

Izrađivač: **OBALA d.o.o. SPLIT**
Gat Sv.Duje 1
21000 Split
OIB: 72047192929

Investitor: **LUČKA UPRAVA SPLITSKO-DALMATINSKE ŽUPANIJE,**
Prilaz Braće Kaliterna 10,
21000 Split
OIB: 27478788865

Strukovna odrednica: **GRAĐEVINSKI PROJEKT**

Razina projekta: **IZVEDBENI PROJEKT**

Broj projekta: **1394/25**

Naziv i lokacija
građevine: **PRORAČUN SIDRENOG SUSTAVA PONTONA I PLOVILA U LUCI
MAKARSKA**

Projektant: dr.sc. **GORAN VEGO** dipl.ing.građ,
(*ovlašteni inženjer građevinarstva, G 4124*)

Projektni tim: **JOSIP ZEKAN, mag.ing.aedif.**

Direktor: dr.sc. **GORAN VEGO, dipl.ing.građ.**

Datum: **Split, prosinac 2025. god.**

PRORAČUN SIDRENOG SUSTAVA PONTONA I PLOVILA U LUCI MAKARSKA

SADRŽAJ

I. OPĆI DIO.....	1
IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA.....	2
RJEŠENJE PROJEKTANTA O UPISU U IMENIK OVLAŠTENIH INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA	6
II. TEHNIČKI DIO	9
II. -1. TEKSTUALNI DIO.....	10
1. ANALIZA VJETROVALNE KLIME	11
2. PRORAČUN SIDRENOG SUSTAVA PLOVILA	32
3. PROCJENA TROŠKOVA GRAĐENJA.....	80
II. -2. GRAFIČKI DIO MAPE.....	82
1. SITUACIJSKO RJEŠENJE	mj.1:500
2. SITUACIJSKO RJEŠENJE SUSTAVA SIDRENJA PLOVILA I PONTONA	mj.1:500
3. KARAKTERISTIČNI PRESJEK	mj.1:100
4. DETALJ SIDRENOG BLOKA B1	mj.1:25
5. DETALJ SIDRENOG BLOKA B2	mj.1:25

I. OPĆI DIO

Investitor: **LUČKA UPRAVA SPLITSKO-DALMATINSKE ŽUPANIJE,**
Prilaz Braće Kaliterna 10,
21000 Split

Vrsta projekta: **GRAĐEVINSKI PROJEKT**

Razina projekta: **IZVEDBENI PROJEKT**

Naziv projekta: **PRORAČUN SIDRENOG SUSTAVA PONTONA I PLOVILA U LUCI
MAKARSKA**

Broj projekta: **1394/25**

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

Datum: **Split, prosinac 2025. god.**

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U SPLITU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:

060027905

OIB:

72047192929

TVRTKA:

1 OBALA društvo s ograničenom odgovornošću za studije,
planiranje i projektiranje u pomorstvu

1 OBALA d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

1 Split (Grad Split)
Gat Sv. Duje 1

PRAVNI OBLIK:


1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

1	74.30	- Tehničko ispitivanje i analiza
1	74.83	- Tajničke i prevoditeljske djelatnosti
1	72.20	- Savjet. i pribav. programske opr.(software-a)
1	72.30	- Obrada podataka
1	72.40	- Izrada baze podataka
1	45.11	- Rušenje građ. objekata i zemljani radovi
1	45.12	- Pokusno bušenje, sondiranje terena za gradnju
1	45.21.2	- Niskogradnja
1	45.23	- Izgradnja prometnica, uzletišta, sport. obj.
1	45.24	- Izgradnja hidrograđevinskih objekata
1	45.25	- Ostali građ. radovi (spec. izvođ. i oprema)
1	61.10.1	- Prijevoz putnika morem i priobaljem
1	61.10.2	- Prijevoz robe (tereta) morem i priobaljem
1	61.10.3	- Taksiprijevoz na vodi
1	*	- Arhitektonske i inženjerske djelatnosti i tehničko savjetovanje
1	*	- Zasnivanje i izrada nacрта (projektiranje) zgrada
1	*	- Nadzor nad gradnjom
1	*	- Urbanističko i prostorno planiranje i projektiranje
1	*	- Izrada i izvedba projekta iz područja građevinarstva
1	*	- Izrada investicijske dokumentacije, izrada tehnološke dokumentacije i tehnički nadzor
1	*	- Obavljanje stručnih poslova prostornog uređenja u svezi s izradom dokumenata prostornog uređenja i stručnih podloga za izdavanje lokacijskih dozvola
1	*	- Istraživačko razvojni rad
2	*	- Izvođenje investicijskih radova u inozemstvu;

D004, 2014-07-03 09:46:05

Stranica: 1 od 3


 REPUBLIKA HRVATSKA
 TRGOVAČKI SUD U SPLITU
 IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA
 SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:
 2 * - Kupnja i prodaja robe, trgovačko posredovanje
 na domaćem i inozemnom tržištu.

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

5 Goran Vego, OIB: 66739365749
 Solin, Žižić Dr. Martina 19
 5 - član uprave
 5 - direktor, zastupa Društvo samostalno i pojedinačno od
 26. svibnja 2014. godine.

TEMELJNI KAPITAL:
 1 105.900,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:
 Osnivački akt:

4 Odlukom Skupštine Društva od 19. rujna 2005. godine,
 izmijenjena je Izjava od 17. listopada 1997. godine, u čl.
 1 odredba o podacima jedinog člana Društva i u čl. 31
 odredba o Skupštini. Pročišćeni tekst Izjave od 19. rujna
 2005. godine, s potvrdom javnog bilježnika, dostavljen u
 Zbirku isprava suda.

5 Odlukom člana društva od 22. svibnja 2014. godine,
 izmijenjena je Izjava od 19. rujna 2005. godine, na način da
 se brišu članci 22, 23, 24, 25, 26, 27 i 28 odredbe o
 nadzornom odboru, a u člancima 15, 19 i 30 odredbe o upravi
 i članovima društva. Izmijenjene su odredbe koje se odnose
 na nadzorni odbor. Izvršena je prenumeracija članaka.

OSTALI PODACI:
 1 RUL 1-26119

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	30.06.14	2013	01.01.13 - 31.12.13	GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
0001 Tt-95/4479-2	03.12.1996	Trgovački sud u Splitu
0002 Tt-97/1871-4	17.05.1999	Trgovački sud u Splitu
0003 Tt-97/773-7	09.07.1999	Trgovački sud u Splitu
0004 Tt-05/2068-5	22.11.2005	Trgovački sud u Splitu
0005 Tt-14/3038-2	02.07.2014	Trgovački sud u Splitu
eu /	30.06.2009	elektronički upis
eu /	30.06.2010	elektronički upis
eu /	30.06.2011	elektronički upis

D004, 2014-07-03 09:46:05 Stranica: 2 od 3


 REPUBLIKA HRVATSKA
 TRGOVAČKI SUD U SPLITU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
eu /	30.06.2012	elektronički upis
eu /	26.06.2013	elektronički upis
eu /	30.06.2014	elektronički upis

U Splitu, 03. srpnja 2014.


 Ovlaštena osoba
Miroslav Najdoski

REPUBLIKA HRVATSKA
 TRGOVAČKI SUD U SPLITU

RS- 5733/14
 Ovaj izvatak istovjetan je podacima upisanim u Glavnoj knjizi
 sudskog registra.
 Pristojba plaćana u iznosu 35,00 kn, po Tar.
 24. Zakona o sudskim pristojbama (NN 74/95, 57/96 i 137/02)
 03.07.2014
 Ovlašteni službenik


D004, 2014-07-03 09:46:05 Stranica: 3 od 3

Investitor: **LUČKA UPRAVA SPLITSKO-DALMATINSKE ŽUPANIJE,**
Prilaz Braće Kaliterna 10,
21000 Split

Vrsta projekta: **GRAĐEVINSKI PROJEKT**

Razina projekta: **IZVEDBENI PROJEKT**

Naziv projekta: **PRORAČUN SIDRENOG SUSTAVA PONTONA I PLOVILA U LUCI
MAKARSKA**

Broj projekta: **1394/25**

**RJEŠENJE PROJEKTANTA O UPISU U IMENIK OVLAŠTENIH INŽENJERA
GRAĐEVINARSTVA**

Datum: **Split, prosinac 2025. god.**



REPUBLIKA HRVATSKA

HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA
I INŽENJERA U GRADITELJSTVU
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 271

Klasa: UP/I-360-01/08-01/4124
Urbroj: 314-02-08-1
Zagreb, 03. listopada 2008. godine

Na temelju članka 24. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), te na temelju Odluke i nacrtu Rješenja Odbora za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva od 30.09.2008. godine, koji je rješavao po Zahtjevu za upis VEGO GORANA, dipl.ing.građ., SOLIN, ŽIŽIĆ DR. MARTINA 19, predsjednik Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu donosi i potpisuje

RJEŠENJE

1. U Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva upisuje se VEGO GORAN, dipl.ing.građ., SOLIN, pod rednim brojem 4124, s danom upisa 30.09.2008. godine.
2. Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva, VEGO GORAN, dipl.ing.građ., stječe pravo na uporabu strukovnog naziva "ovlašteni inženjer građevinarstva" i pravo na obavljanje stručnih poslova temeljem članka 25. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a u svezi s člankom 4. stavkom 1., 4. i 5. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, te ostala prava i dužnosti sukladno posebnim propisima.
3. Ovlašteni inženjer građevinarstva poslove iz točke 2. ovoga Rješenja dužan je obavljati stvarno i stalno, te sukladno temeljnim načelima i pravilima struke koje treba poštivati ovlašteni inženjer građevinarstva.
4. Ovlaštenom inženjeru građevinarstva Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu izdaje "inženjersku iskaznicu" i "pečat", koji su trajno vlasništvo Komore.
5. Ovlašteni inženjer građevinarstva dobiva posredstvom Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu policu osiguranja od profesionalne odgovornosti od odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje za razdoblje od godinu dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja uračunata je u članarinu.
6. Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je plaćati Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu članarinu i ostala davanja koja utvrde tijela Komore i Razreda, osim u slučaju mirovanja članstva, te pri prestanku članstva u Komori podmiriti sve dospjele financijske obveze prema istima.

Obrazloženje

VEGO GORAN, dipl.ing.građ., podnio je Zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva.

Odbor za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva proveo je na sjednici održanoj 30.09.2008. godine postupak razmatranja dostavljenog potpunog Zahtjeva imenovanog, te je temeljem članka 24. stavka 2. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 5. stavkom 2. i člankom 22. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), donio Odluku i nacrt Rješenja o upisu imenovanog u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva. Nacrt Rješenja dostavljen je na potpis predsjedniku Komore.

Ovlašteni inženjer građevinarstva stekao je pravo na obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja prema članku 49. Zakona o gradnji koji je ostavljen na snazi člankom 353. stavkom 2. podstavkom 2. Zakona o prostornom uređenju i gradnji ("Narodne novine", br. 73/07), i članku 4. stavku 1. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), u svojstvu odgovorne osobe upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu i to pravo mu traje dok traje polica osiguranja od profesionalne odgovornosti, odnosno do izricanja stegovne kazne iz članka 30. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 4. stavkom 4. i 5. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Ovlašteni inženjer građevinarstva, osim u slučaju mirovanja članstva, dobiva posredstvom Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu policu osiguranja od profesionalne odgovornosti od odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje za razdoblje od godinu dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja uračunata je u članarinu.

Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva imenovani je stekao pravo na "pečat" i "inženjersku iskaznicu" koje mu izdaje Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a koji su trajno vlasništvo Komore temeljem članka 4. stavka 2. i 3. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Sva prethodno navedena prava obvezuju ovlaštenog inženjera građevinarstva na redovno i uredno plaćanje članarine u skladu s člankom 31. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Ovlašteni inženjer građevinarstva može poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja prema članku 51., 52., 53. i 55. Zakona o gradnji koji su ostavljeni na snazi člankom 353. stavkom 2, podstavkom 2, Zakona o prostornom uređenju i gradnji ("Narodne novine", br. 73/07), obavljati samostalno u vlastitom uredu, zajedničkom uredu, projektantskom društvu, odnosno u pravnoj osobi registriranoj za tu djelatnost.

Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je u obavljanju poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja poštivati odredbe Zakona o gradnji i posebnih zakona, te osigurati da obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora bude u skladu s načelima i pravilima struke, koja treba poštivati ovlašteni inženjer građevinarstva.

Na temelju svega prethodno navedenog, riješeno je kao u dispozitivu ovoga Rješenja.

Pouka o pravnom lijeku

Protiv ovog Rješenja žalba nije dopuštena, ali se može pokrenuti upravni spor podnošenjem tužbe Upravnom sudu Republike Hrvatske, u roku od 30 dana od primitka ovog Rješenja.



Dostaviti:

1. GORAN VEGO, 21210 SOLIN, ŽIŽIĆ DR. MARTINA 19
2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrana Komore

II. TEHNIČKI DIO

II. -1. TEKSTUALNI DIO

Investitor: **LUČKA UPRAVA SPLITSKO-DALMATINSKE ŽUPANIJE,**
Prilaz Braće Kaliterna 10,
21000 Split

Vrsta projekta: **GRAĐEVINSKI PROJEKT**

Razina projekta: **IZVEDBENI PROJEKT**

Naziv projekta: **PRORAČUN SIDRENOG SUSTAVA PONTONA I PLOVILA U LUCI
MAKARSKA**

Broj projekta: **1394/25**

1. ANALIZA VJETROVALNE KLIME

Datum: **Split, prosinac 2025. god.**

1. PRORAČUN SIDRENOG SUSTAVA PLOVILA

1.1. VJETAR

1.1.1. Vjetrovi od interesa

Vjetrovi od interesa na lokaciji Makarska mogu se analizirati uvažavajući dva aspekta, i to :

- Vjetar kao pojava od značaja za manevriranje plovila u njihovom dolasku ili odlasku iz luke, te obzirom na siguran boravak plovila na vezu.
- Vjetar kao pojava , koja generira vjetrovne valove od značaja za stanje akvatorija u luci i eventualnu zaštitu.

Vjetrovi koji generiraju valove od značaja na lokaciji Kaštel Stari, jesu vjetrovi koji pušu iz II i III kvadranta i to :

- jugo
- oštro
- lebić

Brzina , odnosno snaga vjetra , i visine (energija) vjetrom generiranih valova jesu limitirajući meteorološki faktori, koji utječu na mogućnost korištenja kako akvatorija tako i operativnih obala u luci.

Na razmatranoj lokaciji vjetrovi iz I i IV kvadranta pušu s kopna i nisu od značaja za analizu vjetrovalne klime.

Za potrebe izrade predmetne dokumentacije Projektant je, od ovlaštene institucije, Državnog hidrometeorološkog zavoda Republike Hrvatske pribavio službene mjerne podatke o smjeru, brzini i trajanju vjetra kao srednje satne podatke, a za razdoblje od 1999 do 2008 g. (10. god. promatranje).

Meteorološka postaja Makarska geografskih koordinata: $\varphi = 43^{\circ} 17' N$, $\lambda = 17^{\circ} 01' E$, nalazi se na nadmorskoj visini od $h = 52$ m. Meteorološki krug i zgrada postaje nalaze se na uzvisini na jugoistočnom dijelu grada. Sa SW strane uzvisina se spušta k moru. U zaleđu Makarske uzdiže se Biokovo s najvišim vrhom Sv. Jure 1764 m na udaljenosti 5 km prema NW od lokacije postaje. Anemometar se nalazi na zasebnom rešetkastom stupu u krugu meteorološke postaje koja je okružena gustim drvećem sa svih strana. Klasa hrapavosti terena 3 ($z_0 = 0.4$).

1.1.2. Prognoza ekstremnih vrijednosti brzina vjetra na osnovu terminske vrijednosti

- Prosječna godišnja vjetrovna klima

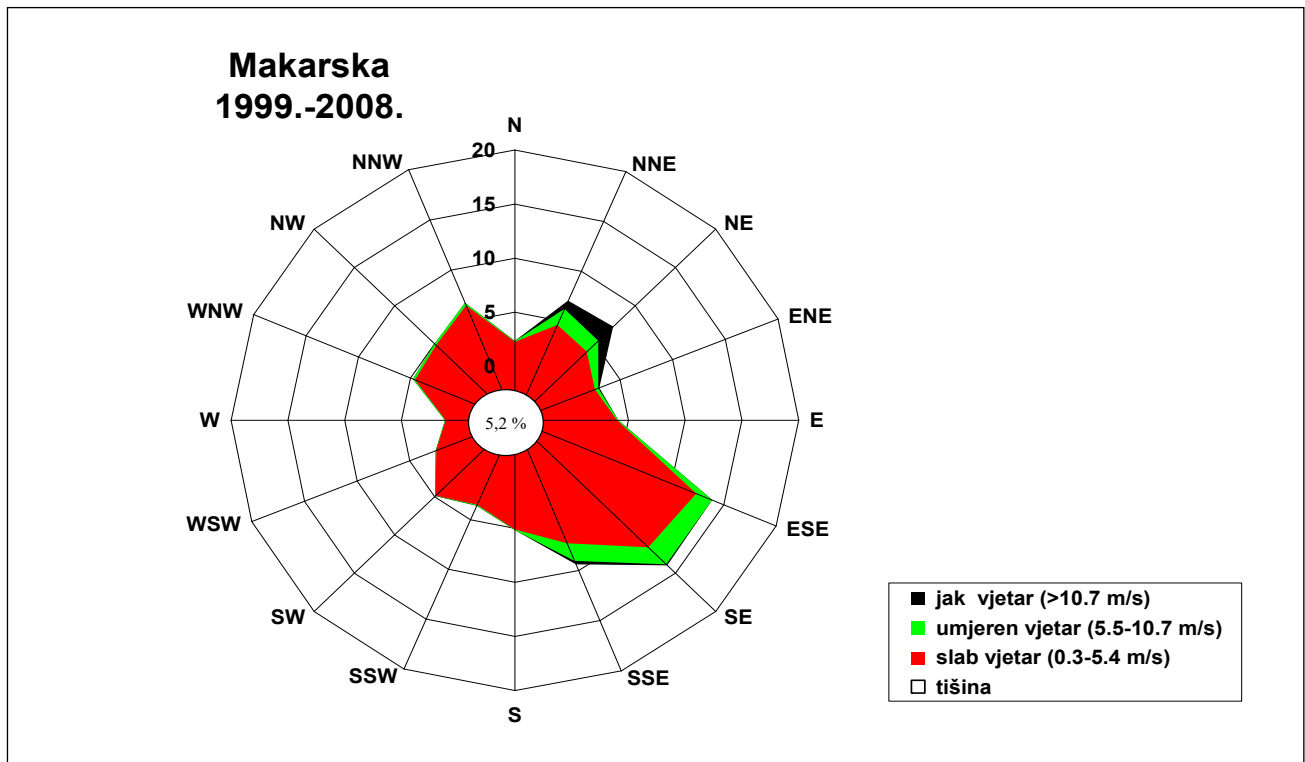
Mjesečne i godišnje razdiobe brzine vjetra u ovisnosti o smjeru vjetra za postaju Makarska (uzorak od 1999-2008. god.) prikazane su grafički na ružama vjetrova, a numeričke vrijednosti dane su u tablicama kontigencije vjetra. Sve brzine su izražene u razredima brzina (m/s) koji odgovaraju stupnjevima Bf

Tablica 1.1.: Tablica kontigencije vjetra (apsolutne učestalosti) u ovisnosti o brzini vjetra za Makarsku (razdoblje 1999. – 2008. god.)

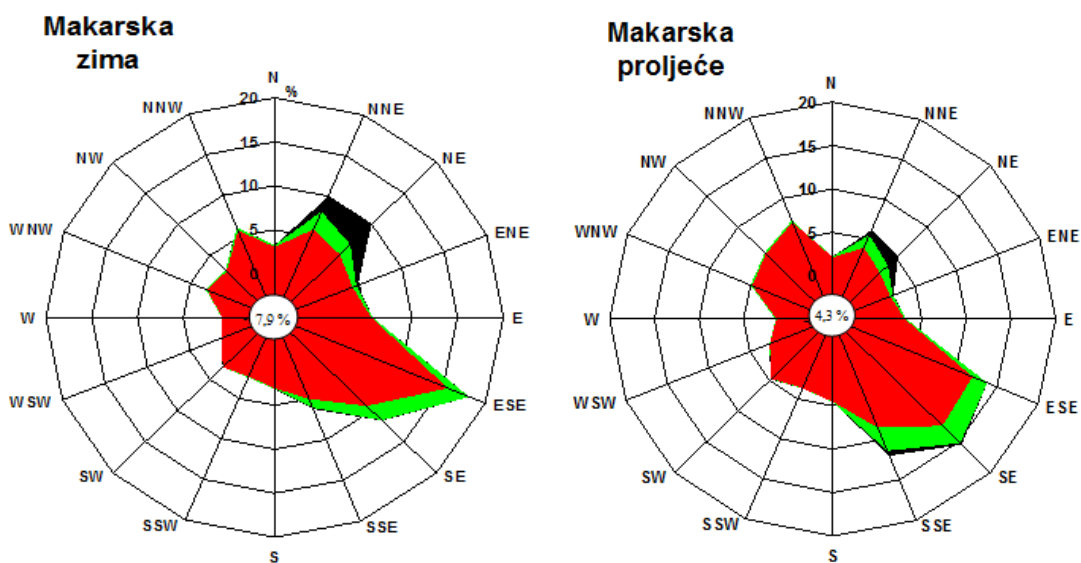
Jač. (Bf)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ZBROJ
Brzina (m/s)	0.0-0.2	0.3-1.5	1.6-3.3	3.4-5.4	5.5-7.9	8.0-10.7	10.8-13.8	13.9-17.1	17.2-20.7	20.8-24.4	24.5-28.4	28.5-32.6	32.7-36.9	
N		916	625	117	48	21	1	3						1731
NNE		1931	836	657	622	566	340	175	83	15	13	1		5239
NE		2000	587	375	476	584	589	466	243	97	6			5423
ENE		1300	425	213	140	109	48	21	1					2257
E		1645	1099	257	49	21								3071
ESE		2967	3791	2475	995	139	11	4						10382
SE		3025	3720	1930	1195	486	86	5						10447
SSE		2086	2487	874	751	546	234	26	7					7011
S		2169	1581	60	31	15	3							3859
SSW		1564	923	129	40	22	1							2679
SW		2039	1436	164	20	4	4	1	4	6	2			3680
WSW		947	754	132	34	1	1							1869
W		283	415	110	38	12								858
WNW		1506	1444	459	110	32	1							3552
NW		1533	1525	531	129	21	2							3741
NNW		2318	1931	559	166	35	2	1						5012
C	3851													3851
ZBROJ	3851	28229	23579	9042	4844	2614	1323	702	338	118	21	1		74662

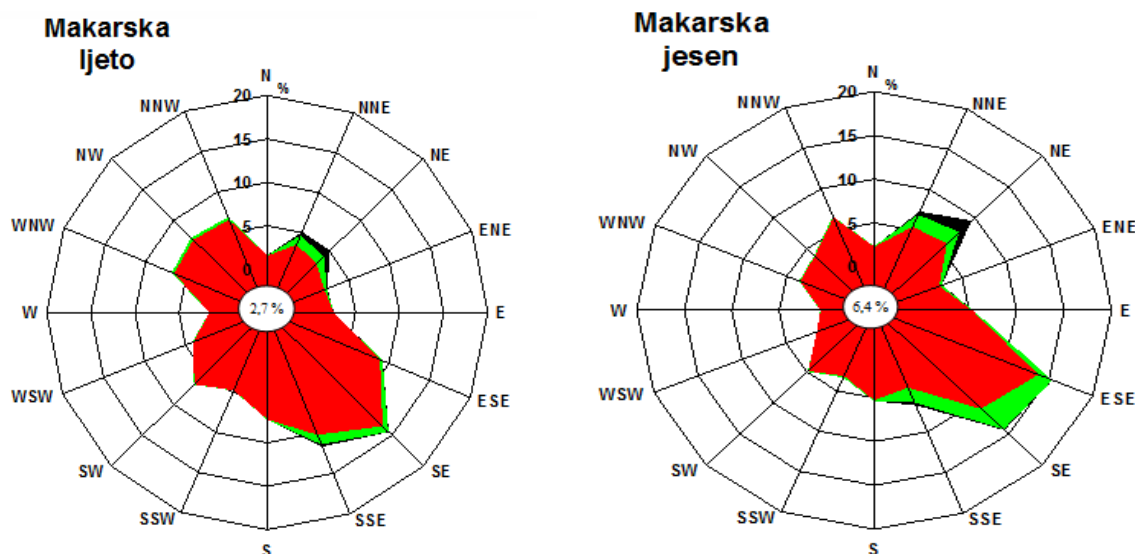
Tablica 1.2. – Tablica kontigencije vjetra (relativne čestine u %) u ovisnosti o brzini vjetra za Makarsku (razdoblje 1999 – 2008. god.)

Jač.(Bf)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ZBROJ
Brzina (m/s)	0.0- 0.2	0.3- 1.5	1.6- 3.3	3.4- 5.4	5.5- 7.9	8.0- 10.7	10.8- 13.8	13.9- 17.1	17.2- 20.7	20.8- 24.4	24.5- 28.4	28.5- 32.6	32.7- 36.9	
N		12.3	8.4	1.6	0.6	0.3	0.01	0.04						23.2
NNE		25.9	11.2	8.8	8.3	7.6	4.6	2.3	1.1	0.2	0.2	0.01		70.2
NE		26.8	7.9	5.0	6.4	7.8	7.9	6.2	3.3	1.3	0.08			72.6
ENE		17.4	5.7	2.9	1.9	1.5	0.6	0.3	0.01					30.2
E		22.0	14.7	3.4	0.7	0.3								41.1
ESE		39.7	50.8	33.1	13.3	1.9	0.1	0.05						139.1
SE		40.5	49.8	25.8	16.0	6.5	1.2	0.07						139.9
SSE		27.9	33.3	11.7	10.1	7.3	3.1	0.3	0.09					93.9
S		29.1	21.2	0.8	0.4	0.2	0.04							51.7
SSW		20.9	12.4	1.7	0.5	0.3	0.01							35.9
SW		27.3	19.2	2.2	0.3	0.05	0.05	0.01	0.05	0.08	0.03			49.3
WSW		12.7	10.1	1.8	0.5	0.01	0.01							25.0
W		3.8	5.6	1.5	0.5	0.2								11.5
WNW		20.2	19.3	6.1	1.5	0.4	0.01							47.6
NW		20.5	20.4	7.1	1.7	0.3	0.03							50.1
NNW		31.0	25.9	7.5	2.2	0.5	0.03	0.01						67.1
C	51.6													51.6
ZBROJ	51.6	378.1	315.8	121.1	64.9	35.0	17.7	9.4	4.5	1.6	0.3	0.01		1000.0



Slika 1.1. Godišnja ruža vjetrova za meteorološku postaju Makarska (razdoblje 1999-2008. god.)





