

Konstruktivska obilježja brodova za prijevoz putnika - trajekt Petar Hektorović

Kaluža, Miro

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Maritime Studies / Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:164:097309>

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

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

Repository / Repozitorij:

[Repository - Faculty of Maritime Studies - Split - Repository - Faculty of Maritime Studies Split for permanent storage and preservation of digital resources of the institution](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU
POMORSKI FAKULTET U SPLITU**

MIRO KALUŽA

**KONSTRUKCIJSKA OBILJEŽJA
BRODOVA ZA PRIJEVOZ PUTNIKA –
TRAJEKT PETAR HEKTOROVIĆ**

ZAVRŠNI RAD

SPLIT, 2021.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
POMORSKI FAKULTET U SPLITU**

STUDIJ: BRODOSTROJARSTVO

**KONSTRUKCIJSKA OBILJEŽJA
BRODOVA ZA PRIJEVOZ PUTNIKA –
TRAJEKT PETAR HEKTOROVIĆ**

ZAVRŠNI RAD

MENTOR:

Prof. dr. sc. Joško Dvornik

STUDENT:

Miro Kaluža

(MB:0171269271)

SPLIT, 2021.

SAŽETAK

Svrha ovog rada je objasniti, navesti i prikazati konstrukcijska obilježja trgovačkih brodova namijenjenih za prijevoz putnika. Brodski prijevoz putnika pripada grani pomorstva koji se u današnjici znatno razvija rezultirano sve većim interesom ljudi. Zbog tih razloga konstrukcija i izvedba takvih brodova mora biti primjerena potrebnoj razini stabilnosti i sigurnosti broda ujedno kao i sigurnost ljudskih života na takvim brodovima. Prvenstveno u ovom radu će biti opisan sam razvoj putničkih brodova kroz povijest te vrste takvih brodova popraćeno detaljnim opisom načina konstruiranja putničkih brodova uz tehničke karakteristike istih. Završni dio rada se odnosi na obradu teme navedenog primjera trajekta.

Ključne riječi: *konstrukcija, tehničke karakteristike, trajekt, razvoj, sigurnost*

ABSTRACT

The purpose of this paper is to explain, list and present the construction features of commercial ships intended for passenger transport. Passenger transport belongs to the maritime branch, which is developing significantly nowadays, which resulted in growth of people's interest. For these reasons, the construction and execution of such ships must be appropriate to the required level of stability and safety of the ship as well as the safety of human life on such ships. Primarily in this paper, the development of passenger ships throughout the history and types of ships will be described, accompanied by a detailed description of the construction methods of passenger ships with their technical characteristics. The final part of the paper refers to the elaboration of the topic of the stated example of a ferry.

Keywords: *construction, technical characteristics, ferry, development, safety*

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. RAZVOJ PUTNIČKIH BRODOVA	2
2.1. POČETCI PUTNIČKIH BRODOVA U HRVATSKOJ.....	4
3. VRSTE PUTNIČKIH BRODOVA	6
3.1. PREKOOCEANSKI BRODOVI.....	6
3.2. BRODOVI ZA KRSTARENJE	7
3.3. TRAJEKTI.....	8
3.4. OBALNI BRODOVI.....	9
4. KONSTRUKCIJSKA OBILJEŽJA BRODA	10
4.1. SUSTAVI GRADNJE BRODA	10
4.1.1. Poprečni sustav gradnje	10
4.1.2. Uzdužni sustav gradnje	11
4.1.3. Mješoviti sustav gradnje	12
4.2. STRUKTURA DNA.....	14
4.2.1. Jednostruko dno.....	16
4.2.2. Dvodno	17
4.3. PREGRADE	19
4.4. SUSTAV OREBRENJA	22
4.5. LINICE	24
4.6. VANJSKA OPLATA	25
4.7. NADGRAĐA	27
4.8. PALUBE	29
4.9. PRAMČANI PIK	30
4.10. KRMENI PIK	32
4.11. MATERIJALI GRADNJE.....	34
5. TRAJEKT PETAR HEKTOROVIĆ	36
6. ZAKLJUČAK	44
LITERATURA	45
POPIS SLIKA	46
POPIS KRATICA	48

1. UVOD

Putnički brod je vrsta trgovačkog broda kojemu je osnovna namjena prijevoz putnika. Kategorija ne uključuje teretne brodove koji raspolažu s ograničenim kapacitetom ukrcaja putnika, kao teretnjake sa smještajem za dvanaest putnika, nekada opće prisutne na morima, gdje je prijevoz putnika bio sporedan u odnosu na prijevoz tereta.

Do nedavno, svi prekoceanski brodovi osim prijevoza putnika, obavljali su i transport pošte, pakiranog tereta i drugih tovara zajedno s prtljagom putnika, te su bili opremljeni brodskim skladištima, dizalicama i samaricama, ili drugom opremom za utovar i iskrcaj tereta. Tek u najnovijim prekoceanskim brodovima i doslovno u svim brodovima za krstarenje mogućnost prijevoza tereta je ukinuta. Iako su putnički brodovi dio trgovačke mornarice, često su u slučaju rata, u flotama ratnih mornarica, bili korišteni kao brodovi za vojne potrebe.

Putnički brodovi su brodovi koji prevoze više od 12 putnika. Mogu se podijeliti na prekoceanske brodove, brodove za kružna putovanja, trajekte i obalne brodove. Putnički brodovi moraju zadovoljiti stroge tehničke zahtjeve koji se tiču sigurnosti plovidbe. Međunarodne propise vezane za putničke brodove donosi *IMO*. Odgovornost *IMO*-a jest stvoriti standarde koji bi poboljšali sigurnost međunarodne plovidbe i koji bi spriječili onečišćenje mora s brodova.

Sigurnost putnika je uvijek na prvom mjestu. Iz ove činjenice proizlaze zahtjevi za sigurnošću koji su ispunjeni kvalitetnom konstrukcijom broda. Strukturni sastav broskog trupa predstavlja konstrukciju broda. Pod tim se podrazumijeva raspored, dimenzije, oblici te način spajanja konstruktivnih elemenata. Trup zapravo čini osnovu konstrukcije broda i za vrijeme eksploatacije uvijek je izložen raznim naprezanjima. Zbog toga, trup zajedno sa ostalim elementima brodske konstrukcije treba omogućiti takvu strukturu koja će pružiti otpor raznim opterećenjima i doprinijeti čvrstoći brodske konstrukcije.

Predmet ovog rada je kroz 4 poglavlja navesti i opisati vrste, karakteristike i konstrukcijska obilježja putničkih brodova te navedeno primijeniti na odabranom primjeru putničkog broda.

2. RAZVOJ PUTNIČKIH BRODOVA

Povijesni razvoj putničkih brodova vezan je za razvoj trgovačkih brodova. U početku, jedina podjela bila je na ratne i trgovačke brodove te pravih putničkih brodova nije bilo.

S porastom imigracije u Sjevernu Ameriku u prvoj polovici 19. stoljeća, Amerikanci grade manje brze jedrenjake za prijevoz putnika, pošte i manjih količina roba. Pojavom željeznih parnih brodova, putnički brodovi doživljavaju prvi značajniji razvoj. Za prelazno razdoblje bitan je *Great Eastern* prikazan na slici 1., izgrađen je 1857. godine, za svoje vrijeme pravi gorostas, s 207 m dužine i kapaciteta 4000 putnika, daleko iznad tadašnjih potreba [2].



Slika 1. Brod Great Eastern [2]

Daljnji zamah donosi otvaranje Sueskog kanala 1870. godine te s putničkih brodova ubrzo nestaju jedra. Na prelazu iz 19. stoljeća u 20. stoljeće, posebno izgradnjom njemačkog transatlantika *Kaiser Wilhelm der Grosse*, i britanskih turbinskih brodova *Lusitania* i *Mauretania* putnički brodovi počinju poprimiti oblike koji ih uglavnom karakteriziraju i danas.

Fascinantan razvoj nadgrađa bio je uvjetovan potrebnim prostorom za sve veće kapacitete ukrcaja putnika i raznim novitetima sa svrhom povećanja udobnosti, kao saloni, barovi, kino dvorane, čitaonice, bazeni, sportska igrališta, plesne dvorane i prodavaonice.

Od početka 20. stoljeća te do sredine tog stoljeća, zlatno je doba putničkih brodova, te se tada grade izvanredno velike i raskošne jedinice, koje u nekim karakteristikama nisu nadmašene ni danas, kao preookeanski brodovi kompanije Cunard, *Queen Mary* i *Queen Elizabeth*, ili francuski transatlantik *Normandie* koji je prikazan na slici 2.[2].



Slika 2. Brod Normandie [2]

Početak 20. stoljeća, glavni izvor prihoda za brodarske kompanije koje su obavljale preookeanski promet bili su iseljenici, uglavnom iz Europe u Sjevernu Ameriku. Ograničavanjem broja mogućih useljenika u Sjedinjene Američke Države 1920. godine, pomorske kompanije preorijentirale su se na turizam, te iseljeničku 3. klasu na svojim brodovima preuredile u turističku.

U II. svjetskom ratu mnogi preookeanski brodovi koristili su se za prijevoz vojske, kao najveći Cunardovi transatlantici koji su ukrcavali i do 15 000 vojnika. Od poslijeratnih brodova posebno se ističu *United States*, koji se smatra najbržim brodom ikada izgrađenim, *France*, i posljednji transatlantik iz zlatnog doba, *Queen Elizabeth 2*.

U periodu od 1960. godine sve do 1970. godine, sve snažniji razvoj zračnog putničkog prometa dovodi do postepenog opadanja broja putnika na preookeanskim brodovima, što uvođenjem sve bržih i udobnijih zrakoplova, posebno Boeinga 747, definitivno označava kraj masovnog pomorskog putničkog prometa.

Već od 1980. godine, skoro svi veliki preookeanskim transatlantici povučeni su iz prometa ili preusmjereni u krstarenja. Već početkom istog desetljeća grade se brodovi namijenjeni isključivo krstarenjima, ali njihove dimenzije i tonaža bili su znatno skromniji u odnosu na transatlantike iz početka 20. stoljeća.

Krajem 20. stoljeća, sa znatnim uzletom u industriji kružnih putovanja, započinje izgradnja sve većih brodova, do najnovijih divovskih brodova za krstarenje, slika 3., kao što je *Oasis of the Seas* [2].



Slika 3. Brod Oasis of the Seas [2]

2.1. POČETCI PUTNIČKIH BRODOVA U HRVATSKOJ

Sve do početka 19. stoljeća pomorski se putnički prijevoz odvijao teretnim jedrenjacima u slobodnoj obalnoj plovidbi. Ti su brodovi, bez odgovarajućega smještajnog prostora prevozili malobrojne putnike.

Ovisni o vremenskim prilikama i vjetru, plovili su bez voznoga reda. Tako je naprimjer, tijekom 1815. godine u dubrovačku luku uplovilo ukupno 238 brodova sa samo 576 putnika. Prva redovita pomorska linija uz istočnu jadransku obalu uvedena je naredbom austrijske vlade 1820. godine na relaciji Trst-Dubrovnik-Krf, a do 1836. godine održavali su je vojni jedrenjaci, golete i brikovi.

Brodski linijski promet uz istočnu obalu Jadrana pojačan je nakon osnivanja Austrijskog Lloydja 1833. godine, koji je 1837. godine uveo prvu parobrodsku liniju.

Prvi hrvatski parobrod *Hrvat*, slika 4., izgrađen je 1872. godine u Riječkom tehničkom zavodu za Senjsko brodersko društvo, a prevozio je putnike i teret na redovitoj liniji Senj–Rijeka, zaustavljajući se u Novom Vinodolskom, Selcu, Crikvenici, Vozu kraj Omišlja, Kraljevici i Bakru [3].



Slika 4. Parobrod Hrvat [4]

Potkraj 19. stoljeća i početkom 20. stoljeća intenzivno se razvijao putnički i teretni promet parobrodima domaćih brodara. Njihovi su parobrodi dijelom bili građeni i u domaćim brodogradilištima, ponajviše u lošinjskome brodogradilištu.

Nakon I. svjetskog rata, dio austrougarske trgovačke flote pripadao je domaćim brodarima, a naručivali su se i novi brodovi. Od 1930. godine su domaći brodari raspolagali velikim i luksuznim parobrodima, kao što su *Kraljica Marija*, *Princeza Olga*, *Kralj Aleksandar*, *Karađorđe*, *Jugoslavija* i *Prestolonaslednik Petar*. Godine 1940. trgovačka mornarica Kraljevine Jugoslavije raspolagala je sa 78 putničkih parobroda [3].

3. VRSTE PUTNIČKIH BRODOVA

Svaki brod koji prevozi više od 12 putnika smatra se putničkim brodom prema odredbama Konvencije *SOLAS*, a ova konvencija ima veliki utjecaj na projektiranje i izgradnju takvih brodova. Putnički brodovi se mogu podijeliti na linijske i na izletničke brodove. Linijski brodovi uglavnom povezuju otoke međusobno s kopnom, a vrsta i karakteristike ovise o području plovidbe. Među njima su danas najčešći trajekti koji su zapravo *RO-RO* putnički brodovi jer istovremeno prevoze osobe i vozila. Izletnički brod služi za jednodnevne izlete [6] s razmjerno velikim brojem putnika, na kraćim relacijama i u mirnim morima. Putnici su obično smješteni na šetnoj palubi ili u salonu. Većinom je to manji brod duljine 20 do 40 m, brzine 10 do 12 čv.

Putnički brodovi [5] mogu se podijeliti na sljedeće vrste brodova:

- preookeanski brodovi,
- brodovi za kružna putovanja,
- trajekti,
- obalni brodovi.

3.1. PREKOOCEANSKI BRODOVI

Preookeanski brod ili transatlantik, namijenjen je prijevozu putnika između udaljenih kontinenata. Preookeanski brodovi obavljali su međukontinentalni putnički promet većinu 19. stoljeća te i 20. stoljeća.

Od 1960. godine nagli razvoj zračnog prometa označava kraj najintenzivnijeg oceanskog putničkog prometa, te je tada većina transatlantika povučena ili preusmjerena u krstarenja. Putovanja velikim oceanskim brodovima ipak su sačuvala manji segment tržišta za putnike koji let avionom smatraju neudobnim ili stresnim ili preookeansku plovidbu doživljavaju kao turističku atrakciju. Jedini takav brod trenutno u službi je *Queen Mary 2* [2] izgrađen 2003. godine, slika 5.

