

# Uređenje plaže Lozica u Rogoznici

---

Muslim, Jure

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:818620>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-01**



*Repository / Repozitorij:*

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

# **ZAVRŠNI RAD**

**Jure Muslim**

**Split, 2023.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

## **Uređenje plaže Lozica u Rogoznici**

**Završni rad**

**Split, 2023.**

# Uređenje plaže Lozica u Rogoznici

## **Sažetak:**

Zadatak ovog završnog rada je analiza prethodnog stanja obale na sjeverozapadnom djelu općine Rogoznice, odnosno plaže Lozica uz prijedlog rješenja uređenja.

Dostupni podaci o vjetru koriste se za izradu prognoze valova u dubokom moru, a zatim se vrši analiza transformacija mjerodavnih valova pri dolasku na obalu predmetne lokacije. Na osnovu ponašanja valova na lokaciji, kao i postojećeg stanja batimetrije oblikuje se lice plaže uz dodatna nasipanja žala, te predlažu konstrukcije za očuvanje stabilnosti istog.

## **Ključne riječi:**

Rogoznica, Lozica, vjetar, obala, plaža, uređenje, održivost

## **Abstract:**

This study aims to assess the previous state of the north-western coast of Rogoznica municipality, specifically focusing on Lozica beach. Utilizing available wind data, a forecast for deep-sea wave patterns was made, followed by an analysis of wave transformations upon reaching the coastal area. Considering observed wave behavior and existing bathymetry, beach modifications and construction measures to ensure beach stability are proposed.

## **Keywords:**

Rogoznica, Lozica, wind, coast, beach, scaping, sustainability

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Jure Muslim

MATIČNI BROJ (JMBAG): 0083227589

KATEDRA: **Katedra za privrednu hidrotehniku**

PREDMET: Pomorske građevine

**ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

Tema: Uređenje plaže Lozica u Rogoznici


Opis zadatka: Na području plaže Lozica, odnosno sjeverozapadnog dijela obale općine Rogoznica potrebno je analizirati prethodno stanje i rješenje uređenja obale.

Rad treba minimalno sadržavati:

- Obradu podataka o vjetru s relevantne mjerne postaje.
- Prikaz relevantnih valova i njihovih karakteristika na analiziranom području.
- Tumačenje valnih transformacija na predmetnoj lokaciji.
- Analizu rješenja uređenja i stabilizacije obale.
- Iskaz količina radova i materijala.
- Tekstualni i grafički dio s tehničkim rješenjem plaže Lozica.

U Splitu, 16.03.2023.

Voditelj Završnog rada:

  
Izv.prof.dr.sc. Veljko Srzić

Komentor Završnog rada:

  
Doc.dr.sc. Morena Galešić Divić

## SADRŽAJ

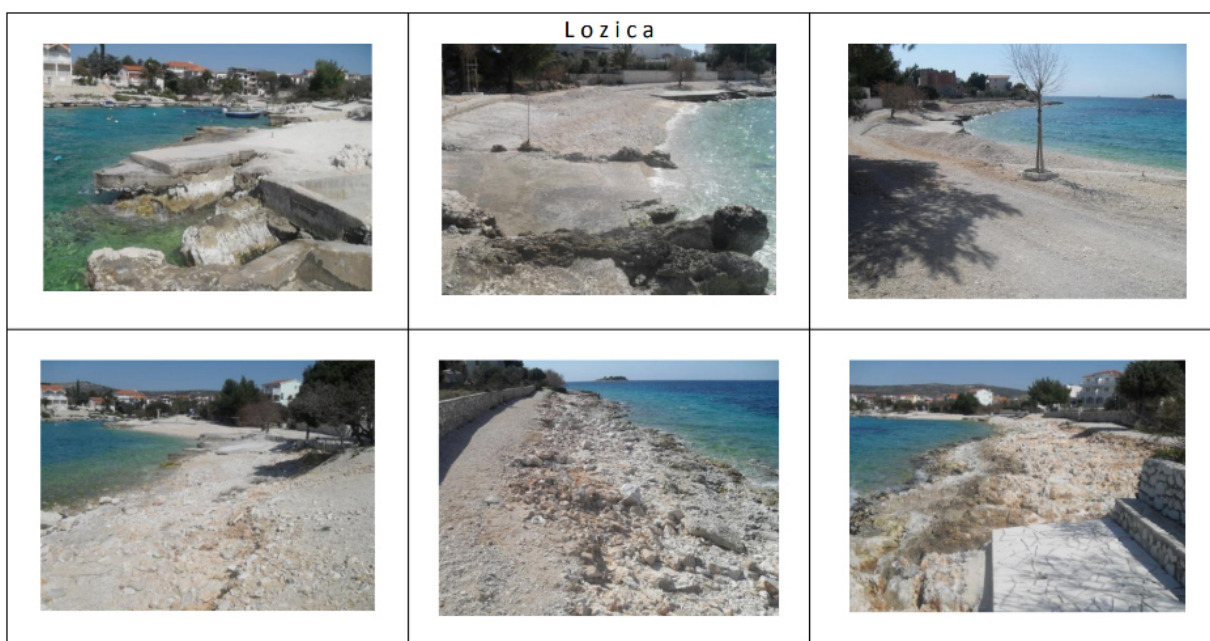
1. <a href="#">UVOD</a> .....	7
2. <a href="#">OPIS LOKACIJE</a> .....	8
3. <a href="#">PODLOGE O VJETRU</a> .....	
3.1. <a href="#">Definicija meteorološke postaje</a> .....	9
3.2. <a href="#">Podaci o vjetru</a> .....	10
3.3. <a href="#">Prosječna godišnja i sezonska vjetrovna klima</a> .....	12
4. <a href="#">DUGOROČNA PROGNOZA POVRŠINSKIH VALOVA PROŠIRENOG AKVATORIJA UVALE LOZICA</a> .....	21
4.1. <a href="#">Privjetrišta</a> .....	21
4.2. <a href="#">Formiranje uzorka vjetra i valova za dugoročne valne prognoze</a> .....	28
4.3. <a href="#">Proračun značajnih valnih visina za duga povratna razdoblja</a> .....	31
5. <a href="#">DEFORMACIJE VALA NA PODRUČJU INTERESANTNOG AKVATORIJA</a> .....	35
5.1. <a href="#">Refrakcija</a> .....	36
5.2. <a href="#">Uplićavanje</a> .....	43
5.3. <a href="#">Visine mjerodavnih transformiranih valova i utjecaj loma vala</a> .....	44
5.4. <a href="#">Lom vala</a> .....	45
6. <a href="#">IDEJNO RJEŠENJE UREĐENJA PLAŽE LOZICA</a> .....	47
6.1. <a href="#">Formiranje konačnog oblika, lica plaže, održavanje i prihranjivanje</a> .....	48
6.2. <a href="#">Procjena količine materijala</a> .....	48
6.3. <a href="#">Završno uređenje plaže</a> .....	49
7. <a href="#">ZAKLJUČAK</a> .....	50
8. <a href="#">PRILOZI</a> .....	50
9. <a href="#">LITERATURA</a> .....	54

## 1. UVOD

Zadatak ovoga završnoga rada jest uređenje plaže Lozica.

Za dimenzioniranje i određivanja oblika plaže najvažniji su nam podaci o djelovanju valova na obalnu crtu, odnosno provodi se analiza djelovanja valova nakon provedene prognoze istih na osnovu dostupnih podataka o vjetru, te postojeće geometrije obale.

Na osnovu podataka djelovanja valova na obalnu crtu oblikuje se lice plaže te prognoziramo sve procese koji se pojavljuju na žalu. Budući da su plaže stvorene na umjetni način, potrebno je odrediti vrijeme nastajanja lijepo oblikovanog žala (oblutaka), te odrediti kako dodavati novi materijal da bi izgled plaže ostao nepromijenjen. Također se postavljaju građevine koje će spriječiti da more odnosi žalo u dubine. Brušenje žala da bi se dobili oblutci je dugotrajan proces, te se zato mora za formiranje plaže u konačnom obliku detaljno razraditi način i faze izgradnje da bi lomljeni kamen oštih rubova došao u oblik oblutka.



Slika 1. Plaža Lozica 2004. godine

U elaboratu o valovima dane su dugoročne valne prognoze za dubokomorske valove ispred uvale. Određivanje mjerodavnih valova za projektiranje se najkvalitetnije može napraviti na temelju mjerenja visina valova. Taj postupak je proveden na podacima o vjetru iz DHMZ za područje Šibenika u razdoblju od 1982 do 2012 godine. Mjerodavne visine valova za dominantne smjerove određene su proračunom deformacija značajnih dubokomorskih valova.

Od velike važnosti su nam točna geodetska izmjera obale i morskog dna, te je izrađena Posebna geodetska podloga na kojoj se i projektira uređenje ove plaže.

## 2. OPIS LOKACIJE

Uvala Lozica nalazi se na sjeverozapadnom djelu općine Rogoznica.

Općina Rogoznica nalazi se u Šibensko-Kninskoj županiji, na pola puta između Splita i Šibenika. Prostornim planom Šibensko-kninske županije obalno područje se štiti kao kulturno dobro nacionalne i županijske razine. U poglavlju zaštite prirodne baštine propisuje se da se osobita skrb i zaštita treba posvetiti obali, moru i podmorju, te zabranjuje odlaganje bilo kakovog materijala u more, te nekontrolirano nasipavanje i zatrpavanje obale. Predmetno područje je važećom prostorno – planskom dokumentacijom Općine Rogoznica svrstano u građevinsko područje naselja, odnosno u zonu ugostiteljsko – turističke namjene u naselju.



Slika 2. Općina Rogoznica



### 3. PODLOGE O VJETRU

#### 3.1. Definicija meteorološke postaje

Korišteni su podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda Republike Hrvatske o vjetrovnoj klimi za razdoblje 1982-2012., sa meteorološke postaje Šibenik.

Meteorološka postaja Šibenik geografskih koordinata:  $\varphi = 43^{\circ} 43' 41''$  N,  $\lambda = 015^{\circ} 54' 23''$  E, smještena je jugoistočnom dijelu grada na nadmorskoj visini od  $h = 77$  m. Anemometar je postavljen 10 metara visine iznad tla.



Slika 3. Glavna meteorološka postaja Šibenik














### 3.2. Podaci o vjetru

Brzina i smjer vjetra za postaju Šibenik analizirani su za razdoblje 1982.–2012. U tablicama kontigencije (tablice kontigencije apsolutnih i relativnih čestina i ruže vjetrova; tablice 2,3,4,5 i 6; slike ,4,5,6,7 i 8) dane su brzine u razredima koji odgovaraju stupnjevima Bf za godinu te pripadajuća godišnja ruža vjetrova. Isti set podataka je prikazan posebno za zimu, proljeće, ljeto i jesen.

Korištene su srednje satne brzine vjetra s pripadajućim prevladavajućim smjerom, a koje su računalno generirane za razdoblje od 1982.-2012. godine.

Jačina vjetra procjenjuje se vizualno prema učincima vjetra na predmete u prirodi u tri klimatološka termina (7, 14 i 21 h) i izražava se u stupnjevima Beaufortove ljestvice. Ta ljestvica sadrži 0 – 12 stupnjeva, kojima su pridružene odgovarajuće srednje brzine vjetra (tablica 1.).

Tablica 1. Beaufortova ljestvica za vjetar

bofora	naziv vjetra	učinak vjetra na kopnu	učinak vjetra na moru	slika	brzina vjetra
0	tišina	Dim se diže vertikalno u vis, zastave i lišće su nepomični	površina vode kao ogledalo		do 0.3 m/s do 1 km/h
1	lahor	vjetrulja se ne pokreće, može mu se razaznati smjer prema dimu koji se podiže	mrežkanje vode		0.4 - 1.5 m/s 1 - 5 km/h
2	povjetarac	vjetrulja se pokreće, lišće treperi, svilena zastava leprša	mali valići, kreste valića su još prozirne i ne lome se		1.6 - 3.3 m/s 6 - 11 km/h
3	slab vjetar	lišće zajedno s grančicama se neprekidno njiše i šušti, zastava leprša	veći valići, kreste valića se počinju lomiti		3.4 - 5.4 m/s 12 - 19 km/h
4	umjeren vjetar	diže prašinu, suho lišće i papir s tla; zastavu drži ispruženu, njiše manje grane	mali valovi, bijele krijeste na vrhovima valova		5.5 - 7.9 m/s 20 - 28 km/h
5	umjereno jak vjetar	njiše veće lisnate grane a i čitava mala stabla	umjereni valovi, puno bijelih krijesti na vrhovima valova		8.0-10.7 m/s 29 - 38 km/h
6	jak vjetar	svijaju se velike grane, teško je nositi otvoren kišobran, telefonske žice zvižde	veliki valovi se formiraju, bijele krijeste su posvuda		10.8- 13.8m/s 39 - 49 km/h
7	vrlo jak vjetar	njiše se neprekidno veće lisnato drveće, hodanje protiv vjetra je otežano	vjetar počinje otpuhivati pjenu sa valova niz vjetar		13.9- 17.1m/s 50 - 61 km/h
8	olujni vjetar	njiše čitava stabla i lomi velike grane; sprečava svako hodanje protiv vjetra.	umjereno visoki valovi velike dužine, krijeste valova se lome kružno, vjetar nosi pjenu		17.2- 20.7m/s 62 - 74 km/h
9	oluja	pomiče manje predmete i baca crijep, čini manje štete na kućama i drugim objektima	visoki valovi, guste pruge pjene niz vjetar, smanjena vidljivost		20.8- 24.4m/s 75 - 88 km/h
10	jaka oluja	obara drveće i čupa ga s korijenjem; čini znatne štete na zgradama	vrlo visoki valovi sa velikim visećim krijestama, skoro cijela površina je bijela		24.5- 28.4m/s 88-102 km/h
11	teška oluja	čini teške štete, na većem području djeluje razorno	ekstremno visoki valovi, sva površina bijela od pjene, vidljivost jako smanjena		28.5- 32.6m/s 103- 117km/h
12	orkan	opustoši čitav jedan kraj	zrak je ispunjen sa kapljicama vode i pjenom, cijela površina bijena, jako mala vidljivost		32.7- 36.9m/s 118- 133km/h

### 3.3. Prosječna godišnja i sezonska vjetrovna klima

Na području Šibenika i prošireno, a samim time i Rogoznice, najčešći smjerovi vjetra prema pribavljenim podacima su: NNE s 18 % i N s 10,4 % slučajeva od ukupnog broja podataka. Dominantan je utjecaj bure. Bura je suh, hladan i mahovit sjeveroistočni vjetar povezan s prodorom hladnog zraka, puše povremeno u sjevernom djelu istočne obale Jadranskog mora a i u nekim drugim krajevima zemlje. Bura puše s kopna prema moru, te je vrlo značajna prirodna pojava koja utječe na život ljudi, organizama i vegetacije. Uglavnom puše velikom snagom, katkada i orkanski, pogotovo gdje se gorje proteže uz obalu. Bura za uvalu Lozica nema značajnog utjecaja s aspekta valovanja jer nema adekvatno privjetrište za stvaranje samog vala te samim tim nema mjerodavni utjecaj na dimenzioniranje obale.

Značajni utjecaj dolazi od lebića (SW) koji se javlja u 2,6% slučajeva te SSW smjer s 4,6% slučajeva na godišnjoj razini. To je vjetar koji nastaje kad ciklonska oblast prelazi Zapadnom Europom prema Genovskom zaljevu. Dominantno je iz SW smjera ali zahvaća i SSW smjer, te stvara velike valove i zamućuje more. Naročito je snažan u hladnije doba godine. Ovaj vjetar je važan za uvalu Lozica, iako se ne pojavljuje često, zbog izraženog privjetrišta koje za određene pravce djelovanja doseže brzine i preko 180 km/h.

Maestral je sjeverozapadni vjetar koji u toplim danima puše s mora na kopno. Na Šibenskom području on se pojavljuje tek u 1,4% slučajeva, te se javlja samo ljeti i puše isključivo uz obalu i rijetko dopire dalje od 20 milja u unutrašnjost. Strogo je prizemni vjetar, što znači da se ne uzdiže više od 300 metara. Maestral se počinje dizati oko 10 sati te oko 14 postiže svoj maksimum i završava oko 18 sati. Ovaj vjetar prati lijepo vrijeme i ublažava ljetnu sparinu te ga zato priželjkujemo kao osvježanje. Normalno puše kao slab vjetar ( do 4 Bf).

Maestral na našoj obali uglavnom puše iz NW smjera i mijenja svoj smjer udesno odnosno prati sunce i prate ga kumulusi lijepog vremena.

Najučestaliji vjetrovi na ovom prostoru su N i NNE te su zastupljeni kroz sva godišnja doba. Učestalost smjera N (tramontana) zimi iznosi 12,4% dok se ljeti pojavljuje u 9,9% slučajeva, a za smjer NNE zimi 23,8% te ljeti 14,1%.

Tišine, situacije bez vjetra, na godišnjoj razini su na nekih 15% , a po godišnjim dobima su najčešće ljeti (19,7%) i u proljeće (16,3%) a najrjeđe zimi (11,7%) .

Umjeren vjetar (5,5-10,7 m/s, odnosno 4 i 5 Bf) javlja se na Šibenskom području u 22,6% slučajeva godišnje. Umjereni vjetar najčešće se javlja zimi (27,2%) , u proljeće i jesen nešto rjeđe (19%) dok je ljeti najmanje (17%). Uglavnom puše iz NE, NNE, SE I ESE smjera.

Jak vjetar (>10,7 m/s , odnosno 6 i 7 Bf) javlja se u 4,1% slučajeva. Zimi njegova učestalost iznosi 9,2%, u jesen 3,4%, u proljeće 4% te ljeti neznatnih 1,3%. Jak vjetar uglavnom puše iz NNE smjera.

Olujni vjetar ( $>17,1$  m/s, odnosno  $>7$  Bf) u promatranom 30-godišnjem razdoblju na Šibenskom području zabilježen je samo u 0,12% slučajeva godišnje i to zimi 0,29% , proljeće 0,15% , jesen 0,07% a najmanje ljeti 0,001% . Olujni vjetar puše iz NNE, N ili ESE smjera.

**Opisana statistika se odnosi na srednje satne, a ne na trenutne brzine vjetra.**

Mjesečne i godišnje razdiobe brzine vjetra u ovisnosti o smjeru vjetra za postaju Šibenik (**slika 4**) za godinu i pojedina godišnja doba prikazane su grafički na ruži vjetrova (slike 4,5,6,7 i 8) , a numeričke vrijednosti se nalaze u tablicama kontigencije (**tablice 2,3,4,5 i 6**) . Brzine su izražene u razredima brzina koje odgovaraju stupnjevima Bf.

Tablica 2. Vjerojatnost istovremenog pojavljivanja različitih smjerova vjetra (relativne i apsolutne čestine) po klasama jačine (Bf) i brzine (m/s) vjetra za Šibenik, za godinu u periodu od 1982 do 2012 godine.