Slika 1.2. Sezonske ruže vjetrova za meteorološku postaju Makarska (razdoblje 1999-2008. god.)

Najčešći smjerovi vjetra na području Makarske su SE (14.0 %), ESE (13.9 %), SSE (9.4 %), NE (7.3%) i NNE (7.0%) slučajeva od ukupnog broja podataka tijekom godine. ESE i SE vjetar su najučestaliji vjetrovi na ovom području. Kroz sva godišnja doba su najzastupljeniji, pa se tako njihova učestalost kreće od 18.1 % zimi do 14.5 % ljeti. Zimi se s učestalošću od oko 10.0 % javlja NNE i NE vjetar, dok ga ljeti ima najmanje (5.1 %). NW vjetar (maestral) je s proljeća i ljeti nešto izraženiji (7.2 %) od pojavljivanja u ostalim dijelovima godine, što je razumljivo, obzirom da se maestral javlja u toplijem dijelu godine. Njegova učestalost je najmanja u jesen (3.9 %).

Tišine, odnosno, situacije bez vjetra, na makarskom području najčešće su zimi (7.9 %) i u jesen (6.4 %), a najrjeđe ljeti (2.7 %). Na godišnjoj razini postotak tišine kreće se oko 5.2 %.

Umjeren vjetar (5.5 do 10.7 m/s, odnosno 4 i 5 Bf) javlja se na makarskom području u 10.0 % slučajeva godišnje. Umjeren vjetar podjednako se javlja u proljeće (11.7 %), zimi (11.4 %) i s jeseni (11.0 %), dok je ljeti malo rjeđi (6.3 %). Umjerenе jačine uglavnom puše ESE i SE vjetar. Jak vjetar (> 10.7 m/s, odnosno 6 Bf i 7 Bf) u godišnjem prosjeku javlja se u 2.7 % slučajeva. Zimi, međutim, njegova učestalost iznosi 4.2 %, u proljeće 2.8 %, u jesen 2.3 %, a ljeti je neznatna i iznosi 1.6 %. Jak vjetar na godišnjoj razini uglavnom puše iz SSE smjera. Olujan vjetar (> 17.1 m/s, odnosno \geq 8 Bf) u promatranom 10-godišnjem razdoblju zabilježen je na makarskom području u 0.6 % slučajeva godišnje, i to uglavnom zimi (1.5 %), u proljeće i jesen (0.5 %), a najmanje ljeti (0.2 %).

Napominjemo da se ova statistika odnosi na srednje satne, a ne na trenutne brzine vjetra.

1.1.3. Dani s jakim i olujnim vjetrovima

Tablica 1.3. – Srednji mjesečni i godišnji broj dana s jakim vjetrom (≥ 6 Bf), s pripadnom standardnom devijacijom, za Makarsku, u razdoblju 1999.-2008.

MAKARSKA													
godina	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	zbroj
2000.	7	6	10	8	6	8	3	3	7	6	9	10	83
2001.	7	9	14	6	4	4	5	3	7	4	11	4	78
2002.	8	12	8	9	7	9	8	3	3	1	13	10	91
2003.	3	5	13	7	6	2	6	2	0	0	8	4	56
2004.	4	4	8	7	3	2	3	0	1	3	3	8	46
2005.	6	7	3	0	4	0	3	2	2	0	9	6	42
2006.	10	7	2	3	5	4	3	2	2	1	3	3	45
2007.	3	5	7	0	0	1	3	2	1	3	6	0	31
2008.	4	5	3	0	2	0	0	4	7	4	6	6	41
2009.	4	4	2	4	2	0	4	1	4	2	4	7	38
zbroj	56	64	70	44	39	30	38	22	34	24	72	58	551
Sred	5.6	6.4	7.0	4.4	3.9	3.0	3.8	2.2	3.4	2.4	7.2	5.8	55.1
Std	2.2	2.4	4.2	3.3	2.1	3.1	2.0	1.1	2.6	1.9	3.2	3.0	20.1
Maks	10	12	14	9	7	9	8	4	7	6	13	10	91
Minim	3	4	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	31
ampl	7	8	12	9	7	9	8	4	7	6	10	10	60

Tablica 1..4. - Srednji mjesečni i godišnji broj dana s jakim vjetrom (≥ 8 Bf), s pripadnom standardnom devijacijom, za Makarsku, u razdoblju 1999.-2008.

MAKARSKA													
godina	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	zbroj
2000.	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	3	9
2001.	3	6	5	0	0	0	0	0	0	0	2	0	16
2002.	0	1	1	5	0	2	1	1	0	0	6	6	23
2003.	3	0	3	0	0	1	0	1	0	0	1	2	11
2004.	0	2	2	0	2	0	0	0	0	1	0	6	13
2005.	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	3	12
2006.	1	4	0	0	2	1	1	2	0	0	2	1	14
2007.	2	1	4	0	0	0	0	0	0	1	4	0	12
2008.	2	2	0	0	0	0	0	0	1	1	3	4	13
2009.	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	9
zbroj	21	21	15	5	5	6	2	4	1	3	23	26	132
sred	2,1	2,1	1,5	0,5	0,5	0,6	0,2	0,4	0,1	0,3	2,3	2,6	13,2
std	1,3	1,9	1,8	1,5	0,8	0,8	0,4	0,7	0,3	0,5	1,7	2,1	3,8
maks	4	6	5	5	2	2	1	2	1	1	6	6	23
minim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
ampl	4	6	5	5	2	2	1	2	1	1	6	6	14

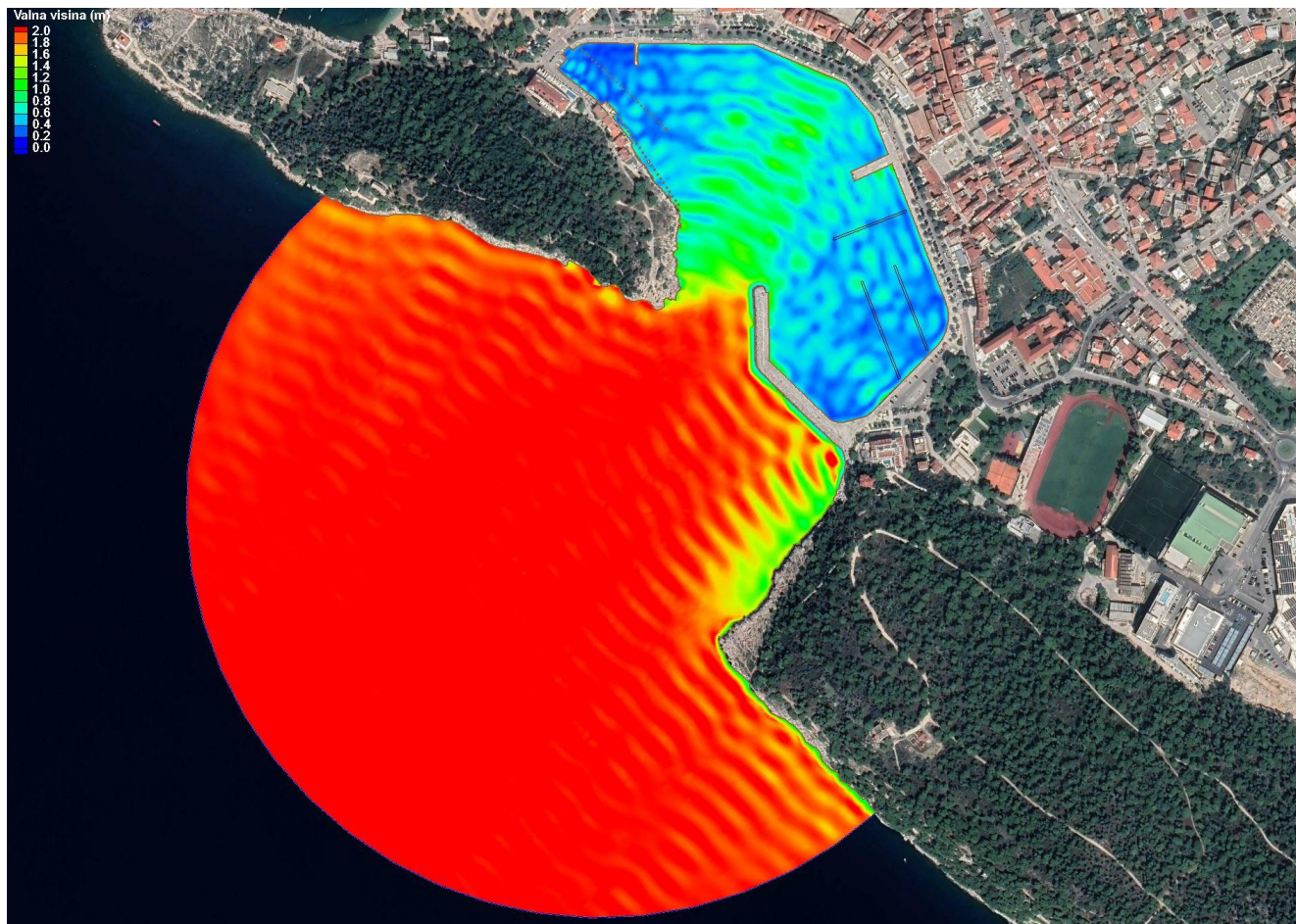
1.2. ANALIZA VJETROVALNIH UVJETA NA LOKACIJI

Osnovna grupa valova na Jadranskom moru su:

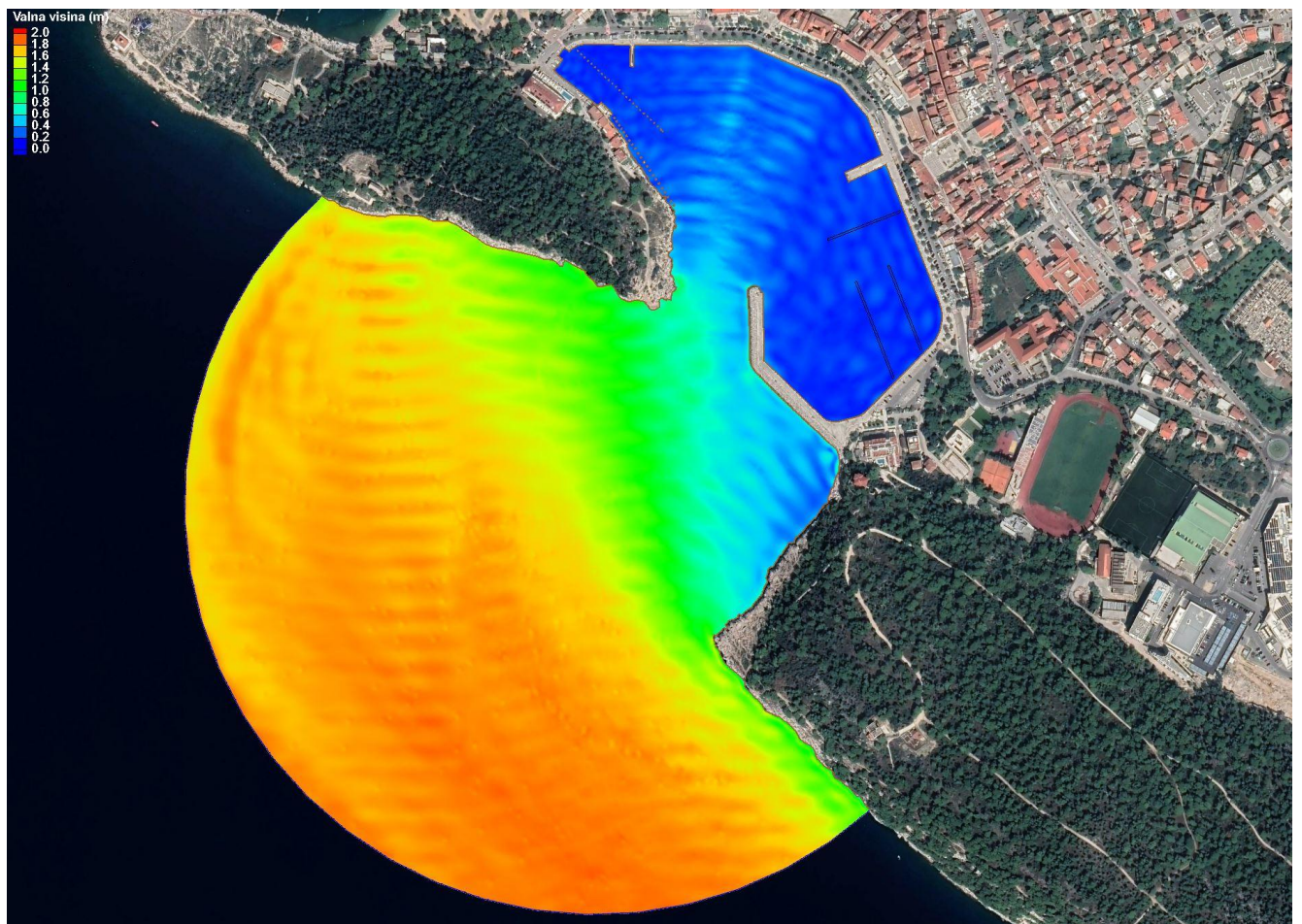
- vjetrovni valovi (valovi živog mora, živo more) izazvani vjetrom koji neprekidno puše,
- valovi mrtvog mora (zibni valovi) su valovi koji su uznapredovali izvan zone vjetra koji ih je stvorio, pojavljuje se pred vjetrom ili zaostaju nakon vjetra koji ih je stvorio,
- promijeni li se smjer puhanja vjetra za kut, stvaraju se križani valovi

Visina i smjer valova ovisi o čimbenicima : refleksija, refrakcija, difrakcija. Za predmetnu lokaciju provedena je analiza dubokovodnih valova koji se javljaju ispred i unutar akvatorija Gradske luke Makarska. Dominantni vjetrovni valovi su oni iz smjerova kojeg uzrokuju vjetrovi lebića (SW). Također dobar utjecaj svakako ima i vjetar jugo (SEE), dok vjetar oštro (S) ipak donosi nešto manje valove.

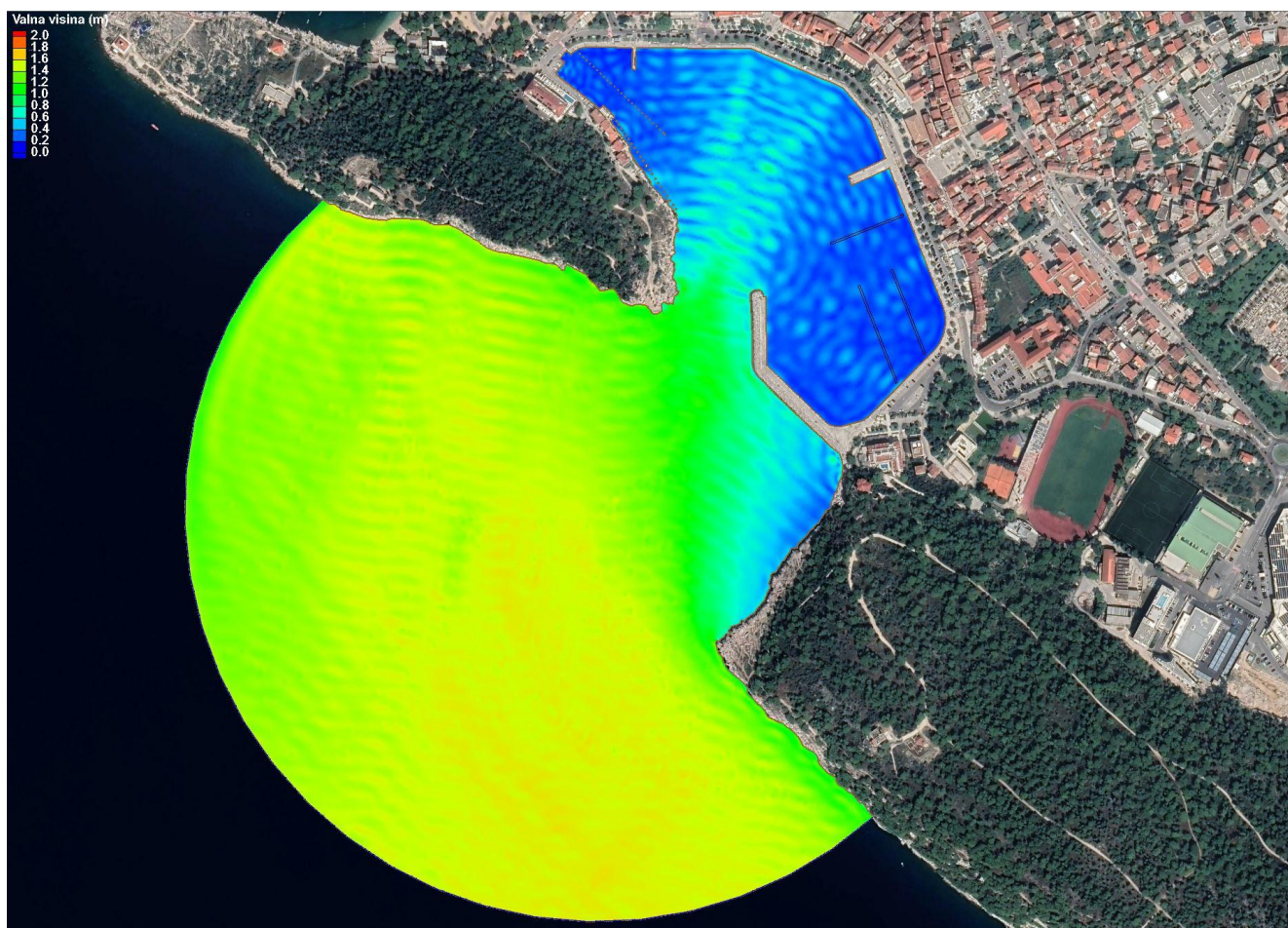
Za slučaj valova iz smjera (SW) s valnim parametrima za 5-godišnje povratno razdoblje, u predmetnoj zoni se javljaju valovi maksimalne očitane visine 0,5 m. Za slučaj valova iz smjera (SEE) s valnim parametrima za 5-godišnje razdoblje, u predmetnoj zoni se javljaju valovi maksimalne očitane visine 0,2 m. I naposljetku, za slučaj valova iz smjera (S) s valnim parametrima za 5-godišnje razdoblje, u predmetnoj zoni se javljaju valovi prosječne visine oko 0,3 m.



Slika 1.3. Značajne visine vala (PP 5 god.) za smjer SW (lebić)



Slika 1.4. Značajne visine vala (PP 5 god.) za smjer SEE (jugo)



Slika 1.5. Značajne visine vala (PP 5 god.) za smjer S (oštro)

1.2.1. Uvod

Ovdje će se dati dugoročna valna prognoza za gravitacijske površinske vjetrovne valove na lokaciji predmetnog zahvata.

S obzirom na nedostatak sustavnih mjerenja valova kroz dugogodišnje razdoblje, razvijene su standardne metode za prognozu valova iz podataka o vjetru. Takav postupak će se provesti i ovdje na temelju podataka mjerenja vjetra sa meteorološke postaje Makarska.

1.2.2. Vjetrovalne podloge

U slijedećoj tablici dane su apsolutne čestine pojavljivanja različitih smjerova vjetra za godinu. Radi se raspodjeli na osnovu srednjih satnih vrijednosti jačine i smjera vjetra.

Tablica 1. - Tablica kontigencije vjetra (apsolutne čestine), po klasama jačine (Bf) i brzine (m/s) vjetra za Makarsku, za godinu, u razdoblju 1999.-2008., (DHMZ RH)

SMJER	JAČINA VJETRA (Bf)												ZBROJ	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
N		916	625	117	48	21	1	3						1731
NNE		1931	836	657	622	566	340	175	83	15	13	1		5239
NE		2000	587	375	476	584	589	466	243	97	6			5423
ENE		1300	425	213	140	109	48	21	1					2257
E		1645	1099	257	49	21								3071
ESE		2967	3791	2475	995	139	11	4						10382
SE		3025	3720	1930	1195	486	86	5						10447
SSE		2086	2487	874	751	546	234	26	7					7011
S		2169	1581	60	31	15	3							3859
SSW		1564	923	129	40	22	1							2679
SW		2039	1436	164	20	4	4	1	4	6	2			3680
WSW		947	754	132	34	1	1							1869
W		283	415	110	38	12								858
WNW		1506	1444	459	110	32	1							3552
NW		1533	1525	531	129	21	2							3741
NNW		2318	1931	559	166	35	2	1						5012
C	3851													3851
ZBROJ	3851	28229	23579	9042	4844	2614	1323	702	338	118	21	1	0	74662

1.2.3. Vjetrovi od interesa

Vjetrovi od interesa za lokaciju luke Makarska mogu se analizirati uvažavajući dva aspekta i to:

- vjetar kao pojava od značaja za manevriranje plovila pri privezu ili odlasku iz luke, te obzirom na siguran boravak plovila na vezu;
- vjetar kao pojava koja generira vjetrovne valove od značaja za stanje akvatorija u luci i obalne građevine.

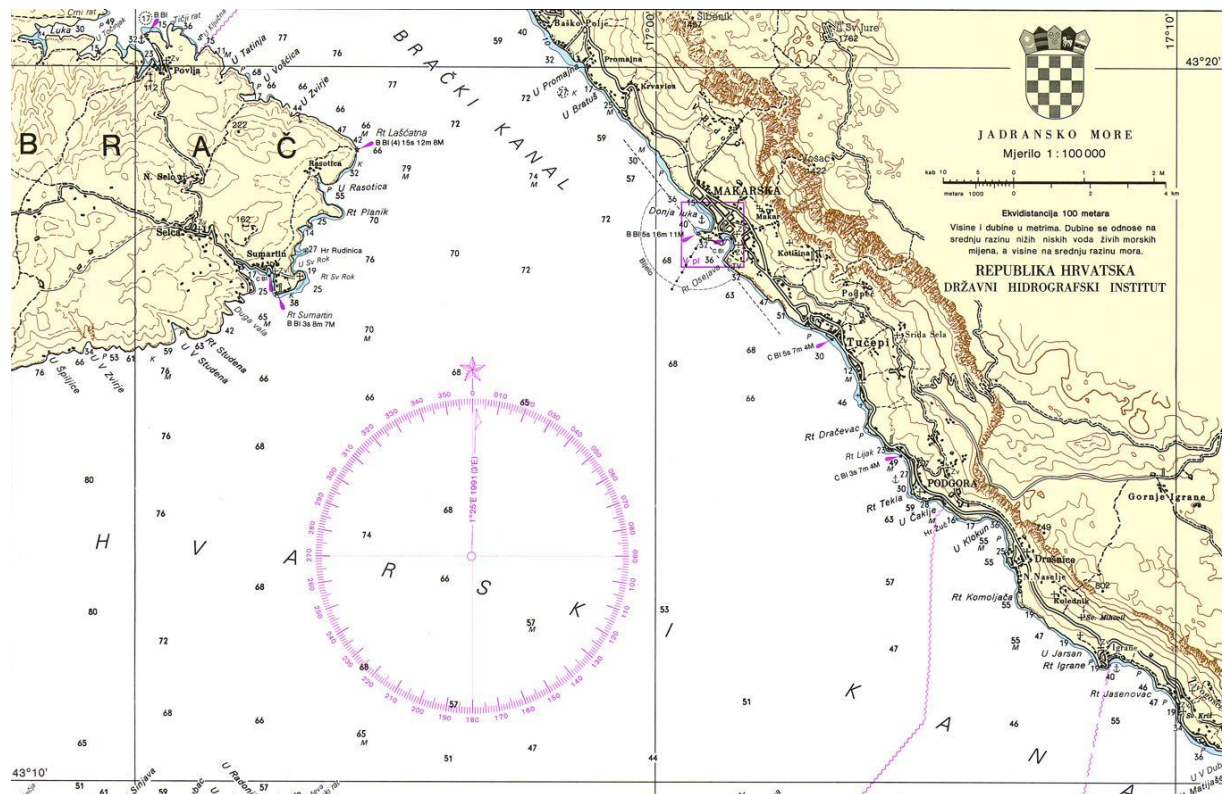
Vjetrovi koji generiraju valove od značaja na lokaciji luke Makarska jesu vjetrovi koji pušu iz II i III kvadranta i to:

- jugo
- oštro
- lebić

Brzina, odnosno snaga vjetra, i visine (energija) vjetrom generiranih valova jesu limitirajući meteorološki faktori, koji utječu na mogućnost korištenja kako akvatorija tako i operativnih obala u luci.

Na razmatranoj lokaciji vjetrovi iz preostalih kvadranta pušu s kopna (III – punenat) ili nisu od značaja za analizu valne klime predmetne mikrolokacije (II kvadrant – levanat, III – maestral, IV kvadrant - tramontana).

Što se tiče bure (I kvadrant), ona stvara nepovoljnu valnu sliku za predmetni unutarnji akvatorij luke, no s obzirom da nije moguća adekvatna zaštita (zbog malog privjetrišta i blizine obale) neće se dalje analizirati u ovoj analizi. Pri pojavi bure, sam vjetar je objektivno puno veći problem nego valovi koje ona formira, iako niti oni nisu nezanemarivi i svakako bi investitor o tome trebao voditi računa prilikom donošenja odluke o postavljanju pontona.



Slika 1.6. Predmetna lokacija u širem akvatoriju

1.3. DUGOROČNA PROGNOZA POVRŠINSKIH VJETROVALNIH VALOVA

Dugoročna prognoza se radi iz uzoraka dobivenih mjerenjem valova za kratkoročna stacionarna stanja mora. Kako se ne raspolaže ovim mjerenjima, napraviti će se uzorak valova na temelju podataka o mjerenju vjetra (uzorka vjetra za kratkoročne situacije iz dugog razdoblja opažajna).