Transatlantici karakteriziraju izuzetno kvalitetne plovne sposobnosti, velika brzina oko 30 čv i u skladu time vrlo snažni pogonski strojevi. Izgledom su vrlo duguljastog i vitkog trupa, oštrog pramca, visokog nadvođa, krme sa nižim nadgrađem ili bez njega, pravilnih i aerodinamičnih linija. Putnicima u jednoj ili dvije klase nude se tradicionalni luksuz u velikim javnim prostorima i umjerena ponuda razonode na brodu.



Slika 5. Prekooceanski brod Queen Mary 2 [7]

3.2. BRODOVI ZA KRSTARENJE

Brod za krstarenje ili brod za kružna putovanja je brod namijenjen kružnim turističkim putovanjima, najčešće u tropskim ili zatvorenim morima ili uz obalne krajeve kulturno-povijesno ili prirodno atraktivnih zemalja [2]. Iako se prvi brodovi namijenjeni isključivo za krstarenja grade već 1970. godine, fascinantno razvoje brodova za krstarenje počinje od 1990. godine kada je nakon 50 godina izgrađen prvi veći brod od transatlantika *Queen Elizabeth* te brod za krstarenje *Carnival Destiny*. Od tada se grade sve veći brodovi tog tipa.

Takvi brodovi su isplativiji uz što veći broj ukrcanih putnika te ih u skladu s time karakteriziraju vrlo veliko nadgrađe, ponekad pravokutnih oblika, često šire od širine broda na vodenoj liniji. Karakterizira ih veliki broj paluba, širok i krupan trup, zaobljen pramac, često pravokutna krma s visokim nadgrađem, brzina oko 20-22 čv, strojevi, ovisno o veličini broda, snage od 60 000 do 150 000 KS, nešto slabije plovne sposobnosti u odnosu na transatlantike. Putnicima uvijek u samo jednoj klasi nudi se veliki izbor najrazličitijih razonoda i atrakcija na brodu, te unutrašnje uređenje inovativnih stilova.

Do 2020. godine izgrađeno je mnoštvo brodova za krstarenje kapaciteta većeg od 500 putnika te trenutno najveći brodovi takvog tipa su *Allure of the Seas*, vidljiv na slici 6., te *Oasis of the Seas* [8] kapaciteta za 6780 putnika.



Slika 6. Brod za krstarenje Allure of the Seas [9]

3.3. TRAJEKTI

Trajekt je zajednički naziv za sve brodove namijenjene prijevozu ljudi ili vozila preko neke vodene prepreke, od manjih rijeka i tjesnaca do većih unutarnjih mora. U skladu s time, dizajn trajekata, uvjetovan mjestom plovidbe za koje je izgrađen, znatno varira, od manjih i vrlo jednostavnih obalnih, do velikih trajekata za otvoreno more, koji svojim dimenzijama i dizajnom podsjećaju na brodove za krstarenje.

Prema duljini rute trajekti se dijele na lokalne, koji prometuju preko rijeka, u lukama, preko tjesnaca, za srednje udaljenosti, koji prometuju između luka udaljenih ispod 100 nautičkih milja, i trajekte za velike udaljenosti, koji plove na linijama iznad 100 nautičkih milja. Glavna karakteristika svih trajekata je prostrana slobodna ravna paluba za prijevoz vozila, te se od *RO-RO* broda, plovila sličnih karakteristika, razlikuje po broju ukrcanih putnika. Prvi trajekti, koji vuku porijeklo od skela, pojavljuju se uvođenjem parnog pogona u 19. stoljeću.

U početku vrlo jednostavna plovila, doživljavaju razvoj uvođenjem željezničkih trajekata u Skandinaviji 1872. godine, te se do 1940. godine koriste isključivo za prijevoz željeznice. Nakon toga počinje gradnja trajekata za cestovna vozila, čiji razvoj do današnjih izvanredno velikih jedinica, uglavnom prati razvoj cestovnog prometa [2]. Hrvatski trajekti su uglavnom dio flote brodara Jadrolinije te primjer takvog trajekta je prikazan na slici 7.



Slika 7. Trajekt Mljet [10]

3.4. OBALNI BRODOVI

Među putničke brodove ubrajaju se i obalni brodovi, što je naziv za čitav niz manjih vrsta brodova kojima je zajednička karakteristika plovidba i prijevoz putnika u obalnim krajevima, manjim zatvorenim morima, kraj većih lučkih gradova ili izletnički brodovi za jednodnevna putovanja. Obalni brodovi obavljaju obalnu plovidbu koja u užem smislu, premda može obuhvaćati i međunarodne rute, označuje promet plovidbom između luka jednog političko-carinskog područja.

Dijele se na putničke brodove velike obalne i male obalne plovidbe. Nekad tradicionalnih dizajna, željeznog ili drvenog trupa s parnim ili motornim pogonom, u novije doba obalne brodove karakterizira vrlo raznolik dizajn, materijali i pogoni, uključujući katamarane, hidroglisere, stakloplastiku za izradu trupa i mlazni pogon [2].

4. KONSTRUKCIJSKA OBILJEŽJA BRODA

Ovisno o tipu i namjeni broda razlikujemo izvedbe sustava gradnje broda te mnoge izvedbe pojedinih brodskih elemenata kao što su brodsko dno, dvodno, pregrade, sustav orebrenja, linice, vanjska oplata, nadgrađa, palube, pramčani i krmeni pik [11].

4.1. SUSTAVI GRADNJE BRODA

Sustavi gradnje brodova dijele se na [1]:

- poprečni sustav gradnje,
- uzdužni sustav gradnje,
- mješoviti sustav gradnje.

4.1.1. Poprečni sustav gradnje

Poprečni sustav gradnje, slika 8., upotrebljava se za gradnju brodova manjih duljina, na kojima problem uzdužne čvrstoće nije naročito izražen. Razvijen je na određeni način prijenosom iskustava i konstrukcije drvene gradnje. Kod drvenih brodova prvenstveni problem predstavlja osiguranje nepropusnosti drvene oplata te se taj problem kroz povijest rješavao na način da se postavi što je više moguće poprečnih rebara, čime bi se ukrutile trenice oplata, čime bi se dobila nepropusnost spojeva. Značajka poprečnog sustava gradnje je poprečno orebrenje trupa broda, to jest osnovu kostura broda čine poprečni okviri [1].

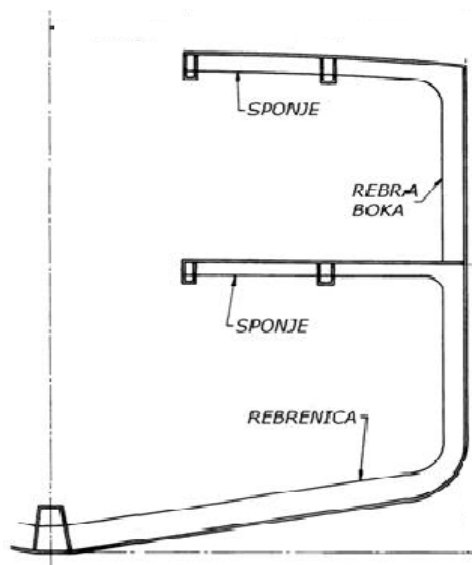
Elementi uzdužne čvrstoće kod poprečnog sustava gradnje su oplata dna, oplata dvodna, oplata boka, palube, kobilica, palubna proveza, završni voj, uzdužni nosači dvodna, bočne proveze i palubne podveze.

Elementi poprečne čvrstoće kod poprečnog sustava gradnje su jake i nepropusne rebrenice te ako brod nema dvodna, onda okvirne rebrenice, okvirna rebra, okvirne sponje i poprečne pregrade.

Elementi lokalne čvrstoće su lake rebrenice, obična rebra, obične sponje, upore, ukrepe nosača i koljena. U elemente lokalne čvrstoće možemo svrstati i pražnice grotala.

Okvirni elementi strukture smještaju se obično kao svako četvrto rebro što znači da su naprimjer okvirna rebra, okvirne sponje, jake rebrenice smještene tako da su obično međusobno udaljene četiri razmaka rebara.

Konfiguracija brodskih prostora zahtijeva odstupanje kod ovog načela, razmaci se mogu adekvatno povećati i smanjiti, što naravno izaziva promjene dimenzija elemenata strukture [1].



Slika 8. Poprečni sustav gradnje [12]

Elementi poprečnog sustava gradnje su poprečna pražnica teretnog grotla, uzdužna pražnica teretnog grotla, sponja, palubna proveza, završni voj, rebro, koljeno, upora, hrptenica, plosna kobilica, bočni nosač dna, olakšana rebrenica, okvirno rebro, okvirna sponja grotla, uzvoj, unutarnje opločenje dvodna, vanjsko opločenje dvodna i završna ploča dvodna [1].

4.1.2. Uzdužni sustav gradnje

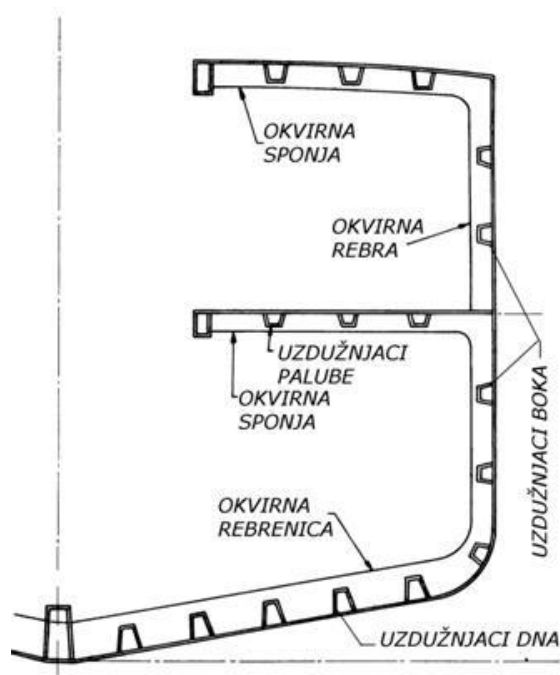
Uzdužni sustav gradnje, slika 9., primijenjen je pri izgradnji brodova većih duljina te je prvobitno takav način gradnje bio primijenjen kod izgradnje tankera.

Značajka mu je uzdužno orebrenje trupa broda, to jest osnovni elementi strukture trupa su uzdužnjaci dna, boka i paluba. Spomenuti osnovni elementi strukture zajedno s oplatom dna, boka i paluba, hrptenicom, neprekinutim uzdužnim nosačima dna, bočnim provezama i uzdužnim pregradama, osiguravaju brodu veliku uzdužnu čvrstoću. Poprečnu čvrstoću i ukrepljenje uzdužnih veza osiguravaju jaki poprečni okviri. Na taj se način sa ovakvim sustavom gradnje postiže znatno kruća konstrukcija protiv izvijanja. Osim navedenog, pri ovom sustavu s lakšom konstrukcijom postiže se potrebna čvrstoća broda, što znači da je takav brod ekonomičniji zbog uštede na težini.

Elementi uzdužne čvrstoće kod uzdužnog sustava gradnje su oplata dna, dvodna, boka, palube, dvoboka, kobilica, završni voj, palubna proveza, uzdužni nosači dvodna i dvoboka, palubne podveze te uzdužnjaci svih oplata koji se spajaju na odgovarajući način.

Elementi poprečne čvrstoće kod uzdužnog sustava gradnje su poprečne pregrade, poprečni nosači dvodna i dvoboka i okvirne sponje koje se ponekad kod tankova izvode iznad palube.

Elementi lokalne čvrstoće kod uzdužnog sustava gradnje su uzdužnjaci svih oplata. Elementi lokalne čvrstoće su i sve ukrepe protiv izvijanja dvodna i nosača [1].



Slika 9. Uzdužni sustav gradnje [12]

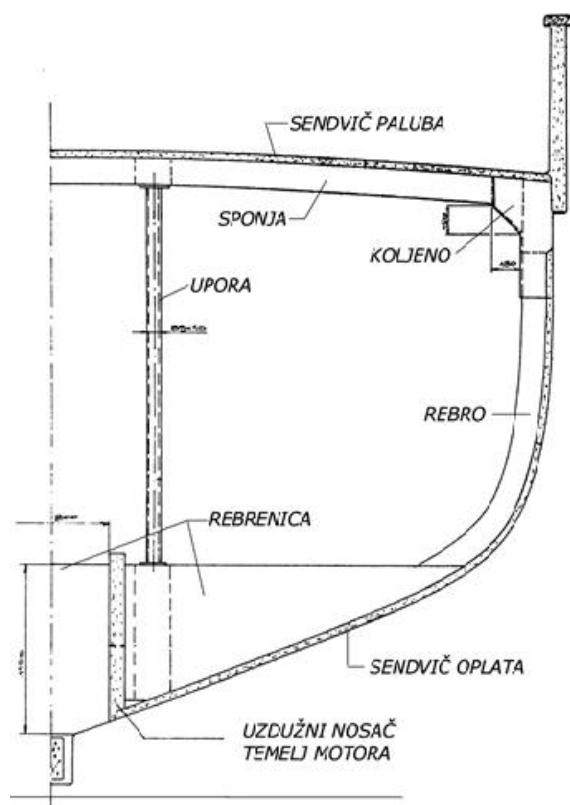
Elementi uzdužnog sustava gradnje su grotlo, grotleni poklopac, nosač grotlenih poklopaca, pražnica teretnog grotla, palubna proveza, završni voj, uzdužnjak palube, uzdužnjak boka, uzdužna ukrepa uzdužne pregrade, uzdužnjak dna, uzdužnjak pokrova dna, hrptenica, plosna kobilica, bočni nosač dna, olakšana rebrenica i poprečni okvir [1].

4.1.3. Mješoviti sustav gradnje

Na brodovima za opći teret jake bočne proveze i okvirna rebra smanjuju raspoloživi prostor za krcanje tereta. Zbog toga se i razvio mješoviti ili kombinirani sustav gradnje koji je vidljiv na slici 10. Značajka mješovitog sustava gradnje je uzdužno orebrenje dna i gornje palube te poprečno orebrenje bokova i donjih paluba.

