Definicija uvjeta priveza, manevarskih kapaciteta i maritimnih uvjeta u luci nautičkog turizma

Maretić, Barbara

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:954536

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

ZAVRŠNI RAD

Barbara Maretić

Split, 2020.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Definicija uvjeta priveza, manevarskih kapaciteta i maritimnih uvjeta u luci nautičkog turizma

Završni rad

Split, 2020.

Definicija uvjeta priveza, manevarskih kapaciteta i maritimnih uvjeta u luci nautičkog turizma

Sažetak:

U ovom radu provedena je analiza rješenja luke nautičkog turizma s ciljem osiguranja potrebnih dubina u luci, manevarskog radijusa i širine ulaza u luku. Provedena je analiza valnog polja koja se temelji na refleksijskim svojstvima obalne konstrukcije čime su osigurane valne visine u akvatoriju luke unutar propisanih intervala. Na osnovu svih provedenih analiza, definiran je kapacitet luke u kojoj je planiran privez tri kategorije plovila.

Ključne riječi: luka nautičkog turizma, valno polje, organizacija priveza, potrebna dubina, idejno rješenje

Definition of mooring conditions, maneuvering capacities and maritime conditions in the port of nautical tourism

Abstract:

This work deals with conceptual design of the nautical tourism port to ensure required depths within the port, maneuvering radius and port entrance width. Wave field analysis based on the reflection properties of the coastal structure was preformed. It finally define reflection features of coastal structures and to verify expected wave heights do not exceed prescribed limits. Based on conducted analysis, the capacity oft he port has been defined to moor three categories.

Keywords: nautical tourism port, wave agitation, mooring organization, required depth, conceptual solution

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Barbara Maretić

BROJ INDEKSA: 4528

KATEDRA: **Katedra za privrednu hidrotehniku**

PREDMET: Luke i pomorske građevine

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Tema: Definicija uvjeta priveza, manevarskih kapaciteta i maritimnih uvjeta u luci nautičkog turizma

Opis zadatka: Od kandidata se očekuje:

- Dati prikaz rješenja potencijalno buduće luke nautičkog turizma
- Prikazati karakteristike plovila po kategorijama koje su predviđene za privez unutar luke;
- Organizirati privez plovila u akvatoriju luke;
- Definirati potrebne dubine za privez plovila;
- Provesti analizu valnog polja u akvatoriju luke i dati dokaznicu osiguranja povoljnih maritimnih stanja;
- Sustavno definirati potrebne tehničke uvjete s ciljem osiguranja funkcionalnosti luke.

U Splitu, 11.09.2020.
Voditelj Završnog rada:

Doc.dr.sc. Veljko Srzić

Sadržaj

1. UVOD……..…1

2. OPIS LOKACIJE ……....……..…2

3. IDEJNO RJEŠENJE LUKE NAUTIČKOG TURIZMA….…..……..…….…….4

4. PLANIRANJE LUKA…….....……..……7

4.1. Karakteristike plovila za privez……9

4.2. Definicija kapaciteta luke i organizacija priveza u luci…….15

4.2.1. Ulaz u luku……..16

4.2.2. Prostor za Manevriranje …….16

4.3. Utvrđivanje minimalne dubine za privez u luci……17

5. PLANIRANJE LUKE NAUTIČKOG TURIZMA.……..19

5.1. Svojstva valnog polja..…….…..19

5.2. Organizacija priveza u luci…….……..….…….29

5.3. Definicija dubine za privez..…….….….…36

6. ZAKLJUČAK……...……38

7. LITERATURA……...……..39

1. UVOD

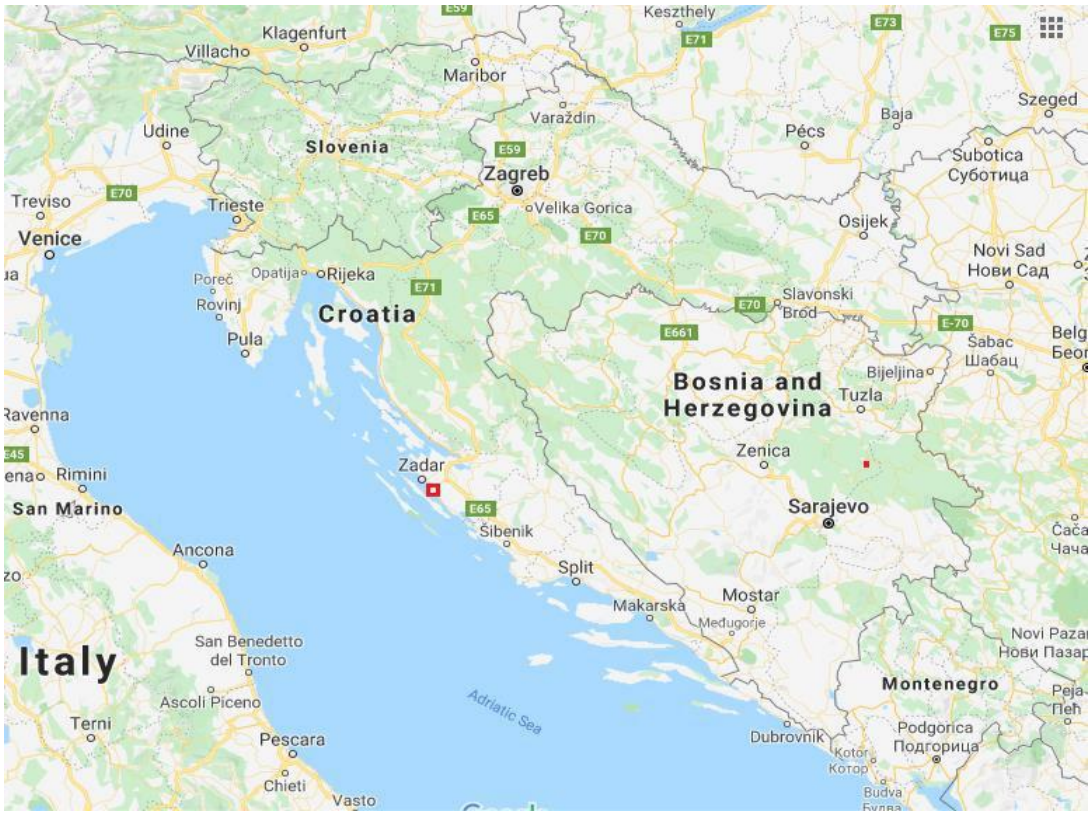
Na postojeću športsku lučicu planirana je nadogradnja luke nautičkog turizma s predviđenim kapacitetom do 200 plovila. Izgradnja objekta predviđena je u području relativno plitkog mora.

Opisan je obuhvat u kojem je luka smještena, postojeći otoci i luke u blizini. Predstavljeno je idejno rješenje LNT koje obuhvaća potreban broj plovila za privez, broj parkirališnih mjesta u luci, broj pontona na gatovima i ostale sadržaje u luci. U vidu planiranja luke, prvo su navedeni sastavni elementi svake luke nautičkog turizma. Zatim su detaljno prikazane karakteristike plovila po kategorijama koje uplovljavaju u luku, zahtjevi poput veličine markica, širine ulaza u luku, osiguranje dubine potrebne za privez i manevar plovila. U radu je provedena analiza valnog polja u akvatoriju buduće luke temeljena na refleksijskim svojstvima obalne konstrukcije. Provedenom analizom utvrđeno je kako je potrebna konceptualna izmjena rješenja luke s ciljem osiguranja valnih visina unutar propisanog intervala. Napravljene su korekcije u trasi objekata zaštitnog tipa s ciljem osiguranja potrebnih dimenzija unutar luke.

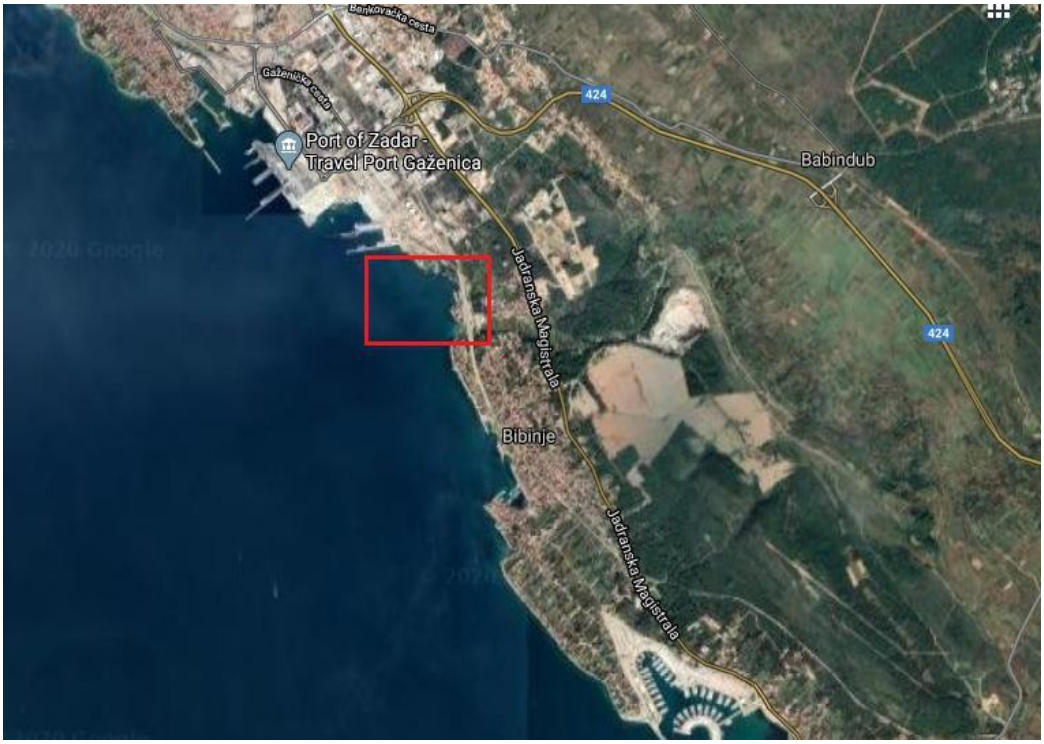
Manje kategorije plovila smještene su u zoni akvatorija s manjom dubinom, a veće kategorije plovila u zoni s većom dubinom. Konačno, detaljno je prikazan raspored na svakom gatu u luci i definirane su minimalne potrebne dubine za privez plovila.

2. OPIS LOKACIJE

Uvala Sveta Jelena nalazi se na području Zadarske županije, u središtu sjeveroistočne obale Jadranskog mora. Područje uvale spada u područje općine Bibinje. Posebnost županijskog područja je brojnost otoka, kanala, morskih prolaza, duboko uvučene morske površine u kopno, razvedena obala, plodna zona Ravnih kotara i krš brdsko-planinskog prostora. Otoci Ugljan i Pašman štite luku od utjecaja otvorenog mora. Neposredno u blizini nalazi se i otok Ošljak. Sa sjeverne strane nalazi se luka Gaženica, napravljena za teretne i putničke namjere. 4 km južnije nalazi se Marina Dalmacija koja je sa svojih 1200 vezova najveća luka nautičkog turizma na istočnoj obali Jadranskog mora. Ostale luke koje se nalaze u blizini su Luka Bibinje, marina Dalmacija u Sukošanu i Luka Gaženica te Marina Zadar.



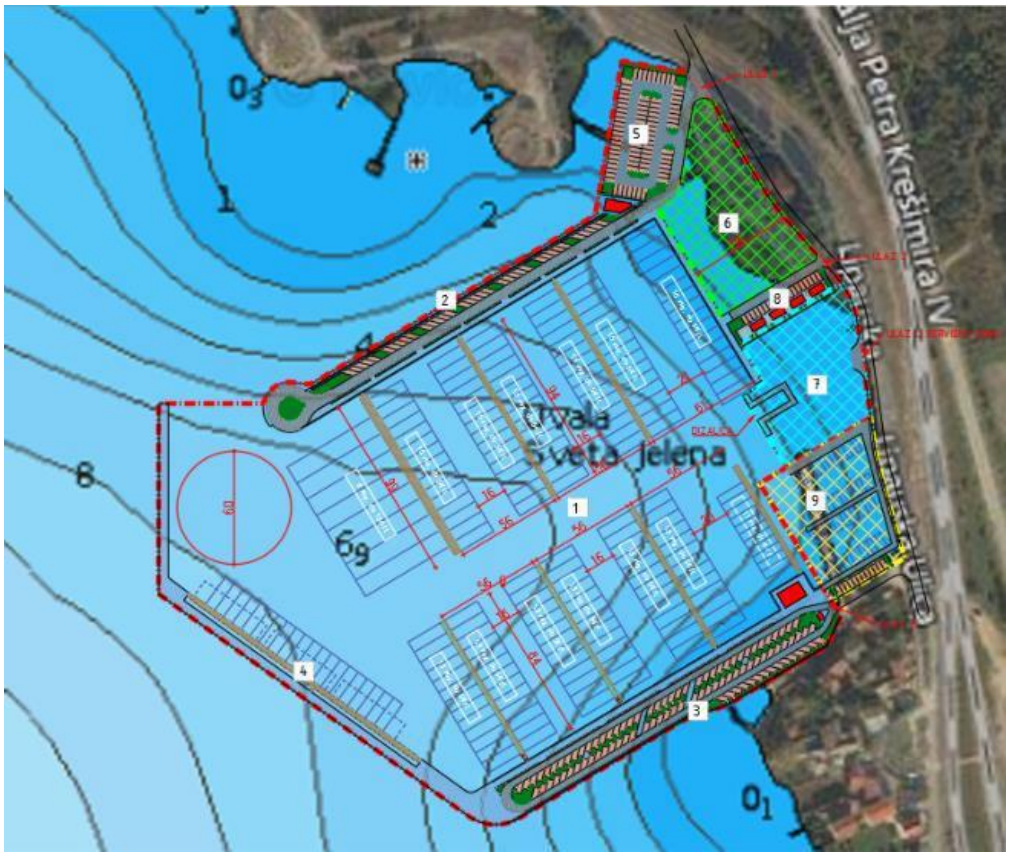
Slika 1. *Prikaz lokacije obuhvata*



Slika 2. *Prikaz užeg obuhvata buduće luke*

3. IDEJNO RJEŠENJE LUKE NAUTIČKOG TURIZMA

Planirana luka nautičkog turizma obuhvaća površinu od 85,8 ha, a već postojeća komunalna lučica 0,4 ha. Komunalna lučica ima kapacitet za 56 vezova i 12 parkirališnih mjesta. Ukupni kapacitet luke nautičkog turizma je 208 brodova, od čega je 188 na stalnom vezu, a maksimalno 20 u tranzitu.