Iz mjerenja valnog obrisa u vremenu $\eta^*(t)$ na nekoj točki za razdoblje od jedne godine, moguće je statističkom obradom dobiti različite parametre valnog profila, a koji označuju godišnje ekstreme. To mogu biti slučajne varijable kao što je značajna valna visina (H_s), maksimalna valna visina (H_{max}) i druge. Odabranoj varijabli pripada inicijalna distribucija vjerojatnosti za koju se pretpostavlja da je Fisher-Tippetovog tipa, a što ima za posljedicu da je odgovarajuća distribucija vjerojatnosti ekstrema istog tipa. Isto vrijedi i za ekstrem nekog malo kraćeg perioda od 1 godine. Prema tome, ovisno o vremenskom razdoblju razmatranja ekstremnog valnog parametra razlikuju se slijedeći modeli:

1. **model godišnjih ekstremnih vrijednosti** s pripadajućom distribucijom vjerojatnosti (eng. Annual extreme Value Probability Distribution) i
2. **model ekstremnih vrijednosti koje premašuju neki "prag"** s pripadajućom distribucijom vjerojatnosti (eng. Extreme Value Probability distribution).

Za oba modela najčešće se koriste Weibullova (F-T tip III) i Gumbelova (F-T tip I) distribucija. Frechetova distribucija (F-T tip II) se najslabije prilagođava i stoga se praktično ne koristi. Česta se koristi i log-normalna raspodjela čija je upotreba zasnovana na empirijskoj spoznaji o dobroj prilagodbi.

Prvi model se koristi ukoliko se raspolaže s uzorkom od približno 30 godina, a drugi ukoliko se raspolaže s uzorkom obično manjim od 30 godina. Uzorak tada obuhvaća sve podatke koji premašuju postavljeni prag, karakteriziran tipičnom velikom olujom, tako da može biti i više podataka u 1 godini. Ovdje će se koristiti drugi model jer se raspolaže s tablicom kontigencije vjetra iz koje se može načiniti uzorak vjetra po kriteriju prekoračenja praga.

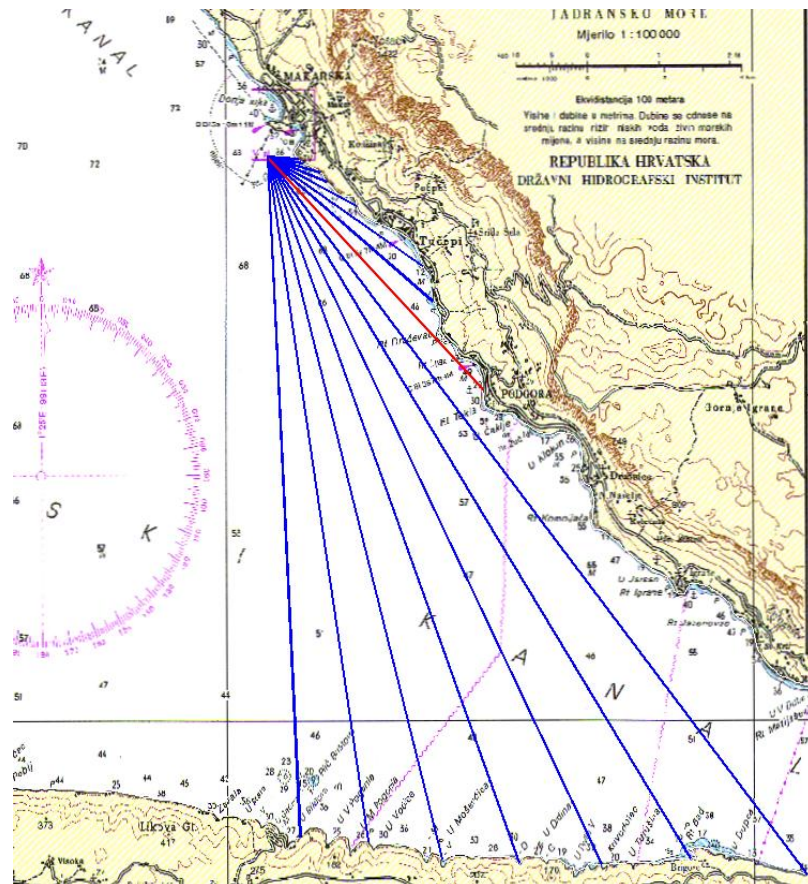
Obzirom da uzorak H_s za dugoročnu prognozu trebaju predstavljati pojedinačne kratkoročne valne situacije sa većim valovima (odnosno vjetrom koji ih generira) odabran je prag brzine vjetra od $3 B_f$ (3,4 – 5,4 m/s).

1.3.1. Valna razvijališta

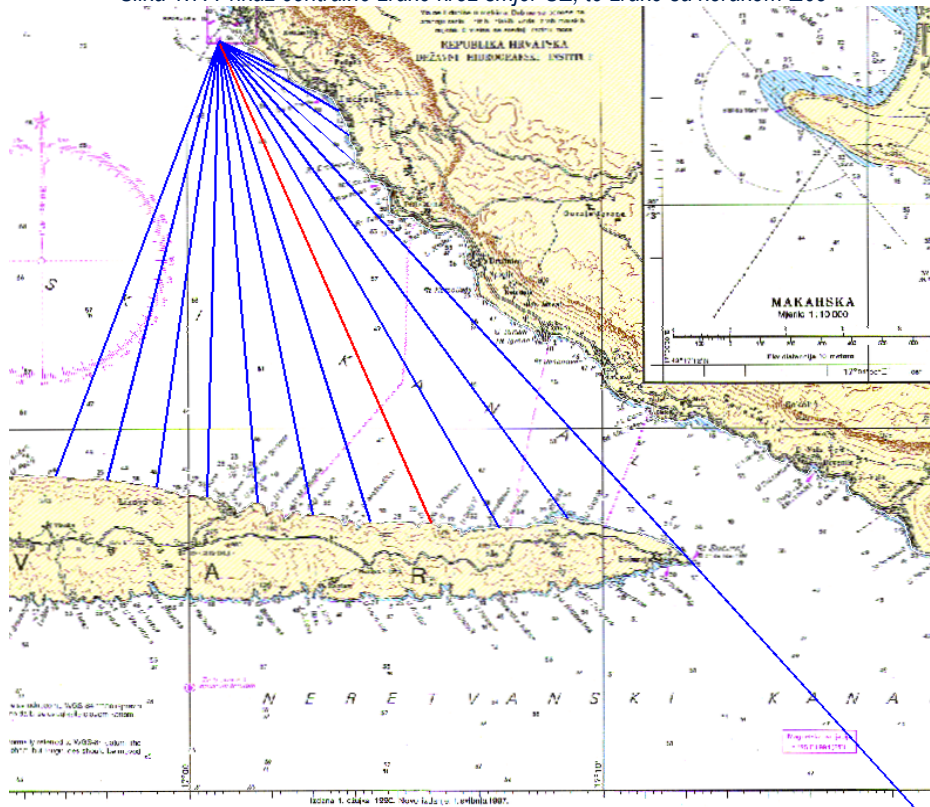
Duljina valnog razvijališta (ili privjetrišta) preko čije se površine generiraju vjetrovni valovi od interesa utvrđuje se razmatranjem efektivnih udaljenosti razmatrane lokacije i kopna iz kojih valovi nailaze. Kako je već spomenuto, neposredni akvatorij predmetne luke izložen je vjetrovima iz II i III kvadranta i posljedičnim valovima s različitim duljinama privjetrišta. Obzirom na to definirat će se, prema kriteriju dužine privjetrišta i sličnosti čestine pojavljivanja vjetra za pojedini smjer, pojedini sektori koji su definirani djelovanjem vjetrova i posljedičnih površinskih vjetrovnih valova iz smjerova SE, SSE, S, SSW i SW. Sektor I definiran je djelovanjem vjetrova i posljedičnih površinskih vjetrovnih valova iz smjerova SE i SSE. Duže efektivno privjetrište izračunato je za smjer SSE i iznosi 19,0 km (tablica 2). Sektor II definiran je djelovanjem vjetrova i posljedičnih površinskih vjetrovnih valova iz smjerova S i SSW. Duže efektivno privjetrište izračunato je za smjer S i iznosi 21,7 km (tablica 3). Sektor III definiran je djelovanjem vjetrova i posljedičnih površinskih vjetrovnih valova iz smjera SW, s dužinom efektivnog privjetrišta u iznosu od 24,0 km (tablica 4).

Proračun efektivne duljine privjetrišta za sve smjerove je proveden na način da se u svakom od odabranih smjerova postavi centralna zraka koja kao ishodište ima točku ispred namjeranovog zahvata. Nakon toga se sa rotacijom od 6° u smjeru kazaljke na satu (do $+42^\circ$) i suprotno od kazaljke na satu (do -42°) postavljaju pravci kroz istu ishodišnu točku. Određuju se duljine svake zrake od ishodišta do prve točke obale te se proračunava suma njihovih projekcija na centralnu zraku. Ta suma se dijeli sa sumom sinusa kutova centralne zrake i ostalih rotiranih zraka a čime se dobiva i vrijednost duljine efektivnog privjetrišta.

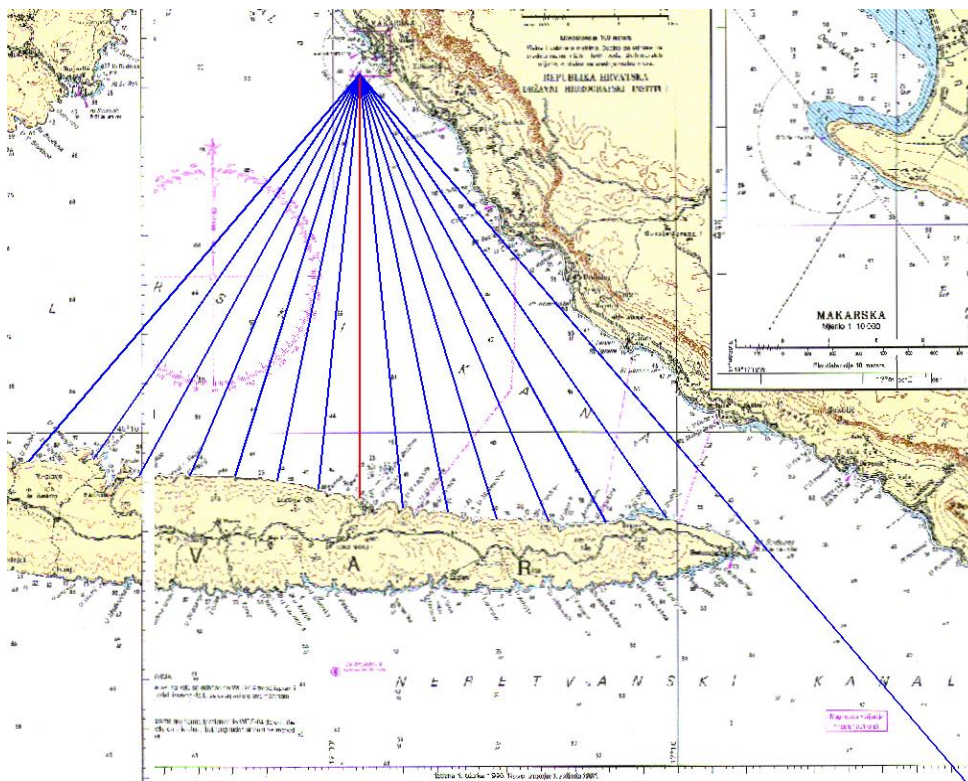
Na slikama od 1.7. do 1.11. dani su grafički prikazi postavljanja centralne zrake kroz analizirane smjerove te zrake sa korekcijom rotacije $\pm 6^\circ$ od centralne zrake. Proračunske vrijednosti spomenutog postupka za određivanje efektivne duljine privjetrišta za sve pojedine smjerove dane su u tablicama 2 i 3.



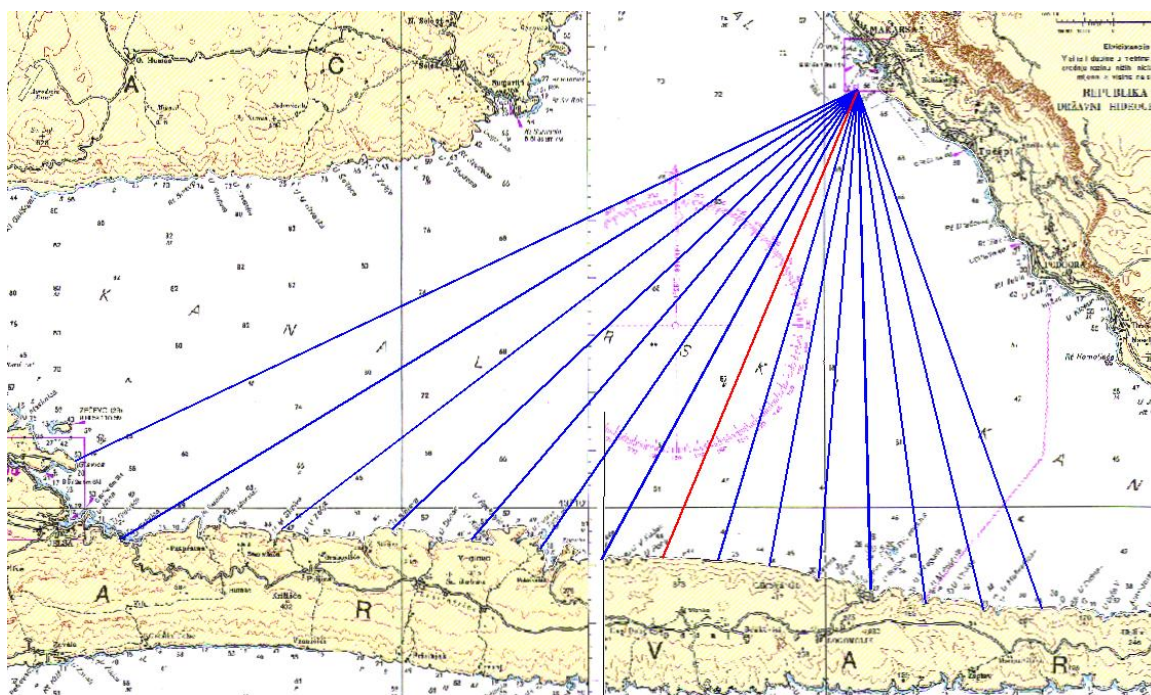
Slika 1.7. Prikaz centralne zrake kroz smjer SE, te zrake sa korakom ± 60



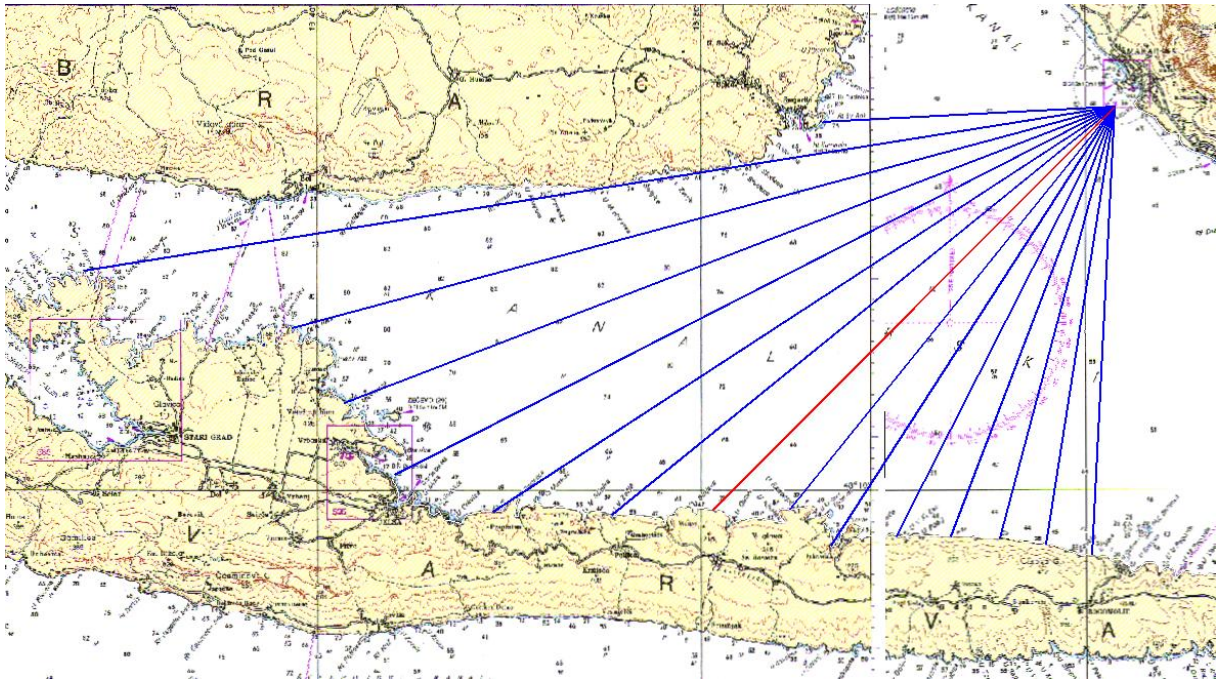
Slika 1.8. Prikaz centralne zrake kroz smjer SSE, te zrake sa korakom ± 60



Slika 1.9. Prikaz centralne zrake kroz smjer S, te zrake sa korakom ± 60



Slika 1.10. Prikaz centralne zrake kroz smjer SSW, te zrake sa korakom ± 60



Slika 1.11. Prikaz centralne zrake kroz smjer SW, te zrake sa korakom ±6o

Tablica 2 – Proračun određivanja efektivne dužine privjetrišta za smjer SE (lijevo) i SSE (desno)

Kut α (°)	$\cos\alpha$	$\cos^2\alpha$	d (km)	Σd	$d \cdot \cos^2\alpha$	Kut α (°)	$\cos\alpha$	$\cos^2\alpha$	d (km)	Σd	$d \cdot \cos^2\alpha$
42	0.743	0.552	0.8	121.5	0.44	42	0.743	0.552	2	198.2	1.10
36	0.809	0.655	0.95		0.62	36	0.809	0.655	4.6		3.01
30	0.866	0.750	1.4		1.05	30	0.866	0.750	5.4		4.05
24	0.914	0.835	1.6		1.34	24	0.914	0.835	6.1		5.09
18	0.951	0.905	2.6		2.35	18	0.951	0.905	46		41.61
12	0.978	0.957	4.8		4.59	12	0.978	0.957	20.3		19.42
6	0.995	0.989	5.5		5.44	6	0.995	0.989	19.5		19.29
0	1.000	1.000	8		8.00	0	1.000	1.000	18.3		18.30
-6	0.995	0.989	22.3		22.06	-6	0.995	0.989	17.6		17.41
-12	0.978	0.957	20.2		19.33	-12	0.978	0.957	16.9		16.17
-18	0.951	0.905	19.2		17.37	-18	0.951	0.905	16.3		14.74
-24	0.914	0.835	18.3		15.27	-24	0.914	0.835	16		13.35
-30	0.866	0.750	17.6		13.20	-30	0.866	0.750	15.8		11.85
-36	0.809	0.655	16.8		11.00	-36	0.809	0.655	15.8		10.34
-42	0.743	0.552	16.5		9.11	-42	0.743	0.552	16.2		8.95
$\Sigma(30)$	10.407					$\Sigma(30)$	10.407				
$\Sigma(42)$	13.511				$\Sigma(42)$	13.511					204.68

L= 9.7
 L(30)= 11.7 km
 L(42)= 11.6 km
 Lef.= 11.7 km

L= 15.1
 L(30)= 19.0 km
 L(42)= 17.5 km
 Lef.= 19.0 km

Tablica 3 – Proračun određivanja efektivne dužine privjetrišta za smjer S (lijevo) i SSW (desno)

Kut α (°)	$\cos\alpha$	$\cos^2\alpha$	d (km)	Σd	$d \cdot \cos^2\alpha$	Kut α (°)	$\cos\alpha$	$\cos^2\alpha$	d (km)	Σd	$d \cdot \cos^2\alpha$		
42	0,743	0,552	46	187,9	25,40	42	0,743	0,552	18	196,9	9,94		
36	0,809	0,655	20,9		13,68	36	0,809	0,655	17,5		11,45		
30	0,866	0,750	19,7		14,78	30	0,866	0,750	16,9		12,68		
24	0,914	0,835	18,6		15,52	24	0,914	0,835	16,3		13,60		
18	0,951	0,905	17,8		16,10	18	0,951	0,905	16		14,47		
12	0,978	0,957	17		16,27	12	0,978	0,957	15,8		15,12		
6	0,995	0,989	16,6		16,42	6	0,995	0,989	16		15,83		
0	1,000	1,000	16,1		16,10	0	1,000	1,000	16,5		16,50		
-6	0,995	0,989	15,9		15,73	-6	0,995	0,989	17,5		17,31		
-12	0,978	0,957	15,8		15,12	-12	0,978	0,957	18,2		17,41		
-18	0,951	0,905	16,1		14,56	-18	0,951	0,905	19,3		17,46		
-24	0,914	0,835	16,7		13,94	-24	0,914	0,835	20,8		17,36		
-30	0,866	0,750	17,6		13,20	-30	0,866	0,750	23,6		17,70		
-36	0,809	0,655	18,1		11,85	-36	0,809	0,655	28,1		18,39		
-42	0,743	0,552	19,8		10,93	-42	0,743	0,552	28,2		15,57		
$\Sigma(30)$	10,407					$\Sigma(30)$	10,407						
$\Sigma(42)$	13,511					$\Sigma(42)$	13,511						230,79

L= 17,0 km
L(30)= 18,1 km
L(42)= 21,7 km
Lef.= 21,7 km

L= 17,1 km
L(30)= 18,9 km
L(42)= 21,4 km
Lef.= 21,4 km

Tablica 4 – Proračun određivanja efektivne dužine privjetrišta za smjer SW

Kut α (°)	$\cos\alpha$	$\cos^2\alpha$	d (km)	Σd	$d \cdot \cos^2\alpha$	
42	0.743	0.552	16	244.8	8.84	
36	0.809	0.655	15.8		10.34	
30	0.866	0.750	15.9		11.93	
24	0.914	0.835	16.4		13.69	
18	0.951	0.905	17.1		15.47	
12	0.978	0.957	18.6		17.80	
6	0.995	0.989	18.4		18.20	
0	1.000	1.000	20.3		20.30	
-6	0.995	0.989	23.1		22.85	
-12	0.978	0.957	26.4		25.26	
-18	0.951	0.905	28.8		26.05	
-24	0.914	0.835	29.4		24.54	
-30	0.866	0.750	30.4		22.80	
-36	0.809	0.655	37.2		24.35	
-42	0.743	0.552	10.5		5.80	
$\Sigma(30)$	10.407					
$\Sigma(42)$	13.511					268.19

L= 19.8 km
L(30)= 23.5 km
L(42)= 24.0 km
Lef.= 24.0 km

1.3.2. Formiranje uzorka vjetra za dugoročne valne prognoze

Dugoročna prognoza značajne valne visine H_s^{PP} s povratnim periodima izraženim u godinama (npr. 5, 10, 100 i sl.) radi se na temelju uzorka značajne valne visine H_s . Taj uzorak sadrži veliki broj H_s za kratkoročna stanja mora (kratkoročne valne situacije) iz razdoblja 1966.-2005.

Uzorak zanačajnih valnih visina (H_s) za dugoročnu valnu prognozu dobije se iz uzorka vjetra za dugoročnu valnu prognozu. Uzorak vjetra formira se po kriteriju prekoračenja praga iz tablice kontigencije vjetra, a uzorak formiraju podaci s brzinama vjetra preko zadanog praga od 3 Bf.

Uzorak brzina vjetra ovdje se formira iz tablice kontigencije gdje su dane satne brzine, kako je to uobičajeno za kratkoročnu valnu prognozu (WMO, 2006). One su za oko 5% manje od 10-minutnih. Premašenje „teorijske“ prognoziranе valne visine je reda veličine pogreške kod očitavanja prognoziranе valne visine s ovdje korištenog prognostičkog dijagrama - Groen-Dorrenstein, a kojeg preporuča Svjetska meteorološka organizacija (WMO).

Tablica 5. – Privjetrište i trajanja vjetra potrebna za potpuno razvijeno more (FAS)

JAČINA VJETRA (Bf)	SEKTOR I		SEKTOR II		SEKTOR III	
	FETCH (km)	TRAJANJE VJETRA ZA FAS (T_{FAS}) (h)	FETCH (km)	TRAJANJE VJETRA ZA FAS (T_{FAS}) (h)	FETCH (km)	TRAJANJE VJETRA ZA FAS (T_{FAS}) (h)
10	19	≥ 2,00	21,7	≥ 2,40	24	≥ 2,90
9						≥ 3,20
8						≥ 2,30
7						≥ 2,50
6						≥ 3,00
5						≥ 3,20
4						≥ 4,00

Uzorak vjetra za kratkoročne valne prognoze H_s u stvari predstavlja tablica kontigencije vjetra iz elaborata DHMZ-a a podjeljena na sektore (tablica 6).

Tablica 6. – uzorak vjetra

SMJER	JAČINA VJETRA (Bf)												ZBROJ		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12	
N		916	625	117	48	21	1	3							1731
NNE		1931	836	657	622	566	340	175	83	15	13	1			5239
NE		2000	587	375	476	584	589	466	243	97	6				5423
ENE		1300	425	213	140	109	48	21	1						2257
E		1645	1099	257	49	21									3071
ESE		2967	3791	2475	995	139	11	4							10382
sektor I	SE	3025	3720	1930	1195	486	86	5							10447
	SSE	2086	2487	874	751	546	234	26	7						7011
sektor II	S	2169	1581	60	31	15	3								3859
	SSW	1564	923	129	40	22	1								2679
sektor III	SW	2039	1436	164	20	4	4	1	4	6	2				3680
	WSW	947	754	132	34	1	1								1869
	W	283	415	110	38	12									858
	WNW	1506	1444	459	110	32	1								3552
	NW	1533	1525	531	129	21	2								3741
	NNW	2318	1931	559	166	35	2	1							5012
	C	3851													3851
ZBROJ	3851	28229	23579	9042	4844	2614	1323	702	338	118	21	1			74662

1.3.1. Proračun značajnih valnih visina za duga povratna razdoblja

Načinjene su dugoročne prognoze dubokovodnih značajnih valnih visina H_s za sektor I. Rezultat prognoze su ekstremne značajne valne visine povratnih razdoblja PP= 5, 10, 20, 50 i 100 godina, označene kao H_s^{PP} .

Uzorak značajnih dubokovodnih valnih visina H_s za dugoročnu prognozu formiran je iz uzorka vjetra, a na temelju tablice 6 i izračunatog privjetrišta, te korištenjem kratkoročne valne prognoze metodom Groen-Dorrenstein (tablica 7).

