



Inženjerska komora Crne Gore



SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,
ARCHITECTURE AND GEODESY

Održivost plaža: procesi, analize i mjere stabilizacije

Izv.prof.dr.sc. Veljko Srzić, dig
Miljana Miljanić, Spec.App.građ.

Podgorica, 24.10.23.

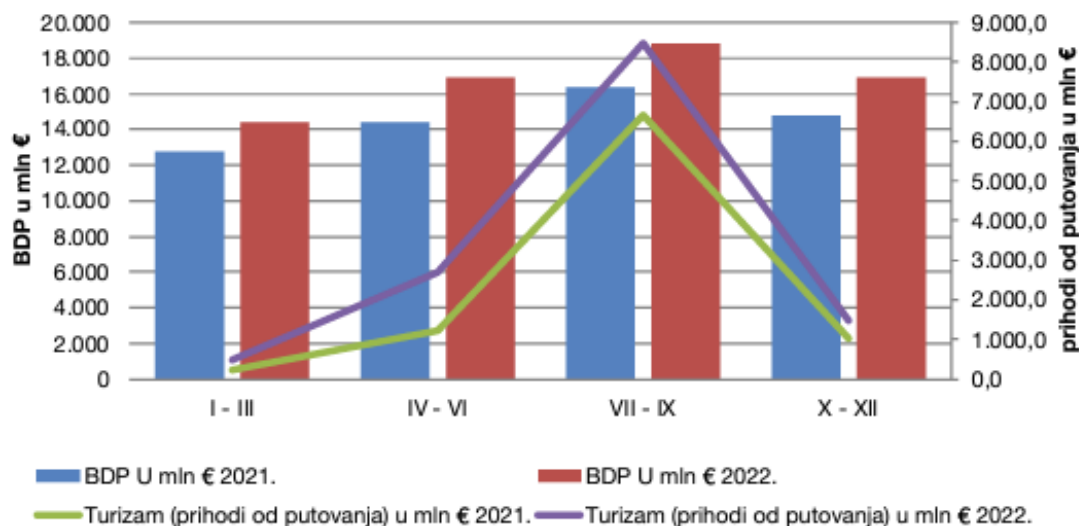
Sadržaj

- **Plaže kao resurs**
- **Erozija plaža**
- **Monitoring u obalnom sistemu**
- **Definicija relevantnog talasa**
- **Analize modela**
- **Mjere stabilizacije plaže**
- **Zaključci i diskusija**

Prihodi od turizma			
	2021.	2022.	INDEKS 2022./2021.
BDP (u mil. EUR)	58.207	67.390	115,8
PRIHODI OD TURIZMA (u mil EUR)*	9.134,4	13.113,8	143,6
UDJEL TURIZMA U BDP-u (u %)	15,7	19,5	124,0

*IZVOR: Hrvatska Narodna Banka

BDP I PRIHODI OD TURIZMA 2022. (2021.) GODINE



IZVOR PODATAKA: Državni zavod za statistiku

"METODOLOŠKA OBJAŠNENJA: Turistom se smatra svaka osoba, bez obzira na dob i spol, koja izvan svojega stalnog mjesta boravka proboravi barem jednu noć u ugostiteljskom objektu za smještaj. Izletnik na jedan dan ne smatra se turistom. Strani turist je svaka osoba s prebivalištem izvan Republike Hrvatske koja privremeno boravi u Republici Hrvatskoj i provede najmanje jednu noć u ugostiteljskom ili drugom objektu za smještaj turista."

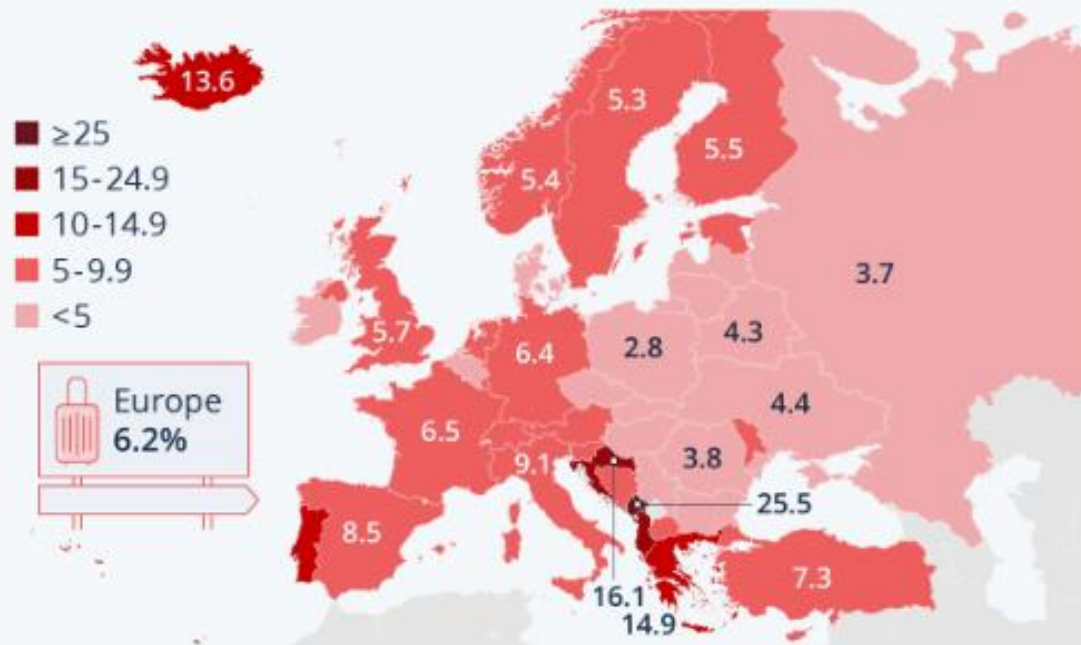
Obrada podataka: Janja Žaja

-u
/a
la
U
ra

je
ži
io

Which European Countries Depend on Tourism

Share of travel and tourism as a percentage of GDP (in %)



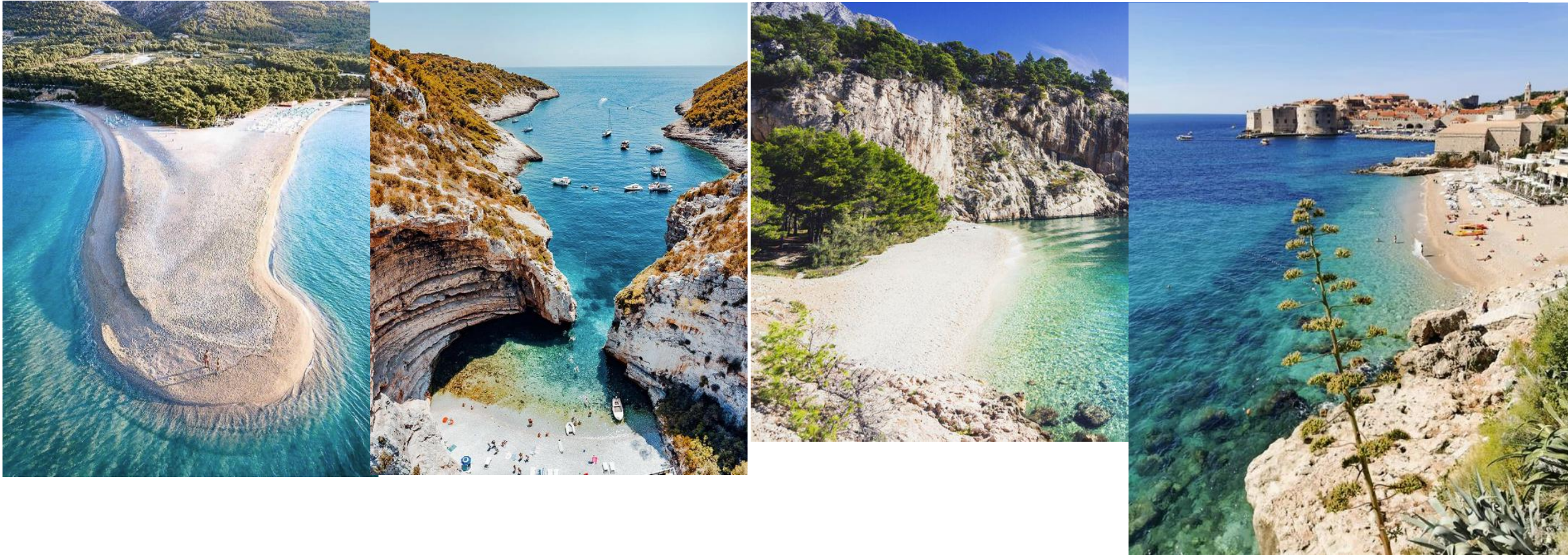
Source: World Travel & Tourism Council



statista

Plaže kao resurs

„U Hrvatskoj dominira kupališni turizam i Hrvatska dobro upravlja tim proizvodom. Zadnjih godina ostvaruju se dobri rezultati i taj proizvod egzistira na visokoj razini kvalitete. Bez **kvalitetne destinacije** nema ni kvalitetnog razvoja **malih i obiteljskih hotela**.” D.Lorencin – Ministar turizma...

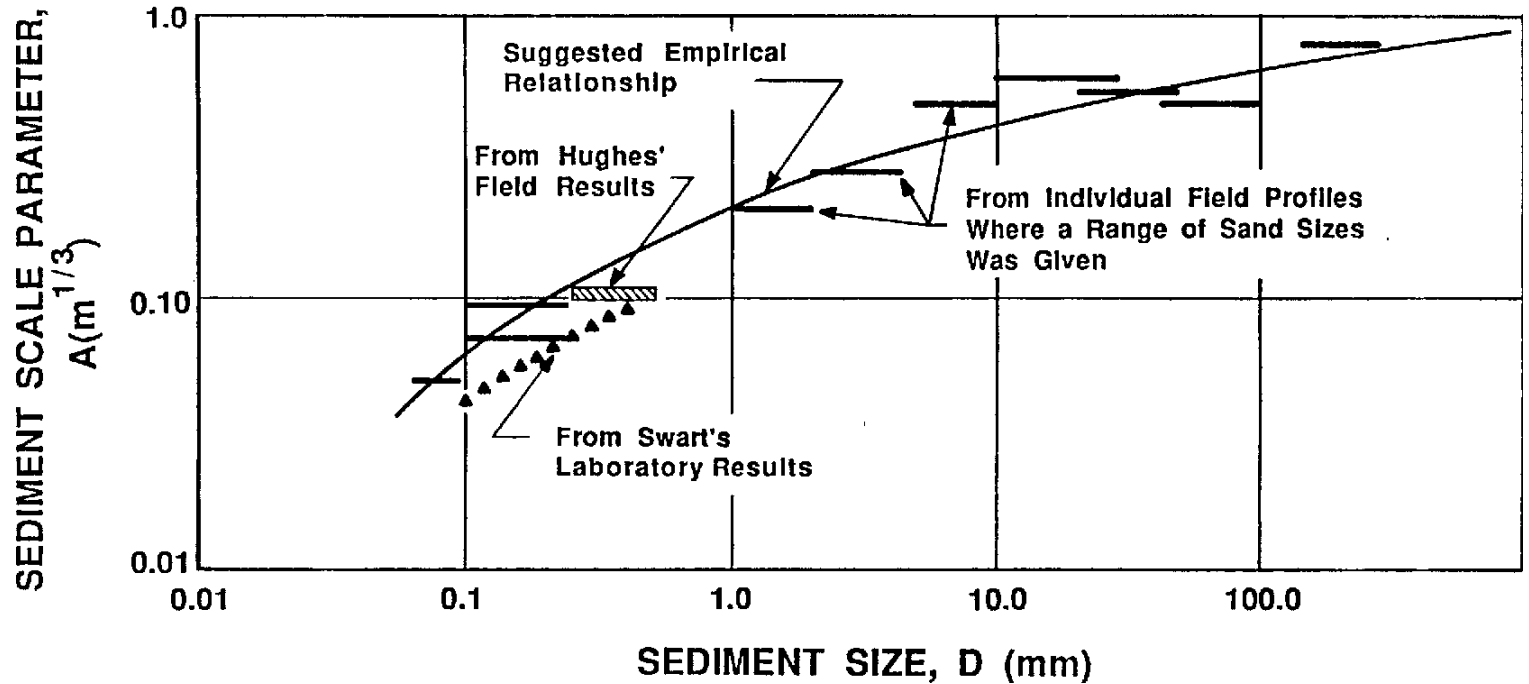
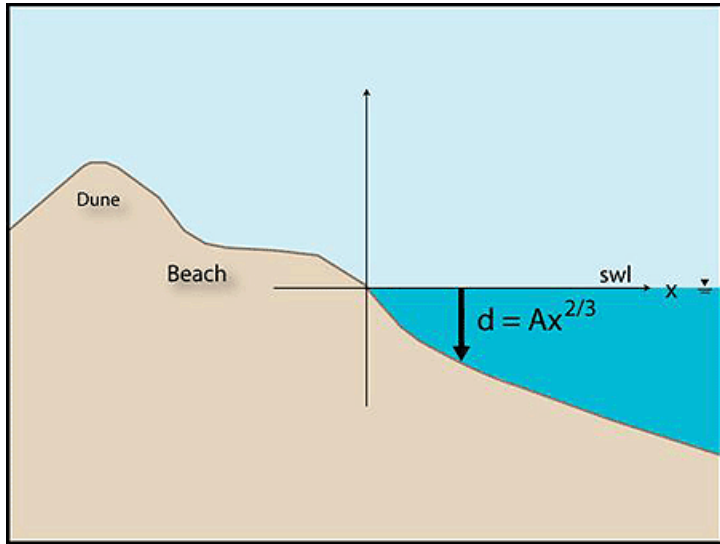


Plaže kao resurs



„Crna Gora je prostorno mala, ali po prirodnim komparativnim prednostima te bogatstvu kulturno – historijskih znamenitosti predstavlja jednu od najljepših receptivnih turističkih destinacija. Na Crnogorskom primorju nalaze se **brojne pješkovite i šljunčane plaže**. **Crnogorsko primorje** spada u grupu najtoplijih i najsunačanijih turističkih regija Europe.” Sajam turizma 2019.

Plaže kao resurs

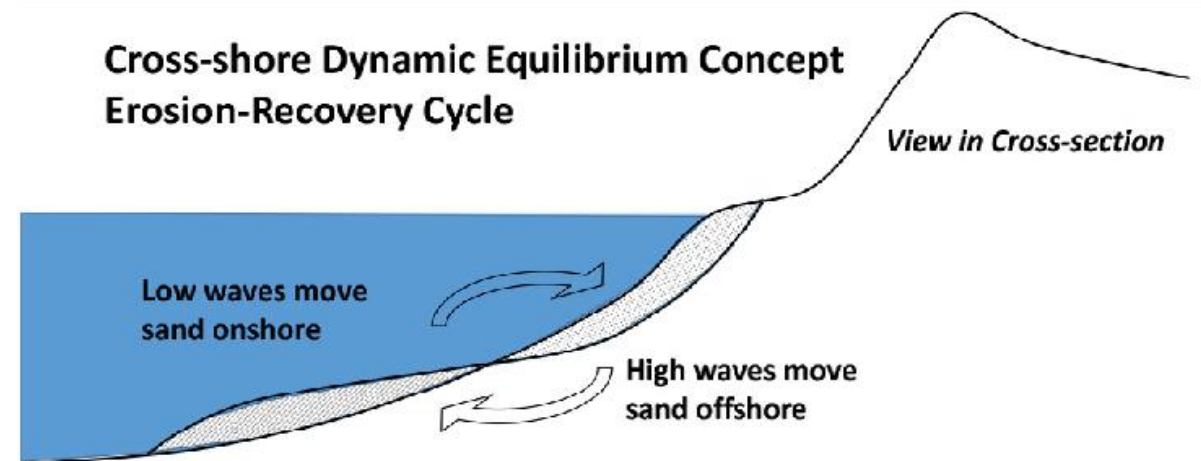
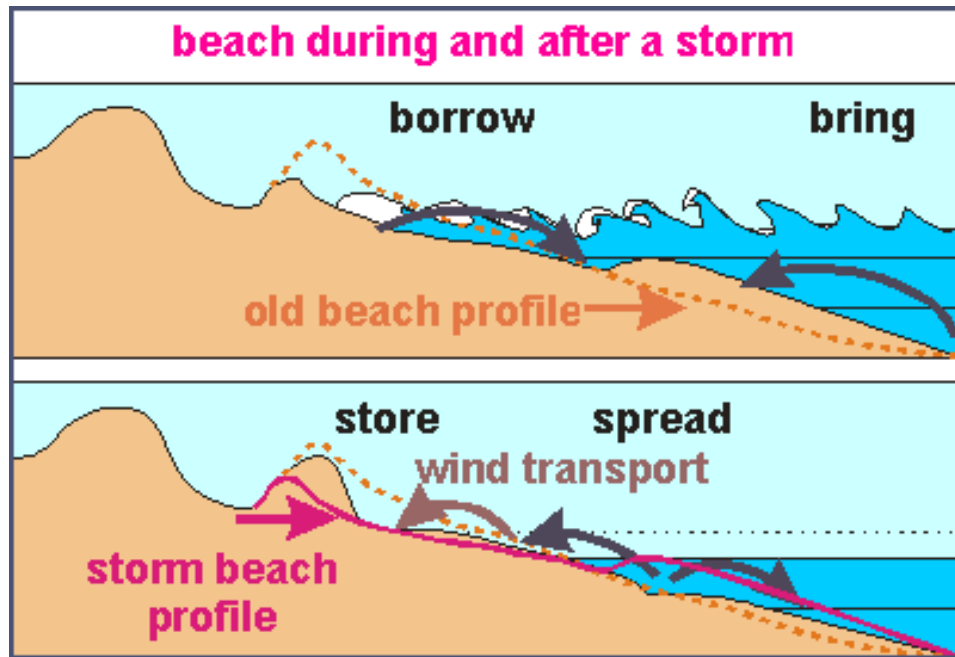


Ravnotežni profil plaže – „projektantski profil plaže” –profil koji odgovara osrednjenom u volumetrijskom smislu sezonskoj skali izravnjanja. Stanje u kojem se smatra kako je prihrana plaže jednaka gubitku materijala.

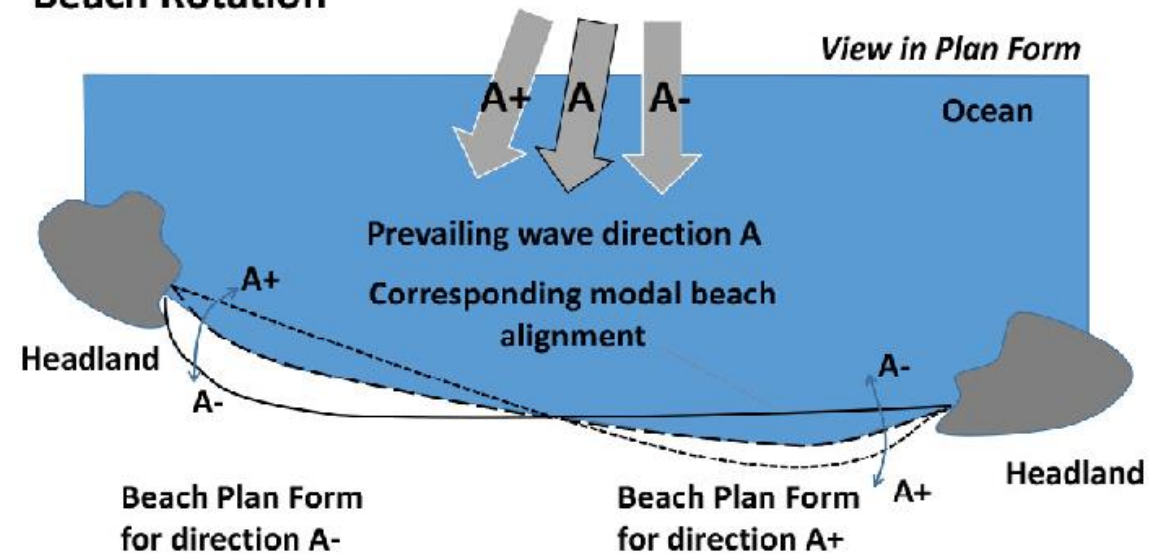
Plaže kao resurs

Ravnotežno stanje = stanje u kojem je prihrana plaže sa slivnog područja jednaka odnosu sedimenta pod utjecajem vjetrom generiranih valova, morskih struja i drugih učinaka.

Izostanak ravnoteže u određenom dobu godine i određenog trajanja NIJE znak erozije već dinamičkih svojstava lica plaže u uvjetima izmjenjenih lokalnih vjetrovalnih uvjeta.



Alongshore Dynamic Equilibrium Concept Beach Rotation



Plaže kao resurs

Prirodna prihrana plaže – ostvaruje se kao posljedica generiranja sliva, pod utjecajem pale oborine i površinskog otjecanja dolazi do pokretanja nanosa.

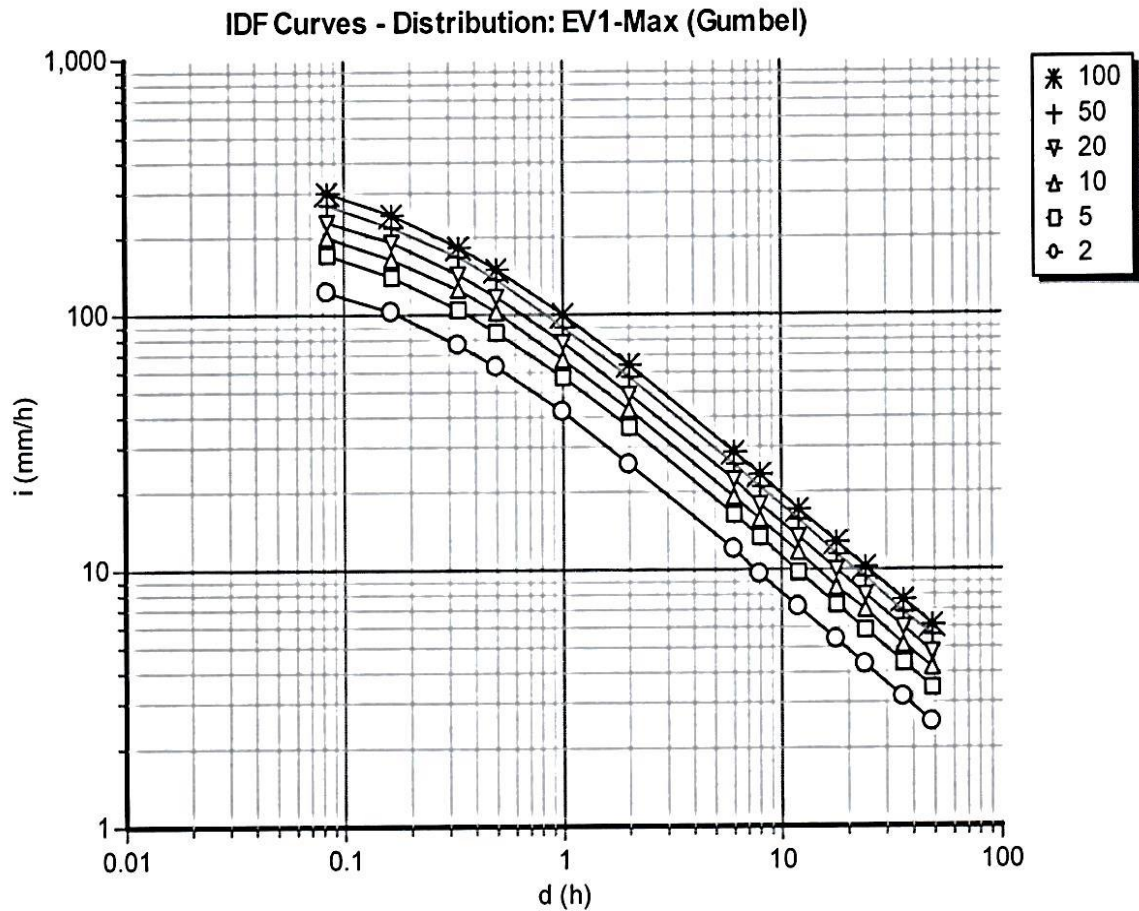
U osnovu su koridori za prinos **bujični kanali** koji tijekom kišnog razdoblja generiraju prinos vučenog i suspendiranog nanosa koji se pod djelovanjem vučne sile doprema na lice plaže.

Količina nanosa kojim se lice plaže prihranjuje može se mjeriti in-situ ili računski procijeniti.

Najčešće se mjerenja provode unutar otvora bujičnih tokova u određenom vremenskom intervalu.

2017. – 2018. provedeno je mjerenje kapaciteta bujičnih tokova na plaži u Petrovcu u razdoblju od 11/2017. do 03/2018.



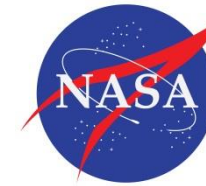


Za utvrđivanje intenziteta oborina korištene su desetominutne količine izmjerene na meteorološkoj automatskoj stanici u Baru. Serija podataka za period od 11 godina je korištena kako bi se uz EV1 (Gumbel) distribuciju dredili kratkotrajni intenziteti oborine za različite periode.

Plaže kao resurs

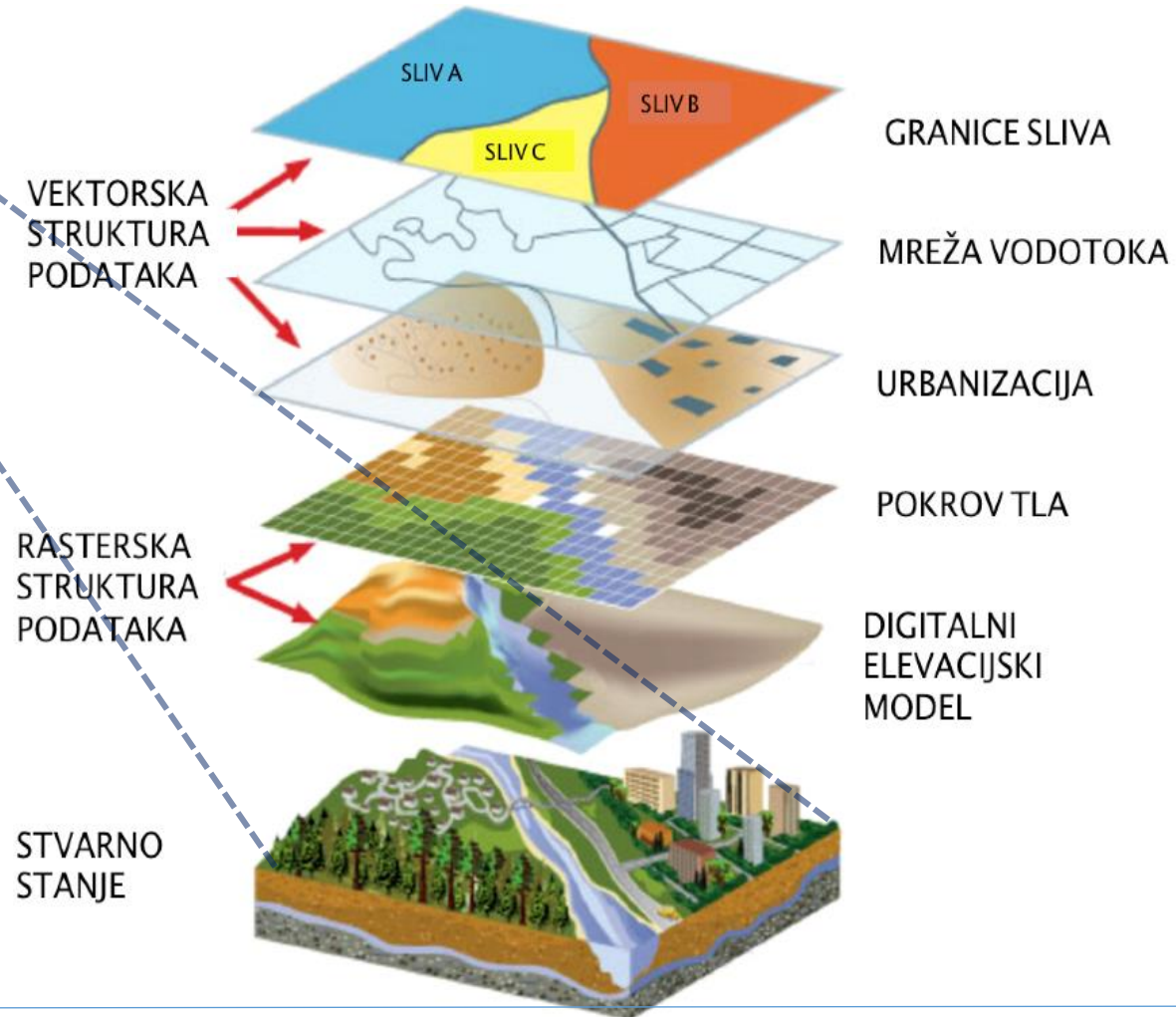


European Space Agency

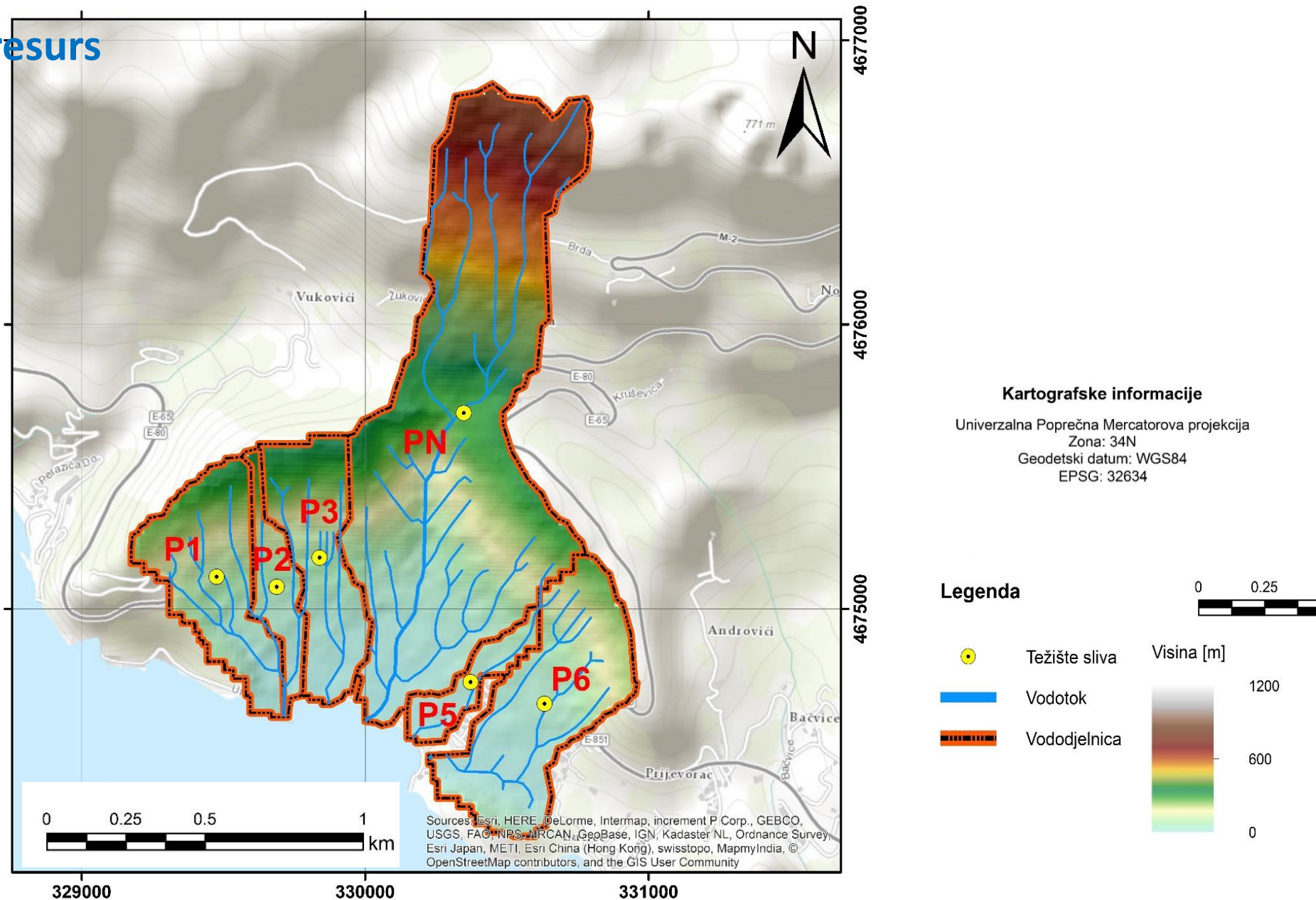


**SRTM model
USGS (2014), Shuttle
Radar Topography
Mission, NASA, 1 Arc
Second Scene:
SRTM1N42E186V3 i
SRTM1N42E196V3**

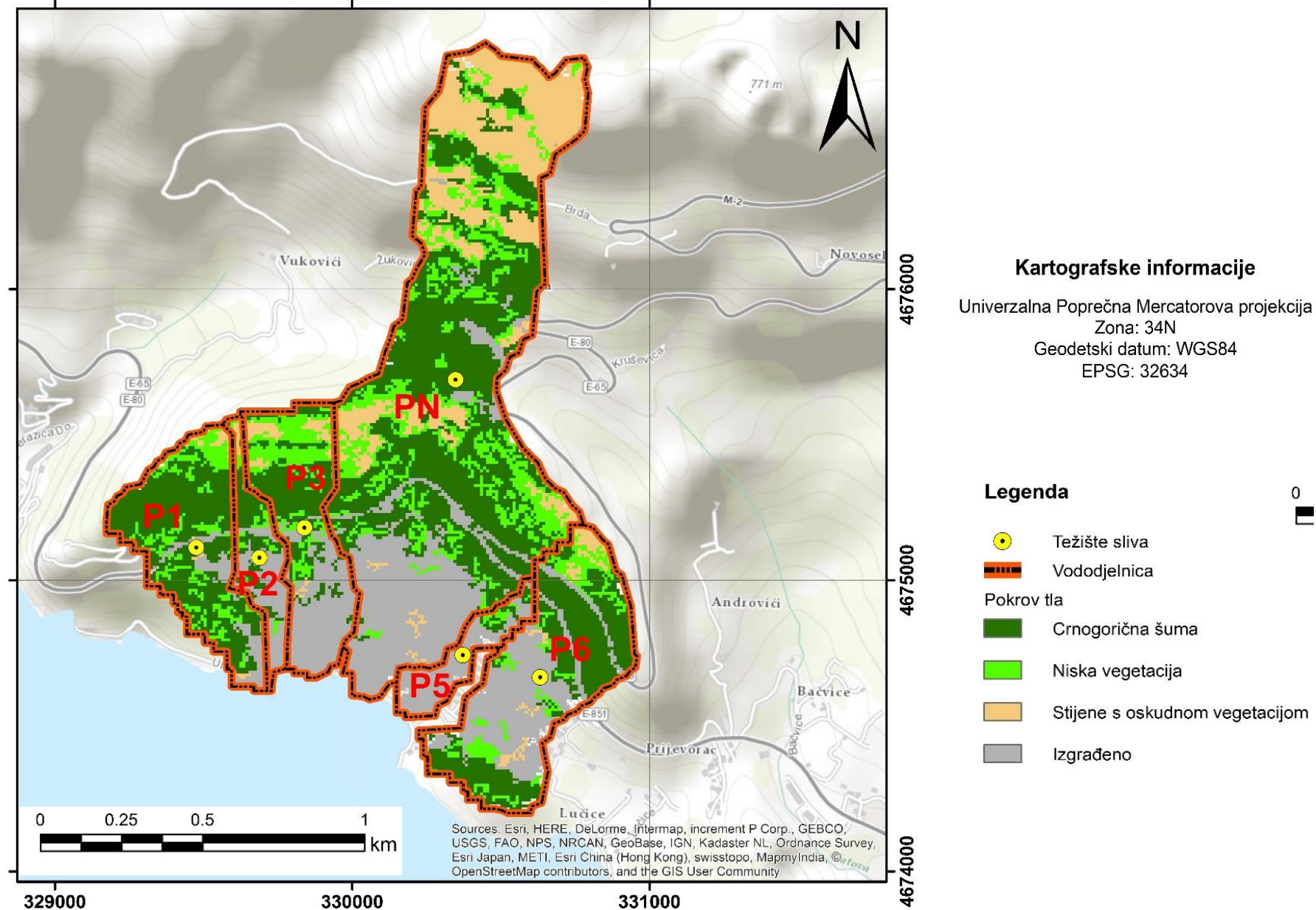
**SENTINEL - 2
Multispectral Imagery
Satelite System, ESA,
Date: 12.04.2017**



