

Konstrukcijski elementi super jahti

Biasiol, Andrea

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:359503>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-02**



Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET

ANDREA BIASIOL

KONSTRUKCIJSKI ELEMENTI SUPER JAHTI
ZAVRŠNI RAD

Rijeka, 2024.

SVEUČILIŠTE U RIJECI

POMORSKI FAKULTET

KONSTRUKCIJSKI ELEMENTI SUPER JAHTI

SUPERYACHT CONSTRUCTION ELEMENTS

ZAVRŠNI RAD

BACHELOR THESIS

Kolegij: Sredstva pomorskog prometa 1

Mentor: prof. dr. sc. Igor Rudan

Student: Andrea Biasiol

Studijski smjer: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112083338

Rijeka, kolovoz 2024.

Student: Andrea Biasiol

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

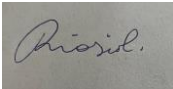
JMBAG: 0112083338

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom, Konstruktivski elementi super jahti izradio/la samostalno pod mentorstvom prof. dr. sc. Igor Rudan

U radu sam primijenio metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristio literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući naveo u završnom radu na uobičajen, standardan način citirao sam i povezao s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Student



Andrea Biasiol

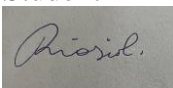
Student: Andrea Biasiol
Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa
JMBAG: 0112083338

IZJAVA STUDENTA – AUTORA
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor završnog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa završnim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog završnog rada kao autorskog djela pod uvjetima *Creative Commons* licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

Student



(potpis)

SAŽETAK

Cilj ovog završnog rada je analizirati konstrukcijske i tehnološke elemente super jahti, uključujući trup, palube, propulziju, te sustave stabilizacije. U radu se objašnjava povijesni kontekst super jahti, odnosno njihovo pojavljivanje kao i sama popularizacija, podjela super jahti na različite vrste na motorne super jahte, super jahte na jedra i *gulet* super jahte, super jahte s dva ili tri trupa, *sport fisher* i na super jahte *support* super jahte. te ekonomske zakonitosti u biznisu sa super jahtama kao i stanje flote super jahti. Kod dizajna i projektiranja super jahti koriste se inovativni materijali i napredne tehnologije s obzirom da su njihovi naručitelji manje opterećeni troškovima gradnje.

Ključne riječi : super jahte, konstrukcijski elementi, dizajn super jahti

SUMMARY

The goal of this paper is to analyse superyacht construction elements including the hull, decks, propulsion and stabilisation systems. In the paper are explain the history and popularisation of superyachts, the various types of superyachts such as motor superyachts, sailing and gulet superyachts, sport cruiser superyachts, multi-hull superyacht, sport fisher superyachts and support superyachts, also the economics of the yachting business, as well as the current superyacht fleet. Since budget constraints are a lot smaller in the construction and superyacht design, the shipbuilders use innovative materials and advanced technologies.

Keywords: superyachts, construction elements, superyacht, design

SADRŽAJ

SAŽETAK.....	I
SUMMARY	I
SADRŽAJ	II
1. UVOD	1
2. POVIJESNI RAZVOJ SUPER JAHTI	3
3. PODJELA SUPER JAHTI.....	5
3.1. <i>MOTORNE SUPER JAHTE</i>	5
3.2. <i>EKSPEDICIJSKE / ISTRAŽIVAČKE SUPER JAHTE</i>	6
3.3 <i>KLASIČNE SUPER JAHTE.....</i>	6
3.4. <i>SPORT CRUISER SUPER JAHTE</i>	7
3.5. <i>SUPER JAHTE S DVA ILI TRI TRUPA</i>	8
3.6. <i>SUPER JAHTE NA JEDRA I GULET SUPER JAHTE</i>	8
3.7. <i>SPORT FISHER SUPER JAHTE.....</i>	10
3.8. <i>SUPPORT SUPER JAHTE</i>	10
4. EKONOMIKA SUPER JAHTI	12
4.1. <i>PRIVATNE SUPER JAHTE.....</i>	14
4.2. <i>CHARTER SUPER JAHTE.....</i>	14
4.3 <i>KLASIFIKACIJSKA DRUŠTVA I DRŽAVE ZASTAVE</i>	14
4.4 <i>BRODOGRADILIŠTA SUPER JAHTI.....</i>	15
5. KONSTRUKCIJSKE ZNAČAJKE SUPER JAHTI.....	18
5.1 <i>TRUP</i>	19
5.1.1 <i>POLAR CLASS SUPER JAHTE.....</i>	23
5.2 <i>PALUBA</i>	27

<i>5.3. VODONEPROPUSNE PREGRADE</i>	30
<i>5.4 VATRO NEPROPUSNE PREGRADE</i>	33
<i>5.4. STABILIZATORI GIBANJA</i>	36
<i>5.5 PORIVNI SUSTAV</i>	38
LITERATURA:	44
POPIS SLIKA	45
POPIS TABLICA	45
POPIS GRAFIKONA	46

1. UVOD

U ovom završnom radu obrađuju se konstrukcijske karakteristike super jahti. Velika jahta je plovilo kojim se može prevoziti 12 i manje putnika, te se koristi u komercijalne svrhe (charter) i razonodu (privatna jahta), a ima duljinu veću od 24 metra na vodenoj plovnoj liniji, dok se putničke jahte definiraju kao plovila koja mogu prevesti više od 12 do 36 putnika s maksimalnim kapacitetom od 200 osoba. Super jahte su brodovi koji ne služe kao prijevoz putnika iz jedne destinacije u drugu, nego su namijenjeni užitku i zabavi putnika. Ti brodovi opremljeni su svim potrebnim sadržajima za smještaj, rekreaciju i odmor putnika. Izbor destinacija gotovo isključivo ovisi o vlasniku i putnicima. Nadalje, jedna od karakteristika super jahti je velik broj posade na relativno mali broj putnika. Super jahte nemaju određeni red plovidbe, kao ni luke ticanja nego plovo po naredbi vlasnika i putnika. Najveći broj super jahti nalazi se u Sjevernoj Americi i Europi, no prisutne su i u drugim regijama. Charter super jahte najčešće imaju ljetnu sezonu koja se odvija na Mediteranu i zimsku sezonu na raznim otočjima na Karipskom Moru. Flota super jahti je u konstantnom porastu zbog izgradnje novih plovila i zbog malog broja super jahti koje nestaju s tržišta. Zbog manje potrebe za financijskom isplativošću u super jahte ugrađuje se najmodernija tehnologija koja se redovno mijenja, ovisno o željama vlasnika, te se često koriste skupi materijali kao što su aluminij i razni kompozitni materijali. Kod odabira materijala, oblika trupa i ostalih tehničkih parametara, najbitnije stavke su duljina, područje plovidbe i želje vlasnika. Kod dizajna i izgradnje super jahti prate se rigorozni sigurnosni standardi koji osiguravaju sigurnost posade i putnika te zaštitu okoliša. Moderne super jahte imaju napredne pogonske sustave kojima se nastoje smanjiti emisije štetnih plinova i upotreba fosilnih goriva.

Ovaj se rad sastoji od šest poglavlja s podpoglavljima. U prvom poglavlju kratko se predstavlja tema super jahti. Drugo poglavlje opisuje povijesni kontekst te vrste brodova od samog početka do suvremenih super jahti. U trećem poglavlju s osam pod poglavlja navedena je podjela super jahti na različite vrste. U četvrtom poglavlju daje se ekonomska pozadina super jahti, objašnjava se razlika između privatnih i charter super jahti te se prikazuje stanje flote i knjige narudžbi. U petom poglavlju opisuju se konstrukcijske karakteristike super jahti. obrađuju se konstrukcijski elementi kao što su trup, nadgrađe, vatro nepropusne i vodonepropusne pregrade i ostali ključni dijelovi strukture super jahti.

Nadalje opisuju se različiti tipovi propulzije kao i aktivni i pasivni stabilizatori dok se u šestom poglavlju iznosi se zaključak završnog rada.

2. POVIJESNI RAZVOJ SUPER JAHTI

Iako su se brodovi koristili za razonodu od vremena antičke Grčke, termin "jahta" nastao je u Nizozemskoj u 14. stoljeću. Koristili su male brodice za progon krijumčara, pirata i kriminalaca. Bogati brodovlasnici i trgovci krenuli su koristiti male brodice nazvane "jaghts" kako bi proslavili povratak vlastitih brodica. Ubrzo je postalo popularno isplovljavati s prijateljima zbog užitka. Engleski kralj Karlo II proveo je deset godina u izgnanstvu u Nizozemskoj prije njegovog povratka na tron 1660. godine. Grad Amsterdam je proslavio njegov povratak na tron tako da mu je poklonio luksuznu jahtu nazvanu Mary dugu 66 stopa i široku 18 stopa s dvadeset članova posade. Nakon kraljevog povratka u domovinu studirao je navigaciju i brodogradnju, te je izgradio oko dvadeset jahti. Njegov brat vojvoda James od Yorka je također krenuo s izgradnjom jahti¹.

Prvi jahtaški klub, nazvan "The Water Club" osnovan je 1720. godine u Corku, Irskoj, kao neslužbena obalna straža. Organizirane utrke jahti krenule su se održavati polovicom 18. stoljeća na rijeci Temzi. Svi članovi morali su posjedovati jahte od minimalno 20 tona. Na kraju se deplasman tih jahti povećao na više od 350 tona. U Sjevernoj Americi Nizozemci su krenuli s jahtama u New Yorku, da bi Englezi nastavili tu tradiciju njihovim dolaskom. Prvi američki jahtaški klub Detroit Boat Club osnovan je 1839 i dalje aktivan.

Polovicom 19. stoljeća, dolaskom parnih pogona i kasnije motora s unutarnjim izgaranjem postepeno su zamijenjena jedra kod većine super jahti. Prve motorne jahte imale su lopatice, koje su kasnije zamijenjene vijcima. Krajem 19. stoljeća kreće veliki rast gradnje velikih parnih jahti. Nakon prvog svjetskog rata započinje razvoj dizelskih motora na teško gorivo i do 1932. godine grade se velike jahte na dizelski pogon.

¹ American sailing, History of the yacht, 31.3.2024. <https://asa.com/news/2022/03/31/history-of-the-yacht/#:~:text=The%20yacht%20is%20an%20invention.celebrate%20their%20returning%20merchant%20ships> (3.6.2024.)



Slika 1. Jahta Orion

Izvor : <https://itboat.com/> (20.8.2024.)

Najveća jahta iz tog perioda je Orion (1930.) deplasmana 3097 tona njemačkog brodogradilišta Blohm & Voss. 1932 smanjuje se broj velikih jahti i kreće trend manjih i jeftinijih jahti. Nakon drugog svjetskog rata prodalo se puno manjih ratnih brodova koji su se prenamijenili u jahte. Pred kraj 20. stoljeća broj jahti je porastao i kreće moderno doba super jahti².

²Encyclopaedia Britannica, Kinds of power yachts, <https://www.britannica.com/technology/yacht/Kinds-of-power-yachts>, (3.6.2024.)

3. PODJELA SUPER JAHTI

Super jahte su brodovi koji se koriste za rekreativna putovanja i razonodu. U posljednjim desetljećima došlo je do velikog razvoja i specijalizacije super jahti koja je utjecala na izgled i sadržaje koje se nude na modernim super jahtama. Vrsta i veličina super jahti ovisi isključivo o željama i mogućnostima vlasnika i području plovidbe. Danas se gotovo svaka destinacija na moru može posjetiti super jahtama, čak i najegzotičnija i udaljena odredišta. Ovo poglavlje opisuje različite vrste super jahti koje plove svjetskim morima.

3.1. MOTORNE SUPER JAHTE

Motorne super jahte su najčešći i najprepoznatljiviji tip super jahti. Pogonjene su unutarnjim motorom na unutarnje izgaranje. Karakteristične su po tome da imaju veliki obujam zatvorenih prostora i veliku površinu palube. najčešće imaju dvije i više paluba. Posjeduju sve sadržaje za odmor i rekreaciju. Najveća motorna super jahta na svijetu je Azzam, duga je 180 m, široka 20,8m, te ima gaz od 4,3m.



Slika 2. MY Azzam

Izvor : <https://uk.boats.com/> (20.8.2024.)