Za uzorak značajnih valnih visina H_s dobivena je dugoročna empirijska vjerojatnost, koja se dobro prilagođava pravcu. Na nju je izvršena prilagodba teorijske Log-normalne raspodjele vjerojatnosti. Ekstrapolacijom teorijske Log-normalne raspodjele vjerojatnosti (pravac) u područje malih vjerojatnosti, tj. velikih povratnih razdoblja, izvršena je dugoročna prognoza.

Tablica 7. – Uzorak značajne valne visine H_s

	JAČINA VJETRA (Bf)	4	5	6	7	8	9	10
SEKTOR I	FETCH (km)	F1 = 19 km						
	UČESTALOST	1946	1032	320	31	7	0	0
	H_s (m)	0,6	1,1	1,4	1,7	2,4	0	0
SEKTOR II	FETCH (km)	F1 = 21,7 km						
	UČESTALOST	71	37	4	0	0	0	0
	H_s (m)	0,55	1,1	1,5	0	0	0	0
SEKTOR III	FETCH (km)	F1 = 24 km						
	UČESTALOST	60	26	5	1	4	6	2
	H_s (m)	0,55	1,1	1,5	1,8	2,4	2,8	3,2

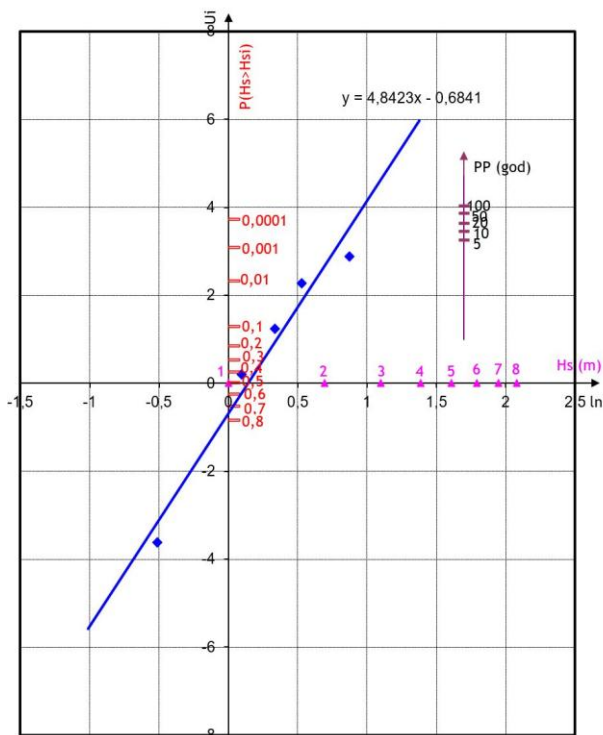
Na slikama 1.12. i 1.13. prikazana je raspodjela vjerojatnosti slučajne varijable značajne valne visine (H_s), te prognozirane vrijednosti značajnih valnih visina H_s^{PP} (m) po povratnim razdobljima PP = 100, 50, 25, 10 i 5 godina.

U tablici 8 dane su dugoročne ekstremne značajne (H_s^{PP}) po povratnim razdobljima prognozirane pomoću distribucije vjerojatnosti sa slike 7. Također, dane su pripadne desetinske ($H_{1/10}=1,27 \cdot H_s$), stotinske ($H_{1/100}=1,67 \cdot H_s$) i maksimalne valne ($H_{max}=1,8 \cdot H_s$), te pripadni srednji valni periodi (T_0) i valne duljine (L_0).

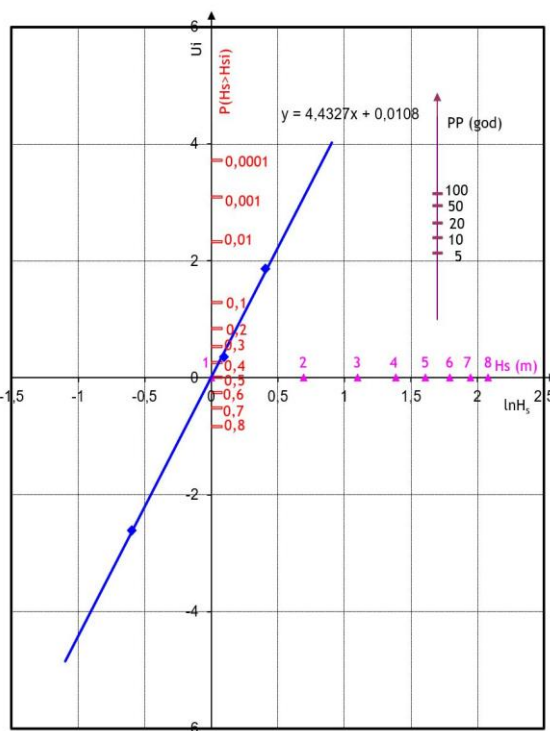
Tablica 8. – Prikaz usvojenih vrijednosti dubokovodnih valnih parametara za daljnju analizu

PP	SEKTOR I							SEKTOR II							SEKTOR III						
	H_s	$H_{1/10}$	$H_{1/100}$	H_{max}	T_0	L_0	T_p	H_s	$H_{1/10}$	$H_{1/100}$	H_{max}	T_0	L_0	T_p	H_s	$H_{1/10}$	$H_{1/100}$	H_{max}	T_0	L_0	T_p
	(m)	(m)	(m)	(m)	(s)	(m)	(s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(s)	(m)	(s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(s)	(m)	(s)
100	2,65	3,37	4,43	4,77	6,03	56,9	6,64	2,03	3,30	3,39	3,65	5,28	43,6	5,81	3,61	4,58	6,03	6,50	7,04	77,5	7,75
50	2,56	3,25	4,28	4,61	5,93	55,0	6,52	1,94	2,46	3,24	3,49	5,16	41,6	5,68	3,30	4,19	5,51	5,94	6,73	70,8	7,41
20	2,44	3,10	4,07	4,39	5,79	52,4	6,37	1,81	2,30	3,02	3,26	4,99	38,9	5,49	2,90	3,68	4,84	5,22	6,31	62,3	6,94
10	2,35	2,98	3,92	4,23	5,68	50,4	6,25	1,72	2,18	2,87	3,10	4,86	36,9	5,35	2,61	3,31	4,36	4,70	5,99	56,0	6,59
5	2,26	2,87	3,77	4,07	5,57	48,5	6,13	1,62	2,06	2,71	2,92	4,72	34,8	5,19	2,33	2,96	3,89	4,19	5,66	50,0	6,22

LOG-NORMALNA DUGOROČNA PROGNOZA ZNAČAJNE VALNE VISINE (Hs)
NA PREDMETNOJ LOKACIJI IZ SEKTORA I (F=19 km)

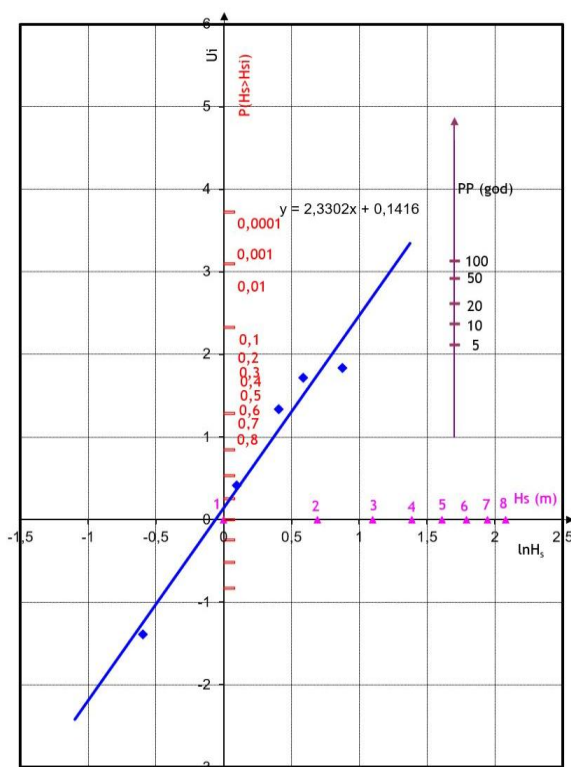


LOG-NORMALNA DUGOROČNA PROGNOZA ZNAČAJNE VALNE VISINE (Hs)
NA PREDMETNOJ LOKACIJI IZ SEKTORA II (F=21,7 km)



Slika 1.12. Dugoročna distribucija značajne valne visine HS za sektor I (lijevo) I sektor II (desno)

LOG-NORMALNA DUGOROČNA PROGNOZA ZNAČAJNE VALNE VISINE (Hs)
NA PREDMETNOJ LOKACIJI IZ SEKTORA III (F=24 km)



Slika 1.13. Dugoročna distribucija značajne valne visine HS za sektor III.

Investitor: **LUČKA UPRAVA SPLITSKO-DALMATINSKE ŽUPANIJE,**
Prilaz Braće Kaliterna 10,
21000 Split

Vrsta projekta: **GRAĐEVINSKI PROJEKT**

Razina projekta: **IZVEDBENI PROJEKT**

Naziv projekta: **PRORAČUN SIDRENOG SUSTAVA PONTONA I PLOVILA U LUCI
MAKARSKA**

Broj projekta: **1394/25**

2. PRORAČUN SIDRENOG SUSTAVA PLOVILA

Datum: **Split, prosinac 2025. god.**

2. PRORAČUN SIDRENOG SUSTAVA PLOVILA

2.1. UVOD

Svrha ovog proračuna je utvrditi način izvedbe sustava sidrenja plutajućeg gata u akvatoriju uvale Makarska, te dimenzionirati opremu sustava sidrenja, a sve u svrhu ishođenja Svjedodžbe o sigurnosti plutajućeg objekta Hrvatskog registra brodova. Predmetna dokumentacija predstavlja izvedbeni projekta sidrenog sustava pontona i plovila u luci Makarska, a sve sukladno idejnom projektu br. projekta 1345/24, Obala d.o.o, Split, prosinac 2024.

Postojeća lokacija na kojoj se planira realizacija predmetnog zahvata nalazi se na jugoistočnoj strani akvatorija luke Makarska.



Slika 2.1. Luka Makarska

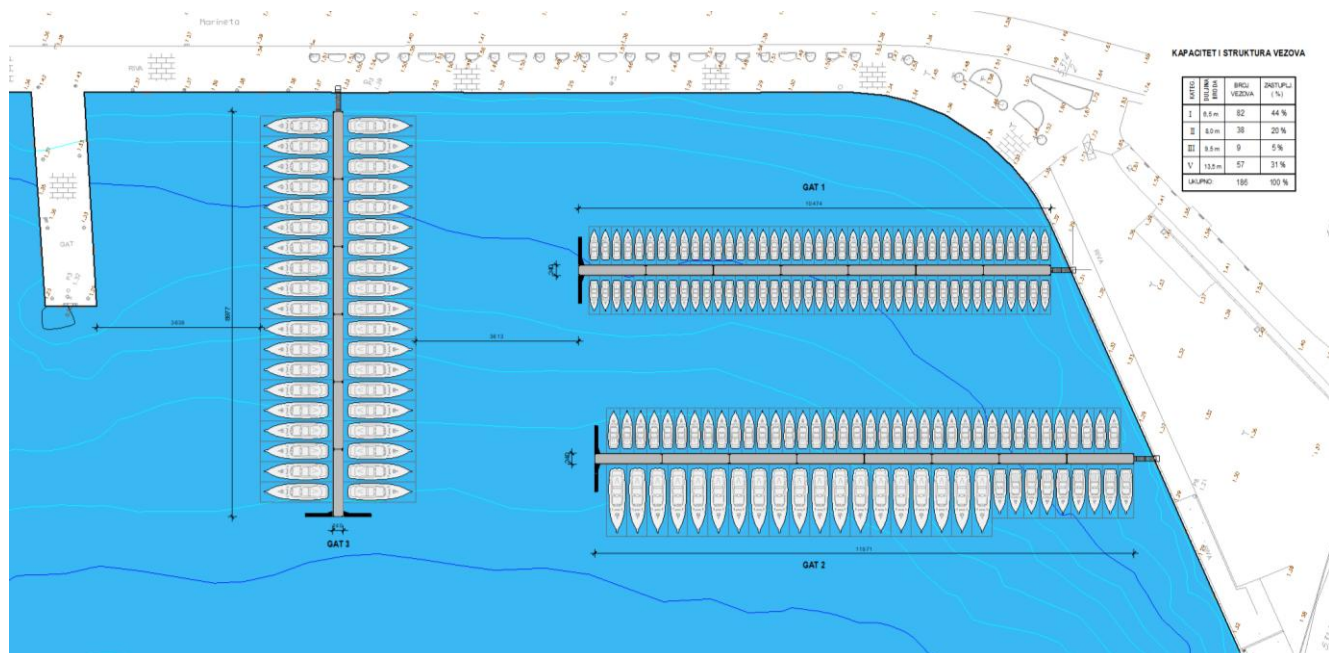
Pontonski plutajući gat koji će se postavljati i pripadajuće sidrenje moraju biti u skladu s tehničkim pravilima i tehničkom okružnicom QC-T-191 Hrvatskog registra brodova. Položaj gata i glavne značajke utvrđene su od strane Naručitelja.

Meteorološka i oceanografska obilježja na kojima se zasnivaju proračuni temelje se na dostupnoj literaturi s podacima i procjenama potrebnih vrijednosti za područje plivališta i podacima dostavljenim od naručitelja.

Ovom projektnom dokumentacijom se predviđa postavljanje 3 pontonska gata:

- Izgradnja Gata 1 –duljine 105,00 m , širine: 2,40 m;
- Izgradnja Gata 2 –duljine 120,00 m , širine: 2,40 m;

- Izgradnja Gata 3 –duljine 90,00 m . širine: 2,40 m.



Slika 2.2. Situacijsko rješenje

Predviđen je sljedeći kapacitet i struktura vezova:

KATEG.	DULJINA BRODA	BROJ VEZOVA	ZASTUPLJ. (%)
I	6,5 m	82	44 %
II	8,0 m	38	20 %
III	9,5 m	9	5 %
V	13,5 m	57	31 %
UKUPNO:		186	100 %

Slika 2.3. Kapacitet i struktura vezova

Sidrena linija plovila sa obalne strane Gata 1 se nadodaju na već postojeći sidreni sustav komunalnih plovila privezanih uz obalu ili se izvodi zasebna sidrena linija neposredno uz postojeću.

2.2. KORIŠTENA DOKUMENTACIJA I LITERATURA

- BS6349: Part 6: 1989 Maritime structures – Design of inshore moorings and floating structures
- Idejni građevinski projekt "Postavljanje plutajućih gatova u akvatoriju luke Makarska, grad Makarska" br.pr.1345/24, Z.O.P.:13/24-IP, Obala d.o.o. Split, prosinac 2024.

2.3. MATERIJALI

Čelik za armiranje:

Naziv i oznaka čelika: šipka HRN EN 10080 + HRN 1130-2 - B500B – $\varnothing \times L$

Karakteristična granica popuštanja: $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2 (R_e)$

Proračunska granica popuštanja: $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 500/1,15 = 435 \text{ N/mm}^2$

Karakteristična vlačna čvrstoća: $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2 (R_m)$

Razred duktilnosti: razred (B), visoka duktilnost (H)

Modul elastičnosti: $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

Beton:

Odabrani razred tlačne čvrstoće betona: C 35/45

Karakteristična tlačna čvrstoća valjka: $f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$

Proračunska tlačna čvrstoća valjka: $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 35/1,5 = 23,3 \text{ N/mm}^2$

Srednja osna vlačna čvrstoća: $f_{ctm} = 3,2 \text{ N/mm}^2$

Sekantni modul elastičnosti: $E_{cm} = 34000 \text{ N/mm}^2$

Konop: double braid polyester (in accordance with DIN 83331):

- 16 mm - Breaking strenght 54,7 kN
- 18 mm - Breaking strenght 77,4 kN
- 22 mm - Breaking strenght 106,8 kN
- 30 mm - Breaking strenght 214 kN

Lanac: according to DIN 763 (or equivalent with the following breaking load) long - link marine chains without link stud:

- 20 mm - Breaking load 160 kN - Weight per meter 7 kg/m
- 25 mm - Breaking load 245 kN - Weight per meter 10,9 kg/m
- 28 mm - Breaking load 300 kN - Weight per meter 13,9 kg/m

2.4. TEHNIČKI OPIS SIDRENOG SUSTAVA

Predmet ovog projekta je utvrditi način izvedbe sustava sidrenja plovila te dimenzionirati opremu sustava sidrenja.

Brodovi se vezuju jednim krajem za ponton, odnosno gat te drugim krajem za sidreni sustav plovila.

Plutajući gatovi bit će sastavljeni od plutajućeg pontona tipa All Concrete M2415AC proizvođača Marinetek Adriatic ili jednakovrijednih karakteristika i dimenzija.

Ponton M2415AC je duljine 14,92 m, širine preko svega 2,40 m i visine 0,85 m. Visina nadvođa iznosi 0,46 m, a težina jednog pontonskog elementa je 9,5 t. Pontoni se opremaju priveznim bitvama, mornarskim skalama, ormarićima za opskrbu brodova te fingerima tipa FN6000 proizvođača Marinetek Adriatic ili jednakovrijednih karakteristika i dimenzija. Na gat 1 se postavljaju privezni elementi minimalne nosivosti 2,5 t, na gat 2 se postavljaju privezni elementi minimalne nosivosti 2,5 t te 5,0 t na dijelu gdje se privezuju plovila dužine 13,5 m, a na gatu 3 se postavljaju privezni elementi minimalne nosivosti 7,5 t.

Sidrena linija sastoji se od niza armirano betonskih blokova povezanih lancem promjera 28 mm, prekidne čvrstoće 300 kN. Koriste se dva tipa sidrenih blokova, tip B-1 dimenzija 200 x 200 x 84 cm, težine 84 kN, te tip B-2 dimenzija 200 x 200 x 52 cm, težine 52 kN, sve detaljno prikazano u grafičkom prilogu detalja sidrenog bloka. Na sidrenu liniju blokova i lanaca, vežu se sidreni lanci duljine 3,00 m promjera 28 mm (vidi karakteristični presjek u grafičkom dijelu projekta).

Na sidreni lanac promjera 20 mm nastavlja se sidreno uže minimalnog promjera 16 mm za gat 1. Na sidreni lanac promjera 20 mm nastavlja se sidreno uže minimalnog promjera 18 mm za gat 2 osim na mjestima priveza plovila V kategorije gdje se na sidreni lanac promjera 22 mm nastavlja sidreno uže minimalnog promjera 25 mm. Na gatu 3 se na sidreni lanac promjera 28 mm nastavlja se sidreno uže minimalnog promjera 30 mm.

Sve spojeve (spojeve lanaca te spojeve lanca i užeta) izvesti galvaniziranim škopcima odgovarajuće nosivosti.

2.5. PRORAČUN SIDRENJA

Sidreni sustav plovila mora osigurati dovoljan stupanj sigurnosti. U tom pogledu nužno je odrediti utjecaj vanjskih sila koje na njih djeluju. Za dimenzioniranje sidrenog sustava mjerodavna su opterećenja kojima na njih, preko sidrenih lanaca, djeluje okolina: vjetar, morska struja i valovi. Dimenzioniranje elemenata sidrenog sustava treba izvršiti prema najnepogodnijim uvjetima koji se mogu pojaviti u povratnom periodu od 50 g.

Iz geografskog položaja predmetne mikrolokacije vidljivo je da je luka Makarska kopnom zaštićena od valova sa zapadne, sjeverne, istočne te lukobranom sa južne strane.

2.6. UTJECAJ VJETRA

Za potrebe izrade predmetne dokumentacije Projektant je koristio podatke o brzinama vjetra iz studije vjetrovalne klime, DHMZ, Split, svibanj 2010.

U tablici 9. prikazane su brzine udara vjetra na lokaciji.

Tablica 9. – Očekivane 10-minutne brzine vjetra (V_{10} , m/s), maksimalne srednje satne brzine vjetra (V_s , m/s) i maksimalni udari vjetra (Vudar, m/s), neovisno o smjeru i po smjerovima vjetra te pripadne vjerojatnosti za povratna razdoblja od T godina dobiveni Jenkinsonovom razdiobom ekstrema iz podataka mjerenja brzine vjetra, za Makarsku, u razdoblju 1999. - 2008.

T (godine)	P (%)	V_{10} (ms^{-1})	V_{Sat} (ms^{-1})	Vudar (ms^{-1})
svi smjerovi				
2	50	26.9	25.4	46.5
5	80	28.6	27.3	49.9
10	90	29.5	28.5	52.1
20	95	30.3	29.5	54.0
25	96	30.5	29.8	54.5
50	98	31.1	30.6	56.1
100	99	31.6	31.3	57.4
N smjer				
2	50	14.2	7.3	38.7
5	80	16.0	8.8	41.8
10	90	17.2	9.9	43.8
20	95	18.3	11.0	45.5
25	96	18.7	11.3	46.0
50	98	19.8	12.4	47.3
100	99	20.8	13.5	48.5
NNE smjer				
2	50	25.5	23.4	43.8
5	80	27.7	26.2	46.3
10	90	29.0	28.0	47.7
20	95	30.2	29.6	48.7
25	96	30.5	30.1	49.0
50	98	31.4	31.5	49.8
100	99	32.2	32.8	50.4
NE smjer				
2	50	26.7	23.9	46.0
5	80	28.1	25.0	49.3
10	90	28.9	25.5	51.4
20	95	29.5	25.8	53.2
25	96	29.6	25.9	53.7
50	98	30.0	26.1	55.1
100	99	30.3	26.3	56.3
ENE smjer				
2	50	15.8	7.5	42.6
5	80	18.8	9.0	45.5
10	90	21.1	10.2	47.3
20	95	23.4	11.3	48.7
25	96	24.1	11.7	49.1
50	98	26.3	12.8	50.2
100	99	28.6	14.0	51.1

E smjer				
2	50	10.4	8.7	35.1
5	80	11.7	10.3	37.6
10	90	12.6	11.4	39.1
20	95	13.3	12.6	40.3
25	96	13.5	13.0	40.7
50	98	14.2	14.1	41.7
100	99	14.7	15.2	42.6
ESE smjer				
2	50	13.8	11.2	30.2
5	80	15.7	12.4	33.7
10	90	17.1	13.1	36.2
20	95	18.4	13.8	38.6
25	96	18.8	14.0	39.3
50	98	20.2	14.5	41.6
100	99	21.5	15.0	43.8
SE smjer				
2	50	14.4	12.7	30.2
5	80	16.6	14.6	33.7
10	90	18.2	16.0	36.2
20	95	19.8	17.3	38.6
25	96	20.3	17.8	39.3
50	98	21.9	19.1	41.6
100	99	23.5	20.4	43.8
SSE smjer				
2	50	13.8	11.1	26.6
5	80	16.2	13.4	30.1
10	90	18.0	15.1	32.8
20	95	19.9	16.8	35.5
25	96	20.4	17.4	36.4
50	98	22.3	19.1	39.0
100	99	24.1	20.8	41.7
S smjer				
2	50	9.0	5.5	23.5
5	80	10.4	6.4	26.3
10	90	11.5	7.0	28.3
20	95	12.5	7.6	30.2
25	96	12.8	7.8	30.8
50	98	13.9	8.5	32.6
100	99	14.9	9.1	34.4
SSW smjer				
2	50	9.3	6.4	19.8
5	80	10.7	7.5	21.6
10	90	11.8	8.3	22.8
20	95	12.9	9.1	23.8
25	96	13.3	9.4	24.2
50	98	14.4	10.2	25.1
100	99	15.5	11.0	25.9

SW smjer				
2	50	10.6	7.0	22.7
5	80	12.2	8.1	26.1
10	90	13.4	8.9	28.7
20	95	14.7	9.7	31.3
25	96	15.1	10.0	32.1
50	98	16.3	10.8	34.7
100	99	17.5	11.6	37.3
WSW smjer				
2	50	9.9	6.2	20.7
5	80	11.7	7.3	23.5
10	90	13.0	8.2	25.6
20	95	14.4	9.1	27.6
25	96	14.8	9.4	28.2
50	98	16.1	10.3	30.1
100	99	17.5	11.1	31.9
W smjer				
2	50	9.1	8.5	22.8
5	80	11.0	10.4	26.2
10	90	12.5	11.9	28.8
20	95	13.9	13.3	31.4
25	96	14.4	13.8	32.2
50	98	15.8	15.2	34.8
100	99	17.3	16.6	37.3
WNW smjer				
2	50	11.4	8.4	25.6
5	80	13.0	9.6	29.2
10	90	14.3	10.5	31.9
20	95	15.5	11.5	34.6
25	96	15.9	11.7	35.5
50	98	17.1	12.6	38.2
100	99	18.3	13.5	40.9
NW smjer				
2	50	12.3	9.7	27.0
5	80	14.0	11.1	30.1
10	90	15.2	12.1	32.2
20	95	16.4	13.0	34.2
25	96	16.8	13.3	34.8
50	98	18.0	14.2	36.6
100	99	19.1	15.1	38.4
NNW smjer				
2	50	13.1	10.6	30.5
5	80	15.2	12.2	34.5
10	90	16.7	13.3	37.4
20	95	18.2	14.5	40.3
25	96	18.7	14.9	41.2
50	98	20.3	16.0	43.9
100	99	21.8	17.1	46.6

Tablica 10. – Procijenjeni maksimalni udar vjetra za povratni period 50 godina, Makarska

POVRATNI PERIOD (god)	NNE-E (BURA) m/s	ESE- S (JUGO) m/s	SSW-W (LEBIĆ) m/s	WNW-N (TRAMONTANA) m/s
50	55,1	41,6	34,7	38,2

Za dimenzioniranje sidrenog sustava gata uzet će se u obzir slučajevi kada vjetar puše okomito na uzdužnu os gata i slučaj kad puše paralelno s uzdužnom osi gata.

$$\text{Sila djelovanja vjetra: } F_v = C \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_z \cdot v^2 \cdot A$$

gdje su: F_v - sila djelovanja vjetra [N]

C - koeficijent otpora tijela izloženog vjetru

ρ_z - gustoća zraka [1,225 kg/m³]

v - brzina vjetra [m/s]

A - nadvodna površina izložena vjetru [Error! Reference source not found.]

2.7. OPTEREĆENJE BRODOVA

Vjetar koji puše okomito na uzdužnu os gata djeluje na uzdužnu površinu nadgrađa broda, tj djeluje na dva broda koji su jedan drugome nasuprotni na vezu. Sila na brod koji je prvi na udaru vjetra se uzima u punom iznosu dok se sila na brod s druge strane gata umanjuje s koeficijentom 0,9.