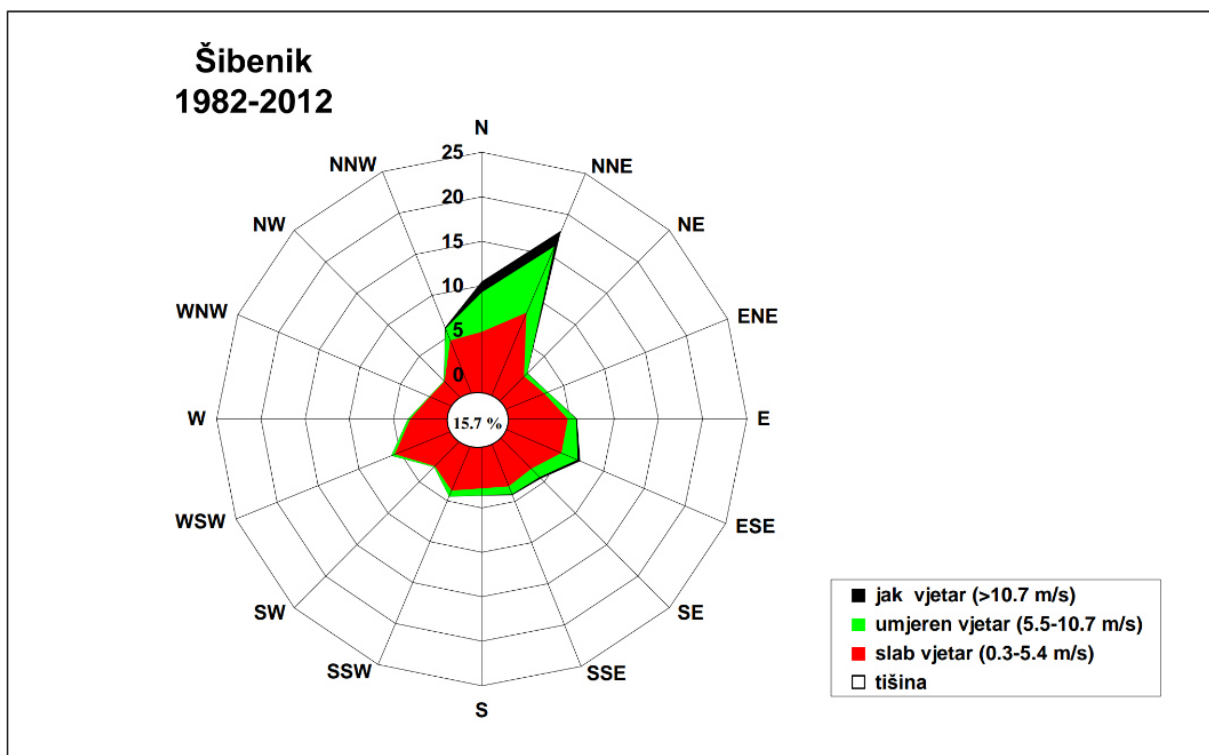
Godina (relativne čestine ‰)

jač. (Bf)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	zbroj
brz. (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		9.7	15.6	22.5	24.9	19.5	9.4	2.4	0.4	0.1	0.1			104.4
NNE		13.5	28.1	38.3	42.2	38.9	15.4	3.1	0.4	0.0				180.0
NE		5.7	6.9	5.2	3.4	1.6	0.3	0.0						23.1
ENE		8.8	10.5	7.2	3.0	1.0	0.3							30.7
E		13.7	18.3	15.4	7.5	2.3	0.7	0.2	0.0					58.1
ESE		16.2	17.3	14.7	11.6	7.6	3.2	0.7	0.1	0.0				71.4
SE		10.6	9.3	9.4	8.1	5.4	1.8	0.4						45.0
SSE		11.8	10.3	9.5	6.6	3.0	1.1	0.1	0.0					42.4
S		6.6	10.9	10.7	6.1	1.7	0.4	0.1						36.5
SSW		8.3	13.0	16.2	5.9	1.3	0.1							44.8
SW		7.1	9.9	8.1	1.0	0.1	0.0							26.2
WSW		10.4	24.8	20.7	4.3	0.4								60.6
W		8.1	12.7	9.9	2.6	0.3	0.0							33.5
WNW		5.9	5.3	2.8	0.6	0.1								14.7
NW		4.3	3.3	2.0	0.8	0.1								10.4
NNW		12.1	17.9	15.1	9.1	5.2	1.1	0.5	0.0					61.1
C	157.3													157.3
<b>zbroj</b>	157.3	152.7	213.9	207.6	137.6	88.4	33.9	7.5	1.0	0.1	0.1	0.0	0.0	1000.0

-broj nedostajućih podataka 0

## Godina (relativne čestine‰)

jač. (Bf)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	zbroj
brz. (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	0	330	529	766	846	661	318	80	12	2	2	0	0	3546
NNE	0	457	955	1302	1432	1322	523	106	15	1	0	0	0	6113
NE	0	195	233	175	115	56	10	1	0	0	0	0	0	785
ENE	0	298	357	243	101	34	10	0	0	0	0	0	0	1043
E	0	465	623	524	254	77	25	6	1	0	0	0	0	1975
ESE	0	549	586	501	394	257	108	25	3	1	0	0	0	2424
SE	0	359	317	318	274	182	62	15	0	0	0	0	0	1527
SSE	0	402	349	322	225	101	38	2	1	0	0	0	0	1440
S	0	223	371	365	206	58	13	3	0	0	0	0	0	1239
SSW	0	283	440	551	202	43	3	0	0	0	0	0	0	1522
SW	0	242	335	274	34	5	1	0	0	0	0	0	0	891
WSW	0	353	843	702	145	14	0	0	0	0	0	0	0	2057
W	0	274	430	335	88	10	1	0	0	0	0	0	0	1138
WNW	0	200	180	94	22	3	0	0	0	0	0	0	0	499
NW	0	145	112	67	27	3	0	0	0	0	0	0	0	354
NNW	0	412	607	514	308	177	38	17	1	0	0	0	0	2074
C	5342	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5342
<b>zbroj</b>	5342	5187	7267	7053	4673	3003	1150	255	33	4	2	0	0	33969



Slika 4. Godišnja ruža vjetrova za područje Šibenika u periodu od 1982 do 2012 godine.

Tablica 3. Vjerojatnost istovremenog pojavljivanja različitih smjerova vjetra (relativne i apsolutne čestine), po klasama jačine (Bf) i brzine (m/s) vjetra za Šibenik, za proljeće, u razdoblju od 1982 do 2012 godine.

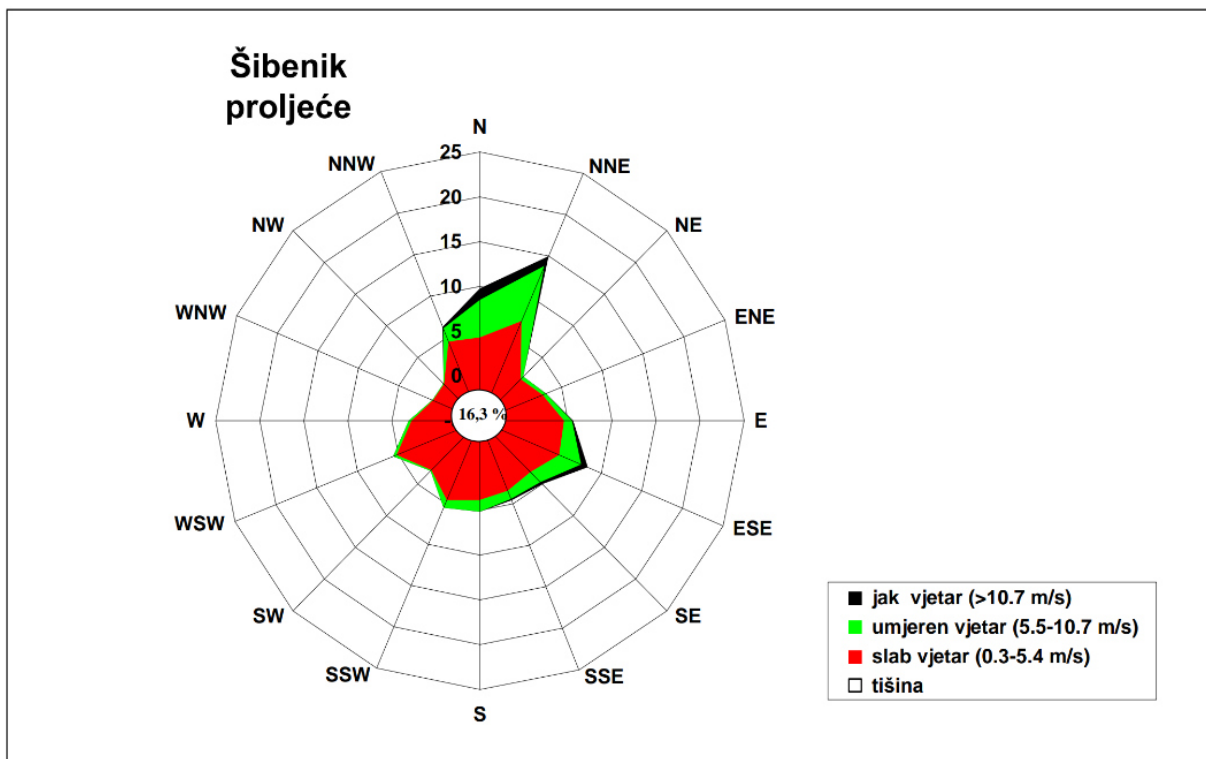
Proljeće (relativne čestine‰)

jač. (Bf)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	zbroj
brz. (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		8.4	15.4	19.1	22.8	19.2	10.2	2.3	0.2	0.1				97.7
NNE		11.6	24.9	34.4	35.8	30.9	9.6	1.9	0.5	0.1				149.5
NE		4.9	6.3	4.3	2.9	1.3	0.1							19.9
ENE		8.4	10.6	7.7	3.0	1.1	0.2							31.1
E		13.1	16.7	15.9	6.7	2.3	0.8	0.4	0.1					56.0
ESE		18.7	14.5	14.6	16.4	10.6	6.7	1.5	0.2	0.1				83.3
SE		11.8	11.1	8.4	9.6	6.4	2.2	0.8						50.4
SSE		12.7	10.1	11.5	7.5	2.6	1.4							45.7
S		8.1	15.9	14.4	10.6	2.5	0.2	0.1						51.8
SSW		8.5	15.3	22.2	7.8	1.8								55.6
SW		6.4	11.5	9.9	1.4	0.1								29.3
WSW		8.9	20.0	23.1	4.1	0.2								56.3
W		6.3	11.0	10.3	2.6	0.6								30.7
WNW		3.5	2.6	1.9	0.6	0.2								8.8
NW		3.6	2.3	1.8	0.7	0.1								8.5
NNW		12.7	16.1	16.5	10.6	5.0	1.2	0.7						62.9
C	162.5													162.5
<b>zbroj</b>	162.5	147.7	204.3	215.9	143.1	84.9	32.6	7.7	1.1	0.4	0.0	0.0	0.0	1000.0

-broj nedostajućih podataka 0

Proljeće (apsolutne čestine‰)

jač. (Bf)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	zbroj
brz. (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	0	72	132	163	195	164	87	20	2	1	0	0	0	836
NNE	0	99	213	294	306	264	82	16	4	1	0	0	0	1279
NE	0	42	54	37	25	11	1	0	0	0	0	0	0	170
ENE	0	72	91	66	26	9	2	0	0	0	0	0	0	266
E	0	112	143	136	57	20	7	3	1	0	0	0	0	479
ESE	0	160	124	125	140	91	57	13	2	1	0	0	0	713
SE	0	101	95	72	82	55	19	7	0	0	0	0	0	431
SSE	0	109	86	98	64	22	12	0	0	0	0	0	0	391
S	0	69	136	123	91	21	2	1	0	0	0	0	0	443
SSW	0	73	131	190	67	15	0	0	0	0	0	0	0	476
SW	0	55	98	85	12	1	0	0	0	0	0	0	0	251
WSW	0	76	171	198	35	2	0	0	0	0	0	0	0	482
W	0	54	94	88	22	5	0	0	0	0	0	0	0	263
WNW	0	30	22	16	5	2	0	0	0	0	0	0	0	75
NW	0	31	20	15	6	1	0	0	0	0	0	0	0	73
NNW	0	109	138	141	91	43	10	6	0	0	0	0	0	538
C	1390	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1390
<b>zbroj</b>	1390	1264	1748	1847	1224	726	279	66	9	3	0	0	0	8556



Slika 5. Sezonska ruža vjetrova za područje Šibenika, proljeće u periodu od 1982 do 2012 godine.

Tablica 4. Vjerojatnost istovremenog pojavljivanja različitih smjerova vjetra (relativne i apsolutne čestine), po klasama jačine (Bf) i brzine (m/s) vjetra za Šibenik, za ljetno, u periodu od 1982 do 2012 godine.

Ljeto (relativne čestine‰)

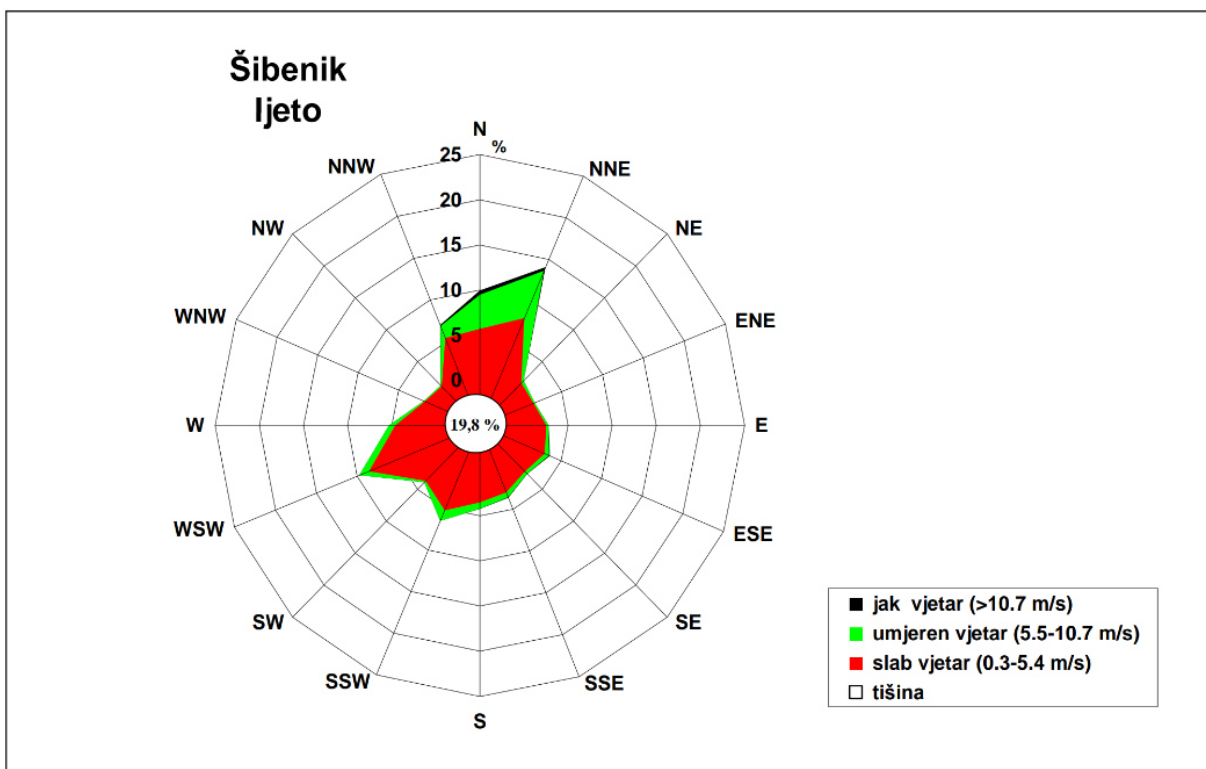
jač. (Bf)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	zbroj
brz. (m/s)	0.0-0.2	0.3-1.5	1.6-3.3	3.4-5.4	5.5-7.9	8.0-10.7	10.8-13.8	13.9-17.1	17.2-20.7	20.8-24.4	24.5-28.4	28.5-32.6	32.7-36.9	
N		12.9	17.6	26.4	24.4	13.4	3.6	1.1						99.5
NNE		11.6	29.9	37.6	35.6	21.4	3.6	0.7						140.5
NE		5.3	6.2	4.8	2.7	1.3	0.2							20.5
ENE		6.2	6.7	2.5	1.6	0.1								17.1
E		12.3	8.1	5.1	1.5	0.9	0.2							28.2
ESE		14.4	10.6	4.9	3.3	2.1	0.7	0.1						36.1
SE		13.2	6.1	2.9	1.8	1.9	0.2							26.1
SSE		17.3	7.9	5.0	3.6	2.0	0.7							36.6
S		7.6	12.2	15.4	5.8	1.2	0.2							42.4
SSW		11.8	15.3	25.1	11.1	1.6								65.0
SW		8.3	12.6	16.0	1.8	0.4								39.0
WSW		11.0	30.7	43.7	10.9	1.1								97.4
W		10.9	14.7	20.3	6.7	0.5								53.1
WNW		8.2	6.0	3.5	1.1	0.1								18.8
NW		4.6	4.1	2.5	1.2	0.1								12.4
NNW		13.3	22.9	18.3	9.2	5.0	0.6	0.5	0.1					70.0
C	197.5													197.5
<b>zbroj</b>	197.5	168.7	211.7	234.2	122.3	53.1	10.2	2.3	0.1	0	0	0	0	1000.0

-broj nedostajućih podataka 0



## Ljeto (apsolutne čestine%)

jač. (Bf)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	zbroj
brz. (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	
<b>N</b>	0	110	151	226	209	115	31	9	0	0	0	0	0	851
<b>NNE</b>	0	99	256	322	305	183	31	6	0	0	0	0	0	1202
<b>NE</b>	0	45	53	41	23	11	2	0	0	0	0	0	0	175
<b>ENE</b>	0	53	57	21	14	1	0	0	0	0	0	0	0	146
<b>E</b>	0	105	69	44	13	8	2	0	0	0	0	0	0	241
<b>ESE</b>	0	123	91	42	28	18	6	1	0	0	0	0	0	309
<b>SE</b>	0	113	52	25	15	16	2	0	0	0	0	0	0	223
<b>SSE</b>	0	148	68	43	31	17	6	0	0	0	0	0	0	313
<b>S</b>	0	65	104	132	50	10	2	0	0	0	0	0	0	363
<b>SSW</b>	0	101	131	215	95	14	0	0	0	0	0	0	0	556
<b>SW</b>	0	71	108	137	15	3	0	0	0	0	0	0	0	334
<b>WSW</b>	0	94	263	374	93	9	0	0	0	0	0	0	0	833
<b>W</b>	0	93	126	174	57	4	0	0	0	0	0	0	0	454
<b>WNW</b>	0	70	51	30	9	1	0	0	0	0	0	0	0	161
<b>NW</b>	0	39	35	21	10	1	0	0	0	0	0	0	0	106
<b>NNW</b>	0	114	196	157	79	43	5	4	1	0	0	0	0	599
<b>C</b>	1690	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1690
<b>zbroj</b>	1690	1443	1811	2004	1046	454	87	20	1	0	0	0	0	8556



Slika 6. Sezonska ruža vjetrova za područje Šibenika, ljeto u periodu od 1982 do 2012 godine.

Tablica 5. Vjerojatnost istovremenog pojavljivanja različitih smjerova vjetra (relativne i apsolutne čestine), po klasama jačine (Bf) i brzine (m/s) vjetra za Šibenik, za jesen, u periodu od 1982 do 2012 godine.