3.2. EKSPEDICIJSKE / ISTRAŽIVAČKE SUPER JAHTE

Iako sve ekspedicijske spadaju pod istraživačke super jahte, ne može se svaka istraživačka super jahta smatrati kao ekspedicijskom. Termin istraživačka super jahta opisuje općeniti dizajnerski stil motornih super jahti, dok ekspedicijske super jahte su primjerenije za znanstvene ekspedicije. Ekspedicijske super jahte imaju pojačani trup koji može podnijeti valove na otvorenom moru i često imaju polarnu klasu.



Slika 3. Super jahta Octopus

Izvor: <https://www.eyos-expeditions.com/> (20.8.2024.)

Uz pojačani trup bitna je i udaljenost koja se može preploviti s punim tankom goriva. Ta udaljenost mora biti minimalno 3.000 NM, dok Lürssenova jahta Ice može preploviti čak 6.000 NM pri brzini od 15 čvorova. Zbog duljeg boravka izvan luke stvara se potreba za većim skladišnim prostorom³.

3.3 KLASIČNE SUPER JAHTE

Iako ne postoji definicija klasičnih super jahti, taj termin se odnosi na drvene i metalne jahte izgrađene prije 1975. godine. Utjelovljuju tradicionalan izgled iz prošlih vremena, te zadržavaju originalnu konstrukciju trupa, materijale kao i jarbole i jedra.

³ Holly Margerrison and Cecil Gauert, Explorer yacht vs motor yacht: What makes an explorer yacht?, 17.10.2023., <https://www.boatinternational.com/luxury-yacht-events/explorer-yachts-summit/what-makes-an-explorer-expedition-yacht> (4.6.2024.)



Slika 4. Super jahta Nahlin

Izvor : <https://yacht.the-billionaires-club.com/> (20.4.2024.)

Najveća super jahta tog tipa je El Mahroussa duljine 150,57 m, širine 12,98 m i 4.560 BT. Izgrađena je u Ujedinjenom Kraljevstvu za egipatskog guvernera Khediva Ismaela. Danas služi kao egipatska predsjednička jahta⁴.

3.4. SPORT CRUISER SUPER JAHTE

Sport *cruiser* jahte su podvrsta motornih jahti. Karakteristične su po tome da imaju sportske linije i da razvijaju veliku brzinu.



Slika 5. MY Gentry Eagle

Izvor : <https://www.vcstar.com/> (20.8.2024.)

⁴ BOAT International, The top 10 largest classic yachts in the world, <https://www.boatinternational.com/yachts/the-register/largest-classic-yachts> (4.6.2024.)

Tradicionalno imaju samo dvije palube s manjim unutarnjim prostorom, te većina njih može postići brzinu od 30 čv, dok su neke brže od 50 čv. Imaju više tipova nadgrađa kao što je nadkabiniski most *flybridge* i otvoreni *open design*.

3.5. SUPER JAhte S DVA ILI TRI TRUPA

Takav tip konstrukcije omogućava veću stabilnost, volumen unutarnjih prostora, manji gaz u usporedbi s ekvivalentnom jahtom s jednostrukim trupom. Odvojeni trupovi nude mogućnost veće privatnosti za goste jer često je jedan trup rezerviran za posadu. Jedan od nedostataka takvog dizajna su smanjene maritimne sposobnosti zbog velike širine.



Slika 6. MY Wayfinder

Izvor: <https://cdn.boatinternational.com> (20.8.2024.)

3.6. SUPER JAhte NA JEDRA I GULET SUPER JAhte

Iako danas super jahte na jedra predstavljaju manji udio u broju super jahti, taj tip plovila je izvorni tip jahti koji potječe iz 17. stoljeća. Prepoznatljive su po tome da imaju jedra koja se pogone silom vjetra. Danas super jahte na jedra koriste kombinaciju jedra i motora na unutarnje izgaranje, te nude putnicima sve sadržaje koje možemo pronaći na motornim jahtama.⁵ Najveću jahtu na jedra, duljine 142 m, nazvanu A sagradilo je njemačko brodogradilište Nobiskrug za Andreyu Melnichenka.

⁵ IYC.com, IYC'S GUIDE TO YACHT TYPES, <https://iyc.com/yacht-types/> (5.6.2024.)



Slika 7. SY Black Pearl

Izvor: <https://www.oceancoyacht.com/> (20.8.2024.)

Gulet jahte su tradicionalna vrsta jedrilica koja potječe iz Turske. Često su to manji brodovi, ali postoje primjerci duljine 60 m. Imaju dva ili tri jarbola, ali često nisu opremljeni za jedrenje, te se pokreću dizelskim motorima. Izvorno su napravljene od drva, no danas postoje gulet jedrilice koje su napravljene od staklo plastike ili aluminija. Popularni su u Turskoj, ali i ostalim zemljama na istočnom Mediteranu te na Jadranu⁶.



Slika 8. Tersane 8 Gulet

Izvor: <https://miryagule charter.com/> (20.8.2024.)

⁶ Viravira.co, What is a Gulet?, 30.6.2024. <https://blog.viravira.co/what-is-a-gulet/#how-many-meters-are-the-gulets> , (6.6.2024.)

3.7. SPORT FISHER SUPER JAHTE

Sport fisher super jahte su jahte namijenjene rekreacijskom i natjecateljskom ribolovu na moru. Karakteristične su po tome da imaju duge palube, visoka nadgrađa s tzv. *tuna towerom* za uočavanje ribe. Moraju imati prostore za skladištenje ribarske opreme i ulova. Starije jahte postižu brzinu od 25 čv, dok one novije brzinu veću od 45 čv.⁷ Najveća sportfisher jahta nazvana je Special One, duga je 52 m te dizajn potpisuje Vripack, a gradnju nizozemski Royal Huisman.



Slika 9. MY Special One

Izvor: <https://www.royalhuisman.com/> (20.8.2024.)

3.8. SUPPORT SUPER JAHTE

Support jahte, poznate i kao *shadow* jahte, služe kao pratnja jahtama maticama. To su često prenamijenjeni support brodovi ili mogu biti građeni namjenski. Njihova glavna zadaća je prijevoz tendera, rezervnih dijelova i goriva.

⁷ Sportfish hub, What Is A SportFish Boat?, 28.9.2023., <https://sportfishhub.com/what-is-a-sport-fishing-boat/> (7.6.2024.)



Slika 10. Super jahta Abeona

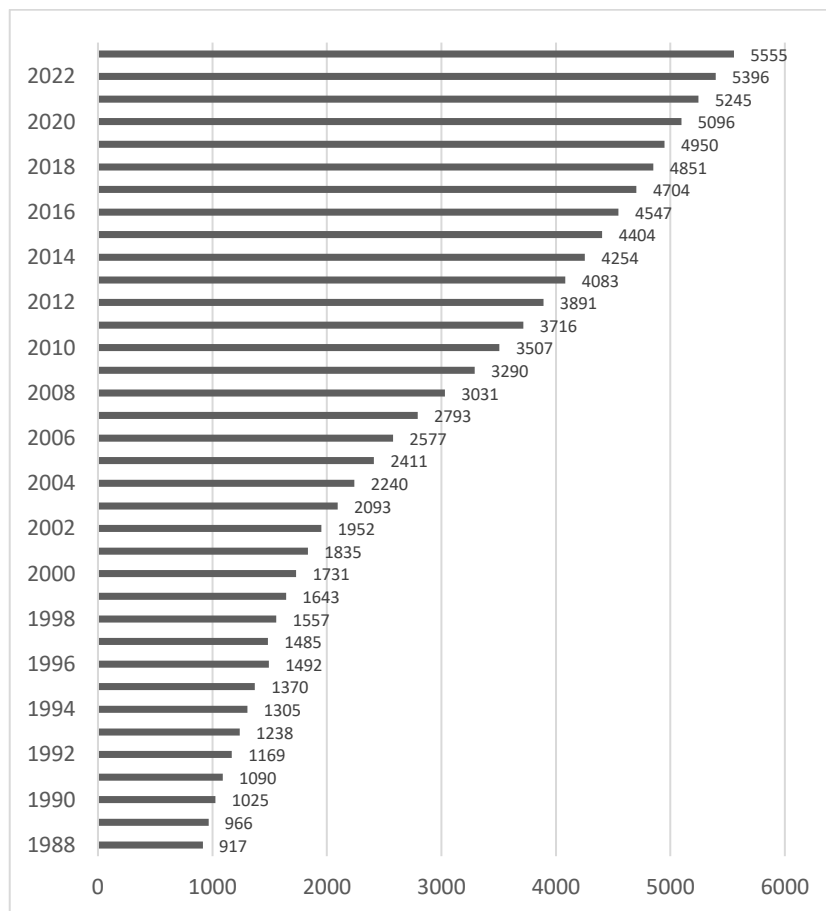
Izvor: <https://yachtharbour.com> (20.8.2024.)

Iako je svaka support super jahta napravljena prema željama vlasnika, imaju neke zajedničke karakteristike kao što su prijevoz tereta i brzina koja mora biti veća od jahte matice. Sve više vlasnika koristi support jahte kao primarne jahte i zbog toga su opremljene svim sadržajima kao i brodovi matice.

4. EKONOMIKA SUPER JAHTI

Procjenjuje se da globalno u 2024 .godini tržište super jahti vrijedi 19.44 milijardi američkih dolara te se očekuje da će 2031. godine tržište vrijediti čak 40.17 milijardi dolara s godišnjim akumuliranim rastom od 10.9%.⁸ Industrija bilježi konstantan porast zbog povećanja raspoloživog dohotka i tržišta luksuznih putovanja koja nude personalizirana i ekskluzivna putovanja.

Međunarodna pomorska organizacija (IMO), registri brodova i države zastave zahtijevaju standarde sigurnosti, konstrukcije i zaštite okoliša. Iako ta pravila i zakoni mogu povisiti operativne i troškove gradnje, ključni su za osiguravanje sigurnosti putnika i posade, kao i zaštitu okoliša.

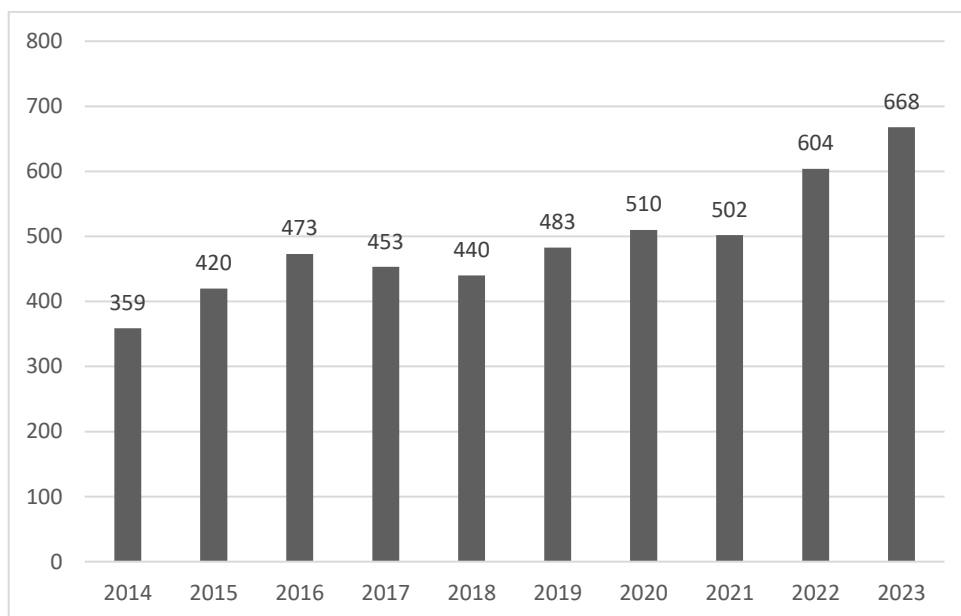


Grafikon 1. Flota super jahti za period 1988-2023.

Izvor: Pripremio student prema **A strategic vision for the superyacht industry**, studeni 2023, Ministry for transportation, infrastructure and capital projects (20.7.2024.)

⁸ Coherent Market Insights, srpanj 2024, Superyacht market analysis (20.8.2024.)