Takvi brodovi uz zadovoljavajuću poprečnu i uzdužnu čvrstoću imaju i dobru ekonomičnost u slaganju tereta u skladištima. Elementi uzdužne čvrstoće kod mješovitog sustava gradnje su oplata dna, dvodna, boka, palube, oplata uzvojnog i bočnog potpalubnog tanka, kobilica, završni voj, palubna proveza, uzdužni nosači dvodna i uzdužnjaci svih oplata ako su na nepropusnim pregradama spojeni na odgovarajući način.

Elementi poprečne čvrstoće kod mješovitog sustava gradnje su poprečni nosači dvodna, bočni okviri i uzvojnih tankova, okvirne sponje i okvirna rebra, ako ih ima, i poprečne pregrade. Poprečni okviri, okviri tankova, okvirne sponje i rebra obično se postavljaju tako da su međusobno udaljeni četiri razmaka rebra. U slučaju prijevoza teških tereta, razmaci između poprečnih elemenata čvrstoće mogu se smanjiti. Elementi lokalne čvrstoće kod mješovitog sustava gradnje su rebra i uzdužnjaci oplata svih opločenja koji sudjeluju u uzdužnoj čvrstoći.



Slika 10. Mješoviti sustav gradnje [12]

Elementi mješovitog sustava gradnje su poprečna pražnica teretnog grotla, uzdužna pražnica teretnog grotla, uzdužnjak palube, uzdužnjak potpalubnog bočnog tanka, palubna proveza, završni voj, rebro, koljeno, uzdužnjak uzvojnog tanka, uzdužnjak dna, uzdužnjak pokrova dna, hrptenica, plosna kobilica, bočni nosač dna, olakšana rebrenica i ukrepa [1].

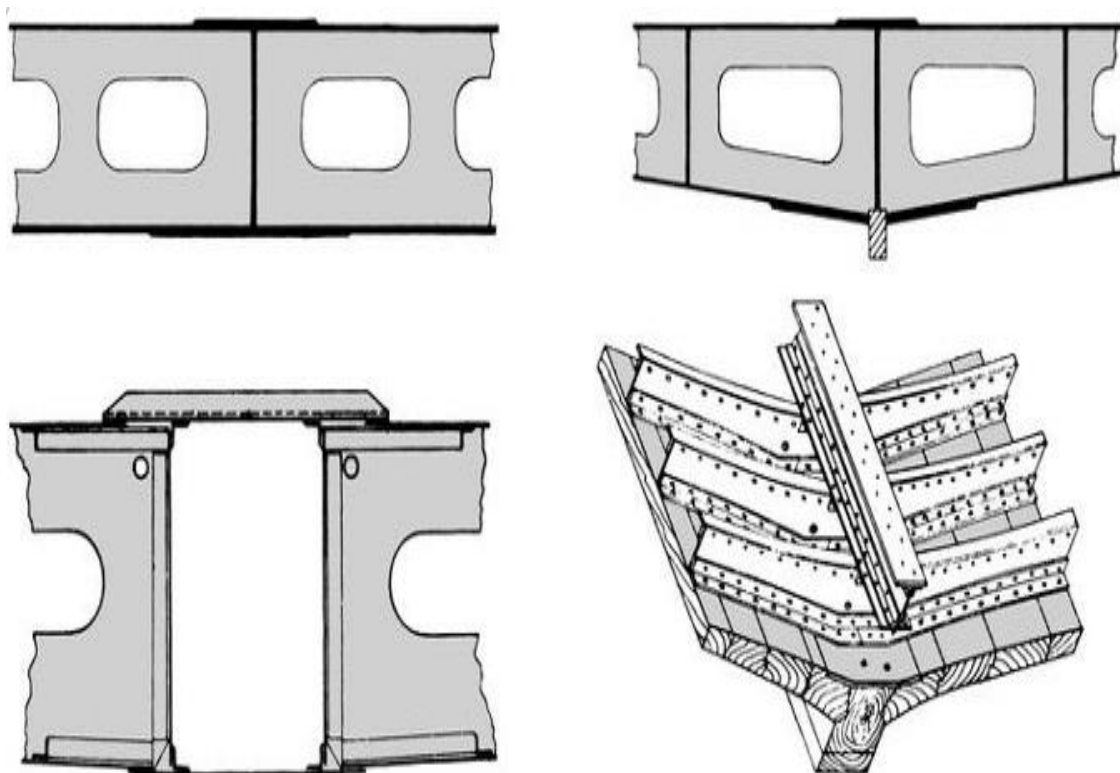
4.2. STRUKTURA DNA

Brodsko dno u ovisnosti na dužinu broda i bruto registarsku tonažu se izvodi kao jednostruko dno ili dvodno. Na teretnim i komercijalnim brodovima uglavnom se dno izvodi kao dvodno dok manji brodovi te ribarski brodovi imaju jednostruko dno.

Glavni elementi koji čine strukturu broskog dna su kobilica, rebrenice, hrptenjaci i hrptenica, te kod dvodna za dodatnu čvrstoću strukture implementiraju se uzdužni sustavi ukrepljenja i koljena.

Kobilica je najdonji dio trupa i dio je dna, slika 11. Proteže se od pramca do krme. Kod jednostrukog dvodna razlikujemo dvije izvedbe kobilice, gredna kobilica koja se ugrađuje samo u manje brodove, vrlo je važan element uzdužne čvrstoće broskog trupa te plosna kobilica koja je zapravo središnji voj oplate dna, sa središnjim pasmom čini važan element uzdužne čvrstoće broskog trupa.

Kod dvodna koristi se tunelska kobilica koja čini središnji prolaz u dvodnu. Kroz tunelsku kobilicu mogu prolaziti razni cjevovodi. Bočne stijenke trebaju biti iste debljine kao nepropusne rebrenice, a plosna kobilica treba biti podebljana u području tunela [1].

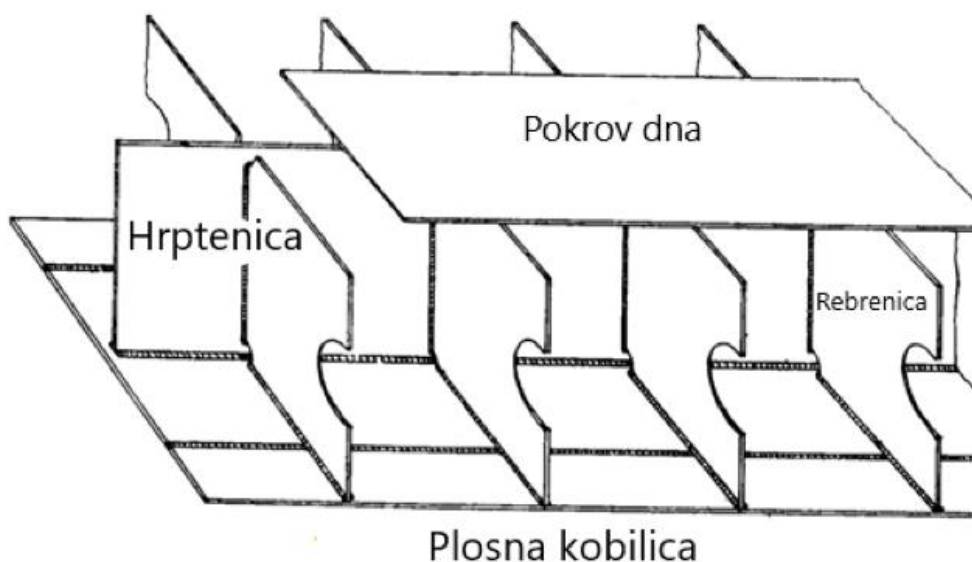


Slika 11. Izvedbe kobilica [16]

Rebrenice na brodovima predstavljaju poprečne nosače dna dok hrptenica čini središnji uzdužni nosač dna. Dno se redovito gradi u poprečnom sustavu. Rebrenice su glavni poprečni nosači dna i postavljaju se na svakom rebru. Visoke rebrenice, posebno u krmenom piku, se moraju učvrstiti ukrepama. Rebrenice moraju imati otvore za otjecanje, da se omogući dotok tekućine do usisa pumpi. Rebrenice većih brodova imaju i otvore za olakšanje. Ako je ugrađena gredna kobilica, rebrenice trebaju biti neprekinute od boka do boka. Ako je ugrađena plosna kobilica, rebrenice mogu da budu neprekinute ili prekinute na sredini broda.

Hrptenica, vidljiva na slici 12., je središnji uzdužni nosač dna, a naziva se još i središnje pasmo ili vertikalna kobilica. Svi brodovi s jednostrukim dnom moraju imati središnji uzdužni nosač. Središnje pasmo može biti neprekinuto ili sastavljeno od više ploča umetnutih između rebrenica.

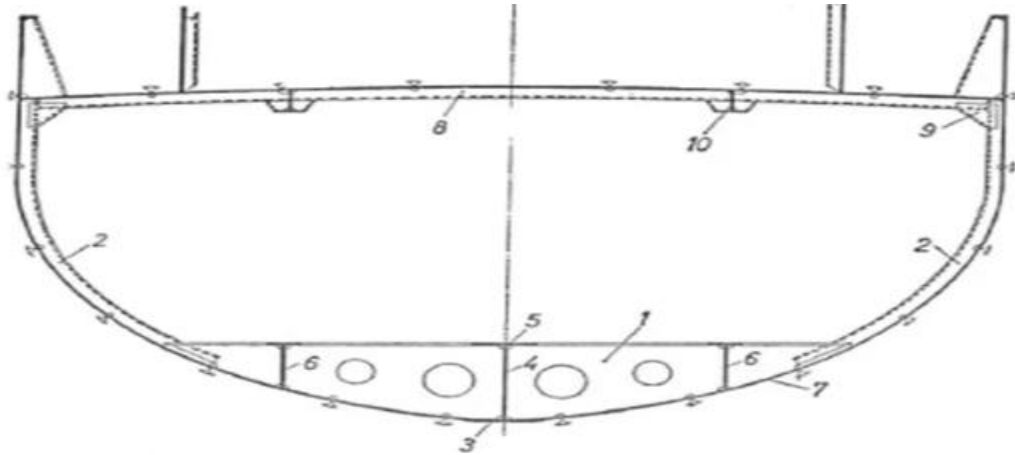
Bočno pasmo je bočni uzdužni nosač dna. Ako širina mjerena vrhom rebrenice nije veća od 9 m, ugrađuje se po jedan bočni uzdužni nosač. Ako ta širina prelazi 9 m, ugrađuju se po dva bočna uzdužna nosača. Bočni nosači se ne zahtijevaju ako je širina manja od 6 m. Bočno pasmo je obično umetnuto među rebrenicama. Središnji i bočni nosači trebaju se protezati što dulje prema pramcu i krmi [1].



Slika 12. Prikaz dna broda s hrptenicom [15]

4.2.1. Jednostruko dno

Jednostruko dno podupire opločenje dna, sudjeluje u uzdužnoj i poprečnoj čvrstoći. Primjenjuju se samo u konstrukciji manjih brodova. Na brodovima manjim od 500 bruto registarskih tona i na ribarskim brodovima nije potrebno dvodno. Jednostruko dno, slika 13., se ranije primjenjivalo i kod tankera međutim danas se tankeri grade sa dvodnom zbog oštih zahtjeva za zaštitu okoliša [1].



Slika 13. Jednostruko dno u poprečnom sustavu gradnje [13]

Na slici 13. je prikazan poprečni presjek broda s jednostrukim dnom gdje je:

1. rebrenica,
2. rebra,
3. uzdužna kobilica,
4. hrptenica,
5. pojas hrptenice,
6. bočno pasmo,
7. oplata dna,
8. sponja,
9. koljeno,
10. podveza.

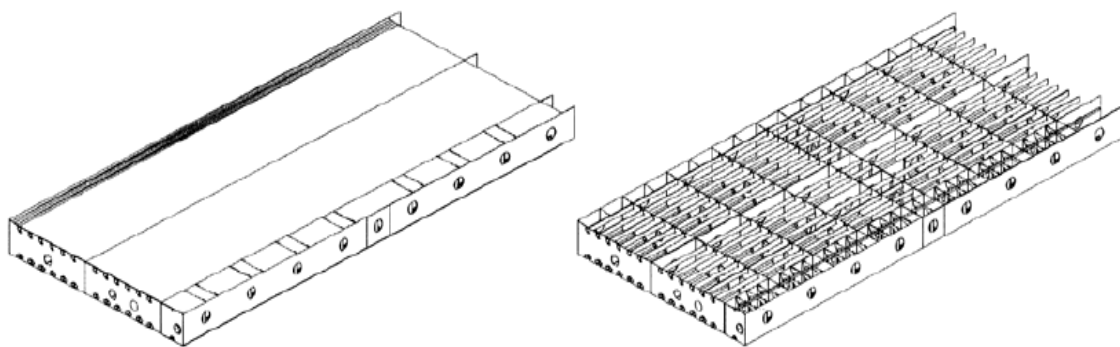
Preko opločenja dna se hidrostatički i hidrodinamički tlakovi prenose na strukturu dna. Poprečni nosači dna tvore zajedno sa sunosivim dijelom oplata dna dio poprečnog okvira broskog trupa, te su izloženi poprečnim opterećenjima uslijed hidrostatskog i hidrodinamičkog tlaka mora.

Poprečni i uzdužni nosači zajedno sa sunosivim dijelovima oplata dna tvore i roštiljnu strukturu lokalno opterećenu lateralnim tlakovima. Osobito su opterećeni prednji dijelovi dna zbog djelovanja valova i krmeni dijelovi dna zbog djelovanja kormila i kormilarskog uređaja, rada strojeva te brodskog vijka. Lokalno na strukturu dna mogu djelovati koncentrirana i/ili distribuirana opterećenja tereta i uređaja, kao i opterećenja pri porinuću i dokovanju te opterećenja pri nasukavanju. Oplata dna i uzdužni nosači dna tvore donji pojas brodskog trupa kao grede te su izloženi uzdužnim opterećenjima uslijed savijanja brodskog trupa na mirnoj vodi i na valovima [1].