Slika 3. *Idejno rješenje luke nautičkog turizma* [1]

LNT + KOMUNALNA LUČICA - GAŽENICA - BIBINJE

LEGENDA:

Obuhvat planirane LNT P= 85 800 m2

1. Cjelogodišnji zaštićeni vezovi;
- 169 vez (plovila do 54 ft.)
- 8 vezova (plovila do 130 ft.)
- 11 vezova (plovila do 40 ft.)
- UKUPNO VEZOVA: 188 kom + tranzitni vezovi do max 20 kom
- Na lukobranu [4] su predviđeni vezovi za plovila u tranzitu - do 3 plovila do 130 ft. ili do 20 plovila do 54 ft.)

2. Sjeverozapadni lukobran: 91 vez do 54 ft.,
8 vezova do 130 ft.,
Ukupno: 99 kom
Na lukobranu je predviđeno 35 parkirališnih mjesta, s tim da se može proširiti za dodatnih max 10 kom na štetu zelenih površina.

3. Jugoistočni lukobran: Ukupno: 78 vezova do 54 ft., 11 vezova do 40 ft.
Na lukobranu je predviđeno 93 parkirališna mjesta.

4. Jugozapadni lukobran je predviđen za prihvat plovila u tranzitu, do max. 3 plovila do 130 ft. i do max. 20 plovila do 54 ft.

5. Parkiralište: 86 parkirališnih mjesta.

6. Zeleno šrafirano područje P= 4600 m2, za trg. centar, ugostiteljski sadržaj, recepciju, upravu i sl.

7. Plavo šrafirano područje P= 4200 m2, servisna zona, pranje, radionice, sitni popravci, travel lift...i sl.

8. Tampon zona između zelenoga i plavoga, P= 1000 m2, Trgovine nautičke opreme i sl. 4 objekta, 18 p.m., mogućnost ulaza u zelenu zonu.

9. Komunalna lučica, P= 4000 m2, 56 vezova, 12 parkirališnih mjesta

Slika 4. *Iskaz sadržaja luke nautičkog turizma*

Na samom ulazu u luku nalazi se parkiralište s 86 mjesta, na sekundarnom lukobranu 35 mjesta, a na primarnom lukobranu 93 parkirališnih mjesta. U već postojećoj komunalnoj lučici nalazi se 12 parkirališnih mjesta što je ukupno 226 parkirališnih mjesta u luci. Luka ima jedan ulaz s morske strane, tri ulaza s kopnene strane, a za servisnu zonu predviđen je jedan dodatni ulaz s kopnene strane.

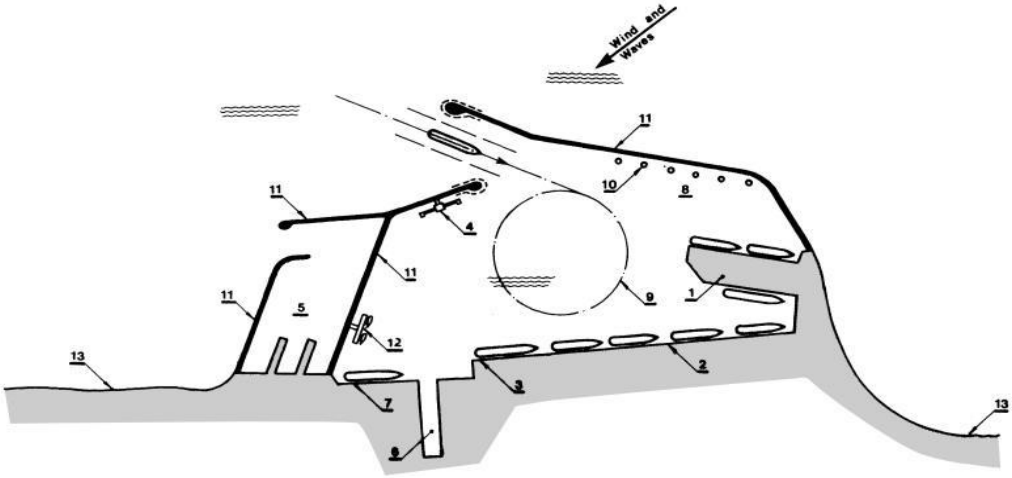
Zamišljena je kao morski akvatorij zaštićen primarnim i sekundarnim lukobranom. Sekundarni lukobran trasiran je na sjevernom rubu luke i zamišljen kao kombinirana AB konstrukcija sa zaštitnim nasipom. Na sekundarnom lukobranu predviđeno je postavljanje pontona okomito na os lukobrana, a na koje će se vršiti privez plovila. U ukupnoj strukturi plovila koja se privezuju indirektno na ovaj objekt, 91 vez odnosi se na plovila do 54 ft., a 8 vezova za plovila do 130 ft.

Primarni lukobran u korijenu je masivna polumontažna AB konstrukcija koja se nalazi s južne strane, a na njega se nastavlja vanjski lukobran AB tipa. Također, pontoni se postavljaju okomito na os lukobrana na koje će se vršiti privez ukupno 89 plovila. 11 vezova odnosi se na plovila do 40 ft., a 78 vezova za plovila do 54 ft. Na njega se nastavlja jugozapadni lukobran koji je predviđen za prihvat plovila u tranzitu. Predviđen je za prihvat 20 plovila do 54 ft. ili 3 plovila do 130 ft. Za ta 3 plovila do 130 ft. predviđeno je vezivanje u četverovez tj. vezivanje na pramcu sa dva sidra, svaki na svoju stranu, a na krmi konopima u križ za obalu. U tom slučaju, na vezu između susjednih brodova treba osigurati duljinu od najmanje 0,1 puta duljine najvećeg broda. Ako je lučki bazen izložen jakim vjetrovima i plimama, razmak treba povećati na 0,2 puta dulji od najvećeg broda. Svi ostali brodovi su vezani u dvovez na način da krma i pramac budu privezani konopima za sidrište. To je najpoželjniji način priveza za nautičara jer onemogućuje rotaciju broda.

Osim primarne djelatnosti i infrastrukturnih kapaciteta, u obuhvatu je planirana izgradnja recepcije, uprave, trgovačkog centra, ugostiteljskih objekata s jedne strane, a s druge strane je predviđena servisna zona i travel lift s ciljem pružanja potrebnih usluga i servisa korisnicima luke. Između te dvije zone nalazi se tampon zona u kojoj je predviđena trgovina nautičke opreme.

4. PLANIRANJE LUKA

Luka je mjesto za pristajanje brodova te ukrcaj, prekrcaj ili iskrcaj tereta ili putnika s brodova i na njih. Unutar luke se razlikuju terminal za opći teret, kontejnerski terminal i putnički terminal te vezovi za tegljače. U sklopu luka mogu se nalaziti posebno odijeljene luke za ribarska plovila u kojoj se nalaze brodice uglavnom do 6 metara. Na kopnu, odmah uz luku, nalaze se suhi vezovi gdje određena plovila budu vezana kroz zimski period. Teretne luke često imaju opremu za prekrcaj tereta kao što su dizalice i viličari. Unutar takve luke treba postojati sektor za servis i održavanje plovila.



Slika 5. *Sastavni elementi luke* [2]

LUKA – SASTAVNI ELEMENTI

1- terminal za opći teret

2- kontejnerski terminal

3- putnički terminal

4- tekući teret

5- luka za ribarska plovila

6- suhi vez

7- sektor servisa i održavanja

8- sidrište

9- manevarski prostor

10- sidreni privez

11- lukobran

12- vezovi za tegljače

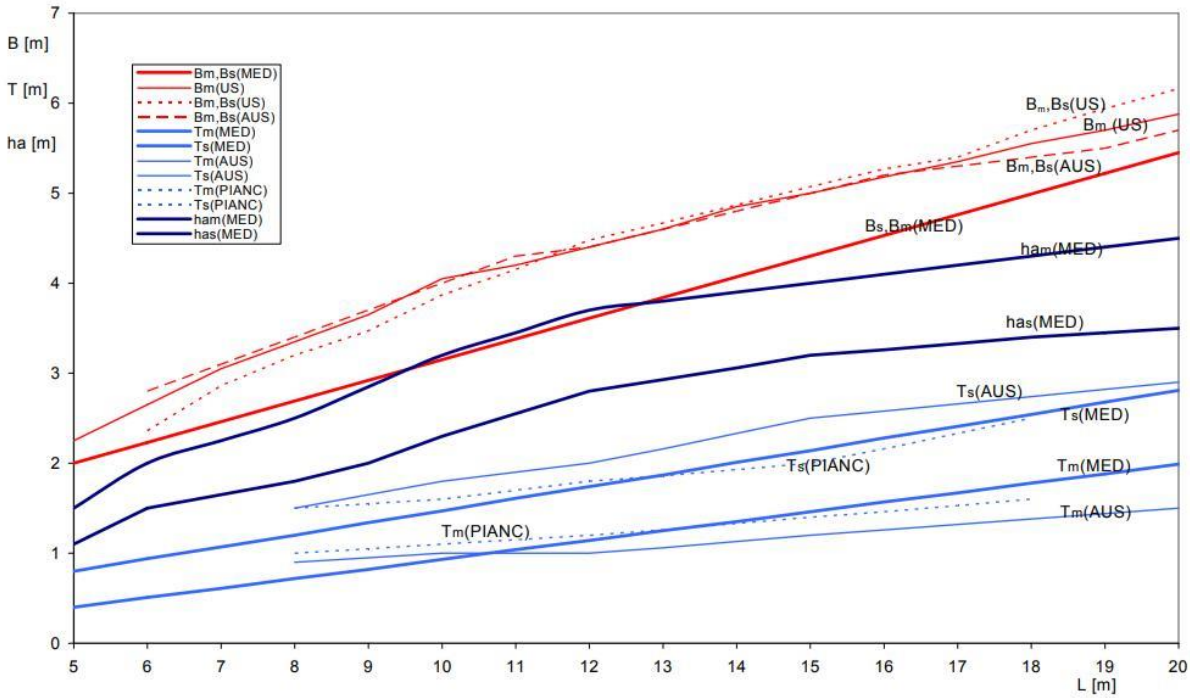
Slika 6. *Kontejnerski terminal*

Slika 7. *Suhi vez*

4.1. Karakteristike plovila za privez

U luci su planirani vezovi za tri kategorije plovila: do 40, do 54 i do 130 ft. Što je kategorija plovila veća, to su širina i gaz broda veći. U tablici 1 su prikazane tipske veličine plovila. Duljina markice je uvećana za 30% ukupne duljine, a širina za 25% ukupne duljine što je naznačeno u priručniku Port planning od Constantinea D. Memosa. Markica broda je tlocrtna površina koju treba osigurati u akvatoriju luke za privez broda. Markice imaju nešto veće dimenzije od dimenzija samih brodova zbog prostora potrebnog za smještaj odbojnika i sidrene infrastrukture (kod priveza u četverovez). Točan način određivanja markica plovila prikazan je u poglavlju 4.2.

Dubina gaza broda računa se prema dijagramu sa slike 8. Oznaka T_m (MED) predstavlja gaz motornog broda za mediteranski tip priveza gdje se iz dijagrama za traženu duljinu broda očita potreban gaz broda.



Slika 8. *Geometrija trupa plovila* [3]

Tablica 1. *Karakteristike plovila po kategorijama*

KATEGORIJA	DULJINA BRODA	ŠIRINA BRODA	GAZ BRODA	DULJINA MARKICE (1.3 x L)	ŠIRINA MARKICE (1.25 x L)
I. (do 40 ft.)	12.34 m	3.7 m	1 m	15.85 m	4.6 m
II. (do 54 ft.)	16.46 m	5 m	1.40 m	20 m	6.25 m
III. (do 130 ft.)	39.62 m	8 m	2.30 m	51.50 m	10 m

188 vezova je planirano za plovila na stalnom vezu, a maksimalno 23 za vozila u tranzitu od čega je maksimalno 20 za plovila do 54 ft. ili maksimalno 3 za plovila do 130 ft. Točan broj plovila po kategorijama prikazan je u tablici 2.