Tržište je jako koncentrirano na nekolicinu jako imućnih osoba koje imaju veliki udio ukupnih kupoprodaja super jahti. Zbog toga je tržište izloženo ekonomskim i geopolitičkim događajima koji izravno pogađaju vlasnike super jahti. Broj super jahti je porastao više od sedam puta od 1988., s 917 na 5.555 brodova početkom 2023., od toga motorne super jahte predstavljaju 85% ukupnog broja. Flota je u konstantnom porastu zbog narudžbi novih super jahti i malog broja brodova koji nestaje iz operativne flote odlaskom u rezališta, velikim štetama i uništavanjem brodova. Analiza knjiga narudžbi pokazuje nam porast novogradnji svih super jahti osim onih duljih od 80 m. Iako je u 2021. godini zabilježen visok broj prodaje novih i rabljenih super jahti, u 2022. broj prodanih novih i rabljenih super jahti pao je za 27%, ponajprije zbog rata u Ukrajini.⁹



Grafikon 2. Broj projekata u izgradnji za period od 2014. do 2023. godine

Izvor: Pripremio student prema **A strategic vision for the superyacht industry**, studeni 2023, Ministry for transportation, infrastructure and capital projects (20.7.2024.)

⁹ Ministry for Transport, Infrastructure and Public Works, studeni 2023., „A strategic vision for the superyacht industry (10.6.2024.)

4.1.PRIVATNE SUPER JAHTE

Privatna super jahta je svaka super jahta koja ne prevozi putnike u najmu, ne sudjeluje u trgovini i koristi se isključivo za užitak i rekreaciju vlasnika. Nadalje da bi se super jahta smatrala privatnom mora:

1. U slučaju da je u vlasništvu korporacije dopušta se boravak zaposlenicima kompanije, vlasniku ili vlasnicima, te obitelji i prijateljima navedenih osoba.
2. U slučaju drugih vlasničkih struktura, primjerice ako je u vlasništvu zaklade, na jahti mogu boraviti upravitelji, vlasnici, zaposlenici te obitelj i prijatelji navedenih osoba.
3. U privatnom vlasništvu.¹⁰

4.2. CHARTER SUPER JAHTE

Charter je ugovor između vlasnika ili agenta i stranke koji dopušta stranci, zvanom "charterer," korištenje jahte. Najčešće ugovor uključuje cijenu najma broda sa svom opremom, hranu i plaće posade i osiguranje. Ostale stavke kao što su gorivo, cijene vezova i hrane su na teret unajmitelja. U većini slučajeva charter traje tjedan dana, ali može biti kraće ili dulje, ovisno o dogovoru između stranaka. Najčešće charter super jahta ima ljetnu i zimsku sezonu koja se ljeti odvija na Mediteranu, a zimi na Karibima. U nekim regijama je moguć cjelogodišnji charter zbog toplog vremena, kao na Tajlandu i Maldivima, ali i tamo postoje veća ili manja potražnja, ovisno o monsunima.

Ugovori su nedavno postali većinom standardizirani postoje razne vrste ugovora. Najpopularniji ugovori su MYBA Terms (Worldwide Yachting Association), Caribbean Terms Inclusive (CTI) i Standard Eastern Mediterranean Terms (SEMT).¹¹

4.3 KLASIFIKACIJSKA DRUŠTVA I DRŽAVE ZASTAVE

Klasifikacijska društva su organizacije koje razvijaju i primjenjuju tehničke, konstrukcijske standarde i nadzor brodova, time pridonose pomorskoj sigurnosti Države zastave mogu ovlastiti klasifikacijska društva za provođenje pregleda i certificiranja njihovih brodova. Klasifikacija je dobrovoljna, osim ako to zahtjeva država zastava temeljem SOLAS

¹⁰ Republic of The Marshall Islands, Yacht code for Commercial Yachts and Private Yachts Limited Charter, 17.6.2013.,

¹¹ YachtCharterFleet, Yacht Charter Contract Types, <https://www.yachtcharterfleet.com/advice/charter-yacht-paperwork.htm> (12.6.2024.)

konvencije, te je često potrebna kako bi vlasnici mogli ugovoriti osiguranja. Proces klasifikacijom počinje projektiranjem i nadzorom prilikom gradnje ili prenamjene. Nakon što je inspekcija utvrdila da jahta odgovara svim pravilima registra izdaje se klasifikacija. Za ostanak u klasi potrebni su redovni pregledi koji mogu biti redovni i izvanredni. Izvanredni pregledi mogu biti obavljeni nakon preinaka ili nakon velike štete nastale nesrećom ili nebrigom. Ukoliko se pregledom ustanovilo da jahta ima nedostatke, klasifikacija se može suspendirati ili ukinuti.¹²

Svaki brod mora biti registriran u državi po svom izboru, te mora slijediti pravila i propise iste. Na otvorenom moru brod spada pod jurisdikciju države čiju zastavu vije. Koncept države zastave popularizirao se za vrijeme američke prohibicije kada su se brodovi registrirali pod panamskom zastavom kako bi izbjegli tadašnji zakon. Danas su popularne države zastave koje olakšavaju poslovanje u obliku smanjivanja davanja, inspekcija i zahtjeva za posadu. Za super jahte najpopularnije zastave su one Britanskog Commonwealtha tzv. “Red Ensign” poput Bermude, Kajmanskih Otoka, Gibraltara, Jerseya i Guerneya. Za vlasnike u Europskoj Uniji najpopularnija je zastava Malte, zbog poreznih olakšica, te zato što nema zahtjeva za nacionalnost posade.¹³

4.4 BRODOGRADILIŠTA SUPER JAHTI

Danas postoje 173 brodogradilišta u 25 država koja imaju barem jednu jahtu dužu od 24 m u izgradnji. Brodograditelji omogućavaju prilagodbi super jahti koja obuhvaća potpuno prilagođene, polu prilagođene i serijske super jahte. Za razliku od teretnih brodova koji se većinom proizvode na Dalekom Istoku, najveća brodogradilišta super jahti nalazi se u Europi i Sjevernoj Americi. Nizozemska i Njemačka izvoze najviše super jahti dužih od 50 m. Njemački Lürssen, Abeking & Rasmussen i Nobiskrug isporučuju potpuno prilagođene super jahte, dok su nizozemski Amels/Damen Yachting, Heesen i Moonen specijalizirani za polu prilagođene projekte koji se temelje na postojećim modelima. U potpuno prilagođenju

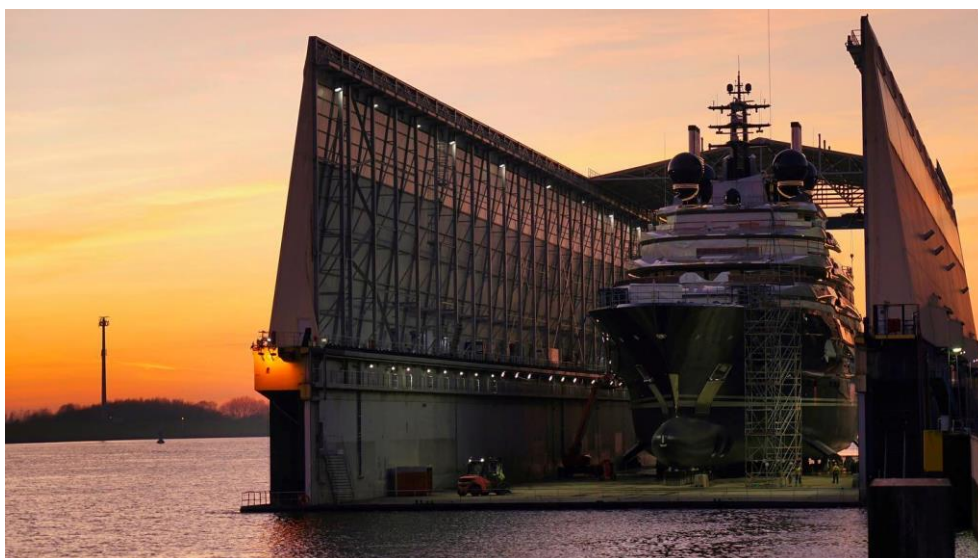
¹² Benjamin Maltby, Yacht owners guide to Classification Societies, 21.1.2015., <https://www.boatinternational.com/yachts/luxury-yacht-advice/yacht-owners-guide-to-classification-societies--571> (15.6.2024.)

¹³ Janine St.Denis, YACHT REGISTRATION — CHOOSING YOUR FLAG, 22.11.2019., <https://www.northropandjohnson.com/navigator-news/brokerage-new-build/yacht-registration-choosing-your-flag#:~:text=British%20Commonwealth%20or%20E2%80%9CRed%20Ensign,Islands%20and%20the%20Cayman%20Islands> (17.6.2024.)

kategoriji dominiraju Feadship, Oceanco i Royal Hakvoort u segmentu motornih jahti, dok Royal Huisman isporučuje personalizirane jedrilice. Superjahte izgrađene u Sjevernoj Europi u pravilu imaju puno veću cijenu na brokerskom tržištu.

U segmentu serijskih super jahti Sunseeker, Princess Yachts i Pearl Yachts proizvode super jahte kraće od 40 m i direktno konkuriraju s talijanskim i turskim brodogradilištima, poput Sanlorenzo, Custom Line, Ferretti, Benetti, Arcadia Yacht, Maiora, Falcon Yachts i Amer Yachts. Talijanski brodograditelji poznati su po isporukama sport cruiser i otvorenim jahtama, najpoznatiji su Azimut, Riva, Pershing i Leopard Yachts. U posljednjih desetak godina tržištu su se pridružili novi brodograditelji isporučujući veće i personalizirane jahte koje konkuriraju tradicionalnim brodogradilištima poput Baglietto, Codecasa i ISA Yacht, dok je Perini Navi poznat po jedrilicama. Neka od tih brodogradilišta su Columbus Yachts, Tankoa, Cantiere delle Marche.

Turska ima dugu izgradnju drvenih gulet jahti. Danas se Turska brodogradilišta okreću motornim jahtama i jedrilicama od kompozitnih materijala i čelika. Najpoznatiji su Turquoise Yachts, Bilgin Yachts, Alia Yachts, Mengi Yay i Numarine.



Slika 10. Brodogradilište Lürssen

Izvor: <https://yachtharbour.com/> (20.8.2024.)

Sjeverno Američka brodogradilišta poznata su po jahtama s malim gazom i sport fisher segmentu. Proizvodnja se fokusira na polu prilagođene jahte s brodogradilištima kao što su Westport Yachts, Burger Boat Company, Palmer Johnson, Viking Yachts i Hatteras

Yachts. U segmentu većih personaliziranih made-in-USA super jahti Christensen Yachts i Delta Marine isporučuju motorne jahte do 37 m.

U Aziji prevladavaju serijske motorne jahte od kompozitnih materijala s poznatim imenima kao što su Horizon Yachts, Ocean Alexander, Cheoy Lee, Heysea, Johnson Yachts i Nordhavn, koja se nalaze u Kini, Hong Kongu i na Tajvanu. U ostatku svijeta postoji mali broj brodogradilišta, prvenstveno u Oceaniji, Južno Afričkoj Republici i Brazilu.¹⁴

¹⁴ IYC.com, Yacht builders, <https://iyc.com/yacht-builders/> (20.6.2024.)

5. KONSTRUKCIJSKE ZNAČAJKE SUPER JAHTI

Proces izgradnje i dizajniranja je dugotrajan i zahtjevan proces. Kod gradnje super jahti postoje dvije metode:

- prva je odabir već postojećih modela (većinom se koristi kod manjih brodova), te
- druga metoda koja obuhvaća gradnju super jahte po narudžbi i zahtjevima pojedinačnog vlasnika.