Plaže kao resurs



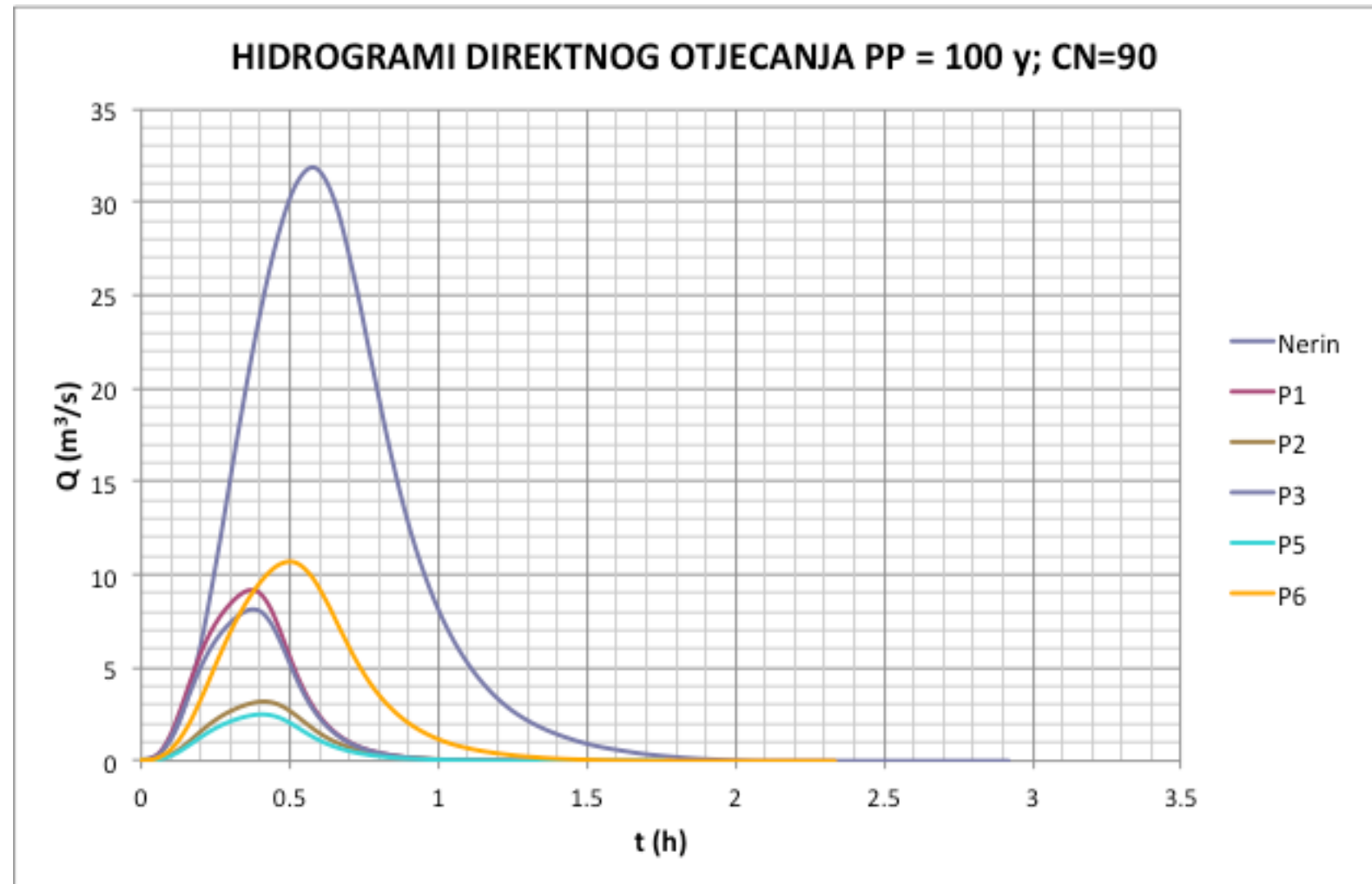
Plaže kao resurs



Plaže kao resurs

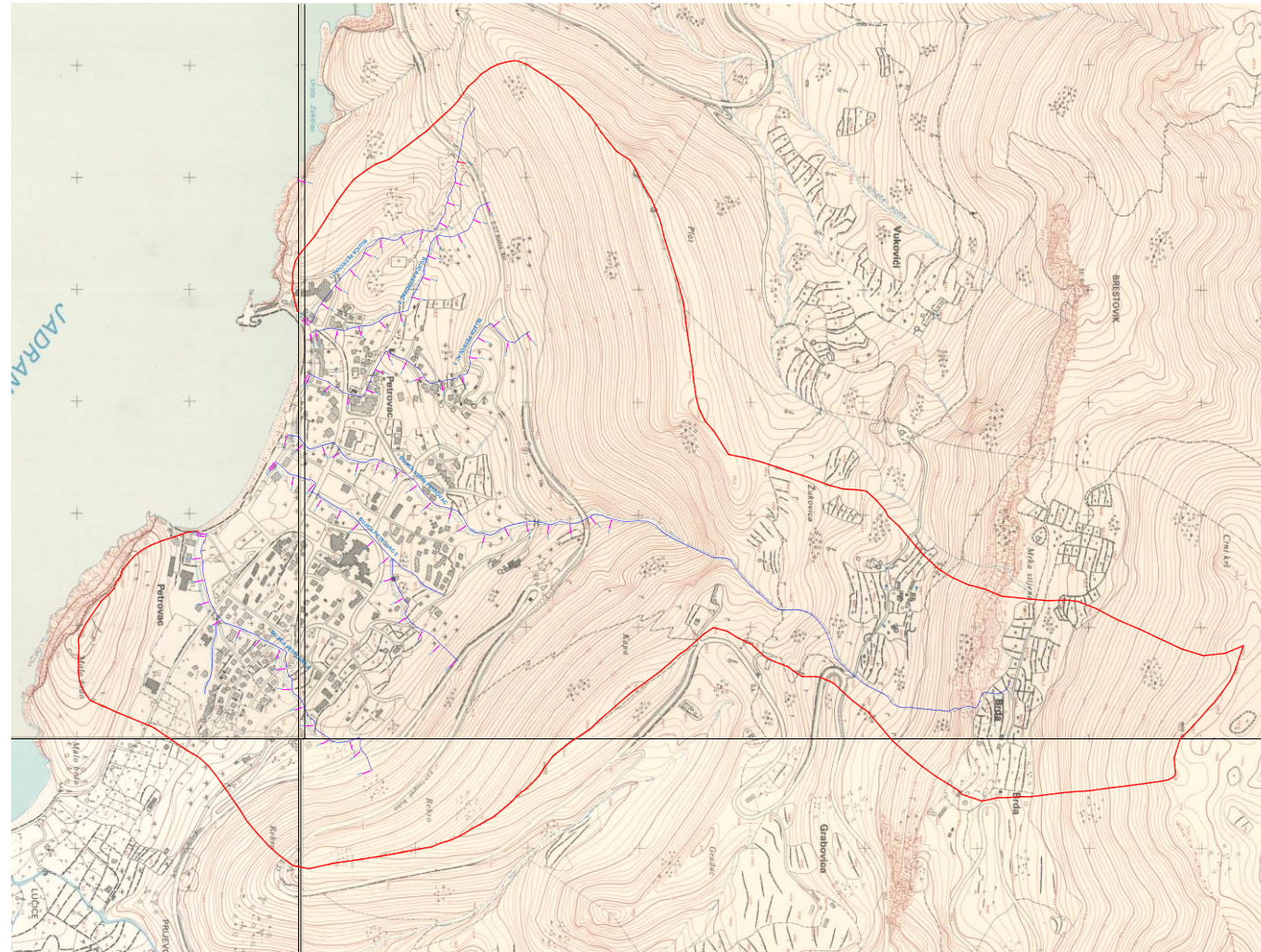
		P1	P2	P3	PN	P5	P6
		PETROVAC 1	PETROVAC 2	PETROVAC 3	PETROVAC NERIN	PETROVAC 5	PETROVAC 6
Površina sliva:	A (km ²)	0,2401	0,0890	0,2141	1,1072	0,0694	0,3344
Opseg sliva:	O (km)	2,7075	2,1584	2,5179	6,0799	1,6727	3,0779
Udaljenost težišta:	U (km)	0,5239	0,5249	0,5506	1,1961	0,3180	0,6332
Srednja visina sliva:	Hsr (m n.m.)	134,85	81,82	130,30	298,97	31,12	84,12
Visina izlaznog profila:	H (m n.m.)	3	3	3	3	3	3
Koeficijent koncentriranosti:	K	0,338597	0,1571	0,308904	0,304513	0,261157	0,343157
Fiktivna dužina:	L (km)	1,085495	1,021749	1,082719	2,482887	0,680009	1,270685
Fiktivna širina:	Lw (km)	0,221226	0,0871	0,197775	0,445931	0,10213	0,263178
Prosječni pad sliva:	J (%)	24,29305	15,42844	23,51488	23,84079	8,270479	12,76791
Hidraulička dužina toka:	l (m)	1356,869	1277,187	1353,398	3103,609	850,0112	1588,357
Vrijeme zakašnjenja:	Tlag (h)	0,218653	0,261402	0,221787	0,427858	0,257775	0,342109
Vrijeme koncentracije:	Tc (h)	0,364495	0,435757	0,369719	0,713239	0,429711	0,570296
Trajanje kiše:	D (h)	0,048478	0,057956	0,049173	0,094861	0,057152	0,075849
Vrijeme podizanja hydr.:	Tp (h)	0,242892	0,29038	0,246373	0,475289	0,286351	0,380034
Maksimalni spec. protok:	qp (m ³ /s/mm)	0,205643	0,063747	0,180783	0,484542	0,050447	0,183032
Povratni period PP = 100 y	Q (m³/s)	3,7	2,0	4,2	17,9	2,1	6,2
Povratni period PP = 100 y CN=90	Q (m³/s)	9,2	3,2	8,1	31,8	2,5	10,6
Povratni period PP = 5 y	Q (m³/s)	1,2	0,7	1,5	6,6	0,9	2,3
Povratni period PP = 5 y CN=90	Q (m³/s)	3,9	1,4	3,4	15,1	1,1	4,9

Plaže kao resurs



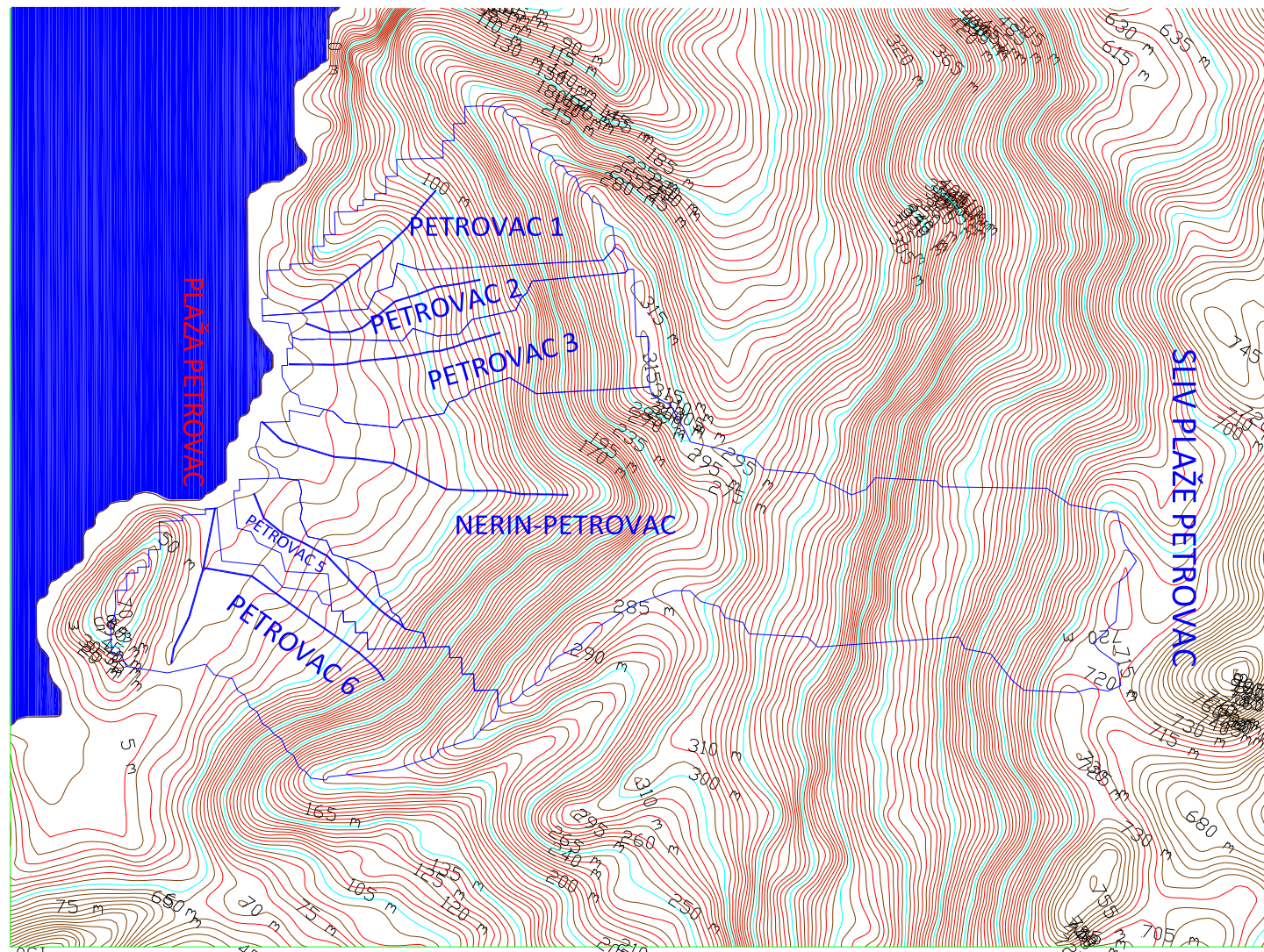
**NAJNEPOVOLJNIJI SCENARIO - POTPUNA SATURIRANOST EPIKRŠKOG SLOJA
USLIJED VIŠEDNEVNIH OBORINA**

Plaže kao resurs



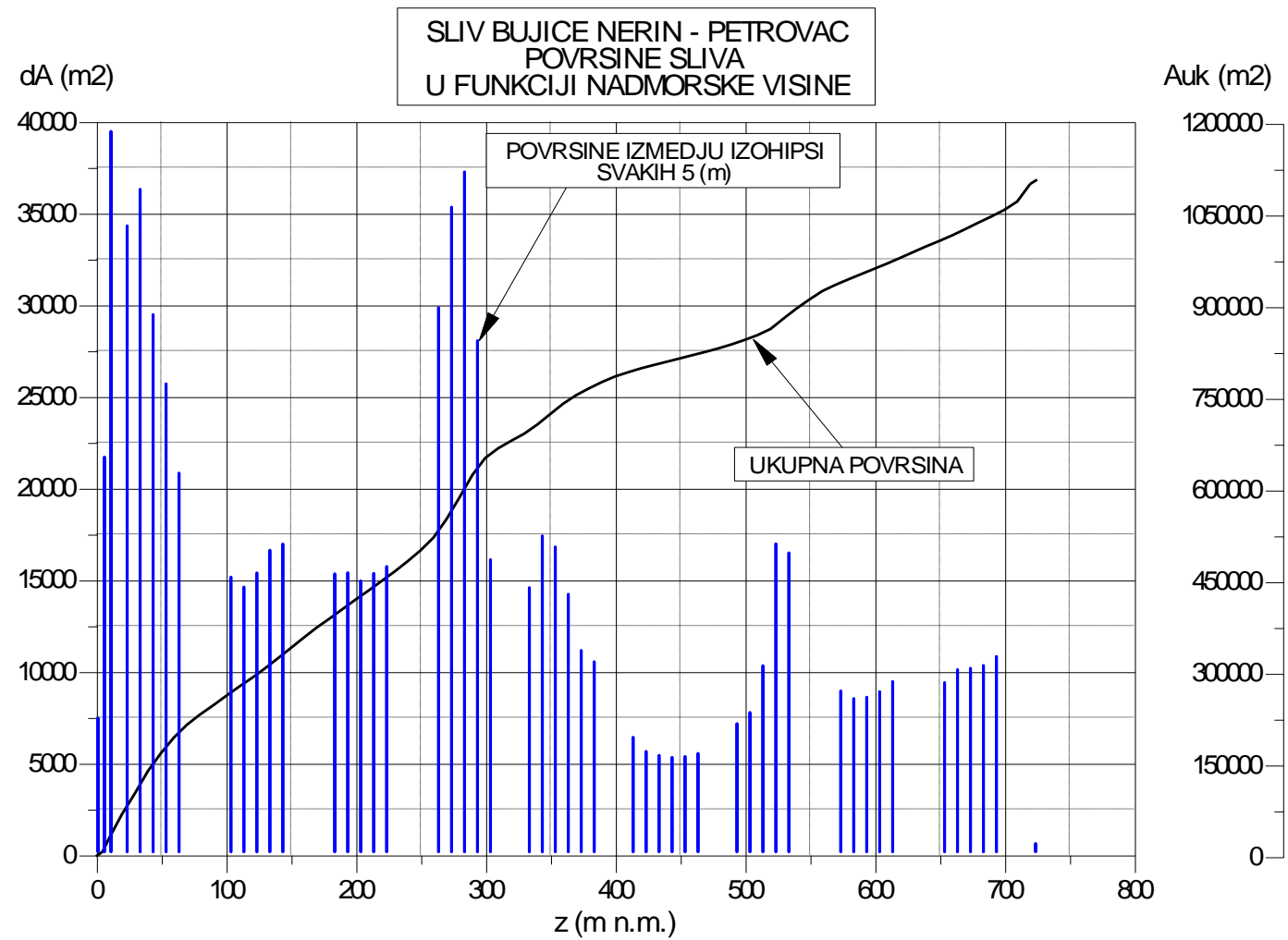
Situacija sliva Petrovac na Osnovnoj državnoj karti Republike Crne Gore (1:5000)

Plaže kao resurs



Situacija sliva Petrovac na podlozi dobivenoj interpolacijom prema satelitskoj snimci

Plaže kao resurs



Površina sliva bujice Nerin-Petrovac u funkciji nadmorske visine

Plaže kao resurs

Proračun vučenog i suspendiranog nanosa za srednje godišnje oborine (djelomično preuzeto iz "Katastar bujičnih vodotoka u opštini Budva", 2012.)

Ukupna godišnja proizvodnja nanosa u slivu:

$$W_{god} = 5596,4 \text{ (m}^3/\text{god)}$$

Ukupna godišnja količina nanosa koji dospijeva u more:

$$G_{god} = 1810,9 \text{ (m}^3/\text{god)}$$

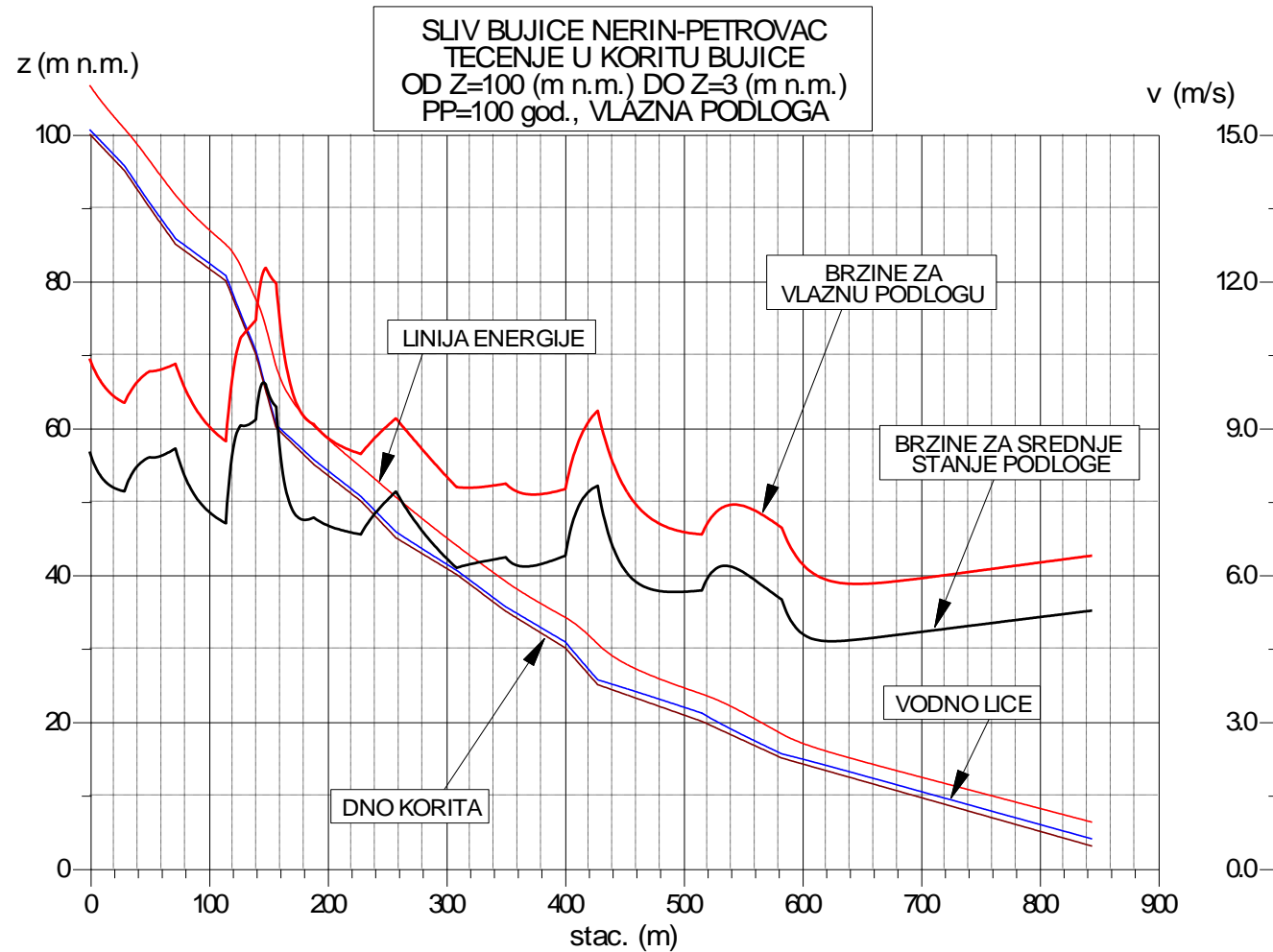
Ukupna godišnja količina vučenog nanosa koji dospijeva u more:

$$G_{god-V} = 467,7 \text{ (m}^3/\text{god)}$$

Hidraulički proračun tečenja u prirodnom koritima bujice Petrovac za PP=100 god. i vlažno (zasićeno) tlo:

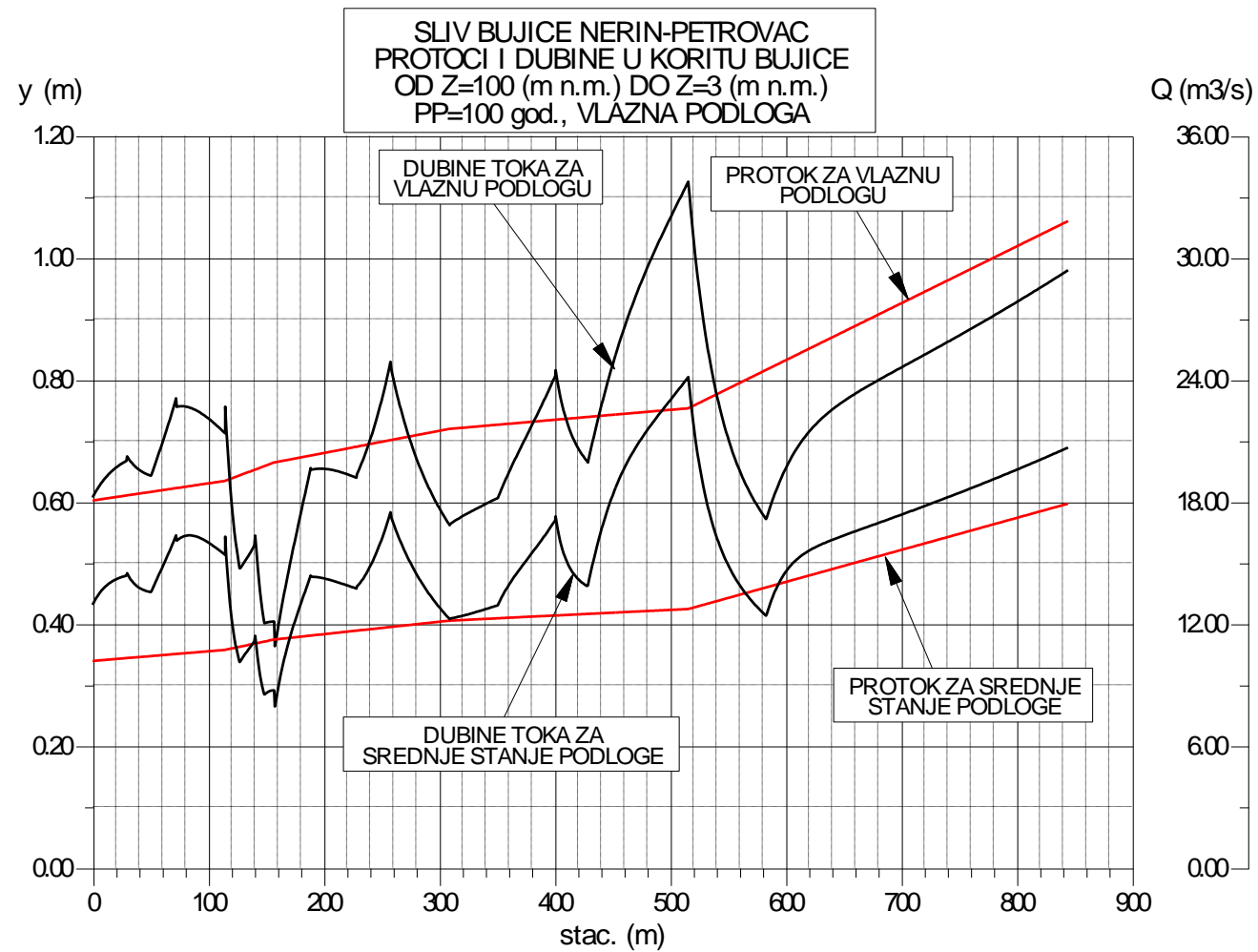
- Bujica Petrovac 1: $Q_{100-vl}=9.2 \text{ (m}^3/\text{s)}$
- Bujica Petrovac 2: $Q_{100-vl}=3.2 \text{ (m}^3/\text{s)}$
- Bujica Petrovac 3: $Q_{100-vl}=8.1 \text{ (m}^3/\text{s)}$
- Bujica Nerin-Petrovac: $Q_{100-vl}=31.8 \text{ (m}^3/\text{s)}$
- Bujica Petrovac 5: $Q_{100-vl}=2.5 \text{ (m}^3/\text{s)}$
- Bujica Petrovac 6: $Q_{100-vl}=2.5 \text{ (m}^3/\text{s)}$

Plaže kao resurs



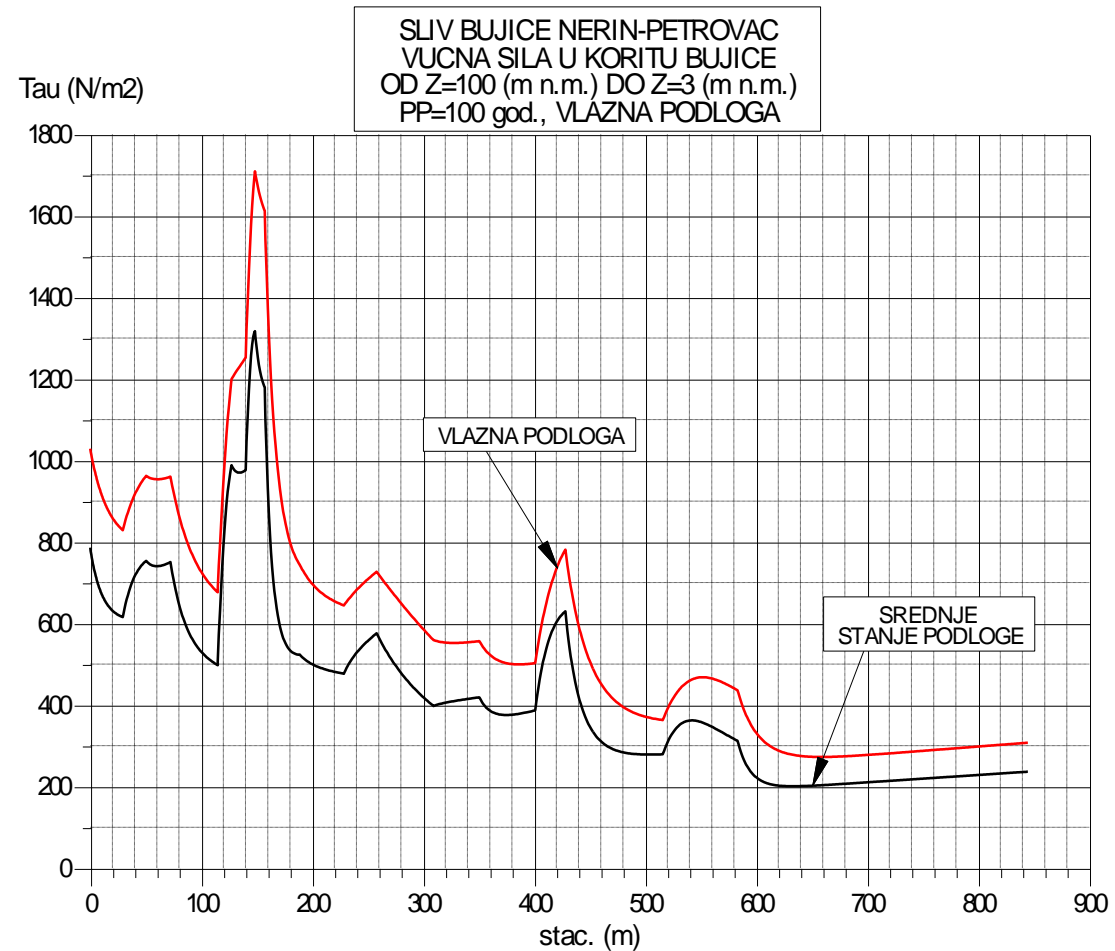
Tečenje u koritu bujice Nerin-Petrovac, PP=100 god.