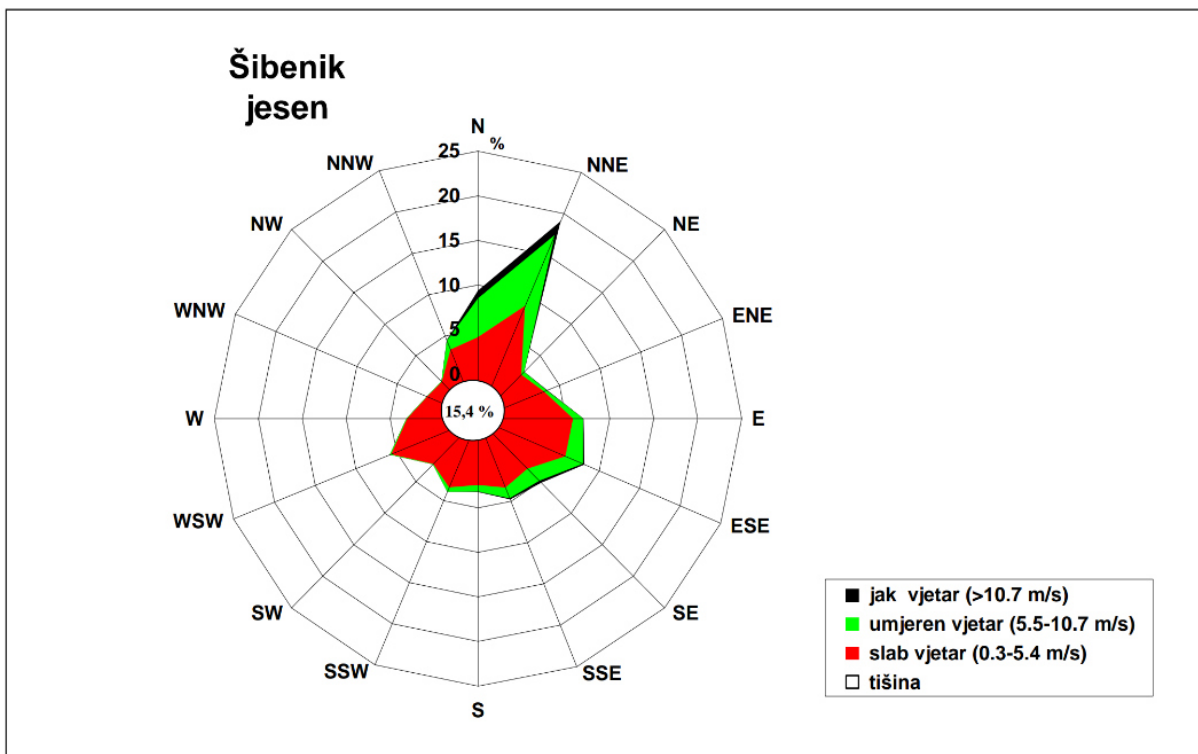
Jesen (relativne čestine‰)

jač. (Bf)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	zbroj
brz. (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		9.2	13.9	18.3	24.2	19.3	7.3	0.8	0.5					93.6
NNE		15.7	28.7	42.8	46.0	40.8	14.7	1.8	0.1					190.5
NE		5.9	8.0	5.8	2.8	1.7	0.4							24.6
ENE		10.5	11.9	8.6	2.2	1.3	0.5							35.1
E		15.8	23.5	19.0	8.5	3.0	0.4							70.2
ESE		17.4	21.0	19.6	12.4	9.5	1.9	0.1						81.9
SE		7.9	8.2	13.4	11.0	8.4	2.7	0.4						51.9
SSE		9.0	12.6	11.8	8.9	4.0	1.3	0.1	0.1					47.9
S		5.7	10.6	8.2	5.3	1.9	0.7							32.4
SSW		5.6	15.1	13.2	3.8	1.4	0.2							39.3
SW		7.6	9.3	5.1	0.5									22.5
WSW		10.0	33.9	12.8	1.5									58.3
W		8.0	15.7	6.9	0.8	0.1								31.5
WNW		5.0	5.4	2.4	0.5									13.2
NW		3.9	2.6	1.7	0.6									8.7
NNW		11.6	12.1	9.9	6.6	4.0	0.7	0.1						45.0
C	153.5													153.5
<b>zbroj</b>	153.5	148.8	232.8	199.3	135.6	95.2	30.7	3.3	0.7	0	0	0	0	1000.0

-broj nedostajućih podataka 0

Jesen (apsolutne čestine‰)

jač. (Bf)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	zbroj
brz. (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	0	78	118	155	205	163	62	7	4	0	0	0	0	792
NNE	0	133	243	362	389	345	124	15	1	0	0	0	0	1612
NE	0	50	68	49	24	14	3	0	0	0	0	0	0	208
ENE	0	89	101	73	19	11	4	0	0	0	0	0	0	297
E	0	134	199	161	72	25	3	0	0	0	0	0	0	594
ESE	0	147	178	166	105	80	16	1	0	0	0	0	0	693
SE	0	67	69	113	93	71	23	3	0	0	0	0	0	439
SSE	0	76	107	100	75	34	11	1	1	0	0	0	0	405
S	0	48	90	69	45	16	6	0	0	0	0	0	0	274
SSW	0	47	128	112	32	12	2	0	0	0	0	0	0	333
SW	0	64	79	43	4	0	0	0	0	0	0	0	0	190
WSW	0	85	287	108	13	0	0	0	0	0	0	0	0	493
W	0	68	133	58	7	1	0	0	0	0	0	0	0	267
WNW	0	42	46	20	4	0	0	0	0	0	0	0	0	112
NW	0	33	22	14	5	0	0	0	0	0	0	0	0	74
NNW	0	98	102	84	56	34	6	1	0	0	0	0	0	381
C	1299	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1299
<b>zbroj</b>	1299	1259	1970	1687	1148	806	260	28	6	0	0	0	0	8463



Slika 7. Sezonska ruža vjetrova za područje Šibenika, jesen u periodu od 1982 do 2012 godine.

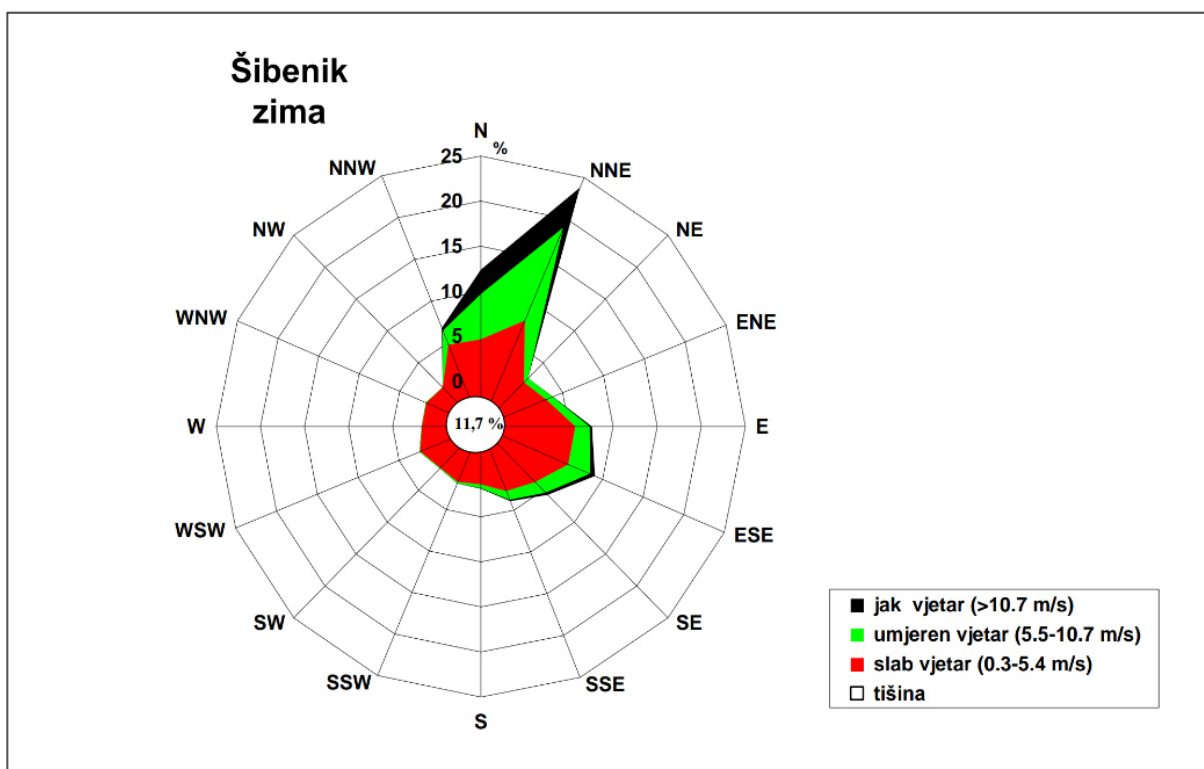
Tablica 6. Vjerojatnost istovremenog pojavljivanja različitih smjerova vjetra (relativne i apsolutne čestine), po klasama jačine (Bf) i brzine (m/s) vjetra za Šibenik, za zimu, u periodu od 1982 do 2012 godine.  
Zima (relativne čestine‰)

jač. (Bf)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	zbroj
brz. (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	
<b>N</b>		8.1	14.3	24.2	25.1	25.1	19.0	6.6	1.0	0.2	0.3			123.9
<b>NNE</b>		14.3	29.5	34.0	47.3	64.7	36.3	10.4	1.3					237.8
<b>NE</b>		7.5	6.0	5.7	4.5	1.9	0.2	0.2						25.9
<b>ENE</b>		8.8	11.8	9.4	5.7	2.1	0.6							38.4
<b>E</b>		10.4	26.6	20.3	13.0	3.2	2.1	0.5						76.0
<b>ESE</b>		14.6	23.3	19.8	16.1	10.7	4.5	1.6	0.2					90.8
<b>SE</b>		10.5	12.3	14.3	10.5	6.3	2.6	0.8						57.4
<b>SSE</b>		8.6	10.1	8.6	6.5	3.9	1.5	0.2						39.2
<b>S</b>		5.0	4.7	4.5	2.6	1.6	0.5	0.3						19.3
<b>SSW</b>		7.5	5.0	4.5	1.3	0.2	0.2							18.6
<b>SW</b>		7.1	6.8	1.3	0.5	0.2	0.2							16.1
<b>WSW</b>		9.9	12.2	2.1	0.5	0.3								25.0
<b>W</b>		6.5	8.1	2.1	0.2		0.2							17.0
<b>WNW</b>		6.8	6.8	3.6	0.5									17.7
<b>NW</b>		5.2	3.9	1.9	0.5									11.5
<b>NNW</b>		13.0	19.1	15.6	9.2	7.8	2.4	1.0						68.1
<b>C</b>	117.2													117.2
<b>zbroj</b>	117.2	143.6	200.6	171.9	144.0	128.1	70.2	21.6	2.4	0.2	0.3	0.0	0.0	1000.0

-broj nedostajućih podataka 0

## Zima (apsolutne čestine‰)

jač. (Bf)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	zbroj
brz. (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	
<b>N</b>	0	78	118	155	205	163	62	7	4	0	0	0	0	792
<b>NNE</b>	0	133	243	362	389	345	124	15	1	0	0	0	0	1612
<b>NE</b>	0	50	68	49	24	14	3	0	0	0	0	0	0	208
<b>ENE</b>	0	89	101	73	19	11	4	0	0	0	0	0	0	297
<b>E</b>	0	134	199	161	72	25	3	0	0	0	0	0	0	594
<b>ESE</b>	0	147	178	166	105	80	16	1	0	0	0	0	0	693
<b>SE</b>	0	67	69	113	93	71	23	3	0	0	0	0	0	439
<b>SSE</b>	0	76	107	100	75	34	11	1	1	0	0	0	0	405
<b>S</b>	0	48	90	69	45	16	6	0	0	0	0	0	0	274
<b>SSW</b>	0	47	128	112	32	12	2	0	0	0	0	0	0	333
<b>SW</b>	0	64	79	43	4	0	0	0	0	0	0	0	0	190
<b>WSW</b>	0	85	287	108	13	0	0	0	0	0	0	0	0	493
<b>W</b>	0	68	133	58	7	1	0	0	0	0	0	0	0	267
<b>WNW</b>	0	42	46	20	4	0	0	0	0	0	0	0	0	112
<b>NW</b>	0	33	22	14	5	0	0	0	0	0	0	0	0	74
<b>NNW</b>	0	98	102	84	56	34	6	1	0	0	0	0	0	381
<b>C</b>	299	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1299
<b>zbroj</b>	299	1259	1970	1687	1148	806	260	28	6	0	0	0	0	8463



Slika 8. Sezonska ruža vjetrova za područje Šibenika, zima u periodu od 1982 do 2012 godine.

#### 4. Dugoročna prognoza vanjskih površinskih valova proširenog akvatorija uvale Lozica.

Dugoročna prognoza radi se iz uzoraka koje smo dobili mjerenjem valova za kratkoročna stacionarna stanja mora. Budući da ne raspolažemo ovim mjerenjima, napraviti će se uzorak valova na temelju podataka o mjerenju vjetra (uzorka vjetra za kratkoročne situacije iz dugog razdoblja opažanja).

Za ovaj proračun koristimo model ekstremnih vrijednosti koje premašuju neki „prag” s pripadajućom distribucijom vrijednosti (Extreme value probability distribution) jer raspolažemo s tablicom kontigencije vjetra iz koje se može indirektno Groen Dorrensteinovom metodom proračuna dobiti dugogodišnji niz podataka o značajnoj visini valova te pripadajućim periodima. Koristiti će se Gumbelova distribucija te pripadajući izrazi za ekstrapolaciju vrijednosti u promatranim povratnim periodima kako bi se dobile značajne visine vala –  $H_s$

S 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  $3B_f$ , te je pritom izvršena adekvatna korekcija brzine vjetra zbog mjerenja nad kopnom u odnosu na brzinu nad morem koja je potrebna za analizu valovanja.

##### 4.1. Privjetrišta

Privjetrišta su određena za točku na pučini definiranu mjerodavnom pozicijom za potrebe inicijalne analize u dubokom moru, a u relativnom središtu same uvale Lozica kao što je to prikazano na slici 8.

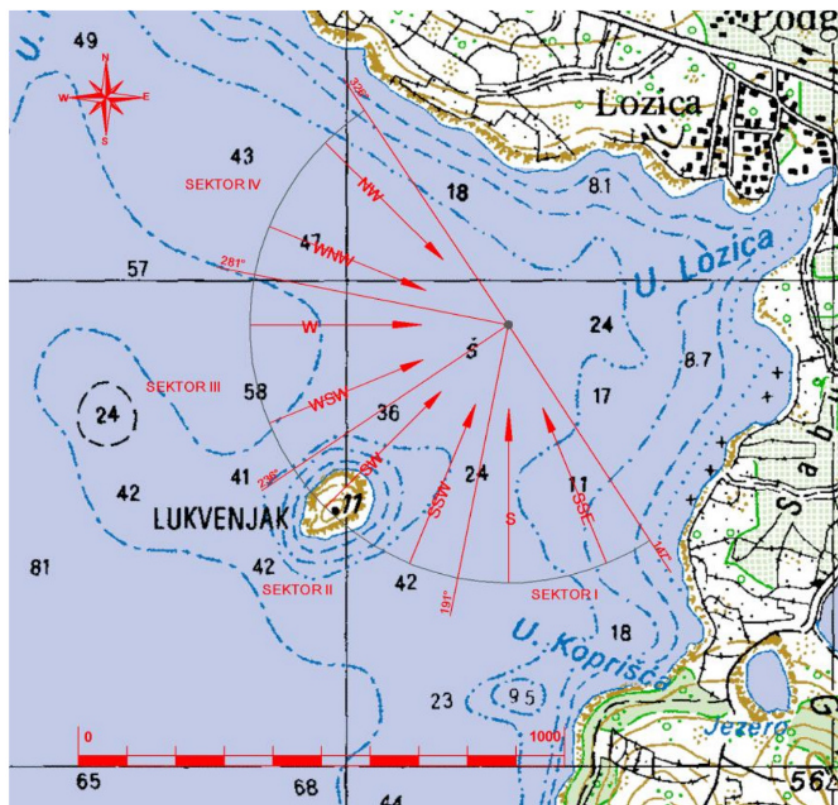
Lokacija je izložena vjetrovnim valovima s različitim duljinama privjetrišta. Obzirom na to definirat će se, prema kriteriju dužine privjetrišta i sličnosti smjerova čestine pojavljivanja vjetra za pojedini smjer, pojedini sektori izloženosti s obzirom na same kutove izloženosti.

Sektor I definiran je djelovanjem vjetrova i posljedičnih površinskih vjetrovnih valova iz smjerova SSE i S. Duže efektivno privjetrište izračunato je za smjer S i iznosi 24.4 km (tablica 10).

Sektor II definiran je djelovanjem vjetrova i posljedičnih površinskih vjetrovnih valova iz smjerova SSW i SW. Duže efektivno privjetrište izračunato je za smjer SW i iznosi 105.2 km (tablica 11).

Sektor III definiran je djelovanjem vjetrova i posljedičnih površinskih vjetrovnih valova iz smjerova WSW i W. Duže efektivno privjetrište izračunato je za smjer WSW i iznosi 108.8 km (tablica 12).

Sektor IV definiran je djelovanjem vjetrova i posljedičnih površinskih vjetrovnih valova iz smjerova WNW i NW. Duže efektivno privjetrište izračunato je za smjer WNW i iznosi 55.2 km (tablica 13).



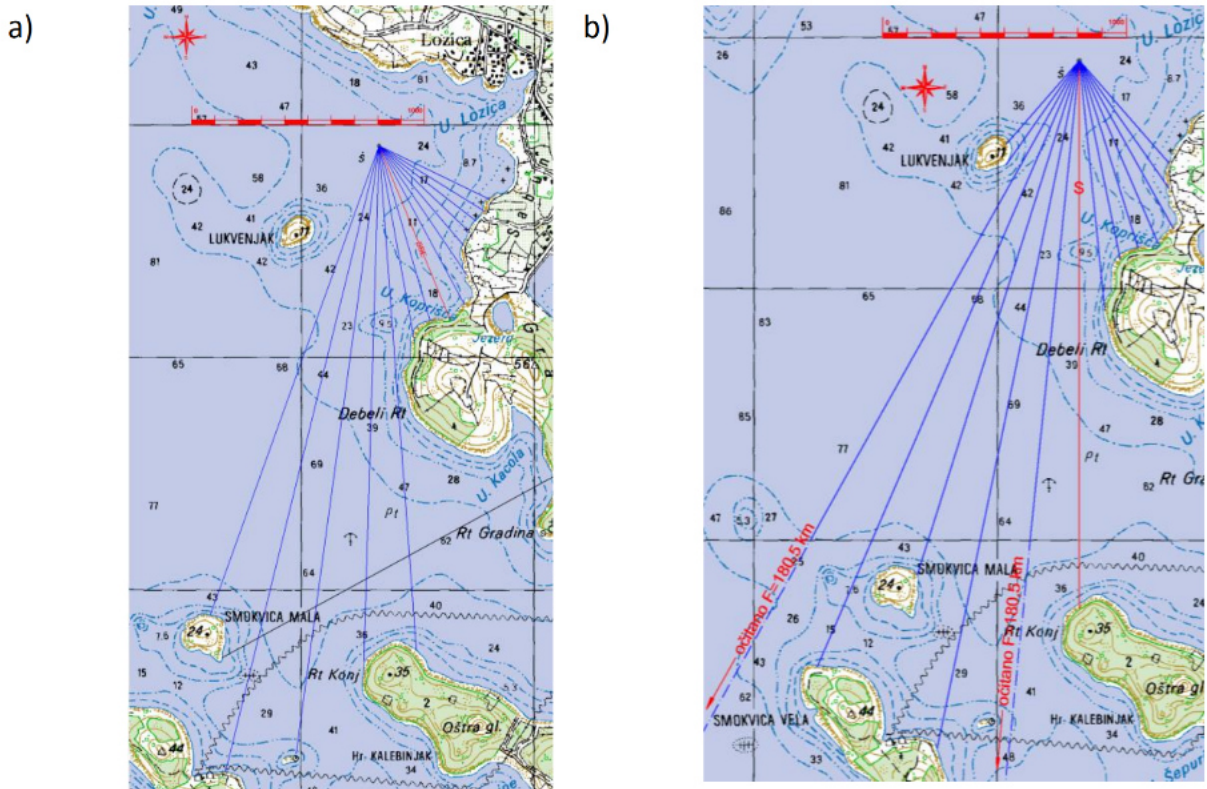
Slika 9. Izloženost akvatorija Lozica vjetrovima od značaja i posljedičnim vjetrovnim valovima.