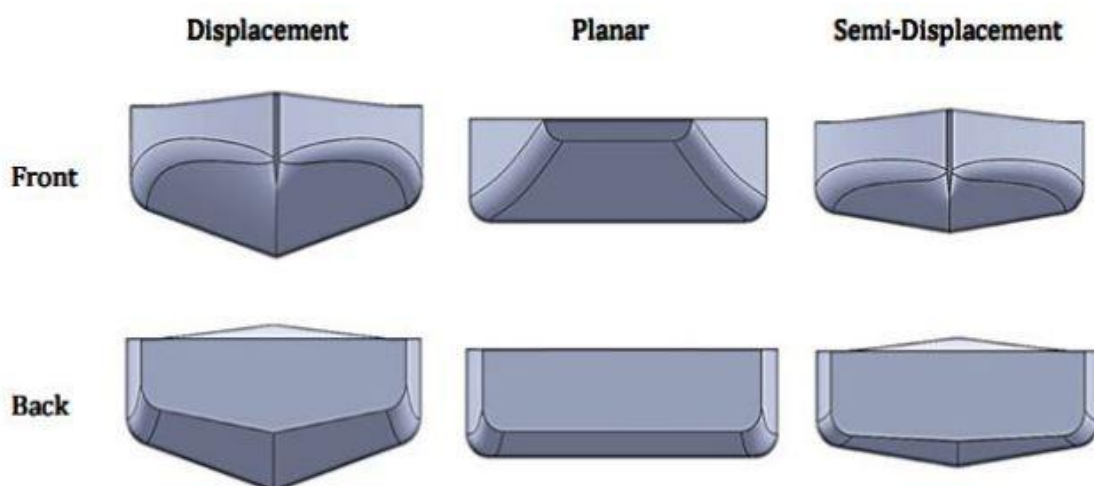
Iako je proces izgradnje i dizajna super jahte isti kao kod trgovačkih brodova, proces se razlikuje zbog velike važnosti vanjskog i unutrašnjeg izgleda. Usprkos tome svaka super jahta mora zadovoljiti sigurnosne i konstrukcijske standarde. U većini slučajeva vlasnik kontaktira specijalizirani dizajnerski ured ili brodogradilište, uz potporu vlastitog tima u kojemu su vanjski i unutarnji arhitekt, projekt menadžeri i često je prisutan odvjetnik. Često je mali broj inicijalnih parametra (vrsta jahte, duljina i performanse), dok je tim vlasnika često zadužen za sadržaje. Tehnički ured brodogradilišta mora biti domišljat i inovativan zbog strukturalnih problema koji mogu nastati prilikom dodavanja sadržaja na super jahtu. U pravilu se vlasnikove želje prebacuju na papir ili u računalni 3D program, koji je puno učinkovitiji. Ukoliko je vlasnik zadovoljan rade se preliminarni proračuni kako bi se dobile glavne značajke broda i kako bi se izabrali primijenjeni materijali. Proces počinje odmah nakon što se potpisao ugovor.

Nakon toga se utvrđuju aspekti stabilnosti, čvrstoće i hidrodinamike, te se šalju klasifikacijskom društvu na pregled. Tijekom projektiranja važan je dogovor između vlasnikovih želja i tehničkih mogućnosti brodogradilišta, no to često daje fleksibilne specifikacije koje se mogu mijenjati tijekom gradnje. Ukoliko faza dizajna traje pre dugo, započinje se gradnja prije finaliziranja projekta, gdje se riskira mogućnost modifikacija na zahtjev vlasnika. To se događa i kod trgovačkih brodova, ali tada su preinake puno jeftinije ili uopće ne trebaju. U prosjeku proces izgradnje jahte po narudžbi traje između tri i četiri godine. Gradnja trupa se odvija u sekcijama koje se spajaju u jednu cjelinama. Nadgrađe se gradi odvojeno te se potom spaja s trupom. Nakon toga se super jahta odvozi na opremanje. Ugrađuju se strojarnica, cijevi i kablovi potom slijedi bojanje trupa i nadgrađa, te kompletno opremanje vanjskog dijela jahte koje uključuje ugradnju stakla, tikovine, bazena. Slijedi

postavljanje izolacije i drugih elemenata unutrašnjosti. Nakon završetka opremanja treba obaviti pokusnu vožnju te posljednje pripreme prije isporuke vlasniku¹⁵.

5.1 TRUP

Kao i kod drugih vrsta brodova, trup je najvažniji konstrukcijski element. Oblik trupa nije standardiziran, te postoje razna rješenja za različite vrste super jahti. Najčešći oblici trupa su deplasmanski, polu-deplasmanski i trupovi pogodni za glisiranje.



Slika 11. Usporedba deplasmanaca, poludeplasmanaca i glisera

Izvor : <https://sslynx.wordpress.com> (20.8.2024.)

Osim različitih izvedbi trupa, važan je i izbor materijala poput što su aluminij, drvo, staklo plastika i čelik. Svaki materijal ima svoju namjenu i mora biti po specifikacijama nadležnog registra brodova. Čelik se koristi kod velikih super jahti, posebice kod istraživačkih jahti. To je pouzdan materijal koji se lako obrađuje i najotporniji je na udarce. trupovi od aluminija su puno lakši od čelika, otporniji na koroziju i vatru no njihovi nedostaci su da je skuplji, teže se vari i manje je otporan od čelika.

¹⁵ Hannah Rankine, An owner's guide on how to build a custom yacht, 10.6.2024., <https://www.boatinternational.com/boat-presents/oceanco-owners-guide-custom-new-build-yacht> (24.6.2024.)

Tablica 1. Usporedba različitih trupova super jahti

	Deplasmanci	Poludeplasmanci	Gliseri
Froudeov broj Fn (omjer između duljine broda i brzine)	0.42	0.6-1.1	Veći od 1.1, poželjno je 2<
Prizmatični koeficijent	0.56-0.64	0.63-0.68	0.68 -0.76
LCB (od ulaska vodene linije)	0.50-0.54	0.53-0.57	0.58- 0.64
Prosječni omjer snage poriva/t	5ks/t	10ks/t-40ks/t	60ks/t<
Stabilnost	Manja početna stabilnost, veća dinamička stabilnost (velika udobnost)	Velika početna stabilnost, dobra dinamička stabilnost	Ekstremna početna stabilnost, ali loša dinamička stabilnost na valovima
	<ul style="list-style-type: none"> - Povećanjem brzine, raste duljina - Veliki deplasman - Veća korisna nosivost - Veliki unutarnji volumen - Materijali interijera ne moraju biti lagani 	<ul style="list-style-type: none"> - Moguća optimizacija za velike i manje brzine, - Puno bolje maritimne sposobnosti u usporedbi s gliserima - Manji unutarnji volumen posebice u pramcu 	<ul style="list-style-type: none"> - Lagani deplasman - Strojarnica čini velik dio volumena trupa (30-40%) - Velika brzina - Neudobni u određenim vremenskim uvjetima

Izvor: pripremio student prema: Tim Thomas, A guide to superyacht hull design, 21.1.2015.

<https://www.boatinternational.com/> (26.6.2024.)

Hrvatski registar brodova definira minimalnu debljinu lima bočne oplata pomoću sljedećih formula:

$$t_{min} = (1,5 - 0,01 \cdot L) \cdot \sqrt{L \cdot k} \text{ [mm]}, \text{ za } L < 50 \text{ m}$$

$$t_{min} = \sqrt{L \cdot k} \text{ [mm]}, \text{ za } L \geq 50 \text{ m ili } 16.0 \text{ mm, ovisno koja je vrijednost manja}$$

L= duljina preko svega

k= faktor materijala

Debljina bočne oplata unutar 0.4 L od sredine na super jahtama kraćim od 90 m ne smije biti manja od:

$$t_1 = 1,9 \cdot n_1 \cdot s \cdot \sqrt{(ps \cdot k)} \cdot + t_k \text{ [mm]}$$

ps= pritisak na bočnu oplatu

s= udaljenost između susjednih brodskih rebara [m]

$n_1 = 1.0$ za poprečna rebra

$n_1 = 0.83$ za uzdužna rebra

Debljina bočne oplata unutar 0.4 L od sredine na super jahtama duljim od 90 m ne smije biti manja od sljedeće dvije vrijednosti:

$$t_{s1} = 18,3 \cdot n_1 \cdot s \cdot \sqrt{\left(\frac{ps}{\sigma_a}\right)} + t_k, [\text{mm}]$$

$$t_2 = 1,21 \cdot s \cdot \sqrt{(pB \cdot k)} + t_k [\text{mm}];$$

$$\sigma_a = \sqrt{\sigma^2 d_{op} - 3\tau l^2} \cdot \sigma_L [\text{N/mm}^2]$$

$$\sigma_{dop} = \left(0.8 \cdot \frac{L}{450}\right) \cdot \frac{230}{k}, [\text{N/mm}^2], \text{ za } L < 90\text{m}$$

$$\sigma_{dop} = 230/k, [\text{N/mm}^2], \text{ za } L \geq 90 \text{ m};$$

vrijednosti σ_L je maksimalni moment savijanja nosača τ zaokružuju se pomoću sljedećih formula:

$$\sigma_{LS} = 0,76 \cdot \sigma_L$$

$$\sigma_L = \sigma_L = \frac{|M_s| + 0,75 |M_w| + |M_{sl}|}{w} \cdot 10^3 [\text{N/mm}^2]$$

Vrijednost τ_L označava maksimalno opterećenje prilikom uzdužnog savijanja nosača

$$\tau_L = 55 k, [\text{N/mm}^2]$$

$$t_k = \text{dodatak za koroziju, } 0.5\text{mm}$$

Debljina oplata dvostrukog dna unutar 0.4 L na super jahtama kraćim od 90 m računa se pomoću sljedeće formule:

$$t_1 = 1,9 n_1 \cdot s \cdot \sqrt{pB \cdot k} + t_k [\text{mm}]$$

$$pB = \text{opterećenje dna u } [\text{kN/m}^2]$$

Debljina oplata dvostrukog dna unutar 0.4 L na super jahtama duljim od 90 m ne smije biti manja od:

$$t_{s1} = 18,3 \cdot n_1 \cdot s \cdot \sqrt{\left(\frac{ps}{\sigma_a}\right)} + tk, [\text{mm}]$$

$$t_2 = 1,21 \cdot s \cdot \sqrt{(pB k)} + tk [\text{mm}];$$

$$\sigma_a = \sqrt{\sigma^2 dop - 3\tau l^2} \cdot \sigma_L [\text{N/mm}^2]$$

vrijednost σ_L se zaokružuje na sljedeći način:

$$\sigma_L = \frac{12,6 \cdot \sqrt{L}}{k}, [\text{N/mm}^2], \text{ za } L < 90 \text{ m}$$

$$\sigma_L = \frac{120}{k}, [\text{N/mm}^2], \text{ for } L \geq 90 \text{ m}$$

$$\tau_L = 0$$

Debljina oplata dvostrukog dna unutar 0.4 L na super jahtama kraćim od 90 m računa se pomoću sljedeće formule:

$$t_1 = 1,9 n_1 \cdot s \cdot \sqrt{pB \cdot k} + tk [\text{mm}]$$

Faktor materijala k

Za normalne čelične konstrukcije s granicom razvlačenja od $ReH = 235 \text{ N/mm}^2$ i maksimalnim opterećenjem od Rm of $400 - 520 \text{ N/mm}^2$ koristi se vrijednost od 1.0.

$$k = 0,78, \text{ za čelik s } ReH = 315 \text{ N/mm}^2$$

$$k = 0,72, \text{ za čelik s } ReH = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$k = 0,66, \text{ za čelik s } ReH = 390 \text{ N/mm}^2$$

$$k = 0,68, \text{ za čelik s } ReH = 390 \text{ N/mm}^2$$

Za druge vrste čelika, faktor materijala k određuje se pomoću ove formule:

$$k = \frac{295}{ReH + 60}$$

Legure od aluminija otpornog na morsku vodu mogu se koristiti za trup, nadgrađe i palubne kućice.

Za pretvorbu čeličnih u aluminijske grede, računa se faktor materijala: $kal = \frac{635}{Rp_{0.2} + R_m}$

gdje su

$Rp_{0.2} = 0.2\%$ granice razvlačenja aluminijske legure, [N/mm²].

$R_m =$ maksimalno opterećenje aluminijske legure, [N/mm²].

Na dijelovima bočne oplata gdje su moguća lokalna naprezanja prilikom lučkih manevara oplata mora biti deblja od $t = 0.6\sqrt{P_{fl} \cdot k} + t_k$, [mm] gdje je P_{fl} sila lokalnog naprezanja [kN]. Ti limovi se u većini slučajeva nalaze na pramcu, krmi i na sredini broda. Točni položaj pojačanja definira se u specifikaciji brodograditelja i moraju se navesti u nacrtu brodske oplata. Duljina ojačanog područja bočne oplata ne smije biti kraća od 5 m, te mora biti viša od 0.5 m iznad punog balastnog tanka i 4.0 m od konstrukcijskog gaza. Bilo kakvo smanjenje debljine na tom području nije dopušteno.