Plaže kao resurs



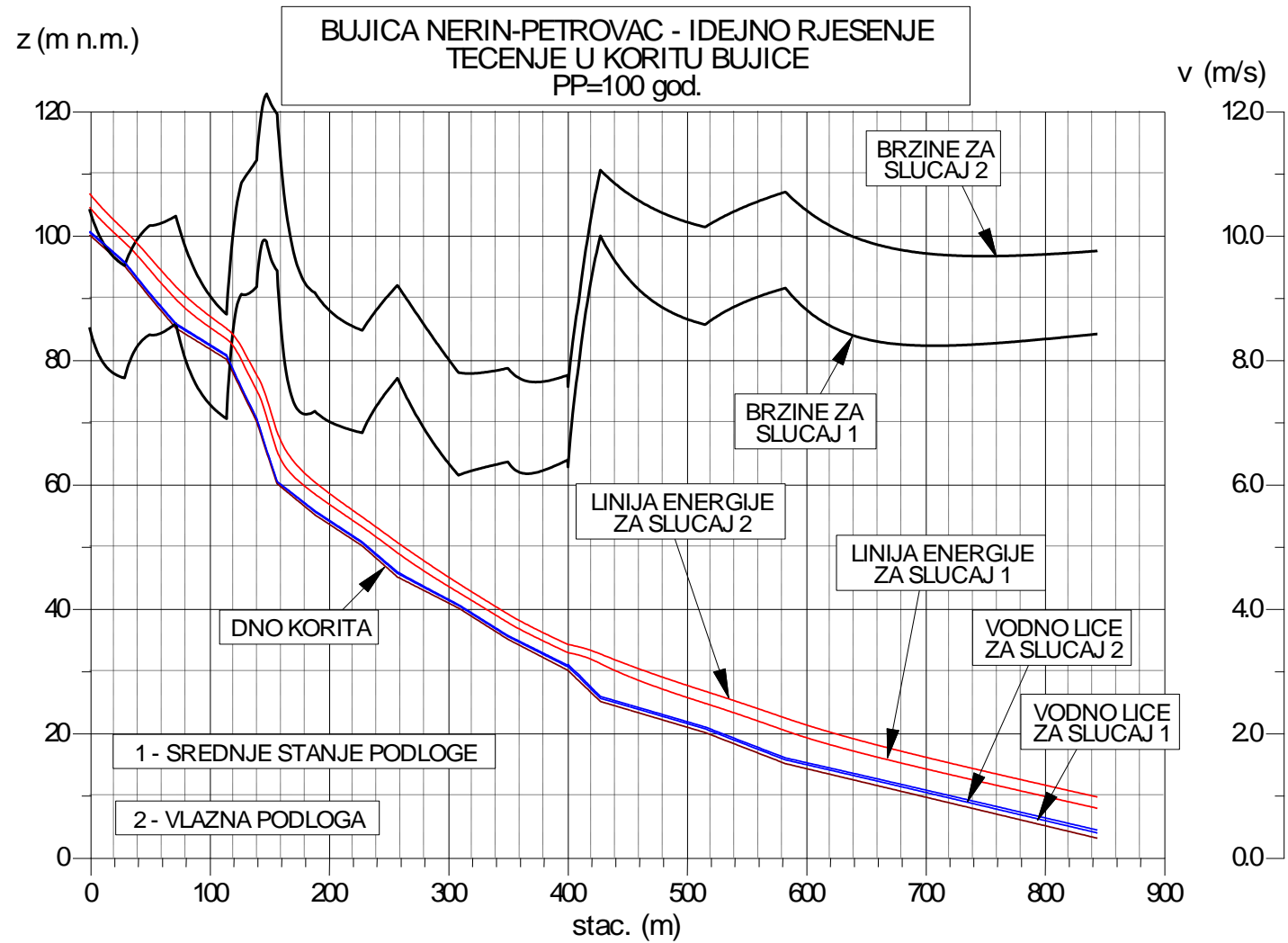
Protoci i dubine toka za PP=100 god.

Plaže kao resurs

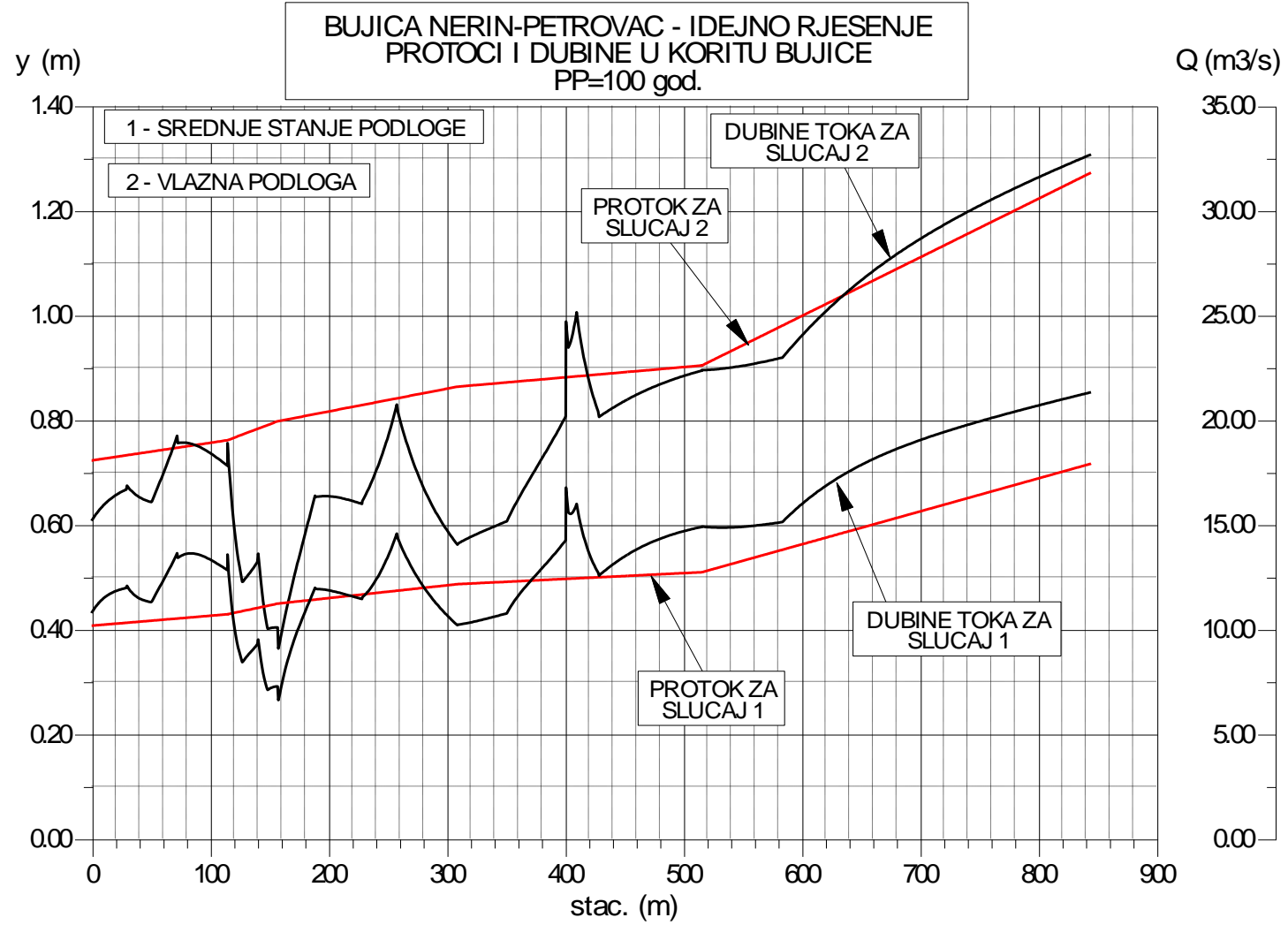


Specifična vučna sila toka na razmatranom dijelu bujice

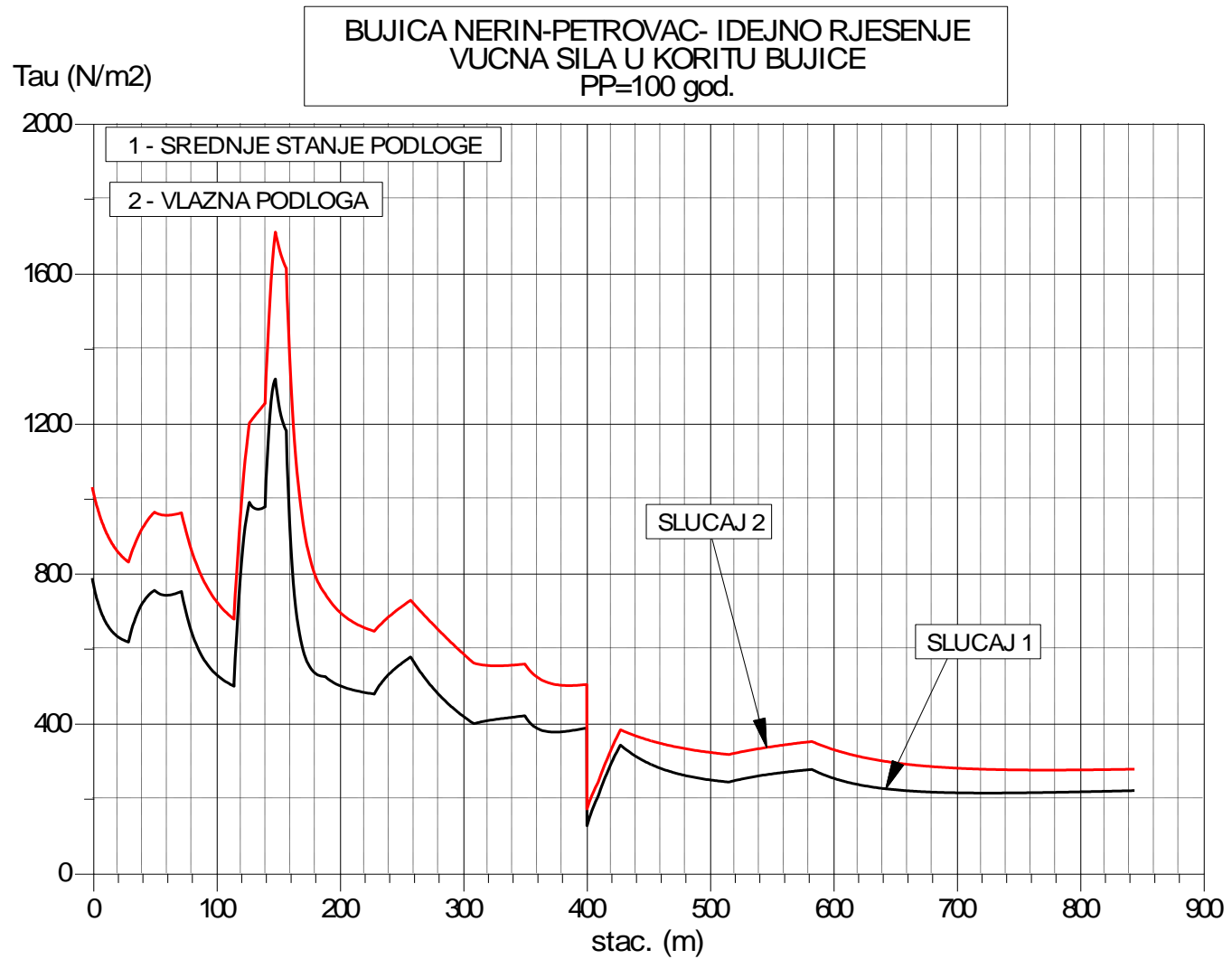
Plaže kao resurs



Plaže kao resurs



Plaže kao resurs



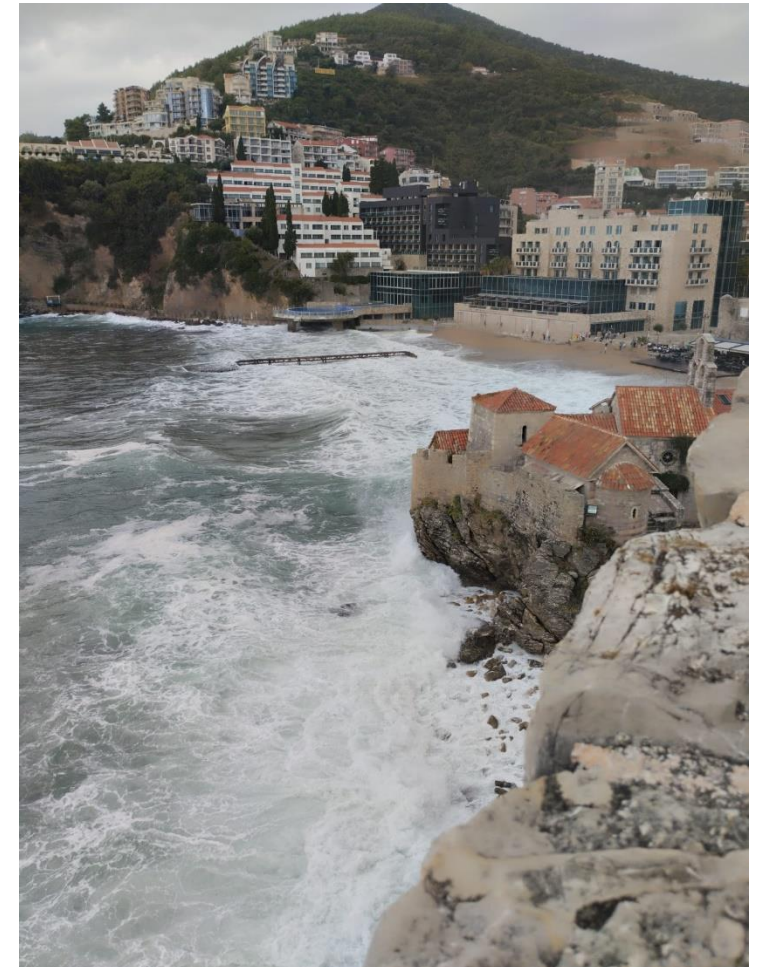
Erozija plaža

"Plaže su kao i cijeli obalni prostor pod sve snažnijim utjecajem čovjeka i njegovih aktivnosti, a neke od njih su nepovratno promijenile izgled plaža. Jedna od negativnijih promjena plaža jest gubitak materijala – odnosno nestajanje, tj. erozija, plaža. Erozija plaža je prirodna pojava koja se ne može spriječiti, ali se može ublažiti,,.

Identifikacija erozije – plaža kao objekt koji nije fiksno podložna je izmjeni geometrije u skladu s vanjskim utjecajima što ne mora značiti da je plaža erodirala.

U ovom kontekstu potrebno je razdijeliti **prividnu eroziju** (tzv. kratkotrajnu) i **dugoročnu eroziju** (na višegodišnjoj skali).

Kod prividne erozije potrebno iznaći mjere održivosti u smislu minimizacije dinamičke promjenjivosti dok je kod dugoročne erozije neophodno propisati mjere stabilizacije.



Erozija plaža



Monitoring u obalnom sistemu

- Podaci o vjetru i svojstva vjetra
- Mjerenje razine mora i morskih struja
- Konvencionalni monitoring
- Kombinirani pristup

Podaci o vjetru i svojstva vjetra

- **Mjerodavna brzina vjetra** – podaci o vjetru trebaju sadržavati podatke o brzini i smjeru. S obzirom da su dostupni podaci osrednjeni na nekom vremenskom intervalu (10 minuta, 1 sat,...) nazivaju se prevladavajućima tj. prevladavajuća brzina i smjer vjetra
- **Parametri meteorološke postaje** – WMO propisuje mjerodavnu visinu od 10 m od tla, u suprotnom brzinu treba korigirati (skalirati) prikladnim modelom, dok se smjer usvaja u iznosu (smjeru) koji odgovara izvornim podacima

- Postaja se nalazi na koordinatama $43^{\circ}17'N$ i $17^{\circ}01'E$
- nadmorska visina 52 m.
- nalazi se u park šumi Osejava.
- glavne meteorološke postaje Hrvatske



Podaci o vjetru i svojstva vjetra

- **Mjerodavna brzina vjetra** – podaci o vjetru trebaju sadržavati podatke o brzini i smjeru. S obzirom da su dostupni podaci osrednjeni na nekom vremenskom intervalu (10 minuta, 1 sat,...) nazivaju se prevladavajućima tj. prevladavajuća brzina i smjer vjetra
- **Parametri meteorološke postaje** – WMO propisuje mjerodavnu visinu od 10 m od tla, u suprotnom brzinu treba korigirati (skalirati) prikladnim modelom, dok se smjer usvaja u iznosu (smjeru) koji odgovara izvornim podacima



Podaci o vjetru i svojstva vjetra

- Dostupnost podataka - sirovi podaci dostupni od strane DHMZ-a/ZHMS-a ili sređeni podaci u obliku gotovih tablica kontigencije i pripadajućih ruža vjetrova.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
1																
2		DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD														
3		GRIČ 3, 10000 ZAGREB, HRVATSKA														
4		e-mail: dhmz@cirus.dhz.hr														
5		http://www.meteo.hr														
6																
7																
8		ZADAR 01.01.2000. - 31.12.2005.														
9		Srednje satne brzine vjetra i prevladavajući smjer														
10	sat	dan	mjesec	godina	brzina (m/s)	smjer - šifra	brzina	srednja satna brzina vjetra u m/s		999,9 nedostajući podatak						
11	1	1	1	2000	999,9	999	1	smjer	prevladavajući smjer vjetra u satu							šifra 00-32
12	2	1	1	2000	999,9	999	2									
13	3	1	1	2000	999,9	999	3	šifra	smjer							
14	4	1	1	2000	999,9	999	4		2 NNE							
15	5	1	1	2000	999,9	999	5		4 NE							
16	6	1	1	2000	999,9	999	6		6 ENE							
17	7	1	1	2000	999,9	999	7		8 E							
18	8	1	1	2000	2,9	10	8		10 ESE							
19	9	1	1	2000	2,6	8	9		12 SE							
20	10	1	1	2000	1,8	8	10		14 SSE							
21	11	1	1	2000	0,9	8	11		16 S							
22	12	1	1	2000	0,9	24	12		18 SSW							
23	13	1	1	2000	0,6	24	13		20 SW							
24	14	1	1	2000	1,0	24	14		22 WSW							
25	15	1	1	2000	1,2	24	15		24 W							
26	16	1	1	2000	1,2	24	16		26 WNW							
27	17	1	1	2000	0,2	26	17		28 NW							
28	18	1	1	2000	0,2	30	18		30 NNW							
29	19	1	1	2000	0,1	4	19		32 N							
30	20	1	1	2000	0,9	10	20		0 tišina							
31	21	1	1	2000	0,9	8	21		999 nedostajući podatak							
32	22	1	1	2000	1,2	10	22									
33	23	1	1	2000	1,5	8	23									
34	24	1	1	2000	0,5	6	24									
35	1	2	1	2000	1,1	6	25									
36	2	2	1	2000	1,4	8	26									
37	3	2	1	2000	0,6	30	27									
38	4	2	1	2000	0,4	8	28									
39	5	2	1	2000	0,2	10	29									
40	6	2	1	2000	0,7	32	30									
41	7	2	1	2000	0,7	32	31									
42	8	2	1	2000	1,6	32	32									
43	9	2	1	2000	2,1	32	33									
44	10	2	1	2000	3,9	30	34									

Brzina vjetra u m/s			BAR									
Year	Month	Time	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2006	1	7:00	4,8	3,8	2,4	5,1	3,8	1	4	3	5	3,8
		14:00	5	1,4	3,1	3,3	1,6	2,6	0,9	1,4	3,9	1,8
		21:00	5,9	1,9	3,4	6,2	0,4	0,7	5,2	5,6	1,5	0,5
		AVG	5,2	2,4	3	4,9	1,9	1,4	3,4	3,3	3,5	2
2	7:00	5,1	1,2	1,2	2,1	9,3	7,7	7,9	1,8	5,6	3,4	
		14:00	3,8	2	1,7	1,5	9,9	4,7	1,3	2,5	2,1	2,2
		21:00	0,8	1,6	1,6	2,3	9,2	7,9	3,7	2,8	1,2	0,8
		AVG	3,2	1,6	1,5	2	9,5	6,8	4,3	2,4	3	2,1
3	7:00	1,5	1,1	2,2	4,1	4,4	5,8	8,3	7,7	1	1,2	
		14:00	11,2	4	1,5	2,9	4,7	5,9	6,6	6,5	3,7	4,6
		21:00	1,5	1,4	1	5,1	8,2	7	6,6	3,9	3,1	9,4
		AVG	4,7	2,2	1,6	4	5,8	6,2	7,2	6	2,6	5,1
4	7:00	1,1	0,7	1	0,9	0,6	1,2	1,7	1,9	1,2	1,6	
		14:00	2,3	4,1	2,2	4,3	3,4	3,7	7,8	4,2	3	2,6
		21:00	1,8	0,7	1,1	2,2	2,2	4	1,1	1,2	1,3	2,8
		AVG	1,7	1,8	1,4	2,5	2,1	3	3,5	2,4	1,8	2,3
5	7:00	1,1	1,1	0,8	2,9	1,8	1,6	1,3	3	0,7	1	
		14:00	3,8	3,1	4,1	3,7	6,3	0,7	2,3	2,2	1	2,3
		21:00	0,7	2	1,3	1,6	1,1	1,6	1	2,2	2,4	1,5
		AVG	1,9	2,1	2,1	2,7	3,1	1,3	1,5	2,5	1,4	1,6
6	7:00	3,1	3,6	4,5	2,1		1,2	2	3,2	3,8	3,6	
		14:00	2,6	2,3	0,8	1,6	2,6	2,6	1,3	3,6	6	2
		21:00	1,3	1,9	1,7	1,1	2,7	1,9	1,5	4,9	1,7	1,2
		AVG	2,3	2,6	2,3	1,6		1,9	1,6	3,9	3,8	2,3
7	7:00	1,1	2,3	0,7	1,5	3,8	0,9	0,9	1,2	0,4	1,9	
		14:00	2,1	5	3,4	4,1	5,5	4,5	1,1	2,6	4,3	5,5
		21:00	1,5	0,8	1	1,6	1,1	1,7	1,1	1,1	1,6	0,9
		AVG	1,6	2,7	1,7	2,4	3,5	2,4	1	1,6	2,1	2,8
8	7:00	0,5	2,1	4,4	3,8	2,9	0,8	2,2	1,1	0,6	1,7	
		14:00	2	3,3	2,1	2,2	3,1	2,7	1,6	2	2,3	0,8
		21:00	1,1	2,8	1,2	1,3	1,2	1,3	2,3	1,2	1	0,8
		AVG	1,2	2,7	2,6	2,4	2,4	1,6	2	1,4	1,3	1,1

Podaci o vjetru i svojstva vjetra

- **Dostupnost podataka** - sirovi podaci ne moraju biti dostavljeni u obliku prepoznatljivog izgleda. Forma dostave podataka u najvećoj mjeri ovisi o mjeritelju tj. instituciji koja je registrirana za obavljanje djelatnosti ovoga tipa (nadležan ZHMS u slučaju CG)

		SREDNJE SATNE BRZINE VJETRA (m/s) I PREVLAĐAJUĆI SMJER (00-32)												
Postaja	Osijek	Čepin												
Godina	2012													
Mjesec	Siječanj													
* SAT	0-	-1	1-	-2	2-	-3	3-	-4	4-	-5	5-	-6	6-	
DAN *	SM	BRZ	SM	BRZ	SM	BRZ	SM	BRZ	SM	BRZ	SM	BRZ	SM	
1	14	1,6	14	1,8	14	1,9	14	1,7	12	1,5	12	1,6	14	
2	12	1,4	14	2	14	1,7	14	2	14	1,7	10	1,9	14	
3	14	2,4	18	2,2	20	1,7	16	1,6	32	1,2	32	1	24	
4	16	2	14	2,9	12	1,9	12	2	12	2,2	12	2,1	12	
5	24	0,7	24	1,4	18	1,2	16	1,6	14	1,7	16	1,8	16	
6	24	2,1	24	1,6	26	1,4	26	1,8	26	1,7	24	1,9	26	
7	32	5,4	30	5,3	30	5,7	30	5,6	30	4,7	30	4,9	30	
8	24	2,2	14	1,4	18	1,4	18	1,9	18	0,8	24	2	26	
9	26	2,4	28	1,4	28	2,1	28	2,7	26	2,5	26	2,7	26	
10	26	2,8	26	2,5	26	2,3	26	2,3	26	3	26	1,8	22	
11	30	1,8	30	1,8	26	1,6	30	1,8	30	1,8	26	1,7	26	
12	24	1,7	24	2,3	24	1,5	22	1,4	22	2,1	24	1,3	22	
13	12	1,3	16	2,1	18	0,8	18	2,3	20	1,8	32	1,2	22	
14	22	2,4	22	3,4	22	3	22	3,8	24	2,8	24	3,6	24	
15	26	4,3	26	4,2	26	4,5	26	4,4	26	4,4	26	4	26	
16	24	2,6	26	3,9	26	3,8	26	3,8	26	2,8	26	2	24	
17	26	2,6	24	2	24	1,9	24	2,4	24	2,4	22	2,5	18	
18	26	3,8	26	3,5	26	3,3	26	2,9	26	3	26	2,8	26	
19	18	3,4	18	3,4	18	3,5	18	2,6	18	3,1	16	1,8	16	
20	22	4,5	22	5,7	22	3,9	20	3,2	20	3,6	22	4,6	22	
21	22	3,4	22	3,7	22	3,9	24	2,4	30	1,2	26	1,6	26	
22	18	3,8	16	2,9	16	3,2	16	3,1	16	3,4	16	2,9	18	
23	20	2,7	18	1,7	18	2,6	18	2	18	1,7	18	2	18	
24	2	2,1	8	2,9	6	2	6	1,7	6	1,4	6	1,7	8	
25	30	4,3	30	3,6	32	3,3	32	3,3	32	3,5	30	2,7	30	
26	30	2,5	28	3,1	28	3	28	3,3	28	3,6	28	3,2	28	

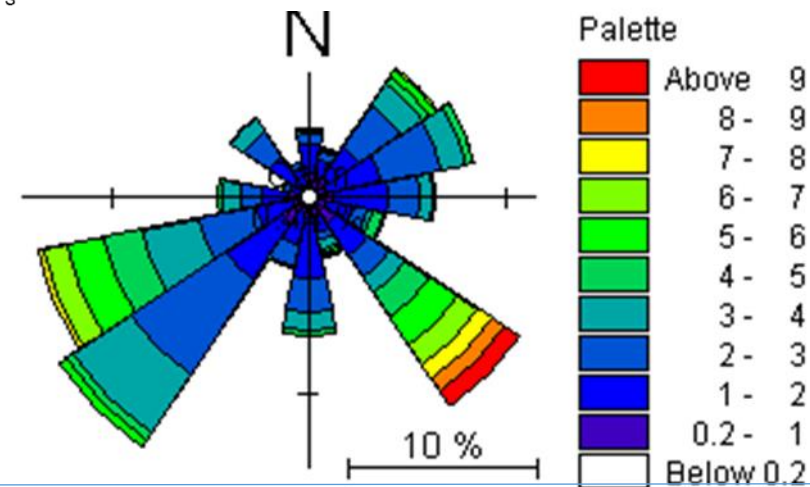
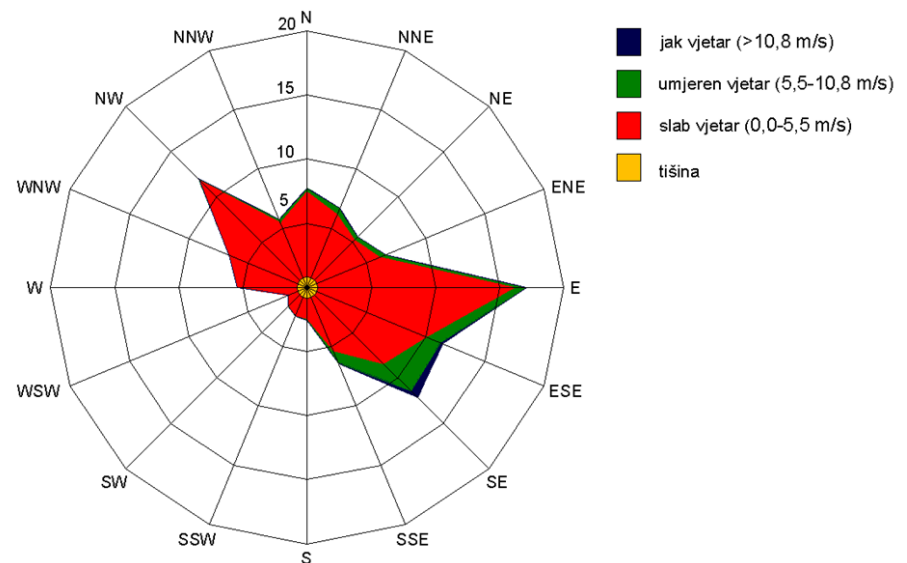
Pravac vjetra			BAR									
Year	Month	Time	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2006	1	7:00	12	10	6	4	4	6	4	4	4	4
		14:00	12	14	24	4	10	24	2	22	20	18
		21:00	12	6	4	4	4	10	4	4	2	10
	2	7:00	2	10	10	8	6	4	4	6	12	4
		14:00	26	20	22	32	6	4	32	22	6	20
		21:00	6	6	6	4	4	4	6	8	8	4
	3	7:00	2	6	4	12	12	12	4	2	10	6
		14:00	22	14	26	12	12	4	4	4	16	12
		21:00	4	4	6	14	14	4	4	4	4	12
	4	7:00	6	2	10	10	4	10	6	4	6	6
		14:00	24	4	24	24	22	6	26	24	24	26
		21:00	6	4	12	10	8	12	6	6	6	4
5	7:00	2	8	6	6	4	4	4	4	12	2	
	14:00	18	26	26	26	26	28	18	22	22	18	
	21:00	8	6	4	32	6	4	4	6	10	4	
6	7:00	4	24	6	6		10	6	26	6	6	
	14:00	6	20	12	4	22	22	32	24	26	22	
	21:00	6	6	6	4	6	6	6	4	6	6	
7	7:00	18	4	32	4	6	18	12	28	20	26	
	14:00	24	24	26	24	24	24	20	22	24	26	
	21:00	8	6	6	8	6	6	4	4	4	30	
8	7:00	18	8	10	14	10	6	22	10	16	10	
	14:00	24	20	22	20	26	24	16	22	24	32	
	21:00	6	6	4	8	4	30	6	6	26	4	
9	7:00	2	4	8	8	4	4	10	8	4	4	
	14:00	26	24	24	24	24	24	26	22	4	26	
	21:00	6	6	6	6	4	10	8	6	6	6	

Podaci o vjetru i svojstva vjetra

➤ **Tablica kontigencije** - tablični prikaz raspoloživih podataka o brzini i smjeru vjetra. Izrađuju se iz mjerenja na terenu i sadrže sve podatke grafički prikazane na ruži učestalosti brzina i smjerova vjetra.

Smjer / brzina [m/s]	0	0,0-0,3	0,3-1,5	1,5-3,3	3,3-5,5	5,5-8,0	8,0-10,8	10,8-13,9	13,9-17,2	17,2-20,7	20,7-24,5	24,5-28,4	28,4-32,6	> 32,6	Suma
C	1134	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1134
NNE	0	272	2277	3111	1698	603	145	3	0	0	0	0	0	0	8109
NE	0	222	1943	2675	1240	388	81	8	1	1	0	0	0	0	6559
ENE	0	303	2200	3203	1628	564	117	0	2	1	0	0	0	0	8018
E	0	493	5796	10974	3970	1118	187	80	21	3	0	0	0	0	22642
ESE	0	405	3894	5935	2587	1107	531	237	37	2	1	0	0	0	14736
SE	0	261	2520	4243	3492	2426	1756	861	141	6	0	0	0	0	15706
SSE	0	156	1367	2482	2294	974	391	91	37	6	0	0	0	0	7798
S	0	124	896	786	443	133	38	23	1	0	0	0	0	0	2444
SSW	0	159	1193	628	161	85	29	4	0	0	0	0	0	0	2259
SW	0	154	897	499	167	40	7	0	0	0	0	0	0	0	1764
WSW	0	101	515	348	110	17	1	0	1	0	0	0	0	0	1093
W	0	228	2784	2805	520	93	2	0	0	0	0	0	0	0	6432
WNW	0	145	1411	4715	1608	84	3	0	0	0	0	0	0	0	7966
NW	0	211	2699	9428	2823	263	31	3	1	0	0	0	0	0	15459
NNW	0	344	2868	2199	1031	319	60	8	0	0	0	0	0	0	6829
N	0	459	4481	2740	1522	358	45	2	0	0	0	0	0	0	9607
Suma	1134	4037	37741	56771	25294	8572	3424	1320	242	19	1	0	0	0	138555

Smjer / brzina [m/s]	0	0,0-0,3	0,3-1,5	1,5-3,3	3,3-5,5	5,5-8,0	8,0-10,8	10,8-13,9	13,9-17,2	17,2-20,7	20,7-24,5	24,5-28,4	28,4-32,6	> 32,6	Suma
C	8,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,18
NNE	0,00	1,96	16,43	22,45	12,26	4,35	1,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	58,53
NE	0,00	1,60	14,02	19,31	8,95	2,80	0,58	0,06	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	47,34
ENE	0,00	2,19	15,88	23,12	11,75	4,07	0,84	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	57,87
E	0,00	3,56	41,83	79,20	28,65	8,07	1,35	0,58	0,15	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	163,42
ESE	0,00	2,92	28,10	42,83	18,67	7,99	3,83	1,71	0,27	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	106,35
SE	0,00	1,88	18,19	30,62	25,20	17,51	12,67	6,21	1,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	113,36
SSE	0,00	1,13	9,87	17,91	16,56	7,03	2,82	0,86	0,27	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	56,28
S	0,00	0,89	6,47	5,67	3,20	0,96	0,27	0,17	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,64
SSW	0,00	1,15	8,61	4,53	1,16	0,61	0,21	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,30
SW	0,00	1,11	6,47	3,60	1,21	0,29	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,73
WSW	0,00	0,73	3,72	2,51	0,79	0,12	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,89
W	0,00	1,65	20,09	20,24	3,75	0,67	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46,42
WNW	0,00	1,05	10,18	34,03	11,61	0,61	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,49
NW	0,00	1,52	19,48	68,05	20,37	1,90	0,22	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	111,57
NNW	0,00	2,48	20,70	15,87	7,44	2,30	0,43	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	49,29
N	0,00	3,31	32,34	19,78	10,98	2,58	0,32	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,34
Suma	8,18	29,14	272,39	409,74	182,56	61,87	24,71	9,53	1,75	0,14	0,01	0,00	0,00	0,00	1000,00



Podaci o vjetru i svojstva vjetra

- **Relativna tablica kontigencije** – u slučaju da nisu dostavljeni detalji o skali osrednjavanja podataka ostaje nemoguće utvrditi skalu osrednjavanja.