Tablica 2. *Broj plovila po kategorijama*

KATEGORIJA		I.	II.	III.
BROJ VEZOVA	STALNI	11	169	8
	TRANZITNI	0	20	3

Prema vrsti pogona brodovi se dijele na jedrenjake, parobrode, motorne brodove i brodove s električnim pogonom. U ovom slučaju, svi brodovi u luci su motorni brodovi sa Diesel motorima. Brodovi do 54 i 130 stopa imaju pramčani propeler (eng. thruster), položen okomito na dužinsku os broda, koji omogućava okretanje broda u mjestu, dok ga samo jedan dio brodova do 40 stopa ima. Koristan je kod uplovljavanja i isplovljavanja te kod privezivanja broda.[1]

Slika 9. Pramčani propeler (eng. thruster)

[1]Stopa (eng. feet) je mjerna jedinica duljine koja iznosi 0,3048 m

Plovila do 40 ft.

Slika 10. *Plovilo duljine 40 ft.*

Tehnički podaci:

Duljina: 12.34 m
Širina: 3.7 m
Gaz: 1.0 m
Motori: 2 x Volvo Penta D4-300 DPI, svaki od po 300 KS
Maksimalna brzina: 40 čvorova
Spremnik goriva: 800 l
Spremnik pitke vode: 340 l
Broj kabina: 2
Kapacitet: 10 putnika

Brod koji je težak skoro 11 tona čija je optimalna brzina je između 27 i 28 čvorova, pri čemu se motor vrti na 2.400 okretaja u minuti. Autonomija s punim spremnikom od 800 litara goriva je oko 300 nautičkih milja.

Plovila do 54 ft.

Slika 11. *Plovilo duljine 54 ft.*

Tehnički podaci:

Duljina: 16.46 m
Širina: 5 m
Gaz: 1.40 m
Motori: 2 x YANMAR 6SY, svaki od po 750 KS
Maksimalna brzina: 36 čvorova
Spremnik goriva: 2000 l
Spremnik vode: 600 l
Broj kabina: 3 + 1
Kapacitet: 12 putnika

Brod koji je težak oko 19 tona i čija je optimalna brzina 28 čvorova. Sasvim u pramcu, do kojeg se stiže širokim i zato sigurnim bočnim prolazima, smještena je skiperska kabina s integralnim WC-om i umivaonikom.

Plovila do 130 ft.

Slika 12. *Plovilo duljine 130 ft.*

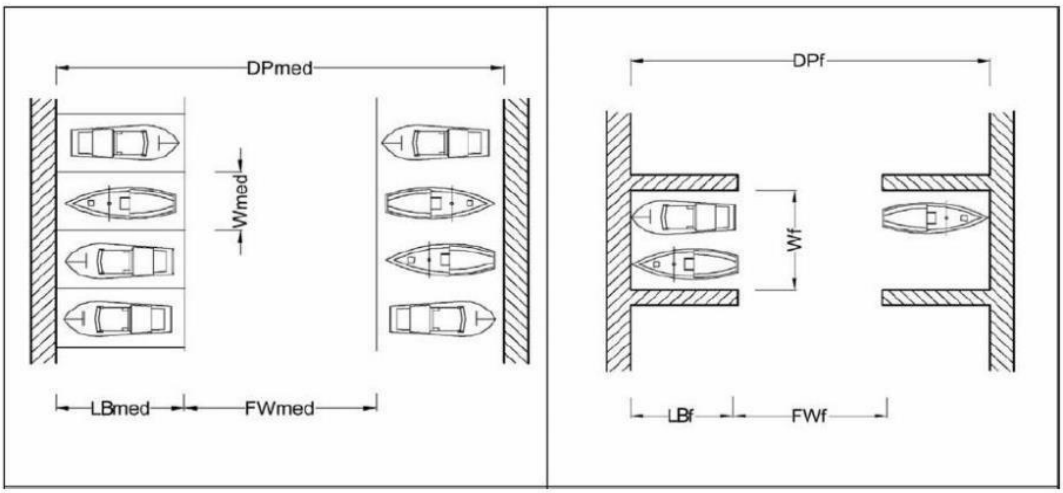
Tehnički podaci:

Duljina: 39.62 m
Širina: 8 m
Gaz: 2.30 m
Motori: 2 x MTU , svaki od po 2040 KS
Maksimalna brzina: 16 čvorova
Spremnik goriva: 30 000 l
Spremnik vode: 4000 l
Broj kabina: 5 + 3
Kapacitet: 12 putnika

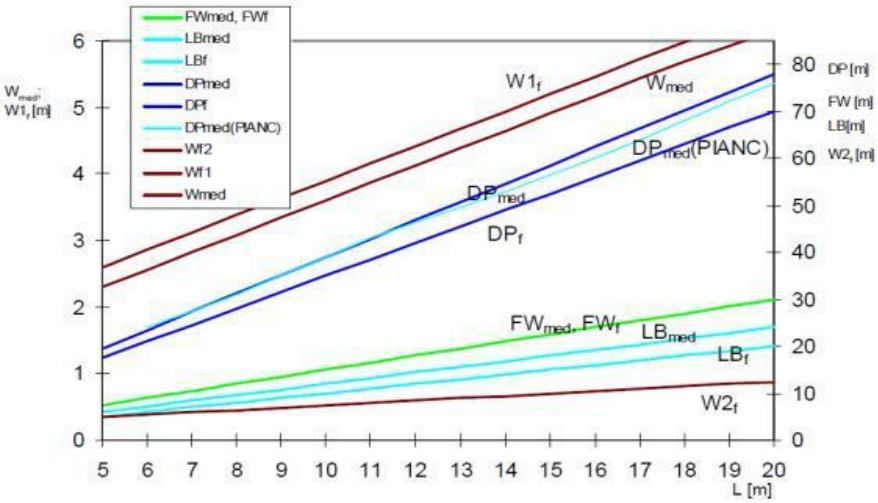
Brod je težak oko 180 tona i ima optimalnu brzinu 12 čvorova.

4.2. Definicija kapaciteta luke i organizacija priveza u luci

Privezišta se planiraju prema raspoloživim normama koje za vrstu i tipske dimenzije plovila definiraju minimalne potrebne površine za definiciju kapaciteta i funkcionalnost luke. Iz dijagrama sa slike 14 se iščitavaju tipske dimenzije plovila za mediteranski tip priveza, točnije duljina i širina markice za određenu kategoriju plovila te minimalni potrebni razmak između gatova kako bi luka bila funkcionalna, a na slici 10 je prikazano što svaka od oznaka predstavlja. Nakon iščitavanja svih potrebnih dimenzija iz dijagrama, odredi se koliko se plovila može privezati na svaki gat i u konačnici kapacitet luke.



Slika 13. *Prikaz minimalnih potrebnih površina za definiciju kapaciteta i funkcionalnost luke*



Slika 14. *Prikaz tipskih dimenzija plovila planiranja pristaništa za mediteranski tip priveza* [4]

4.2.1. Ulaz u luku

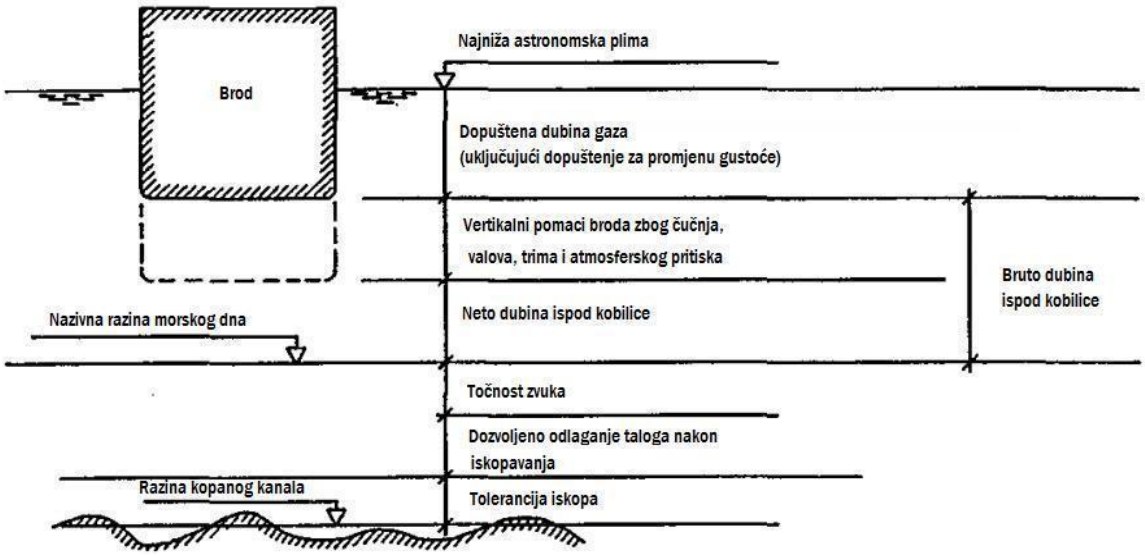
Ako je moguće, ulaz u luku trebao bi se nalaziti na zaštićenoj strani luke. Ako se već mora nalaziti strani luke koja je izložena vjetrovima, potrebno je osigurati odgovarajuće preklapanje lukobrana. Zbog preklapanja lukobrana unutrašnjost luke bit će zaštićena od valova. Sukladno tome, kako bi se smanjila visina vala unutar luke i spriječile jake struje, ulaz ne smije biti širi nego što je potrebno za sigurnu plovidbu. Širina ulaza izmjerena na dubini projektiranja ovisit će o stupnju zaštite od valova koji se zahtijeva unutar luke, navigacijskim potrebama zbog veličine broda, gustoće prometa, dubine vode i trenutne brzine kad plima ulazi ili izlazi van. Za ulazak u luku nautičkog turizma preporučuje se osiguranje koridora od 1.25 duljine najvećeg broda koji uplovljava, ali ne manje od 30 m.

4.2.2. Prostor za manevriranje

Za potrebe manevara broda unutar luke potrebno je na području ulaza u luku, s unutrašnje strane luke, osigurati tzv. manevarski radijus tj. kružnicu zahtijevanog promjera. Kod većih brodova teretnog i putničkog prometa, minimalni manevarski promjer treba iznositi 2 – 3 dužine broda. Kod manjih brodova i plovila sa pramčanim „thruster” pogonom, promjer manevarske kružnice može se usvojiti da bude jednak duljini najvećeg broda koji će koristiti predmetnu luku za uplovljavanje/isplovljavanje i privez.

4.3. Utvrđivanje minimalne dubine za privez u luci

Dubina mora važan je uvjet za izgradnju luke nautičkog turizma. U prilaznom kanalu i u luci, ispred i uz sidrište, dubina bi trebala biti dovoljna za sigurno manevriranje. Smatra se da je za izgradnju luke na nekom području idealna dubina mora između 2 i 6 metara. O njoj zapravo ovisi mogućnost uplovljavanja i isplovljavanja plovila u luku. Ukoliko je dubina mala, potrebni su skupi građevinski radovi. Taj zahvat povećava cijenu gradnje i u konačnici smanjuje profitabilnost. Podaci na grafikonu za područja plime trebaju uzeti u obzir najnižu astronomsku plimu. [5]



Slika 15. *Dijelovi dubine*

Može se odrediti iz sljedećih faktora:

-najvećeg gaza broda koji uplovljava u luku

-promjene plime i oseke

-kretanje broda zbog valova

-trim zbog utovara broda[2]

-čučanj (eng. squat)[3]

-atmosferski tlak

-vrsta tla

-pogreška u iskopu

-mogućnost povećanja razine mulja [6]

---

[2]Trim je razlika dubine gazova na pramcu i krmi.

[3]Squat se može definirati kao razlika urona broda u mirovanju i broda koji se kreće morem.

Bruto dubina ispod kobilice mora biti projektirana tako da se omoguće ostvarenja valova, čučanj broda i utjecaj atmosferskog tlaka. Čučanj ili smanjenje dubine ispod kobilice nastaje uslijed usisnog učinka, induciran većom brzinom struje između morskog dna i broda. To uzrokuje smanjenje razine vode u blizini broda, a brod stoga tone u vodu. Čučanj se povećava s dužinom broda, s povećanjem brzine broda, sa smanjenjem dubine ispod kobilice i tjesnoćom kanala. Uzima se u obzir i valjanje broda, što u ovom slučaju u najvećoj mjeri izaziva bura, koja puše brzinom i do 120 km/h.

Tamo gdje je dno od mekanih materijala (npr. pijeska) najmanja neto dubina ispod kobilice treba biti 0,5 m, a za kamenito dno 1,0 m. Tamo gdje je morsko dno od mulja ili blata, dubina se definira od površine vode do razine na kojoj je gustoća materijala dna veća od 1200 kg/m^{3}jer slojevi materijala niže gustoće ne ometaju prolazak broda. Morsko dno prilikom prilaska ovoj luci je muljevito. To znači da je neto dubina ispod kobilice od 30 do 50 cm.

Bruto dubina ispod kobilice, iznad nazivne razine morskog dna za najveća dubina gaza broda koji ulazi u luku, trebala bi najmanje, biti sljedeći:

(a) Područja na otvorenom moru: za velike brzine broda i izloženost jakim valovima, razmak mora biti približno 30% maksimalnog gaza.

(b) Izloženi kanali: izloženi jakim valovima, razmak treba biti približno 25% maksimalnog gaza.

(c) Izložena područja za manevriranje i vezanje: izložena valovima, razmak mora biti približno 20% maksimalnog gaza.