4.2.2. Dvodno

Dvodno se na teretnim brodovima gradi u poprečnom i u uzdužnom sustavu. Proteže se od sudarne pregrade do pregrade krmenog pika, koliko god je to moguće, sukladno s namjenom broda. Na brodovima manjim od 500 bruto registarskih tona i na ribarskim brodovima nije potrebno dvodno. Pokrov dvodna se proteže do bokova broda tako da štiti uzvojni voj. Mali kaljužni zdenci izvedeni u sklopu konstrukcije dvodna ne smiju biti dublji nego što je potrebno. Na mjestima gdje su izvedeni nepropusni prostori namijenjeni isključivo za prijevoz tekućina, nije potrebno postavljati dvodno, ako su ti prostori tako izvedeni da jamče sigurnost broda u slučaju oštećenja dna u tom području.

U dvodnu se smještaju tankovi za gorivo, slatku vodu te tankovi za balast, tako da je prostor koji nije pogodan za druge korisne svrhe ipak iskorišten. Gdje god je moguće, tankove otpadnog ulja kao i tankove za cirkulaciju ulja treba maknuti od oplata. Tankovi goriva moraju biti pregratkom odijeljeni od tankova ulja za podmazivanje, ulja hidraulike, biljnih ulja, napojne vode, kondenzata i pitke vode. Dvodno prikazano na slici 14., je i nepropusna struktura za slučaj prodora vode kod naprimjer nasukavanja broda [1].



Slika 14. Dvodno u uzdužnom sustavu gradnje [1]

Dvodno, slika 15., preko opločenja dna, preuzima lokalna statička i dinamička opterećenja uslijed vanjskih tlakova mora, te od ukrcanih tereta na pokrovu dvodna, bilo tekućih, rasutih ili komadnih. Lokalno na strukturu dvodna mogu djelovati koncentrirana i/ili kontinuirana opterećenja tereta i uređaja, kao i opterećenja pri porinuću i dokovanju, te opterećenja pri nasukavanju. Dvodno trpi i lokalna opterećenja u vlastitoj ravnini uslijed toga što se tlakovi s bokova broda i drugih susjednih elemenata konstrukcije prenose na dvodno u poprečnom smislu. U slučaju tlačnih opterećenja elementi dvodna mogu biti izloženi lokalnom izvijanju.



Slika 15. Presjek trupa s dvodnom [14]

Osnovna karakteristika strukture dvodna je takozvana roštilj struktura, a koju tvore opločenje s gornje i donje strane zajedno s uzdužnim i poprečnim nosačima. Pokrov dvodna, slika 16., se prostire od uzvoja do uzvoja i može završiti nagibom prema bokovima. Središnji voj pokrova dvodna je obično deblji jer predstavlja gornji pojas hrptenice. Završni voj prema boku je podebljan zbog većeg dodatka za koroziju.



Slika 16. Sekcija dvodna [1]

4.3. PREGRADE

Pregrade su općenito oslonci za potpalubne nosače, nosače dna i nosače boka. Poprečne pregrade posredno sudjeluju u uzdužnoj čvrstoći broda jer održavaju oblik trupa broda kao kutijastog nosača. Podupiru nadgrađa, palubne kućice i opremu na palubi. Važan su oslonac kod dokovanja [1].

U funkcionalnom smislu pregrade dijele brodski trup u više prostora i iz više razloga te su sve osim pljuskača nepropusne. Pod nepropusnim se pregradama smatraju pregrade koje sudjeluju u vodonepropusnom pregrađivanju, vidljivo na slici 17.

Osnovne se vodonepropusne pregrade postavljaju bezuvjetno prema pravilima klasifikacijskih društava da osiguraju vodonepropusno pregrađivanje zbog mogućeg naplavljivanja broda u slučaju prodora vode.

Po orijentaciji pregrade mogu biti poprečne ili uzdužne. U sigurnosnom smislu pregrade sprečavaju potonuće u slučaju prodora vode u neki prostor, kao i širenje vatre u slučaju požara.

U ekološkom smislu pregrade smanjuju zagađenje u slučajevima oštećenja stijenki tankova. U konstruktivnom smislu pregrade služe kao elementi poprečne i uzdužne čvrstoće.

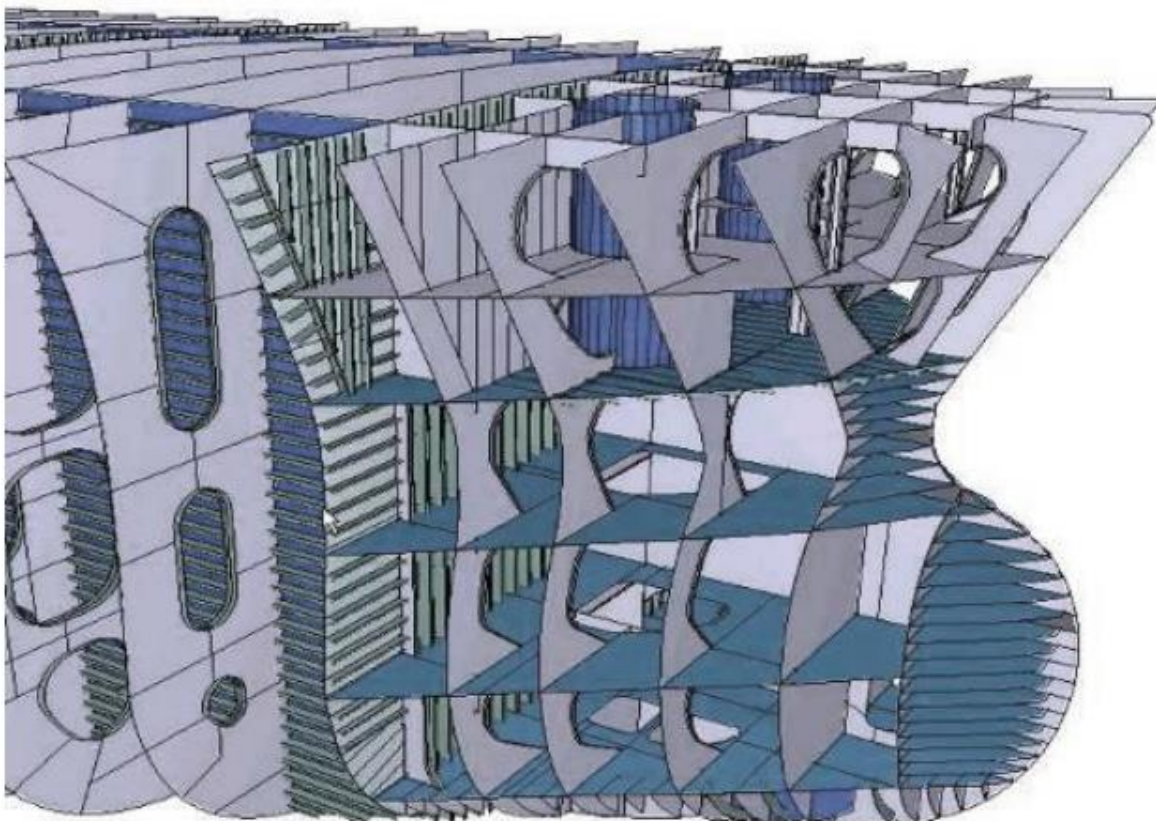
Osim vodonepropusnih pregrada na brodovima se postavljaju i pregrade koje odjeljuju tankove i teretne prostore te se zbog dodatnih opterećenja posebno razmatraju u strukturi tankova [1].



Slika 17. Nepropusna pregrada za prijevoz spremnika [1]

Pregrada koja dijeli stražnji pretežni tank od ostalog dijela broda i zaštićuje tunel od prodora vode zove se zadnja krmena pregrada. Te se pregrade zovu i kolizijske pregrade, slika 18., a prostor koji zatvaraju kolizijski prostor.

Prema propisima Međunarodne konvencije za zaštitu ljudskog života na moru, najmanji broj poprečnih pregrada smije biti četiri, od čega dvije kolizijske, a po jedna ispred stroja i iza njega [1].



Slika 18. Kolizijske pregrade [13]

Taj propis vrijedi za brodove do 87 m, dok se za duže broj pregrada povećava. Na putničkim brodovima, prema propisima spomenute konvencije, broj pregrada mora biti toliki da se mogu napraviti dvije susjedne prostorije.

Pri takvom stanju brod mora biti sposoban za plovidbu i ne smije uroniti preko određene granice, to jest granice urona. Granica urona je zamišljena vodna crta koja se nalazi 76 mm ispod gornjeg rebra pregradne palube. Za teretne brodove, međutim, nema tako strogo uvjeta. Tome je razlog što bi velik broj pregrada bio zapreka krcanju tereta i smanjio teretni kapacitet [1].

To zapravo i ne bi trebao biti razlog kada je riječ o sigurnosti ljudskih života, ali se pretpostavlja da će teret, ako ispunjuje jedan dio skladišta, djelomično smanjiti izgubljeni uzgon koji uzrokuje naplava.

Pregrade se prostiru između paluba, bokova broda, tunela i unutrašnjeg dna. Kroz dvodno ne idu. Ako prolazi kroz više paluba, pregrada se na mjestima prolaska kida. Palube se nikad ne kidaju. One moraju biti neprekinute da se suprotstave uzdužnim naprezanjima. Osim poprečnih ima i uzdužnih nepropusnih pregrada vidljivih na slici 19., gdje su ukrepe obično postavljene uzdužno [1].



Slika 19. Poprečne i uzdužne pregrade [1]

Uzdužne nepropusne pregrade uglavnom dolaze pri gradnji tankera. One uzdužno dijele tanker u dva, tri ili četiri dijela.

Uzdužne se pregrade rade i kod većih trgovačkih te posebno kod ratnih brodova. Danas se sve češće upotrebljavaju konstrukcije pregrada od valovita lima bez ukrepa, takozvane korugirane pregrade. Njihova je prednost u tome što su, osim jednake čvrstoće, lakše se čiste. Pri bokovima korugirana pregrada završava ravno i ukrijepljena je profilima.

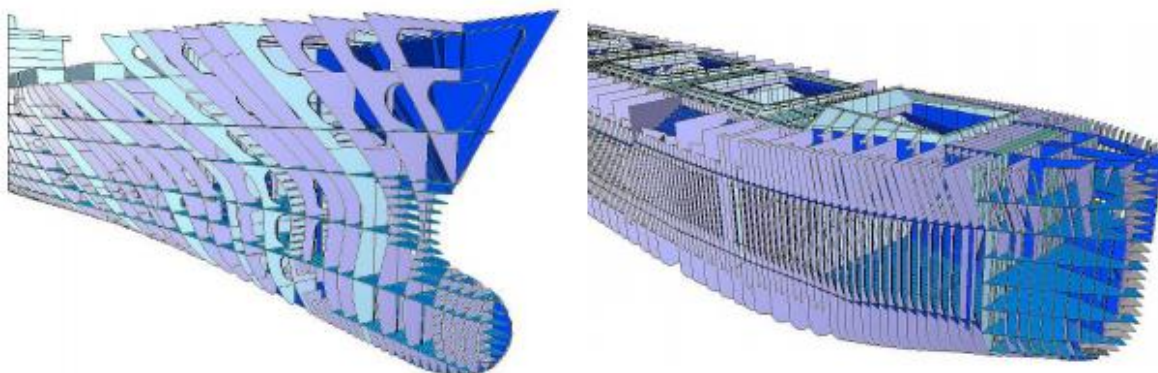
Svi brodovi moraju imati pregradu statvene cijevi. Pregrada statvene cijevi se mora protezati do palube nadvođa ili do nepropusne platforme koja se nalazi iznad teretne vodne linije. Pregrada statvene cijevi mora biti pojačana u području prolaza statvene cijevi. Ostale nepropusne pregrade, ovisno o vrsti broda, moraju se također protezati do palube nadvođa. Nepropusne pregrade se, gdje je god to moguće, postavljaju u ravnini rebara. Ako se izvode stepeničasto, svi dijelovi moraju biti nepropusni [17].

4.4. SUSTAV OREBRENJA

Orebrenjem se ukrepljuje i podupire vanjska oplata boka, slika 20. Orebranje tvore ukrepe i/ili nosači usmjereni u poprečnom i uzdužnom smjeru. Rebra i nosači zajedno sa vanjskom oplatom boka predstavljaju međusobno povezane ukrijepljene panele.

Paneli boka mogu biti ukrijepljeni poprečno i uzdužno. Rebra i nosači su zajedno sa sunosivom širinom bočne oplata, bočni dio poprečnog broskog okvira. Križani uzdužni i poprečni nosači tvore roštilje boka. Paneli boka se oslanjaju na dno, na palube i na poprečne pregrade.

Sustav orebranja ovisi o namjeni broda, veličini broda, vrsti i načinu krcanja. Za izbor sustava orebranja broda važan je omjer stranica panela koji se ukrepljuje između krutih oslonaca kao što su pregrade, dno i palube. Omjer stranica ukrepljenih panela ovisi o tipu broda [1].



Slika 20. Orebranja broda za prijevoz spremnika i za rasute terete [1]

Na brodovima za prijevoz duge komadne robe, velika je udaljenost između poprečnih pregrada. Na tankerima je udaljenost poprečnih pregrada manja. Na brodovima za opći teret koriste se međupalube.