Jačina(Bf)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Zbroj
V (m/s)	0,0-0,2	0,3-1,5	1,6-3,3	3,4-5,4	5,6-7,9	8,0-10,7	10,8-13,8	13,9-17,1	17,2-20,7	20,8-24,4	24,5-28,4	18,5-32,6	32,7-36,9	
N	0	330	529	766	846	661	318	80	12	2	2	0	0	3546,0
NNE	0	457	955	1302	1432	1322	523	106	15	1	0	0	0	6113,0
NE	0	195	233	175	115	56	10	1	0	0	0	0	0	785,0
ENE	0	298	357	243	101	34	10	0	0	0	0	0	0	1043,0
E	0	465	623	524	254	77	25	6	1	0	0	0	0	1975,0
ESE	0	549	586	501	394	257	108	25	3	1	0	0	0	2424,0
SE	0	359	317	318	274	182	62	15	0	0	0	0	0	1527,0
SSE	0	402	349	322	225	101	38	2	1	0	0	0	0	1440,0
S	0	223	371	365	206	58	13	3	0	0	0	0	0	1239,0
SSW	0	283	440	551	202	43	3	0	0	0	0	0	0	1522,0
SW	0	242	335	274	34	5	1	0	0	0	0	0	0	891,0
WSW	0	353	843	702	145	14	0	0	0	0	0	0	0	2057,0
W	0	274	430	335	88	10	1	0	0	0	0	0	0	1138,0
WNW	0	200	180	94	22	3	0	0	0	0	0	0	0	499,0
NW	0	145	112	67	27	3	0	0	0	0	0	0	0	354,0
NNW	0	412	607	514	308	177	38	17	1	0	0	0	0	2074,0
C	5342	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5342,0
Zbroj	5342,0	5187,0	7267,0	7053,0	4673,0	3003,0	1150,0	255,0	33,0	4,0	2,0	0,0	0,0	33969,0

Jačina(Bf)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Zbroj
V (m/s)	0,0-0,2	0,3-1,5	1,6-3,3	3,4-5,4	5,6-7,9	8,0-10,7	10,8-13,8	13,9-17,1	17,2-20,7	20,8-24,4	24,5-28,4	18,5-32,6	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			104,6
NNE		13,5	28,1	38,3	42,2	38,9	15,4	3,1	0,4	0				179,9
NE		5,7	6,9	5,2	3,4	1,6	0,3	0						23,1
ENE		8,8	10,5	7,2	3	1	0,3							30,8
E		13,7	18,3	15,4	7,5	2,3	0,7	0,2	0					58,1
ESE		16,2	17,3	14,7	11,6	7,6	3,2	0,7	0,1	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	1,1	0,1	0					42,4
S		6,6	10,9	10,7	6,1	1,7	0,4	0,1						36,5
SSW		8,3	13	16,2	5,9	1,3	0,1							44,8
SW		7,1	9,9	8,1	1	0,1	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							33,6
WNW		5,9	5,3	2,8	0,6	0,1								14,7
NW		4,3	3,3	2	0,8	0,1								10,5
NNW		12,1	17,9	15,1	9,1	5,2	1,1	0,5	0					61,0
C	157,3													157,3
Zbroj	157,3	152,8	214,1	207,7	137,7	88,5	33,8	7,5	0,9	0,1	0,1	0,0	0,0	1000,0

- **Apsolutna tablica kontigencije** – u slučaju da nisu dostavljeni detalji o skali osrednjavanja podataka moguće je utvrditi skalu osrednjavanja. Treba obratiti pozornost na činjenicu da dio podataka može izostati zbog nefunkcionalnosti tehnologije mjerenja ili zbog ostalih nepredviđenih razloga (servis, olujni vjetar, udar groma, podaci prelaze granice očekivanih podataka i sl.)

Podaci o vjetru i svojstva vjetra

- **Karakteristike mjerne postaje** - tehnički pokazatelji koji definiraju detalje o tehnologiji mjerenja, skali osrednjavanja (srednji desetominutni, srednji satni, srednji dnevni podatak,...). Između ostalog podaci trebaju sadržavati podatke o lokaciji mjerne postaje, visini postava anemometra, prisustvu objekata u blizini, postojanju i obilježjima biljnog pokrova i sl.



P.O. Box 26
FIN-00421 Helsinki, FINLAND
Tel: +358 9 894 91
Fax: +358 9 8949 2227
www.vaisala.com

Vaisala WAS425 Ultrasonic Wind Sensor



Features/Benefits

- Solid State Wind Speed and Direction
- Patented Technology
- MTBF of 26 Years
- No Regular Maintenance Required

Technical Data

Type	Ultrasonic 100 kHz. Fully compensated over temperature, humidity and altitude
Range	Operating: 0-65 m/s (0-144 m.p.h.; 0-125 knots) Survival (tested) 0-129 m/s (0-288 m.p.h.; 0-250 knots)
Response Characteristics	
Maximum Reading Rate:	1 per second
Sonic Measurement Time:	0.2 second
Signal Processing Time:	0.15 second
Response Time:	0.35 second
Accuracy	
Wind Speed	± 0.135 m/s (0.3 m.p.h.; 0.26 knots) or $\pm 3\%$ of reading, whichever is greater, up to 144 m.p.h.
Wind Direction	± 2 degrees (at wind speeds over 1 m/s) Additional error of -2° for analog output only when reference voltage is more than 4V and angle is more than 291°
Resolution	
Wind Speed	0.1 m/s (0.1 m.p.h.; 0.1 knots, 0.1 km/h)
Wind Direction	1°
Power	10 to 15 VDC Operating: 12 mA (analog) Heater (WAS425AH): 36 VDC, $\pm 10\%$, 0.7 A
Starting Threshold	Virtually zero
Delay Distance	Virtually zero
Dead Band Wind Direction	None

Output	Four different message formats, either polled or regular transmission. Baudrate adjustable from 1200 to 19200 bits/s.
RS-232, RS-422, RS-485	

Analog Wind Speed

Frequency:	5 Hz/m.p.h.; 0 to 625 Hz represents 0 to 125 m.p.h.
Voltage:	8.0 mV/m.p.h.; 0 to 1.0 V represents 0 to 125 m.p.h.
Output Impedance:	10 k Ω

Analog Wind Direction

Simulated Potentiometer:	0 to Vref represents 0 to 359°
Reference Voltage:	1.0 to 5.0 V
Output Impedance:	24 k Ω
Available Averages	RS-232: 1 to 9 seconds
Operating Temperature	

	425A: -40° to $+50^\circ$ C, 425AH: -55° to $+55^\circ$ C
Dimensions and weight	11 W X 9.5 D X 21 H (inches), 27.94 X 24.3 X 53.34 (cm) Sensor only: 2.92 lbs (1.32 kg), with shipping carton: 7 lbs (3.17 kg)

Material	Sensor Arms: 316 Stainless Steel Sensor Body: 6061-T6 Anodized Aluminum Transducer Heads: Silicone Rubber and PVC
----------	---

Traceability	The fundamental calibration constant used in the WAS425 Series was determined in a wind tunnel with an NIST traceable pressure sensor with pitot tube
--------------	---

Calibration	The WAS425 Series sensors require no calibration adjustments
-------------	--

Verification	The sensor geometry can be verified by physical measurement between transducers
--------------	---

Podaci o vjetru i svojstva vjetra

- **Odabir mjerne postaje** - u pravilu se odabire mjerna postaja geografski najbliža lokaciji od interesa. Uvidom u položaj glavnih meteoroloških i klimatoloških stanica, odabire se ime mjerne postaje sa koje se naručuju podaci za željeno razdoblje. Strujanje vjetra uvjetovano je konfiguracijom terena što ponekad vodi do zaključka kako su moguća znatna odstupanja u karakteristikama vjetra (smjer i iznos) na susjednim mjernim postajama. U ovakvim slučajevima podaci se odabiru iskustveno pozivajući se na iskustva sa lokacije obuhvata ili se bira rješenje koje vodi na stranu sigurnosti.

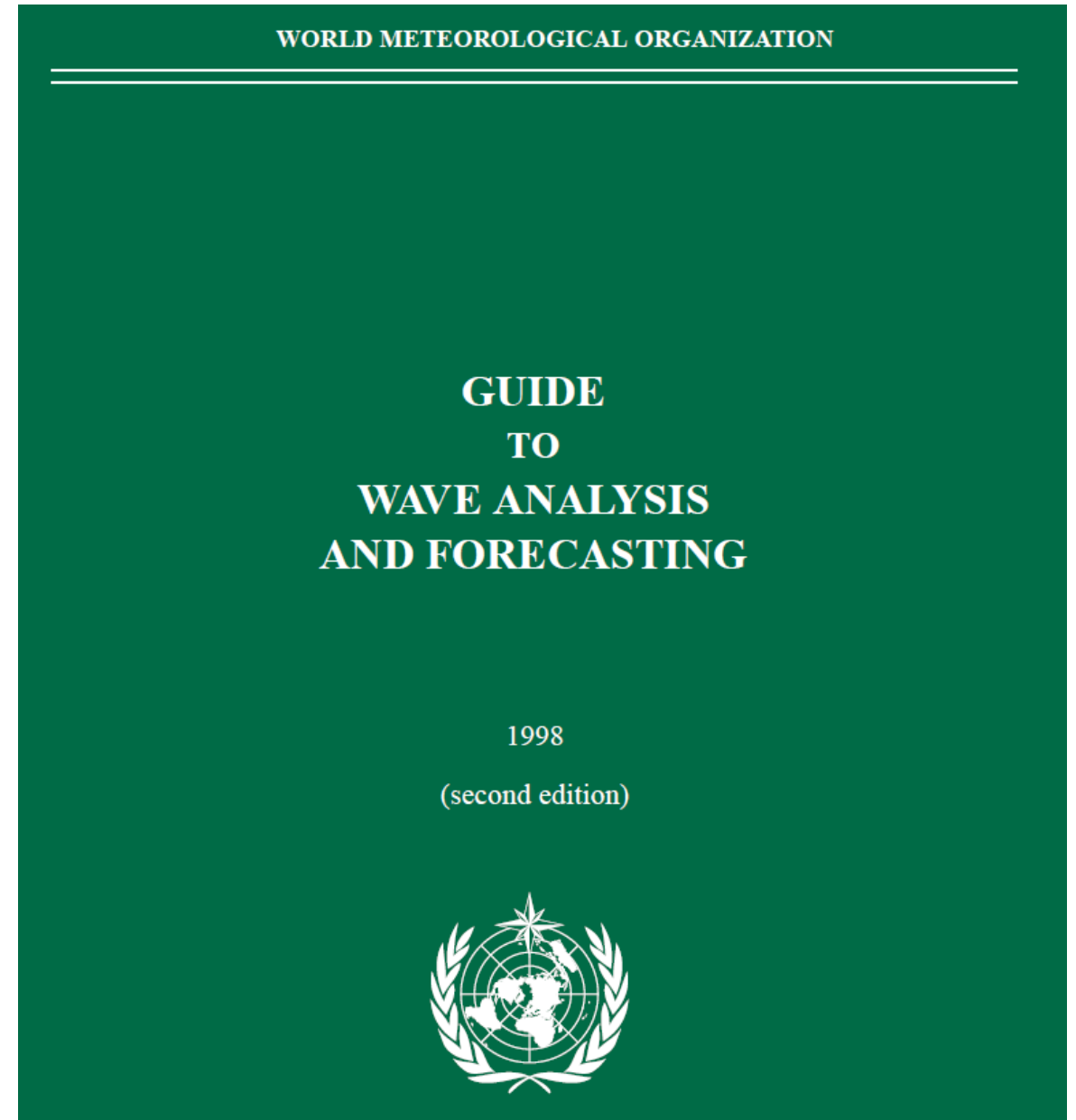


Prijemom Crne Gore u Svjetsku meteorološku organizaciju (WMO), na teritoriju Crne Gore uspostavljen je nacionalni sustav meteorološkog praćenja koji čini sastavni dio sustava Evropskog meteorološkog praćenja (EMW) u okviru sustava Globalnog meteorološkog praćenja (GMW) Svjetske meteorološke organizacije. U sustavu meteorološkog praćenja funkcioniра mreža meteoroloških stanica. Mrežu meteoroloških stanica na teritoriju Crne Gore čine osnovna i dopunska mreža meteoroloških stanica.

Osnovna mreža meteoroloških postaja Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju Crne Gore sastoji se od 9 glavnih (sinoptičkih), 15 klimatoloških (običnih) i 20 kišomjernih postaja. Iste su prikazane na slici lijevo (plava boja – sinoptičke postaje, crvena boja – klimatološke postaje, žuta boja – kišomjerne postaje). Na glavnim meteorološkim postajama i manjem broju referentnih klimatoloških postaja, sa kojih se podaci idu koriste u međunarodnim okvirima, mjerenja i praćenja vrše se svakog sata.

Podaci o vjetru i svojstva vjetra

- Svjetska meteorološka organizacija - daje preporuku o mjerodavnoj visini ($h = 10 \text{ m}$) na kojoj se usvaja mjerodavna brzina vjetra. Za istu visinu definirani su i koeficijenti otpora oblika. Područje oko samog uređaja za mjerenje brzine i smjera vjetra treba biti po mogućnosti na čistini, čime se eliminira utjecaj objekata i raslinja na mjerenja.
- Ukoliko visina mjernog uređaja nije na 10 m od tla - potrebno je izvršiti korekciju brzine na visini od 10 m. Korekcija se vrši skaliranjem jednim od predviđenih modela.



Podaci o vjetru i svojstva vjetra

- **Reprezentativne brzine vjetra** su sredstvo opisa realnog vjetra; tj. njegove slučajne brzine. Vjetar je pojava slučajne prirode, a shodno tome i brzina mu varira. Stoga se brzina vjetra, za neko kratkoročno stacionarno stanje vjetra trajanja cca. 10 minuta, mora prikazivati pomoću većeg broja statistički-vjerojatnosno reprezentativnih brzina koje uključuju svu varijabilnost. U inženjerskoj primjeni se za kratkoročna stanja vjetra koriste srednje brzine vjetra i udari vjetra. Određuju se iz anemometarskog zapisa brzine vjetra. Shodno tipu instrumenta razlikuju i definicije reprezentativnih brzina vjetra.
- **Stariji tipovi anemografa** - davali su u zapisu kumulativni pređeni put (odnosno broj okretaja) po vremenu, pa se iz tog omjera određivala brzina vjetra. Razlučivost podataka bila je reda veličine 3-5 sekundi. Tada je računat

$$\overline{U}_{3600}(z_m) [m/s]$$

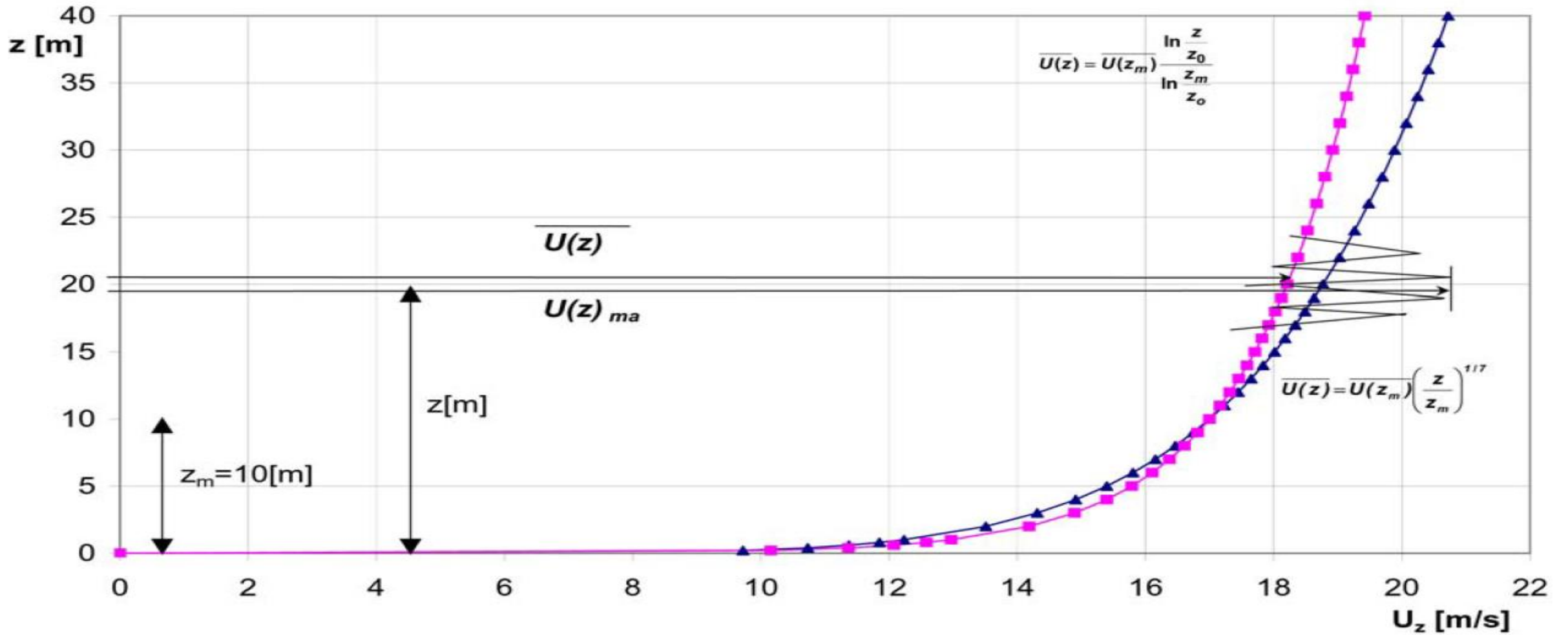
što je satni srednjak ili prosjek sekundnih brzina iz satnog anemografskog zapisa na standardnoj visini $z_m=10[m]$.

- Danas kada postoje digitalni anemometri mjerenja su sekundne razlučivosti. Iz tih mjerenja mogu se izračunati **desetminutni srednjak**:

$$\overline{U}_{600}(z_m) [m/s]$$

- **Desetminutni srednjak** je WMO (World Meteorological Organisation) standardna ili "referentna odnosno karakteristična" brzina vjetra t.j. prosjek sekundnih brzina iz 10-minutnog anemografskog zapisa na standardnoj visini $z_m=10[m]$ iznad što ravnijeg terena bez okolnih prepreka, ili iznad morske površine.

Podaci o vjetru i svojstva vjetra



Podaci o vjetru i svojstva vjetra

- **Vertikalni profil brzine vjetra** - ukoliko se traži srednja 10-minutna brzina vjetra $U(z)$ na nekoj visini $z[m]$ (iznad tla ili mora), a raspolaže se brzinom $U(z_m)=U_{600}(z_m)$ ista se može izračunati prema približnom vertikalnom eksponencijalnom profilu srednje brzine vjetra:

$$\bar{U}(z) = \bar{U}(z_m) \left(\frac{z}{z_m} \right)^\alpha [m / s]$$

$z[m]$ Visina na kojoj postoji izmjerena brzina vjetra srednja brzina

$z_m[m]$ Visina na kojoj se želi procijeniti brzina (standardno 10 m)

$\bar{U}(z_m)[m / s]$ Srednja vrijednost brzine koja se procjenjuje na standardnoj visini - 10 m

$\bar{U}(z)[m / s]$ Mjereni srednjak na lokaciji mjernog uređaja

α Hellman-ov eksponent – ovisi o lokaciji, obliku terena i uvjetima u atmosferi (stabilnost atmosfere)

location	α
Unstable air above open water surface:	0.06
Neutral air above open water surface:	0.10
Unstable air above flat open coast:	0.11
Neutral air above flat open coast:	0.16
Stable air above open water surface:	0.27
Unstable air above human inhabited areas:	0.27
Neutral air above human inhabited areas:	0.34
Stable air above flat open coast:	0.40
Stable air above human inhabited areas:	0.60

Podaci o vjetru i svojstva vjetra

- **Drugi model skaliranja profila brzine vjetra** - ukoliko se traži srednja 10-minutna brzina vjetra $U(z)$ na nekoj visini z [m] (iznad tla ili mora), a raspolaže se brzinom $U(z_m)=U_{600}(z_m)$ ista se može izračunati prema približnom vertikalnom eksponencijalnom profilu srednje brzine vjetra ali temeljem duljine hrapavosti:

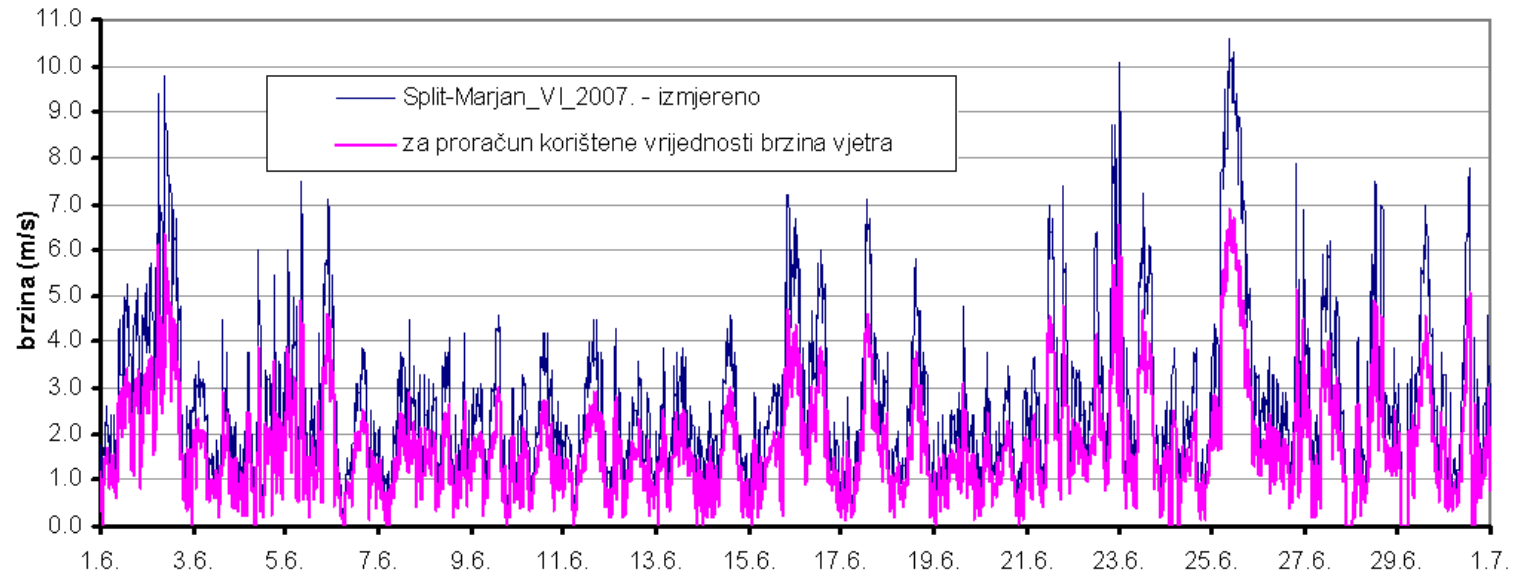
$$\bar{U}(z) = \bar{U}(z_m) \frac{\ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{z_m}{z_0}\right)} [m / s]$$

z_0 **Duljina hrapavosti** - definira se prema hrapavosti pa za za standardan otvoreni teren (neobrađeno polje) z_0 iznosi 0.05, za valovitu morsku površinu 0.0006, za kopno srednje hrapavosti 0.01.

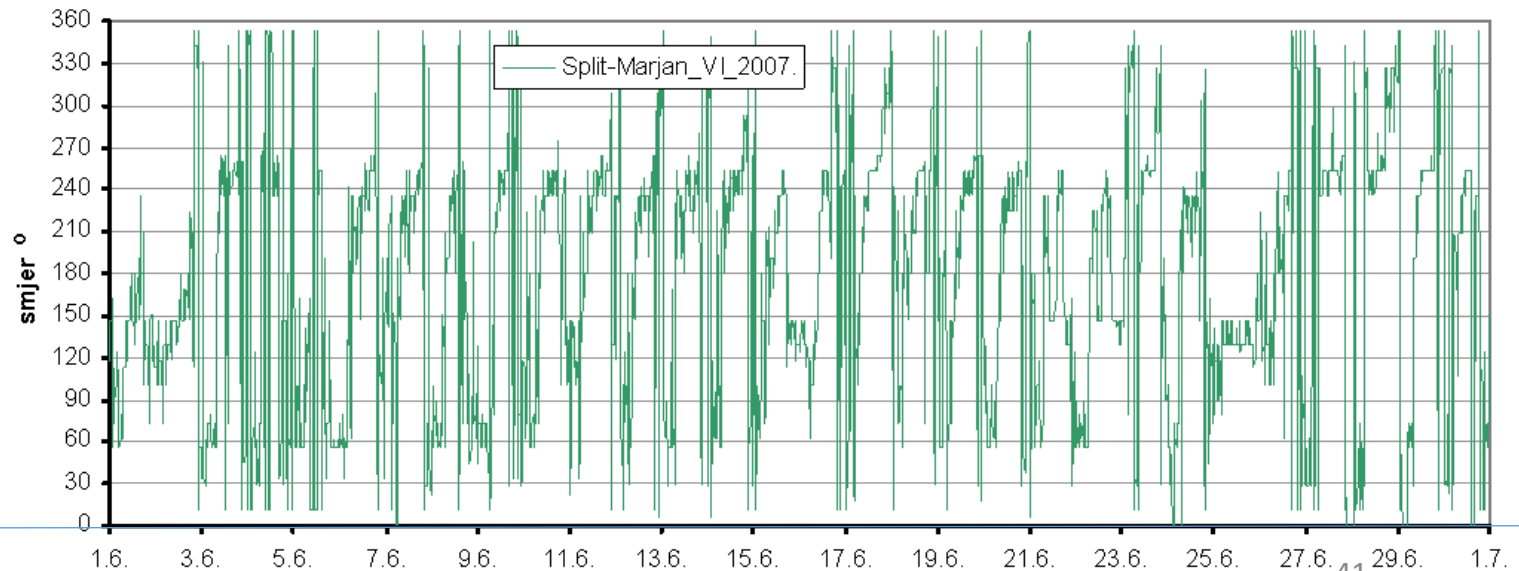
Opis terena	z_0 (m)
Otvoreno more , privjetrište minimalno 5 km	0.0002
Ravni teren, pokriven snijegom, bez prepreka	0.005
Otvoreni teren; travnati pokrov, neznčajne prepreke	0.03
Nisko raslinje; pojava prepreka	0.10
Visoko raslinje; pravokutne prepreke	0.25
Šumska ili grmolika područja, brojne pregrade	0.5
Pravilne prepreke – rubna urbana područja	1.0
Središta gradova sa visokim zgradama	≥ 2

Podaci o vjetru i svojstva vjetra

➤ **Mjerodavne brzine vjetra** - brzine vjetra na skali osrednjavanja određenoj mjerenjima (sukladno zahtjevu naručitelja) skalirane na mjerodavnu visinu $h = 10$ m.



➤ **Mjerodavni smjer vjetra** - prevladavajući smjer vjetra na vremenskom intervalu na kojem su mjerenja isporučena (sukladno zahtjevu naručitelja) – neovisno o visini !



Mjerenje razine mora i morskih struja

Mjerenje morskih struja, oscilacija morske razi i temperature mora provedeno je u uvali Šešula, na zapadnoj strani otoka Šolte (Slika 13.). Mjerenja su provedena kontinuirano u trajanju od mjesec dana, počevši od 25. srpnja pa do zaključno 25. kolovoza 2022 godine. U navedenom periodu provedena su mjerenja:

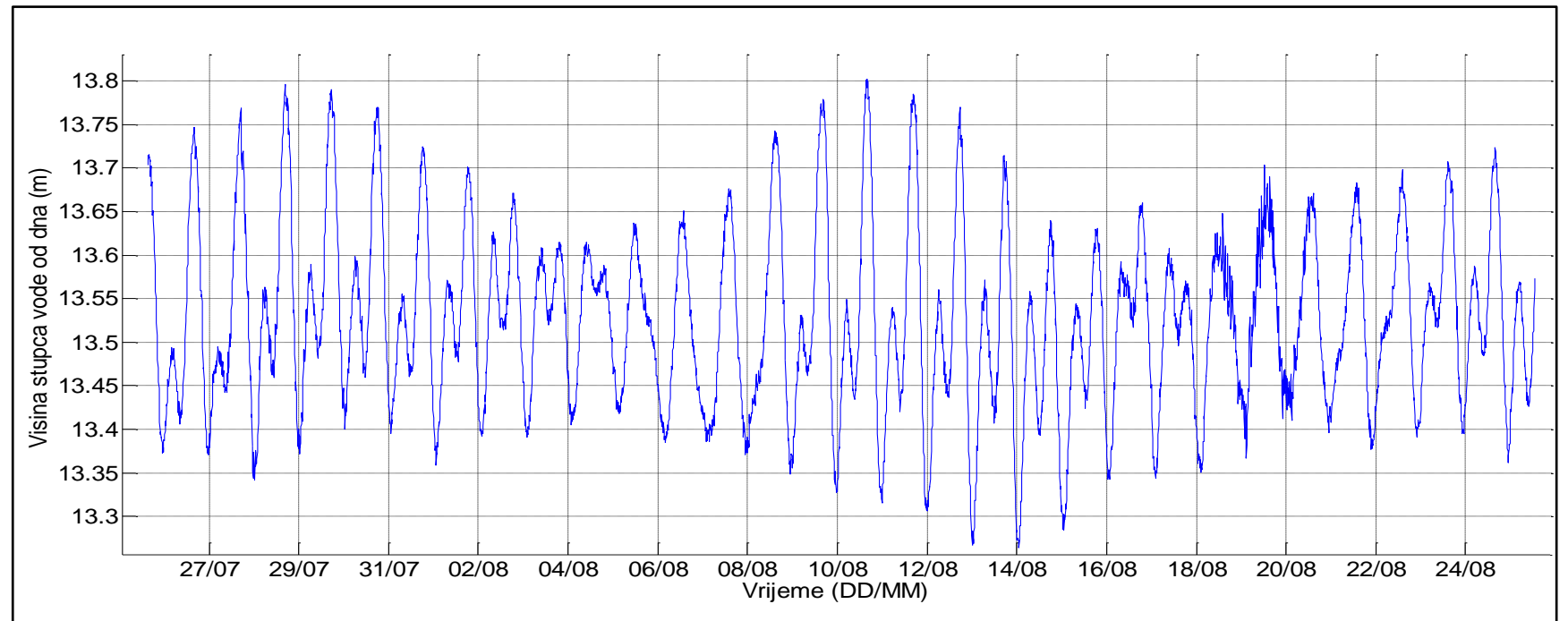
- Morskih struja po stupcu mora;
- Temperature mora u pridnenom sloju;
- Oscilacija morske razi na lokaciji mjernog uređaja.

Za potrebe provedbe mjerenja korišten je uređaj za mjerenje morskih struja: WorkHorse Sentinel Teledyne RD: ADCP, Proizvođača: RD Instruments (RDI), frekvencije rada uređaja od 1200 kHz (<http://www.teledynemarine.com/workhorse-sentinel-adcp?BrandID=16>).



