identificirati potrebne uređaje, odrediti njihovu potrošnju energije, a zatim izračunati koliko solarnih panela može proizvesti električne energije. Nakon toga ćemo vidjeti koliko solarna energija može pridonijeti napajanju kuće u kombinaciji s kopnenom mrežom.

Specifikacija sustava i potrošača

1. Solarni paneli:

- Broj panela: 8 panela
- Površina jednog panela: 2 m²
- Ukupna površina panela: 16 m²
- Prosječna učinkovitost solarnih panela: 18-22% (uzima se 20% kao srednja vrijednost)
- Prosječna solarna insolacija: 4-5 kWh/m²/dan (ovisno o lokaciji, uzima se 4,5 kWh/m²/dan)

2. Potrošači:

1. Hladnjak:

- Snaga: 100 W
- Radni sati: 24 h/dan
- Dnevna potrošnja: 100 W x 24 h = 2400 Wh = 2,4 kWh

2. LED žarulje (10 komada):

- Snaga po žarulji: 10 W
- Radni sati: 5 h/dan (prosječno)
- Dnevna potrošnja: 10 W x 10 žarulja x 5 h = 500 Wh = 0,5 kWh

3. Kuhalo za vodu:

- Snaga: 1500 W
- Radni sati: 0,5 h/dan
- Dnevna potrošnja: $1500 \text{ W} \times 0,5 \text{ h} = 750 \text{ Wh} = 0,75 \text{ kWh}$

4. Bojler (električni):

- Snaga: 2000 W
- Radni sati: 2 h/dan
- Dnevna potrošnja: $2000 \text{ W} \times 2 \text{ h} = 4000 \text{ Wh} = 4 \text{ kWh}$

5. Sustavi za upravljanje broda:

- Snaga: 200 W
- Radni sati: 24 h/dan
- Dnevna potrošnja: $200 \text{ W} \times 24 \text{ h} = 4800 \text{ Wh} = 4,8 \text{ kWh}$

6. Pumpa za gorivo:

- Snaga: 120 W
- Radni sati: 1 h/dan
- Dnevna potrošnja: $120 \text{ W} \times 1 \text{ h} = 120 \text{ Wh} = 0,12 \text{ kWh}$

7. Pumpa za pitku vodu:

- Snaga: 100 W
- Radni sati: 2 h/dan
- Dnevna potrošnja: $100 \text{ W} \times 2 \text{ h} = 200 \text{ Wh} = 0,2 \text{ kWh}$

Ukupna dnevna potrošnja:

- Hladnjak: 2,4 kWh
- LED žarulje: 0,5 kWh
- Kuhalo: 0,75 kWh
- Bojler: 4 kWh
- Sustavi upravljanja: 4,8 kWh
- Pumpa za gorivo: 0,12 kWh
- Pumpa za pitku vodu: 0,2 kWh

Ukupno: 12,77 kWh/dan

Proizvodnja solarne energije:

1. Ukupna površina panela: 16 m²
2. Učinkovitost panela: 20%
3. Prosječna dnevna insolacija: 4,5 kWh/m²/dan

Dnevna proizvodnja energije:

- $16 \text{ m}^2 \times 4,5 \text{ kWh/m}^2/\text{dan} \times 0,20 = 14,4 \text{ kWh/dan}$

Analiza i Zaključci:

- Dnevna proizvodnja solarne energije: 14,4 kWh
- Dnevna potrošnja energije: 12,77 kWh

Solarni paneli mogu proizvesti dovoljno energije da pokriju dnevne energetske potrebe plutajuće kuće, čak i uz malo rezervne energije (1,63 kWh)

Potrebni uređaji za sustav:

1. Solarni paneli:

- Model: REC Alpha Pure-R 410W
- Broj panela: 8
- Snaga po panelu: 410 W
- Ukupna snaga: 3280 W (3,28 kW)

2. Inverter:

- Model: Fronius Primo 3.0-1
- Snaga: 3 kW (kompatibilno s ukupnom snagom panela)
- Učinkovitost: ~98%