Za rješavanje problematike privjetrišta, odnosno definiranje dužine privjetrišta, postoji nekoliko različitih metoda. Jedna od njih je metoda Saville (1954.g). Pretpostavka metode je da vjetar prenosi energiju na vodenu površinu u smjeru dominantnog puhanja te u smjerovima otklona od glavnog smjera za  $\pm 42^\circ$ . Postupak definiranja duljine privjetrišta provodi se na način da se postavi glavna zraka u smjeru puhanja vjetra, zatim se rotacijom od po  $6^\circ$  u smjeru kazaljke na 12 satu (u prvom koraku  $3^\circ$  a potom svaka ostala po  $6^\circ$ ) i suprotno od smjera kazaljke na satu postavljaju pravci kroz istu ishodišnu točku. Određuju se duljine svake zrake od ishodišta do prve točke prepreke te se proračunava suma njihovih projekcija na centralnu zraku. Ta suma se dijeli sa sumom kosinusa kuteva centralne zrake i ostalih rotiranih zraka, čime se dobiva vrijednost duljine efektivnog privjetrišta.

Izraz 1. Formula za izračun efektivnog privjetrišta

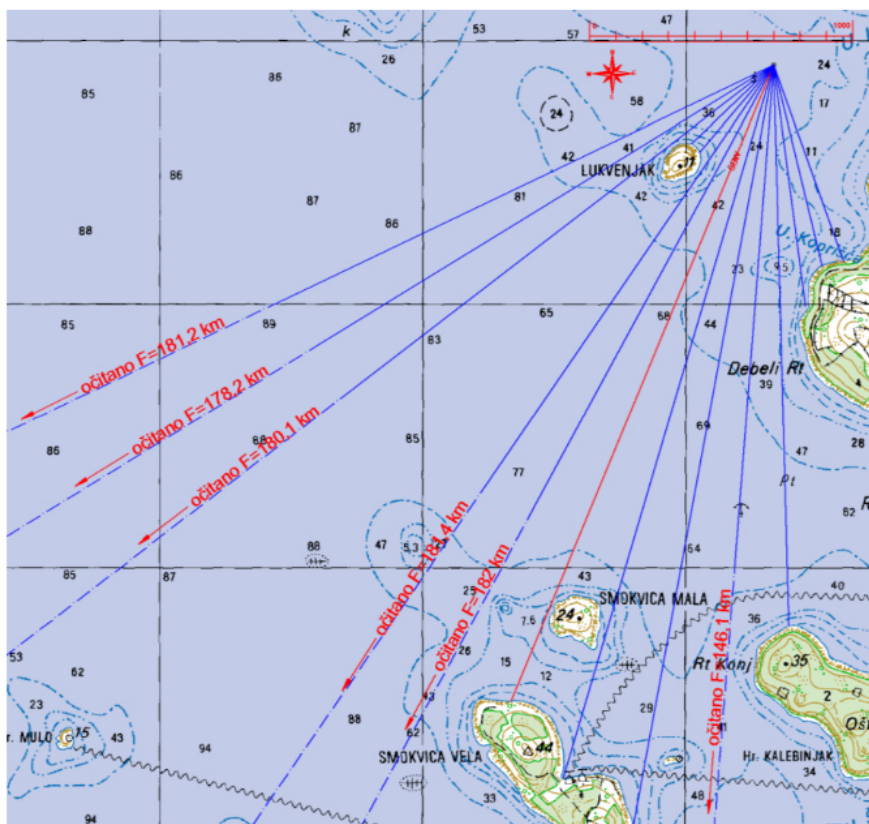
$F_{EFF}$ = efektivno privjerište [km]	$F_{EFF} = \frac{\sum f_i \cdot \cos^2 \theta_i}{\sum \cos \theta_i}$
$\Theta_i$ = kut otklona zrake vale u odnosu na zraku smjera za koji se izračunava efektivno privjetrište $[\circ]$	
$f_i$ = duljina privjetrišta zrake otklonjene za kut $\Theta_i$	

Na sljedećim slikama (10,11,12,13) 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 10,11,12 i 13.

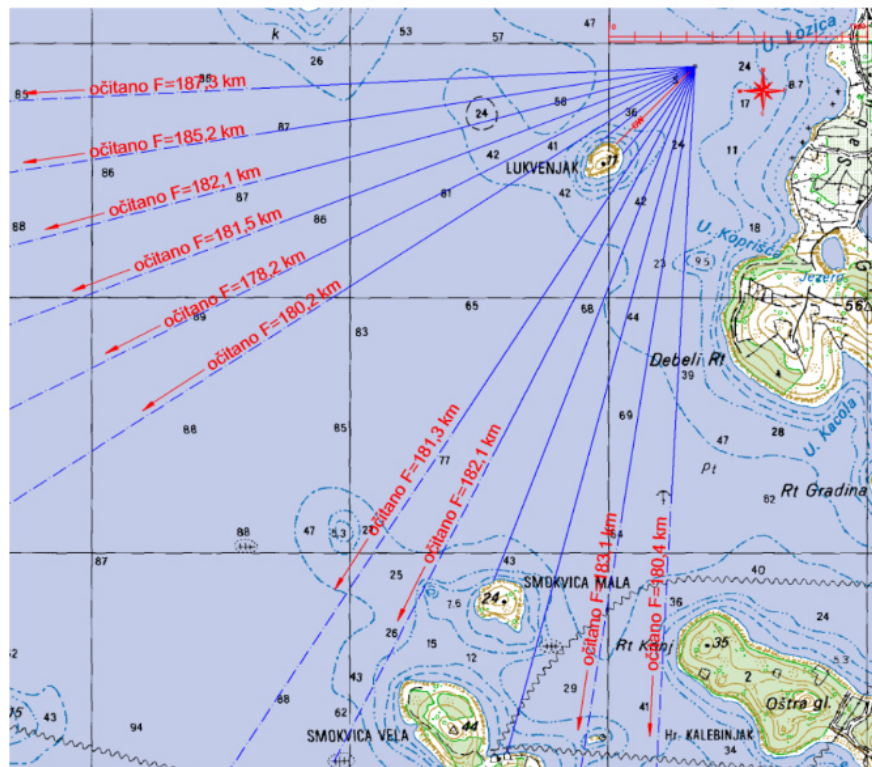


Slika 10. Prikaz centralne zrake i zraka s korakom  $\pm 6$  za a) smjer SSE i b) smjer S

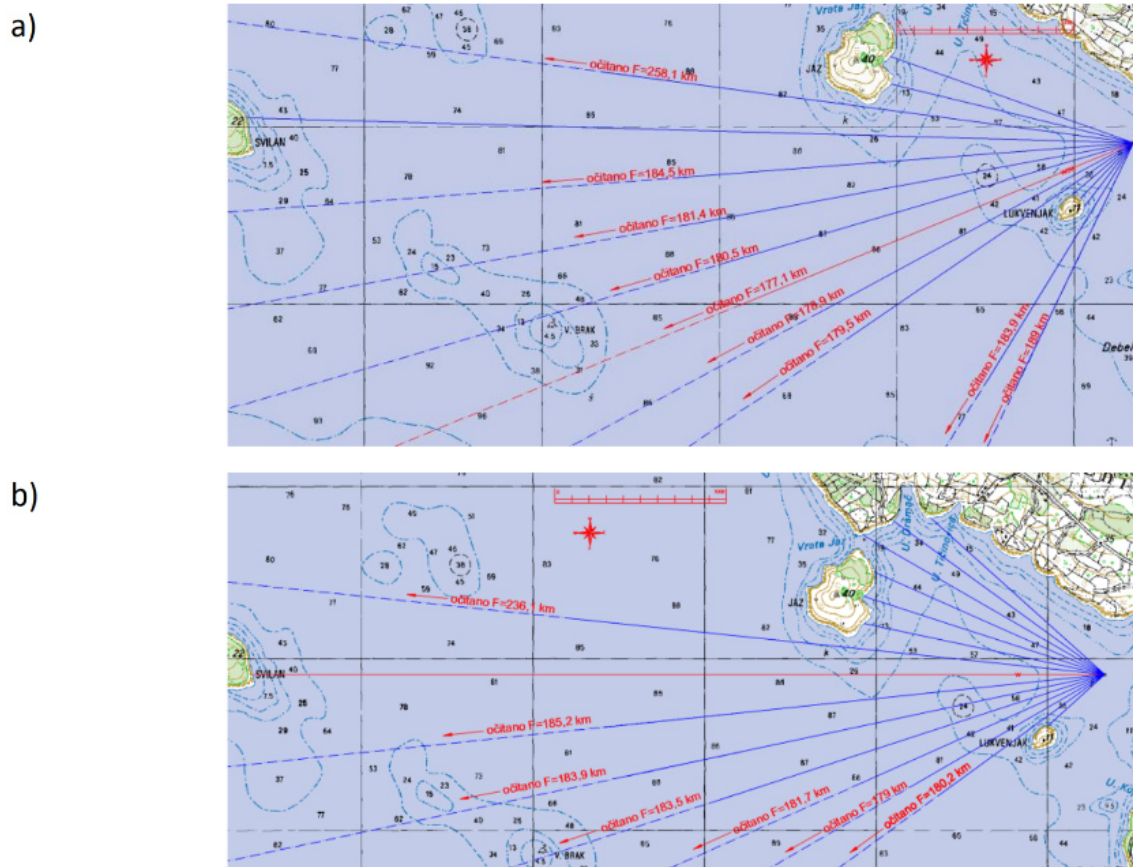
a)



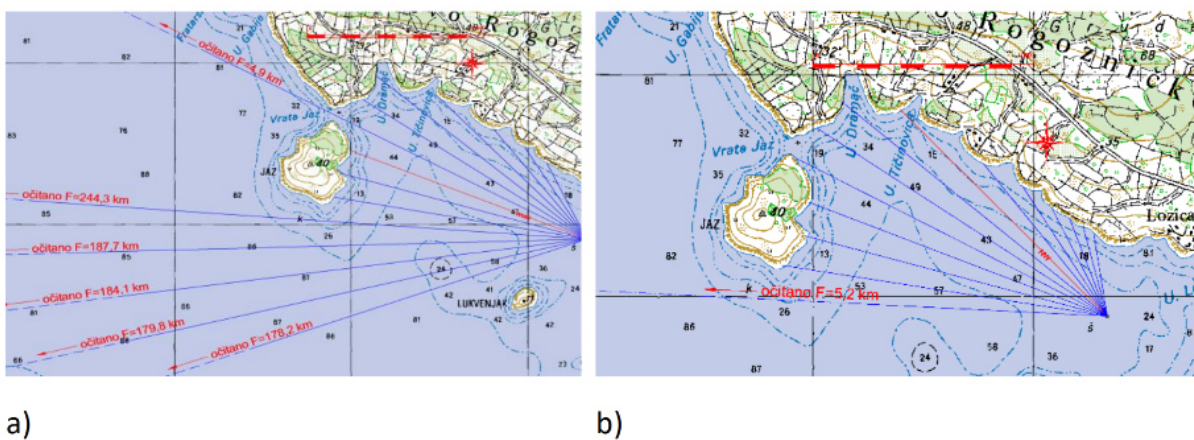
b)

Slika 11. Prikaz centralne zrake i zraka s korakom  $\pm 6$  za a) smjer SSW i b) smjer SW





Slika 12. Prikaz centralne zrake i zraka s korakom +/- 6 za a) smjer WSW i b) smjer W



Slika 13. Prikaz centralne zrake i zraka s korakom +/- 6 za a) smjer WNW i b) smjer NW

Tablica 7. Proračun određivanja efektivne dužine privjetrišta za smjer SSE i S

smjer SSE				smjer S			
Kut $\alpha$ [°]	$\cos\alpha$	$F_i$ [km]	$F_i^*(\cos\alpha)^2$	Kut $\alpha$ [°]	$\cos\alpha$	$F_i$ [km]	$F_i^*(\cos\alpha)^2$
42	0.743	0.5	0.293	42	0.743	0.6	0.304
36	0.809	0.5	0.347	36	0.809	0.6	0.412
30	0.866	0.5	0.397	30	0.866	0.8	0.577
24	0.914	0.5	0.451	24	0.914	0.8	0.668
18	0.951	0.6	0.506	18	0.951	0.8	0.705
12	0.978	0.7	0.65	12	0.978	0.8	0.765
6	0.995	0.8	0.772	6	0.995	1.0	0.99
0	1.000	0.8	0.8	0	1.000	2.2	2.2
-6	0.995	0.8	0.772	-6	0.995	180.5	178.7
-12	0.978	0.9	0.823	-12	0.978	2.8	2.678
-18	0.951	2.2	1.99	-18	0.951	2.2	1.944
-24	0.914	2.2	1.838	-24	0.914	2.6	2.205
-30	0.866	2.6	1.95	-30	0.866	182.1	136.567
-36	0.809	2.8	1.833	-36	0.809	0.5	0.334
-42	0.743	2.1	1.159	-42	0.743	0.5	0.248
$\Sigma$	13.512		14.581	$\Sigma$	13.512		329.297
Feff =	1.1 km			Feff =	24.4 km		

Tablica 8. Proračun određivanja efektivne dužine privjetrišta za smjer SSW i SW

smjer SSW				smjer SW			
Kut $\alpha$ [°]	$\cos\alpha$	$F_i$ [km]	$F_i^*(\cos\alpha)^2$	Kut $\alpha$ [°]	$\cos\alpha$	$F_i$ [km]	$F_i^*(\cos\alpha)^2$
42	0.743	0.8	0.436	42	0.743	180.4	99.59
36	0.809	0.8	0.51	36	0.809	183.1	119.835
30	0.866	0.9	0.69	30	0.866	2.8	2.1
24	0.914	2.1	1.779	24	0.914	2.2	1.804
18	0.951	146.1	132.133	18	0.951	182.1	164.691
12	0.978	2.9	2.812	12	0.978	181.3	173.411
6	0.995	2.8	2.772	6	0.995	4.4	4.356
0	1.000	2.6	2.6	0	1.000	4.3	4.3
-6	0.995	182.0	180.185	-6	0.995	4.7	4.653
-12	0.978	181.4	173.506	-12	0.978	180.2	172.358
-18	0.951	0.4	0.395	-18	0.951	178.2	161.164
-24	0.914	0.4	0.359	-24	0.914	181.5	151.624
-30	0.866	180.1	135.067	-30	0.866	182.1	136.567
-36	0.809	178.2	116.596	-36	0.809	185.2	121.21
-42	0.743	181.2	100.031	-42	0.743	187.3	103.399
$\Sigma$	13.512		849.871	$\Sigma$	13.512		1421.062
Feff =	62.9			Feff =	105.2		

Tablica 9. Proračun određivanja efektivne dužine privjetrišta za smjer WSW i W

smjer WSW				smjer W			
Kut $\alpha$ [°]	$\cos\alpha$	Fi [km]	$Fi^*(\cos\alpha)^2$	Kut $\alpha$ [°]	$\cos\alpha$	Fi [km]	$Fi^*(\cos\alpha)^2$
42	0.743	189.0	104.337	42	0.743	0.4	0.243
36	0.809	183.9	120.359	36	0.809	180.2	117.937
30	0.866	0.5	0.345	30	0.866	179.0	134.242
24	0.914	0.4	0.359	24	0.914	181.7	151.791
18	0.951	0.5	0.412	18	0.951	183.5	165.958
12	0.978	179.5	171.689	12	0.978	183.9	175.897
6	0.995	178.9	177.115	6	0.995	185.2	183.353
0	1.000	177.1	177.1	0	1.000	5.0	4.97
-6	0.995	180.5	178.7	-6	0.995	236.1	233.745
-12	0.978	181.4	173.506	-12	0.978	1.4	1.368
-18	0.951	184.5	166.862	-18	0.951	1.5	1.339
-24	0.914	5.1	4.261	-24	0.914	1.5	1.228
-30	0.866	258.1	193.564	-30	0.866	1.6	1.222
-36	0.809	1.4	0.916	-36	0.809	1.5	0.995
-42	0.743	1.5	0.8	-42	0.743	1.4	0.751
$\Sigma$	13.512		1470.325	$\Sigma$	13.512		1175.039
Feff =	108.8			Feff =	87		

Tablica 10. Proračun određivanja efektivne dužine privjetrišta za smjer WNW i NW

smjer WNW				smjer NW			
Kut $\alpha$ [°]	$\cos\alpha$	Fi [km]	$Fi^*(\cos\alpha)^2$	Kut $\alpha$ [°]	$\cos\alpha$	Fi [km]	$Fi^*(\cos\alpha)^2$
42	0.743	178.2	98.381	42	0.743	5.2	2.86
36	0.809	179.8	117.676	36	0.809	1.5	0.975
30	0.866	184.1	138.067	30	0.866	1.4	1.065
24	0.914	187.7	156.804	24	0.914	1.5	1.211
18	0.951	244.3	220.945	18	0.951	1.6	1.438
12	0.978	1.5	1.387	12	0.978	1.6	1.502
6	0.995	1.5	1.436	6	0.995	1.6	1.535
0	1.000	1.5	1.45	0	1.000	1.3	1.32
-6	0.995	4.9	4.891	-6	0.995	0.9	0.881
-12	0.978	1.5	1.463	-12	0.978	0.7	0.67
-18	0.951	1.6	1.42	-18	0.951	0.6	0.497
-24	0.914	1.2	1.036	-24	0.914	0.5	0.401
-30	0.866	0.9	0.645	-30	0.866	0.4	0.313
-36	0.809	0.7	0.439	-36	0.809	0.4	0.242
-42	0.743	0.5	0.293	-42	0.743	0.3	0.188
$\Sigma$	13.512		746.333	$\Sigma$	13.512		15.098
Feff =	55.2			Feff =	1.1		

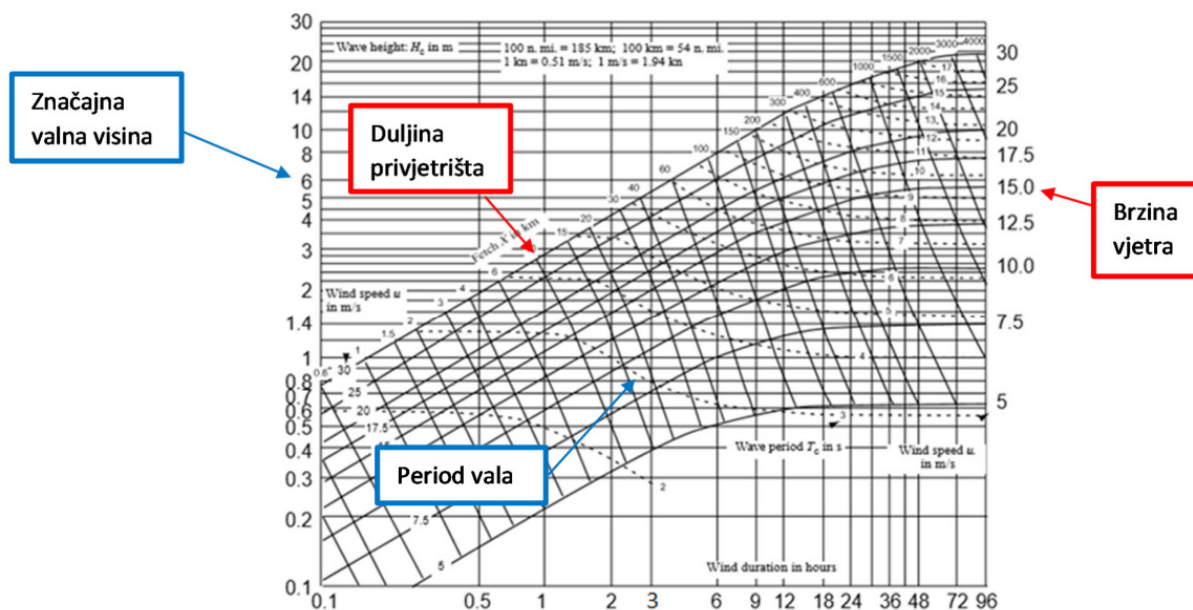
#### 4.2. Formiranje uzorka vjetra i valova za dugoročne valne prognoze.

Dugoročna prognoza značajne valne visine HsPR s povratnim periodima PP = 5, 10, 20, 50 i 100 godina radi se na temelju uzorka značajne valne visine Hs. Ta prognoza sadrži puno Hs za kratkoročna stanja mora u periodu od 1982 do 2012 godine.