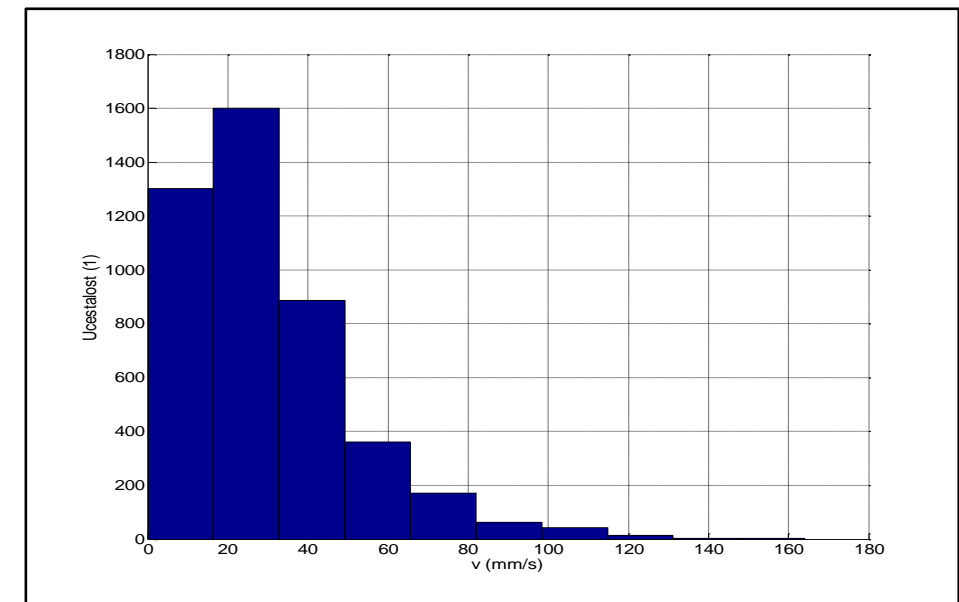
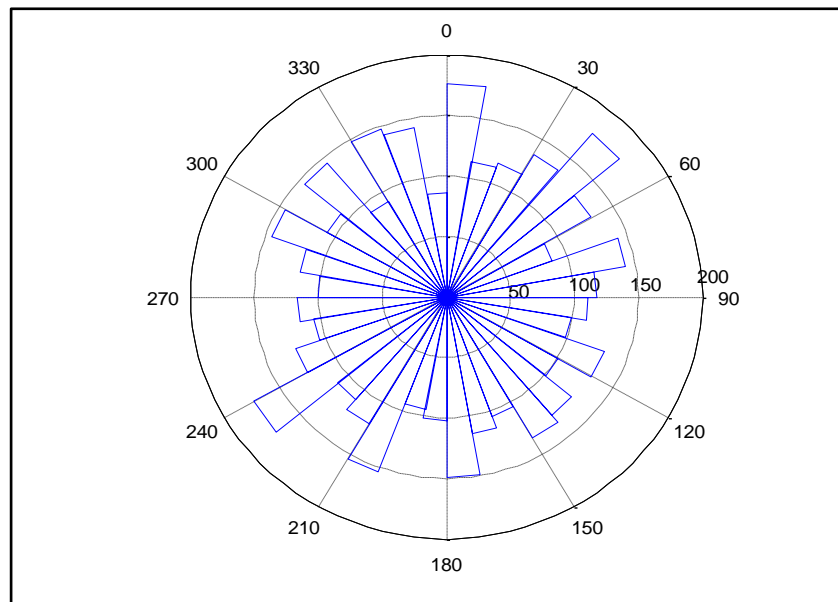
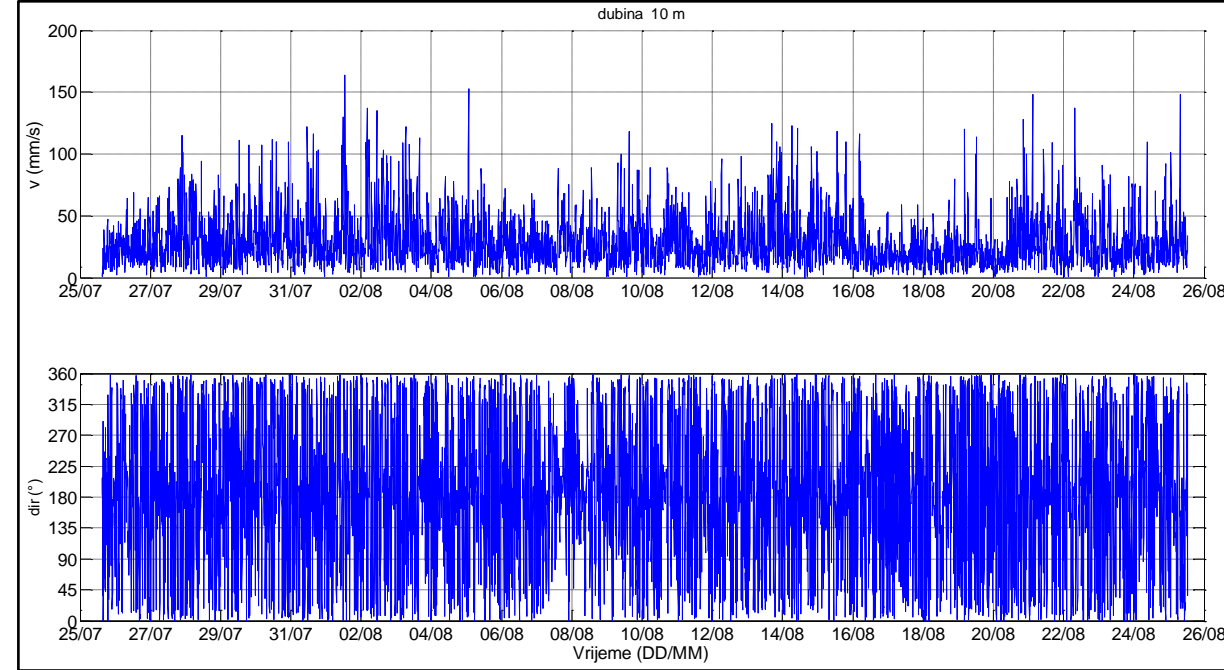
Mjerenje razine mora i morskih struja

Mjerenjem tlaka na uređaju postavljenom na morskom dnu, na dubini od 13.5 m, uz poznate vrijednosti temperature i gustoće dobivene su vrijednosti visinskog položaja morske razi relativno u odnosu na referentnu točku mjernog uređaja na dnu mora. Na Slici 18. prikazane su izmjerene oscilacije morske razi u vremenskom intervalu mjerenja od 25.7.2022. do 25.8. 2022. godine.

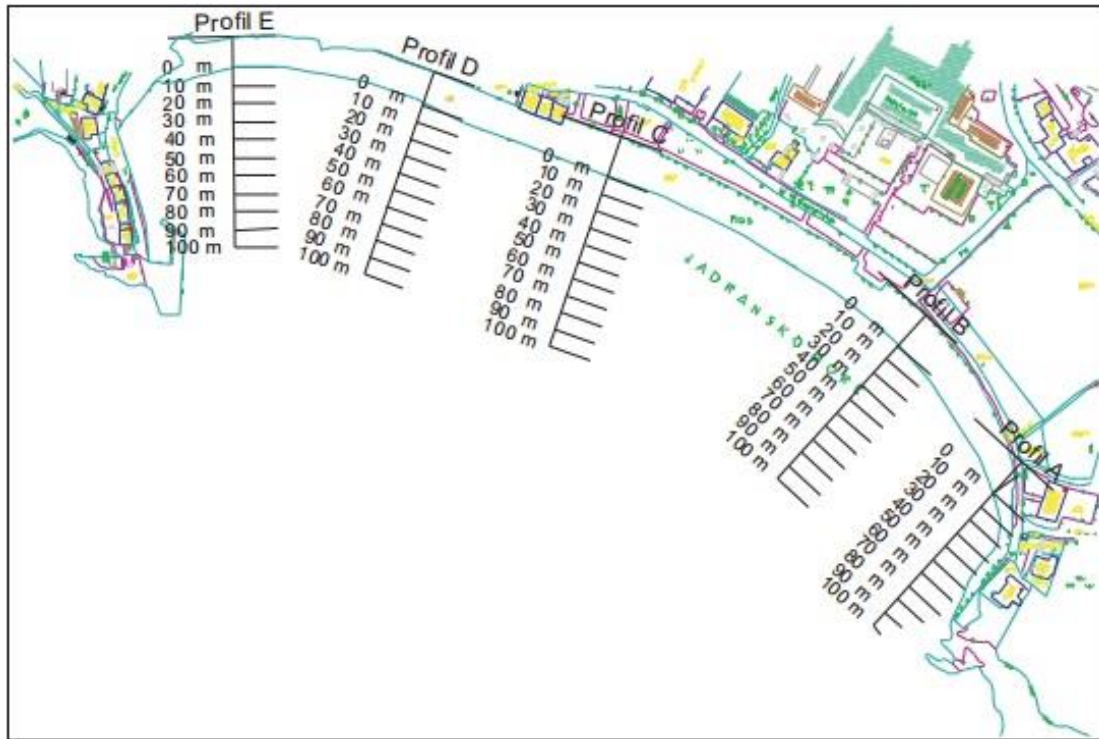


Mjerenje razine mora i morskih struja

Na slikama su prikazani rezultati mjerenja morskih struja na dubini od 10.0 m. Na dubini od 10.0 m zabilježena je prosječna brzina strujanja mora od 29.90 mm/s dok najveća brzina iznosi 164 mm/s. Pojavljivost brzina strujanja većih od 100 mm/s je rijetka. U pogledu zastupljenosti dominantnih smjerova morskih struja, uočava se prisustvo svih incidentnih smjerova uz manje varijacije. Najučestaliji incidentni smjerovi morskih struja su oni prvog i trećeg kvadranta što koincidira sa smjerom pružanja uvale Šešula.

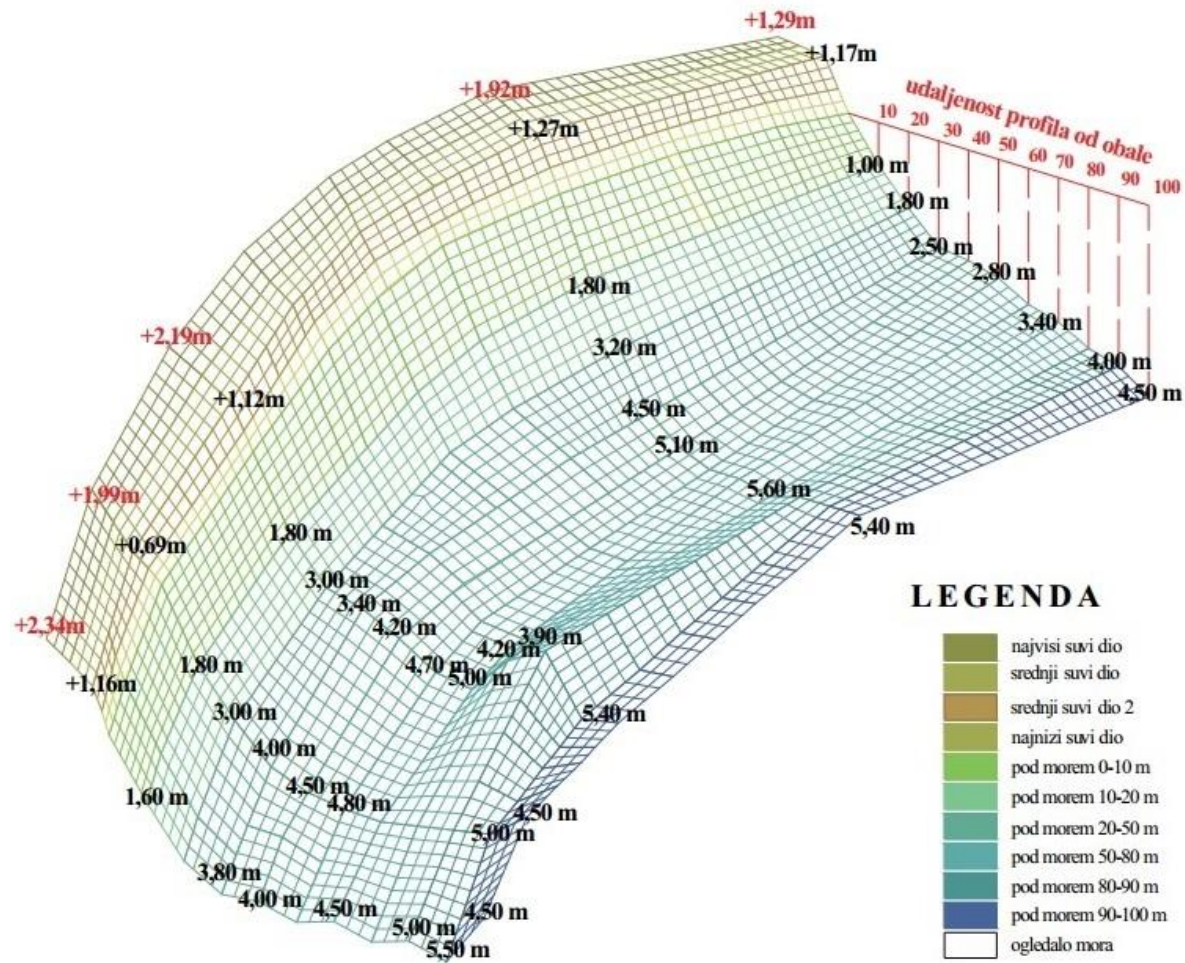


Konvencionalni monitoring

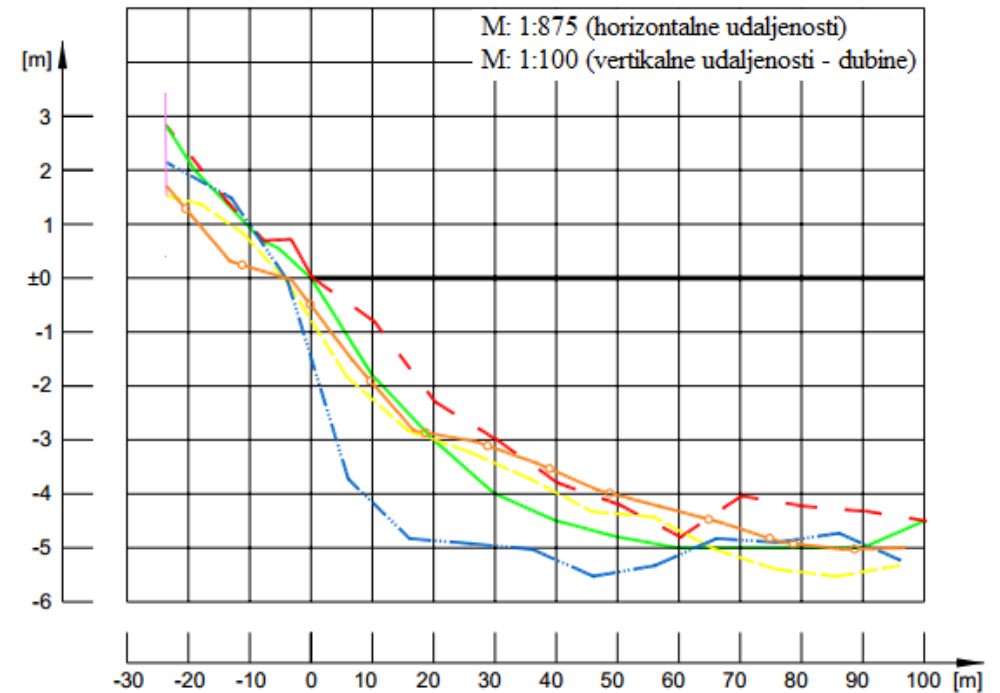


Plaža	Broj profila	Datumi mjerenja				
		2004.-2006.	2006.-2007.	2007.-2008.	2009.-2010.	2010.-2011.
Petrovac	5 / 4 *	14.07.2004.	03.05.2006.	22.11.2007.	02.08.2009.	18.09.2010.
		16.12.2004.	31.08.2006.	14.03.2008.	14.01.2010.	13.01.2011.
		11.05.2005.	05.01.2007.	06.07.2008.	01.04.2010.	30.05.2011.
		05.08.2005.	23.04.2007.	01.11.2008.	23.06.2010.	
		17.01.2006.				
Pržno	4	13.07.2004.	04.05.2006.	05.12.2007.	04.08.2009.	19.09.2010.
		14.12.2004.	02.09.2006.	20.03.2008.	13.01.2010.	16.01.2011.
		13.05.2005.	11.01.2007.	20.07.2008.	27.03.2010.	28.05.2011.
		06.08.2005.	22.04.2007.	04.11.2008.	27.06.2010.	
		11.01.2006.				
Mogren	4 / 3**	16.07.2004.	04.05.2006.	20.11.2007.	07.08.2009.	19.09.2010.
		12.12.2004.	31.08.2006.	20.03.2008.	18.01.2010.	17.01.2011.
		14.05.2005.	13.01.2007.	29.06.2008.	26.03.2010.	27.05.2011.
		15.08.2005.	20.04.2007.	02.11.2008.	26.06.2010.	
		13.01.2006.				
Sutomore	3	/	03.05.2006.	28.11.2007.	01.08.2009.	17.09.2010.
			20.08.2006.	15.03.2008.	15.01.2010.	18.01.2011.
			05.01.2007.	11.07.2008.	28.03.2010.	03.06.2011.
			25.04.2007.	05.11.2008.	24.06.2010.	

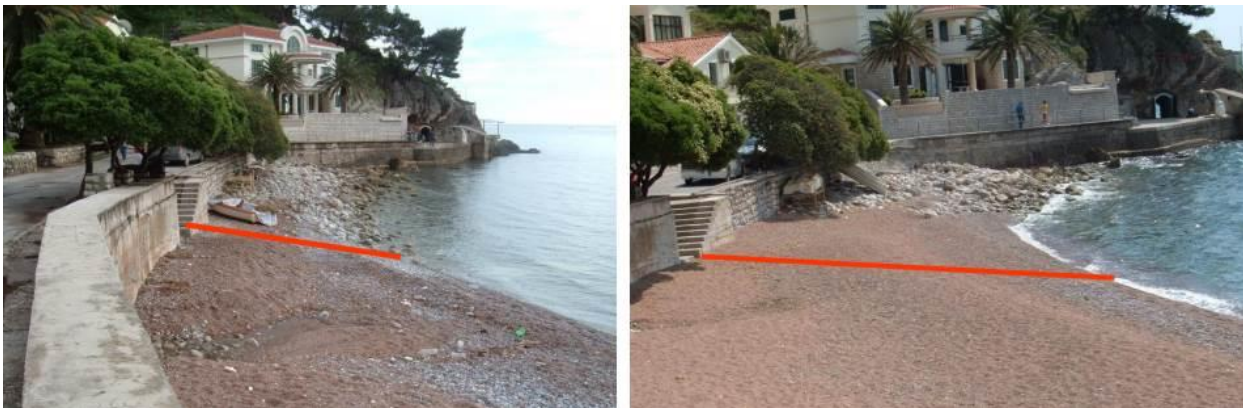
Konvencionalni monitoring



- Datum 1 snimanja: 14.07.2004.
Kota referentne tacke: +1.99 m
- Crvena isprekidana linija - 2 snimanje 16.12.2004
Kota referentne tacke: +2.79 m
- Zuta linija - 3 snimanje 11.05.2005
Kota referentne tacke: +1.89 m
- Plava linija - 4 snimanje 05.08.2005
Kota referentne tacke : + 2,15 m
- Narandzasta linija - 5 snimanje
Kota referentne tacke : + 1,74 m



Konvencionalni monitoring



Prema izvještaju o završetku monitoringa za period od 2007. - 2008. godine, intenzitet erozije pijeska nadmorskog dijela plaže je najizraženiji na profilima A i B, gdje su izmjereni najveći gubici pijeska na licu plaže. Izračunata je produkcija nanosa u slivu koji gravitira plaži u Petrovcu i iznosi 7,05 mm/god.

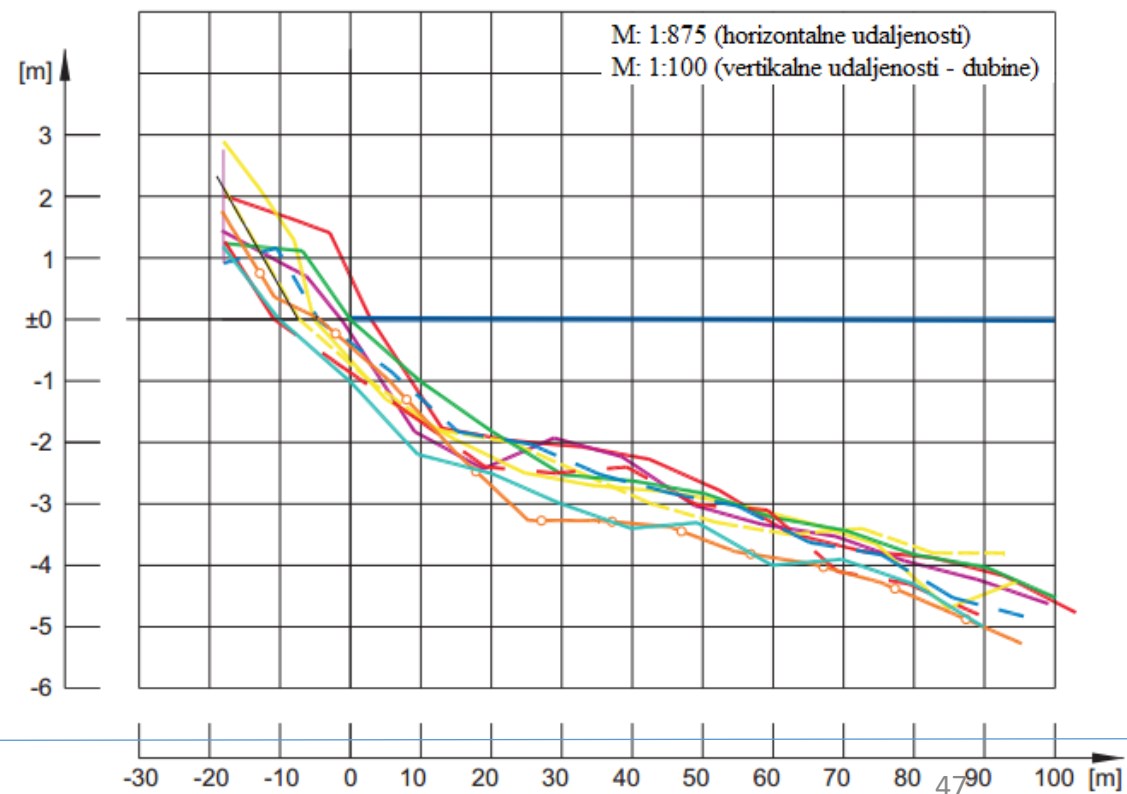
Predložen je jedan od načina smanjenja deficita pijeska u vidu rekonstrukcije biotehničkim mjerama unutar sliva i vodotoka - bujica koji gravitiraju samoj plaži.

MJERENJE PROFILA 2004-2005 god.

- 1 snimanje: 14.07.2004, kota :+1,29 m
- 2 snimanje: 16.12.2004, kota +1,40m
- 3 snimanje: 11.05.2005, kota + 2,13 m
- 4 snimanje: 05.08.2005, kota + 0,95 m
- 5 snimanje: 17.01.2006, kota + 1,74 m

MJERENJE PROFILA 2006 - 2007 god.

- 1 snimanje : 03.05.2006, kota + 1,20 m
- 2 snimanje : 31.08.2006, kota + 2,00 m
- 3 snimanje : 05.01.2007, kota + 1,47 m
- 4 snimanje : 23.04.2007, kota + 2,90 m







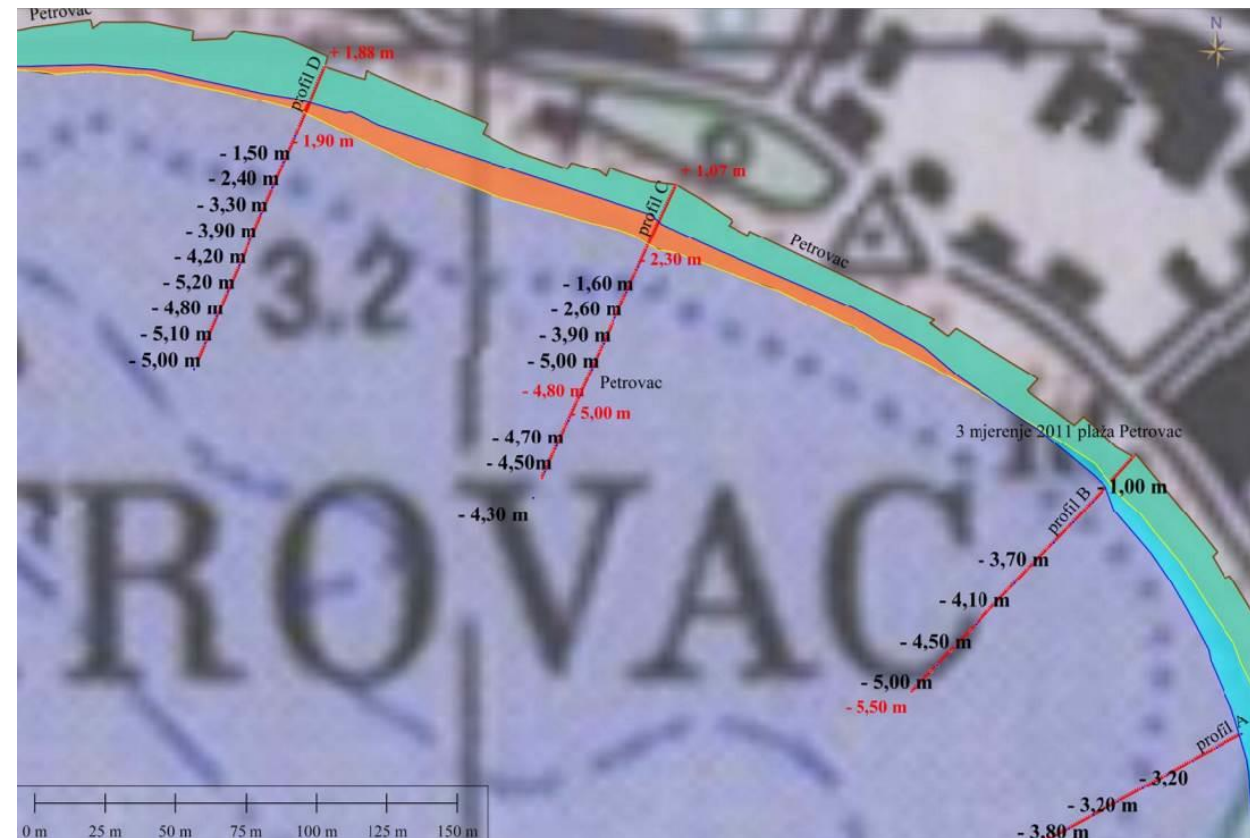
Konvencionalni monitoring

Zabilježeno je povećanje širine lica plaže iznad razine mora na profilu A od zimskog snimanja 15.03.2007. do jesenskog snimanja 01.11.2008. za 7,5 m i povećanje visinske razlike referentne kote za 80 cm. Stoga je zaključeno da se najveći transport - erozija i sedimentacija pijeska odvija na profilu A.

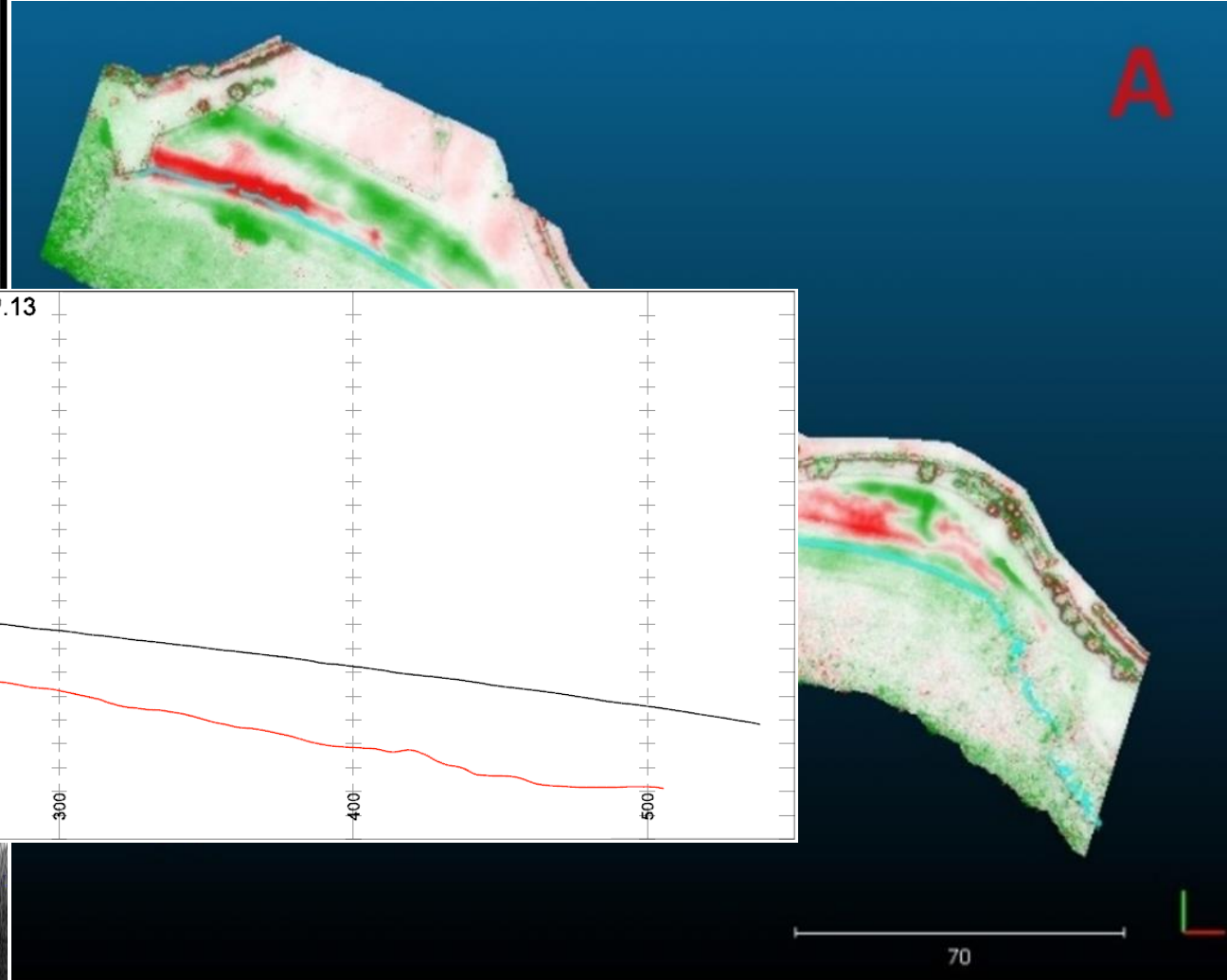
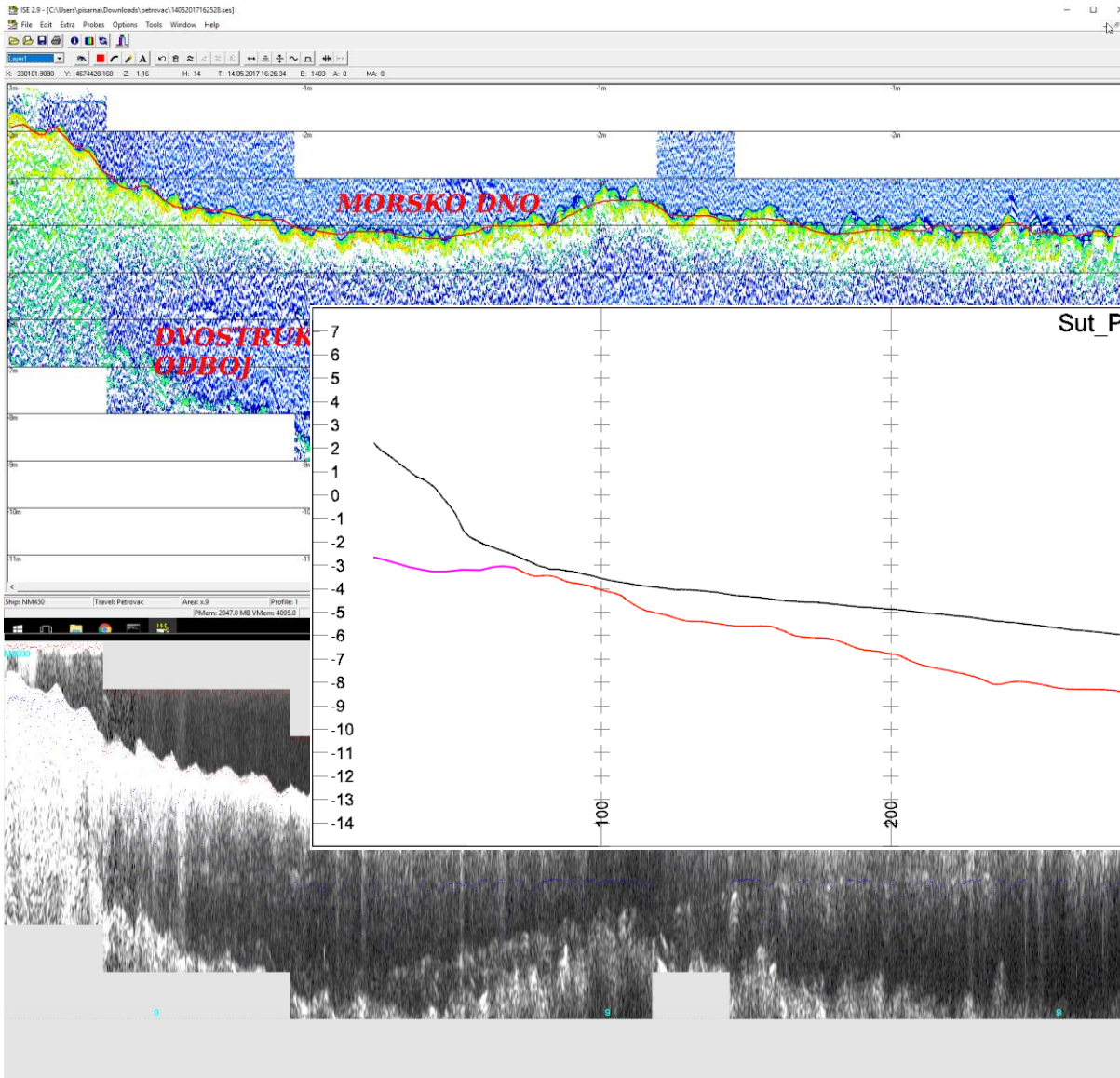
U ožujku 2008. godine je na licu plaže iznad razine mora evidentirana erozija jaružastog oblika i utvrđeno je da, uz djelovanje valova, vrlo brzo može dovesti do destabilizacije temelja obalnog potpornog zida između profila A i B.