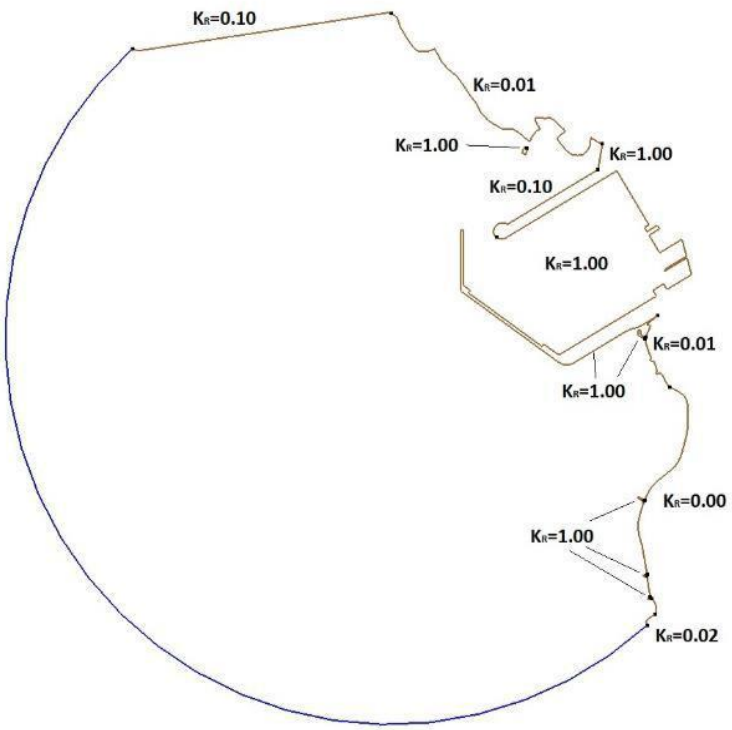
(d) Zaštićena područja za manevriranje i vezanje: zaštićena od valova, razmak mora biti približno 15% najvišeg gaza.

Nazivna razina morskog dna je razina iznad koje ne postoje prepreke za plovidbu. Za dobru upravljačku kontrolu, brodu je potrebna dubina vode dublja od apsolutnog minimalnog zahtjeva od utovara u brod, promjene plime i oseke, itd. U kanalu je poželjno imati omjer dubine kanala prema maksimalnoj dubini gaza najvećeg broda od 1,3 za brzine ispod 6 čvorova i 1,5 za veće brzine.

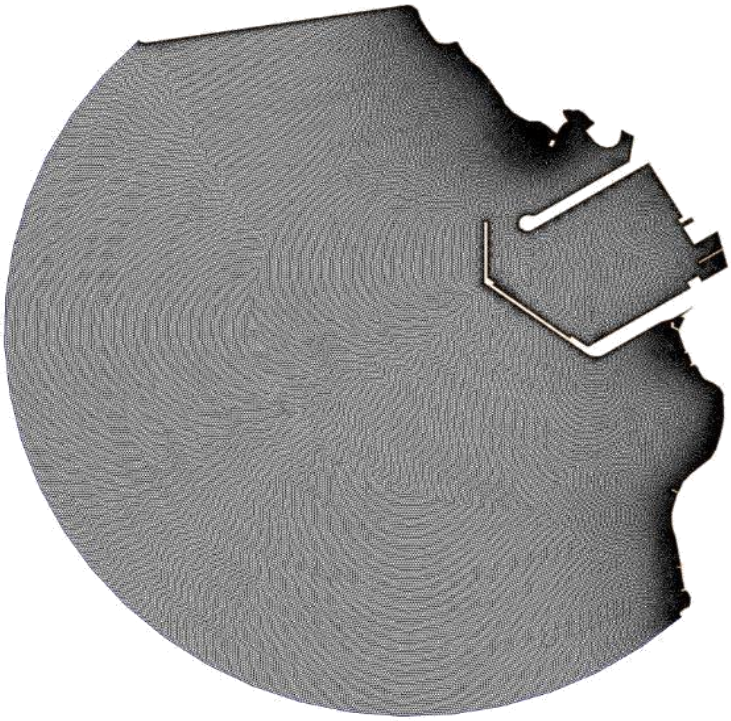
5. PLANIRANJE LUKE NAUTIČKOG TURIZMA

5.1. Svojstva valnog polja

Za analizu valnog polja korišten je numerički numerički model za valovanja temeljen na eliptičnoj jednadžbi blagog nagiba. Model uključuje i simulira efekte refrakcije, difrakcije, refleksije, utjecaj dubine, disipaciju zbog trenja i loma vala. Za potrebe modeliranja valnog polja koristi se SMS CG Wave (Aquaveo). U organizacijskom smislu, analiza valnog polja provedena je za postojeće i planirano stanje izgrađenosti u zoni obuhvata za mjerodavne smjerove incidentnog vala NW,SSE i SSW 5-godišnjeg povratnog perioda. [7]



Slika 16. *Domena s prikazom definicije refleksijskih svojstava u planiranom stanju*

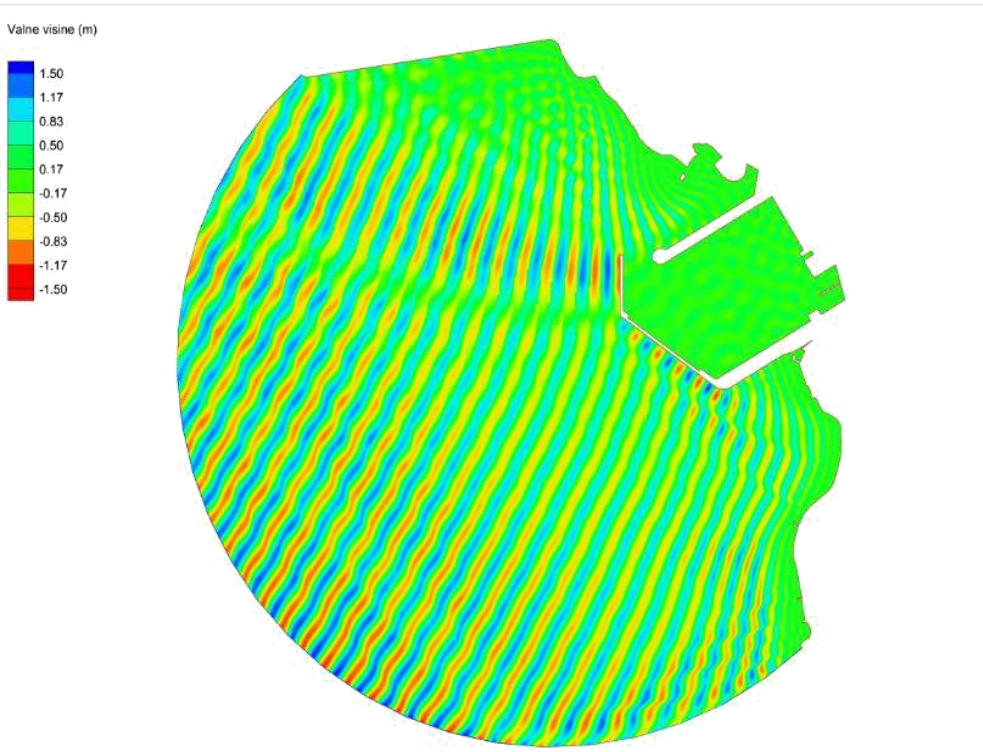


Slika 17. *Diskretizacija područja obuhvata u planiranom stanju*

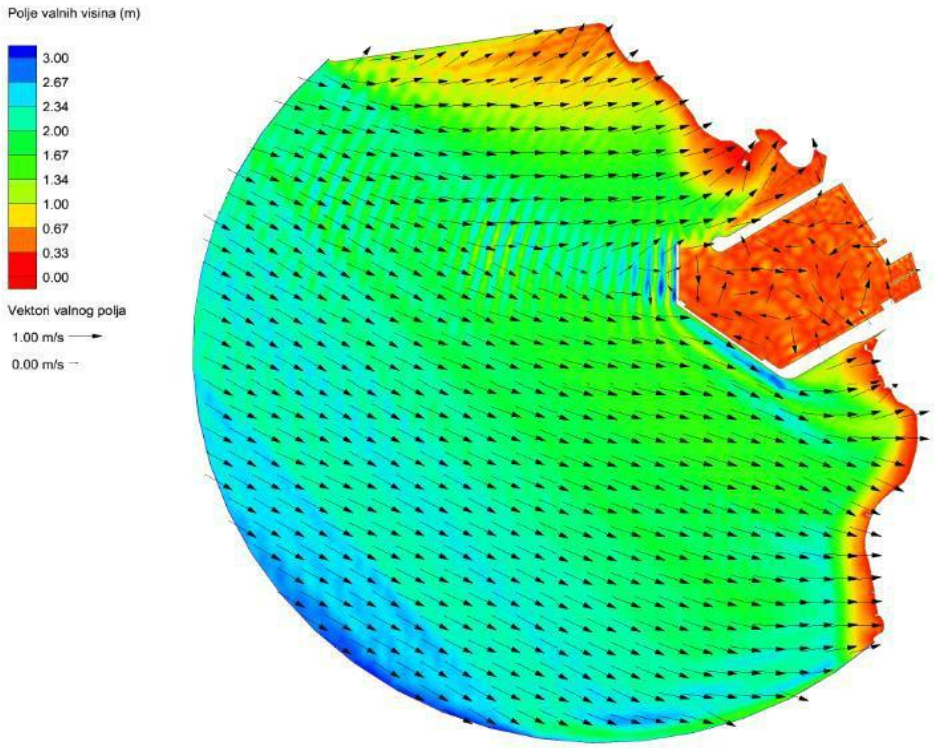
Refleksijska svojstva obalne crte identificirana su u skladu sa stanjem na terenu i dostupnim informacijama o izgrađenosti obalne crte u postojećem stanju. Osim južnog lukobrana luke Gaženica i sjevernog lukobrana predmetne luke koje su predviđene kao tipski objektni nasutog tipa sa kamenom u primarnom sloju (KR = 0.1). Lokalni objekti betonskog tipa u obuhvatu, koji predstavljaju improvizirane objekte za privez brodica športske namjene u pogledu refleksijskih svojstava definirani su kao objekti s potpunom ili totalnom refleksijom (KR = 1.0). Preostali dio obalne crte karakteriziran je vrijednošću refleksijskog koeficijenta KR = 0.01 – 0.02.

Rezultati modelske analize za tri mjerodavna smjera incidentnog vala (NW, SSE i SSW) prikazani su u nastavku:

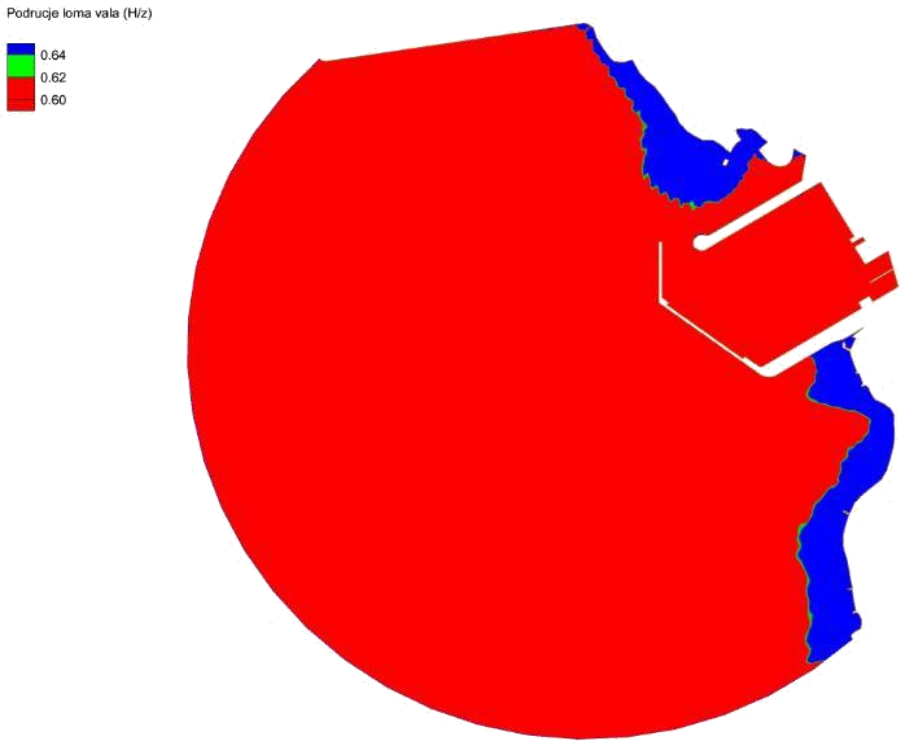
- Prikaza ostvarenih valnih visina
- Polja valnih visina s pripadajućim valnim vektorima
- Prikaza lokacije ostvarenja loma vala