Uzorak značajnih valnih visina za dugoročnu valnu prognozu dobiva se iz uzorka vjetra dobivenih prema podacima iz DHMZ za interesantne sektore. Uzorak vjetra formira se iz tablice kontigencije vjetra s apsolutnim čestinama za spomenuto razdoblje s glavne meteorološke postaje Šibenik. S obzirom na odabrani sektor uzorak vjetra se formira na način prikazan u tablici 14.

Tablica 11. Tablica kontigencije vjetra s apsolutnim frekvencama vjetra za Šibenik, za godinu, u periodu od 1982 do 2012 godine podijeljena na sektore I,II,III,IV; uzorak vjetra

SMJER	JAČINA VJETRA (Bf)													zbroj	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
N	0	330	529	766	846	661	318	80	12	2	2	0	0	3546	
NNE	0	457	955	1302	1432	1322	523	106	15	1	0	0	0	6113	
NE	0	195	233	175	115	56	10	1	0	0	0	0	0	785	
ENE	0	298	357	243	101	34	10	0	0	0	0	0	0	1043	
E	0	465	623	524	254	77	25	6	1	0	0	0	0	1975	
ESE	0	549	586	501	394	257	108	25	3	1	0	0	0	2424	
SE	0	359	317	318	274	182	62	15	0	0	0	0	0	1527	
SSE	0	402	349	322	225	101	38	2	1	0	0	0	0	1440	S I
S	0	223	371	365	206	58	13	3	0	0	0	0	0	1239	
SSW	0	283	440	551	202	43	3	0	0	0	0	0	0	1522	S II
SW	0	242	335	274	34	5	1	0	0	0	0	0	0	891	
WSW	0	353	843	702	145	14	0	0	0	0	0	0	0	2057	S III
W	0	274	430	335	88	10	1	0	0	0	0	0	0	1138	
WNW	0	200	180	94	22	3	0	0	0	0	0	0	0	499	S IV
NW	0	145	112	67	27	3	0	0	0	0	0	0	0	354	
NNW	0	412	607	514	308	177	38	17	1	0	0	0	0	2074	
C	5342	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5342	
<b>zbroj</b>	5342	5187	7267	7053	4673	3003	1150	255	33	4	2	0	0	33969	



Slika 14. Groen-Dorrensteindijagram

Za odabrane razrede brzina i njihovu višu granicu te pripadajuće privjetrište pojedinog sektora, metodom Groen-Dorrensteinočitavaju se parametri vala u dubokom moru- značajne valne visine  $H_s$ , te pripadajući periodi vala-  $T$  za promatranu situaciju. Uzorak je prikazan u tablici 12.

Tablica 12. Uzorak značajnih valnih visina  $H_s$  i pripadajućih valnih perioda u dubokom moru proširenog akvatorija Lozica.

SEKTOR	Parametar	Jačina vjetra [Bf]					
		3	4	5	6	7	8
I	Fetch [km]	F <sub>eff1</sub> =24.4 km					
	Učestalost	687	431	159	51	5	1
	T <sub>c</sub> [s]	2.6	3.15	3.54	3.95	4.25	
	H <sub>c</sub> [m]	0.5	0.83	1.21	1.65	2.05	2.8
II	Fetch [km]	F <sub>eff2</sub> =105.2 km					
	Učestalost	825	236	48	4	0	0
	T <sub>c</sub> [s]	3.2	4.24	5.21	5.95		
	H <sub>c</sub> [m]	0.71	1.33	2	2.8		
III	Fetch [km]	F <sub>eff3</sub> =108.8 km					
	Učestalost	1037	233	24	1	0	0
	T <sub>c</sub> [s]	3.25	4.3	5.25	6.05		
	H <sub>c</sub> [m]	0.72	1.35	2.1	2.91		
IV	Fetch [km]	F <sub>eff4</sub> =55.2 km					
	Učestalost	161	49	6	0	0	0
	T <sub>c</sub> [s]	3.0	3.85	4.5			
	H <sub>c</sub> [m]	0.6	1.1	1.6			

### 4.3. Proračun značajnih valnih visina za duga povratna razdoblja

Uzorak valova iz tablice 12. za prošireni akvatorij uvale Lozica podvrgava se metodi dugoročne valne analize uz primjenu Gumbelove distribucije i izraza (2) za ekstrapolaciju valne visine s obzirom na pojedina povratna razdoblja (TR=5, 10, 20, 50, 100).

Izraz 2.

$$P(H' \leq H) = 1 - \frac{1}{\lambda T_R}$$

$$H_{T_R} = \gamma - \beta \ln \left( \ln \left[ \frac{\lambda T_R}{\lambda T_R - 1} \right] \right) ;$$

Gdje su:

Tr – traženi povratni periodi

HTR – značajna visina vala za traženi povratni period ekstrapolirana uz pomoć distribucije definirane na mjerenjima od 29 godina (1982.-2012.)

$\lambda$  - parametar koji predstavlja odnos ukupnog broja pojavljivanja valova iznad odabrane granične visine vala i broja godina u kojem je promatran uzorak (izraz 3).

Izraz 3.

$$\lambda = \frac{\sum N(H > H_{gr})}{N_{godina}}$$

Parametar  $\lambda$  je drugačiji za svaki ranije definirani sektor u ovisnosti o učestalosti, a Hgr je pojedinom smjeru pripadajuća visina vala za jačinu vjetra od 3 Bf.

Da bi se na postojeći uzorak valova mogla primijeniti teorijska Gumbelova distribucija vjerojatnosti pojave visine vala, potrebno je prvo odrediti empirijsku distribuciju vjerojatnosti. Za to se proračunavaju vjerojatnosti prekoračenja prema kompromisnoj Hazenovoj formuli.

Izraz 4.

$$Q(H_{S,i}) = P(H_S \geq H_{S,i}) = \frac{2 \cdot N_i - 1}{2N}$$

Gdje je  $Q(H_{s,i})$  vjerojatnost prekoračenja određene visine vala  $-H_{s,i}$ ,  $N_i$  predstavlja učestalost  $i$ -tog razreda valova, a  $N$  je ukupan broj pojavljivanja svih valova za određeni sektor.

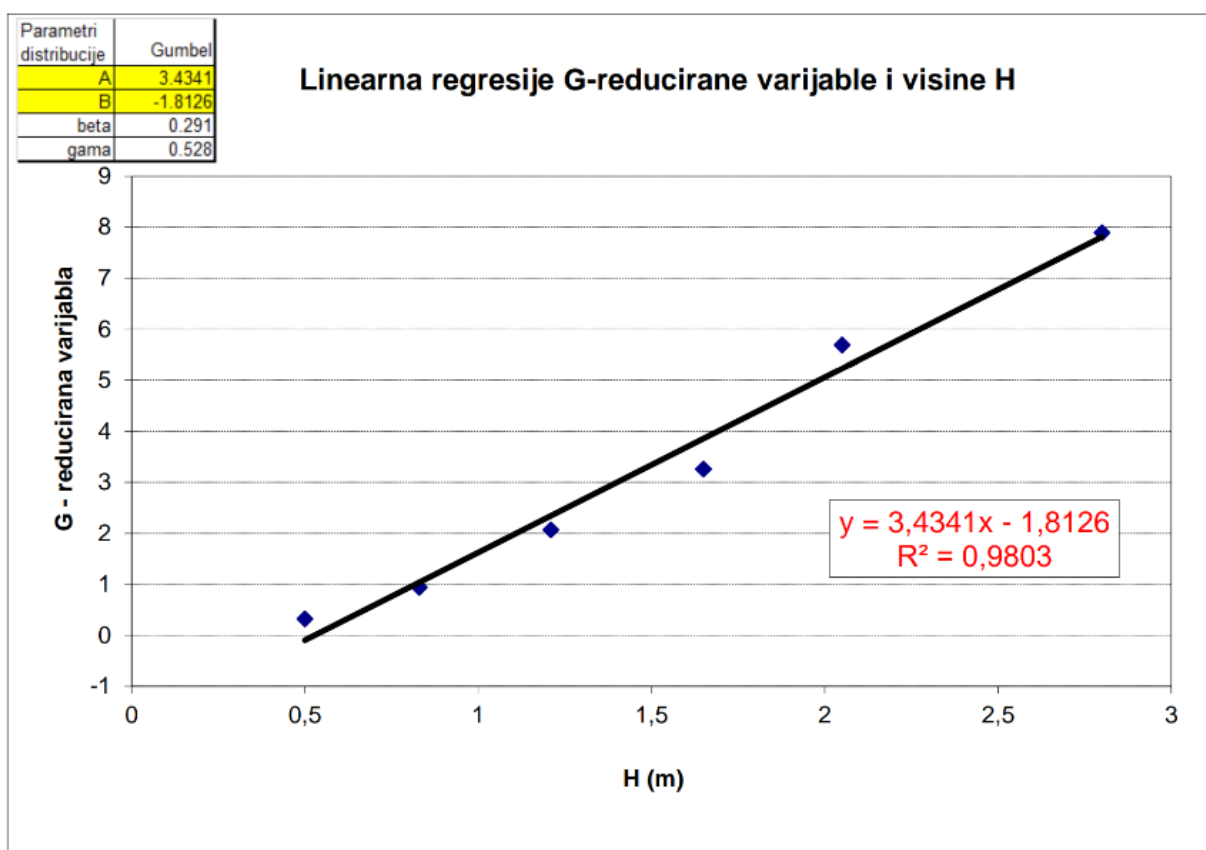
U sljedećoj tablici (13) je prikaz proračunatih vrijednosti prekoračenja ( $Q$ ) te komplementarne vjerovatnosti pojave vala manje ili jednake visine od  $i$ -te veličine ( $P$ ). Tako dobivene vrijednosti prema izrazu 4. su potom podvrgnute linearnoj regresiji kako bi se dobili parametri teorijske Gumbelove distribucije koja najbolje opisuje raspodjelu vjerojatnosti.

Uz tablice priloženi su i grafički prikazi linearne regresije reducirane Gumbelove varijable-GS (slika 13.) korištenje za dobivanje koeficijenata  $\lambda$  i  $\beta$  (iz koeficijenata pravca regresije).

Dan je primjer za sektor I., a za ostale su sumarno dati rezultati u tablicama.

Tablica 13. Prikaz pridruživanja empirijskih vjerovatnosti uzorku valova za sektor I

$H_i$ [m]	$N_i$	$P_i$	$Q_i$	$G_i$
0.5	687	0.4854	0.515	0.325
0.83	431	0.6773	0.323	0.942
1.21	159	0.8812	0.119	2.068
1.65	51	0.9621	0.038	3.255
2.05	5	0.9966	0.003	5.690
2.8	1	0.9996	0.000	7.889



Slika 15. Linearna regresija G-varijable za sektor I



U tablicama 14,15,16 i 17 dane su dugoročne ekstremne značajne visine vala i pripadajući periodi vala dobiveni za povratne periode od 5,10,20,50 i 100 godina ekstrapolacijom iz Gumbelove distribucije za svaki pojedinačni sektor. Uz navedene veličine prikazane su i prognozirane desetinske, stotinske i maksimalne valne visine prema Rayleighovoj distribuciji za kratkoročna stanja mora za svaki sektor i povratni period, te pripadajući vršni spektralni period i valna duljina.

Tablica 14. Prognoziranje vrijednosti visina vala i pripadajući periodi vala za sektor I u dubokom moru akvatorija Lozica .

PP	SEKTOR I						
	$H_s$ [m]	$H_{1/10}$ [m]	$H_{1/100}$ [m]	$H_{1/\max}$ [m]	$T_0$ [s]	$L_0$ [m]	$T_P$ [s]
5	2.11	2.68	3.52	3.8	4.24	28.1	4.66
10	2.31	2.93	3.86	4.16	4.37	29.8	4.81
20	2.51	3.19	4.19	4.52	4.49	31.5	4.94
50	2.78	3.53	4.64	5	4.64	33.6	5.1
100	2.98	3.78	4.98	5.36	4.76	35.4	5.24

Tablica 15. Prognoziranje vrijednosti visina vala i pripadajući periodi vala za sektor II u dubokom moru akvatorija Lozica .

PP	SEKTOR II						
	$H_s$ [m]	$H_{1/10}$ [m]	$H_{1/100}$ [m]	$H_{1/\max}$ [m]	$T_0$ [s]	$L_0$ [m]	$T_P$ [s]
5	2.67	3.39	4.45	4.8	5.78	52.2	6.36
10	2.91	3.69	4.86	5.23	6.00	56.2	6.6
20	3.15	4	5.26	5.67	6.20	60	6.82
50	3.47	4.41	5.79	6.24	6.46	65.2	7.11
100	3.71	4.71	6.2	6.68	6.66	69.3	7.33

Tablica 16. Prognoziranje vrijednosti visina vala i pripadajući periodi vala za sektor III u dubokom moru akvatorija Lozica .

PP	SEKTOR III						
	$H_s$ [m]	$H_{1/10}$ [m]	$H_{1/100}$ [m]	$H_{1/\max}$ [m]	$T_0$ [s]	$L_0$ [m]	$T_P$ [s]
5	2.34	2.98	3.91	4.22	5.50	47.2	6.05
10	2.53	3.21	4.22	4.55	5.67	50.2	6.24
20	2.71	3.45	4.53	4.88	5.84	53.2	6.42
50	2.96	3.76	4.94	5.32	6.06	57.3	6.67
100	3.14	3.99	5.25	5.65	6.21	60.2	6.83

Tablica 17. Prognoziranje vrijednosti visina vala i pripadajući periodi vala za sektor IV u dubokom moru akvatorija Lozica .

PP	SEKTOR IV						
	$H_s$ [m]	$H_{1/10}$ [m]	$H_{1/100}$ [m]	$H_{1/\max}$ [m]	$T_0$ [s]	$L_0$ [m]	$T_P$ [s]
5	1.61	2.05	2.69	2.9	4.44	30.8	4.88
10	1.79	2.27	2.99	3.22	4.63	33.5	5.09
20	1.96	2.49	3.28	3.54	4.79	35.8	5.27
50	2.20	2.79	3.67	3.95	4.99	38.9	5.49
100	2.37	3.01	3.96	4.27	5.12	40.9	5.63

## 5. Deformacije vala na području interesnog akvatorija

Profil i parametri vala postepeno se mijenjaju kad se val rasprostire iz dubokog mora prema plitkom. Navedenim rasprostiranjem vala prema obali nastaje prostorno i vremenski niz deformacija, a to su:

- deformacija valova na nagnutom dnu zbog smanjenja dubine (shoaling efekt)
- deformacija valova uslijed trenja s dnom
- refleksija valova
- refrakcija valova (nailazak valova koso na izobate)
- difrakcija valova
- lom valova

Kad bi se uzeli u obzir svi utjecaji, visina vala na nekoj točki putanje od dubokog ka plićem moru bi se definirala na sljedeći način:

Izraz 5.

$$H=H_0 \times K_r \times K_s \times K_d \times K_f \times K_{ref}$$

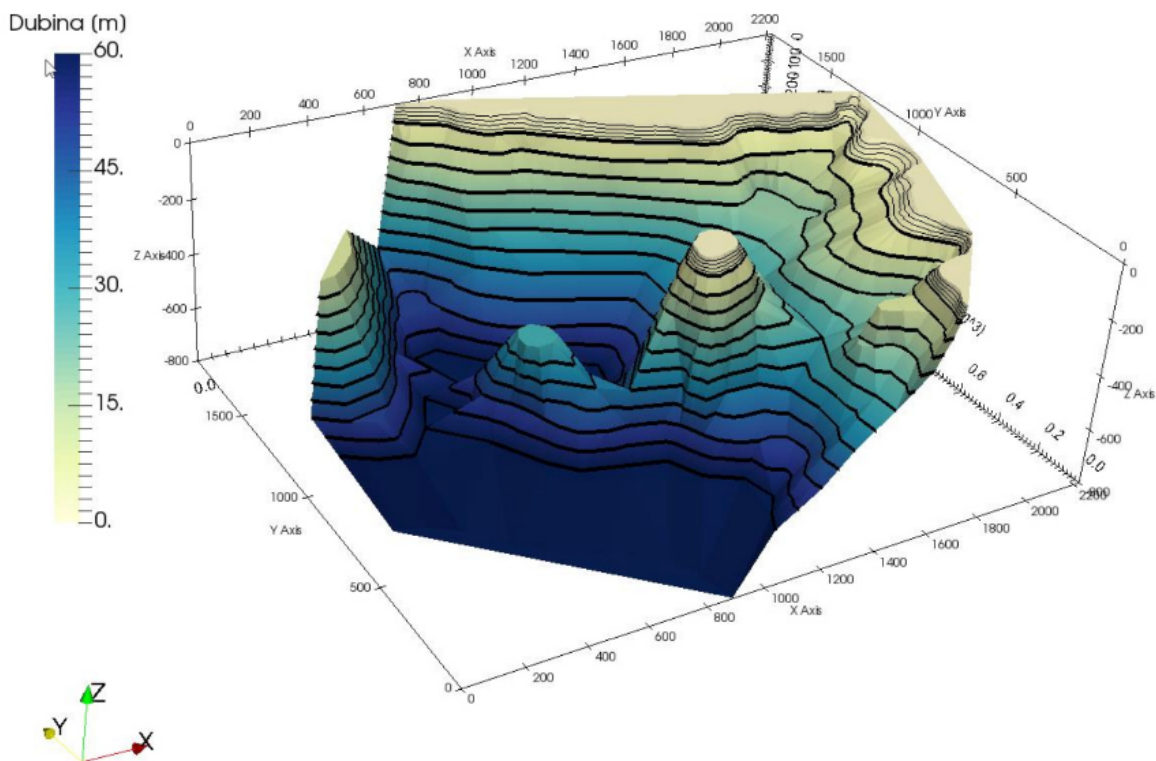
Gdje je  $H_0$  visina vala u dubokom moru, a  $K$  su redom koeficijenti utjecaja refrakcije, uplićavanja, difrakcije, trenja i refleksije.

Treba napomenuti da deformacija valova usljed trenja s dnom ima mali utjecaj u odnosu na ukupnu deformaciju valova pa se koeficijent trenja najčešće zanemaruje. Najznačajnije deformacije na predmetnoj lokaciji uzrokuje refrakcija.

Lom vala se može definirati na više načina, no ovdje su za potrebe definiranja visine vala nakon sloma u plitkoj zoni korišteni izrazi prema Godi ( Goda 2000).

Naglasak samog elaborata je na južni dio obale od same uvale Lozica, ali za potrebe proračuna uzet je širi akvatorij, te su rezultati dani za širi dio, ali i uvećano za samo područje zahvata.

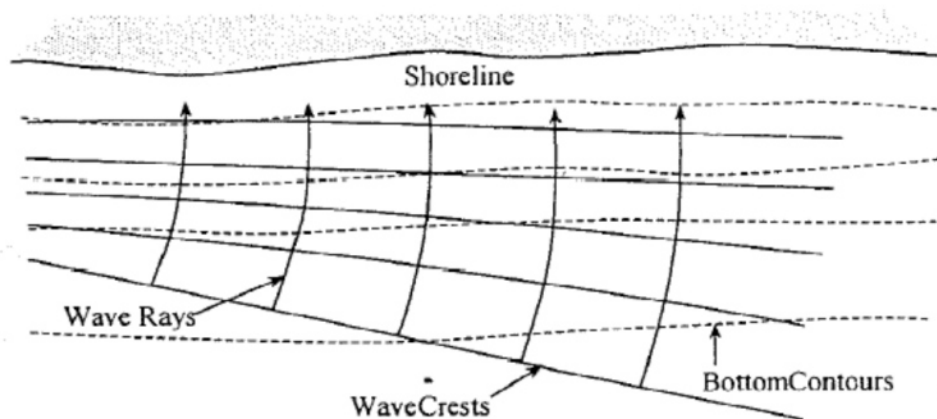
Koristeći RSBWave (refraction-shoaling-break) izračunati su utjecaji refrakcije, uplićavanja i loma vala, te kao konačni rezultat polje valnih visina.



Slika 16. 3D prikaz batimetrije za cijeli akvatorij ispred uvale Lozica.