Vjetar koji puše paralelno s uzdužnom os gata djeluje na uzdužnu površinu nadgrađa broda, tj djeluje na sve brodove u nizu s obje strane gata. Sila na brod koji je prvi na udaru vjetra se uzima u punom iznosu (uzet najveći brod), sila na drugi brod u nizu se umanjuje s koeficijentom 0,5 (uzet sljedeći brod po veličini), dok se sila na sve ostale brodove do kraja u nizu umanjuje s koeficijentom 0,3.

2.7.1. Gat 1

Tablica 11. – Duljine brodova s pripadnim uzdužnim i poprečnim površinama nadmorskog dijela broda

duljina broda [m]	6,5
uzdužna površina [m ²]	11,5
poprečna površina [m ²]	3,5

2.7.1.1. Proračun sila od plovila po smjerovima

• **Vjetar iz smjera SE: Jugo (v = 41,6 m/s)**

Vjetar koji puše paralelno s uzdužnom os gata te djeluje na uzdužnu površinu nadgrađa broda. U ovom slučaju brodovi predaju pola sile na gat, a pola sile na vlastiti sidreni sustav.

Bočna sila vjetra na brod duljine 6,5 m: $F_{6,5} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 41,6 \cdot 41,6 \cdot 11,5 = 12,49 \text{ kN}$

Ukupna sila vjetra na oba reda brodova: $F_{uk,vj} = 329,69 \text{ kN}$

Sila brodova na gat: $F_{gat,vj} = 329,69/2 = 164,84 \text{ kN}$

• **Vjetar iz smjera NW: Tramontana (v = 38,2 m/s)**

Vjetar koji puše paralelno s uzdužnom os gata te djeluje na uzdužnu površinu nadgrađa broda. U ovom slučaju brodovi predaju pola sile na gat, a pola sile na vlastiti sidreni sustav.

Bočna sila vjetra na brod duljine 6,5 m: $F_{6,5} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 38,2 \cdot 38,2 \cdot 11,5 = 10,53 \text{ kN}$

Ukupna sila vjetra na oba reda brodova: $F_{uk,vj} = 278 \text{ kN}$

Sila brodova na gat: $F_{gat,vj} = 278/2 = 139 \text{ kN}$

Bočna sila vala na brod duljine 6,5 m: $F_{6,5} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 6,5 = 0,37 \text{ kN}$

Ukupna sila vala na oba reda brodova: $F_{uk,val} = 30,15 \text{ kN}$

Sila brodova na gat: $F_{gat,val} = 30,15/2 = 15,07 \text{ kN}$

Ukupna sila brodova na gat: $F_{brod} = 139 + 15,07 = 154,07 \text{ kN}$

• **Vjetar iz smjera SW: Lebić (v = 34,7 m/s)**

Vjetar koji puše okomito na uzdužnu os gata te djeluje na poprečnu površinu nadgrađa broda. Brodovi koji su prvi na udaru vjetra iz ovog smjera ne predaju silu na gat već na vlastiti sidreni sustav.

- **Optrerećenje brodova s jugozapadne strane gata**

U ovom slučaju brodovi predaju silu na vlastiti sidreni sustav.

Uzdužna sila vjetra na brod dulj. 6,5 m: $F_{6,5} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 34,7 \cdot 34,7 \cdot 3,5 = 2,64 \text{ kN}$

Sila vjetra na sidreni sustav brodova: $F_{uk,vj} = 108,42 \text{ kN}$

Uzdužna sila vala na brod dulj. 6,5 m: $F_{6,5} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 2 = 0,11 \text{ kN}$

Sila vala na sidreni sustav brodova: $F_{uk,val} = 4,64 \text{ kN}$

Ukupna sila na sidreni sustav brodova: $F_{brod} = 108,42 + 4,64 = 113,06 \text{ kN}$

• **Vjetar iz smjera SW: Lebić (v = 34,7 m/s)**

Vjetar koji puše okomito na uzdužnu os gata te djeluje na poprečnu površinu nadgrađa broda. Brodovi koji su prvi na udaru vjetra iz ovog smjera ne predaju silu na gat već na vlastiti sidreni sustav.

- **Optrerećenje brodova s sjeveroistočne strane gata**

U ovom slučaju brodovi predaju silu na gat.

Zaklonjena strana se umanjuje s koeficijentom 0,9

Uzdužna sila vjetra na brod dulj. 6,5 m: $F_{6,5} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 34,7 \cdot 34,7 \cdot 3,5 \cdot 0,9 = 2,38 \text{ kN}$

Sila vjetra na sidreni sustav gata: $F_{uk,vj} = 97,58 \text{ kN}$

Sila vjetra na segment gata dužine 15 m: $F_{seg,vj} = 2,38 \cdot 15/2,5 = 14,28 \text{ kN}$

Sila vjetra na segment gata dužine 12 m: $F_{seg,vj} = 2,38 \cdot 12/2,5 = 11,42 \text{ kN}$

Uzdužna sila vala na brod dulj. 6,5 m: $F_{6,5} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 2 = 0,11 \text{ kN}$

Sila vala na sidreni sustav gata: $F_{uk,val} = 4,64 \text{ kN}$

Sila vala na segment gata dužine 15 m: $F_{sg,val} = 0,11 \cdot 15/2,5 = 0,61 \text{ kN}$

Sila vala na segment gata dužine 12 m: $F_{sg,val} = 0,11 \cdot 12/2,5 = 0,49 \text{ kN}$

Ukupna sila na sidreni sustav gata: $F_{brod} = 97,58 + 4,64 = 102,22 \text{ kN}$

Ukupna sila na segment gata dužine 15 m: $F_{brod} = 14,28 + 0,61 = 14,89 \text{ kN}$

Ukupna sila na segment gata dužine 12 m: $F_{brod} = 11,42 + 0,49 = 11,91 \text{ kN}$

• **Vjetar iz smjera NE: Bura (v = 55,1 m/s)**

Vjetar koji puše okomito na uzdužnu os gata te djeluje na poprečnu površinu nadgrađa broda. Brodovi koji su prvi na udaru vjetra iz ovog smjera ne predaju silu na gat već na vlastiti sidreni sustav.

- **Oprerećenje brodova s sjeveroistočne strane gata**

U ovom slučaju brodovi predaju silu na vlastiti sidreni sustav.

Uzdužna sila vjetra na brod dulj. 6,5 m: $F_{6,5} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 55,1 \cdot 55,1 \cdot 3,5 = 6,67 \text{ kN}$

Sila vjetra na sidreni sustav brodova: $F_{uk,vj} = 273,38 \text{ kN}$

• **Vjetar iz smjera NE: Bura (v = 55,1 m/s)**

Vjetar koji puše okomito na uzdužnu os gata te djeluje na poprečnu površinu nadgrađa broda. Brodovi koji su prvi na udaru vjetra iz ovog smjera ne predaju silu na gat već na vlastiti sidreni sustav.

- **Oprerećenje brodova s jugozapadne strane gata**

U ovom slučaju brodovi predaju silu na gat.

Zaklonjena strana se umanjuje s koeficijentom 0,9

Uzdužna sila vjetra na brod dulj. 6,5 m: $F_{6,5} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 55,1 \cdot 55,1 \cdot 3,5 \cdot 0,9 = 6 \text{ kN}$

Sila vjetra na sidreni sustav gata: $F_{uk,vj} = 246,04 \text{ kN}$

Sila vjetra na segment gata dužine 15 m: $F_{seg,vj} = 6 \cdot 15 / 2,5 = 36,01 \text{ kN}$

Sila vjetra na segment gata dužine 12 m: $F_{seg,vj} = 6 \cdot 15 / 2,5 = 28,81 \text{ kN}$

2.7.1.2. Proračun sila od pontona po smjerovima• **Vjetar iz smjera SE: Jugo (v = 41,6 m/s)**

Vjetar koji puše paralelno s uzdužnom os gata.

$$\text{Uzdužna sila vjetra na gat: } F_{vj} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 41,6 \cdot 41,6 \cdot 2,4 \cdot 0,47 = 1,22 \text{ kN}$$

$$\text{Uzdužna sila vala na gat: } F_{val} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 2,4 = 0 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila na gat: } F_{uzd} = 1,22 + 0 = 1,22 \text{ kN}$$

• **Vjetar iz smjera NW: Tramontana (v = 38,2 m/s)**

Vjetar koji puše paralelno s uzdužnom os gata.

$$\text{Uzdužna sila vjetra na gat: } F_{vj} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 38,2 \cdot 38,2 \cdot 2,4 \cdot 0,47 = 1,03 \text{ kN}$$

$$\text{Uzdužna sila vala na gat: } F_{val} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 2,4 = 0,14 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila na gat: } F_{uzd} = 1,03 + 0,14 = 1,17 \text{ kN}$$

• **Vjetar iz smjera SW: Lebić (v = 34,7 m/s)**

Vjetar koji puše okomito na uzdužnu os gata.

$$\text{Bočna sila vjetra na gat: } F_{vj} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 34,7 \cdot 34,7 \cdot 105 \cdot 0,47 = 37,29 \text{ kN}$$

$$\text{Bočna sila vjetra na seg.: } F_{vj} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 34,7 \cdot 34,7 \cdot 15 \cdot 0,47 = 5,33 \text{ kN}$$

$$\text{Bočna sila vala na gat: } F_{val} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 105 = 5,94 \text{ kN}$$

$$\text{Bočna sila vala na seg.: } F_{val} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 15 = 0,85 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila na gat: } F_{bok} = 37,29 + 5,94 = 43,23 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila na segment : } F_{bok} = 5,33 + 0,85 = 6,18 \text{ kN}$$

• **Vjetar iz smjera NE: Bura (v = 55,1 m/s)**

Vjetar koji puše okomito na uzdužnu os gata.

$$\text{Bočna sila vjetra na gat: } F_{vj} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 55,1 \cdot 55,1 \cdot 105 \cdot 0,47 = 94,02 \text{ kN}$$

$$\text{Bočna sila vjetra na seg.: } F_{vj} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 55,1 \cdot 55,1 \cdot 15 \cdot 0,47 = 13,43 \text{ kN}$$

$$\text{Bočna sila vala na gat: } F_{val} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 105 = 0 \text{ kN}$$

$$\text{Bočna sila vala na seg.: } F_{val} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 15 = 0 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila na gat: } F_{bok} = 94,02 + 0 = 94,02 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila na segment : } F_{bok} = 13,43 + 0 = 13,43 \text{ kN}$$

2.7.1.3. Rekapitulacija sila na sidreni sustav pontona po smjerovima

Suma sila iz smjera SE: Jugo (v = 41,6 m/s)

$$F_{SE} = F_{\text{brod}} + F_{\text{gat}} = 164,84 + 1,22 = 166,07 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera NW: Tramontana (v = 38,2 m/s)

$$F_{NW} = F_{\text{brod}} + F_{\text{gat}} = 154,07 + 1,17 = 155,24 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera SW: Lebić (v = 34,7 m/s)

$$F_{SW} = F_{\text{brod}} + F_{\text{gat}} = 102,22 + 43,23 = 145,45 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera SW: Lebić (v = 34,7 m/s)

$$F_{SW} = F_{\text{brod}} + F_{\text{gat}} = 14,89 + 6,18 = 21,07 \text{ kN}$$

- segment gata

Suma sila iz smjera NE: Bura (v = 55,1 m/s)

$$F_{NE} = F_{\text{brod}} + F_{\text{gat}} = 246,04 + 94,02 = 340,06 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera NE: Bura (v = 55,1 m/s)

$$F_0 = F_{\text{brod}} + F_{\text{gat}} = 36,01 + 13,43 = 49,44 \text{ kN}$$

- segment gata

2.7.1.4. Dimenzioniranje sidrenog sustava pontona

• **Lanci i škopci**

- **SE (Jugo)**

Sile iz ovog smjera se preko 4 lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 166,07 / 4 = 41,52$ kN

Parametri lančanice:

- dubina spoja lanca s betonskim blokom	5 m
- težina lanca po dužnom metru	5,65 kg/m
- kut lančanice na spoju sa pontonom	14 °
- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom	12 °

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 166,07 / (4 \cdot \cos 14^\circ) = 42,73$ kN

Potreban lanac 18 mm $\rightarrow 41,52 / 127 = 0,33$

- **NW (Tramontana)**

Sile iz ovog smjera se preko 4 lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 155,24 / 4 = 38,81$ kN

Parametri lančanice:

- dubina spoja lanca s betonskim blokom	5 m
- težina lanca po dužnom metru	5,65 kg/m
- kut lančanice na spoju sa pontonom	14 °
- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom	12 °

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 155,24 / (4 \cdot \cos 14^\circ) = 39,96$ kN

Potreban lanac 18 mm $\rightarrow 39,68 / 127 = 0,31$

- SW (Lebić)

Sile iz ovog smjera se preko lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Kao mjerodavan se uzima proračun za jedan segment gata (pontona) od 15 m.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 21,07 \text{ kN}$

Parametri lančanice:

- dubina spoja lanca s betonskim blokom	6 m
- težina lanca po dužnom metru	4,45 kg/m
- kut lančanice na spoju sa pontonom	15 °
- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom	12 °

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 21,07 / (\cos 15^\circ) = 21,8 \text{ kN}$

Potreban lanac 16 mm $\rightarrow 21,54 / 100 = 0,22$

- NE (Bura)

Sile iz ovog smjera se preko lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Kao mjerodavan se uzima proračun za jedan segment gata (pontona) od 15 m.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 49,44 \text{ kN}$

Parametri lančanice:

- dubina spoja lanca s betonskim blokom	4 m
- težina lanca po dužnom metru	7 kg/m
- kut lančanice na spoju sa pontonom	13 °
- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom	12 °

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 49,44 / (\cos 13^\circ) = 50,54 \text{ kN}$

Potreban lanac 20 mm $\rightarrow 50,54 / 160 = 0,32$

Odabran lanac: 20 mm

• **Betonski blokovi**

Sidreni blokovi se suprotstavljaju poteznoj sili sidrenog sustava silom trenja.

Sila trenja sidrenog bloka može se odrediti izrazom:

$$F_h < F_{tr} = \mu \cdot (W_b - F_v)$$

Gdje je:

W_b – težina uronjenog bloka

F_v – vertikalna komponenta sile na bloku,

a μ je koeficijent trenja koji ovisi o vrsti materijala u dodiru. Za glatke betonske blokove i za različite vrste dna iznosi:

- za kvarcni pijesak → $\mu = 0,60$
- za koraljni pijesak → $\mu = 0,63$
- za vapnenasti pijesak → $\mu = 0,58$
- za mulj i pijesak → $\mu = 0,67$

Sila trenja zahvaljujući uronjenosti bloka u podlogu može biti do 10 % veća. Za potrebe ovog proračuna, s obzirom da se na dnu nalaze duboke naslage mulja u koje će blokovi dobrim dijelom utonuti, koeficijent trenja se uzima $\mu = 0,62$

Potrebna uronjena težina sidrenog bloka iznosi: $W_b = \frac{F_h}{\mu} + F_v$

- SE (Jugo)

Sile iz ovog smjera se preko 4 lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 166,07 / 4 = 41,52$ kN

- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom 12 °

Vertikalna komponenta sile na bloku iznosi: $F = 41,52 \cdot \tan 12^\circ = 8,82$ kN

Potrebna uronjena težina sidrenog bloka iznosi: $W = 41,52 / 0,62 + 8,82 = 75,79$ kN

Potrebna težina sidrenog bloka na suhom iznosi: $W = 75,79 \cdot (2,5 / (2,5 - 1,025)) = 128,45$ kN

Odabrana 2 bloka dimenzija 0,84 x 2,0 x 2,0 i 0,52 x 2,0 x 2,0 m ukupne težine: $W = 84 + 52 = 136$ kN

- NW (Tramontana)

Sile iz ovog smjera se preko 4 lanca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 155,24 / 4 = 38,81 \text{ kN}$

- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom 12°

Vertikalna komponenta sile na bloku iznosi: $F = 38,81 \cdot \tan 12^\circ = 8,25 \text{ kN}$

Potrebna uronjena težina sidrenog bloka iznosi: $W = 38,81 / 0,62 + 8,25 = 70,85 \text{ kN}$

Potrebna težina sidrenog bloka na suhom iznosi: $W = 70,85 \cdot (2,5 / (2,5 - 1,025)) = 120,08 \text{ kN}$

Odabrana 2 bloka dimenzija 0,84 x 2,0 x 2,0 i 0,52 x 2,0 x 2,0 m ukupne težine: $W = 84 + 52 = 136 \text{ kN}$

- SW (Lebić)

Sile iz ovog smjera se preko lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Kao mjerodavan se uzima proračun za jedan segment gata (pontona) od 15 m.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 21,07 \text{ kN}$

- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom 12°

Vertikalna komponenta sile na bloku iznosi: $F = 21,07 \cdot \tan 12^\circ = 4,48 \text{ kN}$

Potrebna uronjena težina sidrenog bloka iznosi: $W = 21,07 / 0,62 + 4,48 = 38,46 \text{ kN}$

Potrebna težina sidrenog bloka na suhom iznosi: $W = 38,46 \cdot (2,5 / (2,5 - 1,025)) = 65,18 \text{ kN}$

Odabran 1 blok dimenzija 0,84 x 2,0 x 2,0 m ukupne težine: $W = 1 \cdot 84 = 84 \text{ kN}$

- NE (Bura)

Sile iz ovog smjera se preko lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Kao mjerodavan se uzima proračun za jedan segment gata (pontona) od 15 m.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 49,44 \text{ kN}$

- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom 12°

Vertikalna komponenta sile na bloku iznosi: $F = 49,44 \cdot \tan 12^\circ = 10,51 \text{ kN}$

Potrebna uronjena težina sidrenog bloka iznosi: $W = 49,44 / 0,62 + 10,51 = 90,25 \text{ kN}$

Potrebna težina sidrenog bloka na suhom iznosi: $W = 90,25 \cdot (2,5 / (2,5 - 1,025)) = 152,96 \text{ kN}$

Odabrana 2 bloka dimenzija 0,84 x 2,0 x 2,0 m ukupne težine: $W = 2 \cdot 84 = 168 \text{ kN}$

2.7.1.5. Rekapitulacija sila na sidreni sustav plovila po smjerovima

Suma sila iz smjera SE: Jugo (v = 41,6 m/s)

- Na sidrenu liniju s sjeveroistočne strane gata

$$F_{SE} = 164,84 \text{ kN}$$

- Na sidrenu liniju s jugozapadne strane gata

$$F_{SE} = 164,84 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera NW: Tramontana (v = 38,2 m/s)

- Na sidrenu liniju s sjeveroistočne strane gata

$$F_{NW} = 154,07 \text{ kN}$$

- Na sidrenu liniju s jugozapadne strane gata

$$F_{NW} = 154,07 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera SW: Lebić (v = 34,7 m/s)

- Na sidrenu liniju s jugozapadne strane gata

$$F_{SW} = 113,06 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera NE: Bura (v = 55,1 m/s)

- Na sidrenu liniju s sjeveroistočne strane gata

$$F_{NE} = 273,38 \text{ kN}$$

2.7.1.6. Dimenzioniranje sidrenog sustava plovila

• Privezna užad i lanci

Brodovi su povezani sa sustavom blokova preko priveznih užadi na kraju kojih se nalazi kraći lanac.

- Najnepovoljniji smjer vjetra je SE (Jugo)

- Za brodove duljine 6,5 m

Bočna sila vjetra na brod duljine 6,5 m: $F_{6,5} = 12,49 \text{ kN}$

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 12,49 / (2 \cdot \cos 45^\circ) = 8,83 \text{ kN}$

Potrebno uže 9 mm $\rightarrow 8,83 / 21,4 = 0,41$

Potreban lanac 10 mm $\rightarrow 8,83 / 40 = 0,22$

• Betonski blokovi

- Suma sila na sidrenu liniju sa sjeveroistočne strane gata

- Najnepovoljniji smjer vjetra je NE (Bura)

$$F_{NE} = 273,38 \text{ kN}$$

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 273,38 / (2 \cdot \cos 45^\circ) = 193,31 \text{ kN}$

Potrebna uronjena težina sidrenog bloka iznosi: $W = 193,31 / 0,62 = 311,79 \text{ kN}$

Potrebna težina sidrenog bloka na suhom iznosi: $W = 311,79 \cdot (2,5 / (2,5 - 1,025)) = 528,46 \text{ kN}$

Težina lanca 28 mm duljine 101 m iznosi: $101 \cdot 0,14 = 14,04 \text{ kN}$

Odabrana 11 bloka dimenzija 0,52 x 2,0 x 2,0 m ukupne težine sidrene linije:

$$W = 11 \cdot 52 + 14,04 = 586,04 \text{ kN}$$

- Suma sila na sidrenu liniju sa jugozapadne strane gata

- Najnepovoljniji smjer vjetra je SE (Jugo)

$$F_{NE} = 164,84 \text{ kN}$$

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 164,84 / (2 \cdot \cos 45^\circ) = 116,56 \text{ kN}$

Potrebna uronjena težina sidrenog bloka iznosi: $W = 116,56 / 0,62 = 188 \text{ kN}$

Potrebna težina sidrenog bloka na suhom iznosi: $W = 188 \cdot (2,5 / (2,5 - 1,025)) = 318,65 \text{ kN}$

Težina lanca 28 mm duljine 59 m iznosi: $59 \cdot 0,14 = 8,2 \text{ kN}$

Odabrana 7 bloka dimenzija 0,52 x 2,0 x 2,0 m ukupne težine sidrene linije:

$$W = 7 \cdot 52 + 8,2 = 378,04 \text{ kN}$$

2.7.2. Gat 2

Tablica 12. – Duljine brodova s pripadnim uzdužnim i poprečnim površinama nadmorskog dijela broda

duljina broda [m]	8,0	9,5	13,5
uzdužna površina [m ²]	16,0	38,5	67,1
poprečna površina [m ²]	5,0	11,2	17,5

Osim opterećenja s vjetrom za ovaj gat iz smjera Lebića i Tramontane je uzeta visina vala 0,3 m.

2.7.2.1. Proračun sila od plovila po smjerovima• **Vjetar iz smjera SE: Jugo (v = 41,6 m/s)**

Vjetar koji puše paralelno s uzdužnom os gata te djeluje na uzdužnu površinu nadgrađa broda. U ovom slučaju brodovi predaju pola sile na gat, a pola sile na vlastiti sidreni sustav.

Bočna sila vjetra na brod duljine 8 m:	$F_8 = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 41,6 \cdot 41,6 \cdot 16 = 17,37 \text{ kN}$
Bočna sila vjetra na brod duljine 9,5 m:	$F_{9,5} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 41,6 \cdot 41,6 \cdot 38,5 = 41,81 \text{ kN}$
Bočna sila vjetra na brod duljine 13,5 m:	$F_{13,5} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 41,6 \cdot 41,6 \cdot 67,1 = 72,87 \text{ kN}$
Ukupna sila vjetra na oba reda brodova:	$F_{uk,vj} = 779,55 \text{ kN}$
Sila brodova na gat:	$F_{gat,vj} = 779,55/2 = 389,78 \text{ kN}$

• **Vjetar iz smjera NW: Tramontana (v = 38,2 m/s)**

Vjetar koji puše paralelno s uzdužnom os gata te djeluje na uzdužnu površinu nadgrađa broda. U ovom slučaju brodovi predaju pola sile na gat, a pola sile na vlastiti sidreni sustav.

Bočna sila vjetra na brod duljine 8 m:	$F_8 = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 38,2 \cdot 38,2 \cdot 16 = 14,65 \text{ kN}$
Bočna sila vjetra na brod duljine 9,5 m:	$F_{9,5} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 38,2 \cdot 38,2 \cdot 38,5 = 35,25 \text{ kN}$
Bočna sila vjetra na brod duljine 13,5 m:	$F_{13,5} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 38,2 \cdot 38,2 \cdot 67,1 = 61,44 \text{ kN}$
Ukupna sila vjetra na oba reda brodova:	$F_{uk,vj} = 657,33 \text{ kN}$
Sila brodova na gat:	$F_{gat,vj} = 657,33/2 = 328,67 \text{ kN}$
Bočna sila vala na brod duljine 8 m:	$F_8 = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 8 = 0,45 \text{ kN}$
Bočna sila vala na brod duljine 9,5 m:	$F_{9,5} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 9,5 = 0,54 \text{ kN}$
Bočna sila vala na brod duljine 13,5 m:	$F_{13,5} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 13,5 = 0,76 \text{ kN}$
Ukupna sila vala na oba reda brodova:	$F_{uk,val} = 36,54 \text{ kN}$
Sila brodova na gat:	$F_{gat,val} = 36,54/2 = 18,27 \text{ kN}$
Ukupna sila brodova na gat:	$F_{brod} = 328,67 + 18,27 = 346,94 \text{ kN}$

• **Vjetar iz smjera SW: Lebić (v = 34,7 m/s)**

Vjetar koji puše okomito na uzdužnu os gata te djeluje na poprečnu površinu nadgrađa broda. Brodovi koji su prvi na udaru vjetra iz ovog smjera ne predaju silu na gat već na vlastiti sidreni sustav.

- **Optrerećenje brodova s jugozapadne strane gata**

U ovom slučaju brodovi predaju silu na vlastiti sidreni sustav.

Uzdužna sila vjetra na brod dulj. 9,5 m:	$F_{9,5} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 34,7 \cdot 34,7 \cdot 11,2 = 8,46 \text{ kN}$
Uzdužna sila vjetra na brod dulj. 13,5 m:	$F_{13,5} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 34,7 \cdot 34,7 \cdot 17,5 = 13,22 \text{ kN}$
Sila vjetra na sidreni sustav brodova:	$F_{uk,vj} = 327,39 \text{ kN}$
Uzdužna sila vala na brod dulj. 9,5 m:	$F_{9,5} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 3 = 0,17 \text{ kN}$
Uzdužna sila vala na brod dulj. 13,5 m:	$F_{13,5} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 3,75 = 0,21 \text{ kN}$
Sila vala na sidreni sustav brodova:	$F_{uk,val} = 5,56 \text{ kN}$
Ukupna sila na sidreni sustav brodova:	$F_{brod} = 327,39 + 5,56 = 332,94 \text{ kN}$

• **Vjetar iz smjera SW: Lebić (v = 34,7 m/s)**

Vjetar koji puše okomito na uzdužnu os gata te djeluje na poprečnu površinu nadgrađa broda. Brodovi koji su prvi na udaru vjetra iz ovog smjera ne predaju silu na gat već na vlastiti sidreni sustav.