U periodu od 22. 11. 2007. do 01. 11. 2008. na profilu A zabilježen je gubitak od 2,9 m širine lica plaže iznad razine mora.

- 2. mjerjenje plaža 2011.	lice plaže iznad razine mora	
	linija obale	
	dubine	crni brojevi
- 3. mjerjenje plaža 2011.	lice plaže iznad razine mora	
	linija obale	
	dubine	crveni brojevi
- 2. mjerjenje plaža 2011. površina lica plaže iznad razine mora iznosi 0,884 ha		
- 3. mjerjenje plaža 2011. površina lica plaže iznad razine mora iznosi 0,789 ha		



Kombinirani pristup

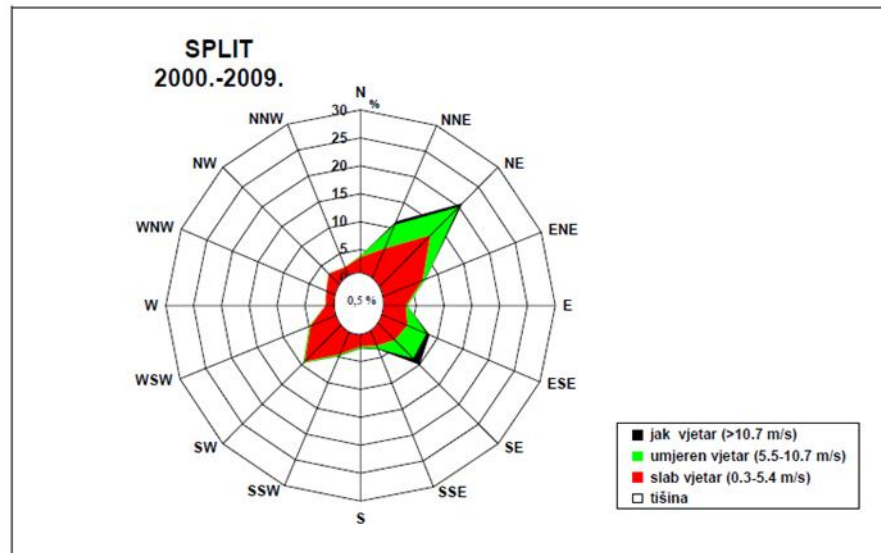
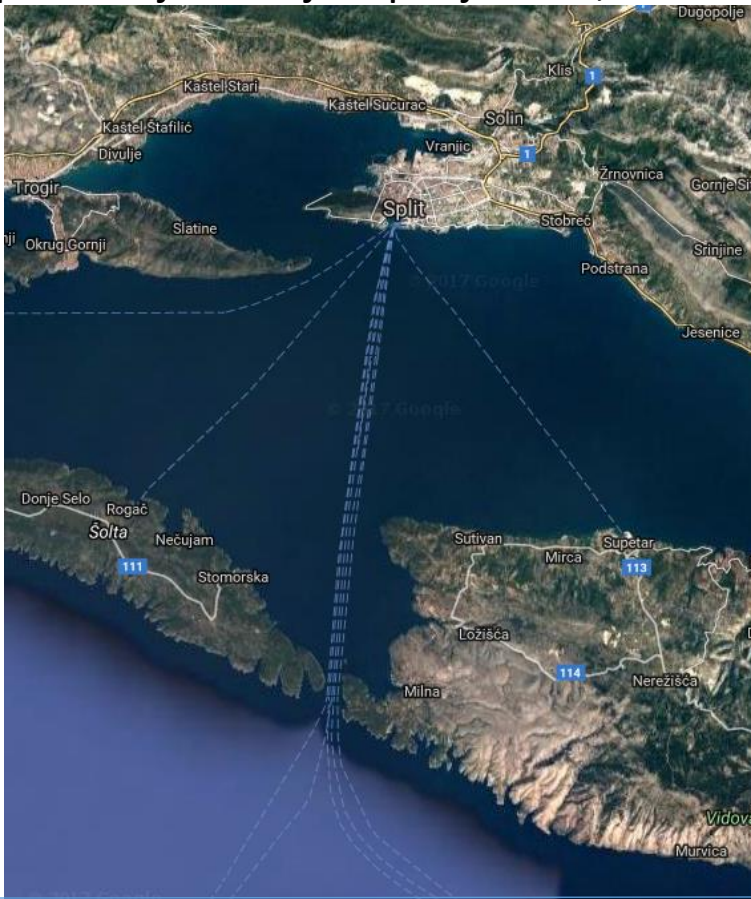


Definicija relevantnog talasa

- Definicija privjetrišta
- Definicija dubokovodnih valnih parametara
- Valne prognoze

Definiranje privjetrišta

- Privjetrište (FETCH ili RAZGON) - duljina na kojoj se vrši prijenos energije vjetra na morsku površinu, a što za posljedicu ima razvoj valnog polja određenih karakteristika.
- Privjetrište (FETCH ili RAZGON) - definira se za one smjerove koji se, uvidom u tablicu kontigencije i/ili ružu vjetrova, pokazuju kao izrazito učestali u pogledu smjera, ali i karakterizirani pojavom većih brzina. Valna visina razvija se s povećanjem duljine privjetrišta, većim brzinama vjetra i dužim puhanjem vjetra.

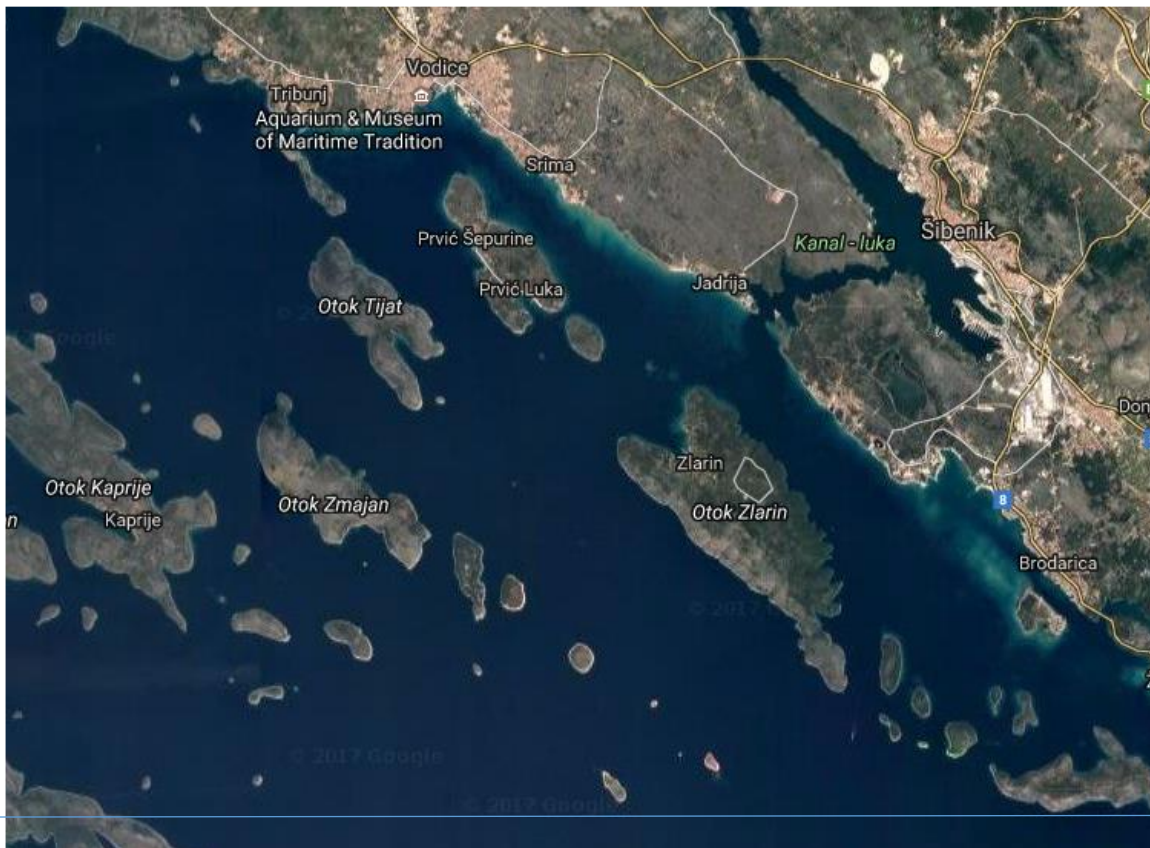


- Mjerodavni smjerovi za lokaciju - uvidom u ružu vjetrova uočava se kako vjetar iz trećeg i četvrtog kvadranta ima najveće duljine privjetrišta (SW, S i SE). Vjetru (i valu) smjera W lokacija nije direktno izložena (Čiovo prirodan zaštita). Vjetrovi smjera SW, S i SE razlikuju se međusobno učestalošću različitih razreda brzina, ali su zbog prirodne otvorenosti lokacije definitivno ključni i nužno ih je uzeti u razmatranje.

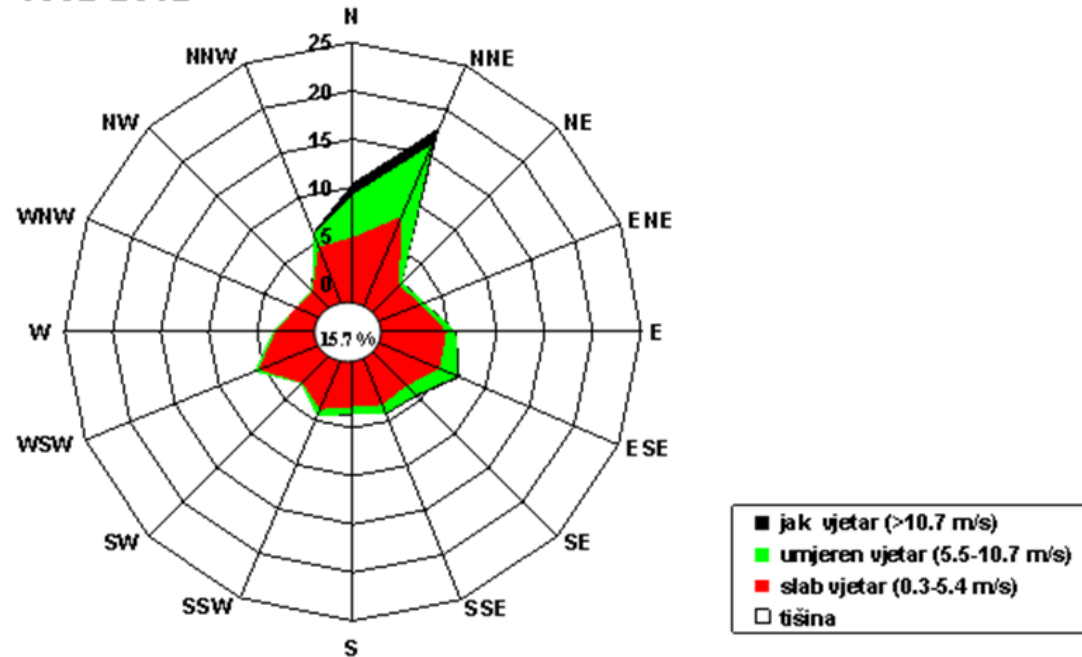
- Mjerodavni smjerovi za lokaciju - uvidom u ružu vjetrova uočava se kako je **bura** vjetar koji je karakteriziran najvećim brzinama – u slučaju lokacije Split ista nije mjerodavna jer s obzirom na smjer puhanja, ne postoji duljina privjetrišta na kojoj se može razviti val.

Definiranje privjetrišta

- Mjerodavni smjerovi za lokaciju Šibenik - treći kvadrant uz napomenu kako je akvatorij prirodno zaštićen, drugi kvadrant (NW)
- Mjerodavni smjerovi za lokaciju Vodice - četvrti kvadrant, pogotovo SE
- Mjerodavni smjerovi za lokaciju otok Kaprije - prvi kvadrant, otvoreno na buru sa značajnim privjetrištem



Šibenik
1982-2012



Definiranje privjetrišta

- Postoji širok spektar metoda i proračunskih modela namijenjenih rješavanju problematike **definiranja dužine privjetrišta**. Jednu od metoda za proračun efektivnih privjetrišta razvio je Saville (1954. g.). Pretpostavio je da vjetar prenosi energiju na vodenu površinu u smjeru njegovog puhanja ali i u smjerovima +/- 45° u odnosu na smjer puhanja. Modifikacija Saville-ove metode jest u pretpostavci da širina doprinosa vjetra u prijenosu energije iznosi +/- 42°.
- Postavi se glavna zraka u smjeru puhanja vjetra, zatim se rotacijom od 6° u smjeru kazaljke na satu (do -42°) i suprotno od smjera kazaljke na satu (do +42°) 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**.

$$F_{EFF} = \frac{\sum_{i=1}^{15} f_i \cdot \cos^2 \theta_i}{\sum_{i=1}^{15} \cos \theta_i}$$

F_{EFF} = efektivno privjetrište [km]

Θ_i = kut otklona zrake vale u odnosu na zraku smjera za koji se izračunava efektivno privjetrište [°]

f_i = duljina privjetrišta zrake otklonjene za kut Θ_i

- Ukoliko se koristi Saville-ova metoda sa otklonom +/- 45°, otklon prvih zraka (prva lijevo i prva desno) u odnosu na smjer glavne zrake iznosi po 3°, a otklon svake iduće zrake iznosi dodatnih 6°.

Definiranje privjetrišta

- Definiranje efektivnog privjetrišta prema Saville-u - definira se glavna zraka koja označava smjer (u ovom slučaju N), nanose se zrake na svakih 6° lijevo i desno do ukupnog odklona +/- 42°, sa karte se očitava duljina privjetrišta po svakoj zruci, te se prethodnim izrazom dolazi do duljine efektivnog privjetrišta.



Kut (°)	f_i [km]	$\cos(\alpha)$	$f_i * \cos^2(\alpha)$
42,00	3,80	0,74	2,10
36,00	3,87	0,81	2,53
30,00	0,33	0,87	0,24
24,00	2,19	0,91	1,82
18,00	1,67	0,95	1,51
12,00	1,57	0,98	1,50
6,00	1,52	0,99	1,50
0,00	1,52	1,00	1,52
-6,00	1,52	0,99	1,50
-12,00	1,47	0,98	1,41
-18,00	1,44	0,95	1,31
-24,00	1,36	0,91	1,13
-30,00	1,33	0,87	1,00
-36,00	1,37	0,81	0,90
-42,00	1,57	0,74	0,87
$F_{EFF} =$	1,54	13,51	20,84

Definiranje privjetrišta

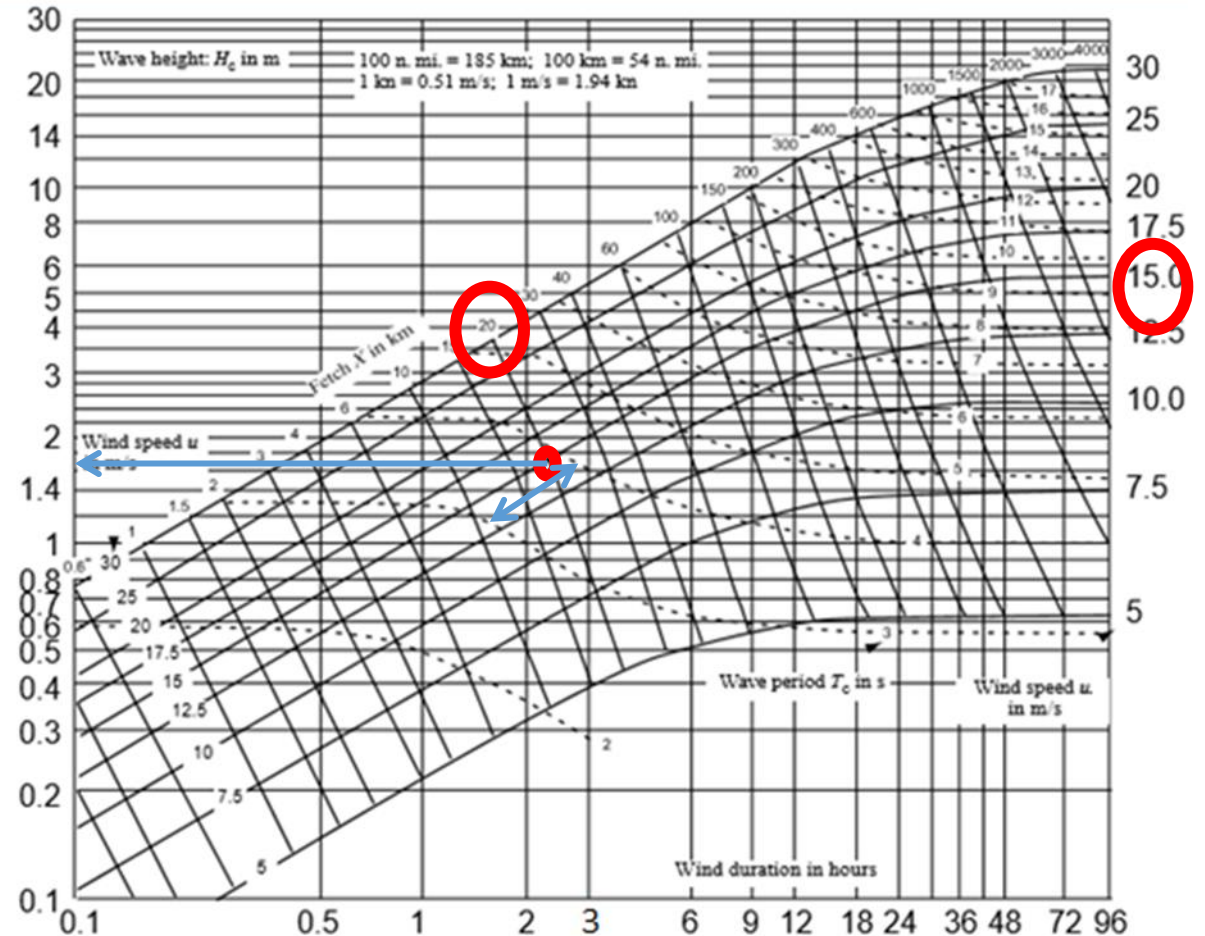
- **Metoda jednostavnih privjetrišta** - zrake se postavljaju svaka 3° do ukupno ostvarena 24° (po 12° sa svake strane glavne zrake), efektivno privjetrište dobiva se aritmetičkim osrednjavanjem duljine privjetrišta svake zrake.
- **Pretpostavke** - oba pristupa (Saville i jednostavna privjetrišta) temelje se na pretpostavci kako se energija vjetra ne prenosi samo u jednom smjeru uz pretpostavku kako smjer vjetra koincidira sa smjerom valovanja.
- **Značajna odstupanja u rezultatima dvaju metoda** – ostvarit će se kod obalnih linija koje su karakterizirane izrazitim nepravilnostima. Metoda jednostavnih privjetrišta pokriva manju širinu što, u slučaju da je obala na dijelu između krajnjih zraka, pravilnih kontura znači i manju duljinu efektivnog privjetrišta u usporedbi sa slučajem kada se na istoj lokaciji primjeni Saville-ova metoda, uz izraženije nepravilnosti obalne crte izvan zraka $\pm 12^\circ$, a unutar $\pm 45^\circ$.

Definicija dubokovodnih valnih parametara

- **Podaci o smjeru i brzini vjetra** - iz sirovih podataka definirati tablicu/e kontigencije i ružu učestalosti i smjera vjetrova. Skala osrednjavanja podataka treba biti poznata kako bi se moglo prilagoditi podatke (ukoliko je nužno) prilikom postupka definiranja značajnih valnih visina.
- **Namjena podataka o vjetru** - skala osrednjavanja potrebna je ovisno o namjeni korištenja podataka. Kod definiranja potezne sile broda uslijed djelovanja vjetra skala osrednjavanja treba biti kratka. Zrak je, za razliku od mora, manje trom medij, tako da će se udari vjetra registrirati u poteznoj sili broda. U ovom slučaju skala osrednjavanja treba biti mala kako se ne bi izgubio podatak o ekstremnim brzinama koje karakteriziraju udare vjetra. Ukoliko se radi o proračunu značajne valne visine, interval osrednjavanja brzine vjetra može biti veći (preporuka 1 sat ili više). Veličina generiranog vala ovisi i o duljini privjetrišta.
- **Mjerodavni smjerovi** - odabiru se na osnovu položaja lokacije, konfiguraciji terena, razvedenosti obale, učestalosti pojave vjetra iz smjera za koji postoji dovoljno duga duljina privjetrišta za razvoj vala.
- **Efektivna duljina privjetrišta** - odabranom metodom pristupa se proračunu.

Definicija dubokovodnih valnih parametara

- **Stanje potpuno razvijenog mora** - stanje u kojem daljnje povećanje vremena puhanja vjetra ili brzine vjetra neće dovesti do promjene parametara vala tl. Energija vjetra se kontinuirano prenosi na morsku površinu do postizanja raznoteže sa trenjem i gravitacijskim silama koje djeluju na molekule morske vode.
- **Groen – Dorrenstein** - nomogram koji u ovisnosti o brzini vjetra i duljini privjetrišta omogućava procjenu značajne valne visine i perioda vala
- **Trajanje puhanja vjetra** - energija je po svojoj definiciji umnožak snage i vremena. Snaga vjetra definirana je brzinom vjetra iz pojedinog smjera. Ako se u obzir uzme trajanje puhanja onda se lako dolazi do zaključka kako će ukupan prijenos energije vjetra na morsku površinu ovisiti i o vremenu puhanja.
- **„Fetch limited wave” ili val ograničen duljinom privjetrišta** - situacija u kojoj je energija vala ograničena duljinom na kojoj vjetar djeluje na morsku površinu tj. duljina privjetrišta nije dovoljna za postizanje stanja potpuno razvijenog mora.
- **„Duration limited wave” ili val ograničen trajanjem vjetra** - vjetra nije u kontaktu s morskom površinom dovoljno dugo da prenese dovoljno energije potrebno za postizanje stanja potpune razvijenosti.



Definicija dubokovodnih valnih parametara

- Stanje **potpuno razvijenog mora** - Potrebno je provjeriti !!! Ukoliko je došlo do razvoja stanja potpuno razvijenog mora moguće je koristiti Groen - Dorrenstein nomogram na osnovu podataka o duljini privjetrišta i brzini vjetra.
- **Provjera stanja postignuća potpuno razvijenog mora** - više je metoda koje se vezuju uz različite autore, podneblja i intervale valjanosti. Najčešće korištene su Wilson-ova i Goda-ina metoda.
- **Wilson-ova metoda** – za zadanu duljinu privjetrišta definira se minimalno potrebno trajanje puhanja vjetra odabrane brzine s ciljem ostvarenja prijenosa energije vjetra na more do postizanja stanja potpuno razvijenog mora.

$$t_{\min} = 43 \cdot \frac{X^{0,73}}{U^{0,46} \cdot g^{0,27}}$$

- t_{\min} = minimalno vrijeme puhanja vjetra [s]
- X = duljina privjetrišta [m],
- U = brzina vjetra [m/s]

Definicija dubokovodnih valnih parametara

- **Wilson-ova metoda** – za zadanu vrijeme puhanja vjetra definira se minimalna potrebno duljina privjetrišta s ciljem ostvarenja prijenosa energije vjetra na more do postizanja stanja potpuno razvijenog mora.

$$X_{\min} = 0,73 \sqrt{\frac{t \cdot U^{0,46} \cdot g^{0,27}}{43}}$$

- t_{\min} = minimalno vrijeme puhanja vjetra [s]
- X = duljina privjetrišta [m],
- U = brzina vjetra [m/s]

- Bez obzira koji pristup se koristi (definicija minimalnog potrebnog trajanja vjetra ili minimalne potrebne duljine privjetrišta) moguće je definirati da li je postignuto stanje potpuno razvijenog mora. Odabir pristupa temelji se na raspoloživim podacima. Češća je situacija u kojoj je duljina privjetrišta poznata pa se u tom slučaju definira minimalno potrebno trajanje puhanja vjetra.

- Ukoliko se odluči na opciju definiranja minimalne duljine privjetrišta, potrebno je iz raspoloživih podataka o vjetru utvrditi trajanje puhanja vjetra pojedinog vjetrovnog događaja. Tablica kontigencije ne može dati odgovor na to pitanje već je potrebno koristiti sirove podatke – zbrajanje trajanja puhanja unutar pojedinog ostvarenja vjetrovnog događaja.

Definicija dubokovodnih valnih parametara

- Goda-ina metoda – stanje postizanja stanja potpuno razvijenog mora moguće je provjeriti prema:

$$t_{\min} = X^{0,73} \cdot U^{-0,46}$$

$$X_{\min} = t^{1,37} \cdot U^{0,63}$$

t_{\min} = minimalno vrijeme puhanja vjetra [h]

X = duljina privjetrišta [km],

U = brzina vjetra [m/s]

- Kod Goda-ine metode treba obratiti pažnju na mjerne jedinice, izračun je nešto jednostavniji, a rješenja ne odstupaju bitno od rješenja po Wilsonu.

Definicija dubokovodnih valnih parametara

- Za slučaj kada je vrijeme puhanja kraće od minimalnog potrebnog, ukupna energija vjetra ne može se prenijeti na površinu mora u duljini efektivnog privjetrišta, pa se za mjerodavnu duljinu privjetrišta do postizanja stanja potpuno razvijenog mora usvaja minimalna potrebna duljina :

$$t < t_{\min} \Rightarrow X(F) = X_{MIN}(F_{MIN})$$

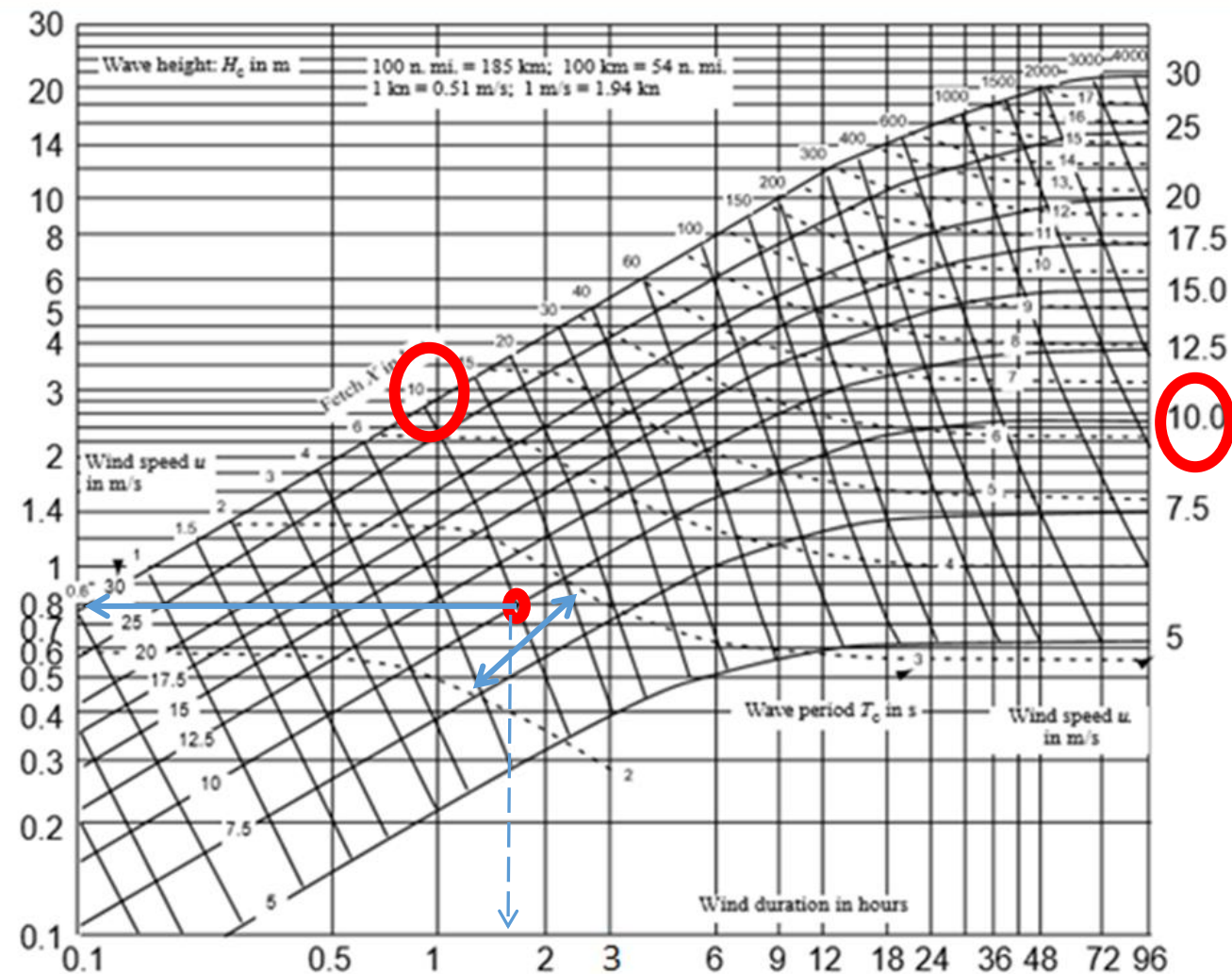
- Opisano stanje odgovara uvjetima „Duration limited wave” ili vala ograničenog trajanjem vjetra.
- Za slučaj kada je vrijeme puhanja duže od minimalnog potrebnog, stanje potpuno razvijenog mora nije postignuto jer je efektivna duljina privjetrišta manja od minimalne. Za mjerodavnu duljinu privjetrišta do postizanja stanja potpuno razvijenog mora u ovom slučaju usvaja se efektivna duljina privjetrišta.

$$t > t_{\min} \Rightarrow X(F) = X_{EFF}(F_{EFF})$$

- Opisano stanje odgovara uvjetima „Fetch limited wave” ili val ograničen duljinom privjetrišta .

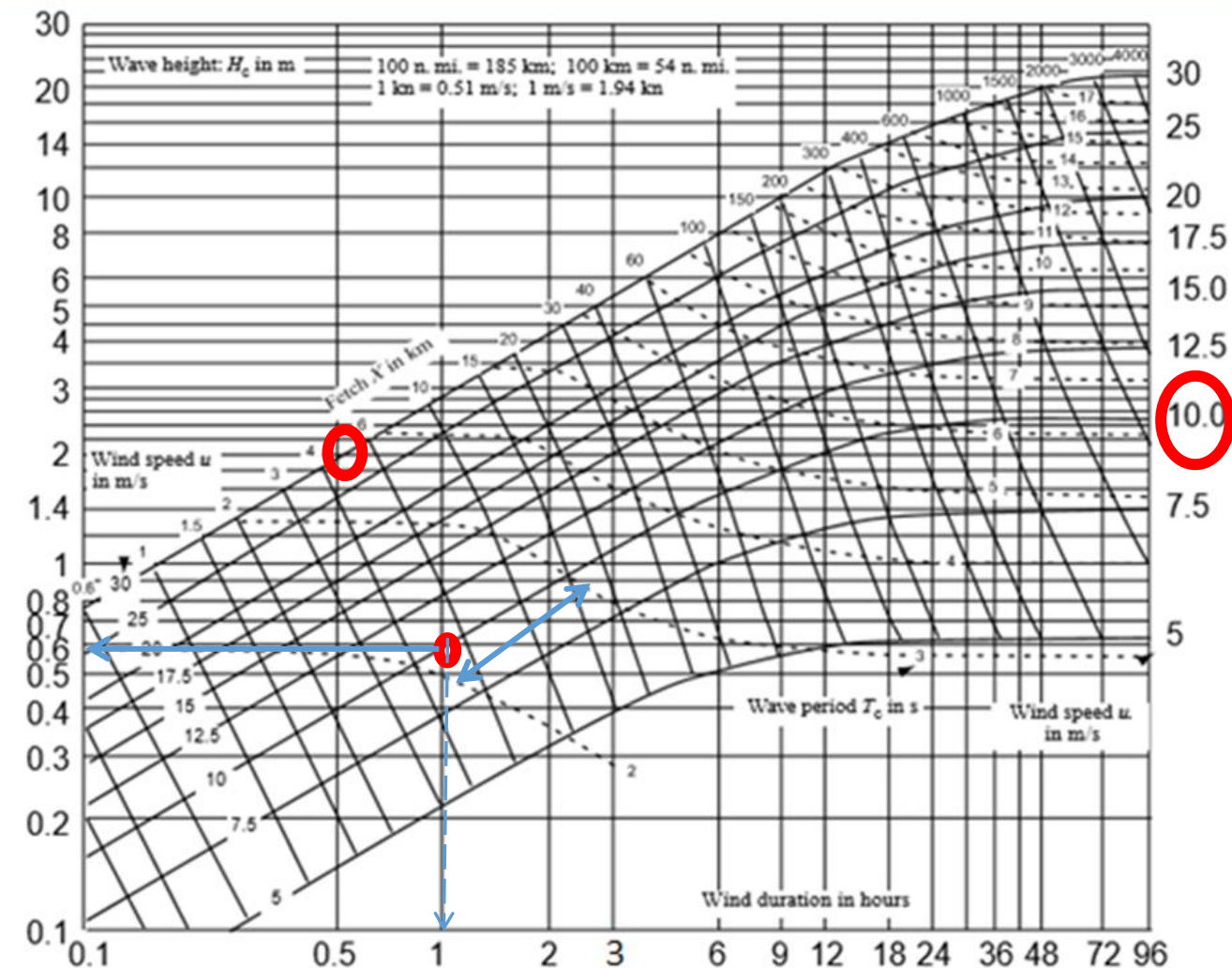
Definicija dubokovodnih valnih parametara

- Definiranje parametara dubokovodnog vala u uvjetima ograničenja – za stanje potpuno razvijenog mora dovoljno je za ulazne parametre koristiti brzinu vjeta i duljinu privjetrišta
- Definiranje parametara dubokovodnog vala u uvjetima „duration limited” – kako je prethodno rečeno, umjesto stvarne duljine privjetrišta na nomogram se unosi minimalna potrebna te se sa tim parametrima definiraju značajna valna visina i period dubokovodnog vala.
- Na primjer: vjetar puše brzinom 10 m/s na duljini porivjetrišta 10 km. Uz pretpostavku da je postignuto stanje potpuno razvijenog mora (vidi nomogram) očitava se : $H_s = 0.8$ m, $T = 2,71$ s.
- Ako se provjeri valjanost načinjene pretpostavke – $T_{min} = 1.86$ h – uočava se da je upravo to vrijednost koja odgovara minimalnom potrebnom trajanju puhanja vjeta u uvjetima stanja potpuno razvijenog mora == > nije potrebno koristiti vrijeme (x os) pri očitavanju parametara vala.