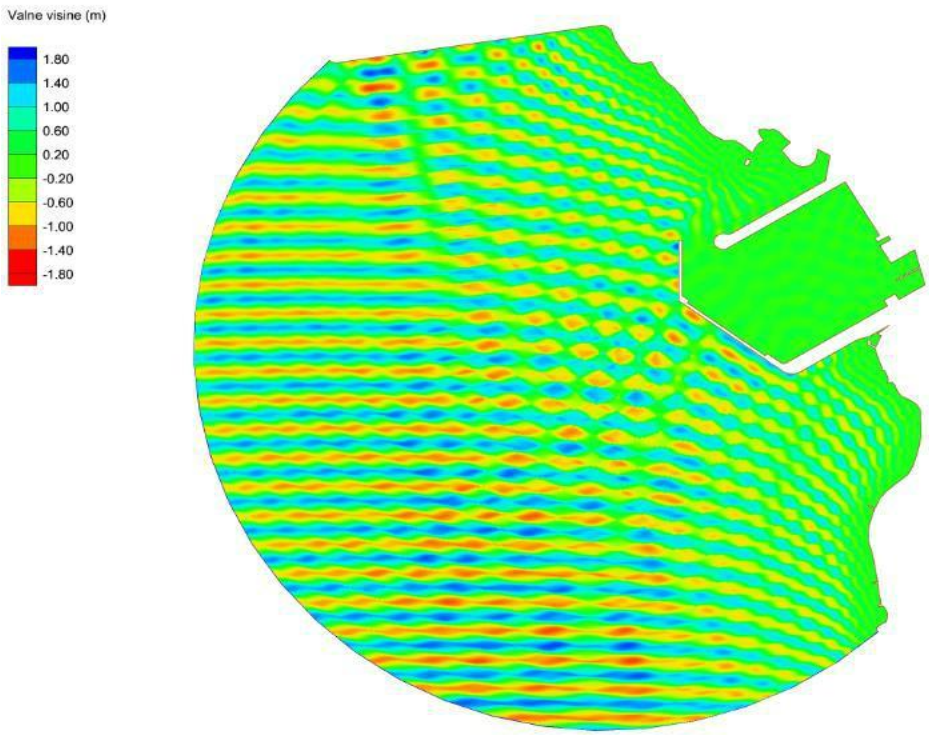
Slika 18. *Ostvarene valne visine za incidenti smjer NW povratnog perioda 5 godina u planiranom stanju*



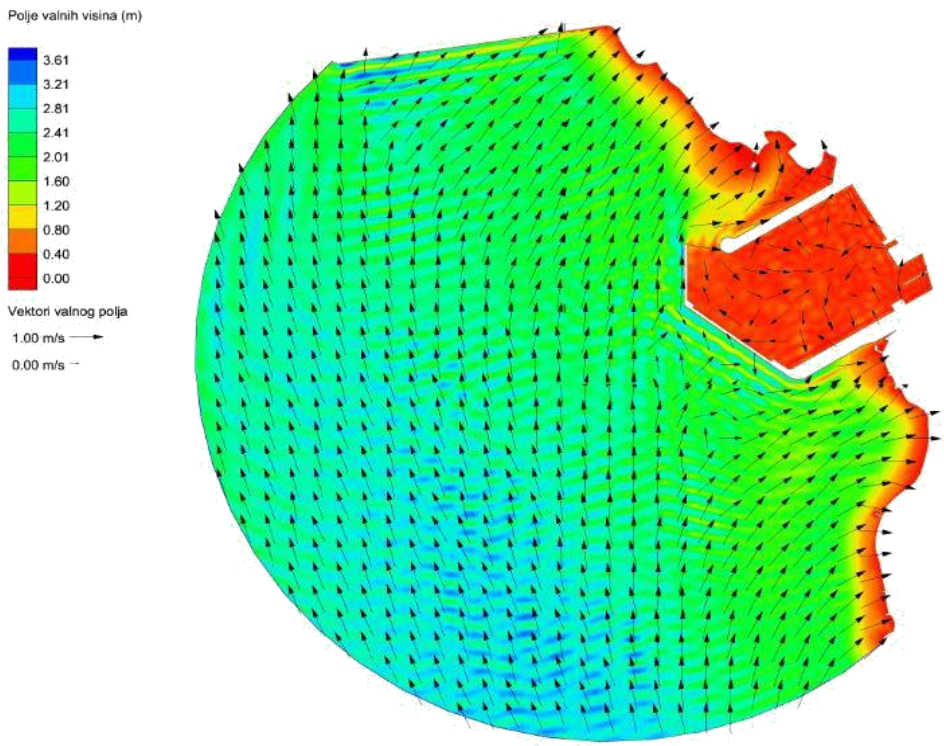
Slika 19. *Polje valnih visina za incidenti smjer NW povratnog perioda 5 godina u planiranom stanju*



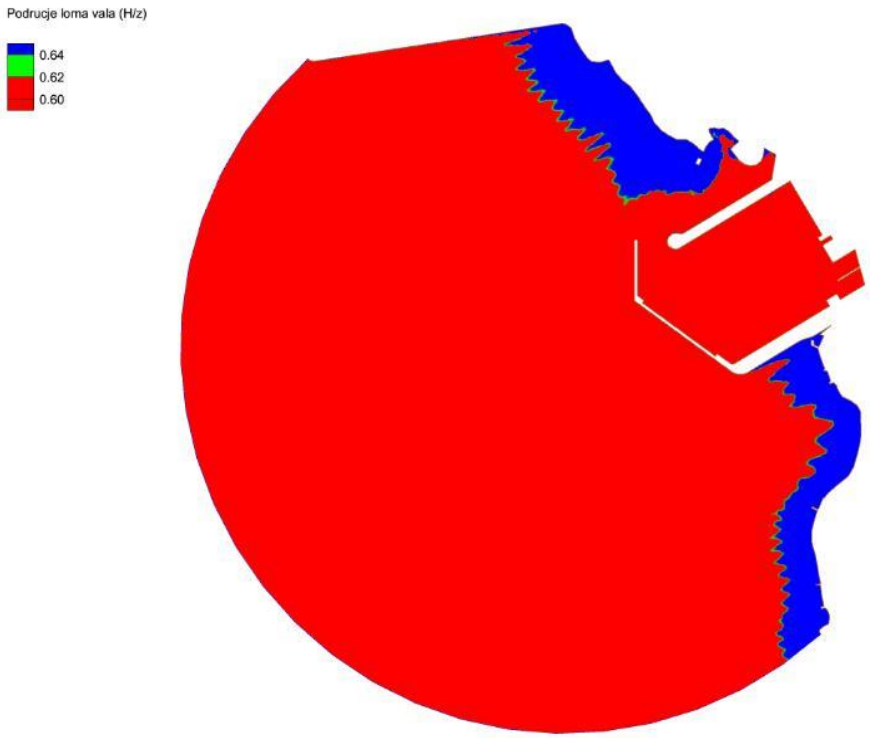
Slika 20. *Definicija loma vala za incidenti smjer NW povratnog perioda 5 godina u planiranom stanju*



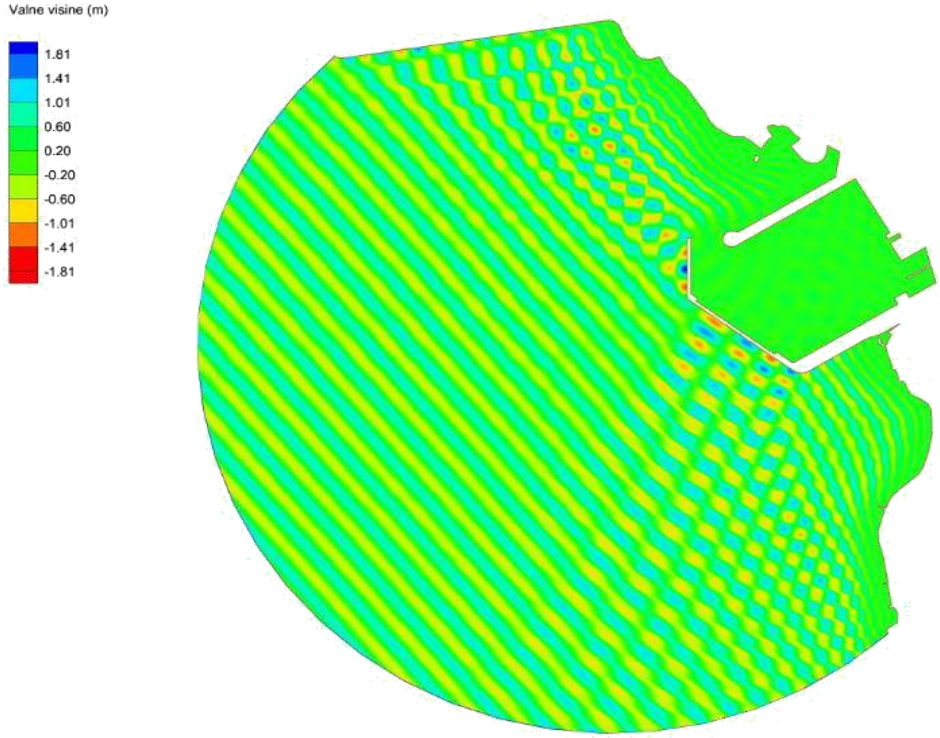
Slika 21. *Ostvarene valne visine za incidenti smjer SSE povratnog perioda 5 godina u planiranom stanju*



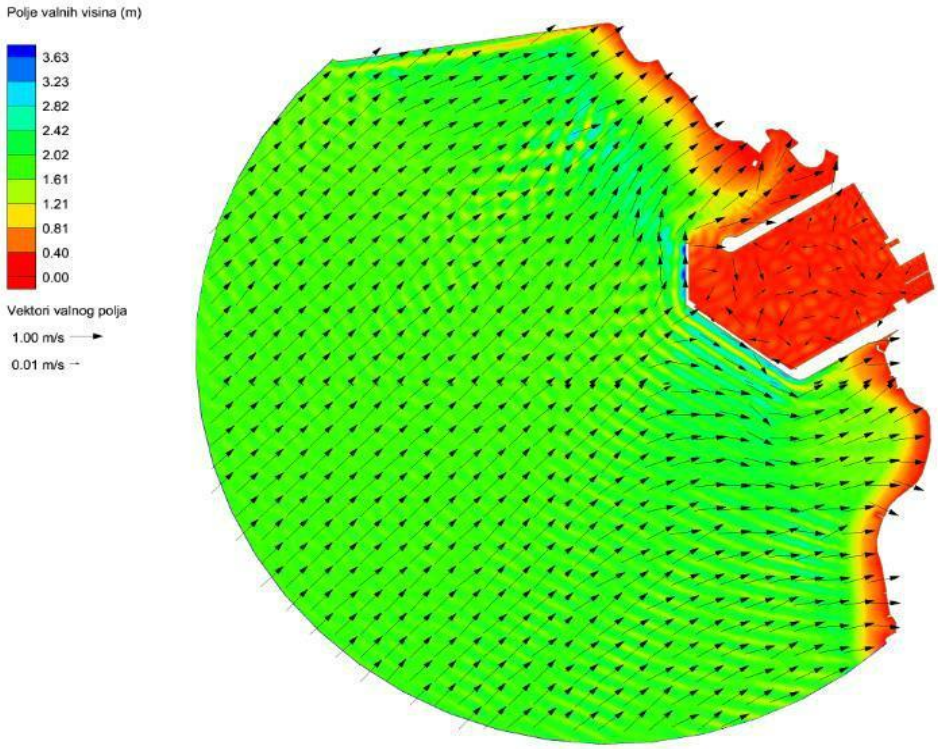
Slika 22.*Polje valnih visina za incidenti smjer SSE povratnog perioda 5 godina u planiranom stanju*



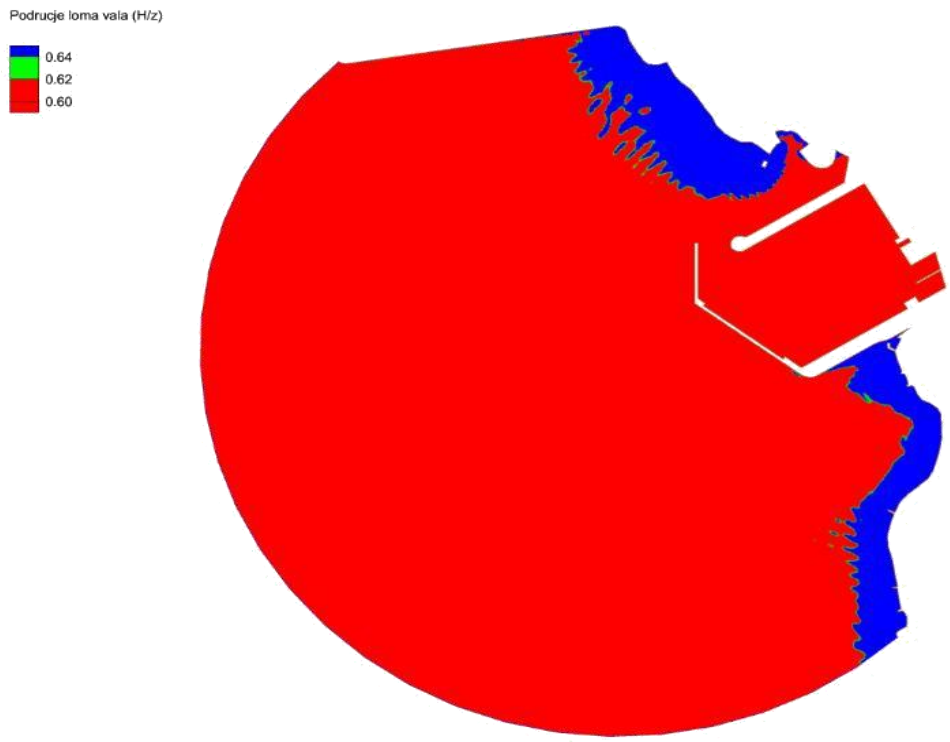
Slika 23. *Definicija loma vala za incidenti smjer SSE povratnog perioda 5 godina u planiranom stanju*