3. Baterijski sustav:

- Model: Tesla Powerwall 2
- Kapacitet: 13,5 kWh
- Maksimalna snaga: 5 kW (neprekidno)
- Dovoljno za pohranu viška energije za noćno napajanje i backup

4. Sustav upravljanja energijom (EMS):

- Model: Victron Energy Color Control GX
- Funkcija: Praćenje i upravljanje proizvodnjom i potrošnjom energije, kontrola baterija i invertera
-

Dodatne napomene:

- Rezerva: Preporučljivo je imati baterijski sustav kako bi se višak solarne energije pohranio za upotrebu tijekom noći ili oblačnih dana, čak i ako je objekt spojen na kopnenu mrežu.
- Integracija s mrežom: Kada solarni paneli proizvode više energije nego što je potrebno, višak može biti vraćen u kopnenu mrežu, a kada solarna proizvodnja nije dovoljna, energija se može preuzeti s mreže.

9. Dodatna ekološka rješenja u gradnji plutajuće kuće

Zadnjih nekoliko desetaka godina i sami smo svjesni da su brojne industrije uvelike zagadile okoliš te da takav način proizvodnje nikako nije održiv.

Zelene tehnologije u brodogradnji su ključne za smanjenje ekološkog otiska brodova, uključujući smanjenje emisija stakleničkih plinova, poboljšanje energetske učinkovitosti, te unapređenje održivih praksi u cijeloj industriji.

Uvođenjem solarnih panela, te postizanje gotovo potpune električne samostalnosti tijekom sunčanih dana pruža velik značaj u smanjenju ekološkog otiska konkretno ovog projekta. Međutim na smanjenje ekološkog otiska je se pazilo i tijekom izgradnje.

9.1. Gospodarenje otpadom

Kako je gotovo cijela plutajuća kuća napravljena od aluminijske kvalitete, odnosno optimizacija rasporeda dijelova na aluminijskom limu, igra ključnu ulogu u tom procesu. Korištenjem naprednih softverskih alata za nesting, poput SigmaNEST-a ili AutoNEST-a, moguće je značajno smanjiti količinu otpada kroz precizno i učinkovito raspoređivanje dijelova. Kombiniranje različitih projekata, korištenje standardnih formata limova i planiranje rezanja dodatno doprinose optimalnom iskorištavanju materijala. Povrh toga, spremanje preostalih komada za buduće potrebe te kontinuirana analiza učinkovitosti nestinga omogućuju trajno unapređenje proizvodnog procesa i smanjenje gubitaka, čime se ostvaruje pozitivan učinak na okoliš i smanjuju troškovi proizvodnje.

9.2. Korištenje recikliranih materijala

U izgradnji plutajuće kuće, osim aluminijske, ključno je integrirati i druge reciklirane materijale kako bi se dodatno smanjio ekološki otisak i povećala održivost projekta. Na primjer, reciklirana plastika može se koristiti za izradu izolacijskih ploča, čime se osigurava toplinska učinkovitost kuće uz smanjenje potrebe za novim materijalima. Također, reciklirano drvo može poslužiti za unutarnje obloge i podove, pružajući prirodan i ugodan osjećaj prostora. Korištenje recikliranih materijala u kombinaciji s aluminijem ne samo da pridonosi očuvanju okoliša, već

i omogućava stvaranje inovativnih i ekološki osviještenih prostora. Još jedan materijal vrijedan razmatranja je reciklirano staklo, koje se može koristiti za prozore, vrata ili dekorativne elemente unutar kuće. Reciklirano staklo pruža estetski ugodan izgled uz visoku energetska učinkovitost, posebno kada se koristi u izradi dvoslojnih ili troslojnih stakala koja pomažu u smanjenju gubitaka topline. Integracija ovih recikliranih materijala ne samo da čini plutajuću kuću ekološki prihvatljivijom, već također povećava njezinu trajnost i otpornost. Ovakav pristup omogućava stvaranje modernih, održivih životnih prostora koji su prilagođeni potrebama budućnosti, dok istovremeno smanjuju negativan utjecaj na planet.