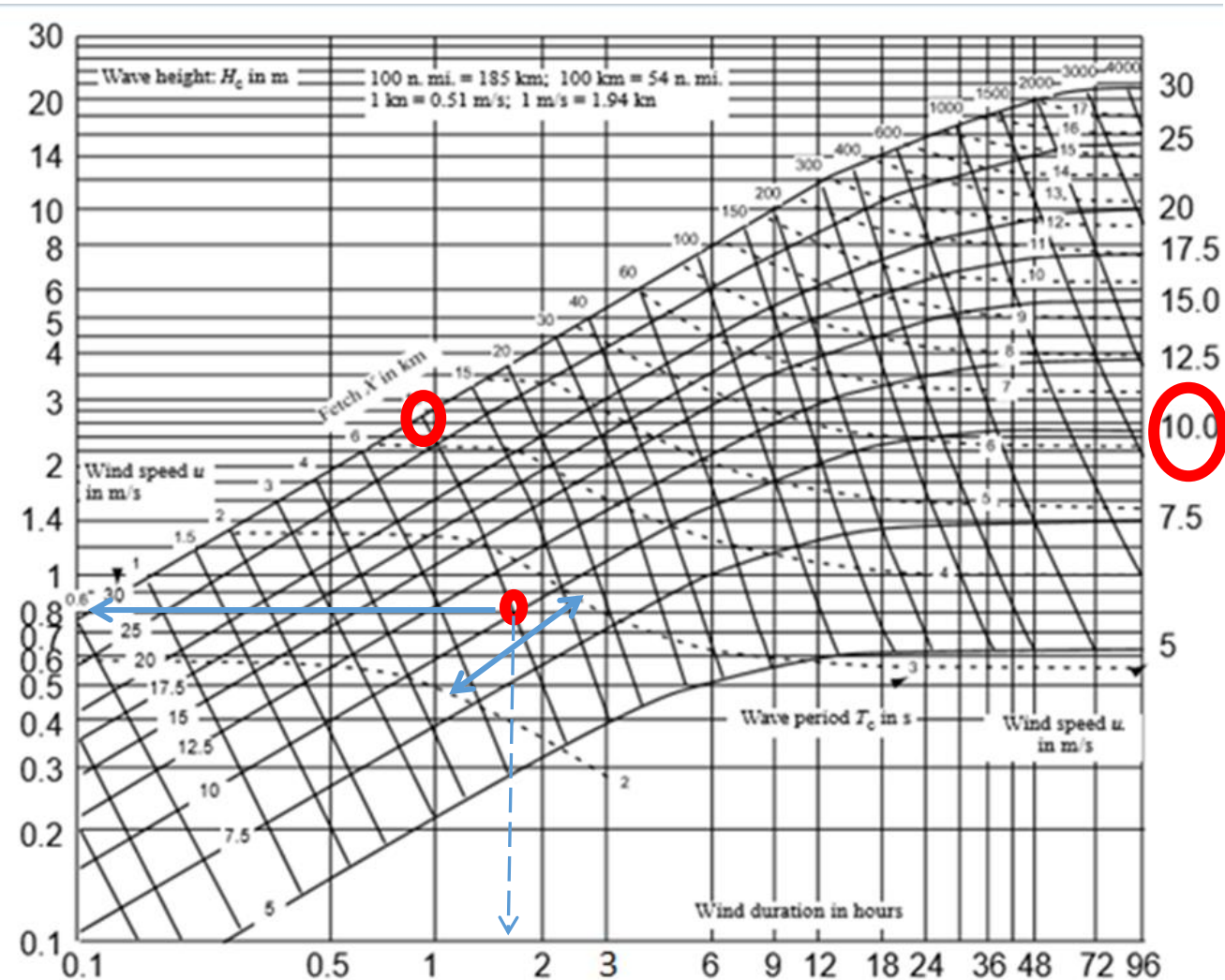
Definicija dubokovodnih valnih parametara

- U razmatranje će se sada uzeti primjer identičan prethodnom uz uvođenje podataka o stvarnom trajanju vjetra $t = 1$ h.
- Ako se provjeri valjanost načinjene pretpostavke – $t < T_{min}$ (DL) pa se zaključuje kako će se za mjerodavnu duljinu privjetrišta usvojiti minimalna potrebna za postizanje stanja potpuno razvijenog mora $X_{MIN} = 4,265$ km.
- Rad sa manjim privjetrištem rezultirat će manjim usvojenim parametrima dubokovodnog vala : $H_s = 0.58$ m, $T = 2.15$ s.
- Ako se za ovako dobiven uređeni par H_s i T očita vrijednost trajanja puhanja vjetra na x-osi uočava se da iznosi točno 1 h. Očitani parametri su mjerodavni, a na ovaj način korišten je Groen - Dorrenstein nomogram u uvjetima DL



Definicija dubokovodnih valnih parametara

- Definiranje parametara dubokovodnog vala u uvjetima „fetch limited” – kako je prethodno rečeno, na nomogram se unosi efektivna duljina privjetrišta!
- Na primjer: vjetar puše brzinom 10 m/s na duljini privjetrišta 10 km. Uz pretpostavku da je postignuto stanje potpuno razvijenog mora očitano je: $H_s = 0.8$ m, $T = 2,71$ s.
- U razmatranje će se sada uzeti primjer identičan prethodnom uz uvođenje podataka o stvarnom trajanju vjetra $t = 3$ h.
- Ako se provjeri valjanost načinjene pretpostavke – $t = 3 > T_{min} = 1,86$ h (FL) pa se zaključuje kako će se za mjerodavnu duljinu privjetrišta usvojiti efektivna duljina privjetrišta umjesto $X_{MIN} = 19,22$ km. ($H_s = 0.8$ m, $T = 2,71$ s)
- Ako se za ovako dobiven uređeni par H_s i T očita vrijednost trajanja puhanja vjetra na x-osi uočava se da iznosi točno 1,86 h. Očitani parametri su mjerodavni, a na ovaj način korišten je Groen - Dorrenstein nomogram u uvjetima FL.



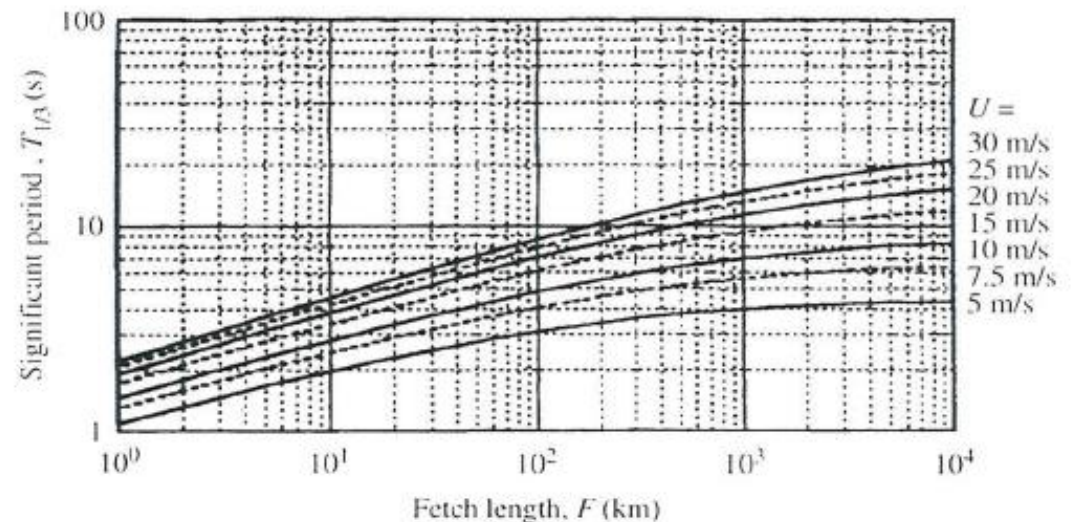
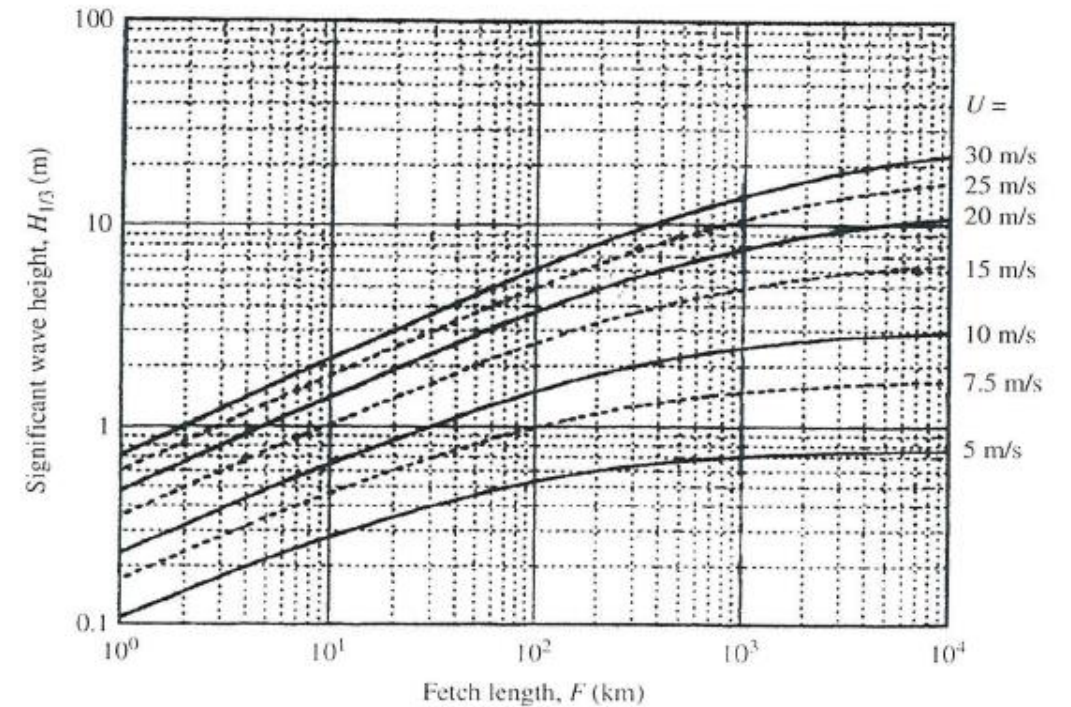
Definicija dubokovodnih valnih parametara

- Definiranje parametara dubokovodnog vala u ograničenim uvjetima po Godi – Goda nudi rješenje (prema Wilsonovim izrazima) za period i značajnu valnu visinu u obliku nomograma ali i u obliku jednostavnih matematičkih izraza:

$$\frac{gH_s}{U^2} = 0,3 \left\{ 1 - \left[1 + 0,004 \left(\frac{gX}{U^2} \right)^{1/2} \right]^{-2} \right\}$$

$$\frac{gT_s}{2\pi U} = 1,37 \left\{ 1 - \left[1 + 0,008 \left(\frac{gX}{U^2} \right)^{1/3} \right]^{-5} \right\}$$

- Za potrebe proračuna – poželjno je koristiti prikazane matematičke izraze zbog točnosti rješenja. Očitavanje s dijagrama može poslužiti kao kvalitativno rješenje.



Definicija dubokovodnih valnih parametara

- **Usporedba rješenja** – za proizvoljni smjer vjetra iz tablice kontigencije (smjer koji odgovara mjerodavnom u stvarnosti s obzirom na učestalosti pojava većih brzina vjetra i konfiguracije obale te položaja lokacije od interesa).
- **Mjerodavne brzine vjetra** – usvajaju se maksimalne vrijednosti po razredima Beaufortove skale. Ovakav odabir je aproksimacija rješenja ali na strani sigurnosti.
- **F_{min}** – može biti definiran po Wilsonu ili po Godi
- **t_{min}** – može biti definiran po Wilsonu ili po Godi
- **t = 1 h** – odabrano temeljem uvida u podatke o vjetru
- **F_{EFF}** – definira se sukladno kontroli kriterija DL ili FL !!!
- **H_s i T** – očitavaju se iz GD nomograma ili se računaju prema Goda-inim izrazima

V [m/s]	1,50	3,30	5,40	7,90	10,70	13,80	17,10	20,70	24,40	28,40
F_{min} [km]	1,29	2,12	2,89	3,68	4,45	5,23	5,98	6,75	7,48	8,23
t_{min} [h]	1,14	0,79	0,63	0,53	0,46	0,41	0,37	0,34	0,32	0,29
F_{EFF} [km]	1,29	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54
H_s [m]	0,03	0,08	0,14	0,22	0,30	0,39	0,49	0,60	0,71	0,83
T_s [s]	0,64	1,01	1,27	1,50	1,70	1,88	2,05	2,21	2,35	2,49
L₀ [m]	0,64	1,58	2,51	3,50	4,51	5,53	6,55	7,60	8,61	9,65

Prema Godi

V [m/s]	1,50	3,30	5,40	7,90	10,70	13,80	17,10	20,70	24,40	28,40
F_{EFF} [km]	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54
t_{min} [h]	1,14	0,79	0,63	0,53	0,46	0,41	0,37	0,34	0,32	0,29
F_{min} [km]	1,29	2,12	2,89	3,68	4,45	5,23	5,98	6,75	7,48	8,23
F [km]	1,29	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54
H_s [m]			0,18	0,28	0,36	0,5	0,62	0,75	0,95	1,18
T_s [s]			1,5	1,7	1,8	1,95	2,1	2,15	2,25	2,6
L₀ [m]			3,51	4,51	5,06	5,94	6,89	7,22	7,90	10,55

Prema GD-u

- **L₀** – izračunava se
$$L_0 = \frac{g \cdot T^2}{2 \cdot \pi}$$

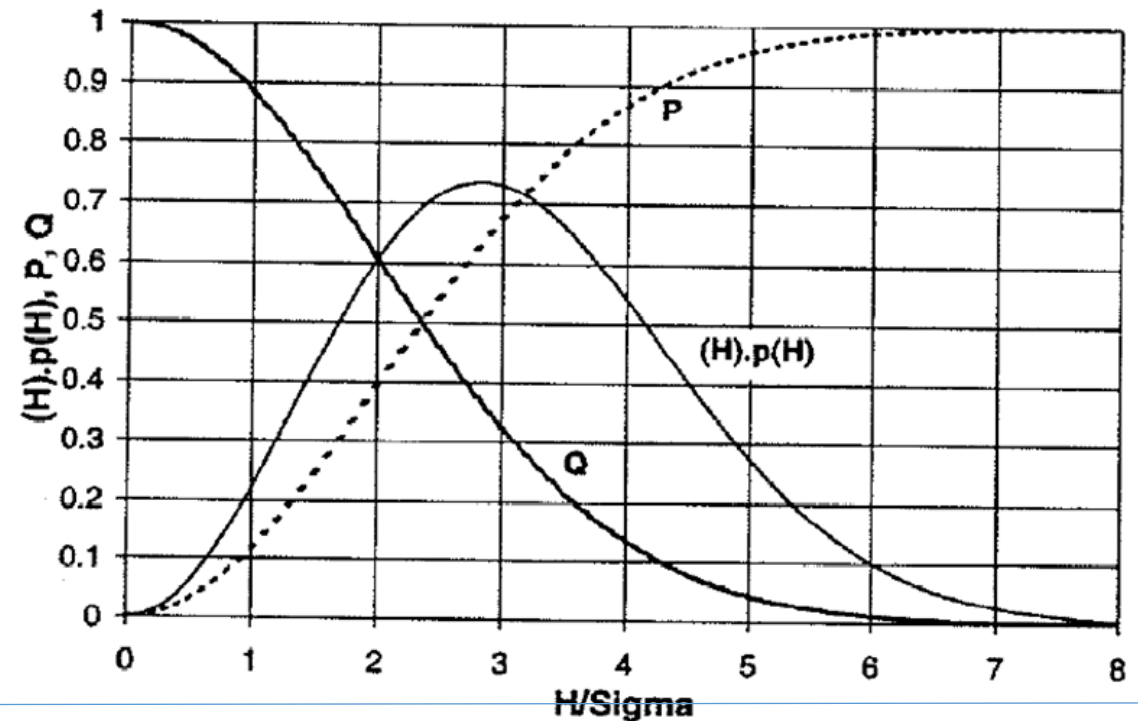
Valne prognoze

- **Prognozirati** – može se kolokvijalno poistovjetiti s terminom predvidjeti. Svrha je osigurati vjerodostojnu vrijednost valne visine ili drugog valnog parametra kojem će objekt biti izložen u fazi vijeka trajanja.
- **Kratkoročna valna prognoza** – odnosi se na obradu mjerenja npr. mjerenih valnih visina unutar jednog valnog događaja. Rezultira karakterističnom vrijednošću valne visine za promatrani valni događaj ($H_S, H_{1/3}, H_{1/10}, H_{1/100}, \dots$)
- **Opis varijacija mjerene valne visine unutar valnog događaja** – koristi se Rayleigh-eva funkcija gustoće vjerojatnosti

$$p(H) = \frac{1}{4} \frac{H}{\sigma^2} e^{-(H^2/8\sigma^2)}$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N u_i^2$$

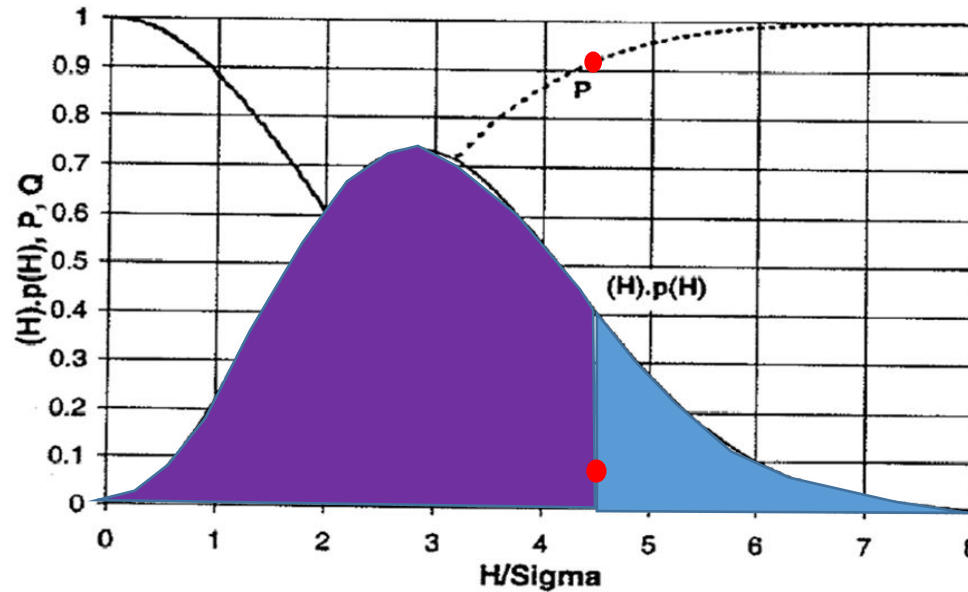
u_i – amplituda vala (m)



Valne prognoze

- **Funkcija distribucije** – predstavlja vjerojatnost događaja da slučajna varijabla H uzme vrijednost manju ili jednaku od neke određene.

$$P(H^*) = p(H \leq H^*) = \int_{-\infty}^{H^*} p(H) dH = \int_0^{H^*} \frac{1}{4} \frac{H}{\sigma^2} e^{-(H^2/8\sigma^2)} dH = 1 - e^{(-H^2/8\sigma^2)}$$



- **Funkcija prekoračenja** – predstavlja vjerojatnost događaja da slučajna varijabla H uzme vrijednost veću od neke određene.

$$Q(H^*) = p(H > H^*) = \int_{H^*}^{+\infty} p(H) dH = \int_{H^*}^{H_{MAX}} \frac{1}{4} \frac{H}{\sigma^2} e^{-(H^2/8\sigma^2)} dH e^{(-H^2/8\sigma^2)}$$

Valne prognoze

- Dugoročna valna prognoza – odnosi se na obradu karakterističnih valnih parametara unutar razdoblja koje obuhvaća više i dovoljno valnih događaja. Rezultira prognoziranom vrijednošću valnog parametra u vijeku trajanja objekta s određenom vjerojatnošću pojave.

$$Q = \frac{1}{T} \cdot \frac{T_m}{n}$$

Q = funkcija prekoračenja

T = vrijednost povratnog perioda za koji se traži značajna valna visina

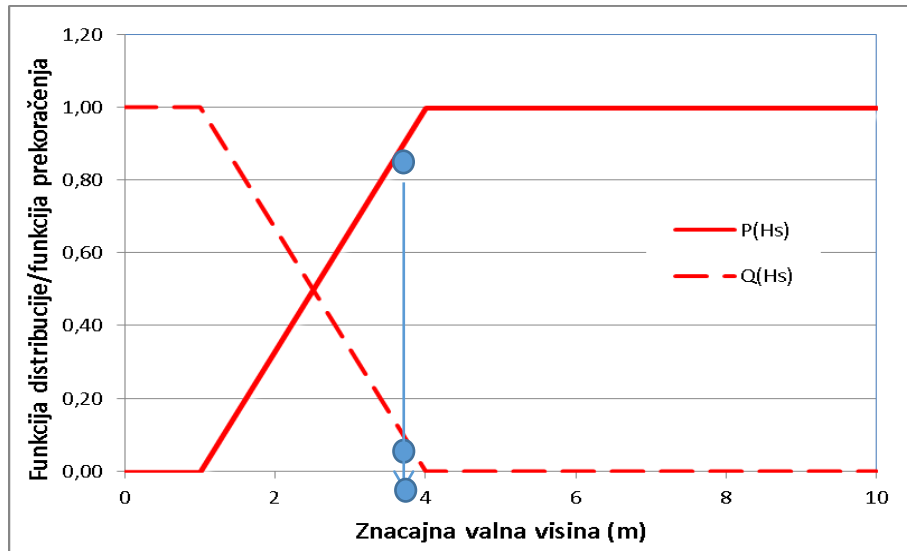
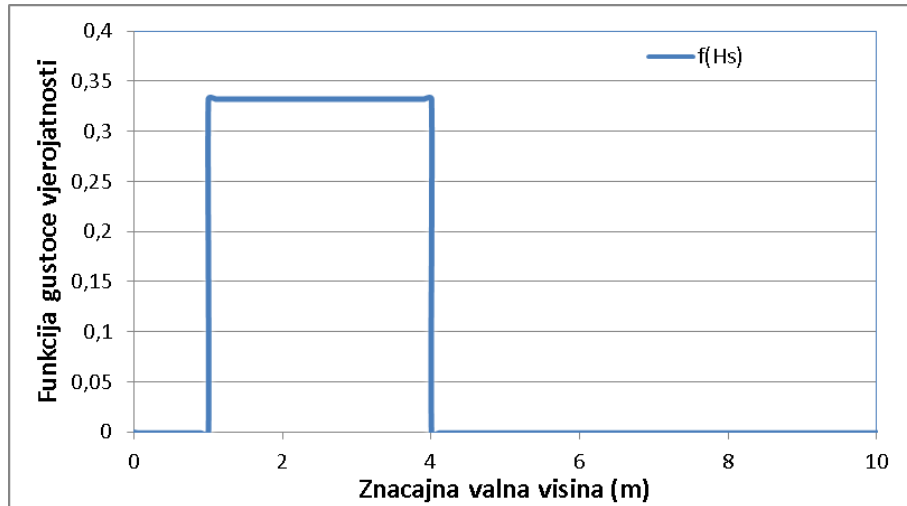
T_m = -vremenski period mjerenja -povratni period

n = ukupan broj mjerenja u rasponu mjerenja za pojedini smjer

$$Q(H_K^T) = p(H_K > H_K^T) = \int_{H_K^T}^{+\infty} f(H_K) dH_K = \frac{1}{T} \cdot \frac{T_m}{n}$$

- Rješenje dugoročne valne prognoze – svodi se na rješenje gornjeg izraza. Uz pretpostavku da su poznate funkcija gustoće karakteristične vrijednosti valne visine (ili drugog valnog parametra), te parametri T_m i n, nepoznanica je donja granica integrala - H_K^T

Valne prognoze



- Definiranje prognozirane vrijednosti – za definiranu funkciju gustoće potrebno je definirati funkciju prekoračenja
- Definiranje prognozirane vrijednosti – uvrštavanjem poznatih vrijednosti parametara u donji izraz definira se vrijednost funkcije prekoračenja u traženoj vrijednosti H_K^T

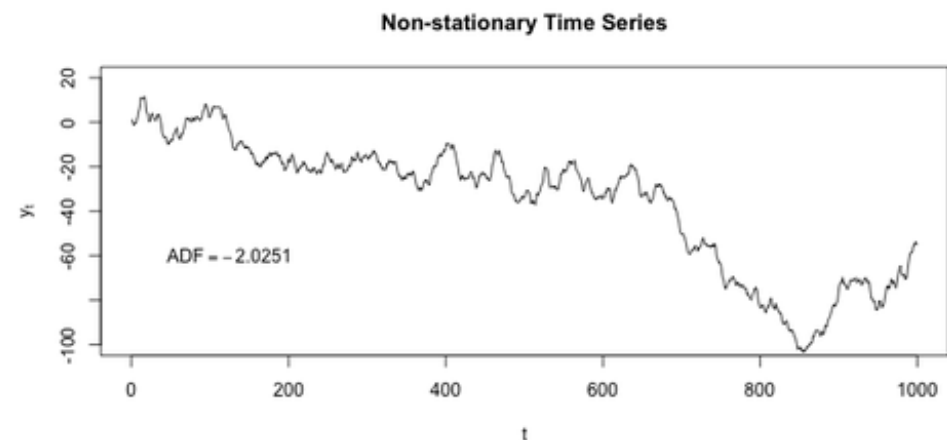
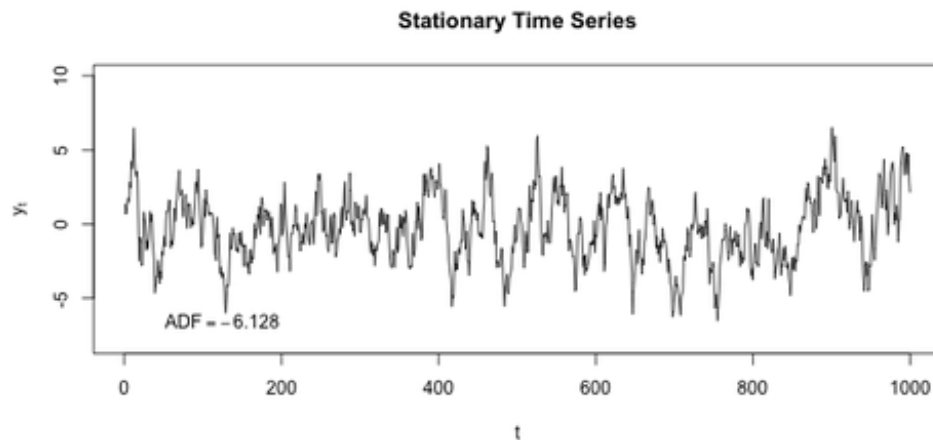
$$Q(H_K^T) = p(H_K > H_K^T) = \int_{H_K^T}^{+\infty} f(H_K) dH_K = \frac{1}{T} \cdot \frac{T_m}{n}$$

- Definiranje prognozirane vrijednosti – za definiranu vrijednost funkcije prekoračenja dolazi se do pripadajuće vrijednosti H_K^T
- Npr. – ako je vrijednost funkcije prekoračenja za uniformu raspodjelu desno $Q(H_K^T) = 0.1$, onda slijedi da je vrijednost $H_K^T = 3,70$ m.

Valne prognoze

➤ NA ŠTO TREBA OBRATITI PAŽNJU ?

1. Dužina raspoloživog niza podataka – ukoliko su na raspolaganju nizovi značajnih valnih visina, potrebno je dokazati da je uzorak statistički stacionaran. Statističkom stacionarnošću uzorka osigurava se da su u raspoloživom uzorku sadržani svi mogući ishodi koje varijabla čija se vrijednost prognozira, može uzeti.



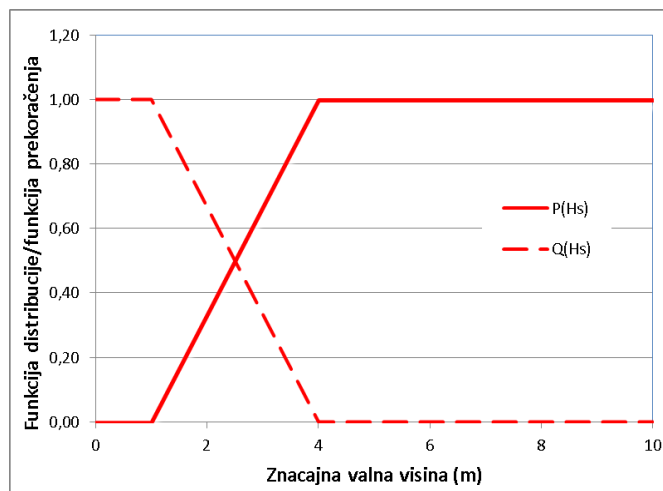
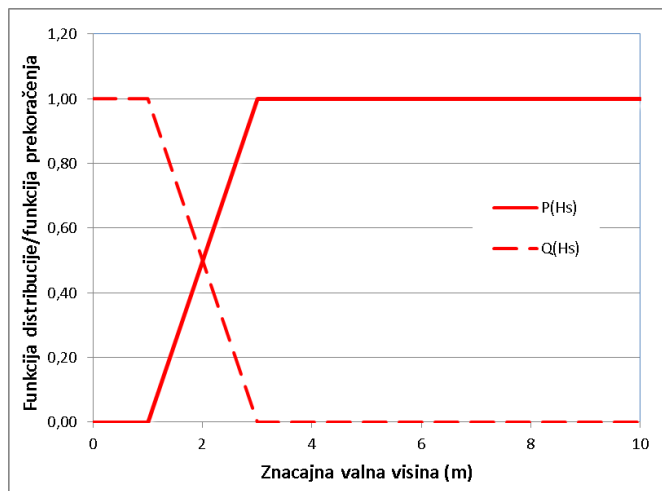
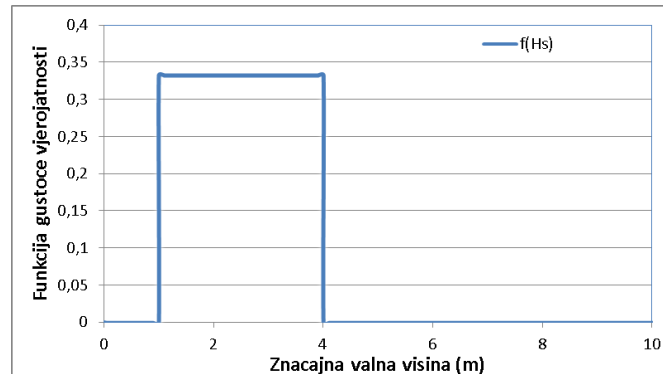
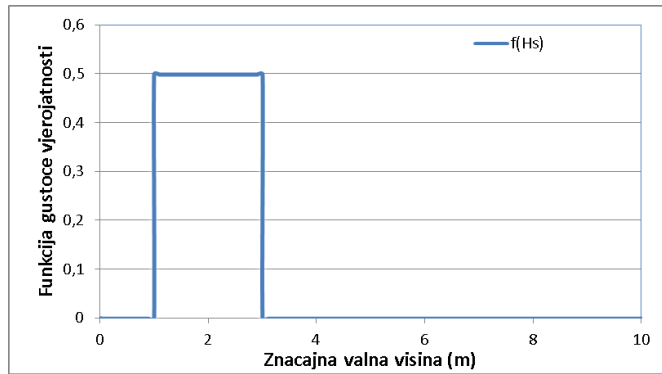
2. Na koji način postizanje/nepostizanje statističke stacionarnosti utječe na prognoziranu vrijednost ? – eventualna nestacionarnost niza bit će očita u definiciji funkcije gustoće značajne valna visine ili drugog valnog parametra

$$Q(H_K^T) = p(H_K > H_K^T) = \int_{H_K^T}^{+\infty} f(H_K) dH_K = \frac{1}{T} \cdot \frac{T_m}{n}$$

Valne prognoze

➤ NA ŠTO TREBA OBRATITI PAŽNJU ?