### 5.1. Refrakcija

Refrakcija je deformacija valova na nagnutom dnu kad oni nailaze koso na izobate morskog dna. Nastaje promjenom smjera rasprostiranja valova i parametara vala, a definira se preko koeficijenta refrakcije koji predstavlja odnos između širine dviju susjednih zraka u dubokom moru u odnosu na tu širinu nakon što val naiđe koso na izobate i transformira se.



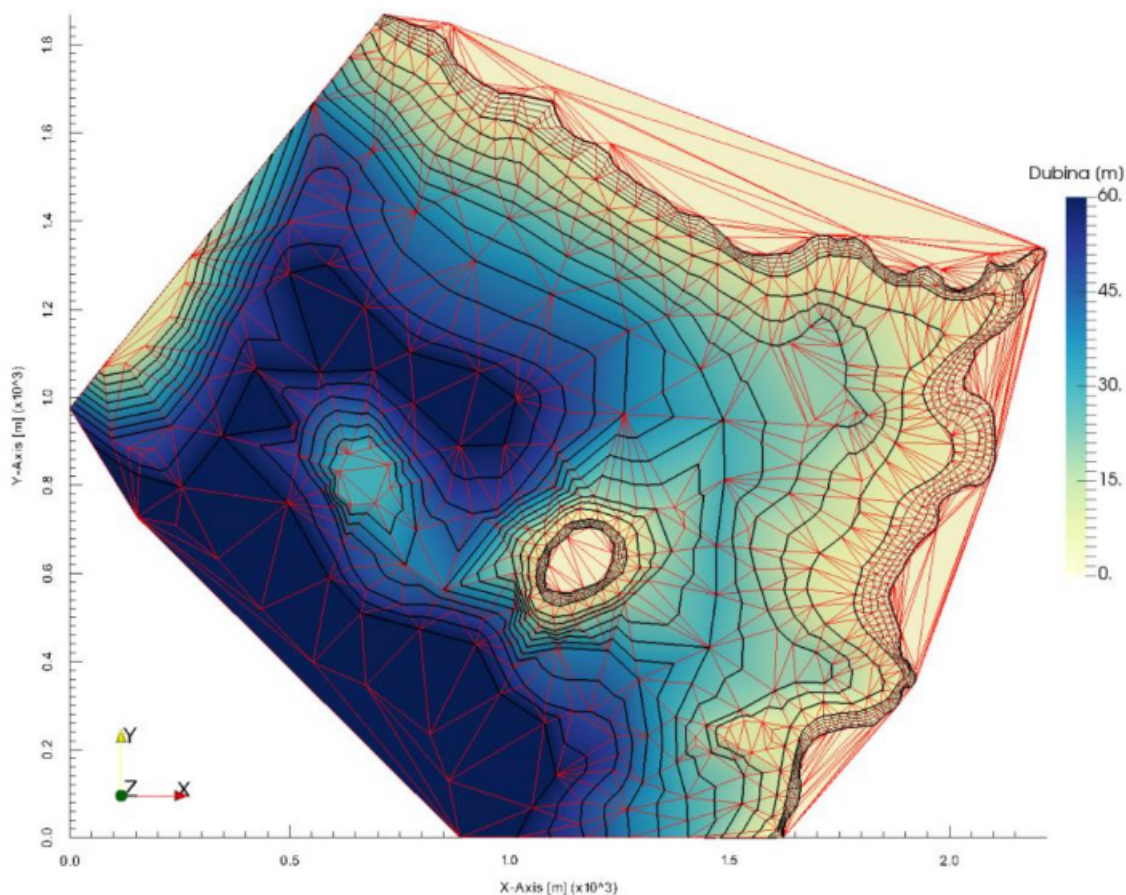
Slika 17. Grafički prikaz refrakcije.

Koeficijent refrakcije (izraz 6) se dolazi iz zakona održanja protoka energije među zrakama vala, uz pretpostavku da se sva energija prenosi uzduž zrake i nema protoka okomito na istu. Za izradu plana refrakcije RSBWave koristi metodu eksplicitnog postupka numeričke integracije diferencijalne jednačbe zrake vala.

Izraz 6.

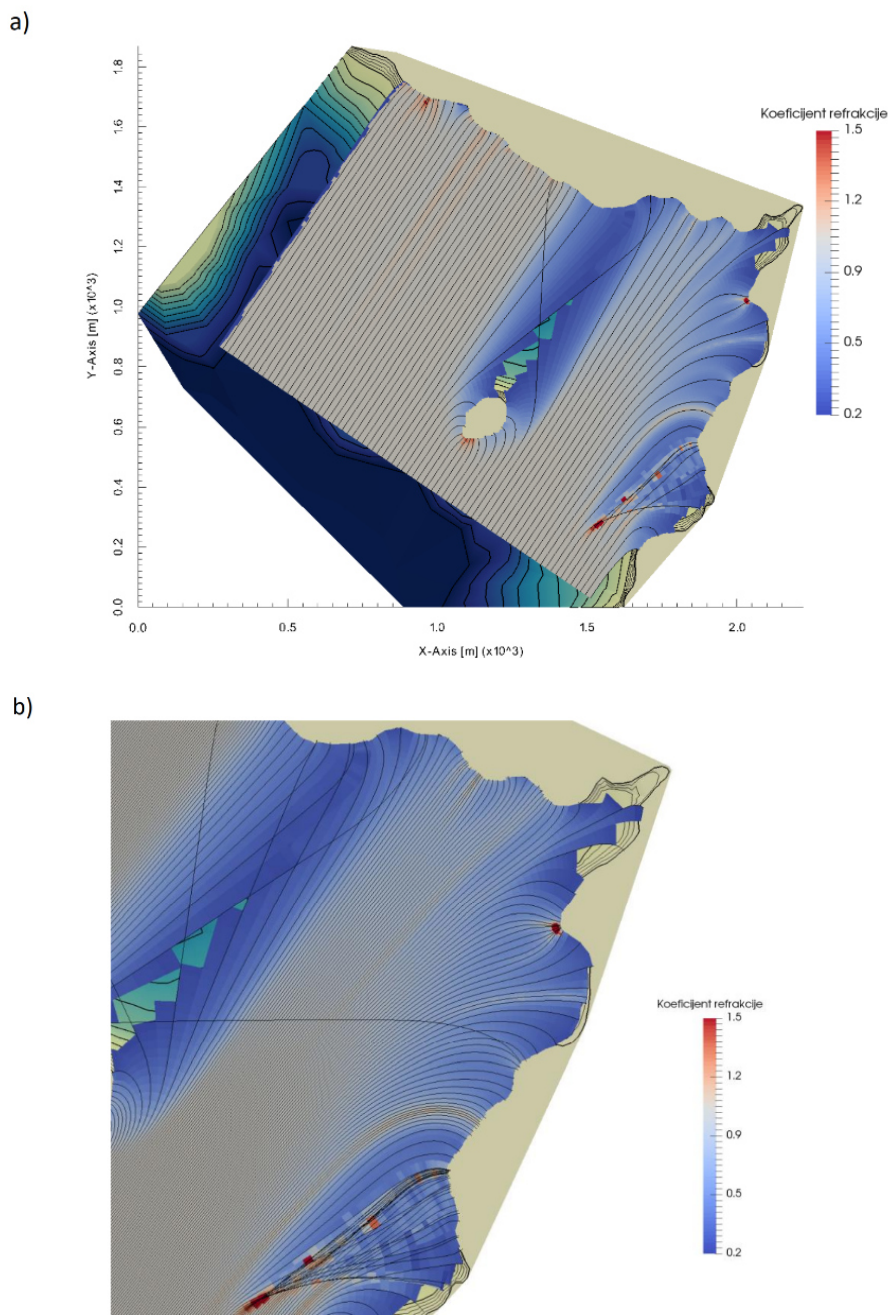
$$K_R = \sqrt{\frac{B_0}{B_d}}$$

Morska površina na području Lozice prekrivena je mrežom konačnih elemenata. Dio konačnih elemenata nalazi se i van mora zbog načina na koji se vrši diskretizacija, no ti su elementi u računanju isključeni. Elementi su trokutasti tako da svakom elementu pripadaju tri čvora i zadani su na način da čvorovi leže na zadanim izobatama, te je sama mreža konačnih elemenata progušćena u blizini obale gdje se i očekuju značajne transformacije valova. Ulazne podatke čine geometrija područja, batimetrija te parametri vala u dubokom moru.



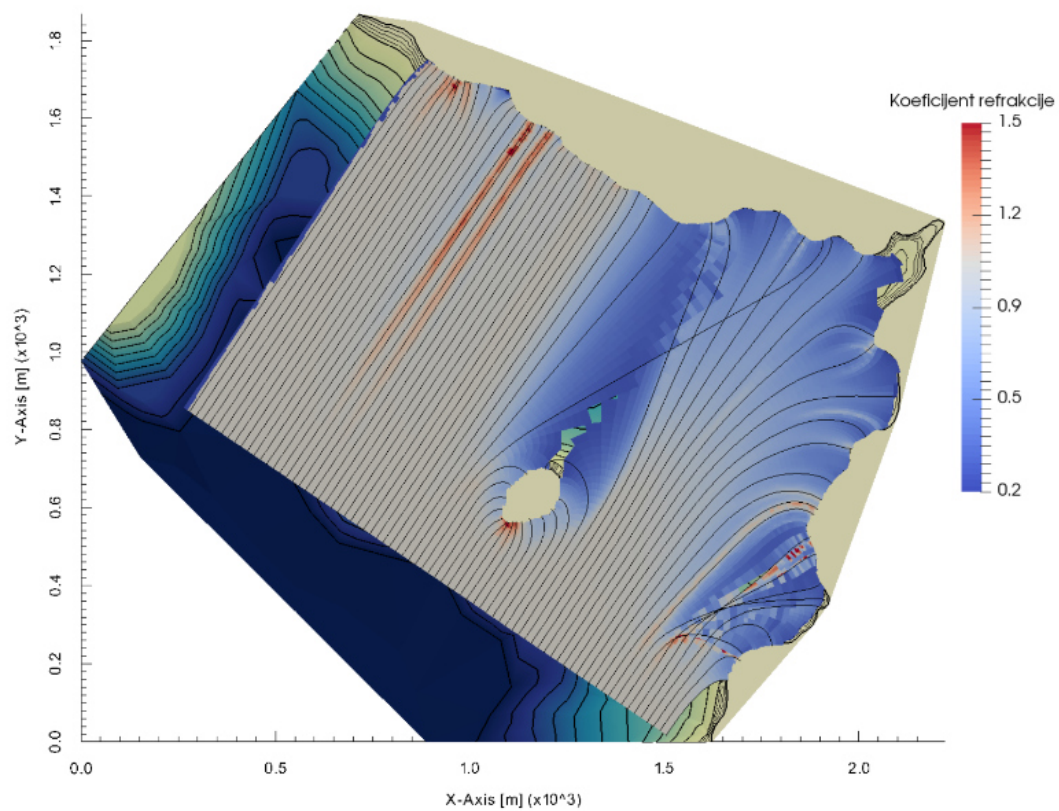
Slika 18. Mreža konačnih elemenata za akvatorij Lozica.

Proračun i plan refrakcije su napravljeni za 2 sektora (jugo i lebić) i to za val s povratnim periodom 5 i 100 godina. Za dimenzioniranje lukobrana najčešće se uzima stogodišnji val, dok je izračunat i petogodišnji kako bi se provjerio utjecaj istog na promatrano područje. Na slikama 19,20,21 i 22 prikazani su rezultati refrakcije za oba povratna perioda u obliku plana refrakcije- zraka koje se prostiru iz dubljeg mora prema plićem, za smjer jugo i to redom za stogodišnji i petogodišnji povratni period.

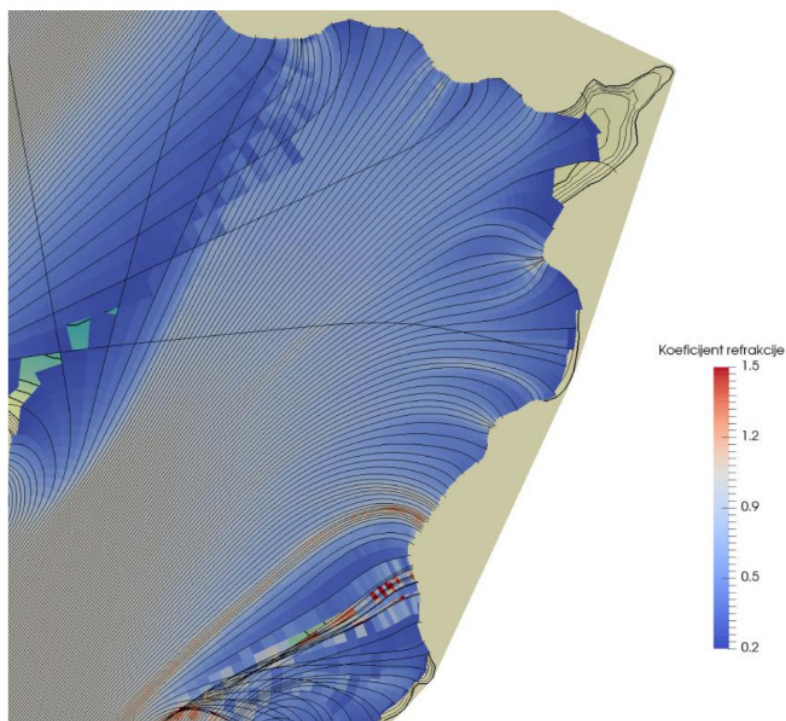


Slika 19. Plan refrakcije za sektor II petogodišnji val: a) širi akvatorij b) fokus na lokaciju zahvata

a)

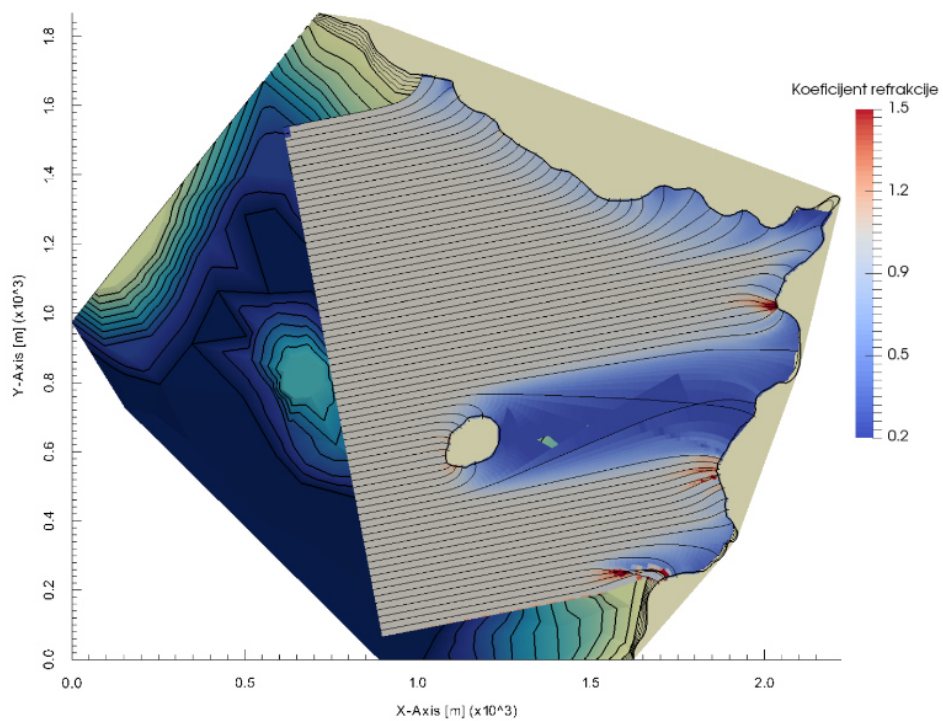


b)

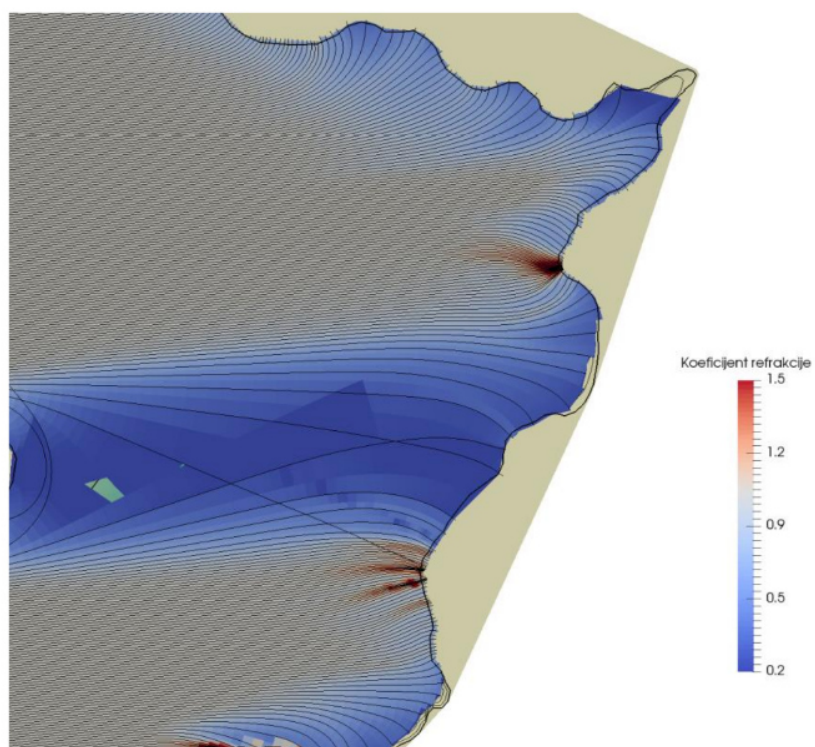


Slika 20. Plan refrakcije za sektor II stogodišnji val: a) širi akvatorij b) fokus na lokaciju zahvata

a)

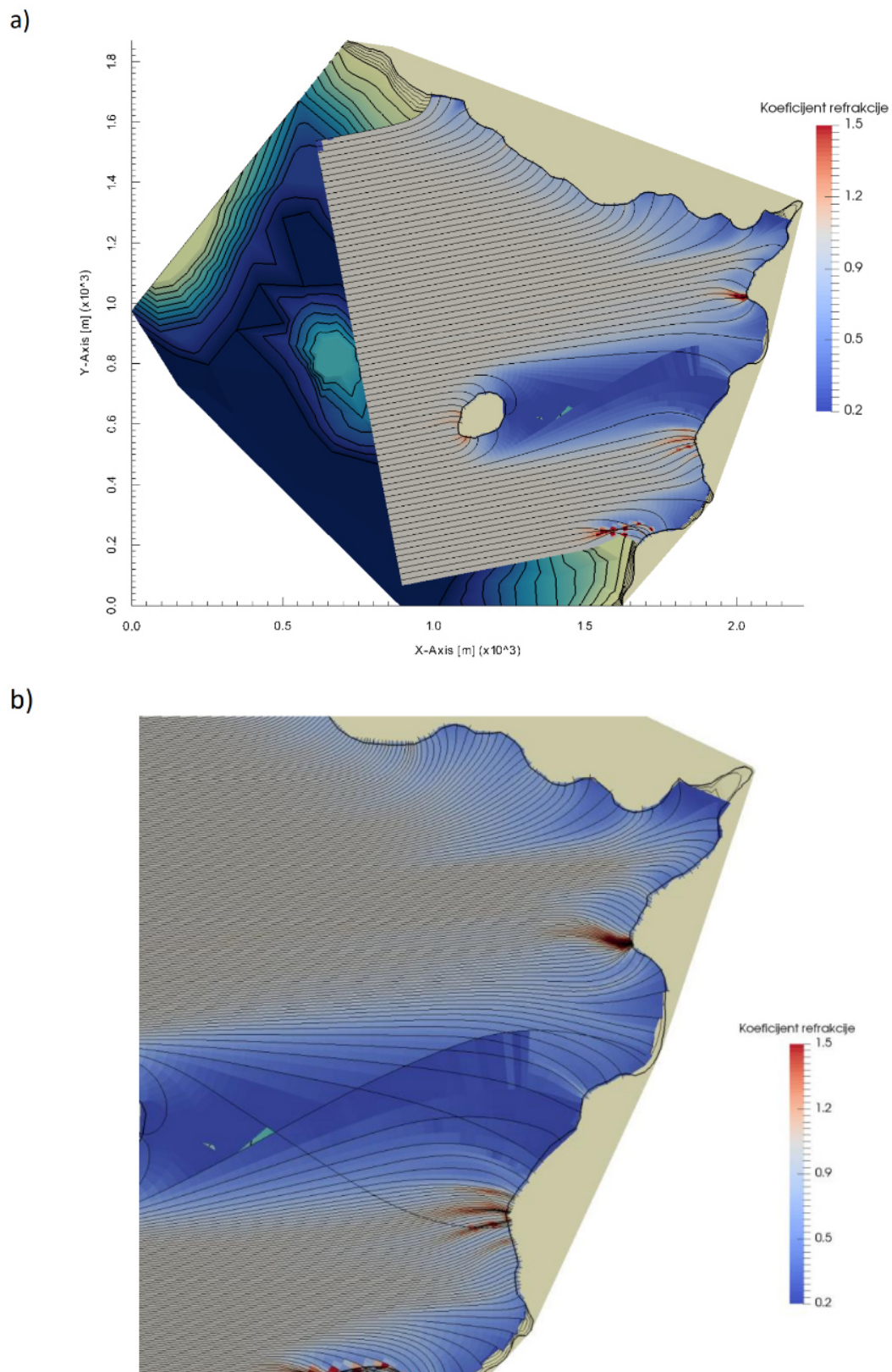


b)