Slika 24. *Ostvarene valne visine za incidenti smjer SSW povratnog perioda 5 godina u planiranom stanju*



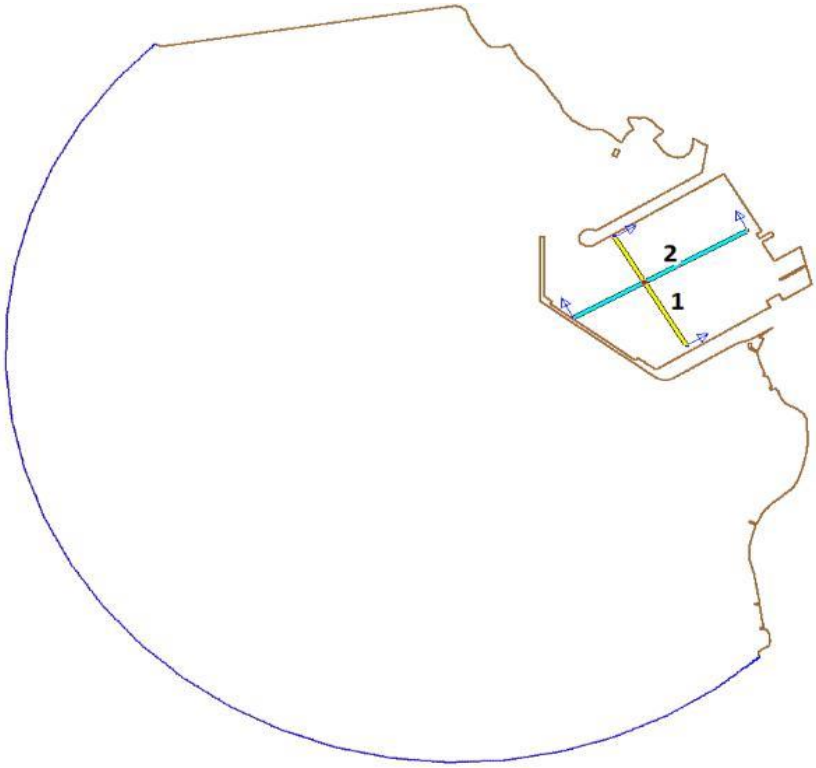
Slika 25. *Polje valnih visina za incidenti smjer SSW povratnog perioda 5 godina u planiranom stanju*



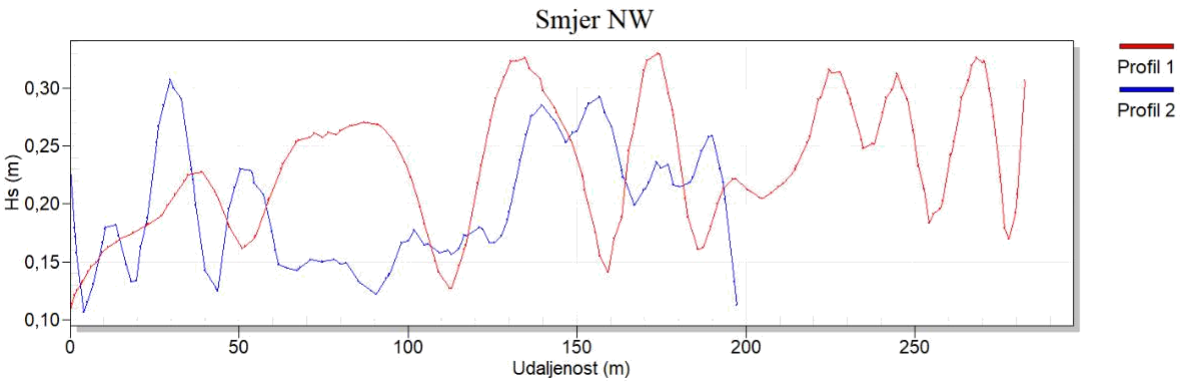
Slika 26. *Definicija loma vala za incidenti smjer SSW povratnog perioda 5 godina u planiranom stanju*

U planiranom stanju izgrađenosti incidentni val smjera NW ima slobodan ulaz u akvatorij luke. Iako je područje ulaza relativno plitko i val izgubi na energiji, dio energije prenese se u akvatorij u smjeru propagacije ili ogibom. Izborom trase vanjskog (primarnog lukobrana) može se reći kako je objekt postavljen povoljno s obzirom na lokalni karakter valnog polja. Na vršnom dijelu primarnog lukobrana registrira se efekt refleksijskih svojstava obalne konstrukcije u obliku povećanja valne visine i do 1,50 m. Lom vala ostvaruje se na profilu lukobrana te je ovo činjenicu potrebno uzeti u obzir u postupku dokaza mehaničke otpornosti i stabilnosti konstrukcije lukobrana.

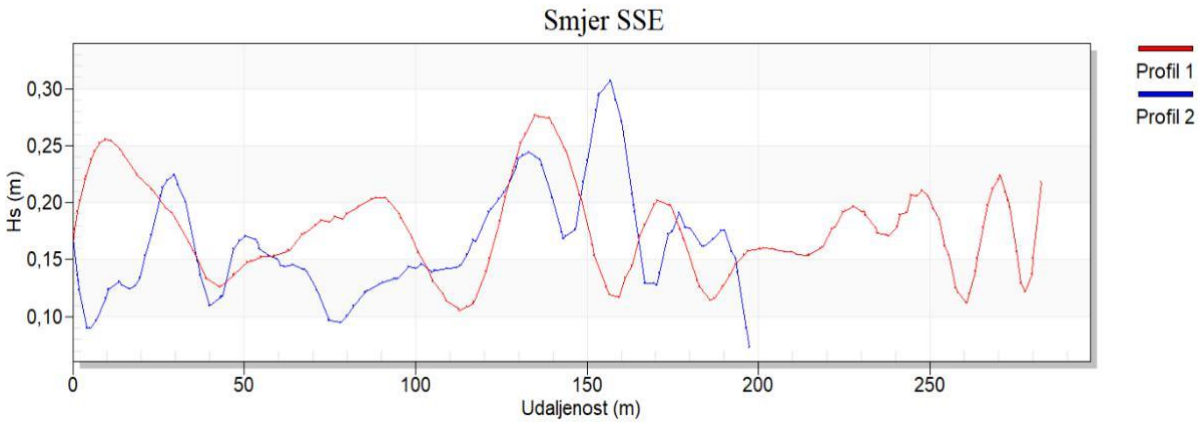
Val smjera SSE dominantno djeluje na južni dio primarnog lukobrana, ali zbog povoljnog kuta nailaska, akvatorij luke je zaštićeniji. Valna visina za vjetar SSE povratnog perioda 5 godina doseže 1,80 m. Za val SSW usvaja se da se radi o mjerodavnom smjeru incidentnog vala u postupak dimenzioniranja konstrukcije lukobrana, a koji zbog nepovoljnog kuta nailaska na konstrukciju lukobrana rezultira ostvarenjem najvećeg koeficijenta refleksije i najbliže je ostvarenju stojnog vala. I u ovom slučaju lom vala ostvaruje se u zoni trase objekta zaštitnog tipa što je potrebno usvojiti u postupku dimenzioniranja. Valna visina za vjetar SSW povratnog perioda 5 godina doseže i do 1,81 m. Na južnom dijelu domene bilježe se ostvarenja većih valnih visina zbog batimetrijskih svojstava i smanjenog efekta refrakcije vala. Zbog nešto manjih valnih visina lom vala se u središnjem dijelu obuhvata ostvaruje plitko u području dubina s vrijednošću 5,00– 8,00 m.



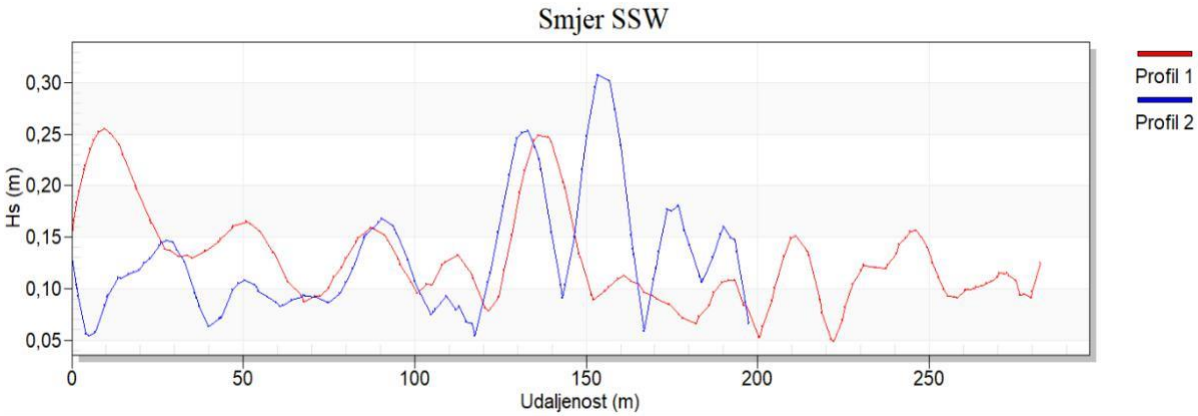
Slika 27. *Prikaz položaja presjeka*



Slika 28. *Ostvarenje valnih visina na kontrolnim profilima 1 i 2 za smjer NW*



Slika 29. *Ostvarenje valnih visina na kontrolnim profilima 1 i 2 za smjer SSE*



Slika 30. *Ostvarenje valnih visina na kontrolnim profilima 1 i 2 za smjer SSW*

Dopuštena stanja valovlja unutar marine su:

- H_s=0,15 m, ne više od 5 dana godišnje;
- H_s=0,3 m, jednom u razdoblju ne kraćem od 5 godina;
- H_s=0,5 m, jednom u razdoblju ne kraćem od 50 godina; gdje je H_s značajna visina valova. [8]

Gledajući presjeke 1-1 i 2-2 za sve simulacije može se iščitati da se valna visina u akvatoriju luke ipak smanjila za razliku od valnih visina izvan luke. To je posljedica izgradnje lukobrana kojom se osigurala zaštita akvatorija luke od vala.

Presjek 1-1 presijeca akvatorij luke u smjeru paralelno s operativnom obalom. Za sva tri incidentna smjera NW, SSE i SSW valna visina iznosi do 0,31 m.

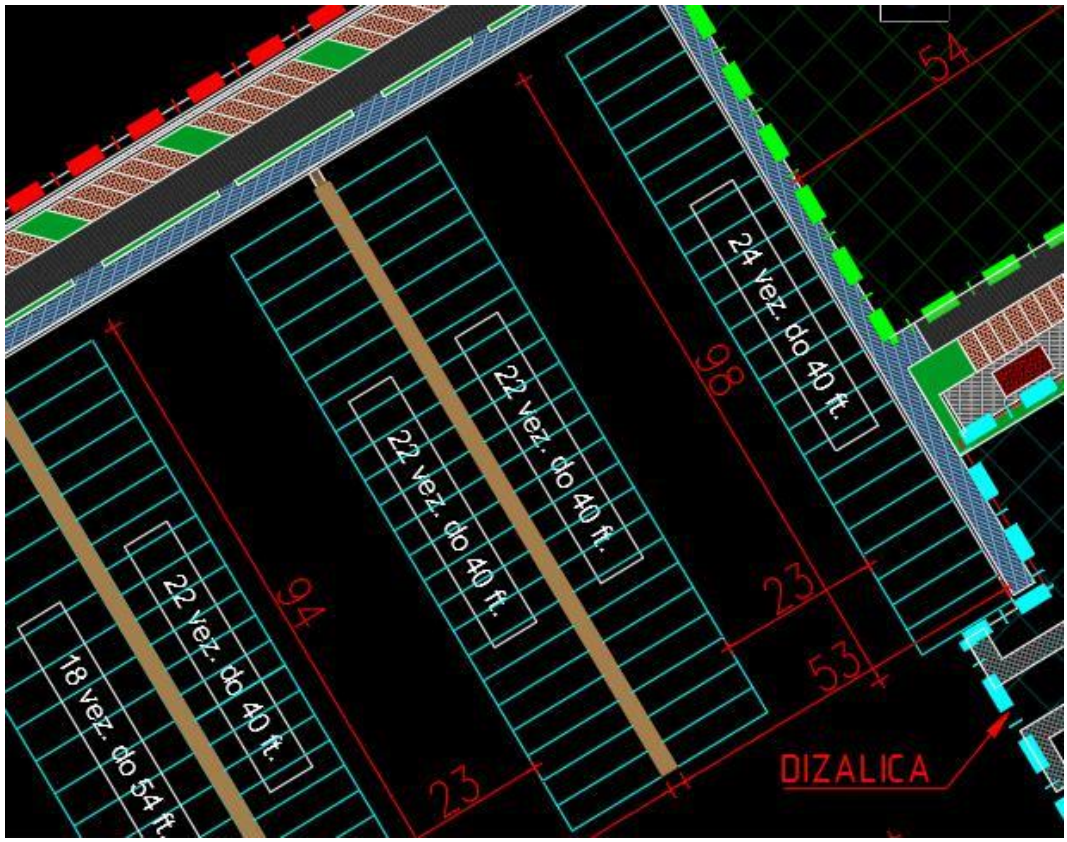
Presjek 2-2 je okomit na operativnu obalu. Za smjer NW valna visina je najveća i iznosi 0,33 m. Za smjer SSE valna visina je do 0,27 m,a za smjer SSW 0,25 m.