10. Zaključak

Zaključak ovog rada potvrđuje da brodogradnja, kao inženjerska grana, doista nema granica. Plutajuća kuća na kojoj sam radio pruža savršenu sliku energetski neovisne plutajuće jedinice, demonstrirajući kako se brodograđevnim znanjima može stvoriti inovativan i održiv objekt. Dok brodogradnja tradicionalno obuhvaća rad s teškim metalima i velikim konstrukcijama, ovaj projekt pokazuje da primjenom klasičnih brodograđevnih tehnika možemo izgraditi plutajući objekt od 40-ak kvadrata, koji ne samo da zadovoljava moderne potrebe stanovanja, već i minimalizira ekološki otisak.

Kroz rad na projektu plutajuće kuće uvidio sam nove mogućnosti za razvoj u brodogradnji, ukazujući na to da inženjerska kreativnost i inovacija mogu dovesti do stvaranja novih tipova objekata koji su energetski učinkoviti, održivi i prilagođeni suvremenim izazovima. U svijetu koji se stalno mijenja, gdje se sve češće susrećemo s problemima poput poplava i globalnog porasta razine mora, ovakvi projekti predstavljaju rješenje koje može značajno pridonijeti sigurnosti i kvaliteti života. Brodogradnja se tako pozicionira kao ključna inženjerska disciplina za budućnost, spremna odgovoriti na rastuće zahtjeve za održivim rješenjima u dinamičnom i promjenjivom okruženju.

LITERATURA

1. Rubin, S.: „Embracing a Wetter Future, the Dutch Turn to Floating Homes“, s Interneta, <https://e360.yale.edu/features/the-dutch-flock-to-floating-homes-embracing-a-wetter-future>, 16. veljače 2024.
2. Maldives Floating City, s Interneta, <https://maldivesfloatingcity.com/>
3. hrptenica. *Tehnički leksikon (2007), mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav
4. Krleža, 2024. Pristupljeno 16.8.2024. <https://tehnicki.lzmk.hr/clanak/hrptenica> .
5. Pomorski leksikon (1990), mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2024. Pristupljeno 18.8.2024. <https://pomorski.lzmk.hr/clanak/nadgradje>

Popis slika

- Slika 2.1. Plutajuće kuće na rijeci Chau Doc [1]
- Slika 3.1.1. Plutajuće kuće u Amsterdamu [2]
- Slika 3.2.1. Prikaz koralja [3]
- Slika 3.2.2. Maldives floating city [4]
- Slika 4.1. Izometrijski pogled na plan plutajuće kuće [5]
- Slika 4.2. Izometrijski pogled na plan plutajuće kuće [6]
- Slika 4.3. Pogled s pramca [7]
- Slika 4.4. Pogled s krme [8]
- Slika 4.5. Pogled s boka [9]
- Slika 4.6. Pogled na trupove [10]
- Slika 4.7. Tlocrt prve palube [11]
- Slika 4.8. Tlocrt druge palube [12]
- Slika 4.1.1. Visina palube [13]
- Slika 4.1.2. Dužina trupova [14]
- Slika 4.1.3. Dimenzije prve palube [15]
- Slika 6.1.1. Izometrijski prikaz trupova nakon varenja i preokretanja [17]
- Slika 6.1.2.1. Presjek glavnog rebra [18]
- Slika 6.1.2.2. Izometrijski prikaz trupa sa glavnim rebrima [19]
- Slika 6.1.2.3. Izometrijski prikaz rebara u odnosu na trup [20]
- Slika 6.1.3.1. Izometrijski prikaz trupova sa okvirnim i običnim rebrima [21]
- Slika 6.1.3.2. Izometrijski prikaz trupa sa okvirnim i običnim rebrima [22]
- Slika 6.1.4.1. Izometrijski prikaz postavljene hrptenice [23]
- Slika 5.1.5.1. Izometrijski prikaz nepropusnih pregrada [24]
- Slika 6.1.5.2. Izometrijski prikaz nepropusnih pregrada [25]
- Slika 6.1.6.1. Izometrijski prikaz uzdužnih elemenata trupa [26]
- Slika 6.1.6.2. Izometrijski prikaz uzdužnih elemenata trupa [27]
- Slika 6.2.1.1. Izometrijski prikaz konstrukcije mosta [28]