- **Oprećenje brodova s sjeveroistočne strane gata**

U ovom slučaju brodovi predaju silu na gat.

Zaklonjena strana se umanjuje s koeficijentom 0,9

Uzdužna sila vjetra na brod dulj. 8 m: $F_g = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 34,7 \cdot 34,7 \cdot 5 \cdot 0,9 = 3,4 \text{ kN}$

Sila vjetra na sidreni sustav gata: $F_{uk,vj} = 129,2 \text{ kN}$

Sila vjetra na segment gata dužine 15 m: $F_{seg,vj} = 3,4 \cdot 15/3 = 17 \text{ kN}$

Sila vjetra na segment gata dužine 12 m: $F_{seg,vj} = 3,4 \cdot 12/3 = 13,6 \text{ kN}$

Uzdužna sila vala na brod dulj. 8 m: $F_g = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 2,5 = 0,14 \text{ kN}$

Sila vala na sidreni sustav gata: $F_{uk,val} = 5,37 \text{ kN}$

Sila vala na segment gata dužine 15 m: $F_{sg,val} = 0,14 \cdot 15/3 = 0,64 \text{ kN}$

Sila vala na segment gata dužine 12 m: $F_{sg,val} = 0,14 \cdot 12/3 = 0,51 \text{ kN}$

Ukupna sila na sidreni sustav gata: $F_{brod} = 129,2 + 5,37 = 134,58 \text{ kN}$

Ukupna sila na segment gata dužine 15 m: $F_{brod} = 17 + 0,64 = 17,64 \text{ kN}$

Ukupna sila na segment gata dužine 12 m: $F_{brod} = 13,6 + 0,51 = 14,11 \text{ kN}$

• **Vjetar iz smjera NE: Bura (v = 55,1 m/s)**

Vjetar koji puše okomito na uzdužnu os gata te djeluje na poprečnu površinu nadgrađa broda. Brodovi koji su prvi na udaru vjetra iz ovog smjera ne predaju silu na gat već na vlastiti sidreni sustav.

- **Oprećenje brodova s sjeveroistočne strane gata**

U ovom slučaju brodovi predaju silu na vlastiti sidreni sustav.

Uzdužna sila vjetra na brod dulj. 8 m: $F_g = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 55,1 \cdot 55,1 \cdot 5 = 9,53 \text{ kN}$

Sila vjetra na sidreni sustav brodova: $F_{uk,vj} = 361,97 \text{ kN}$

• **Vjetar iz smjera NE: Bura ($v = 55,1 \text{ m/s}$)**

Vjetar koji puše okomito na uzdužnu os gata te djeluje na poprečnu površinu nadgrađa broda. Brodovi koji su prvi na udaru vjetra iz ovog smjera ne predaju silu na gat već na vlastiti sidreni sustav.

- Opterećenje brodova s jugozapadne strane gata

U ovom slučaju brodovi predaju silu na gat.

Zaklonjena strana se umanjuje s koeficijentom 0,9

Uzdužna sila vjetra na brod dulj. 9,5 m: $F_{9,5} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 55,1 \cdot 55,1 \cdot 11,2 \cdot 0,9 = 19,2 \text{ kN}$

Uzdužna sila vjetra na brod dulj. 13,5 m: $F_{13,5} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 55,1 \cdot 55,1 \cdot 17,5 \cdot 0,9 = 30,01 \text{ kN}$

Sila vjetra na sidreni sustav gata: $F_{uk,vj} = 742,93 \text{ kN}$

Sila vjetra na segment gata dužine 15 m: $F_{seg,vj} = 19,2 \cdot 15/3,5 = 82,3 \text{ kN}$

Sila vjetra na segment gata dužine 12 m: $F_{seg,vj} = 19,2 \cdot 15/3,5 = 65,84 \text{ kN}$

2.7.2.2. Proračun sila od pontona po smjerovima• **Vjetar iz smjera SE: Jugo (v = 41,6 m/s)**

Vjetar koji puše paralelno s uzdužnom os gata.

$$\text{Uzdužna sila vjetra na gat: } F_{vj} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 41,6 \cdot 41,6 \cdot 2,4 \cdot 0,47 = 1,22 \text{ kN}$$

$$\text{Uzdužna sila vala na gat: } F_{val} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 2,4 = 0 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila na gat: } F_{uzd} = 1,22 + 0 = 1,22 \text{ kN}$$

• **Vjetar iz smjera NW: Tramontana (v = 38,2 m/s)**

Vjetar koji puše paralelno s uzdužnom os gata.

$$\text{Uzdužna sila vjetra na gat: } F_{vj} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 38,2 \cdot 38,2 \cdot 2,4 \cdot 0,47 = 1,03 \text{ kN}$$

$$\text{Uzdužna sila vala na gat: } F_{val} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 2,4 = 0,14 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila na gat: } F_{uzd} = 1,03 + 0,14 = 1,17 \text{ kN}$$

• **Vjetar iz smjera SW: Lebić (v = 34,7 m/s)**

Vjetar koji puše okomito na uzdužnu os gata.

$$\text{Bočna sila vjetra na gat: } F_{vj} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 34,7 \cdot 34,7 \cdot 120 \cdot 0,47 = 42,61 \text{ kN}$$

$$\text{Bočna sila vjetra na seg.: } F_{vj} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 34,7 \cdot 34,7 \cdot 15 \cdot 0,47 = 5,33 \text{ kN}$$

$$\text{Bočna sila vala na gat: } F_{val} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 120 = 6,79 \text{ kN}$$

$$\text{Bočna sila vala na seg.: } F_{val} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 15 = 0,85 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila na gat: } F_{bok} = 42,61 + 6,79 = 49,4 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila na segment : } F_{bok} = 5,33 + 0,85 = 6,18 \text{ kN}$$

• **Vjetar iz smjera NE: Bura (v = 55,1 m/s)**

Vjetar koji puše okomito na uzdužnu os gata.

$$\text{Bočna sila vjetra na gat: } F_{vj} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 55,1 \cdot 55,1 \cdot 120 \cdot 0,47 = 107,45 \text{ kN}$$

$$\text{Bočna sila vjetra na seg.: } F_{vj} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 55,1 \cdot 55,1 \cdot 15 \cdot 0,47 = 13,43 \text{ kN}$$

$$\text{Bočna sila vala na gat: } F_{val} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 120 = 0 \text{ kN}$$

$$\text{Bočna sila vala na seg.: } F_{val} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 15 = 0 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila na gat: } F_{bok} = 107,45 + 0 = 107,45 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila na segment : } F_{bok} = 13,43 + 0 = 13,43 \text{ kN}$$

2.7.2.3. Rekapitulacija sila na sidreni sustav pontona po smjerovima

Suma sila iz smjera SE: Jugo (v = 41,6 m/s)

$$F_{SE} = F_{\text{brod}} + F_{\text{gat}} = 389,78 + 1,22 = 391 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera NW: Tramontana (v = 38,2 m/s)

$$F_{NW} = F_{\text{brod}} + F_{\text{gat}} = 346,94 + 1,17 = 348,1 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera SW: Lebić (v = 34,7 m/s)

$$F_{SW} = F_{\text{brod}} + F_{\text{gat}} = 134,58 + 49,4 = 183,98 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera SW: Lebić (v = 34,7 m/s)

$$F_{SW} = F_{\text{brod}} + F_{\text{gat}} = 17,64 + 6,18 = 23,81 \text{ kN}$$

- segment gata

Suma sila iz smjera NE: Bura (v = 55,1 m/s)

$$F_{NE} = F_{\text{brod}} + F_{\text{gat}} = 742,93 + 107,45 = 850,38 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera NE: Bura (v = 55,1 m/s)

$$F_0 = F_{\text{brod}} + F_{\text{gat}} = 82,3 + 13,43 = 95,73 \text{ kN}$$

- segment gata

2.7.2.4. Dimenzioniranje sidrenog sustava pontona

• **Lanci i škopci**

- **SE (Jugo)**

Sile iz ovog smjera se preko 8 lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 391 / 8 = 48,88 \text{ kN}$

Parametri lančanice:

- dubina spoja lanca s betonskim blokom	7 m
- težina lanca po dužnom metru	6,25 kg/m
- kut lančanice na spoju sa pontonom	14 °
- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom	12 °

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 391 / (8 \cdot \cos 14^\circ) = 50,4 \text{ kN}$

Potreban lanac 20 mm $\rightarrow 48,88 / 160 = 0,31$

- **NW (Tramontana)**

Sile iz ovog smjera se preko 8 lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 348,1 / 8 = 43,51 \text{ kN}$

Parametri lančanice:

- dubina spoja lanca s betonskim blokom	7 m
- težina lanca po dužnom metru	6,25 kg/m
- kut lančanice na spoju sa pontonom	14 °
- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom	12 °

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 348,1 / (8 \cdot \cos 14^\circ) = 44,92 \text{ kN}$

Potreban lanac 19 mm $\rightarrow 44,49 / 142 = 0,31$

- SW (Lebić)

Sile iz ovog smjera se preko lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Kao mjerodavan se uzima proračun za jedan segment gata (pontona) od 15 m.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 23,81 \text{ kN}$

Parametri lančanice:

- dubina spoja lanca s betonskim blokom	9 m
- težina lanca po dužnom metru	4,45 kg/m
- kut lančanice na spoju sa pontonom	16 °
- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom	12 °

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 23,81 / (\cos 16^\circ) = 24,74 \text{ kN}$

Potreban lanac 16 mm $\rightarrow 24,34 / 100 = 0,24$

- NE (Bura)

Sile iz ovog smjera se preko lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Kao mjerodavan se uzima proračun za jedan segment gata (pontona) od 15 m.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 95,73 \text{ kN}$

Parametri lančanice:

- dubina spoja lanca s betonskim blokom	6 m
- težina lanca po dužnom metru	13,9 kg/m
- kut lančanice na spoju sa pontonom	14 °
- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom	12 °

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 95,73 / (\cos 14^\circ) = 97,87 \text{ kN}$

Potreban lanac 28 mm $\rightarrow 97,87 / 300 = 0,33$

Odabran lanac: 20 mm

Odabran lanac za smjer bure: 28 mm

• Betonski blokovi

Sidreni blokovi se suprotstavljaju poteznoj sili sidrenog sustava silom trenja.

Sila trenja sidrenog bloka može se odrediti izrazom:

$$F_h < F_{tr} = \mu \cdot (W_b - F_v)$$

Gdje je:

W_b – težina uronjenog bloka

F_v – vertikalna komponenta sile na bloku,

a μ je koeficijent trenja koji ovisi o vrsti materijala u dodiru. Za glatke betonske blokove i za različite vrste dna iznosi:

- za kvarcni pijesak → $\mu = 0,60$
- za koraljni pijesak → $\mu = 0,63$
- za vapnenasti pijesak → $\mu = 0,58$
- za mulj i pijesak → $\mu = 0,67$

Sila trenja zahvaljujući uronjenosti bloka u podlogu može biti do 10 % veća. Za potrebe ovog proračuna, s obzirom da se na dnu nalaze duboke naslage mulja u koje će blokovi dobrim dijelom utonuti, koeficijent trenja se uzima $\mu = 0,62$

Potrebna uronjena težina sidrenog bloka iznosi: $W_b = \frac{F_h}{\mu} + F_v$

- SE (Jugo)

Sile iz ovog smjera se preko 8 lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 391 / 8 = 48,88$ kN

- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom 12 °

Vertikalna komponenta sile na bloku iznosi: $F = 48,88 \cdot \tan 12^\circ = 10,39$ kN

Potrebna uronjena težina sidrenog bloka iznosi: $W = 48,88 / 0,62 + 10,39 = 89,22$ kN

Potrebna težina sidrenog bloka na suhom iznosi: $W = 89,22 \cdot (2,5 / (2,5 - 1,025)) = 151,22$ kN

Odabrana 2 bloka dimenzija 0,84 x 2,0 x 2,0 m ukupne težine: $W = 2 \cdot 84 = 168$ kN

- NW (Tramontana)

Sile iz ovog smjera se preko 8 lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 348,1 / 8 = 43,51 \text{ kN}$

- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom 12°

Vertikalna komponenta sile na bloku iznosi: $F = 43,51 \cdot \tan 12^\circ = 9,25 \text{ kN}$

Potrebna uronjena težina sidrenog bloka iznosi: $W = 43,51 / 0,62 + 9,25 = 79,43 \text{ kN}$

Potrebna težina sidrenog bloka na suhom iznosi: $W = 79,43 \cdot (2,5 / (2,5 - 1,025)) = 134,63 \text{ kN}$

Odabrana 2 bloka dimenzija 0,84 x 2,0 x 2,0 i 0,52 x 2,0 x 2,0 m ukupne težine: $W = 84 + 52 = 136 \text{ kN}$

- SW (Lebić)

Sile iz ovog smjera se preko lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Kao mjerodavan se uzima proračun za jedan segment gata (pontona) od 15 m.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 23,81 \text{ kN}$

- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom 12°

Vertikalna komponenta sile na bloku iznosi: $F = 23,81 \cdot \tan 12^\circ = 5,06 \text{ kN}$

Potrebna uronjena težina sidrenog bloka iznosi: $W = 23,81 / 0,62 + 5,06 = 43,47 \text{ kN}$

Potrebna težina sidrenog bloka na suhom iznosi: $W = 43,47 \cdot (2,5 / (2,5 - 1,025)) = 73,67 \text{ kN}$

Odabran 1 blok dimenzija 0,84 x 2,0 x 2,0 m ukupne težine: $W = 1 \cdot 84 = 84 \text{ kN}$

- NE (Bura)

Sile iz ovog smjera se preko lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Kao mjerodavan se uzima proračun za jedan segment gata (pontona) od 15 m.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 95,73 \text{ kN}$

- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom 12°

Vertikalna komponenta sile na bloku iznosi: $F = 95,73 \cdot \tan 12^\circ = 20,35 \text{ kN}$

Potrebna uronjena težina sidrenog bloka iznosi: $W = 95,73 / 0,62 + 20,35 = 174,75 \text{ kN}$

Potrebna težina sidrenog bloka na suhom iznosi: $W = 174,75 \cdot (2,5 / (2,5 - 1,025)) = 296,19 \text{ kN}$

Odabrana 4 bloka dimenzija 0,84 x 2,0 x 2,0 m ukupne težine: $W = 4 \cdot 84 = 336 \text{ kN}$

2.7.2.5. Rekapitulacija sila na sidreni sustav plovila po smjerovima

Suma sila iz smjera SE: Jugo (v = 41,6 m/s)

- Na sidrenu liniju s sjeveroistočne strane gata

$$F_{SE} = 213,71 \text{ kN}$$

- Na sidrenu liniju s jugozapadne strane gata

$$F_{SE} = 565,84 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera NW: Tramontana (v = 38,2 m/s)

- Na sidrenu liniju s sjeveroistočne strane gata

$$F_{NW} = 197,4 \text{ kN}$$

- Na sidrenu liniju s jugozapadne strane gata

$$F_{NW} = 496,47 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera SW: Lebić (v = 34,7 m/s)

- Na sidrenu liniju s jugozapadne strane gata

$$F_{SW} = 332,94 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera NE: Bura (v = 55,1 m/s)

- Na sidrenu liniju s sjeveroistočne strane gata

$$F_{NE} = 361,97 \text{ kN}$$

2.7.2.6. Dimenzioniranje sidrenog sustava plovila

• Privezna užad i lanci

Brodovi su povezani sa sustavom blokova preko priveznih užadi na kraju kojih se nalazi kraći lanac.

- Najnepovoljniji smjer vjetra je SE (Jugo)

- Za brodove duljine 13,5 m

Bočna sila vjetra na brod duljine 13,5 m: $F_{13,5} = 72,87 \text{ kN}$

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 72,87 / (2 \cdot \cos 45^\circ) = 51,52 \text{ kN}$

Potrebno uže 22 mm $\rightarrow 51,52 / 106,8 = 0,48$

Potreban lanac 20 mm $\rightarrow 51,52 / 160 = 0,32$

- Za brodove duljine 9,5 m

Bočna sila vjetra na brod duljine 9,5 m: $F_{9,5} = 41,81 \text{ kN}$

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 41,81 / (2 \cdot \cos 45^\circ) = 29,56 \text{ kN}$

Potrebno uže 18 mm $\rightarrow 29,56 / 77,4 = 0,38$

Potreban lanac 16 mm $\rightarrow 29,56 / 100 = 0,3$

- Za brodove duljine 8 m

Bočna sila vjetra na brod duljine 8 m: $F_{8,0} = 17,37 \text{ kN}$

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 17,37 / (2 \cdot \cos 45^\circ) = 12,29 \text{ kN}$

Potrebno uže 11 mm $\rightarrow 12,29 / 28 = 0,44$

Potreban lanac 10 mm $\rightarrow 12,29 / 40 = 0,31$

• **Betonski blokovi**

- **Suma sila na sidrenu liniju sa sjeveroistočne strane gata**

- **Najnepovoljniji smjer vjetra je NE (Bura)**

$$F_{NE} = 361,97 \text{ kN}$$

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 361,97 / (2 \cdot \cos 45^\circ) = 255,95 \text{ kN}$

Potrebna uronjena težina sidrenog bloka iznosi: $W = 255,95 / 0,62 = 412,82 \text{ kN}$

Potrebna težina sidrenog bloka na suhom iznosi: $W = 412,82 \cdot (2,5 / (2,5 - 1,025)) = 699,7 \text{ kN}$

Težina lanca 28 mm duljine 59 m iznosi: $59 \cdot 0,14 = 8,2 \text{ kN}$

Odabrana 9 bloka dimenzija 0,84 x 2,0 x 2,0 m ukupne težine sidrene linije:

$$W = 9 \cdot 84 + 8,2 = 764,2 \text{ kN}$$

- **Suma sila na sidrenu liniju sa jugozapadne strane gata**

- **Najnepovoljniji smjer vjetra je SE (Jugo)**

$$F_{NE} = 565,84 \text{ kN}$$

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 565,84 / (2 \cdot \cos 45^\circ) = 400,11 \text{ kN}$

Potrebna uronjena težina sidrenog bloka iznosi: $W = 400,11 / 0,62 = 645,34 \text{ kN}$

Potrebna težina sidrenog bloka na suhom iznosi: $W = 645,34 \cdot (2,5 / (2,5 - 1,025)) = 1093,8 \text{ kN}$

Težina lanca 28 mm duljine 126 m iznosi: $126 \cdot 0,14 = 17,51 \text{ kN}$

Odabrana 14 bloka dimenzija 0,84 x 2,0 x 2,0 m ukupne težine sidrene linije:

$$W = 14 \cdot 84 + 17,51 = 1184,2 \text{ kN}$$

2.7.3. Gat 3

Tablica 13. – Duljine brodova s pripadnim uzdužnim i poprečnim površinama nadmorskog dijela broda

duljina broda [m]	13,5
uzdužna površina [m ²]	67,1
poprečna površina [m ²]	17,5

Osim opterećenja s vjetrom za ovaj gat iz smjera Lebića uzeta je visina vala od 0,5 m te iz smjera Tramontane visina vala 0,3 m.

2.7.3.1. Proračun sila od plovila po smjerovima

• Vjetar iz smjera SW: Lebić (v = 34,7 m/s)

Vjetar koji puše paralelno s uzdužnom os gata te djeluje na uzdužnu površinu nadgrađa broda. U ovom slučaju brodovi predaju pola sile na gat, a pola sile na vlastiti sidreni sustav.

$$\text{Bočna sila vjetra na brod duljine 13,5 m: } F_{13,5} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 34,7 \cdot 34,7 \cdot 67,1 = 50,7 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila vjetra na oba reda brodova: } F_{uk,vj} = 669,22 \text{ kN}$$

$$\text{Sila brodova na gat: } F_{gat,vj} = 669,22/2 = 334,61 \text{ kN}$$

$$\text{Bočna sila vala na brod duljine 13,5 m: } F_{13,5} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 13,5 = 2,12 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila vala na oba reda brodova: } F_{uk,val} = 80,6 \text{ kN}$$

$$\text{Sila brodova na gat: } F_{gat,val} = 80,6/2 = 40,3 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila brodova na gat: } F_{brod} = 334,61 + 40,3 = 374,91 \text{ kN}$$

• Vjetar iz smjera NE: Bura (v = 55,1 m/s)

Vjetar koji puše paralelno s uzdužnom os gata te djeluje na uzdužnu površinu nadgrađa broda. U ovom slučaju brodovi predaju pola sile na gat, a pola sile na vlastiti sidreni sustav.

$$\text{Bočna sila vjetra na brod duljine 13,5 m: } F_{13,5} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 55,1 \cdot 55,1 \cdot 67,1 = 127,83 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila vjetra na oba reda brodova: } F_{uk,vj} = 1687,38 \text{ kN}$$

$$\text{Sila brodova na gat: } F_{gat,vj} = 1687,38/2 = 843,69 \text{ kN}$$

• **Vjetar iz smjera NW: Tramontana (v = 38,2 m/s)**

Vjetar koji puše okomito na uzdužnu os gata te djeluje na poprečnu površinu nadgrađa broda. Brodovi koji su prvi na udaru vjetra iz ovog smjera ne predaju silu na gat već na vlastiti sidreni sustav.

- **Optrerećenje brodova s sjeverozapadne strane gata**

U ovom slučaju brodovi predaju silu na vlastiti sidreni sustav.

Uzdužna sila vjetra na brod dulj. 13,5 m: $F_{13,5} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 38,2 \cdot 38,2 \cdot 17,5 = 16,02 \text{ kN}$

Sila vjetra na sidreni sustav brodova: $F_{uk,vj} = 304,46 \text{ kN}$

Uzdužna sila vala na brod dulj. 13,5 m: $F_{13,5} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 3,75 = 0,21 \text{ kN}$

Sila vala na sidreni sustav brodova: $F_{uk,val} = 4,03 \text{ kN}$

Ukupna sila na sidreni sustav brodova: $F_{brod} = 304,46 + 4,03 = 308,49 \text{ kN}$

• **Vjetar iz smjera NW: Tramontana (v = 38,2 m/s)**

Vjetar koji puše okomito na uzdužnu os gata te djeluje na poprečnu površinu nadgrađa broda. Brodovi koji su prvi na udaru vjetra iz ovog smjera ne predaju silu na gat već na vlastiti sidreni sustav.

- **Optrerećenje brodova s jugoistočne strane gata**

U ovom slučaju brodovi predaju silu na gat.

Zaklonjena strana se umanjuje s koeficijentom 0,9

Uzdužna sila vjetra na brod dulj. 13,5 m: $F_{13,5} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 38,2 \cdot 38,2 \cdot 17,5 \cdot 0,9 = 14,42 \text{ kN}$

Sila vjetra na sidreni sustav gata: $F_{uk,vj} = 274,02 \text{ kN}$

Sila vjetra na segment gata dužine 15 m: $F_{seg,vj} = 14,42 \cdot 15/4,5 = 48,07 \text{ kN}$

Sila vjetra na segment gata dužine 12 m: $F_{seg,vj} = 14,42 \cdot 12/4,5 = 38,46 \text{ kN}$

Uzdužna sila vala na brod dulj. 13,5 m: $F_{13,5} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 3,75 = 0,21 \text{ kN}$

Sila vala na sidreni sustav gata: $F_{uk,val} = 4,03 \text{ kN}$

Sila vala na segment gata dužine 15 m: $F_{sg,val} = 0,21 \cdot 15/4,5 = 0,64 \text{ kN}$

Sila vala na segment gata dužine 12 m: $F_{sg,val} = 0,21 \cdot 12/4,5 = 0,51 \text{ kN}$

Ukupna sila na sidreni sustav gata: $F_{brod} = 274,02 + 4,03 = 278,05 \text{ kN}$

Ukupna sila na segment gata dužine 15 m: $F_{brod} = 48,07 + 0,64 = 48,71 \text{ kN}$

Ukupna sila na segment gata dužine 12 m: $F_{brod} = 38,46 + 0,51 = 38,97 \text{ kN}$

• **Vjetar iz smjera SE: Jugo (v = 41,6 m/s)**

Vjetar koji puše okomito na uzdužnu os gata te djeluje na poprečnu površinu nadgrađa broda. Brodovi koji su prvi na udaru vjetra iz ovog smjera ne predaju silu na gat već na vlastiti sidreni sustav.

- **Oprerećenje brodova s jugoistočne strane gata**

U ovom slučaju brodovi predaju silu na vlastiti sidreni sustav.

Uzdužna sila vjetra na brod dulj. 13,5 m: $F_{13,5} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 41,6 \cdot 41,6 \cdot 17,5 = 19 \text{ kN}$

Sila vjetra na sidreni sustav brodova: $F_{uk,vj} = 361,07 \text{ kN}$

• **Vjetar iz smjera SE: Jugo (v = 41,6 m/s)**

Vjetar koji puše okomito na uzdužnu os gata te djeluje na poprečnu površinu nadgrađa broda. Brodovi koji su prvi na udaru vjetra iz ovog smjera ne predaju silu na gat već na vlastiti sidreni sustav.

- **Oprerećenje brodova s sjeverozapadne strane gata**

U ovom slučaju brodovi predaju silu na gat.