Na nosačima vijka i osovine debljina oplata mora biti ista kao i na sredini trupa na duljini od 0.4L

Na super jahtama opremljenim ljuljnom kobilicom, kobilica se proteže čitavom duljinom broda i mora biti zavarena po cijeloj duljini broda.¹⁶

5.1.1 POLAR CLASS SUPER JAHTE

Super jahte s polarnom klasom su građene i opremljene tako da mogu ploviti morima u kojima je prisutan led. Kao i ostali *polar class* brodovi, *polar class* jahte moraju slijediti standarde nadležnih institucija. Plovidba polarnim područjima je opasna zbog pojave leda i loših vremenskih uvjeta. Kod izdavanja polarne klase razmatraju se različiti faktori kao što su područje plovidbe, doba godine, količina leda i sl. Zbog toga rizici i pravila se mogu razlikovati ovisno plovi li jahta na vodama oko Arktika ili na Antarktičkom moru.

Svako klasifikacijsko društvo ima različita pravila i podjele zbog različitih vrsta leda i uvjeta na moru. Led se dijeli u dvije vrste; novi led (led koji ima manje od jedne zime za rast) i višegodišnji led (led koji je preživio bar jedno ljeto). Višegodišnji led ima manji salinitet, i zbog toga je čvršći i potrebna je stroža klasa broda za plovidbu u tim područjima.

¹⁶. CROATIAN REGISTER OF SHIPPING, RULES FOR THE CLASSIFICATION OF SHIPS Part 35 – YACHTS, siječanj 2022.

Uz led, opasnost predstavljaju i niske temperature. Operacije na niskim temperaturama imaju velik utjecaj na materijale trupa i razvoj brodske opreme. Sigurnosna pravila i procedure su prisutne da je oprema dobro zaštićena kako bi se omogućile operacije na niskim temperaturama.



Slika 12. Primjer Polar class super jahte

Izvor: <https://pbs.twimg.com/> (20.8.2024.)

Klasifikacijska društva često nude pravila i smjernice za pripremu brodova za plovidbu polarnim područjima. Vlasnik i dizajnerski tim odgovorni su za određivanje područja plovidbe i godišnjeg doba kako bi se odredilo postoji li potreba za pripremu super jahte za plovidbu polarnim područjem. Za super jahte koje plove polarnim područjima sličnima polarnim kruzerima u ljetnim mjesecima, temperature ispod -10°C neće biti uobičajene. *International Code for Ships Operating in Polar Waters (Polar Code)* govori o polarnim plovidbi područjima, što znači da plovidba možda neće biti moguća na morima s ledom, primjerice na Baltičkom Moru. Dozvola Administracije i/ili Port State Control je potrebna kako bi se moglo ploviti drugim morima u kojima je prisutan led.

Tablica 2. Podjela kategorija u Polar Code-u

Polar Code kategorija	Ice klasa (IACS- međunarodno udruženje klasifikacijskih društva)	FSICR klasa (Finsko Švedski registar)	Opis leda
A	PC1		Cjelogodišnje operacije u svim polarnim vodama
	PC2		Cjelogodišnje operacije u umjerenom višegodišnjem ledu
	PC3		Cjelogodišnje operacije u dvogodišnjem ledu koji može uključivati višegodišnje ostatke
	PC4		Cjelogodišnje operacije u debelom jednogodišnjem ledu koji može uključivati ostatke starog leda
	PC5		Cjelogodišnje operacije u srednjem jednogodišnjem ledu koji može uključivati ostatke starog leda
B	PC6		Ljetne / jesenske operacije u srednjem jednogodišnjem ledu koji može uključivati ostatke starog leda
	PC7	IA Super	Ljetne / jesenske operacije u tankom jednogodišnjem ledu koji može uključivati ostatke starog leda
C	ICE-1A / E4	IA	Jednogodišnji led do 1.0m
	ICE-1A / E3	IB	Jednogodišnji led do 0.8m
	ICE1-B / E2	IC	Jednogodišnji led do 0.6m
	ICE -1C, / E1		Jednogodišnji led do 0.4m
	ICE-C/ E		Lagani uvjeti leda
	None		Plovidba u uvjetima bez leda

Pripremio student po: THE IMO Code & Large Yachts, <https://www.lateral.engineering> (24.7.2024.)

Za određene *ice klase* kategorija Polar Code-a igra veliku ulogu u ekspedicijskoj sposobnosti super jahte. S kategorijom A i B moguća je plovidba na u ledu debljem od 30 cm, što povećava operacijsko područje, mogućnost izlaska na led, vjerojatnost viđenja životinja i općenito privlačnost za chartere i goste. Plovila kategorije C imaju manje ekspedicijske mogućnosti i kompromis na jačini trupa može uvelike utjecati na plan putovanja. Na Arktiku, gdje je različita količina leda ovisno o dobu godine, veća klasa pruža veći operacijski period i daje veliki benefit chartereru i vlasniku broda.

Metoda za određivanje konstrukcijskih dimenzija broda temelji se na određenim pretpostavkama vezanim za silu leda na trup. Lokalna sila leda na malu površinu može imati visoke vrijednosti. Nadalje sila leda na trup može biti veća na vanjskoj oplati nego na prostoru između rebara zbog različite čvrstoće greda i vanjske oplatae.

Tablica 3. Visina pojačanja oplatae u pojasu leda

Ice klasa	Maksimalni srednji gaz (m)	Minimalni srednji gaz (m)
IA Super	0.6	0.75
IA	0.5	0.6
IB	0.4	0.5
IC	0.4	0.5

Izvor: Sjöfartsverket, Finnish-swedish ice class rules, 2009 (27.7.2024.)

Uz pojas leda bočna oplata je podebljanajestima: za ice klasu IA Super bočna oplata ispod pojasa leda na pramčanom dijelu kod linije kobilice. Za IA Super klasu vanjski dio oplatae ispod pojasa leda od pramčane statve do pozicije petog glavnog rebra, iza točke u kojoj pramac se odvaja od linije kobilice. U tom području debljina oplatae mora biti ista kao na srednjem djelu broda; za super jahte s IA Super i IA klasom koje imaju brzinu veću od 18 čv bočna oplata mora biti podebljana 2 m iznad pojasa leda, te na dijelu od pramčane statve do točke udaljene za 0.2 L od pramčane okomice. Za ovo područje debljina bočne oplatae mora biti ista kao na sredini trupa, te se preporučuje pojačanje oplatae za super jahte koje imaju manju brzinu od 18 čv ako testni model proizvodi veliki pramčani val. Brodska okna ne smiju se nalaziti u području ledenog pojasa. Ako je bilo koji dio izložene palube (weather deck) ispod gornje razine pojasa leda: linica mora imati istu čvrstoću kao oplata u pojasu leda kao i odljev.

Debljina poprečnih rebara bočne oplatae računa se pomoću sljedeće formule:

$$t = 667s \sqrt{\frac{f_1 \cdot p_{pl}}{\sigma_y}} + t_c [mm]$$

Debljina uzdužnih rebara bočne oplatae računa se pomoću sljedeće formule:

$$t = 667s \sqrt{\frac{p_{pl}}{f_2 \cdot \sigma_y}} + t_c [mm]$$

S= udaljenost rebara

Ppl= 0.75 p [MPa]

P= pritisak leda

$$F1 = 1.3 - \frac{4.2}{(hs+1.8)^2}; \text{ maksimalna vrijednost } 1.0$$

$$F2 = 0.6 + \frac{0.4}{hs}; \text{ kad je } hs \leq 1$$

$$F2 = 1.4 - 0.4(hs); \text{ kad je } 1 \leq hs < 1.8$$

σ_y = opterećenje materijala, $[N/mm]^2$ za koje se uzimaju sljedeće vrijednosti :

$$\sigma_y = 235 \text{ N/mm}^2 \text{ za normalni strukturalni čelik}$$

$$\sigma_y = 315 \text{ N/mm}^2 \text{ za pojačani strukturalni čelik}$$

t_c = dodatak za habanje i koroziju [mm]; normalna vrijednost $t_c = 2$ mm, ako postoji poseban premaz koji je otporan na habanje leda, onda se može primijeniti manja vrijednost.

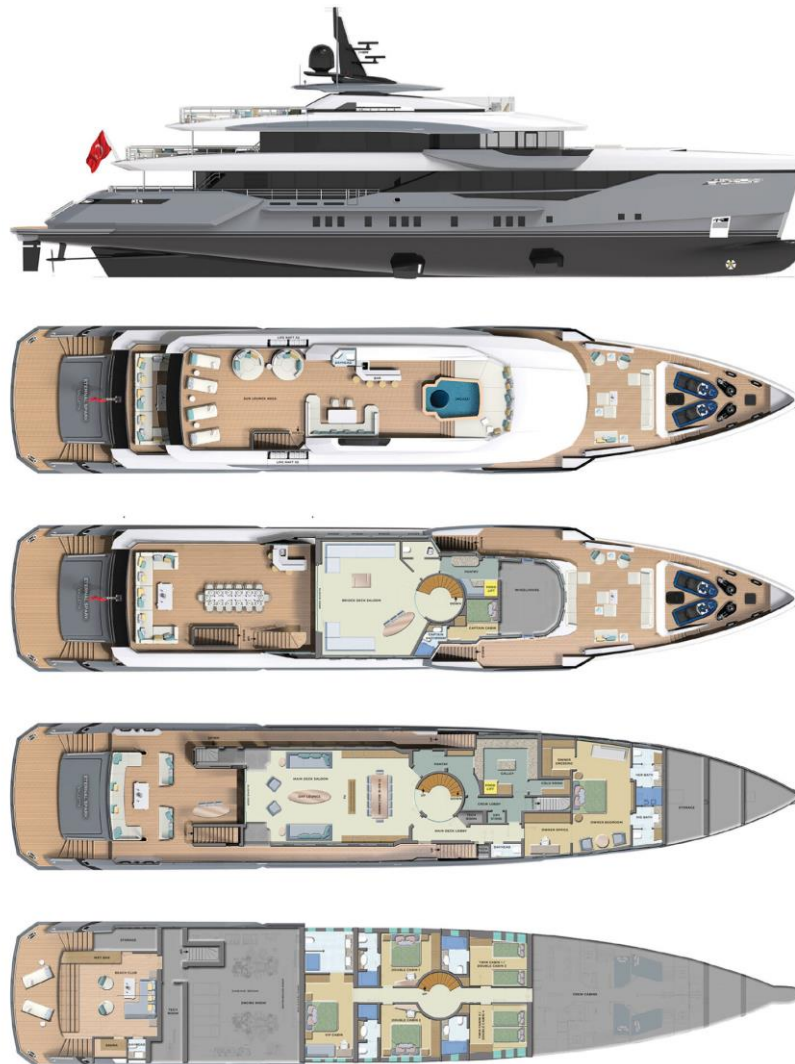
Pramčana statva mora biti napravljena od čelika i s oštrim rubom zbog poboljšanja maritimnih sposobnosti. Ljuljne kobilice na super jahtama s Ice klasom mora biti dizajnirana tako da se smanjuje rizik za oštećenje trupa. Kako bi se smanjila šteta prilikom djelomičnog gubitka kobilice preporuča se da se kobilica radi iz više manjih i neovisnih komada¹⁷.

5.2 PALUBA

Palube na super jahtama su najčešće obložene tikovinom. Tikovina sadrži svoju prirodnu smolu i zbog toga je jako otporna na ekstremne vremenske uvjete, sol, vlagu i vodu. Uz prije navedene prednosti tikovina ostaje nepromijenjena prilikom bušenja prilikom dodavanja vijaka. Broj paluba na super jahtama se mijenja ovisno o duljini i vrsti primjerice sport cruiser super jahte imaju dvije palube iznad vodene linije. Super jahte dulje od 60 m imaju najčešće četiri palube iznad vodene linije i dvije ispod. Niska paluba (lower deck) sadrži različite tendere i sadrži četiri ili pet kabina za goste i strojarnica se nalazi na sredini. Krmeni dio glavne palube ima ulaz u salon, ulaskom u sredinu nalazi se kabina vlasnika, često sa studiom i ponekad sa sobom ta osobnog asistenta. Viša paluba se koristi za večeru

¹⁷ Sjöfartsverket, Finnish-swedish iceclass rules, 2009

na otvorenome, drugi salon (tzv. Sky lounge), komandni most i kapetanova kabina se nalaze na višoj palubi.