Slika 6.2.1.2. Izometrijski prikaz konstrukcije mosta [29]

Slika 6.2.1.3. Način spajanja mosta i trupova [30]

Slika 6.2.1.4. Način spajanja mosta i trupova [31]

Slika 6.2.1.5. Prikaz koljena na vanjskoj strani trupova broda [32]

Slika 6.2.2.1. Izometrijski prikaz uzdužnih greda konstrukcije mosta [33]

Slika 6.2.3.1. Izometrijski prikaz aluminijske konstrukcije mosta [34]

Slika 7.1. Izometrijski prikaz glavne palube [35]

Slika 7.1.1.1. Izometrijski prikaz prve faze montaže nadgrađa [36]

Slika 7.1.2.1. Izometrijski prikaz druge faze montaže nadgrađa [37]

Slika 7.1.3.1. Izometrijski prikaz treće faze montaže nadgrađa [38]

Slika 7.1.4.1. Izometrijski prikaz četvrte faze izgradnje nadgrađa [39]

Slika 7.2.1. Katalog odabranog panela za unutarnje pregrade nadgrađa [40]

Slika 7.2.2. Izometrijski prikaz unutarnjih pregrada nadgrađa [41]

Slika 7.2.3. Izometrijski prikaz montiranog nadgrađa [42]

Slika 8.1.1. Izometrijski prikaz interijera [43]

Slika 8.1.2. Izometrijski prikaz interijera [44]

Slika 8.1.3. Izometrijski prikaz eksterijera [45]

Popis tablica

Tablica 5.1.1. Centracija trupa i nadgrađa

Tablica 5.2.1. Centracija opreme

Tablica 5.3.1. Centracija osoba i zaliha

Tablica 5.4.1. Ukupna centracija i prikaz masa plutajuće kuće

Tablica 6.1. Debljina limova

Tablica 6.2. Debljina nosača i traka

Sažetak

Početno je objašnjena tržnja čovjeka za životom u blizini vode, te kako su ljudi oduvijek imali potrebu praviti nastambe u blizini rijeka, jezera i mora. Nakon toga, dani su neki primjeri ljudskog života blizu rijeka i jezera, te su prikazane različite moderne izvedbe plutajućih objekata. U glavnom dijelu rada, opisuje se idejni projekt projektirane plutajuće kuće. Zahtjev vlasnika je bio da plutajuća kuća ima 40 kvadratnih metara, tri spavaće sobe, toalet i glavnu prostoriju sa blagovaonom i kuhinjom. Prikazani su razni proračuni poput centracije i odabira debljine materijala. Nakon toga je prikazano nekoliko različitih tehnoloških rješenja kojima se može graditi plutajuća kuća, odabran je jedan način te je detaljno pojašnjen. Nakon toga, prikazan je tehnološki proces gradnje trupova, mosta i nadgrađa. Svaki proces podjeljen je u nekoliko svojih faza. Također je prikazan postupak ugradnje interijera kao i dodatne opreme. Bitno je naglasiti kako se na plutajućoj kući nalaze solarni paneli zbog kojih je ovaj projekt potpuno nezavisan od električne mreže sa kopna. Tijekom postupka gradnje, maksimalno se pazilo na gospodarenje otpadom.

Ključne riječi: plutajuća kuća, tehnologija gradnje

Abstract

At the beginning, it was explained the human demand for life near water, and how people have always had the need to build dwellings near rivers, lakes and the sea. After that, some examples of human life near rivers and lakes are given, and various modern designs of floating objects are shown. In the main part of the work, the conceptual design of the designed floating house is described. The owner's request was that the floating house has 40 square meters, three bedrooms, a toilet and a main room with dining room and kitchen. Various calculations such as centering and selection of material thickness are shown. After that, several different technological solutions that can be used to build a floating house were presented, one method was chosen and explained in detail. After that, the technological process of building hulls, bridges and superstructures was presented. Each process is divided into several phases. The process of installing the interior as well as additional equipment is also shown. It is important to emphasize that there are solar panels on the floating house, which makes this project completely independent of the electricity grid from the mainland. During the construction process, maximum attention was paid to waste management.

Key words – floating house, technology design