5.2. Organizacija priveza u luci

Iz dijagrama prikazanog u poglavlju 4.2. moguće je očitati da je duljina markice za plovilo do 40 stopa 15 m, širina 4.1 m, razmak među plovilima bi trebao biti najmanje 20 m, a razmak između gatova najmanje 50 m. Za plovila do 54 stope duljina markice je 20 m, širina markice 5.3 m, razmak među plovilima bi trebao biti najmanje 25 m, a razmak između dva gata najmanje 65 m.

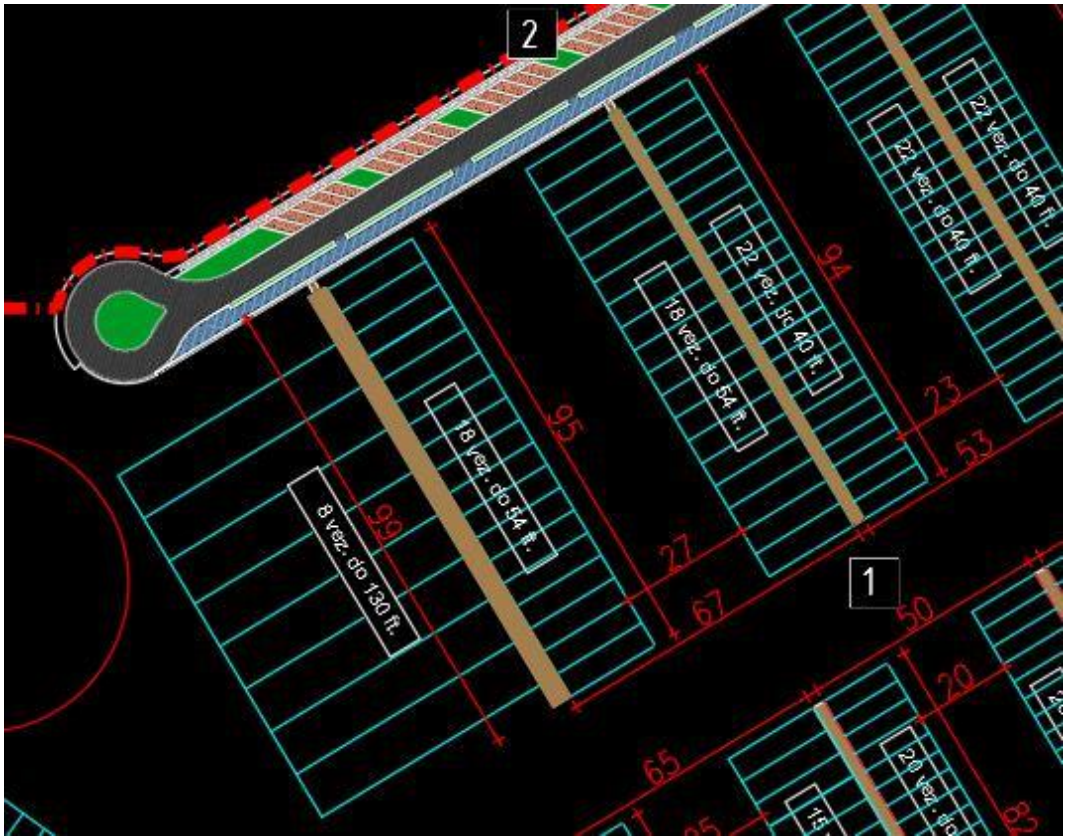
U luci nautičkog turizma, ulaz je širine 50 m što je točno 1.25 dužine najvećeg broda koji uplovljava u luku. Najveći brod je duljine 130 ft. i ima pramčani propeler (eng. thruster) pa promjer kružnice manevarskog prostora od 60 m zadovoljava uvjete za siguran manevar brodova .

Nakon što su napravljene preinake u luci tj. reorganizacija na vezovima, raspored u luci je izmijenjen. Definiran je konačni kapacitet luke uz poštivanje iščitanih pravila iz dijagrama u ovisnosti o veličini plovila. Planirana su 254 cjelogodišnja zaštićena veza i maksimalno do 20 vezova za plovila u tranzitu. Od 254 veza, 165 je namijenjeno za plovila do 40 ft., 81 vez za plovila do 54 ft, a 8 vezova za plovila do 130 ft. Manje kategorije plovila smještene su u zoni akvatorija s manjom dubinom, a veće kategorije plovila u zoni s većom dubinom.



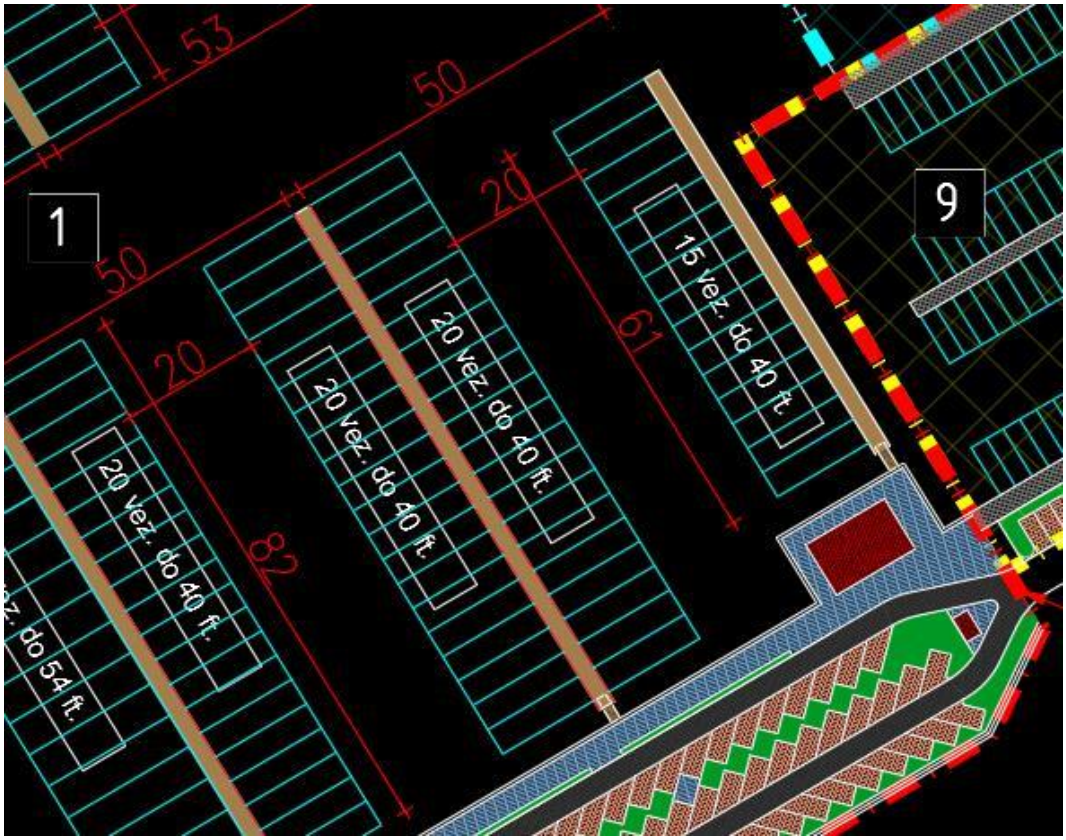
Slika 31. *Prikaz prvog pontona na sekundarnom lukobranu*

Na slici je prikazan prvi gat na sjeverozapadnom lukobranu. Uz samu obalu smještena su 24 veza za plovila do 40 ft. S obzirom na dostupne dubine u luci potrebno je prethodno povećati dubinu u tom dijelu barem za 80 cm. Na samom gatu s obje strane su smještena 22 veza također za plovila do 40 ft.



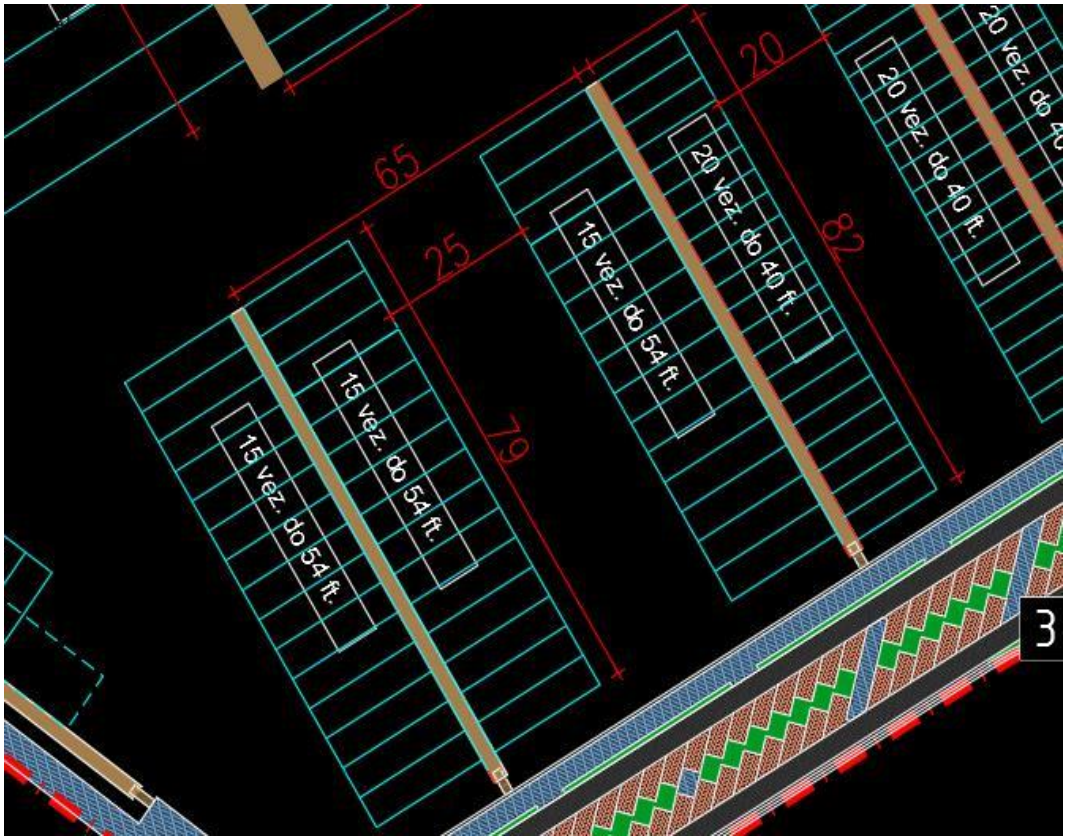
Slika 32. *Prikaz drugog i trećeg pontona na sekundarnom lukobranu*

Prikazani su drugi i treći gat na sjeverozapadnom lukobranu. Na drugom tj. srednjem gatu smještena su 22 veza za plovila do 40 ft., a s druge strane smješteno je 18 vezova za plovila do 54 ft. Na trećem gatu se također nalazi 18 vezova za plovila do 54 ft., a s druge strane, odmah na ulasku u luku, smješteno je 8 vezova za plovila do 130 ft.



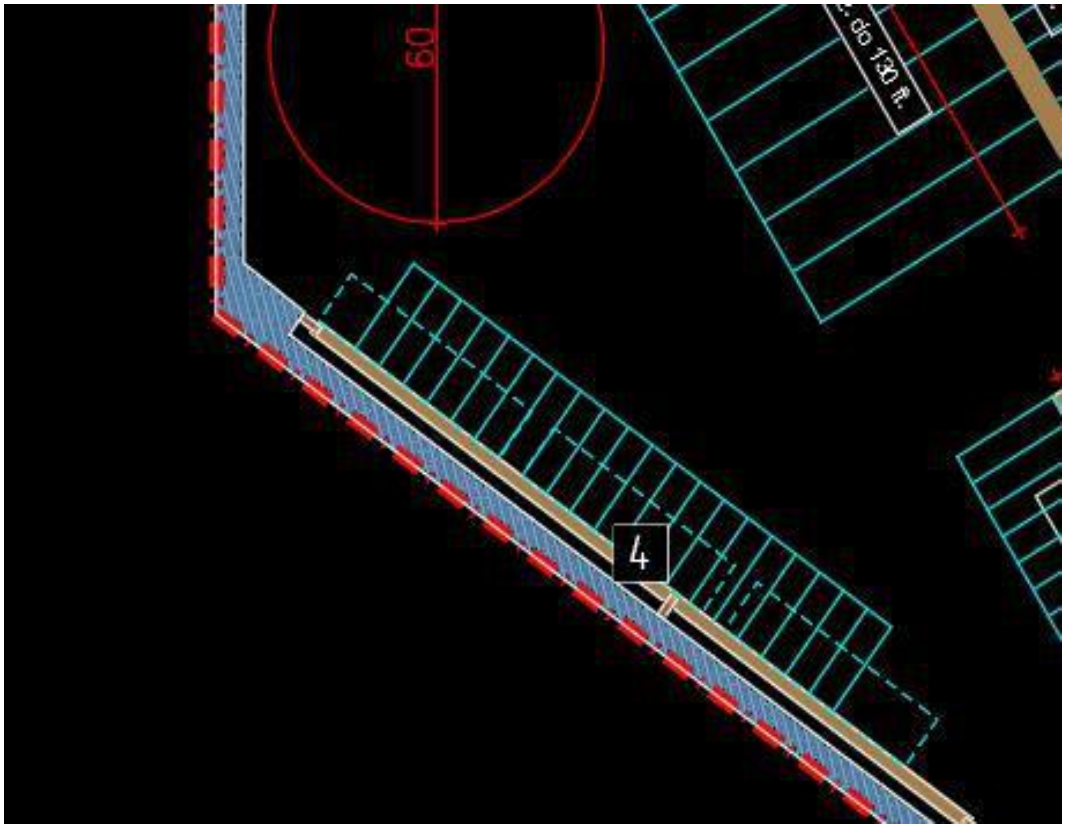
Slika 33. *Prikaz prvog i drugog pontona na primarnom lukobranu*

Prikazana su prva dva gata na jugoistočnom lukobranu. Na prvom je smješteno 15 vezova za plovila do 40 ft., a na drugom , s obje strane, po 20 vezova za plovila do 40 ft.