Slika 21. Plan refrakcije za sektor III petogodišnji val: a) širi akvatorij b) fokus na lokaciju zahvata





Slika 22. Plan refrakcije za sektor III stogodišnji val: a) širi akvatorij b) fokus na lokaciju zahvata

## 5.2. Uplićavanje

Uplićavanje (engl. Shoaling) predstavlja deformaciju na nagnutom dnu zbog smanjenja dubine. Nastaje kada val nailazi okomito na ravnu obalu čije su izobate paralelne s linijom obale. Iz analize valova kratkih perioda čiji je pravac napredovanja okomit na izobate morskog dna te primjenom zakona održanja protoka energije na jedinicu širine grebena u dubokom i plićem moru, proizlazi:

Izraz 7.

$$E_0 \cdot c_{g0} = E \cdot c_g$$

Gdje je:

$E_0$  – srednja kinetička energija na jedinicu dužine vala u dubokom moru

$c_{g0}$  – brzina grupe valova u dubokom moru

$E$  – srednja kinetička energija na jedinicu dužine vala u plićem moru, na mjestu na kojem računamo deformaciju vala zbog smanjenja dubine

$c_g$  – brzina grupe valova na mjestu na kojem računamo deformaciju vala zbog smanjenja dubine

Brzina grupe valova u dubokom moru se određuje po izrazu 8, a brzina grupe valova na nekoj dubini- $d$  se određuje prema izrazu 9.

Izraz 8.

$$c_{g0} = n_0 \cdot c_0 = \frac{1}{2} \cdot c_0$$

Izraz 9.

$$c_{g,d} = n_d \cdot c_d = \frac{1}{2} \cdot \left[ 1 + \frac{\frac{4\pi d}{L_d}}{\sinh\left(\frac{4\pi d}{L_d}\right)} \right] \cdot c_d$$

Gdje je:

$c_{gd}$  – brzina

$L_d$  – duljina vala na dubini  $d$

Ako se u izraz 7 uvrsti izraz za srednju energiju vala po jedinici dužine uređenjem jednadžbe dođe se do izraza za definiciju visine vala u ovisnosti o uplićavanju i početnoj visini vala iz dubokog mora.

Izraz 10.

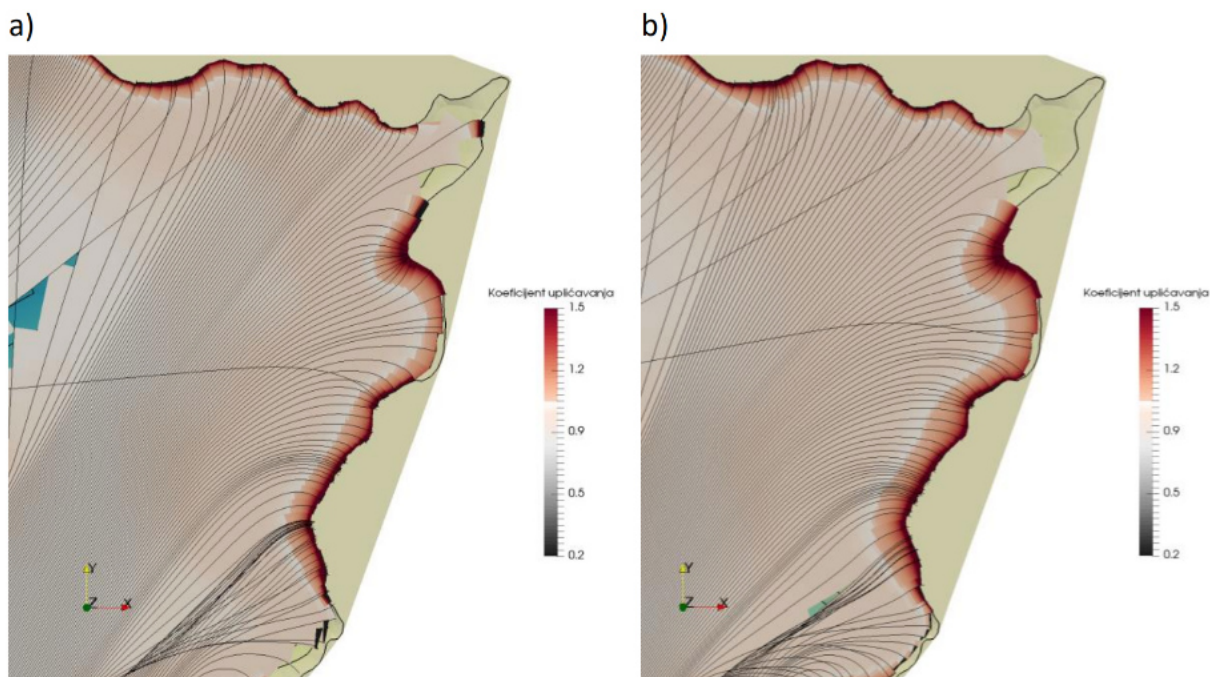
$$\frac{H}{H_0} = \sqrt{\frac{n_0 c_{g0}}{n c_{g,d}}};$$

$$H = \sqrt{\frac{n_0 c_{g0}}{n c_{g,d}}} \cdot H_0 = K_s \cdot H_0$$

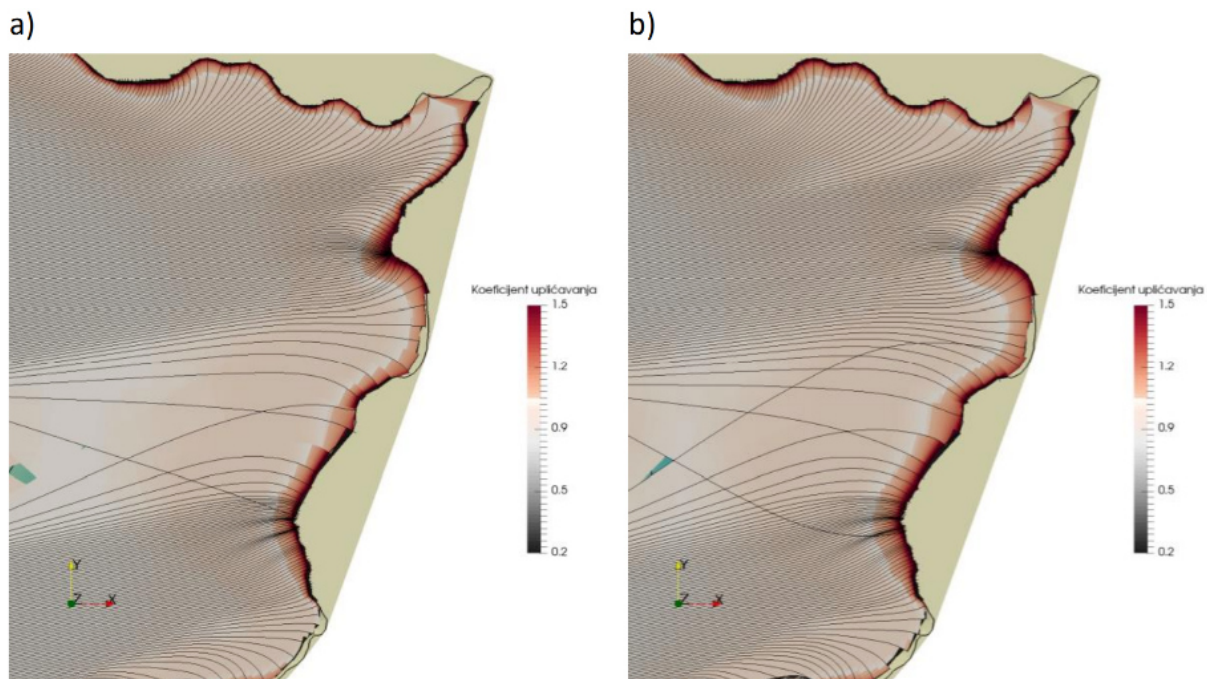
Gdje je  $K_s$  koeficijent uplićavanja.

U priloženim rezultatima (slike 23 i 24) vidljivo je da koeficijent uplićavanja sa smanjenjem dubine postepeno opada, a nakon što se dogodio lom, lokalno može i porasti. No val nakon loma više nema istu visinu već se minimalno smanji napola, energija se u lomu potroši i na obalu dolazi značajno manje visine i energije. Iz navedenog razloga, koeficijent uplićavanja ima značajan utjecaj na proračun isključivo prije loma.

U nastavku, kao i za refrakciju, samo s fokusom na područje zahvata prikazani su koeficijenti uplićavanja za oba mjerodavna sektora te pripadajuće povratne od 5 do 100 godina.



Slika 23. Utjecaj uplićavanja vala za sektor II a) petogodišnji val b) stogodišnji val



Slika 24. Utjecaj uplićavanja vala za sektor III a) petogodišnji val b) stogodišnji val

### 5.3. Visine mjerodavnih transformiranih valova i utjecaj loma vala

U ovom poglavlju definiramo konačno polje valnih visina za promatrano područje. Kako visina vala ima svoju transformaciju uslijed refrakcije i uplićavanja prije samog loma, ovdje se prvo definiraju visine za slučaj bez loma, a potom se promatraju visine u slučaju loma. Kada su izvršene transformacije refrakcije i uplićavanja na dubokovodni val, visina vala ispred plaže neposredno prije loma se određuje izrazom 11

Izraz 11.

$$H = H_0 \cdot K_R \cdot K_S$$

Gdje je:

$H_0$  – visina dubokovodnog vala

$K_R$  – koeficijent refrakcije

$K_S$  – koeficijent uplićavanja

Izrazi 12 i 13.

$$K_R = \sqrt{\frac{B_0}{B}}$$

$$K_S = \sqrt{\frac{c_{gr0}}{c_{gr}}}$$

## 5.4 Lom vala

Kod oblikovanja plaža važno je odrediti područje na kojem dolazi do loma vala. Kada se val rasprostire prema plaži mijenja se strmost vala. Strmost vala se definira kao kvocijent visine i dužine vala. Idealan val može zadržati stabilnu formu, dakle neće se lomiti samo ako mu je strmost manja od maksimalne strmosti za određenu dubinu.

Maksimalna strmost vala u dubokoj vodi određena je izrazom 14

Izraz 14.

$$\left( \frac{H_o}{L_o} \right)_{\max} = 0.142$$

Dubokovodni valovi ne reaguju s dnom tako da im strmost može povećati samo vjetar i na taj način dovesti do loma kad se prekorači  $(H_o/L_o)_{\max}$ .

Maksimalna strmost vala u plićem moru određena je izrazom 15

Izraz 15.

$$\left( \frac{H}{L} \right)_{\max} = 0.142 \cdot \operatorname{tgh} \left( \frac{2\pi D}{L} \right)$$

Valovi u plitkom reaguju s dnom što rezultira povećanjem strmosti i lomom vala ako se prekorači  $(H/L)_{\max}$ .

Proračun dubine, s obzirom na prekoračenje maksimalne strmosti na kojoj se val lomi se obavio iterativno u programu RSBWave, te su neke od izračunatih dubina dane u tablici. Iz grafičkog prikaza je vidljivo da se val ne lomi na konstrukciji, te ova deformacija nema utjecaj na projektne parametre lukobrana.

Na slikama 25 i 26 je prikazano područje javljanja loma vala za dva mjerodavna sektora.

## Uređenje plaže Lozica u Rogoznici

### ***Sažetak:***

Zadatak ovog završnog rada je analiza prethodnog stanja obale na sjeverozapadnom djelu općine Rogoznica, odnosno plaže Lozica uz prijedlog rješenja uređenja.

Dostupni podaci o vjetru koriste se za izradu prognoze valova u dubokom moru, a zatim se vrši analiza transformacija mjerodavnih valova pri dolasku na obalu predmetne lokacije. Na osnovu ponašanja valova na lokaciji, kao i postojećeg stanja batimetrije oblikuje se lice plaže uz dodatna nasipanja žala, te predlažu konstrukcije za očuvanje stabilnosti istog.

### ***Ključne riječi:***

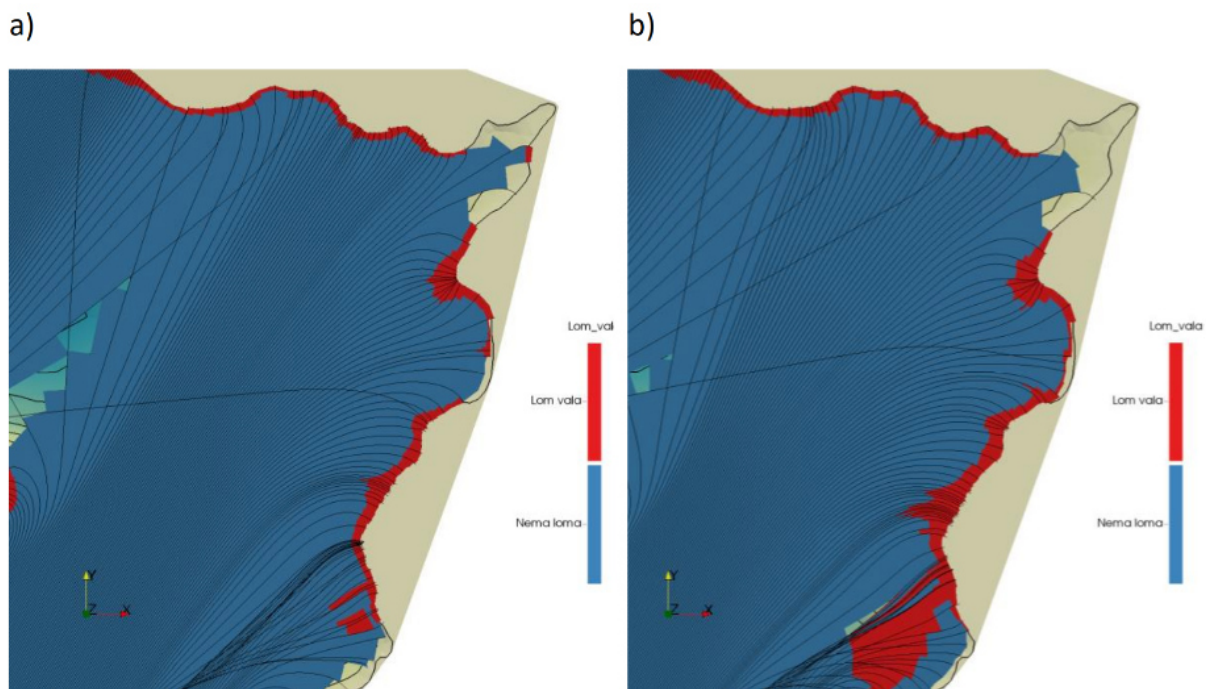
Rogoznica, Lozica, vjetar, obala, plaža, uređenje, održivost

### ***Abstract:***

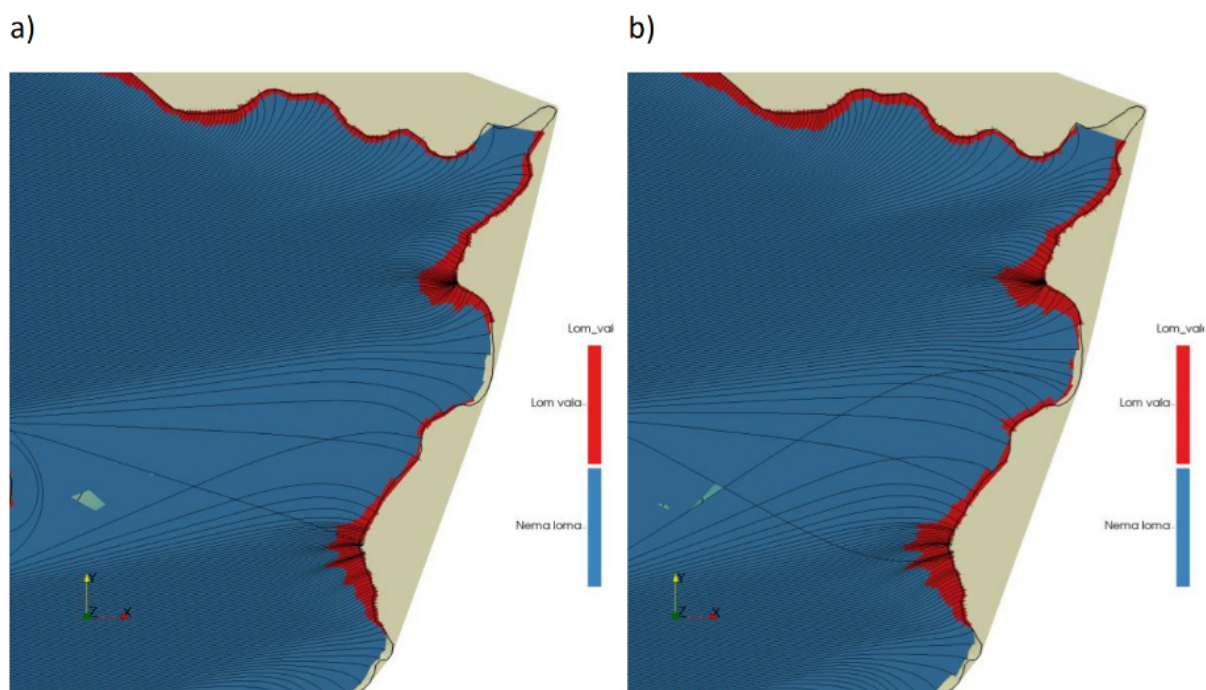
This study aims to assess the previous state of the north-western coast of Rogoznica municipality, specifically focusing on Lozica beach. Utilizing available wind data, a forecast for deep-sea wave patterns was made, followed by an analysis of wave transformations upon reaching the coastal area. Considering observed wave behavior and existing bathymetry, beach modifications and construction measures to ensure beach stability are proposed.