Slika 13. Primjer rasporeda paluba na super jahti

Izvor: <https://eternalsparkyacht.com/> (20.8.2024.)

Paluba čvrstoće (strength deck) je najviši i neprekidan dio koji formira gornju prirubnicu trupa, paluba nadgrađa koja se prostire u 0.4 L i čija duljina premašuje 0.15 L ili krmena paluba ili paluba krmelog kvartira koja se prostire u 0.4 L od sredine super jahte. .Da bi se paluba nadgrađa smatrala palubom čvrstoće mora imati iste dimenzije i strukturalne elemente kao i druga paluba, te druga paluba mora imati iste dimenzije i strukturalne elemente kao i treća paluba. Debljina palube čvrstoće mora se sastaviti u nadgrađe za udaljenost jednaku širini limova palube pored otvora grotla. Gdje je paluba čvrstoće

zaštićena pločama nije potreban dodatak za koroziju. Na spoju između palube čvrstoće i završnog voja, gdje je debljina lima veća od 20 mm potreban je var po cijeloj duljini.

Svi otvori palube čvrstoće moraju biti okrugli, te moraju imati pojačane rubove. Udaljenost između vanjskog ruba i boka broda ne smije biti manja od promjera otvora. Pojačanja otvora se mogu izostaviti ako je promjer otvora manji od 300 mm i najmanja udaljenost do boka je veća od 5x promjera malog otvora. Rubovi otvora grotla moraju biti okruženi limovima koji se prostiru uzdužno i poprečno od barem jednog rebra. Unutar 0.5 L od sredine debljina lima mora biti jednaka debljini pojačanog lima oko otvora grotla i debljini palube između otvora grotla, dok izvan 0.5 L od sredine debljina podebljanih limova ne trebaju biti veće od 1.6 puta debljine oko otvora grotla. Za super jahte s velikim otvorima u palubi posebno razmatrati za uzdužne i poprečne momente savijanja.

Svaka super jahta mora imati izloženu palubu koja je izložena vremenskim uvjetima od gore i s minimalno dvije strane, te se prostire po čitavoj duljini plovila i mora imati primjerenu čvrstoću da bi bila otporna na očekivane vremenske uvjete.

Velik broj super jahti ima palube za slijetanje helikoptera koji omogućavaju direktni dolazak vlasnika, peljara i hitnih službi na super jahtu. Prisutnost heliodroma povećava fleksibilnost, luksuz i dostupnost udaljenih destinacija. Neke super jahte imaju stalne heliodrome koji su integrirani u konstrukciju i dizajn. Koriste se materijali i konstrukcija koji su otporni na sile koje nastaju samom masom helikoptera, kao i operacijama. Sklapajući heliodromi su dizajnirani na način da su skriveni kada se ne koriste. Često koriste hidrauličke sisteme za dizanje i spuštanje platforme u predviđeno skladište ispod palube. Sklapajući heliodromi pružaju veću fleksibilnost prostora. Kada se ne koristi taj prostor se može koristiti za druge potrebe kao što su sunčalište. Oba sistema daju veliku funkcionalnost i povećavaju samu vrijednost plovila. Dizajn i konstrukcija heliodroma zahtijevaju puno faktora koji osiguravaju sigurnost, funkcionalnost i integraciju u dizajn super jahte. Fiksni heliodromi uključuju faktore kao što su vibracije i dinamiku rotora. Površina je obložena materijalima otpornima na klizanje i koroziju koji povećavaju sigurnost prilikom operacija. Svjetlosni sustav je integriran za noćne operacije.



Slika 14. Paluba za slijetanje helikoptera

Izvor: <https://www.charterworld.com/> (20.8.2024.)

Kod sklapajućih heliodroma koriste se hidraulički sistemi koji omogućavaju glatku tranziciju između operacijskog i sklopljenog stanja. Posebna pažnja se daje stabilnosti, koja je potrebna za sigurne operacije i estetici. Neovisno o kojem sistemu se radi, svaki heliodrom mora slijediti pomorske i zračne regulacije. Organizacija međunarodnog civilnog zrakoplovstva i ostale državne organizacije određuju pravila vezana za dimenzije, oznake, svjetlosne sustave i sigurnosne procedure, dok klasifikacijska društva i države zastave određuju strukturalnu čvrstoću, uzimajući u obzir dodatne sile koje nastaju prilikom operacija¹⁸.

5.3. VODONEPROPUSNE PREGRADE

Trup svake jahte mora biti vodonepropustan kako bi se izbjegao neželjen ulazak vode u trup. Kod nasukanja ili sudara postoji rizik od deformacije pregrada ili palube koje mogu kompromitirati vodo nepropusnost trupa. Rizik naplavlivanja se povećava ako su vodonepropusna vrata ostala otvorena ili se ne mogu zatvoriti. Vodo nepropusnost

¹⁸ Yachtzoo, Superyacht Helipads Explained, 29.12.2023., <https://www.yacht-zoo.com/sales-news/superyacht-helipads-explained/> (30.7.2024.)

(watertightness) se definira kao otpornost pregrade na ulazak vode bilo kojeg smjera kroz pregradu u oštećenom ili u neoštećenom stanju. Otpornost na vremenske uvjete (weathertightness) je otpornost ulaska vode uzrokovane raznim vremenskim uvjetima.

Britanski Red Ensign Group Yacht Code određuje da vodonepropusne pregrade moraju se pridržavati istih standarda kao i putnički brodovi, kako je definirano u SOLAS II-1. otvori u vodonepropusnim pregradama se mogu otvoriti tokom plovidbe kako bi se dopustio prolazak putnika i članova posade te ako su u tijeku radovi u neposrednoj blizini. Nakon prolaska putnika ili radova pregrade se moraju obavezno zatvoriti. Određena vrata mogu biti otvorena tokom plovidbe samo ako je to apsolutno potrebno. Postoje situacije u kojima bi se trebalo izbjegavati otvaranje vodonepropusnih vrata. Neke od tih situacija su plovidba u:

- gustom prometu,
- obalnim vodama, teškom vremenu,
- području leda,
- prilikom slabe vidljivosti,
- unutar luke i sl.

Tablica 4. Vrste vodonepropusnih vrata po SOLAS Konvenciji

Tip vodonepropusnih vrata	Opis
A	Ova vrsta vodonepropusnih vrata mogu biti otvorena u nuždi
B	Preporučeno je da ostanu zatvorena, osim kada posada obavlja radove u susjednom odjeljku
C	Moraju ostati zatvorena cijelo vrijeme, mogu biti privremeno otvorena za prolazak posade
D	Nisu usklađena s SOLAS konvencijom, trebala bi ostati zatvorena prije početka plovidbe i tijekom navigacije

Izvor: pripremio student po : <https://www.marineinsight.com/> (4.8.2024.)

Vanjski ulazi u nadgrađe i navigacijski most moraju biti otporni na vremenske uvijete. Vrata koja direktno povezuju skale moraju imati minimalnu visinu od :



Slika 15. Primjer vodonepropusnih vrata na super jahti

Izvor: <https://newthex.com> (20.8.2024.)

Tablica 5. Minimalna visina vrata otpornih na vremenske uvijete

Lokacija	Neograničene super jahte	Super jahte s kratkim dometom
A	600mm	300mm
B	300mm	150mm
.C	150mm	75mm

Izvor: Red Ensign Group Yacht Code, Part A, Siječanj 2019, (7.8.2024.)

Lokacija A: vrata se nalaze na prednjem kvartiru i koriste se tijekom plovidbe

Lokacija B: vrata se nalaze na izloženom dijelu pramčanog kvartira

Lokacija C: vrata se nalaze na zaštićenom dijelu ispred pramčanog kvartira ili na nezaštićena vrata na prvoj palubi iznad izložene palube

Vrata nepropusna na vremenske uvijete moraju se otvarati prema naprijed i kada se nalaze u nadgrađu moraju imati šarke na prednjem rubu. Alternativni varijante se mogu razmatrati ako se može dokazati da su dovoljno učinkovita, sigurna i da ne predstavljaju opasnost za plovilo.

Tablica 6. Minimalna visina pražnice grotla u strojarnici

Lokacija	Neograničene super jahte	Super jahte s kratkim dometom
Pozicija 1	600mm	450mm
Pozicija 2	380mm	200mm

Izvor: Red Ensign Group Yacht Code, Part A, Siječanj 2019, (8.8.2024.)

Pozicija 1: pozicija na palubi nadvođa i krmenoj palube, ili drugoj izloženoj palubi nižoj od jedne standardne visine nadgrađa iznad palube nadvođa, i na otvorenoj palubi koja se nalazi ispred točke koja se nalazi četvrtinu duljine preko svega od pramčane okomice.

Pozicija 2: pozicija na izloženoj palubi koja se nalazi pramčano za četvrtinu duljinu preko svega od kvartira i nalazi se par jednu standardnu visinu nadgrađa iznad palube nadvođa i niže od dvije standardne visine nadgrađa ispod palube nadvođa. Na izloženoj palubi koja se nalazi ispred točke koja je udaljena za četvrtinu duljine preko svega udaljene od pramčane okomice i nalazi se najmanje dvije standardne visine nadgrađa iznad palube nadvođa i niže od tri standardne visine nadgrađa iznad palube nadvođa.

Vodonepropusne pregrade moraju biti postavljene na način da ukoliko se dogodi manja šteta na trupu i dođe do naplavljenja jednog odjeljka, super jahta mora ostati na vodenoj liniji koja nije manja od 75 mm ispod izložene palube, palube nadvođa ili pregradne palube.

5.4 VATRO NEPROPUSNE PREGRADE

Svrha vatro nepropusnih pregrada i protupožarne zaštite na super jahtama je prevencija požara i eksplozije, smanjenje rizika po život za posadu i putnike, smanjenje zagađenja okoliša i gubitka plovila, sadržavanje, kontroliranje i gašenje vatre i eksplozije unutar izvornog odjeljka i pružanje adekvatnih načina napuštanja broda. Kako bi se postigla primjerena protupožarna zaštita moraju se primijeniti sljedeće stavke:

1. Segregacija prostora vatro nepropusnim pregradama
2. Smanjenje korištenja zapaljivih materijala
3. Smanjenje mogućnost iskrenja
4. Otkrivanje svakog požara unutar izvornog odjeljka
5. Zadržavanje požara unutar izvornog odjeljka
6. Zaštita u obliku pristupa i dostupnosti uređaja za gašenje požara.

Po Red Ensign Group Yacht Code pravila za protupožarnu zaštitu moraju biti na razini SOLAS konvencije za putničke brodove koje prevoze do 36 putnika. Zbog posebne pažnje posvećene super jahtama s trupom i/ili nadgrađem napravljenim od ne metalnim materijalima, njihovo prihvaćanje za klasifikaciju u pravilu se ograničuje na 500 BT

Vatro nepropusne pregrade dijele se u tri kategorije:

1. Klasa A: te pregrade moraju biti napravljene tako da ne propuštaju dim i plamen do jednog sata prilikom standardnog testa na vatru. Moraju biti obložene ne zapaljivim materijalom na čijoj se ne izloženoj strani temperatura neće biti viša od 140°C iznad prosjeka, te maksimalna temperatura ne bi smjela prelaziti 180°C . Ovisno o vremenu koje je potrebno da se dosegnu gore navedene temperature postoje dodatni standardi:
 1. 1 klasa "A-60" za 60 min
 2. 2 klasa "A-30" za 30 min;
 3. klasa "A-15" za 15 min;
 4. klasa "A-0" za 0 min.
2. Klasa B: te pregrade moraju zaustaviti prolazak plamena i dima na pola sata prilikom standardnog testa na vatru. Moraju imati izolaciju koja onemogućuje da temperatura na neizloženoj strani ne bude viša od 140°C , te maksimalna temperatura ne smije narasti preko 225°C iznad originalne temperature. Ovisno o vremenu koje je potrebno da se dosegnu gore navedene temperature postoje dodatni standardi:
 1. 1 klasa "B-15" za 15 min
 2. 2 klasa "B-0" za 0 min
3. Klasa C: pregrade moraju biti napravljene od odgovarajućeg nezapaljivog materijala, ali ne moraju proći test za prolazak dima i plamena, te nemaju ograničenja vezana za temperaturu

Prostori strojnice kategorije A definiraju se kao: prostori glavnog stroja, prostori koji sadrže motore na unutarnje izgaranje koji nemaju kombiniranu snagu manju od 375 kW ili bilo kakav kotao pogonjen uljem ili jedinica ulja-goriva, te bilo kakva oprema pogonjena uljem osim kotlova kao što su sustavi inertnog plina, incineratori i sl.