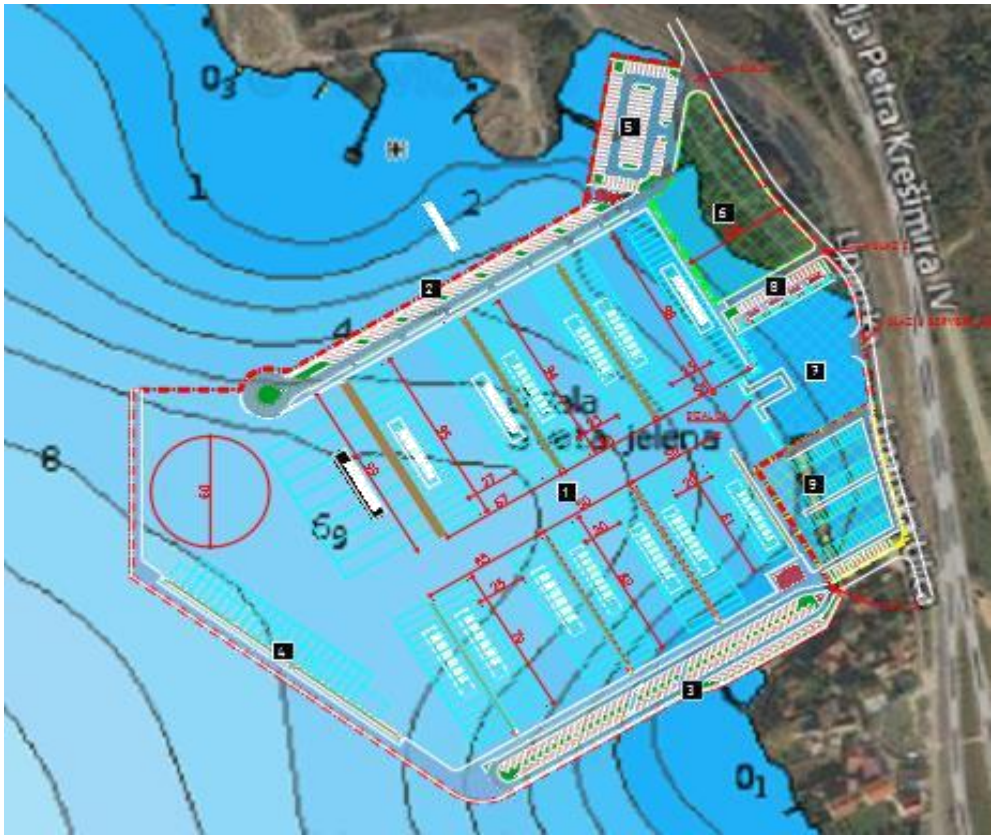
Slika 34. *Prikaz trećeg i četvrtog pontona na primarnom lukobranu*

Prikazani su treći i četvrti gat na sjeveroistočnom lukobranu. 20 vezova za plovila do 40 ft. nalaze se u plićem dijelu akvatorija na trećem gatu, a s druge strane trećeg gata, smješteno je 15 vezova za plovila do 54 ft. Također, po 15 vezova za plovila do 54 ft. smješteno je s obje strane četvrtog gata.



Slika 35. *Prikaz jugozapadnog lukobrana*

Prikazani su vezovi za plovila u tranzitu. Moguć je prihvat maksimalno do 3 plovila do 130 ft. i do 20 plovila za plovila do 54 ft. Svi razmaci među gatovima i plovilima definirani su u skladu s relevantnim normama i pravilima. Širina koridora za interni promet plovila u ovoj LNT je 27 m što zadovoljava uvjete za sigurno korištenje luke.Konačni izgled luke onda poprima sljedeći izgled:



Slika 36. *Konačni izgled* [9]

5.3. Definicija dubine za privez

Dubine u akvatoriju luke se kreću uglavnom od 2 do 6 m. Na ulazu u luku osigurana je dubina od 5 do 5,5 m, u području uz sjeverni lukobran dubina varira od 1 do 5,5 m, u području uz glavni lukobran na južnoj strani varira od 2 do 5 m, a u području uz jugozapadni lukobran varira od 5 do 8,5 m. Manevarski prostor nalazi se u području dubine od 6 do 8 m.

Minimalne potrebne dubine u luci za privez planiranih tipova brodova u odnosu na HVRS71:

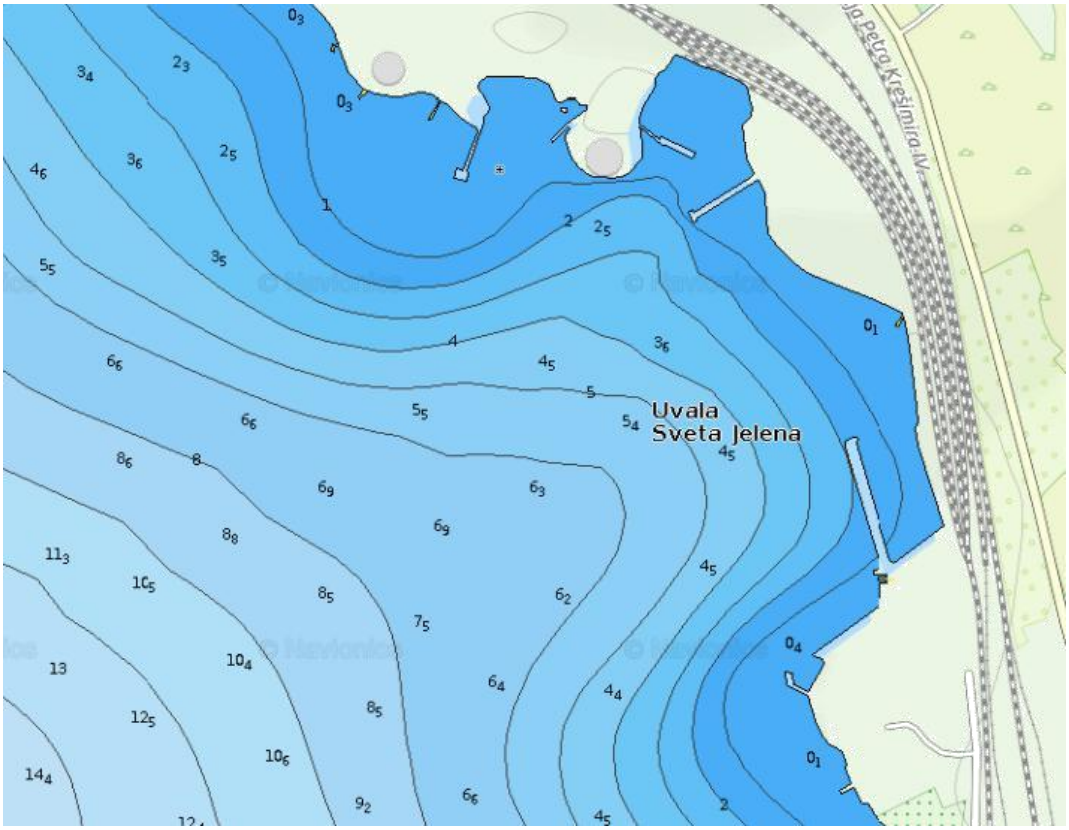
Tablica 3. *Minimalne potrebne dubine u luci*

DULJINA BRODA	MINIMALNA POTREBNA DUBINA
40 ft.	207.26 cm
54 ft.	247.66 cm
130 ft.	338.56 cm

Postupak određivanja minimalne dubine za privez broda je ilustriran na slici 15. Prva vrijednost je gaz broda koja je definirana u tablici 1. Nakon toga potrebno je usvojiti da je trim broda 1 % njegove dubine. U obzir se uzimaju plima i oseka. Najkritičnija je oseka jer je more u tom slučaju jako nisko što povećava mogućnost da brod zapne o dno. Ista od Nule trsta iznosi - 0.40 m.n.m., dok u odnosu na HVRS71 iznosi 0.40 + razlika Nule Trsta i HVRS71 tj. 31.26 cm pa se dobije 71.26 cm. Ono što se može dogoditi jest da se u luci ostvari val, a mjerodavan je val u dolu. Tako će se minimalna dubina za siguran privez plovila definirati za ostvarenje ekstremne oseke i ekstremnog vala u dolu. Za val se usvaja da je 30 cm, ali oduzima se samo amplituda tj, pola valne visine, znači 15 cm. Za rezervu se uzima 20 cm zbog mekšeg dna. Tako plovila do 40 ft. imaju gaz 100 cm, trim je 1% gaza što iznosi 1 cm, ekstremna oseka iznosi 71.26 cm, amplituda vala 15 cm, a rezerva 20 cm iz čega se sumiranjem dobije minimalna potrebna dubina od 207,26 cm za privez plovila do 40 ft. Na isti način se dobije i minimalna potrebna dubina za privez plovila do 54 ft. samo što je gaz plovila 140 cm pa samim tim i trim 1.4 cm. Ostale vrijednosti su iste i sumiranjem se dobije minimalna potrebna dubina od 247.66 cm za privez plovila do 54 ft.

Gaz plovila do 130 ft. iznosi 230 cm, a trim 2.3 cm. Oduzimanjem ekstremne oseke od 71.26 cm, amplitude vala od 15 cm i rezerve od 20 cm dobije se minimalna potrebna dubina od 338.56 cm za privez plovila do 130 ft.

S obzirom na batimetrijska svojstva, potrebno je smjestiti plovila do 40 stopa u područje plićeg dijela akvatorija uz prethodno potrebno povećanje dubine u tom dijelu od barem 80 cm. 8 vezova za najveća plovila do 130 stopa su smještena pokraj samog ulaza gdje je dubina od 6 do 7 metara i nije potrebno povećanje dubine.



Slika 37. *Prikaz dubina u akvatoriju luke* [10]

6. ZAKLJUČAK

Luka nautičkog turizma površine 85,8 ha je dovoljna za prihvat 274 plovila, od čega je maksimalno 20 za plovila u tranzitu. U luci je planiran privez za tri kategorije plovila pri čemu su manje kategorije plovila smještene u zoni akvatorija s manjom dubinom, a veće kategorije plovila u zoni s većom dubinom. Sastoji se od primarnog lukobrana koji je masivna polumontažna AB konstrukcija i sekundarnog lukobrana koji je kombinirana AB konstrukcija sa zaštitnim nasipom te se na taj način zaštitio akvatorij luke od vala. Valne visine ispred luke su između 1.50 i 1.81 metra za petogodišnji povratni period, a visine valova u akvatoriju luke su unutar dopuštenih vrijednosti tj. do 0,30 m.

Točan broj plovila koji mogu biti vezani u luci određen je na osnovu dimenzija iz dijagrama sa slike 14 kao i svi razmaci između gatova. Ulaz u luku je širok 50 m što ispunjava kriterij 1.25 dužine najvećeg broda koji je duljine 39.62 m, a menavarski radijus iznosi 60 m koji također ispunjava kriterij da bude jednak duljini najvećeg broda.

Zbog sigurnog priveza i funkcionalnosti luke, definirane su minimalne potrebne dubine u luci pri čemu je u obzir uzet gaz broda, trim broda koji iznosi 1% gaza, ekstremna oseka i ekstremni val u dolu te rezerva. Minimalna potrebna dubina za plovila do 40 ft. koja su smještena u plićem dijelu luke je 207,26 cm pa je ustanovljeno da je potrebno povećanje dubine u tom dijelu od barem 80 cm. Za plovila do 54 ft. minimalna potrebna dubina je 247,66 cm, a za plovila do 130 ft. 338,56 cm.

7. LITERATURA

[1], [9], [10] Navionics. URL: https://www.navionics.com/fin/ [pristup: 01.07.2020.]

[2] Constantine D. Memos, Port planning. National Technical University of Athens Zografos Greece, 2009. Biblioteca Electronica ANMB.

[3], [4] Carević Dalibor, Pršić Marko (2014) Yachts Parameters for Marina Design. Zagreb: Građevinski fakultet

[5], [6] Carl A. Thoresen (2014) Port designer's handbook. 3rd Edition. London: ICE Publishing

[7] Aquaveo. URL: https://www.aquaveo.com/ [pristup: 15.06.2020.]

[8] Hrvatski registar brodova: Tehnički uvjeti svjedodžba o sigurnosti plutajućeg objekta za pontonske gatove u marinama. URL: http://crs.hr/Portals/0/docs/hrv/tehnicke_okruznice/QC- T191,%20v.00.pdf [pristup: 20.06.2020.]