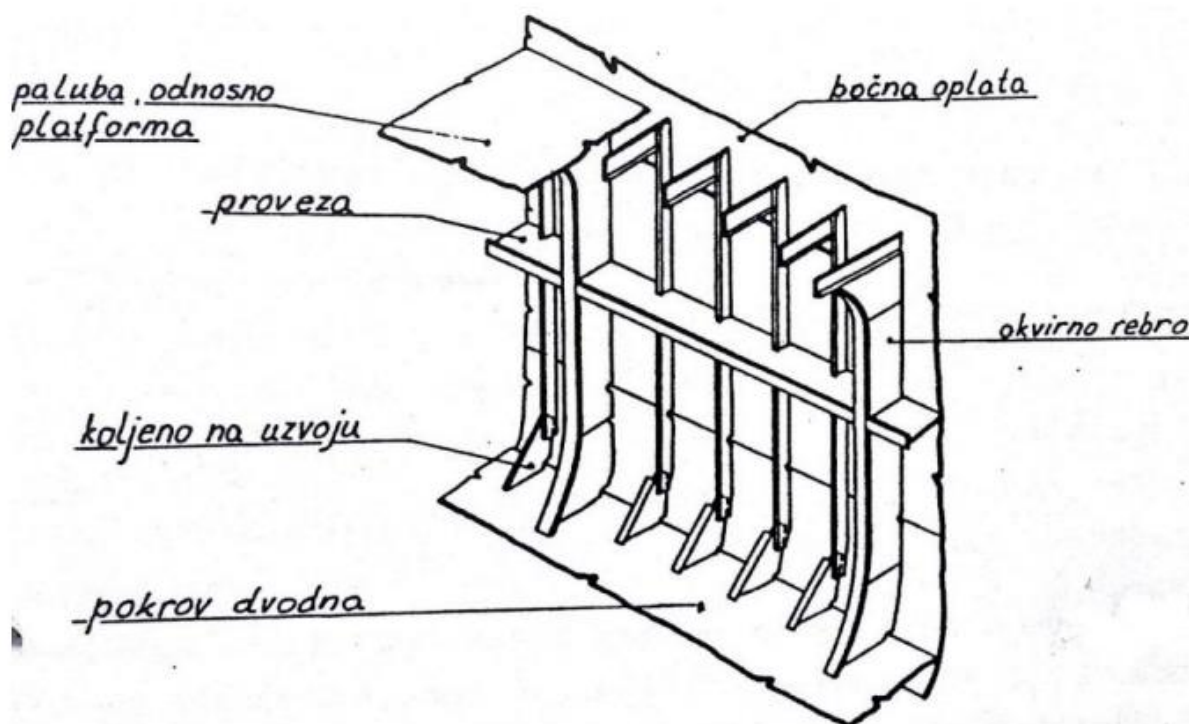
Kod dijelova opločenja čija je duljina veća od širine i to ako je omjer duljine prema širini veći od 2, povoljniji je poprečni sustav orebranja. Takav je slučaj kod bokova svih brodova za suhi teret, koji imaju veći razmak poprečnih pregrada i veći broj međupaluba, tako da je razmak po visini među palubama manji.

Ako je omjer stranica dijelova opločenja koji se ukrepljuje manji od 2, moguće je potrebna ugradnja okvirnih rebara i proveza vidljivih na slici 21. U takvim slučajevima uzdužni sustav orebranja može biti povoljniji [1].

Uzdužni sustav orebrenja je povoljniji sa stajališta uzdužne čvrstoće. Visoka poprečna okvirna rebra, koja se moraju ugrađivati kod uzdužnog sustava orebrenja, kod tankera i kod brodova za rasuti teret ne smetaju krcanju tereta, a kod brodova za suhi teret su nepoželjna.

Na malim brodovima gdje uzdužna čvrstoća nije od presudnog značaja, poprečni sustav orebrenja ima prednost obzirom na bolje korištenje prostora. Kod trgovačkih brodova, grotla trebaju biti što je moguće veća, ili se postavljaju uporedna grotla u dva ili više redova.

Brodovi za opći teret imaju otvore na 40%-50% širine broda. Brodovi za rasuti teret imaju otvore i preko 50% širine broda. Kontejnerski brodovi mogu imati dva do tri reda otvora po skladištu, između 75%-80% širine broda, koji put i do 90% širine [1].



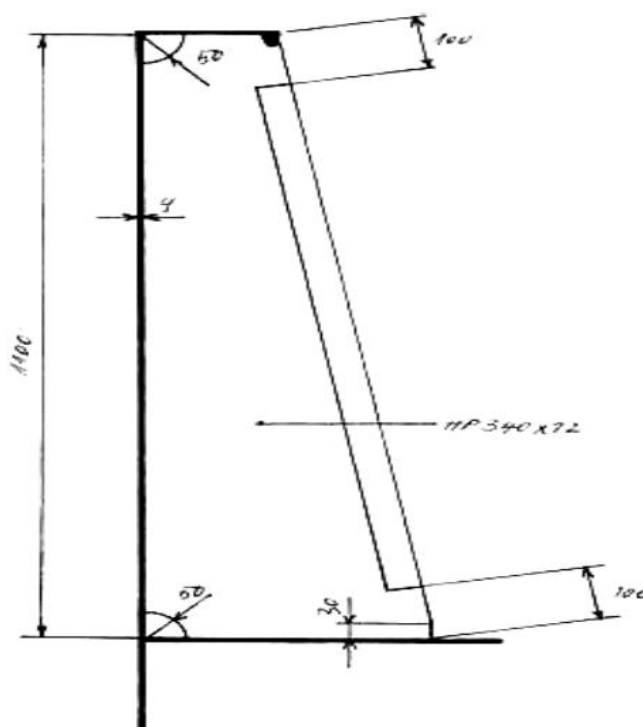
Slika 21. Okvirno rebro i proveza [18]

Glavna rebra se ugrađuju između dvodna i gornje palube u skladištima, međupalublju, strojarnici i u pikovima. Kod brodova sa više od tri palube, glavna rebra se moraju protezati najmanje do palube koja je iznad najdonje palube.

Dimenzije glavnih rebara ne smiju biti manje od dimenzija međupalubnih rebara iznad njih. Spoj donjeg kraja rebra za strukturu dna određuje se prema načelima a na osnovi momenta otpora glavnog rebra. Spoj gornjeg kraja rebra za strukturu palube ili za međupalubna rebra određuje se prema projektnim načelima a na osnovi momenta otpora sponja ili međupalubnih rebara, u ovisnosti što je veće. U slučaju uzdužno ukrepljenih paluba, rebra koja se nalaze između okvirnih rebara se spajaju koljenima za prvi susjedni uzdužnjak. Dimenzije koljena se određuju prema projektnim načelima a na osnovi momenta otpora rebara [1].

4.5. LINICE

Linica štiti posadu, putnike, opremu i terete na izloženim palubama od prelijevanja mora i od klizanja uslijed njihanja broda na valovima, osobito zbog ljuljanja i posrtanja. Zbog sigurnosti je najmanja dopuštena visina 1 m. Zbog odljeva naplavljenog mora linica mora imati otvore za otjecanje vode s palube. Obično oblikom prati formu broda i u pramčanom dijelu može imati veliki izboj [13]. Izvedba linice je prikazana na slici 22.



Slika 22. Linica [18]

Linica s vanjske strane prima velika lokalna hidrodinamička opterećenja okomito na svoju ravninu uslijed udara valova. S unutarnje strane trpi opterećenja od mogućih prislonjenih tereta i putnika, te prilikom otjecanja naplavljenog mora.

Moguća su lokalna opterećenja kod pristajanja i manevriranja sa drugim brodovima i kod manipuliranja teretima. Linica je izložena uzdužnom savijanju broda kao grede. Da naprezanja u linici ne bi bila prevelika, moraju se postavljati klizni spojevi.

Na spojevima linice s drugim dijelovima broda moguće su koncentracije naprezanja te se ti spojevi moraju izvoditi postupno.

Debljina opločenja linice u području pramca izložene zapljuskivanju treba biti jednaka debljini opločenja boka kaštela.

U području nadgrađa iznad palube nadvođa, a iza $0.25L$ od pramčane okomice debljina opločenja linice se može umanjiti za 0.5 m. Visina linice ne smije biti manja od 1 m.

Opločenje linice mora biti ukrijepljeno na gornjem bridu bulb profilom ili sličnim profilom. Linica mora biti ukrepljena koljenima na svakom drugom rebru, a na kaštelu pri značajnom izboru na svakom rebru. Ukrepljenja se postavljaju iznad palubnih sponja ili drugih poprečnih ukrepa palube.

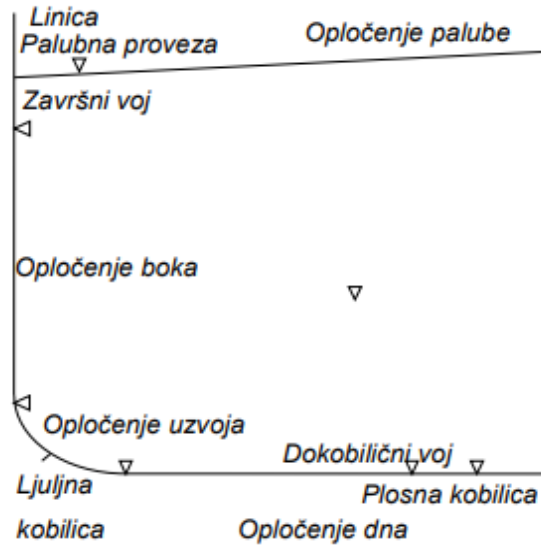
U slučaju uzdužnog ukrepljenja završetak ukrepe linice mora se nalaziti iznad uzdužnog elementa.

Po duljini broda treba izvesti određen broj rastegljivih spojeva linice. Broj sastavljenih spojeva kod brodova duljih od 60 m ne smije biti manji od iznosa dobivenog prema izrazu: $n=L/40$ niti treba biti veća od 5 [1].

4.6. VANJSKA OPLATA

Vanjska oplata je orebrena nepropusna ljuska, opna, stijenka trupa broda koju u vojevima čine limovi opločenja. Vanjsku oplatu sačinjavaju oplata dna i bočna oplata.

Oplata dna, slika 23., uključuje plosnu kobilicu, dokobilični voj i završava na gornjem rubu uzvoja. Oplata boka se proteže od gornjeg ruba uzvoja do gornjeg ruba završnog voja. Vanjska oplata se ukrepljuje uzdužnim ili poprečnim ukrepama i oslanja se na podstrukture dna, palube i bokova broda, te na poprečne i uzdužne pregrade [13].



Slika 23. Izvedba vanjske oplata [13]

Vanjska oplata okomito na vlastitu ravninu preuzima lokalno statičke i dinamičke tlakove okolnog mora i ukrcanih tereta, razna lokalno distribuirana i koncentrirana opterećenja od tereta, opreme te tlakove pri pristajanju, udarce u obalu, udarce plutajućih tijela, pritiske leda i sile pri porinuću i dokovanju, što sve djeluje u smislu savijanja oplata.

U sklopu cijele konstrukcije vanjska oplata trpi i lokalna vlačna i tlačna opterećenja u vlastitoj ravnini koja se prenose sa susjednih elemenata konstrukcije prilikom savijanja trupa i prijenosa opterećenja između dijelova konstrukcije. U slučaju tlačnih naprezanja oplata je izložena izvijanju. Primjer vanjske oplata je prikazan na slici 24.



Slika 24. Vanjska oplata [19]

Vanjska oplata preuzima i uzdužna opterećenja u vlastitoj ravnini uslijed savijanja broskog trupa kao grede na mirnoj vodi i valovima, kao i torzijska opterećenja kod kosog nailaska na valove.

Kao posljedica tlačnih uzdužnih naprezanja u vlastitoj ravnini oplata je izložena izvijanju. Kao posljedica lokalnih i globalnih poprečnih sila, u vanjskoj oplati se javljaju i smična naprezanja. Osobito nepovoljni slučajevi nastupaju u pogledu smičnih sila u oplati kada su naizmjenice neka skladišta puna, a neka prazna.

Vanjska oplata sudjeluje i u poprečnoj čvrstoći kao sunosivi pojas poprečnih okvira i ukrepa preko kojeg se prenose poprečna lokalna opterećenja na poprečne okvire broda i ukrepe [13].

4.7. NADGRAĐA

U funkcionalnom smislu, nadgrađa i palubne kućice predstavljaju dopunske prostore na brodu za nastambe, spreme i upravljanje brodom, koji na svojim stjenkama mogu imati vrata, okna, prolaze i slične otvore. Osim toga, nadgrađa predstavljaju rezervnu istisninu, što povećava sigurnost, a nadgrađa na pramcu i krmi poboljšavaju sposobnost plovidbe. Dijelovi nadgrađa na srednjem dijelu broda mogu sudjelovati u uzdužnoj čvrstoći trupa [1]. Sastavni dio nadgrađa je prostor za navigaciju tojest kormilarenje te takav prostor koji je vidljiv na slici 25. nazivamo kormilarnica.



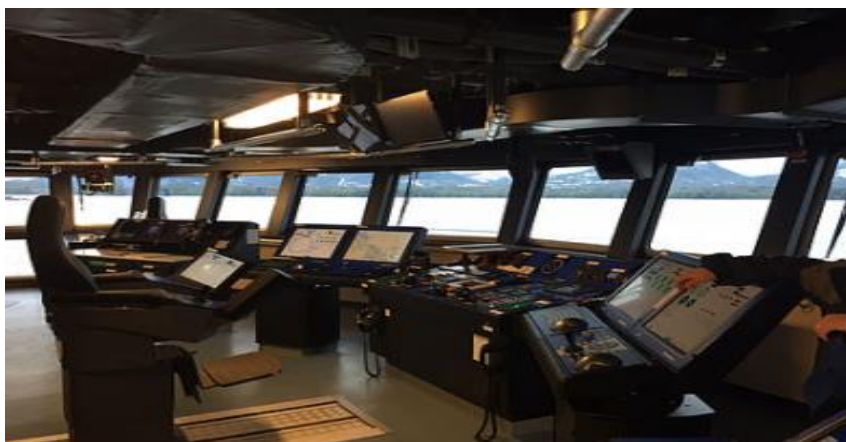
Slika 25. Kormilarnica [20]

Nadgradnja na pramcu broda se zove kaštel, nadgradnja na sredini broda ili nadgradnja pri krmi za smještaj posade se zove most koji je prikazan na slici 26., te kao što je vidljivo na slici 27., unutrašnjost mosta je opremljena s navigacijskim uređajima i prostorom za posadu. Nadgradnja na krmi broda se zove krmica ili kasar.



Slika 26. Navigacijski most broda [20]

Slobodni prostori između dva nadgrađa zovu se zdenci. Palubne kućice koriste smještaju razne spreme, razdjelnih ormarića, uklopnih ploča itd. Na krovovima palubnih kućica smještaju se teretna vitla i druga palubna oprema. Često se nalaze između grotala. U veće kućice se može smjestiti brodska praonica ili brodski ured [1].



Slika 27. Unutrašnjost broskog mosta [20]

4.8. PALUBE

Palube su vodoravne ljske, opne, stijenke trupa broda, koje u vojevima čine limovi palube [1].