### ***Keywords:***

Rogoznica, Lozica, wind, coast, beach, scaping, sustainability



Slika 25. Detekcija loma vala za sektor II; a) petogodišnji val b) stogodišnji val



Slika 26. Detekcija loma vala za sektor III; a) petogodišnji val b) stogodišnji val

## 6. IDEJNO RJEŠENJE UREĐENJA PLAŽE LOZICA

Na osnovi proračuna dolaska i transformacije valova na obali plaže Lozica dobilo se na koji način ti valovi djeluju na šljunčanu plažu Lozica. Naročito je bitno mjesto gdje se događa lom vala, jer na tom mjestu je izuzetno snažno djelovanje i razaranje obale, pa tako i žala. Isto tako na osnovi morfologije obalne crte i morskog dna zaključeno je da su uvjeti zadržavanja žala na obali dosta nepovoljni. Uglavnom je žalo povučeno u dubinu. To iziskuje izgradnju oslonaca kojima će se stabilizirati žalo i zadržati na obali. Samo oblikovanje lica plaže prije svega ovisi o kutu nailaska valova iz pojedinog smjera. Za plažu Lozica dominantni su valovi zapadnog i jugozapadnog smjera, jer oni izravno donose energiju na obalnu crtu potrebnu za pomicanje žala, čime se ono brusi i oblikuje. Prema utvrđenom djelovanju valova, što je pokazano u poglavlju 2, te na osnovi dostupne literature (popis je na kraju teksta), postavljen je oblik lica plaže. Sukladno snazi djelovanja valova izabrana je krupnoća zrna tucanika koji će se dovoziti na plažu. Uzet je promjer zrna 15-20 mm. Nije moguće točno izračunati taj podatak, jer trošenje, odnosno smanjivanje granulacije ovisi o geologiji, tj. o porijeklu kamenog materijala, što je kod nas najčešće vapnenac, a isto tako i o ukupnoj količini energije valova koja na obalnu crtu dođe kroz neko razdoblje, npr. tijekom jedne godine. Precizniji izračun energije valova moguć je jedino u slučaju da se provode detaljnija mareografska mjerenja u okolišu plaže. U ovom slučaju takvih mjerenja nema, pa se primjenjuje ekspertna procjena. Određeno iskustvo postoji s nekoliko plaža o okolici Splita, gdje su obavljena određena mjerenja i praćenje procesa oblikovanja žala.

### Prilog 1. Skica plaže

Kako je već napisano, ovdje je teže stabilizirati žalo, jer valovi na obalnu crtu dolaze koso pod kutom manjim od  $90^\circ$ .

Posebno je otežano na sjevernom rubu plaže. Zato se na tom mjestu mora izgraditi Pero 1 od kamenih blokova. U tijelu pera nasipaju se krupniji komadi kamena mase 50 do 100 kg. S vanjske, naročito sjeverne strane, u nagibu 1:1.5 slažu se kameni blokovi mase 1000 do 1500 kg, kojima se osigurava stabilnost pera na snažno djelovanje valova. Prema dubini pera se radi u nagibu prema morskome dnu, gdje se spaja na prag.

U središnjem dijelu nešto bliže južnom kraju plaže predviđeno je kameno Pero 2, koje se slaže isto kao i Pero 1. I pero 2 se spaja s pragom u dubini. Pragovi se rade od kamenih blokova mase 500 do 1000 kg. Pera i pragovi uz ta pera su oslonci koji sprečavaju odnošenje žala uzduž obalne crte, ili u dubinu. Između pera oblikuje se lice plaže konkavnog (školjkastog) oblika.

U situaciji na prilogu 1 prikazan je položaj pera i pragova te oblik lica plaže. Karakteristični presjeci pera, pragova i lica plaže prikazani su na prilogima 2 i 3.

### Prilog 2. Poprečni presjeci plaže

### Prilog 3. Poprečni i uzdužni presjeci pera



## 6.1 Formiranje konačnog oblika, lica plaže, održavanje i prihranjivanje.

Konačan oblik lica plaže dobit će se postupnim donošenjem drobljenca u obrocima da ga more stigne izbrusiti. Taj postupak trajat će nekoliko sezona. U jesen, kad prestane kupanje donijet će se odgovarajuća količina i rasporediti po crti plaže. Prethodno se već obrađeni kamen zgrne prema gornjem rubu. Tijekom zimskog razdoblja, kad je djelovanje valova naj snažnije, do slijedeće sezone kupanja oštri rubovi na zrnima tucanika će biti izglašeni. Zimi će se formirati tzv. zimske berme, odnosno žalo će biti malo izgurano prema gornjem rubu plaže. Prije početka sezone kupanja, u rano proljeće, izgurano žalo se mora vratiti prema moru i odgovarajuće poravnati. I nakon konačnog oblika plaže u vremenskim razmacima, od prilike svake dvije godine potrebno je prihranjivati plažu određenom količinom tucanika. To se obavlja u zimskom razdoblju nakon sezone kupanja. Novi materijal donosi se na lice plaže, gdje ga mogu dohvatiti valovi radi brušenja. Prije postavljanja novog materijala već izbrušeno žalo se zgrne prema gornjem rubu plaže. Količina novog materijala se procjenjuje na osnovi praćenja stanja na plaži te ne postoji točan proračun.

Načelno, redoslijed izgradnje bi morao biti slijedeći. Prvo se grade pera i kameni nasip na dnu (vidjeti poprečne presjeke). Zatim, između pera postupno se formira lice plaže, prema usvojenoj dinamici, što će trajati više sezona (godina). Pragovi se rade u zadnjoj etapi uređenja plaže. Kako se lom vala događa negdje oko položaja pragova, praćenjem stanja na tom mjestu vidjet će se da li se žalo zadržava na plaži ili se dijelom odnosi u dubinu. Na tom mjestu dinamičko djelovanje valova je posebno i koncentrirano, pa se u pragove moraju ugraditi blokovi mase 500 do 1000 kg. Procjenjuje se da će za konačno oblikovanje plaže biti potrebne tri do četiri godine.

## 6.2. Procjena količine materijala

Sami proračun za količinu materijala izvršio se na način da su se iz situacije i presjeka uzele dimenzije, odnosno površina sa skice se množila sa dubinom određenog materijala za svaki sloj preuzetog iz presjeka. Tip materijala i količina izražena u kubnim metrima nalazi se u tablici 18, a gdje se ugrađuje koji tip vidljivo je u presjecima.

Tablica 18. Grube količine potrebnog materijala.

	Tip materijala	Količina u m <sup>3</sup>
Žalo	15-20 mm	5060
Kameni blok	50-100 kg	1835
Kameni blok	1000-1500 kg	2605
Kameni blok	500-1000 kg	1446

### 6.3. Završno uređenje plaže

Površina plaže iznosi nekih 2350 m<sup>2</sup>, budući da se računa da je minimum 4-5 m<sup>2</sup> po kupaču za ugodno korištenje, ova plaža ima idealni kapacitet od oko 500 kupača.

Uz gornji rub plaže izgradit će se šetnica širine 3,5 m. To je pješačka komunikacija, a izuzetno može poslužiti za prilaz interventnim vozilima do plaže (hitna pomoć, policija, vatrogasci).

Uz rub šetnice predlaže se posaditi drvored. Da bi se sadnice lakše primile i pravilnije razvijale, predlaže se stabla saditi u žardinjere, koje će ujedno biti kamene klupe u hladovini i u kojima će biti određena količina plodne zemlje, kako bi se stabla što bolje razvijala.

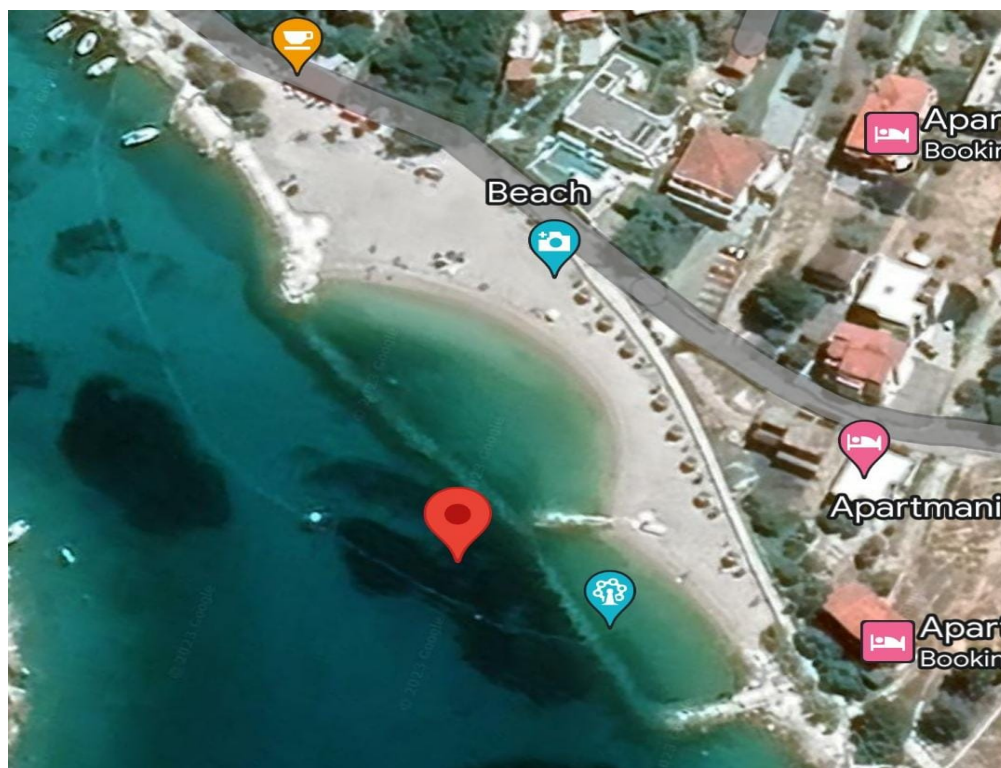
Na plažu može staviti ležaljke, sjenice, suncobrane i ostali sadržaj namijenjen kupačima, pogodan za iznajmljivanje.

Plaža je predviđena da bude izdana u koncesiju.

Davanjem plaže u koncesiju ona postaje samoodrživa jer svaki daljnji potrebni ulog će sama sebi zaraditi.

Koncesionarima je također omogućeno da postave montažne (drvene kućice, kontejnere..) ili pokretne (prikolice..) objekte te da se otvori ugostiteljski objekt (beach bar, palaćinke, sokovi...).

Za sve građevine kao i za stvaranje žala, smije se koristiti samo kameni materijal. Maksimalna količina zemlje, koja se tolerira, ne smije biti veća od 5%.



Slika 37. Trenutno stanje plaže.

## 7. ZAKLJUČAK

Temeljem podataka o mjerenju brzina vjetra i prevladavajućeg smjera za razdoblje od 1982 do 2012 godine uzetih sa glavne meteorološke postaje Šibenik te izrade ruže vjetrova, dominantni smjerovi vjetra su S, SW, WSW i WNW za privjetrišta redosljedom za sektore I, II, III, IV.

Plan i proračun refrakcije napravljen je za sva četiri sektora i to za val s petogodišnjim povratnim periodom, te za val s stogodišnjim povratnim periodom.

Smjerovi zapad i jugozapad nam odnose žalo sa plaže te je na temelju njih potrebno napraviti projekt koji će to spriječiti.

Projektom se predviđa uređenje postojeće obale, koja nije bila adekvatno iskorištena, u cilju razvoja funkcija lučko-pomorskih aktivnosti, izletničkih i sportsko-ribolovnih aktivnosti te u funkciji kupališnih aktivnosti, sporta i rekreacije te da bi se moglo maksimalno iskoristiti resurse ovoga područja.

Plaža je predviđena da bude izdana u koncesiju.

Davanjem plaže u koncesiju ona postaje samoodrživa jer svaki daljnji potrebni ulog će sama sebi zaraditi.

Koncesionarima je također omogućeno da postave montažne (drvene kućice, kontejnere..) ili pokretne (prikolice..) objekte te da se otvori ugostiteljski objekt (beach bar, palačinke, sokovi...).

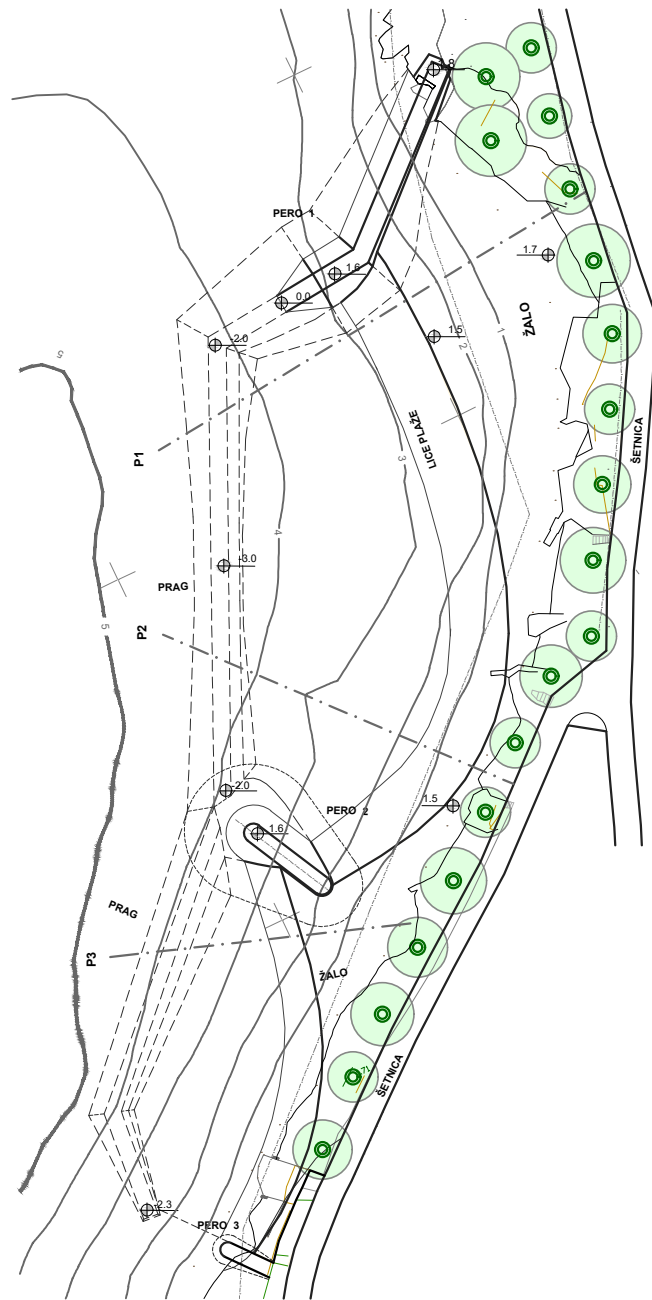
Sama stabilizacija žala je izvedena uz 3 pera i kamenom pragu u moru. Također je odabrana i velika frakcija žala koju je teže povući u dubinu.

## 8. PRILOZI

Prilog 1 nalazi se na 51. stranici i to on sadrži skicu plaže.

Prilog 2 nalazi se na 52. stranici i on sadrži tri poprečna presjeka plaže

Prilog 3 nalazi se na 53. stranici i on sadrži uzdužne i poprečne presjeke pera



Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Matrice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT gradst.unist.hr

PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

predmet: POMORSKE GRAĐEVINE

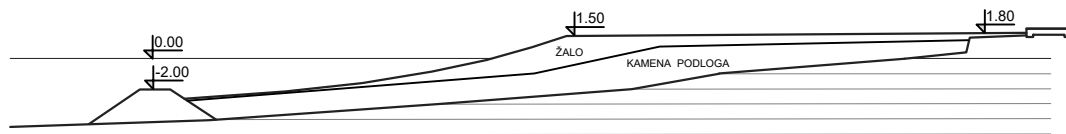
student: JURE MUSLIM

sadržaj: PRILOG 1

ak. god.: 2022./2023.

Mjerilo 1 : 100

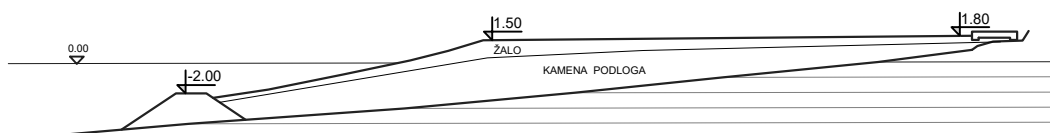
POPREČNI PRESJEK P1



POPREČNI PRESJEK P2



POPREČNI PRESJEK P3



Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Matrice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT gradst.unist.hr

PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

predmet: POMORSKE GRAĐEVINE

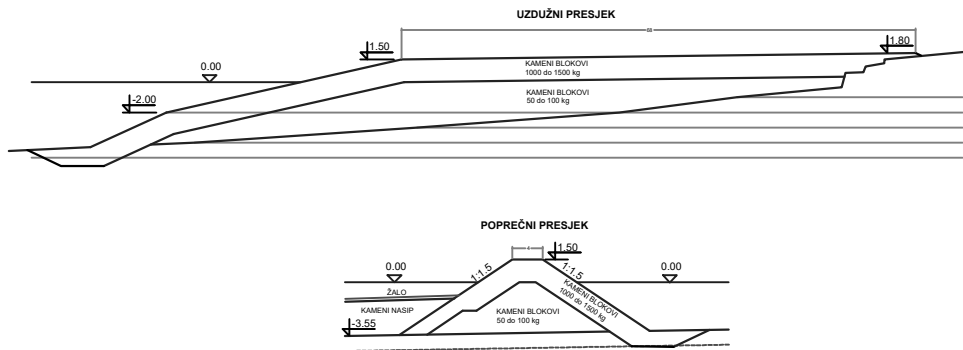
student: JURE MUSLIM

sadržaj: PRILOG 2

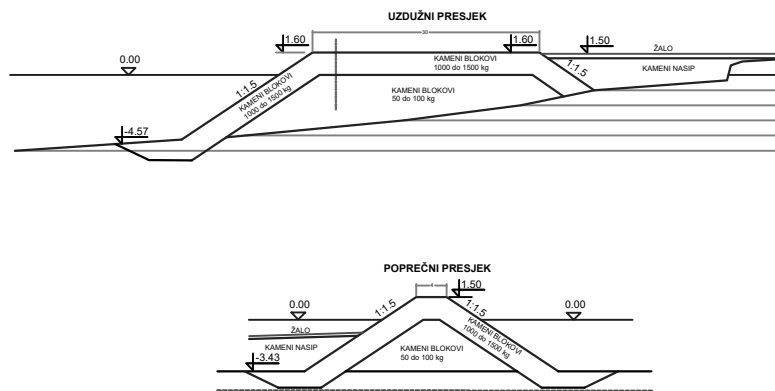
ak. god.: 2022./2023.

Mjerilo 1 : 50

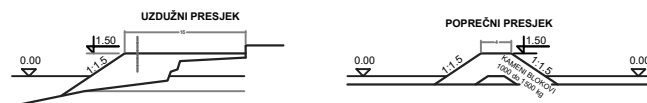
### PERO 1



### PERO 2



### PERO 3



Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT gradst.unist.hr

PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

predmet: POMORSKE GRAĐEVINE

student: JURE MUSLIM

sadržaj: PRILOG 3

ak. god.: 2022./2023.

Mjerilo 1 : 50

## 8. LITERATURA

- (1) Srzić, V. , Galešić, M. (2020.), Predavanja i vježbe iz kolegija Pomorske građevine, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije u Splitu
- (2) (2017), Elaborat vjetrovalne klime i studija valovanja za plažu Lozica, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije u Splitu
- (3) Silvestar, R.: Coastal Engineering 1, 2, Scientific Publishing 1974
- (4) Horikawa, K.: Coastal engineering, University of Tokyo Press, 1978
- (5) Chakrabarti, S.K.: Hydrodynamics of Offshore Structures, Springer-Verlag, 1987
- (6) Sorensen, M.R.: Basic Coastal Engineering, Academic Publishers, Boston 2002
- (7) Kamphuis, J.W.: Introduction to Coastal Engineering and Management, World Scientific, 2002
- (8) Reeve, D., Chadwick, A. and Fleming, C.: Coastal Engineering, Processes, Theory and Design Practice, Spon Press 2004
- (9) Shore Protection Manual CERC Coastal Engineering Research Center, US Government Printing Office, Washington DC 1984
- (10) Robert G. Dean and Robert A Dalrymple: Coastal Processes with Engineering Application, Cambridge University Press, 2002
- (11) Tomoya Shibayama: Coastal Processes, World Scientific, 2009