Zaklonjena strana se umanjuje s koeficijentom 0,9

Uzdužna sila vjetra na brod dulj. 13,5 m: $F_{13,5} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 41,6 \cdot 41,6 \cdot 17,5 \cdot 0,9 = 17,1 \text{ kN}$

Sila vjetra na sidreni sustav gata: $F_{uk,vj} = 324,96 \text{ kN}$

Sila vjetra na segment gata dužine 15 m: $F_{seg,vj} = 17,1 \cdot 15 / 4,5 = 57,01 \text{ kN}$

Sila vjetra na segment gata dužine 12 m: $F_{seg,vj} = 17,1 \cdot 15 / 4,5 = 45,61 \text{ kN}$

2.7.3.2. Proračun sila od pontona po smjerovima• **Vjetar iz smjera SW: Lebić (v = 34,7 m/s)**

Vjetar koji puše paralelno s uzdužnom os gata.

$$\text{Uzdužna sila vjetra na gat: } F_{vj} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 34,7 \cdot 34,7 \cdot 2,4 \cdot 0,47 = 0,85 \text{ kN}$$

$$\text{Uzdužna sila vala na gat: } F_{val} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 2,4 = 0,38 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila na gat: } F_{uzd} = 0,85 + 0,38 = 1,23 \text{ kN}$$

• **Vjetar iz smjera NE: Bura (v = 55,1 m/s)**

Vjetar koji puše paralelno s uzdužnom os gata.

$$\text{Uzdužna sila vjetra na gat: } F_{vj} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 55,1 \cdot 55,1 \cdot 2,4 \cdot 0,47 = 2,15 \text{ kN}$$

$$\text{Uzdužna sila vala na gat: } F_{val} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 2,4 = 0 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila na gat: } F_{uzd} = 2,15 + 0 = 2,15 \text{ kN}$$

• **Vjetar iz smjera NW: Tramontana (v = 38,2 m/s)**

Vjetar koji puše okomito na uzdužnu os gata.

$$\text{Bočna sila vjetra na gat: } F_{vj} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 38,2 \cdot 38,2 \cdot 90 \cdot 0,47 = 38,73 \text{ kN}$$

$$\text{Bočna sila vjetra na seg.: } F_{vj} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 38,2 \cdot 38,2 \cdot 15 \cdot 0,47 = 6,46 \text{ kN}$$

$$\text{Bočna sila vala na gat: } F_{val} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 90 = 5,09 \text{ kN}$$

$$\text{Bočna sila vala na seg.: } F_{val} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 15 = 0,85 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila na gat: } F_{bok} = 38,73 + 5,09 = 43,82 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila na segment : } F_{bok} = 6,46 + 0,85 = 7,3 \text{ kN}$$

• **Vjetar iz smjera SE: Jugo (v = 41,6 m/s)**

Vjetar koji puše okomito na uzdužnu os gata.

$$\text{Bočna sila vjetra na gat: } F_{vj} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 41,6 \cdot 41,6 \cdot 90 \cdot 0,47 = 45,93 \text{ kN}$$

$$\text{Bočna sila vjetra na seg.: } F_{vj} = 1 \cdot 1/2 \cdot 1,255 \cdot 41,6 \cdot 41,6 \cdot 15 \cdot 0,47 = 7,66 \text{ kN}$$

$$\text{Bočna sila vala na gat: } F_{val} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 90 = 0 \text{ kN}$$

$$\text{Bočna sila vala na seg.: } F_{val} = 1025 \cdot 1/16 \cdot 9,81 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 15 = 0 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila na gat: } F_{bok} = 45,93 + 0 = 45,93 \text{ kN}$$

$$\text{Ukupna sila na segment : } F_{bok} = 7,66 + 0 = 7,66 \text{ kN}$$

2.7.3.3. Rekapitulacija sila na sidreni sustav pontona po smjerovima

Suma sila iz smjera SW: Lebić (v = 34,7 m/s)

$$F_{SW} = F_{brod} + F_{gat} = 374,91 + 1,23 = 376,14 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera NE: Bura (v = 55,1 m/s)

$$F_{NE} = F_{brod} + F_{gat} = 843,69 + 2,15 = 845,84 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera NW: Tramontana (v = 38,2 m/s)

$$F_{NW} = F_{brod} + F_{gat} = 278,05 + 43,82 = 321,87 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera NW: Tramontana (v = 38,2 m/s) - segment gata

$$F_{NW} = F_{brod} + F_{gat} = 48,71 + 7,3 = 56,01 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera SE: Jugo (v = 41,6 m/s)

$$F_{SE} = F_{brod} + F_{gat} = 324,96 + 45,93 = 370,9 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera SE: Jugo (v = 41,6 m/s) - segment gata

$$F_0 = F_{brod} + F_{gat} = 57,01 + 7,66 = 64,67 \text{ kN}$$

2.7.3.4. Dimenzioniranje sidrenog sustava pontona

• **Lanci i škopci**

- **NE (Bura)**

Sile iz ovog smjera se preko 12 lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 845,84 / 12 = 70,49 \text{ kN}$

Parametri lančanice:

- dubina spoja lanca s betonskim blokom	6 m
- težina lanca po dužnom metru	7 kg/m
- kut lančanice na spoju sa pontonom	14 °
- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom	12 °

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 845,84 / (12 \cdot \cos 14^\circ) = 72,48 \text{ kN}$

Potreban lanac 25 mm $\rightarrow 70,49 / 245 = 0,29$

- **SW (Lebić)**

Sile iz ovog smjera se preko 8 lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 376,14 / 8 = 47,02 \text{ kN}$

Parametri lančanice:

- dubina spoja lanca s betonskim blokom	6 m
- težina lanca po dužnom metru	7 kg/m
- kut lančanice na spoju sa pontonom	14 °
- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom	12 °

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 376,14 / (8 \cdot \cos 14^\circ) = 48,49 \text{ kN}$

Potreban lanac 20 mm $\rightarrow 48,07 / 160 = 0,3$

- SE (Jugo)

Sile iz ovog smjera se preko lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Kao mjerodavan se uzima proračun za jedan segment gata (pontona) od 15 m.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 64,67 \text{ kN}$

Parametri lančanice:

- dubina spoja lanca s betonskim blokom	8 m
- težina lanca po dužnom metru	10,9 kg/m
- kut lančanice na spoju sa pontonom	15 °
- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom	12 °

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 64,67 / (\cos 15^\circ) = 66,98 \text{ kN}$

Potreban lanac 25 mm $\rightarrow 66,11 / 245 = 0,27$

- NW (Tramontana)

Sile iz ovog smjera se preko lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Kao mjerodavan se uzima proračun za jedan segment gata (pontona) od 15 m.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 56,01 \text{ kN}$

Parametri lančanice:

- dubina spoja lanca s betonskim blokom	8 m
- težina lanca po dužnom metru	8,55 kg/m
- kut lančanice na spoju sa pontonom	15 °
- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom	12 °

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 56,01 / (\cos 15^\circ) = 57,26 \text{ kN}$

Potreban lanac 22 mm $\rightarrow 57,26 / 190 = 0,3$

Odabran lanac: 22 mm

Odabran lanac za smjer juga i bure: 25 mm

• **Betonski blokovi**

Sidreni blokovi se suprotstavljaju poteznoj sili sidrenog sustava silom trenja.

Sila trenja sidrenog bloka može se odrediti izrazom:

$$F_h < F_{tr} = \mu \cdot (W_b - F_v)$$

Gdje je:

W_b – težina uronjenog bloka

F_v – vertikalna komponenta sile na bloku,

a μ je koeficijent trenja koji ovisi o vrsti materijala u dodiru. Za glatke betonske blokove i za različite vrste dna iznosi:

- za kvarcni pijesak → $\mu = 0,60$
- za koraljni pijesak → $\mu = 0,63$
- za vapnenasti pijesak → $\mu = 0,58$
- za mulj i pijesak → $\mu = 0,67$

Sila trenja zahvaljujući uronjenosti bloka u podlogu može biti do 10 % veća. Za potrebe ovog proračuna, s obzirom da se na dnu nalaze duboke naslage mulja u koje će blokovi dobrim dijelom utonuti, koeficijent trenja se uzima $\mu = 0,62$

Potrebna uronjena težina sidrenog bloka iznosi: $W_b = \frac{F_h}{\mu} + F_v$

- NE (Bura)

Sile iz ovog smjera se preko 12 lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 845,84 / 12 = 70,49$ kN

- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom 12 °

Vertikalna komponenta sile na bloku iznosi: $F = 70,49 \cdot \tan 12^\circ = 14,98$ kN

Potrebna uronjena težina sidrenog bloka iznosi: $W = 70,49 / 0,62 + 14,98 = 128,67$ kN

Potrebna težina sidrenog bloka na suhom iznosi: $W = 128,67 \cdot (2,5 / (2,5 - 1,025)) = 218,09$ kN

Odabrana 3 bloka dimenzija 0,84 x 2,0 x 2,0 m ukupne težine: $W = 3 \cdot 84 = 252$ kN

- SW (Lebić)

Sile iz ovog smjera se preko 8 lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 376,14 / 8 = 47,02 \text{ kN}$

- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom 12°

Vertikalna komponenta sile na bloku iznosi: $F = 47,02 \cdot \tan 12^\circ = 9,99 \text{ kN}$

Potrebna uronjena težina sidrenog bloka iznosi: $W = 47,02 / 0,62 + 9,99 = 85,83 \text{ kN}$

Potrebna težina sidrenog bloka na suhom iznosi: $W = 85,83 \cdot (2,5 / (2,5 - 1,025)) = 145,47 \text{ kN}$

Odabrana 2 bloka dimenzija 0,84 x 2,0 x 2,0 m ukupne težine: $W = 2 \cdot 84 = 168 \text{ kN}$

- SE (Jugo)

Sile iz ovog smjera se preko lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Kao mjerodavan se uzima proračun za jedan segment gata (pontona) od 15 m.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 64,67 \text{ kN}$

- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom 12°

Vertikalna komponenta sile na bloku iznosi: $F = 64,67 \cdot \tan 12^\circ = 13,75 \text{ kN}$

Potrebna uronjena težina sidrenog bloka iznosi: $W = 64,67 / 0,62 + 13,75 = 118,05 \text{ kN}$

Potrebna težina sidrenog bloka na suhom iznosi: $W = 118,05 \cdot (2,5 / (2,5 - 1,025)) = 200,08 \text{ kN}$

Odabrana 2 bloka dimenzija 0,84 x 2,0 x 2,0 i 1 blok dimenzija 0,52 x 2,0 x 2,0 m ukupne težine:

$W = 2 \cdot 84 + 52 = 220 \text{ kN}$

- NW (Tramontana)

Sile iz ovog smjera se preko lanaca prenose na betonske blokove na morskom dnu.

Kao mjerodavan se uzima proračun za jedan segment gata (pontona) od 15 m.

Maksimalna horizontalna sila po lancu iznosi: $F = 56,01 \text{ kN}$

- kut lančanice na spoju sa betonskim blokom 12°

Vertikalna komponenta sile na bloku iznosi: $F = 56,01 \cdot \tan 12^\circ = 11,91 \text{ kN}$

Potrebna uronjena težina sidrenog bloka iznosi: $W = 56,01 / 0,62 + 11,91 = 102,25 \text{ kN}$

Potrebna težina sidrenog bloka na suhom iznosi: $W = 102,25 \cdot (2,5 / (2,5 - 1,025)) = 173,3 \text{ kN}$

Odabrana 2 bloka dimenzija 0,52 x 2,0 x 2,0 i 1 blok dimenzija 0,84 x 2,0 x 2,0 m ukupne težine:

$W = 2 \cdot 52 + 84 = 188 \text{ kN}$

2.7.3.5. Rekapitulacija sila na sidreni sustav plovila po smjerovima

Suma sila iz smjera SW: Lebić (v = 34,7 m/s)

- Na sidrenu liniju s jugoistočne strane gata

$$F_{SW} = 374,91 \text{ kN}$$

- Na sidrenu liniju s sjeverozapadne strane gata

$$F_{SW} = 374,91 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera NE: Bura (v = 55,1 m/s)

- Na sidrenu liniju s jugoistočne strane gata

$$F_{NE} = 843,69 \text{ kN}$$

- Na sidrenu liniju s sjeverozapadne strane gata

$$F_{NE} = 843,69 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera NW: Tramontana (v = 38,2 m/s)

- Na sidrenu liniju s sjeverozapadne strane gata

$$F_{NW} = 308,49 \text{ kN}$$

Suma sila iz smjera SE: Jugo (v = 41,6 m/s)

- Na sidrenu liniju s jugoistočne strane gata

$$F_{SE} = 361,07 \text{ kN}$$

2.7.3.6. Dimenzioniranje sidrenog sustava plovila

• Privezna užad i lanci

Brodovi su povezani sa sustavom blokova preko priveznih užadi na kraju kojih se nalazi kraći lanac.

- Najnepovoljniji smjer vjetra je NE (Bura)

- Za brodove duljine 13,5 m

Bočna sila vjetra na brod duljine 13,5 m: $F_{13,5} = 127,83 \text{ kN}$

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 127,83 / (2 \cdot \cos 45^\circ) = 90,39 \text{ kN}$

Potrebno uže 30 mm $\rightarrow 90,39 / 214 = 0,42$

Potreban lanac 28 mm $\rightarrow 90,39 / 300 = 0,3$

• **Betonski blokovi**

- **Suma sila na sidrenu liniju sa jugoistočne strane gata**

- **Najnepovoljniji smjer vjetra je NE (Bura)**

$$F_{NE} = 843,69 \text{ kN}$$

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 843,69 / (2 \cdot \cos 45^\circ) = 596,58 \text{ kN}$

Potrebna uronjena težina sidrenog bloka iznosi: $W = 596,58 / 0,62 = 962,23 \text{ kN}$

Potrebna težina sidrenog bloka na suhom iznosi: $W = 962,23 \cdot (2,5 / (2,5 - 1,025)) = 1630,89 \text{ kN}$

Težina lanca 28 mm duljine 90 m iznosi: $90 \cdot 0,14 = 12,51 \text{ kN}$

Odabrano 20 blokova dimenzije 0,84 x 2,0 x 2,0 m ukupne težine sidrene linije:

$$W = 20 \cdot 84 + 12,51 = 1692,51 \text{ kN}$$

- **Suma sila na sidrenu liniju sa sjeverozapadne strane gata**

- **Najnepovoljniji smjer vjetra je NE (Bura)**

$$F_{NE} = 843,69 \text{ kN}$$

Maksimalna sila u lancu iznosi: $F = 843,69 / (2 \cdot \cos 45^\circ) = 596,58 \text{ kN}$

Potrebna uronjena težina sidrenog bloka iznosi: $W = 596,58 / 0,62 = 962,23 \text{ kN}$

Potrebna težina sidrenog bloka na suhom iznosi: $W = 962,23 \cdot (2,5 / (2,5 - 1,025)) = 1630,89 \text{ kN}$

Težina lanca 28 mm duljine 90 m iznosi: $90 \cdot 0,14 = 12,51 \text{ kN}$

Odabrano 20 blokova dimenzije 0,84 x 2,0 x 2,0 m ukupne težine sidrene linije:

$$W = 20 \cdot 84 + 12,51 = 1692,51 \text{ kN}$$

PROJEKTANT:

dr.sc. GORAN VEGO, dipl.ing.građ..

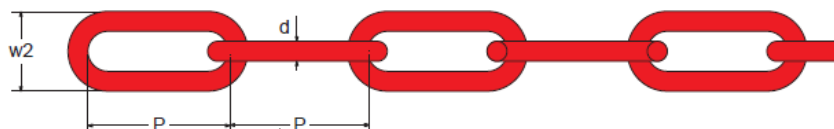
2.8. PRILOZI PRORAČUNA

LANAC

LANAC DIN 763



LANAC G30 DIN763



1. Prirodna boja
2. Elektro cinčano
3. Vruće cinčano
4. Inox AISI 304/AISI 316

Šifra	Dimenzija (d)		Unutamja dužina (P)		Vanjska širina (w2)		Radna nosivost KG	Ispitana sila N	Prekidna sila N	Težina kg/m
	MM	±MM	MM	±MM	MM	±MM				
18451	2.0	0.5	22	1.0	8	0.4	25	800	1250	0.06
18452	2.5		24	1.1	10	0.5	40	800	2000	0.10
18453	3		26	1.2	12	0.6	55	1050	3200	0.15
18454	3.5		28	1.3	14	0.7	80	1540	3850	0.20
18455	4		32	1.5	16	0.8	100	2000	6000	0.27
18456	4.5		34	1.7	18	0.9	128	2500	6300	0.35
18457	5		35	1.8	20	1.0	160	3150	10000	0.43
18458	5.5		38.5	1.8	22	1.1	195	3800	9500	0.52
18459	6		42	2.0	24	1.2	224	4500	14000	0.63
18460	7		49	2.5	28	1.4	300	6000	18000	0.86
18461	8		52	2.5	32	1.6	400	8000	25000	1.10
18462	8.5		56	2.8	34	1.7	460	9000	22500	1.25
18463	9		59	3.0	36	1.8	530	10500	32000	1.41
18464	10		65	3.2	40	2.0	630	12500	40000	1.75
18465	11		72	3.4	44	2.0	790	15800	47500	2.11
18466	12		78	3.6	48	2.3	940	18800	56500	2.55
18467	13		82	4.0	52	2.5	1000	21200	63000	2.95
18468	16	100	5.0	64	3.2	1600	33000	100000	4.45	
18469	18	113	5.2	70	3.2	2120	42300	127000	5.65	
18470	19	119	5.6	72	3.4	2370	47300	142000	6.25	
18471	20	120	6.0	75	3.8	2500	50000	160000	7.00	
18472	22	127	6.0	82	4.0	3170	63300	190000	8.55	
18473	25	140	6.6	85	4.2	4090	81700	245000	10.90	
18474	28	152	7.0	96	4.7	6000	120000	300000	13.9	
18475	32	171	7.8	108	5.2	8000	160000	400000	18.2	

PRIBOR

ŠKOPCI

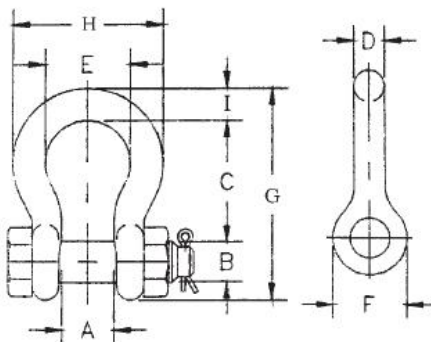


ŠKOPAC TRBUŠASTI SA MATICOM VISOKOOTPORN I G2130 S2130

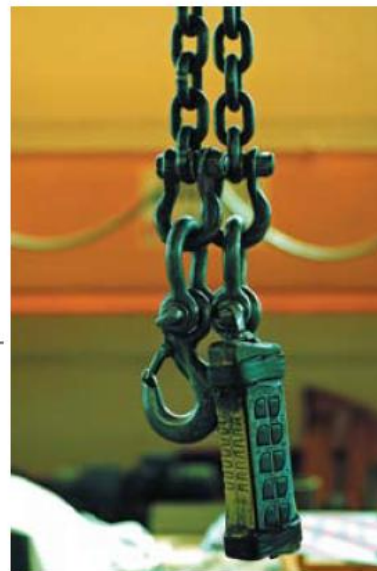


Oznaka utisnuta

FAKTOR SIGURNOSTI 6:1



Škopac visokootporni je proizveden prema
US Federal Specification RR-C-271
Tip IVA. Kvaliteta A. Klasa 3.
Vruće cinčan



Šifra	Veličina		Nosivost	Dimenzije (mm)								Težina kom.
	(in.)	(t)		A	B	C	D	E	F	G	H	
21201	3/16	1/3	9.65	6.35	22.4	4.85	15.2	14.2	37.2	24.9	4.85	0.03
21202	1/4	1/2	11.9	7.85	28.7	6.35	19.8	15.5	46.7	32.5	6.35	0.05
21203	5/16	3/4	13.5	9.65	31.0	7.85	21.3	19.1	53.0	37.3	7.85	0.10
21204	3/8	1	16.8	11.2	36.6	9.65	26.2	23.1	63.0	45.2	9.65	0.15
21205	7/16	1-1/2	19.1	12.7	42.9	11.2	29.5	26.9	74.0	51.5	11.2	0.22
21206	1/2	2	20.6	16.0	47.8	12.7	33.3	30.2	83.5	58.5	12.7	0.36
21207	5/8	3-1/4	26.9	19.1	60.5	16.0	42.9	38.1	106	74.5	17.5	0.76
21208	3/4	4-3/4	31.8	22.4	71.5	19.1	51.0	46.0	126	89.0	20.6	1.23
21209	7/8	6-1/2	36.6	25.4	84.0	22.4	58.0	53.0	148	102	24.6	1.79
21210	1	8-1/2	42.9	28.7	95.5	25.4	68.5	60.5	167	119	26.9	2.57
21211	1-1/8	9-1/2	46.0	31.8	108	28.7	74.0	68.5	190	131	31.8	3.75
21212	1-1/4	12	51.5	35.1	119	31.8	82.5	76.0	210	146	35.1	5.31
21213	1-3/8	13-1/2	57.0	38.1	133	35.1	92.0	84.0	233	162	38.1	7.18
21214	1-1/2	17	60.5	41.4	146	38.1	98.5	92.0	254	175	41.1	9.43
21215	1-3/4	25	73.0	51.0	178	44.5	127	106	313	225	57.0	15.4
21216	2	35	82.5	57.0	197	51.0	146	122	348	253	61.0	23.7
21216A	2-1/4	42.5	95	65	220	57	160	143	382	274	67	33.5
21217	2-1/2	55	105	70.0	267	66.5	184	145	453	327	79.5	44.61
21218	3	85	127	82.5	330	76.0	200	165	546	365	92.0	70
21219	3-1/2	120	133	95.5	372	92.0	229	203	626	419	105	120
21220	4	150	140	108	368	104	254	229	653	468	116	153

TECH SHEET



Polyester Double Braid

Polyester Double Braid provides an excellent combination of high strength, low stretch, excellent weathering and easy handling.

Of all the popular fibers polyester has the best weathering characteristics and the best wet abrasion resistance. Polyester Double Braid is identified with one external black marker.

Polyester Double Braid is delivered standard with an overlay marine finish and is available on special order with a spliceable polyurethane finish in clear or any of six colors.

Features & Benefits

- Low stretch
- High strength
- Soft hand
- Torque free
- Excellent wet strength
- Meets MIL-DTL-24677B

Applications

- Winch lines
- Utility pulling lines
- Towing lines
- Offshore anchor and lifting lines
- Arborist bull ropes
- Theatrical rigging lines

Type approved product



Nominal Diameter		Size (circ in.)	Approximate Weight		Minimum Tensile Strength	
Inch	MM		Lbs/100ft	Kg/100m	Lbs	kN
1/4	6	3/4	2.4	3.6	2,400	10.7
5/16	8	1	3.6	5.4	3,600	16.0
3/8	9	1-1/8	4.8	7.1	4,800	21.4
7/16	11	1-1/4	6.3	9.4	6,300	28.0
1/2	12	1-1/2	8.6	12.8	8,400	37.4
9/16	14	1-3/4	11.1	16.5	10,750	47.8

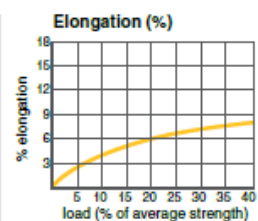
ABS and DNV Type Approved Sizes

5/8	16	2	13.1	19.5	12,300	54.7
3/4	18	2-1/4	18.8	28.0	17,400	77.4
7/8	22	2-3/4	25.6	38.1	24,000	106.8
1	24	3	33.5	49.9	31,200	138.8
1-1/8	28	3-1/2	42.4	63.1	39,500	175.7
1-1/4	30	3-3/4	52.3	77.8	48,100	214.0
1-5/16	32	4	57.8	86.0	53,100	236.2
1-1/2	36	4-1/2	75.4	112.2	64,300	286.0
1-5/8	40	5	88.2	131.3	77,800	346.1
1-3/4	44	5-1/2	103.0	153.3	89,200	396.8
2	48	6	134.0	199.4	110,000	489.3
2-1/8	52	6-1/2	151.0	224.7	124,000	551.6
2-1/4	56	7	169.0	251.5	141,000	627.2
2-1/2	60	7-1/2	209.0	311.0	170,000	756.2
2-5/8	64	8	231.0	343.8	186,000	827.4
2-3/4	68	8-1/2	265.0	394.4	206,000	916.3
3	72	9	301.0	447.9	237,000	1054.2
3-1/4	80	10	354.0	526.8	292,000	1298.9
3-5/8	88	11	440.0	654.8	348,000	1548.0
4	96	12	536.0	797.7	401,000	1783.7
4-1/4	104	13	605.0	900.4	454,000	2019.5

Tensile Strengths are determined in accordance with Cordage Institute 1500, Test Methods for Fiber Rope. Weights are calculated at linear density under standard preload (200d2) plus 4%. See reverse side for application and safety information.