Osim paluba postoje i druge vodoravne stjenke:

- djelomične palube,
- krovovi,
- platforme.

Izložene palube vidljive na slici 28., nepropusno zatvaraju trup broda po cijeloj izloženoj duljini i širini trupa. Na palubama se smještaju putnici, teret i oprema. Palube mogu biti gornje nepropusne stjenke tankova.

Platforme i druge djelomične palube služe za smještaj opreme, pomoćnih strojeva i radiona, te za razne spreme, kao u strojarnici ili pikovima. Brodovi mogu imati jednu ili više paluba. Palube se oslanjaju na potpalubne strukture ispod sebe, te na bokove, uzdužne i poprečne pregrade broda [1].



Slika 28. Palube brodova za krstarenje [21]

Gornja paluba je najgornja paluba neprekinuta po cijeloj duljini broda.

Proračunska paluba, paluba čvrstoće je paluba koja čini gornji pojas poprečnog presjeka trupa. To može biti najgornja neprekinuta paluba ili paluba srednjeg nadgrađa odgovarajuće duljine.

Pregradna paluba je najgornja paluba do koje sežu nepropusne pregrade.

Paluba nadvođa je glavna paluba do koje se računa nadvođe, u skladu s Pravilima za nadvođe.

Izložene palube i dijelovi paluba su izložene utjecaju mora.

Donje palube su sve palube ispod gornje palube. Ako ima više donjih paluba, one se nazivaju druga paluba, treća paluba te nadalje.

Palube nadgrađa su palube koje odozgo zatvaraju nadgrađe. Ako postoji više redova nadgrađa, one se nazivaju paluba nadgrađa 1. reda, paluba nadgrađa 2. reda te nadalje.

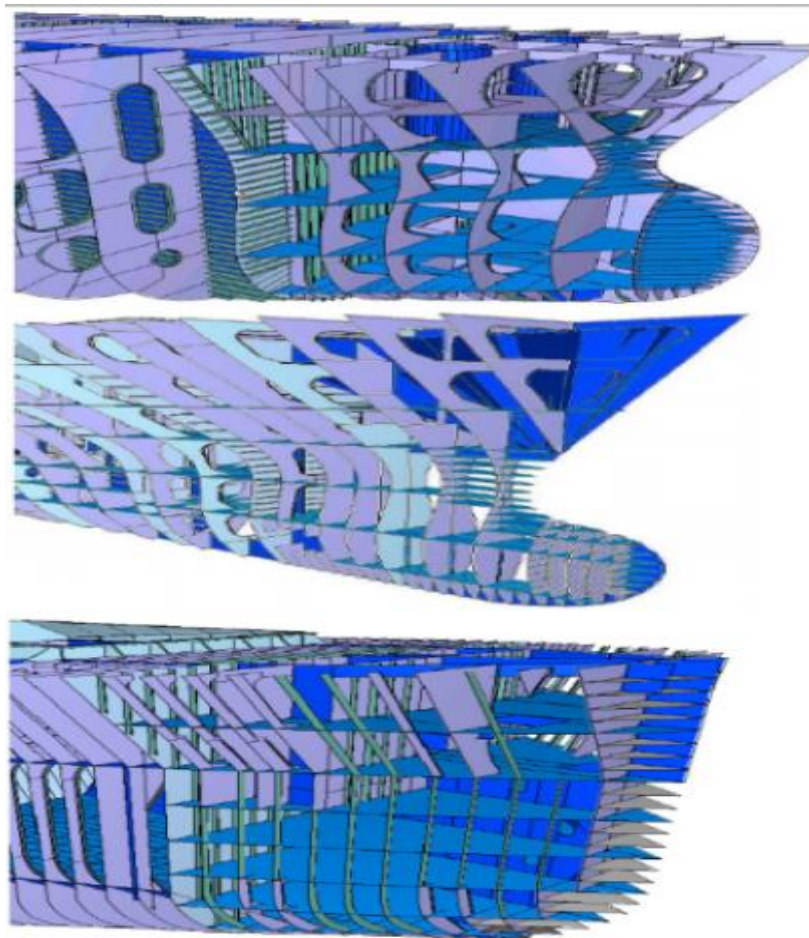
Palube nadgrađa neposredno iznad najgornje neprekinute palube se nazivaju paluba kaštela, paluba mosta i paluba krmice [1].

4.9. PRAMČANI PIK

Na svom prednjem kraju brod završava pramčanim pikom. To je prostor isprepleten elementima strukture zbog potrebne čvrstoće i od ostalih prostora odvojen nepropusnom pramčanom kolizijskom pregradom. Sam prostor namijenjen je krcanju vodenog balasta i nema drugih namjena.

U pramčanom piku uvijek se primjenjuje poprečni sustav gradnje s rebrenicama na dnu, a s rebrima i međurebrima na boku. Na dnu se nalaze centralni i bočni hrptenjaci na kojima se prekidaju rebrenice. Vodoravno po visini smještene su proveze koje završavaju na vanjskoj oplati, a prostorno su povezane prostornim sponjama.

Prema krmenom dijelu pramčani pik završava nepropusnom pregradom, a ispod kaštela, na vrhu pramčanog pika je nepropusna paluba. Na svim brodovima u pramčanom piku nalazimo ugrađen lančanik i sidrena ždrijela. U pramčani pik se zbog velikih slobodnih površina ugrađuju poprečne ili uzdužne pljuskače [22]. Izvedbe pramčanih pikova su prikazane na slici 29.



Slika 29. Izvedbe pramčanih pikova [1]

Pramčana i krmena statva su dijelovi kojima započinje odnosno završava struktura broda. Iz njihova položaja i značaja u strukturi potječe potreba njihove odgovarajuće konstrukcije.

Osim strukturnim zahtjevima, statve moraju svojim oblikom odgovarati obliku broda te smanjivati otpor i poboljšavati ponašanje broda na moru. Osobito je važno osim vlastite čvrstoće statvi, osigurati i odgovarajuću strukturnu povezanost s cijelim trupom broda.

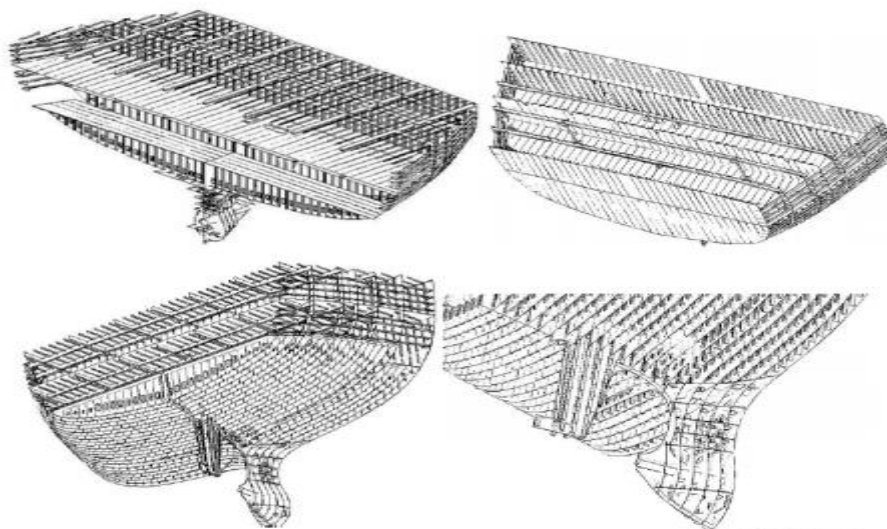
Pramčana statva preuzima nešto statičkih opterećenja mora, dok je pretežito opterećena uslijed dinamičkih učinaka zbog svoje izloženosti valovima. Osim toga, pramčana statva je izložena udarima o plutajuće predmete, udarima o obalu pri pristajanju i nasukanju ili sudaru. Gornji dijelovi pramčane statve trpe opterećenja i pri sidrenju, za vrijeme dizanja i spuštanja lanaca kada se brod ljulja, ili kada se sidreni lanci križaju sa statvom pri posrtanju broda. Osobito su velika opterećenja pramčane statve pri plovidbi kroz led, za što se mora posebno ojačati [1]. Primjer pramčanog pika je vidljiv na slici 30.



Slika 30. Pramčani pik broda za krstarenje [23]

4.10. KRMENI PIK

Prostor krmenog dijela broda iznad krmene statve, a do palube, gdje je smješten kormilarski stroj zove se krmeni pik. Prema pramcu krmeni pik, slika 31., je omeđen kolizijskom pregradom koja ga dijeli od strojarnice. Na krmi završava zrcalnom krmom. Služi za krcanje balasta [22].



Slika 31. Konstrukcije krmenog pika [1]

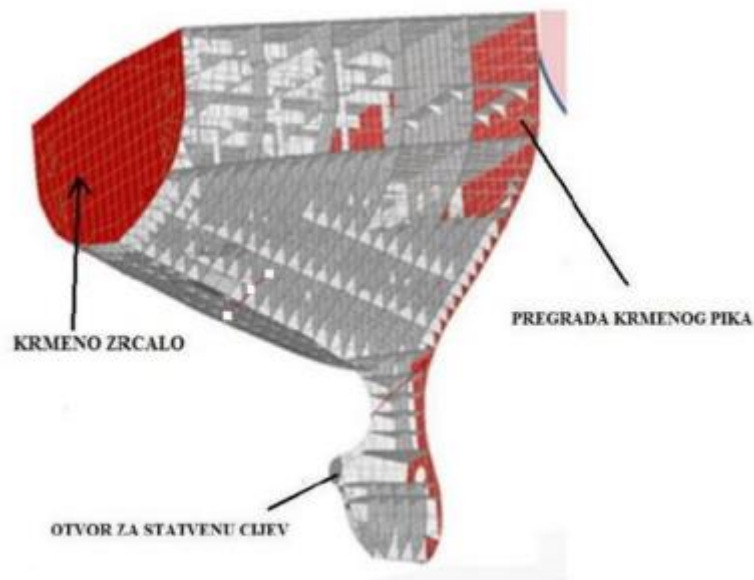
Osnovni konstruktivni elementi uz uzdužne nosače krmelog pika zovu se rebrenice.

To su okomito poprečno postavljene limovi koji se mogu pružati od vanjske oplata do krova pika ili od zadnje proveze krmene statve do krova pika. Sve rebrenice se prekidaju na uzdužnim nosačima i nalaze se na svakoj ordinati.

Zbog velikih slobodnih površina lim rebrenice je ukrućen okomitim ukrepljenjima u razmacima od 800 mm. Uzdužni nosači pružaju se od kolizijske pregrade do krmelog zrcala.

U simetralnoj ravnini nalazi se centralni uzdužni nosač. Uzdužni nosači su propusni pa često služe kao pljuskače. U području izlaza osovine kormila iz strukture pika i statve uzdužni nosači i rebrenice tvore nepropusnu nišu.

U njoj se nalaze ležajevi kormila i sa strane pika postavljaju se na nju provlake koje se mogu nepropusno zatvoriti. Kako je krmeni pik građen poprečnim sustavom gradnje, rebra su smještena poprečno na svakoj ordinati i pružaju se od krova pika do proveze koja je smještena na rebrenicama. Pomoću koljena, koja su postavljena preklopno na rebra, vežu se rebra boka na provezu i sponje krova krmelog pika [18]. Dijelovi krmelog pika su prikazani na slici 32.



Slika 32. Dijelovi krmelog pika [24]

4.11. MATERIJALI GRADNJE

Pri gradnji brodova danas se upotrebljavaju raznorazni materijali, ali kad govorimo o materijalima najčešće mislimo na čelik, zatim bakar, legure bakra, aluminij, staklene i plastične mase i drvo. Mogli bi navesti da su to osnovni materijali.

Zahtjevi brodovlasnika i vlasnika tereta koji se prevoze brodom doveli su prije dvjestotinjak godina do utemeljenja klasifikacijskih društava. Takvo klasifikacijsko društvo u Hrvatskoj je *HRB* koje je utemeljeno 1992. godine. Klasifikacijska društva izdaju pravila i regulative koje se odnose na čvrstoću broda, opremljenost s adekvatnom opremom i sposobnost rada strojeva.

Najstarije osiguranje je Lloyd Register of shipping, osnovano 1760. godine i rekonstruirano 1834. godine. Čelični brodovi izgrađeni u skladu s Lloyd-ovim pravilima i standardima uknjiženi su u Registracijsku knjigu. Oni će biti upisani u Registracijskoj knjizi sve dok se pridržavaju pravila i standarda toga klasifikacijskog društva. Zahtjevi za način nadzora kod proizvođača, kao i zahtjevi u vezi s tehničkom dokumentacijom materijala i proizvoda, sadržani su u Pravilniku hrvatskog registra brodova koji je zapravo kopija Lloyda [1].

Registar ne jamči da materijali isporučeni naručitelju odgovaraju dogovorenim dimenzijama i težini i da nemaju grešaka koje mogu štetno utjecati na upotrebu za određenu svrhu. Proizvodi koji se tijekom daljnje primjene ili u daljnjem postupku pokažu neispravnima, mogu se odbaciti, usprkos prethodnim ispitivanjima, koja su udovoljila pravilima ili normama.

Proizvođač mora prije ispitivanja kakvoće materijala ekspertu Registra predložiti najmanje slijedeće podatke:

- količinu, tip proizvoda, dimenzije, vrsti materijala, stanje isporuke i težinu,
- naziv kupca, zajedno s brojem ugovora i brojem naloga rada,
- broj novogradnje ili ime broda,
- primjenu ako je potrebno.

Za označavanje materijala i proizvoda ekspert Registra koristi čelične žigove, gumene pečate i plombe, u skladu s Uputama o korištenju i čuvanju pečata, štambilja i žigova. Prije označavanja oznakom Registra materijali i proizvodi moraju biti označeni tvorničkim oznakama [1].

Ako materijali nisu označeni u ovom dijelu pravila ili specifikacijama odobrenim od Registra onda moraju sadržati:

- kategoriju ili oznaku materijala,
- brojčanu ili drugu oznaku koja omogućava identifikaciju materijala ili proizvoda,
- tvornički znak.