Tablica 7. Vatro nepropusna čvrstoća između pregrada i susjednih prostora na super jahtama većim od 500BT

Prostor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kontrolna stanica (1)	A-0	A-0	A-60	A-0	A-15	A-60	A-15	A-60	*
Hodnici (2)		C	B-0	A-0 B-0	B-0	A-60	A-0	A-0	*
Kabine (3)			C	A-0 B-0	B-0	A-60	A-0	A-0	*
Stepeništa (4)				A-0 B-0	A-0 B-0	A-60	A-0	A-0	*
Servisni prostori niskog rizika (5)					C	A-60	A-0	A-0	*
Prostori strojarnice kategorije A (6)						*	A-0	A-60	*
Drugi prostori strojarnice (7)							A-0	A-0	*
Servisni prostori visokog rizika (8)								A-0	*
Otvorena paluba (9)									*

Izvor: Red Ensign Group Yacht Code, Part A, Siječanj 2019, (10.8.2024.)

Prostori strojarnice na super jahtama manjim od 500 GT moraju biti potpuno zatvoreni pregradama klase A-30 (pregrade, bočna oplata i strop palube). Za super jahte kratkih dometa ti prostori moraju biti kompletno zatvoreni pregradama klase B-15. brodska kuhinja na super jahtama koje nisu kratkog dometa moraju biti potpuno ograđene pregradama klase B-15, te brodski prozori unutar tog područja ne moraju biti po standardu B-15. otvori u pregradama klase A i B moraju imati fiksni način zatvaranja koji bi morao biti dovoljno vatro nepropustan kao pregrada u kojima je ugrađen.

Tablica 8. Vatro nepropusna čvrstoća koje odvajaju susjedne prostore

Prostori ispod	Prostori iznad	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Kontrolne stanice (1)		A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	A-0	*
Hodnici (2)		A-0	*	*	A-0	*	A-60	A-0	A-0	*
Kabine (3)		A-60	A-0	*	A-0	*	A-60	A-60	A-0	*
Stepeništa (4)		A-0	A-0	A-0	*	A-0	A-60	A-0	A-0	*
Servisni prostori niskog rizika (5)		A-15	A-0	A-0	A-0	*0	A-60	A-0	A-0	*
Prostori strojarnice kategorije A (6)		A-60	A-60	A-60	A-60	*	A-60	A-60	A-60	*
Drugi prostori strojarnice (7)		A-15	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	*	A-0	*
Servisni prostori visokog rizika (8)		A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	*
Otvorene palube		*	*	*	*	*	*	*	*	-

Izvor: Red Ensign Group Yacht Code, Part A, Siječanj 2019, (10.8.2024.)

Na mjestima na kojima su pregrade klase A i B probijene zbog prolaza električnih kablova, cijevi, ventilacije i sl. vatro nepropusnost ne smije biti kompromitirana. Na mjestima izoliranim pregradama klase A, mora se osigurati da se toplina izazvana požarom ne prenosi na ne izolirane pregrade i prolaze. Tamo gdje pregrada ne može postići, moraju se izolirati vertikalne i horizontalne pregrade na udaljenost od 450mm.

*: pregrade moraju biti napravljene od čelika ili ekvivalentnog materijala, ali ne moraju biti standarda klase "A".

5.4. STABILIZATORI GIBANJA

Moderne super jahte koriste napredne i snažne stabilizatore koji umanjuju efekt valjanja u navigaciju i prilikom boravka na sidru za 90%. Kretnje broda mogu dovesti do morske bolesti i neugodnosti. Pojavom stabilizatora drastično se povećala udobnost i sigurnost, te često smanjuju potrošnju goriva. Postoje dva načina stabilizacije: aktivnim stabilizatorima potrebno je napajanje i aktivno mijenjaju svoj nagib, ovisno o protoku vode, te pasivni stabilizatori koji uključuju ljuljne kobilice, protu ljuljne tankove i razne oblike trupa koji smanjuju ljuljanje bez dodatnog utroška energije.



Slika 16. Krilni stabilizator

Izvor : <https://allatsea.s3-accelerate.amazonaws.com> (20.8.2024.)

Žiroskopski stabilizatori koriste zamašnjak koji se okreće velikom brzinom kojom se stvara kutni moment koji stvara protu ljuljni moment unutar trupa. Prednost takvog sustava je da se smanjuje ljuljanje super jahte bez dodatnih elemenata koji vire van trupa,

potencijalno stvarajući otpor. U većini slučajeva to su kompaktni sustavi pogonjeni strujom i nije potrebna ugradnja hidrauličkih cijevi. Najučinkovitiji su kad je super jahta na sidru i kada se kreće malom brzinom. Žiroskopski stabilizatori su relativno nova tehnologija u usporedbi s krilnim stabilizatorima, popularizirao ih je Feretti prije petnaestak godina za neke svoje modele.



Slika 17. Žiroskopski stabilizator

Izvor: <https://veemmarine.com/> (20.8.2024.)

Švedski proizvođač Humphree predstavio je vertikalni podesivi stabilizator zvan interceptor. Proteže se od zrcala krme i ima dinamičku interakciju s protokom vode ispod trupa, stvarajući korektivnu silu koja ispravlja trup na optimalni trim. Takav sistem je do 25% učinkovitiji od klasičnih krilnih stabilizatora i omogućava postizanje većih brzina.¹⁹

Krilni stabilizatori ugrađeni su na bočne strane trupa ispod vodene linije. Koriste servo-motore koji se nalaze u trupu. Njihova svrha je stvaranje uzgona i smanjenje valjanja broda ovisno o vremenskim uvjetima. Krilni stabilizatori koriste se od 1930-ih i primijenjeni su za različite tipove super jahti. Danas dolaze u različitim oblicima i veličinama, sa ili bez dodatnih krilca i dodatnih modifikacija i mogu biti fiksni i sklapajući. Neki proizvođači nude cilindrične rotore koji koriste Magnusov efekt koji stvara hidro dinamičku silu koja stabilizira plovilo.

¹⁹ HUMPHREE, Interceptors, <https://commercial.humphree.com/interceptors/> (7.8.2024.)



Slika 18. Stabilizator interceptor

Izvor : <https://dcsint.nl/> (20.8.2024.)

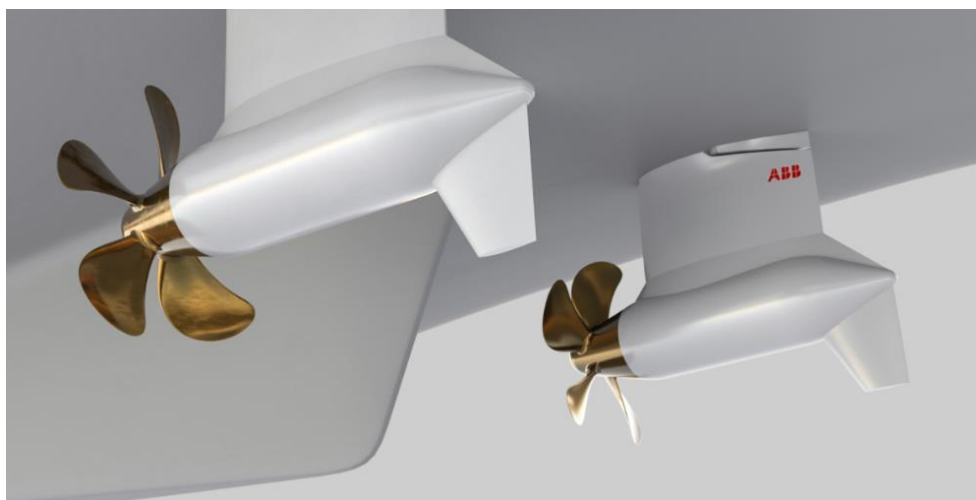
U prošlosti većina krilnih stabilizatora koristila je hidrauličke sisteme, no danas sve više proizvođača nudi električne sisteme koji su povezani na brodsku mrežu. Električni sistemi su prikladni za super jahte koje imaju drugu električnu opremu kao što su porivnici i vitla. Prednost električnog sustava je da stvaraju puno manje buke od tradicionalnih hidrauličkih sistema.

5.5 PORIVNI SUSTAV

Veliki broj super jahti pogoni se dizelskim motorima. Tehnologija dizelskih motora se krenula razvijati početkom dvadesetog stoljeća i značajno se unaprijedila u posljednjih 30 godina. Današnji dizelski motori sagorijevaju malo goriva, imaju čišće izgaranje, te imaju veliki omjer snage i mase. Danas su sve češći dizel-električni hibridni sustavi. Glavni aspekti ove tehnologije su baterije, magnetni motor generator i inverteri. Glavni motor okreće osovinu koja pokreće električni motor, koji radi kao alternator. Taj proces stvara električnu energiju koja puni baterije i održava napajanje glavne mreže. Takav sistem nudi opciju pogona s dva različita izvora, dizelom i strujom. Prednost korištenja hibridne tehnologije je smanjenje emisija CO₂ za 30%, manji troškovi goriva, smanjenje radnih sati glavnog motora te smanjena razina buke i vibracija. Motorna jahta Savannah porinuta je 2015. godine i koristi Breathe propulzijski sistem koji joj omogućava pet različitih operacijskih načina koji uključuju dizel-električni, dizelski i električni. Koristi snagu iz vlastite litij-ionske baterije teške 30 tona koja može skladištiti milijun watta energije. Bio i sintetička goriva predstavljaju dobro tranzicijsko rješenje jer rade s tradicionalnim pogonima te imaju puno manje emisije štetnih plinova. Neke super jahte koriste jedra kao izvor propulzije bez emisije

štetnih plinova. Royal Huismanova 58 metarska super jahta Ethereal, isporučena 2009.godine, je prva je hibridna super jahta na jedra. Koristi litij-ionske baterije kapaciteta 400kW i dizelske motore. Cijeli električni sustav uključujući sustav jedra i sidreni sustav može crpiti snagu iz istih litij-ionskih baterija omogućavajući potpuno zatajni način rada.²⁰

Azipodni sustav koristi električni propulzor s inkorporiranim motorom na izmjeničnu struju koji pogoni fiksni vijak. Regulator frekvencije se koristi kako bi se regulirala brzina rotirajućeg motora. Takav sustav je kombinacija vijka i kormila, te zamjenjuje osovine kormila i tradicionalne vijke. Propulzori se nalaze na krmi i okreću se za 360° , proizvode poriv u bilo kojem zadanom smjeru , te se mogu koristiti zasebno i neovisno. Prednosti takvog sustava su poboljšane maritimne sposobnosti kao što su plovidba krmom, skretanje i poboljšano zaustavljanje u nuždi. Nadalje azipod sustavi poboljšavaju bočni poriv te mogu zamijeniti tradicionalne bočne porivnike. Smanjeni su troškovi goriva i maziva, te zahtijevaju manje snage od klasičnih sustava s dva vijka. Nedostaci azipodnih sustava su veći inicijalni troškovi, limitirani su u snazi i brzini, potreban je dizel-električni sustav, te je potrebno više snage u usporedbi s sustavima s jednim vijkom.



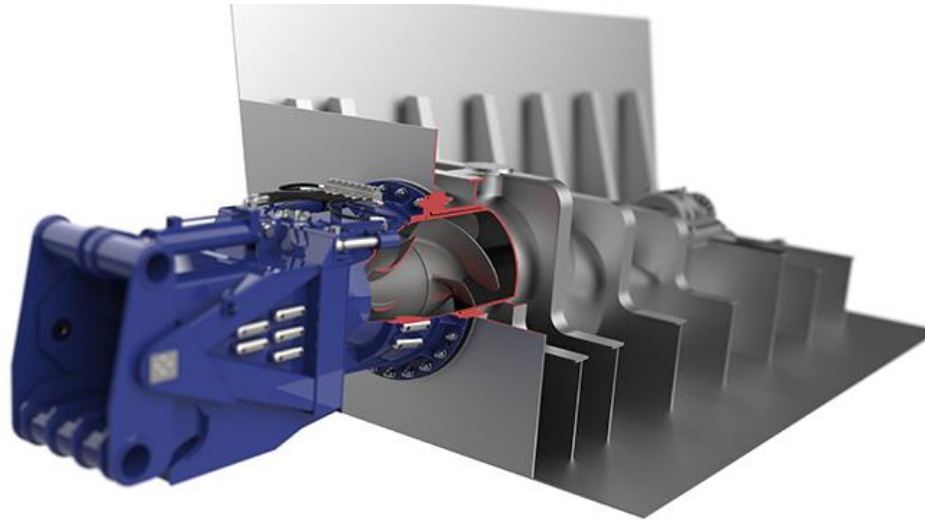
Slika 19. Azipod propulzija

Izvor : <https://media.superyachtnews.com> (20.8.2024.)