Specific gravity	1.38*
Melting point	482°F (250°C)
Critical temp.	350°F (177°C)
Coefficient of friction	0.12-.15*
Elongation at break	30%-35%
Fiber water absorption	12-20%
UV resistance	excellent
Wet abrasion	excellent
Dry abrasion	excellent

* value based on data supplied by the fiber manufacturer for new, dry fiber



cortlandcompany.com



Investitor: **LUČKA UPRAVA SPLITSKO-DALMATINSKE ŽUPANIJE,**
Prilaz Braće Kaliterna 10,
21000 Split

Vrsta projekta: **GRAĐEVINSKI PROJEKT**

Razina projekta: **IZVEDBENI PROJEKT**

Naziv projekta: **PRORAČUN SIDRENOG SUSTAVA PONTONA I PLOVILA U LUCI
MAKARSKA**

Broj projekta: **1394/25**

3. PROCJENA TROŠKOVA GRAĐENJA

Datum: **Split, prosinac 2025. god.**

3. PROCJENA TROŠKOVA GRAĐENJA

Procijenjeni troškovi građenja pomorskih građevina koje su predmet ove projektne dokumentacije iznose:

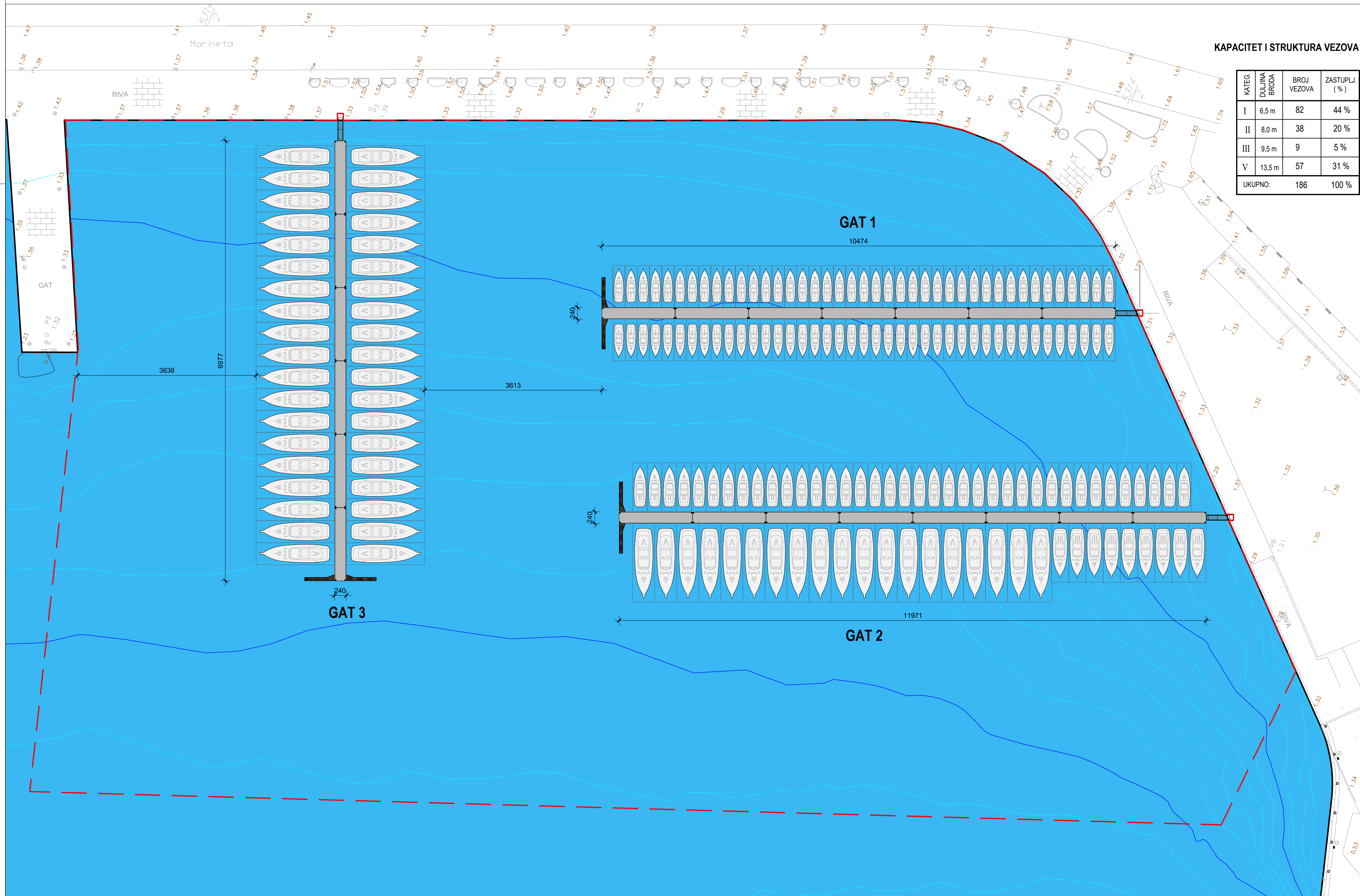
950,000.00 EUR

Cijena je iskazana bez PDV-a.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
dr.sc. Goran Vego
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva


G 4124

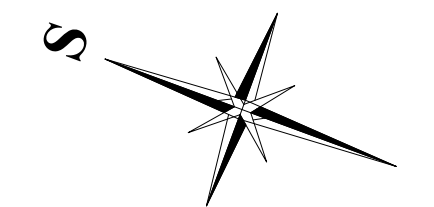
II. -2. GRAFIČKI DIO MAPE



KAPACITET I STRUKTURA VEZOVA

KATEG.	DUŽINA BRODA	BROJ VEZOVA	ZASTUPLJ. (%)
I	6,5 m	82	44 %
II	8,0 m	38	20 %
III	9,5 m	9	5 %
V	13,5 m	57	31 %
UKUPNO:		186	100 %

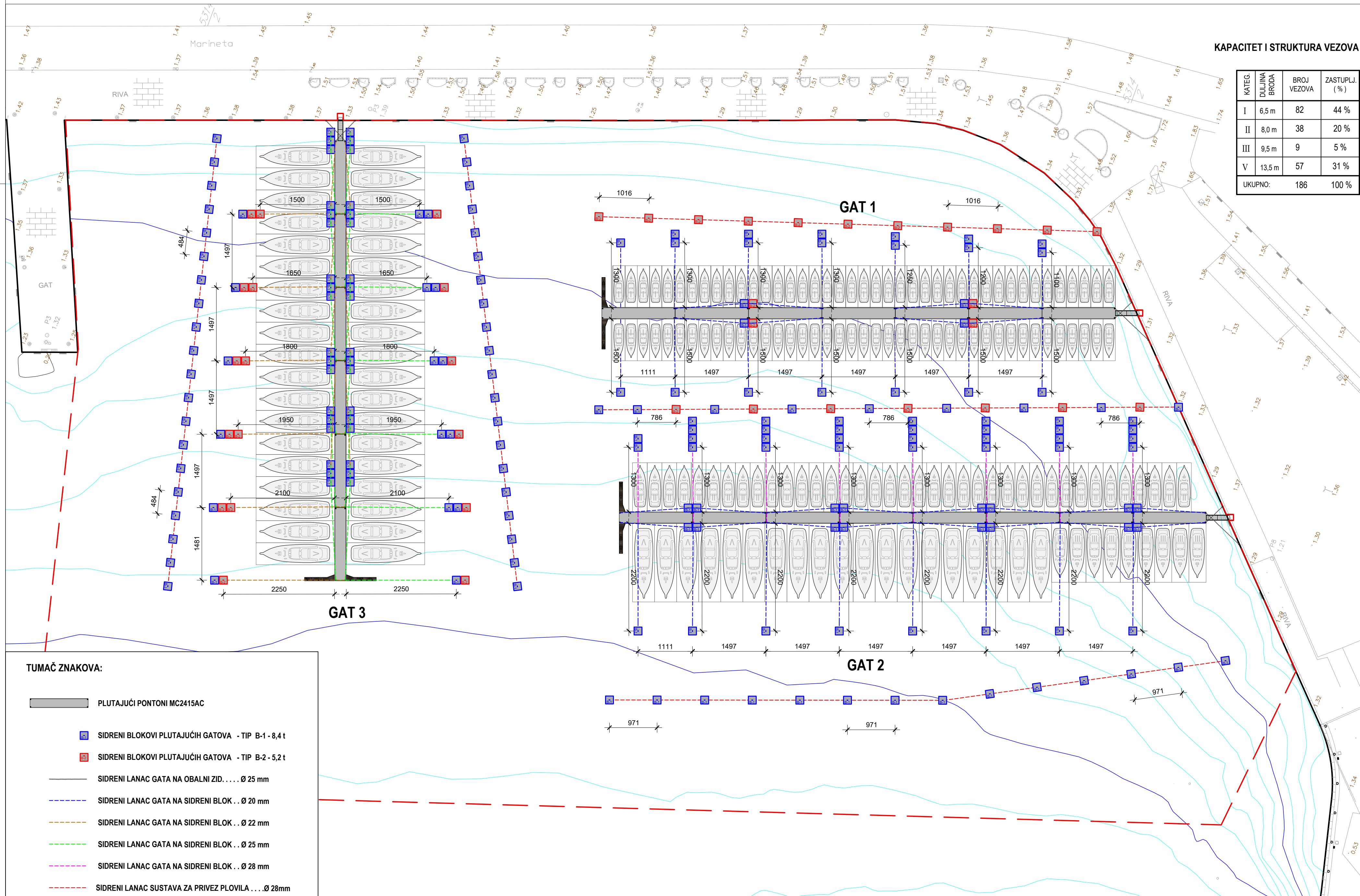
SITUACIJSKO RJEŠENJE
MJ. 1:500



LEGENDA:

	GRANICA OBUHVATA
	PONTONSKI ELEMENT

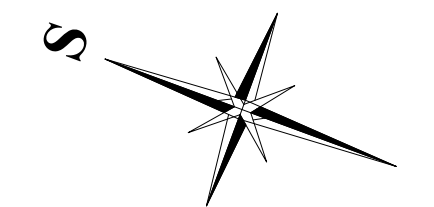
OBALA d.o.o. SPLIT	Broj projekta: 1394/25	Strukovna odrednica: GRADEVINSKI PROJEKT
		Razina projekta: IZVEDBENI PROJEKT
Investitor:	LUČKA UPRAVA SPLITSKO - DALMATINSKE ŽUPANIJE Prilaz Braće Kaliterna 10, 21000 Split	
Naziv i lokacija zahvata:	POSTAVLJANJE PLUTAJUĆIH GATOVA U AKVATORIJU LUKE MAKARSKA	
Sadržaj:	SITUACIJSKO RJEŠENJE	
Projektant:	dr.sc. GORAN VEGO, dipl. ing. grad. Hrvatska Komora Inženjera Građevinarstva dipl. ing. grad. Orijentalni inženjer građevinarstva G 4124	
Suradnici:	JOSIP ZEKAN, mag. ing. aedif	Datum: prosinac 2025.
		Mjerilo: 1:500
		List br. 1



KAPACITET I STRUKTURA VEZOVA

KATEG.	DULJINA BRODA	BROJ VEZOVA	ZASTUPLJ. (%)
I	6,5 m	82	44 %
II	8,0 m	38	20 %
III	9,5 m	9	5 %
V	13,5 m	57	31 %
UKUPNO:		186	100 %

**SITUACIJSKO RJEŠENJE SUSTAVA
SIDRENJA PLOVILA I PONTONA**
MJ. 1:500



TUMAČ ZNAKOVA:

	PLUTAJUĆI PONTONI MC2415AC
	SIDRENI BLOKOVI PLUTAJUĆIH GATOVA - TIP B-1 - 8,4 t
	SIDRENI BLOKOVI PLUTAJUĆIH GATOVA - TIP B-2 - 5,2 t
	SIDRENI LANAC GATA NA OBALNI ZID Ø 25 mm
	SIDRENI LANAC GATA NA SIDRENI BLOK . . Ø 20 mm
	SIDRENI LANAC GATA NA SIDRENI BLOK . . Ø 22 mm
	SIDRENI LANAC GATA NA SIDRENI BLOK . . Ø 25 mm
	SIDRENI LANAC GATA NA SIDRENI BLOK . . Ø 28 mm
	SIDRENI LANAC SUSTAVA ZA PRIVEZ PLOVILA . . . Ø 28mm

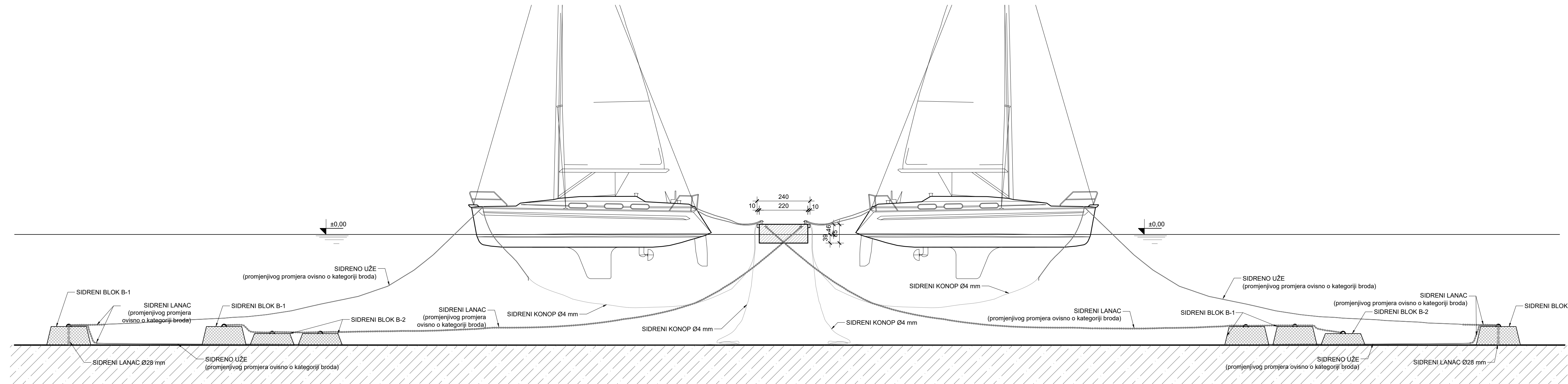
OBALA d.o.o. SPLIT		Broj projekta: 1394/25		Strukovna odrednica: GRADEVINSKI PROJEKT	
				Razina projekta: IZVEDBENI PROJEKT	
				Z.O.P.: I	
Investitor:	LUČKA UPRAVA SPLITSKO - DALMATINSKE ŽUPANIJE Prilaz Braće Kaliterna 10, 21000 Split				
Naziv i lokacija zahvata:	POSTAVLJANJE PLUTAJUĆIH GATOVA U AKVATORIJU LUKE MAKARSKA				
Sadržaj:	SITUACIJSKO RJEŠENJE SIDRENOG SUSTAVA PONTONA I PLOVILA				
Projektant:	dr.sc. GORAN VEGO, dipl. ing. građ.		 dr.sc. Goran Vego dipl. ing. građ. Ovlašteni inženjer građevinarstva G 4124		
Suradnici:	JOSIP ZEKAN, mag. ing. aedif		Datum:		prosinac 2025.
			Mjerilo:		1:500
			List br.:		2

NAPOMENE:

1. SVE DIMENZIJE SU U CENTIMETRIMA,
2. STROGO SE MORA POŠTIVATI PROPISANI ZAŠTITNI SLOJ, OSIM AKO NIJE DRUGAČIJE KOTIRANO,
3. SVE DIMENZIJE I KOLIČINE ISKAZANE OVIM NACRTOM POTREBNO JE PROVJERITI NA TERENU, TE PO POTREBI KORIGIRATI PRIJE IZVEDBE, UZ PRETHODNO ODOBRENJE PROJEKTANTA,
4. NIJEDNA DIMENZUJA NE SMIJE BITI ODMJERENA S OVOG NACRTA,
5. ZBOG PREGLEDNOSTI NEKE POZICIJE NISU PRIKAZANE U SVIM PRESJECIMA/TLOCRTIMA.

KARAKTERISTIČNI PRESJEK

MJ. 1: 100

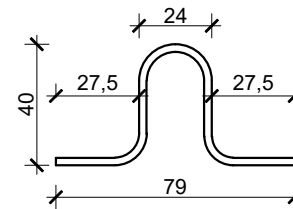
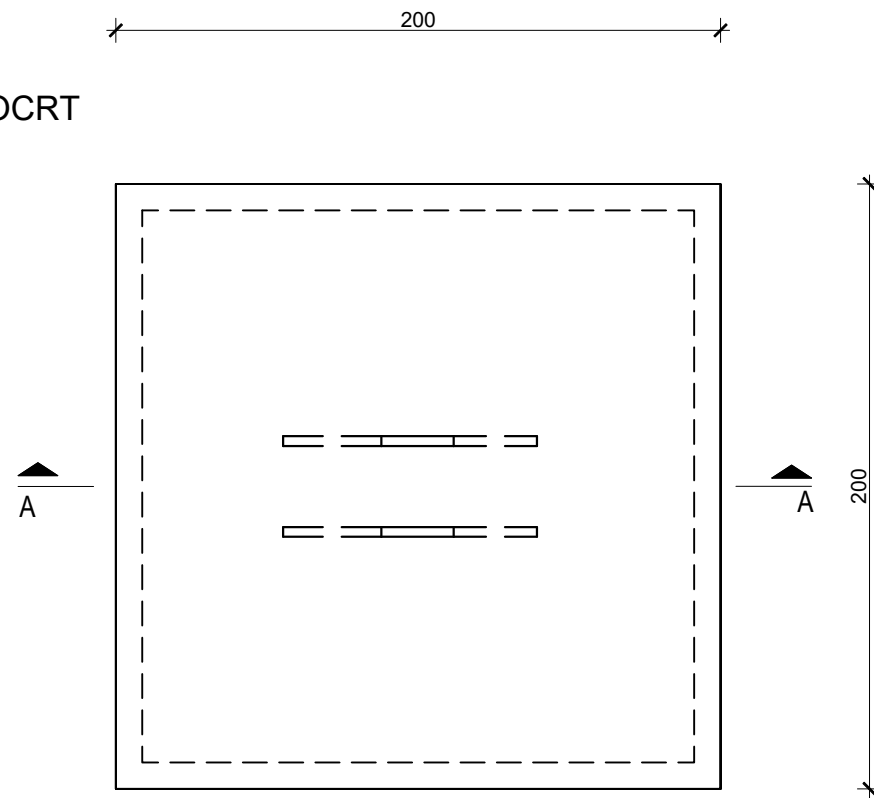


OBALA d.o.o. SPLIT	Broj projekta: 1394/25	Strukovna odrednica: GRAĐEVINSKI PROJEKT
	Razina projekta: IZVEDBENI PROJEKT	
Investitor:	LUČKA UPRAVA SPLITSKO-DALMATINSKE ŽUPANIJE, Prilaz Braće Kaliterna 10, 21000 Split	
Naziv i lokacija zahvata:	PRORAČUN SIDRENOG SUSTAVA PONTONA I PLOVILA U LUCI MAKARSKA	
Sadržaj:	KARAKTERISTIČNI PRESJEK	
Projektant:	dr.sc. GORAN VEGO dipl.ing.grad.	HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA dr.sc. Goran Vego dipl.ing.grad. Ovlašteni inženjer građevinarstva
Suradnici:	JOSIP ZEKAN, mag.ing.aedif.	Datum: prosinac 2025.
		Mjerilo: 1 : 100
		List br. 3.

SIDRENI BLOK TIP B-1 ; C35/45, B500, kom. 194

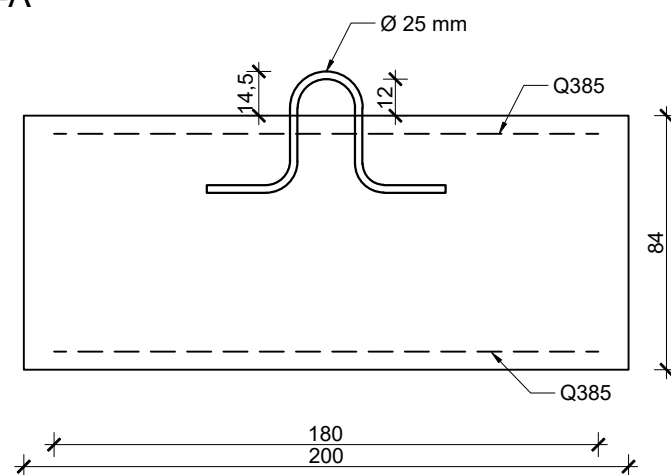
ZAŠTITNI SLOJ ARMATURE $C_{MIN} = 5,5 \text{ cm}$

TLOCRT



KUKE ZA KAČENJE (UŠKA) Ø25 MM;
 ČELIK ZA ARMIRANJE B500B
 $l = 1.375 \text{ m} \times 388 \times 3.951 = 2107.85 \text{ kg}$

PRESJEK A-A



ARMATURNNA MREŽA:
 TIP Q385 : Ø 7 mm,
 OKO 10x10 cm, 6,10 kg/m²
 A=B=1,8 m

$388 \text{ kom} \times (1.8 \times 1.8 \times 6.10) = 7668.432 \text{ kg}$


SIDRENI BLOK B-1:
 $V = 3,36 \text{ m}^3 / \text{kom}$
 $G = 84,00 \text{ kN} / \text{kom}$
 194 kom

NAPOMENE:

1. SVE DIMENZIJE SU U CENTIMETRIMA,
2. STROGO SE MORA POŠTIVATI PROPISANI ZAŠTITNI SLOJ, OSIM AKO NIJE DRUGAČIJE KOTIRANO,
3. SVE DIMENZIJE I KOLIČINE ISKAZANE OVIM NACRTOM POTREBNO JE PROVJERITI NA TERENU, TE PO POTREBI KORIGIRATI PRIJE IZVEDBE, UZ PRETHODNO ODOBRENJE PROJEKTANTA,
4. NIJEDNA DIMENZIJA NE SMIJE BITI ODMJERENA S OVOG NACRTA,
5. ZBOG PREGLEDNOSTI NEKE POZICIJE NISU PRIKAZANE U SVIM PRESJECIMA/TLOCRTIMA.

DETALJ SIDRENOG BLOKA B1

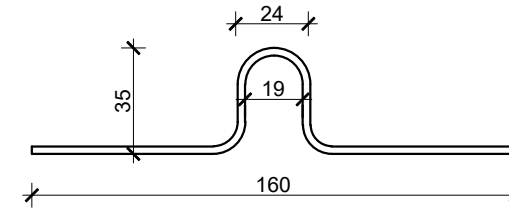
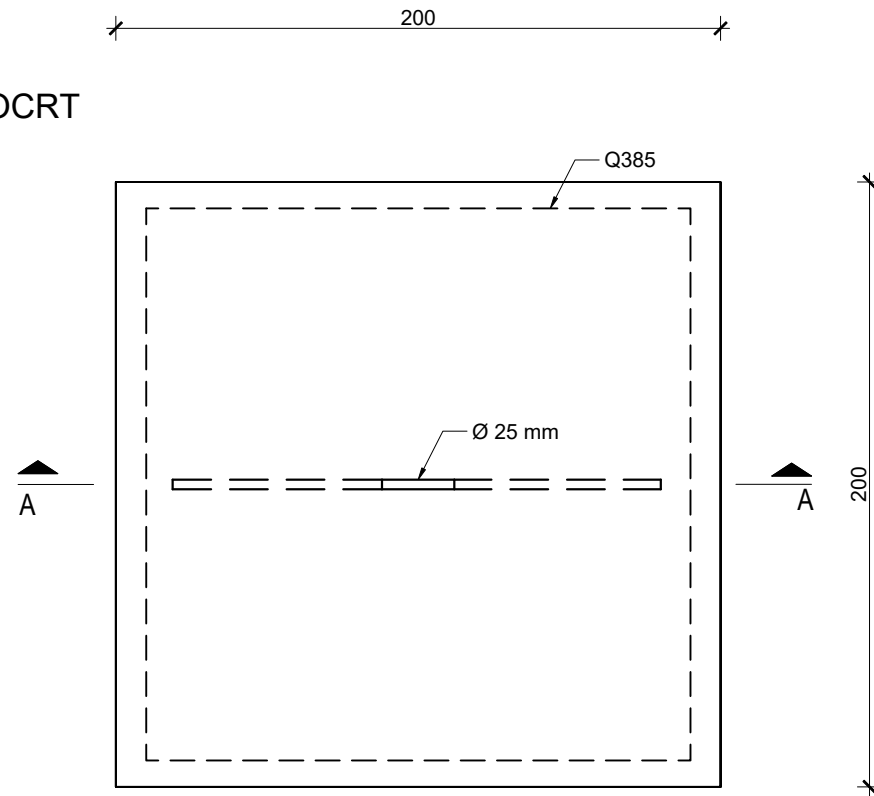
MJ. 1: 25

OBALA d.o.o. SPLIT	Broj projekta: 1394/25	Strukovna odrednica: GRADEVINSKI PROJEKT
		Razina projekta: IZVEDBENI PROJEKT
Investitor:	LUČKA UPRAVA SPLITSKO-DALMATINSKE ŽUPANIJE, Prilaz Braće Kaliterna 10, 21000 Split	
Naziv i lokacija zahvata:	PRORAČUN SIDRENOG SUSTAVA PONTONA I PLOVILA U LUCI MAKARSKA	
Sadržaj:	DETALJ SIDRENOG BLOKA B1	
Projektant:	dr.sc. GORAN VEGO dipl.ing.grad,  HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRADEVINARSTVA dipl. ing. građ. Ovlašteni inženjer građevinarstva G 4124	
Suradnici:	JOSIP ZEKAN, mag.ing.aedif.	Datum: prosinac 2025.
		Mjerilo: 1 : 25
		List br. 4.

SIDRENI BLOK B-2; C35/45, B500, kom. 39

ZAŠTITNI SLOJ ARMATURE $C_{MIN} = 5,5 \text{ cm}$

TLOCRT

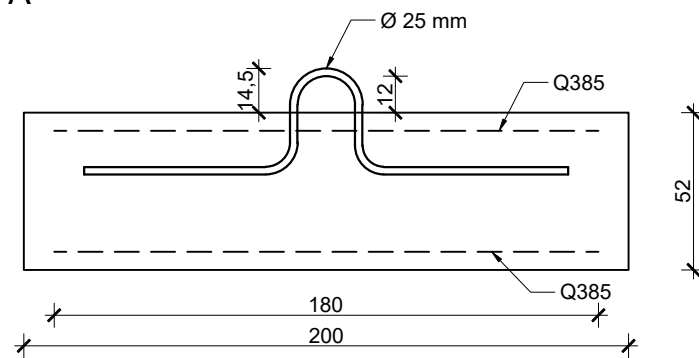


KUKE ZA KAČENJE (UŠKA) Ø25 MM;
 ČELIK ZA ARMIRANJE B500B
 $l = 2 \text{ m} \times 39 \times 3.951 = 308.178 \text{ kg}$

DETALJ SIDRENOG BLOKA B2

MJ. 1: 25

PRESJEK A-A




ARMATurna MREŽA:
 TIP Q385 : Ø 7 mm,
 OKO 10x10 cm, 6,10 kg/m²
 A=B=1,8 m

$78 \text{ kom} \times (1.8 \times 1.8 \times 6.10) = 1541.592 \text{ kg}$

SIDRENI BLOK B-2:
 $V = 2,08 \text{ m}^3 / \text{kom}$
 $G = 52,00 \text{ kN} / \text{kom}$
 39 kom

NAPOMENE:

1. SVE DIMENZIJE SU U CENTIMETRIMA,
2. STROGO SE MORA POŠTIVATI PROPISANI ZAŠTITNI SLOJ, OSIM AKO NIJE DRUGAČIJE KOTIRANO,
3. SVE DIMENZIJE I KOLIČINE ISKAZANE OVIM NACRTOM POTREBNO JE PROVJERITI NA TERENU, TE PO POTREBI KORIGIRATI PRIJE IZVEDBE, UZ PRETHODNO ODOBRENJE PROJEKTANTA,
4. NIJEDNA DIMENZIJA NE SMIJE BITI ODMJERENA S OVOG NACRTA,
5. ZBOG PREGLEDNOSTI NEKE POZICIJE NISU PRIKAZANE U SVIM PRESJECIMA/TLOCRTIMA.

OBALA d.o.o. SPLIT	Broj projekta:	1394/25	Strukovna odrednica:	GRAĐEVINSKI PROJEKT
			Razina projekta:	IZVEDBENI PROJEKT
Investitor:	LUČKA UPRAVA SPLITSKO-DALMATINSKE ŽUPANIJE, Prilaz Braće Kaliterna 10, 21000 Split			
Naziv i lokacija zahvata:	PRORAČUN SIDRENOG SUSTAVA PONTONA I PLOVILA U LUCI MAKARSKA			
Sadržaj:	DETALJ SIDRENOG BLOKA B2			
Projektant:	dr.sc. GORAN VEGO dipl.ing.grad,  HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA dipl. ing. građ. Ovlašteni inženjer građevinarstva G 4124			
Suradnici:	JOSIP ZEKAN, mag.ing.aedif.	Datum:	prosinac 2025.	
		Mjerilo:	1 : 25	
		List br.	5.	