Na materijalima, u pravilu oznake se utiskuju na mjestima koja su lako dostupna za pregled i nakon ugradnje u objekt. Na materijalima koji se trebaju dalje obrađivati oznake se utiskuju, po mogućnosti na mjestima koja se više neće obrađivati. Označavanje se uobičajeno obavlja utiskivanjem žiga na površinu. Ako je površina materijala osjetljiva na takav način označavanja, označavanje se obavlja slabijim utiskivanjem, bojom, gumenim pečatima ili žigovima, ljepljivim naljepnicama ili električnim graviranjem.

Materijali kojima se grade brodovi izvrgnuti su naprezanjima pod utjecajem vanjskih sila, valova i slično. Tim silama oni se odupiru čvrstoćom svoje strukture. Ta struktura ima određena svojstva, koja se mogu podijeliti na mehanička, fizička i kemijska. Mehanička svojstva jesu čvrstoća, elastičnost, žilavost, tvrdoća, kovnost i obradivost [1].

Fizička svojstva materijala obuhvaćaju strukturu materijala, toplinsku vodljivost, istezljivost, specifičnu težinu i toplinu, magnetske i električne osobine, talište itd. Za tehničke svrhe najvažnija je struktura materijala. Ona može biti kristalična ili amorfna to jest nekristalična. Kristaličnu strukturu ima čelik i ostale kovine. Što je veličina kristalića manja, to su kovine većinom čvršće, jer je sila koja te kristaliće drži zajedno veća od njihove čvrstoće. Struktura se ispituje mikroskopom i rendgenskim zrakama. Amorfnu strukturu ima guma, staklo, smola itd.

Kemijska svojstva materijala uglavnom zavise od kemijskog sastava, naprimjer otpornost materijala protiv utjecaja kiselina, lužina to jest baza i slično. Općenito rečeno, materijali koji se upotrebljavaju za gradnju brodova i strojeva treba da imaju odgovarajuća svojstva s obzirom na svoju ulogu. Pojedine osobine materijala [1] mogu se tehničkom obradom poboljšati. naprimjer tvrdoća kaljenjem itd.

5. TRAJEKT PETAR HEKTOROVIĆ

Brod *Petar Hektorović* koji je vidljiv na slici 33., je trajekt za lokalne linije, u sastavu flote hrvatskog broдача Jadrolinije. Izgrađen je 1989. godine u Danskoj, za potrebe danskog naručitelja. Tamo je plovio pod imenom *Langeland III*. Godine 1998. ga kupuje Jadrolinija i preimenuje u *Petar Hektorović*. Prvenstveno je kupljen s ciljem održavanja lokalne linije Split-Stari Grad, zbog čega je i dobio ime po starograđaninu *Petru Hektoroviću*. Na spomenutoj liniji se zadržao nekoliko godina, a zatim ga Jadrolinija prebacuje na lokalnu liniju Split-Vis na kojoj plovi do današnjeg dana [25].



Slika 33. Trajekt Petar Hektorović [25]

Osnovne značajke trajekta *Petar Hektorović* su [26]:

- kapacitet za prijevoz putnika je 1080 osoba te za prijevoz vozila 120 automobila.
- duljina je 91.80 m,
- širina od 18 m,
- gaz je 3.80 m,
- brzina do 15.5 čv.

Trajekt pogone 2 dizelska četverotaktna motora model MAK 6M453C snage 1500 kW. Za dugoročniji vijek trajanja pogonskih strojeva i efikasniju plovidbu brod sadrži 2 brodska vijka s zakretnim krilcima. Brodska električna mreža se ostvaruje pomoću 2 glavna osovinska generatora od 600 kW od kojih jedan radi po potrebi te u slučaju nužde na brodu se nalazi generator za nuždu od 120 kW. U svrhu boljeg manevriranja na pramcu su ugrađeni pramčani potisnici od 580 kW s zakretnim krilcima [28].

Trajekt se sastoji od 8 paluba te počevši od gornje strane nazivaju se, C-paluba, B-paluba, A-paluba, prva paluba, paluba ili platforma za vozila, druga paluba, treća paluba i na kraju paluba za spremnike. Na trećoj palubi to jest međupalublju se nalazi strojarnica te prostorije za osoblje maksimalnog kapaciteta od 38 ljudi. Na drugoj palubi nalazimo prostor koji pomoću liftova i stepenica povezuje prvu palubu s platformom za vozila koja je u potpunosti natkrivena i opremljena s vodonepropusnim vratima u svrhu zaštite vozila od vanjskih utjecala. Na pramcu, slika 35., i krmi, slika 34., se nalaze vodonepropusna vrata za ukrcaj i iskrcaj koja su hidraulički ručno ili daljinski upravljana [28].



Slika 34. Krmena vrata za ukrcaj i iskrcaj [26]



Slika 35. Pramčana vrata za ukrcaj i iskrcaj [25]

Na B-palubi nalazimo navigacijski most koji je vidljiv na slici 36., otvorenu palubu te ostali prostor za putnike i ostatak posade. Prva paluba i A paluba su uglavnom namijenjene za prebivanje putnika te su opremljena s 2 restorana i 2 bara s 800 mjesta za sjedenje. Uz navedeno također nalazimo sanitarne prostorije, supermarket i kockarnicu. Prostori su uređeni motivima iz života hrvatskog pjesnika *Petra Hektorovića* po kojem je i dobio ime [28].

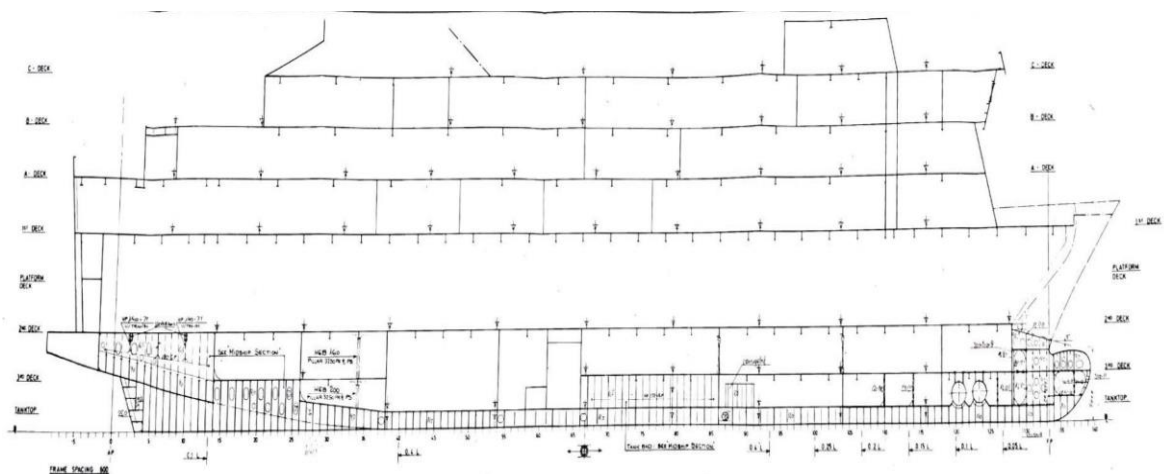
Trajekt je renoviran 2016. godine na brodogradilištu Brodotrogir gdje su se servisirali glavni i pomoćni motori te elektronička i sigurnosna oprema. Uređeni su prostori za putnike kao i palubni prostori. Remont je završen s čišćenjem i bojanjem oplata trupa te je izmijenjen cink protektor [26].



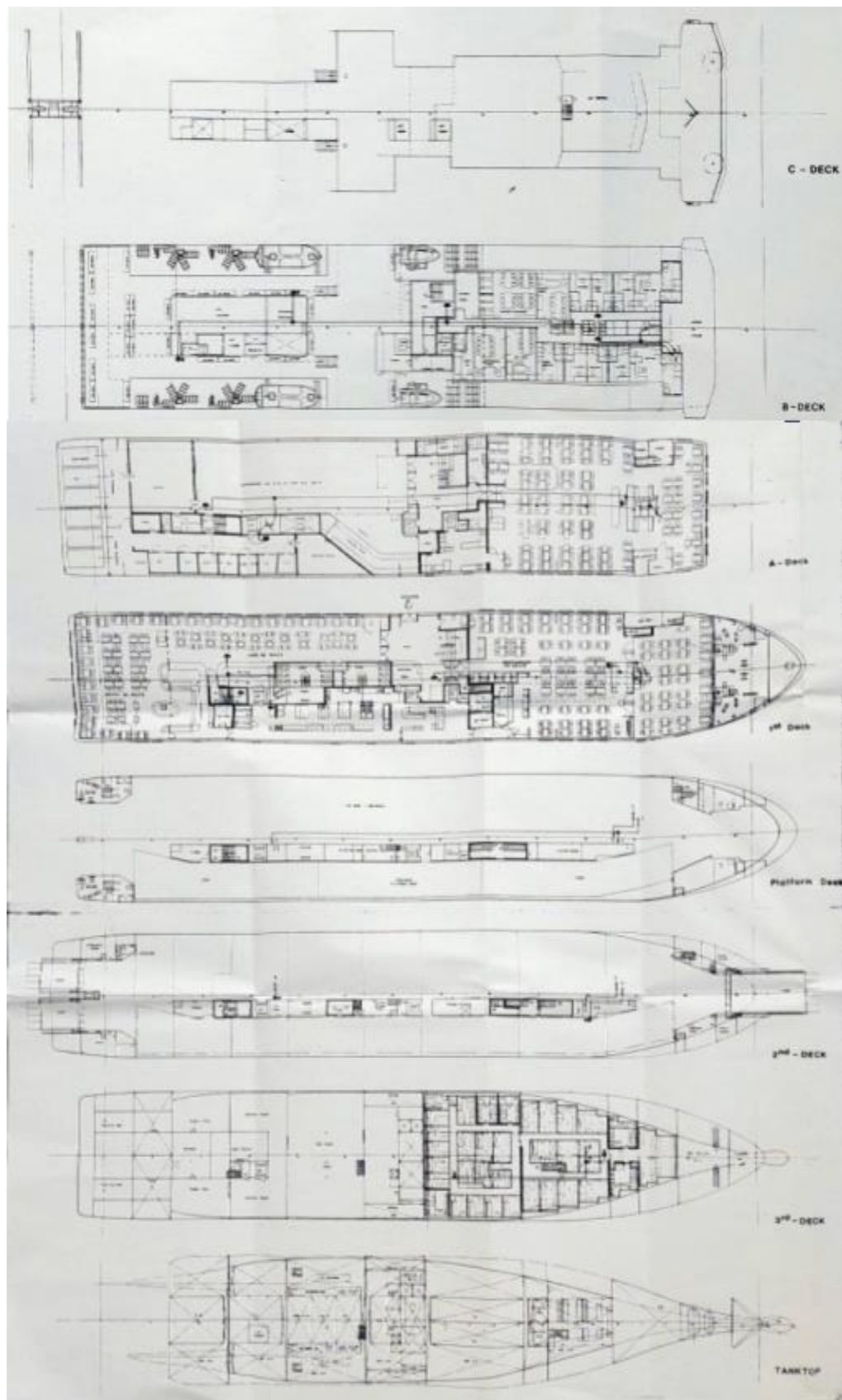
Slika 36. Navigacijski most [26]

Čelični trup konstrukcije trajekta je zavaren uz odobrenje klasifikacijskog društva i vlasnika. Sav čelik je pogodan za zavarivanje. Primjenjuje se kontinuirano zavarivanje.

Brodu sadrži osigurane vodonepropusne pregrade koje brodu ispod palube automobila ostvaruju potreban broj vodonepropusnih odjeljaka u skladu s pravilima i propisima. Raspored paluba je prikazan na slici 37. te njihov presjek je vidljiv na slici 38. Na palubama nalazimo adekvatan broj i položaj uzdužnih pregrada s obzirom na stabilnost u slučaju štete i izračunima u slučaju poplave [28].



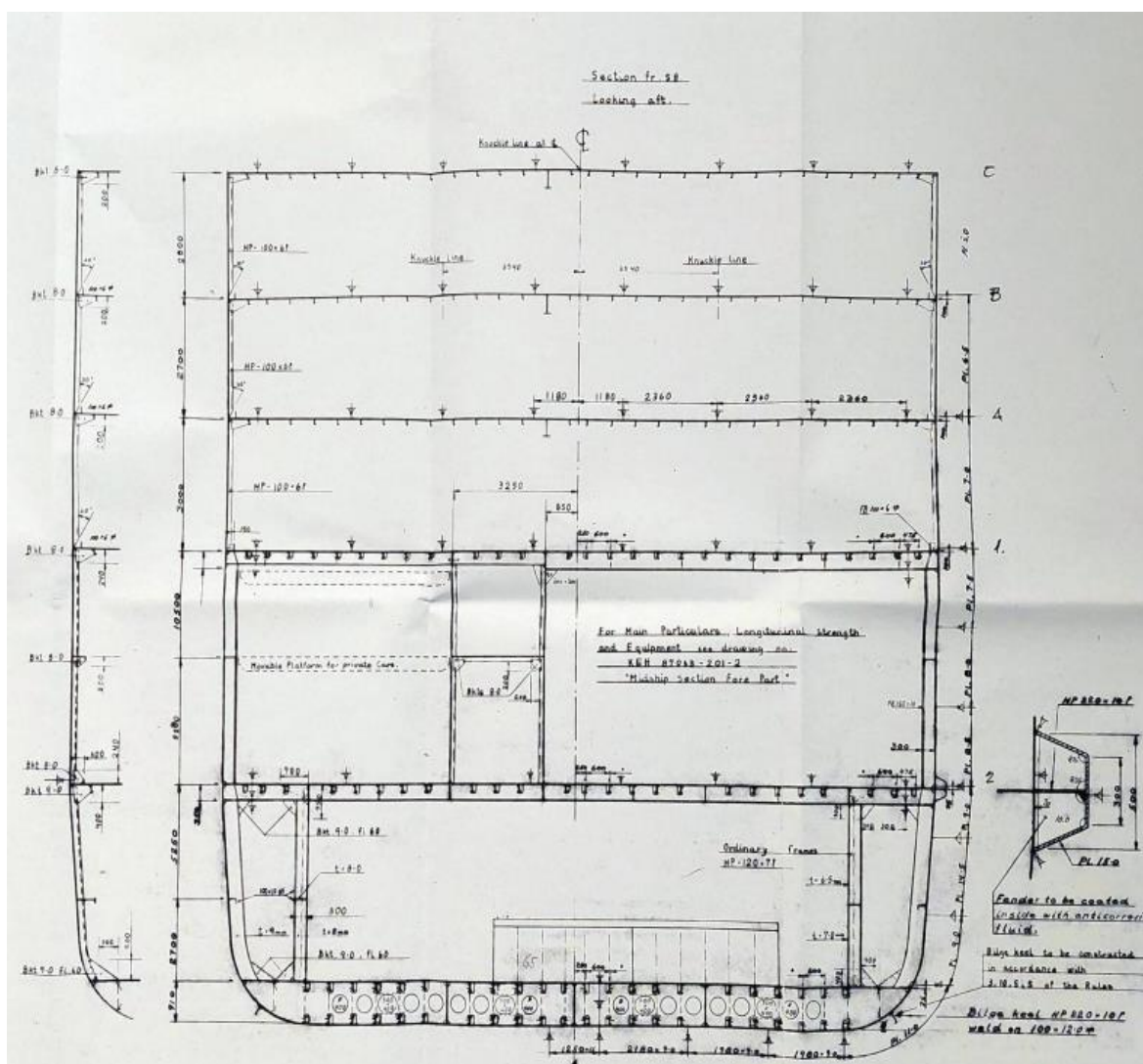
Slika 37. Raspored paluba [27]