Propulzija vodenim mlazom (eng. Waterjet) se često koristi umjesto klasičnih vijaka za super jahte koje razvijaju velike brzine. Osnovni princip rada je sličan klasičnom vijku. Naime, porivna sila nastaje dodajući moment vodi preko ubrzanja određenog volumena u

²⁰ Royal Huisman, WORLD'S FIRST HYBRID SUPERYACHT LAUNCHED (IN 2008) siječanj 2015, <https://www.royalhuisman.com/worlds-first-hybrid-superyacht-launched-in-2008/> (13.8.2024.)

smjeru krme. Voda koja se nalazi ispod trupa prolazi kroz ulaz u pumpu koja ubrzava protok vode koji prolazi na izlaz.



Slika 20. Propulzija vodenim mlazom

Izvor : <https://www.wartsila.com/> (20.8.2024.)

Sile koji skreću brod stvaraju se usmjeravajući protok vode koristeći hidraulički zupčanik. Za brzine iznad 30 čv mlazni pogoni su puno učinkovitiji od konvencionalnih vijaka te pružaju benefite kao što su povećane maritimne sposobnosti i smanjenje gaza super jahte. nedostatak mlaznog pogona su visoki troškovi održavanja i velika potrošnja goriva.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu obrađena je tema Konstrukcijske karakteristike super jahti. Za razliku od putničkih brodova, koji imaju unaprijed definirane luke ticanja kao ni red plovidbe već plove tamo gdje odluči vlasnici ili putnici. Plovila napravljena isključivo za razonodu postoje još od vremena antike, no moderna industrija super jahti počela se drastično razvijati dolaskom parnih i dizelskih pogona, te polovicom 20. stoljeća kreće strelovit rast super jahti koji nije usporio do danas. Flota super jahti raste svake godine zbog novogradnji i malog broja super jahti koji nestaju iz flote, te zbog sve većeg broja super jahti grade se nove marine i pristaništa. Veličina, sadržaji i područje plovidbe ovisi isključivo o budžetu i željama vlasnika, no to ne znači da ne postoje različita konstrukcijska i sigurnosna pravila koja osiguravaju sigurnost boravka i plovidbe. Super jahte mogu biti potpuno prilagođene, polu prilagođene i serijske. Najveće super jahte su potpuno prilagođene, odnosno svaki dio je izgrađen posebno za tu super jahtu. Polu prilagođene super jahte uzimaju već postojeći model koji se prilagođava željama vlasnika. Serijski modeli su u većini slučajeva manje i jeftinije super jahte, te samo određeni dijelovi se mogu personalizirati poput boje trupa, rasporeda interijera i sl. S obzirom da super jahte u puno slučajeva ne moraju biti financijski isplative, koriste se najmodernija tehnologija, materijali i metode gradnje.

Najvažniji dio super jahte je trup koji super jahti daje uzgon i stabilnost. Oblik i materijal trupa ovisi o veličini i području plovidbe kao i željama vlasnika. Najveće super jahte se grade od brodskog čelika, zbog lakog oblikovanja i čvrstoće. Aluminijski je puno skuplji, teže se vari i manje je otporan od čelika, no njegova glavna prednost je da je puno lakši i da teže korodira od čelika. Kompozitni materijali koriste se za male super jahte, najčešće za one ispod 40m. Drvo je materijal često prisutan u klasičnim super jahtama, no danas se izbjegava zbog skupog održavanja i protupožarne zaštite, te zbog toga se njihova klasifikacija često ograničava na 500GT. Polarne super jahte popularne su zbog toga što pružaju pristup polarnim područjima, bez žrtvovanja udobnosti i ponuđenih sadržaja. Trup i oprema se klasificiraju ovisno o predviđenom području plovidbe i operativnom dijelu godine.

Broj paluba ovisi o veličini i vrsti super jahte. Većina motornih super jahti ima minimalno dvije palube. S konstrukcijskog aspekta najbitnije su paluba čvrstoće i izložena paluba koja je najdulja ne prekinuta paluba. Kod mnogih super jahti prisutan je i heliodrom koji dopušta direktni dolazak vlasnika i gostiju na plovilo bez pristajanja. Postoje dva tipa

helioldroma na super jahtama: fiksni i sklapajući. Svaki ima svoje prednosti i mane, te njihova ugradnja ovisi o željama vlasnika. Konstrukcijske standarde čvrstoće daju klasifikacijska društva i registri brodova, dok sva ostala pravila vezana za svijetla, označavanje i sl. određuje Organizacija međunarodnog civilnog zrakoplovstva.

Vodo nepropusnost sprječava neželjen ulazak vode u trup super jahte. Najveća šansa za neželjen ulazak vode u trup je prilikom oštećenja trupa kod nasukanja i sudara, te ukoliko su neka vrata ostala otvorena ili se ne mogu zatvoriti. Vodo nepropusne pregrade na super jahtama slijede pravila SOLAS II-1. koja su ista za putničke brodove koje prevoze do 36 putnika. Veličina, mogućnost otvaranja te učestalost otvaranja vodonepropusnih vrata ovisi o njihovom položaju na brodu.

Vatro nepropusne pregrade i požarna zaštita sprječavaju stvaranje i širenje požara, eksplozije, dima, ugroze za putnike i posadu te štete na okolišu te gubitak super jahte. Po Red Ensign Group Yacht kodu vatro nepropusne pregrade i protupožarna zaštita moraju biti na razini SOLAS pravila za putničke brodove koje prevoze do 36 putnika.

Aktivni i pasivni stabilizatori prisutni su na većini super jahti. Pasivni stabilizatori koriste ljuljne kobilice, protu ljuljne tankove i različite oblike trupa kako bi se smanjili utjecaj mora na udobnost super jahte. Aktivni stabilizatori su sustavi koji aktivno sprječavaju valjanje super jahte koristeći različite sustave. Danas su u upotrebi sustavi kao što su žiroskopski stabilizatori, krilni stabilizatori i ostale inovativne tehnologije stabiliziranja. Osim udobnosti, stabilizatori povećavaju sigurnost i često smanjuju potrošnju goriva.

Većina super jahti koristi dizelsku propulziju, no sve veći je trend korištenja alternativnih pogona kao što su dizel-električni i hibridni sustav. Najčešći način propulzije su azipod sustavi koji se mogu zasebno okretati za 360°, isporučujući maksimalnu snagu u bilo kojem smjeru. Mlazni pogoni se često koriste kod super jahti koje razvijaju velike brzine, te su puno učinkovitiji od klasičnih vijaka.

Industrija super jahti je u velikom porastu, zbog velike potražnje i svoje ekskluzivnosti, te može dobro konkurirati tradicionalnim vrstama ekskluzivnog turizma. Zbog povećanja i atraktivnosti same industrije, brojni pomorci pronašli su alternativu trgovačkim brodovima. Super jahte postaju sve veće, te posjeduju sve više sadržaja, što dovodi do povećanja broja sustava i kompleksnosti samih brodova. Dolaskom alternativnih goriva smanjit će se negativni utjecaj na okoliš, čije je održavanje sve veći prioritet. Cijela

industrija se temelji na željama vlasnika i putnika. Osim ekskluzivnosti i sadržaja sigurnost putnika i posade je na prvom mjestu.

LITERATURA:

1. Republic of The Marshall Islands, Yacht code for Commercial Yachts and Private Yachts Limited Charter
2. CROATIAN REGISTER OF SHIPPING,RULES FOR THE CLASSIFICATION OF SHIPS Part 35 – YACHTS, siječanj 2022.
3. Sjöfartsverket, Finnish-swedish iceclass rules, 2009.
4. Red Ensign Group Yacht Code, Part A, Siječanj 2019
5. Red Ensign Group Yacht Code, Part B, Siječanj 2019.
6. Boris Pritchard,Maritime Dictionary English – Croatian (Englesko-hrvatski pomorski rječnik), listopad 2020.

Internet:

7. <https://asa.com/news/2022/03/31/history-of-the-yacht/#:~:text=The%20yacht%20is%20an%20invention,celebrate%20their%20returning%20merchant%20ships> (3.6.2024.)
8. <https://www.britannica.com/technology/yacht/Kinds-of-power-yachts>, (3.6.2024.)
9. <https://www.boatinternational.com/luxury-yacht-events/explorer-yachts-summit/what-makes-an-explorer-expedition-yacht> ,(4.6.2024.)
10. <https://www.boatinternational.com/yachts/the-register/largest-classic-yachts> (4.6.2024.)
11. <https://iyc.com/yacht-types/> (5.6.2024.)
12. <https://sportfishhub.com/what-is-a-sport-fishing-boat/> (7.6.2024.)
13. <https://www.coherentmarketinsights.com/market-insight/superyacht-market-2333/market-size-and-trends> (20.8.2024.)
14. <https://infrastructure.gov.mt/wp-content/uploads/2023/11/A-strategic-vision-for-the-superyacht-industry-1.pdf> (20.8.2024.)
15. <https://www.yachtcharterfleet.com/advice/charter-yacht-paperwork.htm> (12.6.2024.)
16. <https://www.boatinternational.com/yachts/luxury-yacht-advice/yacht-owners-guide-to-classification-societies--571> (15.6.2024.)
17. <https://www.northropandjohnson.com/navigator-news/brokerage-new-build/yacht-registration-choosing-your-flag#:~:text=British%20Commonwealth%20or%20%E2%80%9CRed%20Ensign,Islands%20and%20the%20Cayman%20Islands> (17.6.2024.)
18. <https://iyc.com/yacht-builders/> (20.6.2024.)
19. <https://www.boatinternational.com/boat-presents/oceanco-owners-guide-custom-new-build-yacht> (24.6.2024.)

20. <https://www.yacht-zoo.com/sales-news/superyacht-helipads-explained/>
(30.7.2024.)
21. <https://www.royalhuisman.com/worlds-first-hybrid-superyacht-launched-in-2008/>
(13.8.2024.)

POPIS SLIKA

Slika 1. Jahta Orion	4
Slika 2. MY Azzam	5
Slika 3. Super jahta Octopus	6
Slika 4. Super jahta Nahlin	7
Slika 5. MY Gentry Eagle	7
Slika 6. MY Wayfinder	8
Slika 7. SY Black Pearl	9
Slika 8. Tersane 8 Gulet	9
Slika 9. MY Special One	10
Slika 11. Brodogradilište Lürssen	16
Slika 12. Usporedba deplasmanaca, poludeplasmanaca i glisera	19
Slika 13. Primjer Polar class super jahte	24
Slika 14. Primjer rasporeda paluba na super jahti	28
Slika 15. Paluba za slijetanje helikoptera	30
Slika 16. Vodonepropusna vrata na super jahti	32
Slika 17. Krilni stabilizator	36
Slika 18. Žiroskopski stabilizator	37
Slika 19. Stabilizator interceptor	38
Slika 20. Azipod propulzija	39
Slika 21. Propulzija vodenim mlazom	40

POPIS TABLICA

Tablica 1. Usporedba različitih trupova super jahti	20
Tablica 2. Podjela kategorija u Polar Code-u	25
Tablica 3. Visina pojačanja oplate u pojasu leda	26
Tablica 4. Vrste vodonepropusnih vrata po SOLAS Konvenciji	31
Tablica 5. Minimalna visina vrata otpornih na vremenske uvijete	32

Tablica 6. Minimalna visina pražnice grotla u strojarnici	33
Tablica 7. Vatronepropusna čvrstoća između pregrada i susjednih prostora na super jahtama većim od 500BT	35
Tablica 8. Vatro nepropusna čvrstoća koje odvajaju susjedne prostore	35

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Flota super jahti za period 1988-2023.	16
Grafikon 2. Broj projekata u izgradnji za period od 2014. do 2023. godine.....	16