Slika 38. Palube [27]

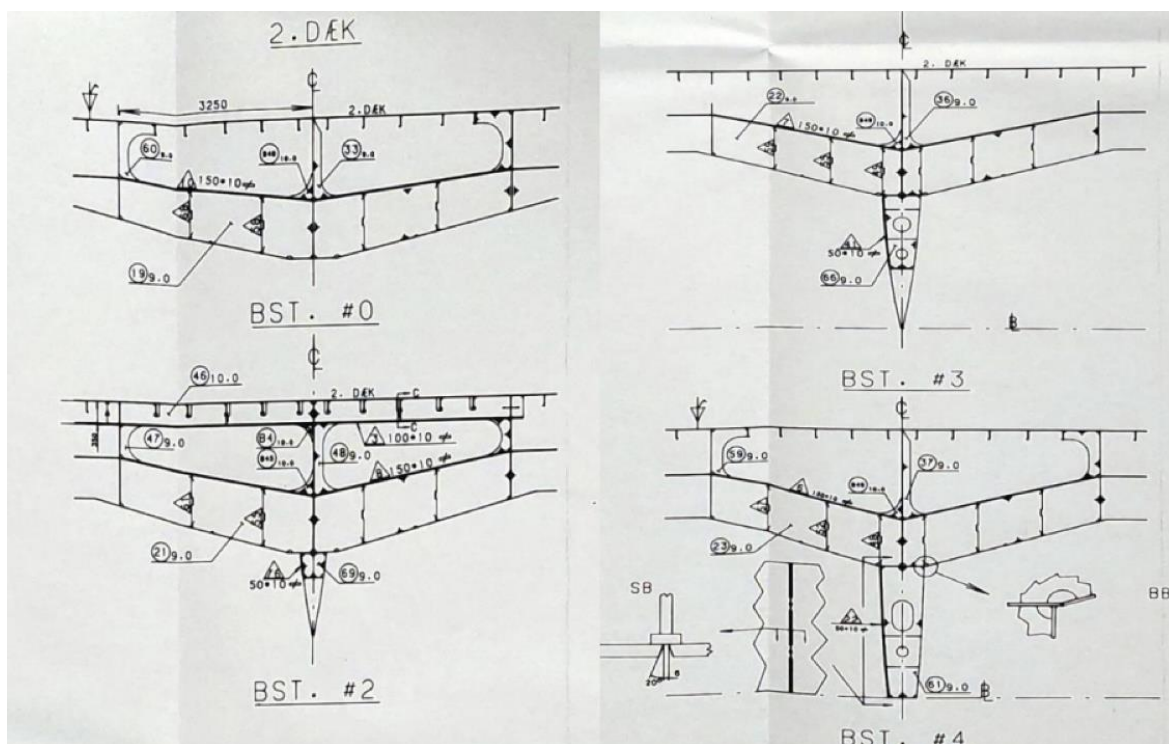
Brodski strojevi i uređaji su osigurani kvalitetnim dizajnom, ojačani su s obzirom na uklanjanje vibracija. Krmena rebra su od lijevanog čelika i zavarenog dizajna, gredna statva i krma su dodatno ojačana prema vodnoj liniji. Sav podvodni trup je zaštićen od korozije cinkovim anodama te je trup primjereno zaštićen od utjecaja leda. Sve palube su obložene čelikom te je cjelokupna čvrstoća palube ostvarena uzdužnim konstrukcijskim elementima vidljivim na slici 41.

Paluba za vozila ojačana je lokalnim karvelama. Čelične dimenzije palube automobila pogodne su za maksimalnu masu vozila do 13 tona s obzirom da masa mora biti ravnomjerno raspoređena na vozilu. Uzdužnjaci palube za automobile podržani su kontinuiranim nosačima i okvirima, te upore su raspoređene tako da odgovaraju rasporedu na međupalublju [28].



Slika 41. Poprečni presjek središta broda [27]

Gornja paluba je osigurana uzdužnim sponjama podržanim velikim okvirima iznad palube automobila, gdje nalazimo sponju na svako 4 okvira. Uzdužni elementi čvrstoće su prikazani na slici 42. Na palubi za vozila ne nalazimo upore. Strukturni raspored uzvišenja na brodu se sastoji od poprečnih okvira između kojih nalazimo uzdužna rebra. Prednji dio kormilarnice s palubom je izrađen od anti magnetskog čelika u zoni kompasa [28].



Slika 42. Uzdužni elementi čvrstoće [27]

U razini palube vozila 80% trupa je zaštićeno 250 mm širokim branikom načinjenim od ukrućenog čelika koji je dodatno ojačan na krmenom dijelu s oplatom od 15 mm. Rubovi su blago nagnuti. Iznad palube za vozila oplata je ojačana palubnim provezama kako bi se omogućilo prikladno dokovanje broda. Posvećena je posebna pažnja da bi se izbjegle vibracije u bilo kojem dijelu trupa i nadgrađa, posebno u prostorima za putnike i posadu te u područjima broskog vijka i kormila.

Protupožarna zaštita je ostvarena bez prskalica na mjestima gdje prebivaju putnici uz namještajem s ograničenom opasnosti od požara. Protupožarna izolacija je izvedena prema pravilima i propisima s prvoklasnim i laganim materijalima. Postavljena su klizna samo zatvarajuća protupožarna vrata u odjeljcima na palubi vozila te na područjima za putnike nalazimo ulegnuta protupožarna vrata [28].

6. ZAKLJUČAK

Konstrukcija broda je ključni dio izvedbe bilo koje vrste plovila čiji elementi podliježu provjerama i pravilima međunarodnih klasifikacijskih društava. Svaka vrsta konstrukcije i izvedbe broda mora zadovoljavati samoj primjeni broda s adekvatnom količinom efikasnosti i sigurnosti na umu. Svrha konstrukcije je da se omogući odupiranje svim opterećenjima nastalima uslijed eksploatacije broda u svojoj plovidbi. Cjelokupna čvrstoća broda se odražava konstrukcijskim obilježjima broda. Čvrstoća broda se ostvaruje pomoću poprečnih i uzdužnih konstrukcijskih elemenata koji su izvedeni od prikladnih i kvalitetnih materijala. Pravilnom konstrukcijom broda osiguravamo određeni životni vijek plovila uz prikladno održavanje te primjerenu plovidbu. Da bi se konstrukcija smatrala pravilnom i ujedno sigurnom za plovidbu, na konstrukciju moraju utjecati propisi međunarodnih klasifikacijskih društava kao što je Međunarodna pomorska organizacija *IMO* te konvencije od kojih za sigurnost na moru je najbitnija Konvencija o zaštiti ljudskih života na moru *SOLAS*. Međunarodna pomorska organizacija osigurava da se vrši razmjena informacija između članica te njihova suradnja u pomorskim pitanjima, briga o sigurnosti na moru te izrada i pomaganje u kreiranju normi koje se odnose na sigurnost na moru. Sva pravila i propisi se realiziraju u sklopu konvencija koje se moraju ratificirati od strane članica organizacije. U ovom radu su navedeni i zasebno opisani konstrukcijski elementi primijenjeni za konstrukciju raznih vrsta brodova čiji zahtjevi podliježu normama i propisima međunarodnih klasifikacijskih društava. Zaključno su opisana konstrukcijska obilježja na primjeru trajekta *Petar Hektorović* koji je namijenjen za prijevoz putnika i vozila.

LITERATURA

- [1] Dvornik, J.: *Konstrukcija broda*, Pomorski fakultet u Splitu, Split, 2013.
- [2] https://hr.wikipedia.org/wiki/Putnički_brod
- [3] <https://tehnika.lzmk.hr/putnicki-brod/>
- [4] <http://www.lokalpatrioti-rijeka.com/forum/viewtopic.php?f=86&t=1335>
- [5] <https://repozitorij.pfst.unist.hr/islandora/object/pfst%3A747/datastream/PDF/view>
- [6] <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=51175>
- [7] https://en.wikipedia.org/wiki/Queen_Mary_2
- [8] https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_largest_cruise_ships
- [9] <https://www.kongsberg.com/ru/kmagazine/2014/6/upgrade-allure-seas/>
- [10] <https://www.jadrolinija.hr/test/o-nama/brodovi/trajekti/trajekti-lokalnih-linija/mljet>
- [11] Taylor, D.A.: *Merchant Ship Construction*, Butterworth-Heinemann, Oxford, 1980.
- [12] <https://www.fsb.unizg.hr/kmb/600/640/kmb641.htm>
- [13] <http://www.fsb.hr/kziha/shipconstruction>
- [14] <https://mfame.guru/double-hulling-ships-market-trends-estimates/>
- [15] <https://shipconnector.in/2020/08/10/keel-of-a-ship-and-types-of-keel/>
- [16] <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=32154>
- [17] *Hrvatski registar brodova*, Split, 2021.
- [18] Grubišić, M.: *Brodске konstrukcije*, Sveučilište u Zagrebu, FSB, Zagreb, 1992.
- [19] <https://www.istockphoto.com/de/foto/frachtschiff-am-meer-gm498557968-79722883>
- [20] [https://www.wikiwand.com/en/Bridge_\(nautical\)](https://www.wikiwand.com/en/Bridge_(nautical))
- [21] <https://www.worldofcruising.co.uk/cruise-news/10-of-the-best-promenade-decks>
- [22] Furlan, Lučin, Pavelić: *Osnove brodogradnje*, Školska knjiga, Zagreb, 1982.
- [23] <https://www.beyondships2.com/faq-bulbous-bow.html>
- [24] <https://core.ac.uk/download/pdf/197496885.pdf>
- [25] https://hr.wikipedia.org/wiki/M/T_Petar_Hektorovi%C4%87
- [26] <https://www.brodotrogir.hr/hr/index.php/lista-vijesti/item/584>
- [27] Klasifikacijski nacrti trupa i opći plan trajekta Petar Hektorović
- [28] Trajekt Petar Hektorović 90 M. outline specification

POPIS SLIKA

Slika 1. Brod Great Eastern [2]	2
Slika 2. Brod Normandie [2]	3
Slika 3. Brod Oasis of the Seas [2]	4
Slika 4. Parobrod Hrvat [4].....	5
Slika 5. Prekooceanski brod Queen Mary 2 [7].....	7
Slika 6. Brod za krstarenje Allure of the Seas [9]	8
Slika 7. Trajekt Mljet [10]	9
Slika 8. Poprečni sustav gradnje [12]	11
Slika 9. Uzdužni sustav gradnje [12].....	12
Slika 10. Mješoviti sustav gradnje [12]	13
Slika 11. Izvedbe kobilica [16].....	14
Slika 12. Prikaz dna broda s hrptenicom [15]	15
Slika 13. Jednostruko dno u poprečnom sustavu gradnje [13]	16
Slika 14. Dvodno u uzdužnom sustavu gradnje [1].....	17
Slika 15. Presjek trupa s dvodnom [14].....	18
Slika 16. Sekcija dvodna [1].....	18
Slika 17. Nepropusna pregrada za prijevoz spremnika [1].....	19
Slika 18. Kolizijske pregrade [13]	20
Slika 19. Poprečne i uzdužne pregrade [1]	21
Slika 20. Orebrenja broda za prijevoz spremnika i za rasute terete [1].....	22
Slika 21. Okvirno rebro i proveza [18].....	23
Slika 22. Linica [18]	24
Slika 23. Izvedba vanjske oplata [13].....	26
Slika 24. Vanjska oplata [19]	26
Slika 25. Kormilarnica [20]	27
Slika 26. Navigacijski most broda [20]	28
Slika 27. Unutrašnjost brodskog mosta [20]	28
Slika 28. Palube brodova za krstarenje [21]	29
Slika 29. Izvedbe pramčanih pikova [1].....	31
Slika 30. Pramčani pik broda za krstarenje [23].....	32
Slika 31. Konstrukcije krmenog pika [1].....	32

Slika 32. Dijelovi krmenog pika [24]	33
Slika 33. Trajekt Petar Hektorović [25].....	36
Slika 34. Krmena vrata za ukrcaj i iskrcaj [26]	37
Slika 35. Pramčana vrata za ukrcaj i iskrcaj [25]	38
Slika 36. Navigacijski most [26]	39
Slika 37. Raspored paluba [27].....	39
Slika 38. Palube [27]	40
Slika 39. Raspored i plan spremnika [27].....	41
Slika 40. Uzdužni presjek bulba [27]	41
Slika 41. Poprečni presjek središta broda [27]	42
Slika 42. Uzdužni elementi čvrstoće [27].....	43

POPIS KRATICA

HRB

Hrvatski registar brodova

IMO (engl. *International maritime organization*)

Međunarodna pomorska organizacija

SOLAS (engl. *Safety of life at sea*)

Međunarodna konvencija o zaštiti ljudskih života na moru

RO-RO (engl. *Roll on-Roll off*)

Ukrcaj-iskrcaj