2. Na koji način postizanje/nepostizanje statističke stacionarnosti utječe na prognoziranu vrijednost ? – mjerene valne visine na nekoj lokaciji u rasponu od 5 godina rezultirale su rasponom značajne valne visine 1-3 m. Funkcije gustoće, distribucije i prekoračenja prikazane su u nastavku – LIJEVO.

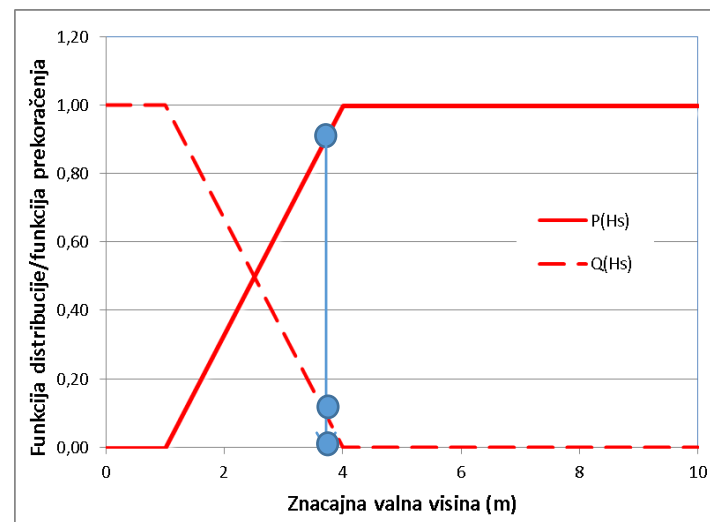
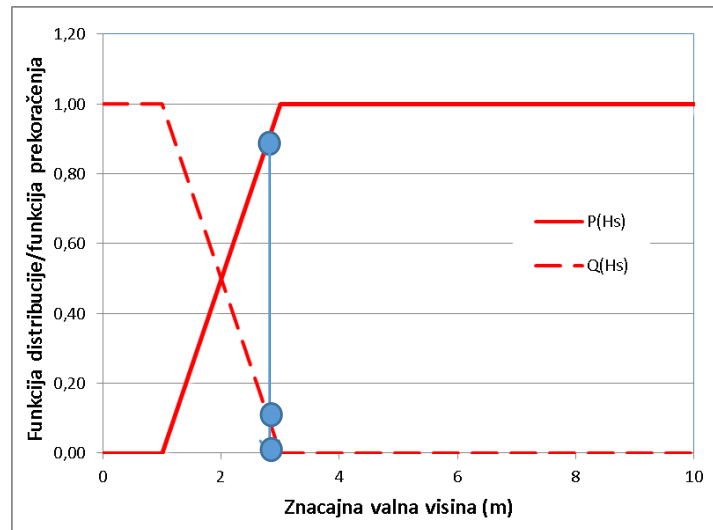
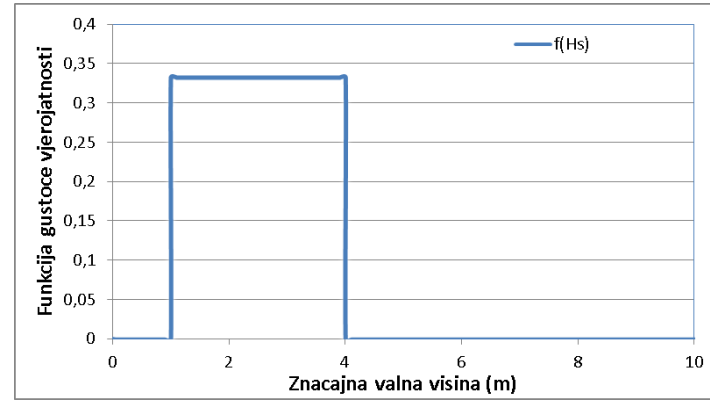
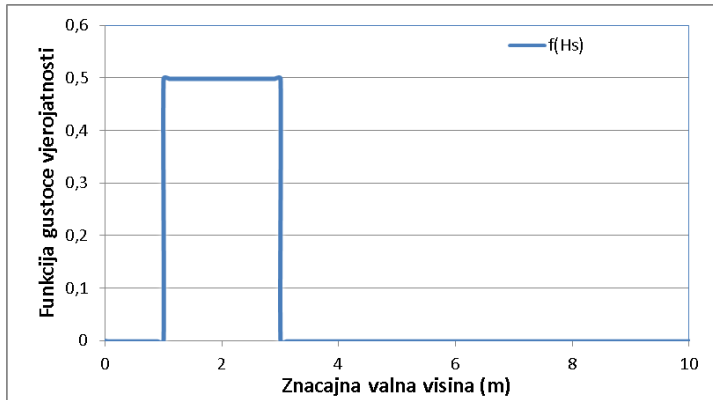


2. Na koji način postizanje/nepostizanje statističke stacionarnosti utječe na prognoziranu vrijednost ? – mjerene valne visine na nekoj lokaciji u rasponu 7 godina rezultirale su rasponom značajne valne visine 1-4 m. Funkcije gustoće, distribucije i prekoračenja prikazane su u nastavku – DESNO.

2. Na koji način postizanje/nepostizanje statističke stacionarnosti utječe na prognoziranu vrijednost ? – u uzorku trajanja 7 godina zabilježene su vrijednosti značajnih valnih visina u rasponu 3-4 m, koje nisu zabilježene u uzorku dužine trajanja 5 godina.

Valne prognoze

➤ NA ŠTO TREBA OBRATITI PAŽNJU ?



2. Na koji način postizanje/nepostizanje statističke stacionarnosti utječe na prognoziranu vrijednost ? – mjerene valne visine na nekoj lokaciji u rasponu 7 godina rezultirale su rasponom značajne valne visine 1-4 m. Funkcije gustoće, distribucije i prekoračenja prikazane su u nastavku – DESNO.

2. Na koji način postizanje/nepostizanje statističke stacionarnosti utječe na prognoziranu vrijednost ? – za vrijednost funkcije prekoračenja jednaku 0.1, iz uzorka duljine trajanja 5 godina definira se prognozirana značajna valna visina iznosa 2,80 m, dok se za uzorak duljine trajanja 7 godina definira prognozirana značajna valna visina iznosa 3,70 m

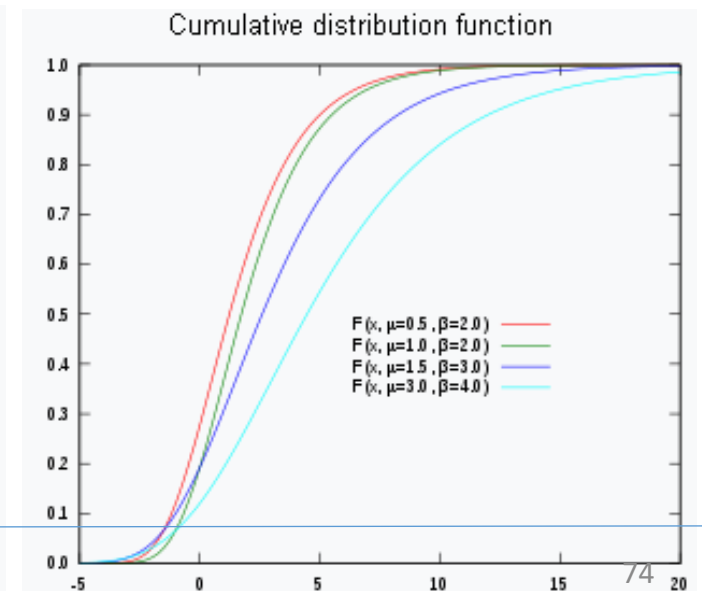
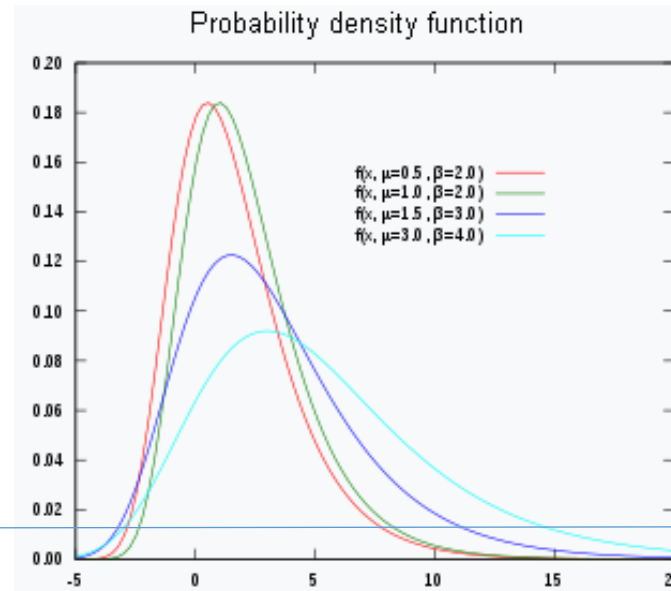
Valne prognoze

➤ NA ŠTO TREBA OBRATITI PAŽNJU ?

3. Odaberi prikladnu teorijsku funkciju gustoće koja dobro opisuje uzorak – uzorak značajne valne visine varira odsmjera do smjera jer ista ovisi o duljini privjetrišta. Najčešće korištene teorijske distribucije za opis varijacija valnih parametara su Gumbelova i Pareto distribucije. Izbor prikladnosti za korištenje može se temeljiti na parametaraskim ili neparametarskim testovima (Hi- kvadrat ili Kolmogorov-Smirnov test, a ovisno o svojstvima distribucije moguće je i iskustveno, vizuelnom usporedbom teorijske i uzoračke distribucije, definirati parametre distribucije.

Gumbelova distribucija – dobila je ime po njemačkom matematičaru E. J. Gumbel-u. Njegov glavni fokus bio je prvenstveno na primjeni teorije ekstremnih vrijednosti u inženjerskim problemima, posebno u modeliranju meteoroloških fenomena poput godišnjih tokova poplava. Gumbelova distribucija poznata je kao i log-Weibullova odnosno dvostruka eksponencijalna distribucija. Definirana je kako slijedi ($\gamma = 0.5772$ je Eulerova konstanta):

$$E(H_s) = m + bg \rightarrow m = E(H_s) - g \cdot \sqrt{\frac{S_{HS}^2 \cdot 6}{p^2}}$$
$$b = \sqrt{\frac{S_{HS}^2 \cdot 6}{p^2}}$$
$$f(H_s) = \frac{1}{b} \times e^{-(z+e^{-z})} \quad P(H_s) = e^{-e^{-\frac{(x-m)}{b}}}$$



Valne prognoze

➤ NA ŠTO TREBA OBRATITI PAŽNJU ?

3. Odaberi prikladnu teorijsku funkciju gustoće koja dobro opisuje uzorak – uzorak značajne valne visine varira odsmjera do smjera jer ista ovisi o duljini privjetrišta. Najčešće korištene teorijske distribucije za opis varijacija valnih parametara su Gumbelova i Pareto distribucije. Izbor prikladnosti za korištenje može se temeljiti na parametaraskim ili neparametarskim testovima (Hi- kvadrat ili Kolmogorov-Smirnov test, a ovisno o svojstvima distribucije moguće je i iskustveno, vizuelnom usporedbom teorijske i uzoračke distribucije, definirati parametre distribucije.

Pareto distribucija – nazvana je po talijanskom inženjeru Vilfredu Paretu, koristila se u opisivanju društvenih, znanstvenih i geofizičkih problema. Pareto je jednoparametarska distribucija s eksponencijalnim repom, koja se inače koristi za predviđanje ekstremnih događaja. Jedini parametar je parametar oblika α , a vrijednost H_{Sm} najmanja pozitivna vrijednost značajne valne visine. Izrazi za potpunu definicije Pareto distribucije prikazani su u nastavku:

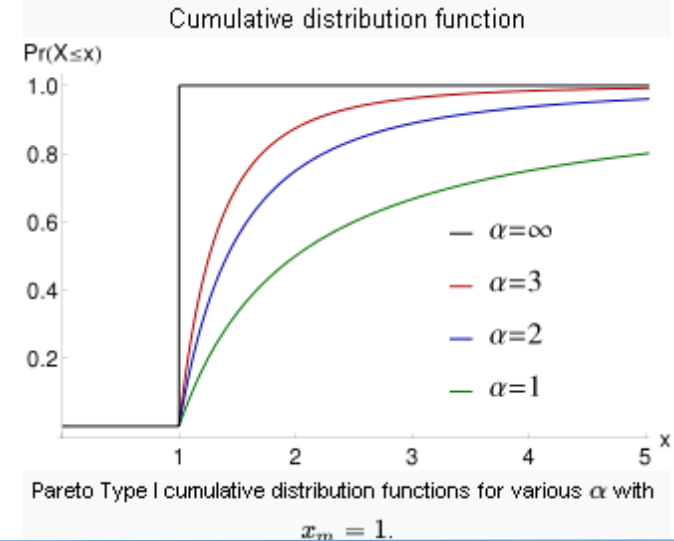
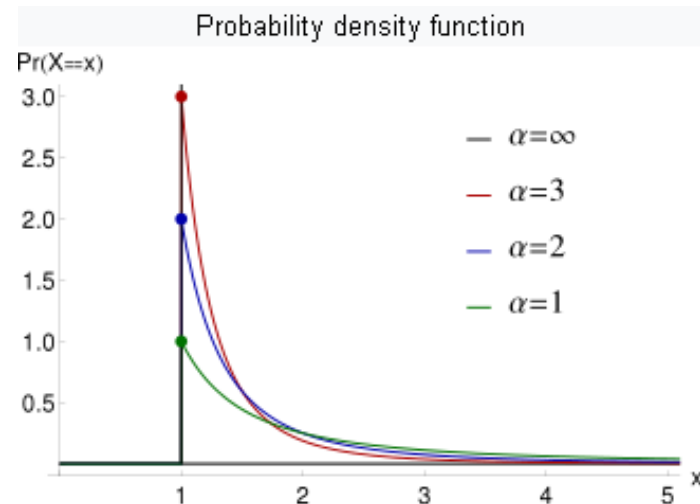
$$E(H_s) = \frac{\alpha \cdot H_{sm}}{\alpha - 1}$$

$$H_{sm} = \frac{E(H_s) \cdot (\alpha - 1)}{\alpha}$$

$$\sigma^2(H_s) = \frac{H_{sm}^2 \cdot \alpha}{(\alpha - 1)^2 \cdot (\alpha - 2)}$$

$$f(H_s) = \frac{H_{sm}^\alpha \cdot \alpha}{H_s^{\alpha+1}}$$

$$F(H_s) = 1 - \left(\frac{H_{sm}}{H_s} \right)^\alpha$$



Analize modela

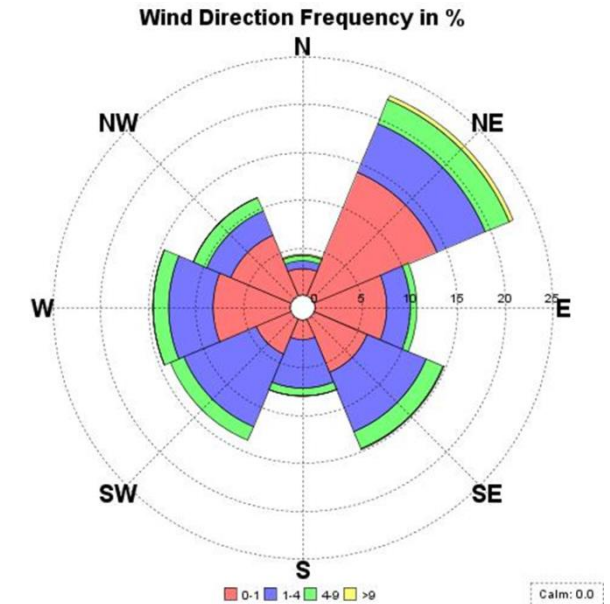
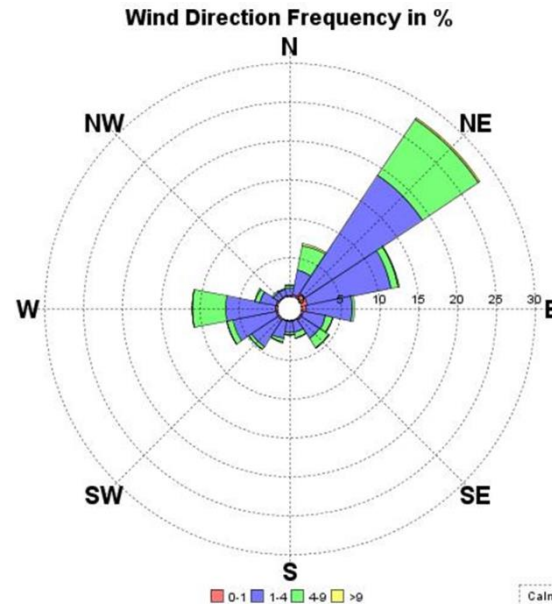
- Modeliranje valnog polja u uvjetima izraženih transformacija
- Modeliranje morskih strujanja
- Modelska analiza gibanja nanosa

Modeliranje valnog polja u uvjetima izraženih transformacija

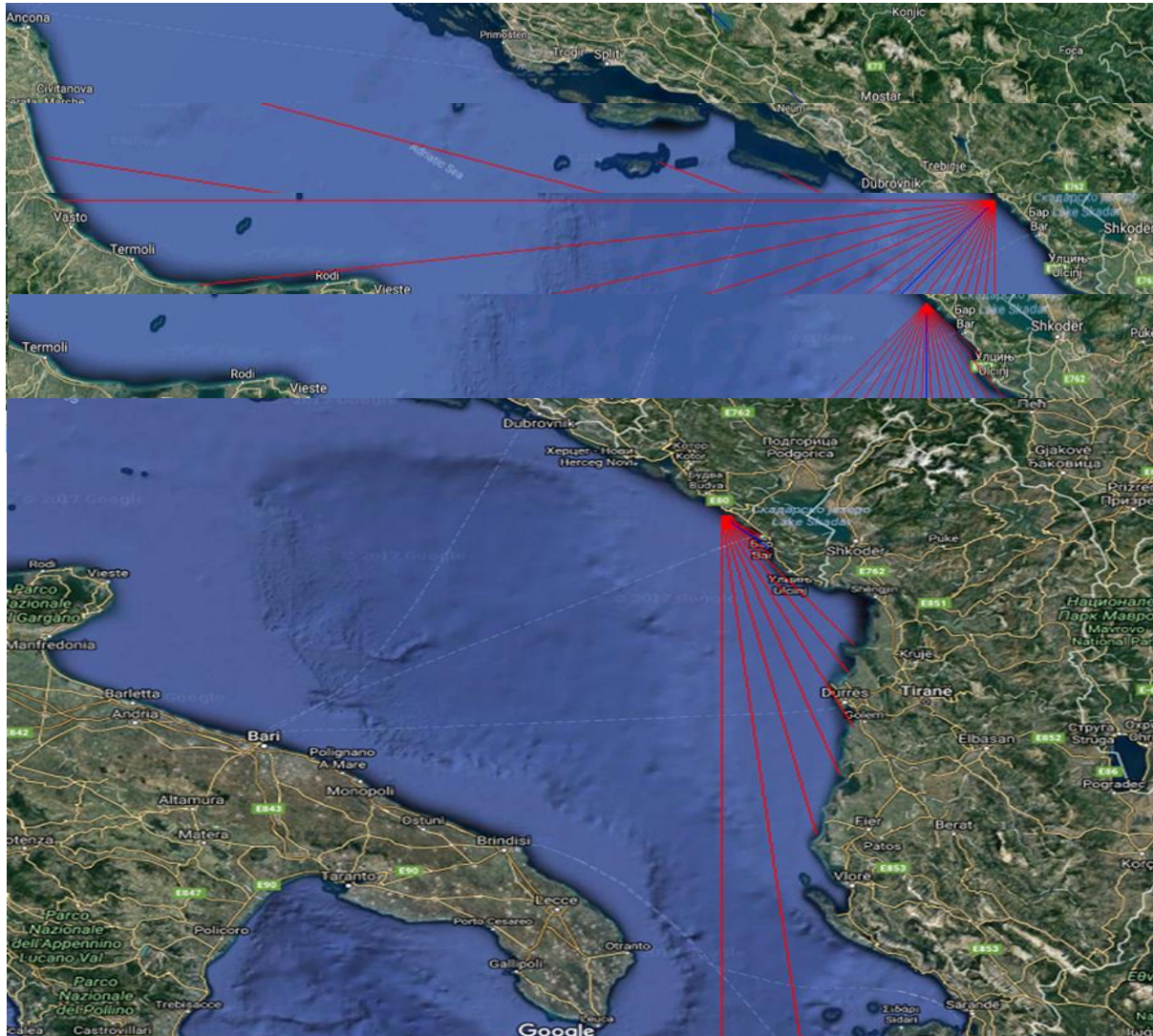


V(m/s)	0,0-0,3	0,3-1,5	1,5-3,3	3,3-5,5	5,5-8,0	8,0-10,8	10,8-13,9	13,9-17,2	17,2<	Suma
N	0	84	474	450	217	38	0	0	0	1263
NE	0	389	8881	3116	1898	188	0	0	0	14472
E	0	259	3446	319	72	4	0	0	0	4100
SE	0	95	1131	1050	220	10	0	0	0	2506
S	0	101	769	559	156	29	2	0	0	1616
SW	0	120	2257	524	66	44	18	0	0	3029
W	1	148	3138	2096	296	16	3	0	0	5698
NW	1	84	687	189	14	0	1	1401		976
Suma	2	1280	20783	8303	2939	329	24			35061

V(m/s)	0,0-0,3	0,3-1,5	1,5-3,3	3,3-5,5	5,5-8,0	8,0-10,8	10,8-13,9	13,9-17,2	17,2<	Suma
N	0,000	2,396	13,519	12,835	6,189	1,084	0,000	0,000	0,000	36,023
NE	0,000	11,095	253,301	88,874	54,134	5,362	0,000	0,000	0,000	412,766
E	0,000	7,387	98,286	9,098	2,054	0,114	0,000	0,000	0,000	116,939
SE	0,000	2,710	32,258	29,948	6,275	0,285	0,000	0,000	0,000	71,475
S	0,000	2,881	21,933	15,944	4,449	0,827	0,057	0,000	0,000	46,091
SW	0,000	3,423	64,374	14,945	1,882	1,255	0,513	0,000	0,000	86,392
W	0,029	4,221	89,501	59,782	8,442	0,456	0,086	0,000	0,000	162,517
NW	0,029	2,396	19,594	5,391	0,399	0,000	0,029	39,959		27,837
Suma	0,057	36,508	592,767	236,816	83,825	9,384	0,685			1000,000



Modeliranje valnog polja u uvjetima izraženih transformacija



Smjer:	W		t=13h	13			
v(m/s)	0,30	1,50	3,30	5,50	8,00	10,80	13,90
tmin(h)	85,87	40,96	28,50	22,53	18,96	16,52	14,71
Fmin(km)	15,73	43,36	71,25	98,29	124,47	150,37	176,28
Feff(km)	208,74	208,74	208,74	208,74	208,74	208,74	208,74

Smjer:	SW		t=13h	13			
v(m/s)	0,30	1,50	3,30	5,50	8,00	10,80	13,90
tmin(h)	92,98	44,35	30,86	24,39	20,53	17,89	15,93
Fmin(km)	15,73	43,36	71,25	98,29	124,47	150,37	176,28
Feff(km)	232,78	232,78	232,78	232,78	232,78	232,78	232,78

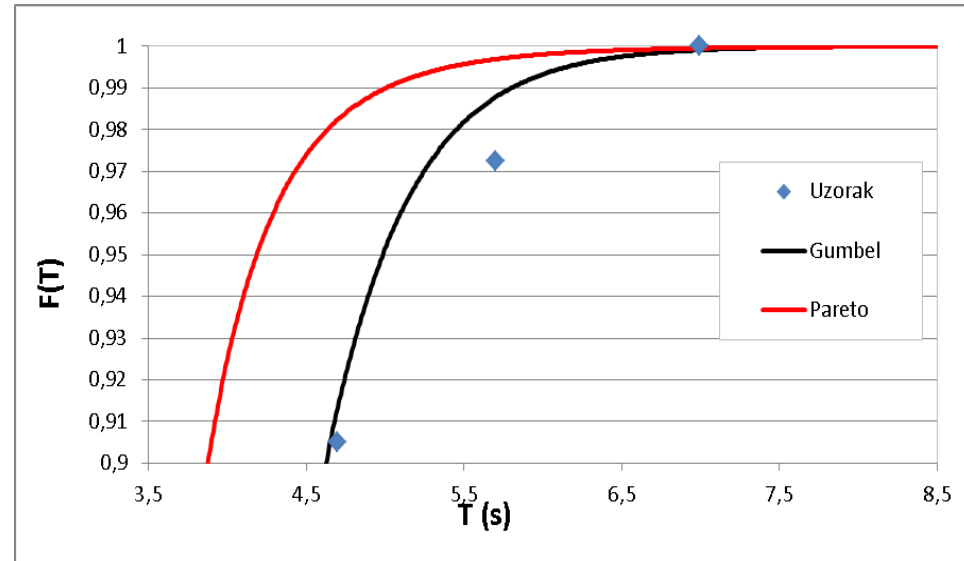
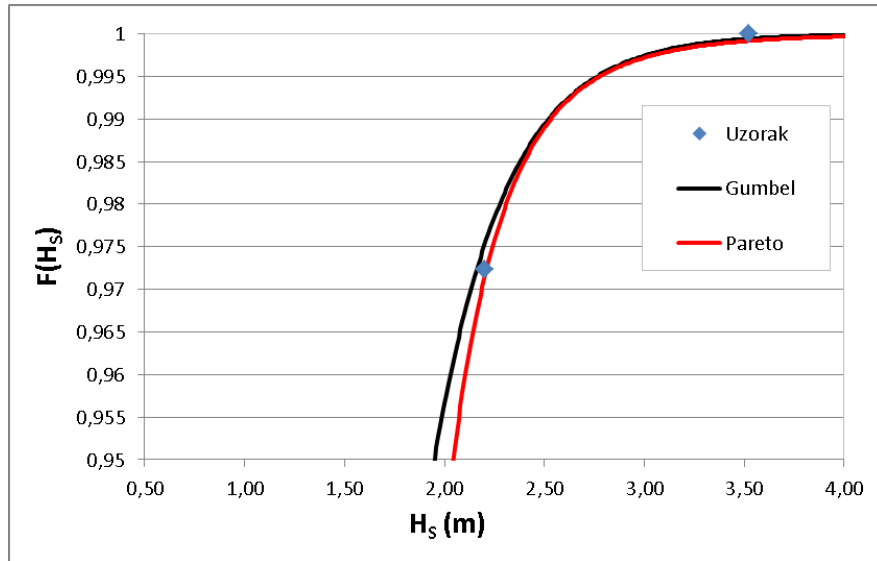
Smjer:	S		t=18h	18			
v(m/s)	0,30	1,50	3,30	5,50	8,00	10,80	13,90
tmin(h)	124,57	59,41	41,34	32,68	27,51	23,96	21,34
Fmin(km)	24,56	67,71	111,27	153,52	194,39	234,84	275,31
Feff(km)	347,49	347,49	347,49	347,49	347,49	347,49	347,49

Smjer:	SE		t=29h	29			
v(m/s)	0,30	1,50	3,30	5,50	8,00	10,80	
tmin(h)	62,12	29,63	20,62	16,30	13,72	11,95	
Fmin(km)	47,21	130,14	213,87	295,06	373,62	451,38	
Feff(km)	133,97	133,97	133,97	133,97	133,97	133,97	

Modeliranje valnog polja u uvjetima izraženih transformacija

$$P = 1 - F = 1 - \int_0^{H_s^{PP}} f(H_s) dH_s$$

$$P = 1 - F = 1 - \int_0^{T_s^{PP}} f(T_s) dT_s$$



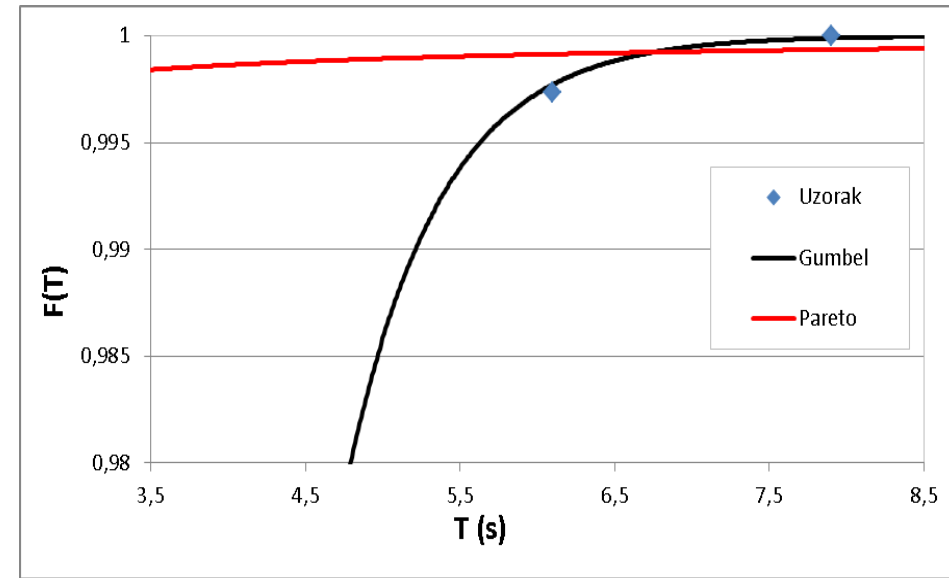
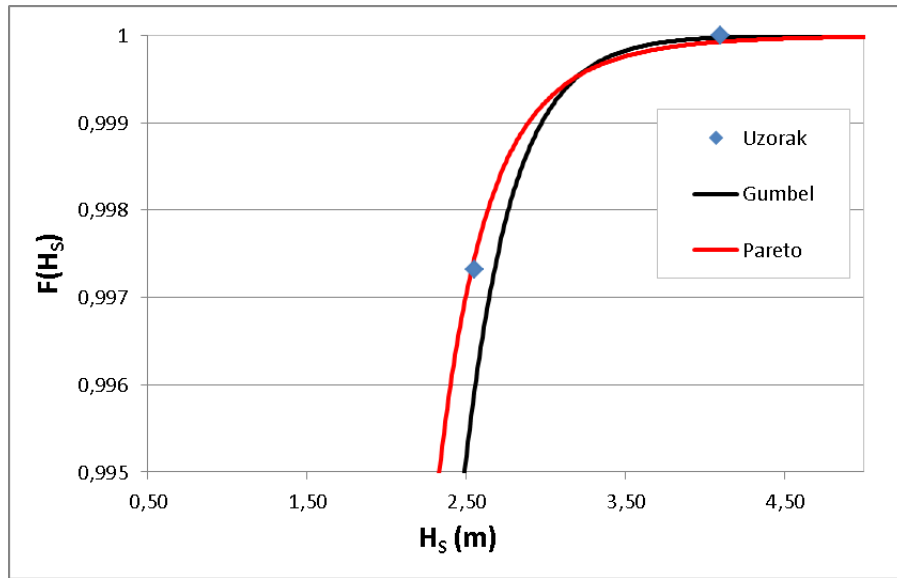
T	P	1-P	$H_s^{Tpareto}$ (m)	$H_s^{Tgumbel}$ (m)
5	0,000264	0,999736	4,110	3,790
20	6,6E-05	0,999934	4,950	4,280
50	2,64E-05	0,999974	5,600	4,610
100	1,32E-05	0,999987	6,140	4,850

T	P	1-P	$T^{Tpareto}$ (s)	$T^{Tgumbel}$ (s)
5	0,000264	0,999736		7,620
20	6,6E-05	0,999934		8,320
50	2,64E-05	0,999974		8,790
100	1,32E-05	0,999987		9,130

Modeliranje valnog polja u uvjetima izraženih transformacija

$$P = 1 - F = 1 - \int_0^{H_s^{PP}} f(H_s) dH_s$$

$$P = 1 - F = 1 - \int_0^{T_s^{PP}} f(T_s) dT_s$$



T	P	1-P	$H_s^{T_{pareto}}$ (m)	$H_s^{T_{gumbel}}$ (m)
5	0,000495	0,999505	3,175	3,185
20	0,000124	0,999876	3,820	3,600
50	4,95E-05	0,99995	4,310	3,880
100	2,48E-05	0,999975	4,730	4,080

T	P	1-P	$T^{T_{pareto}}$ (s)	$T^{T_{gumbel}}$ (s)
5	0,000495	0,999505		7,02
20	0,000124	0,999876		7,82
50	4,95E-05	0,99995		8,4
100	2,48E-05	0,999975		8,81

Modeliranje valnog polja u uvjetima izraženih transformacija

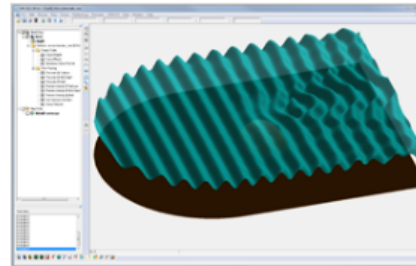
CGWAVE

Wave Transformation Modeling with SMS

Application: Coastal Modeling

Method: 2D Finite Element

Developer: U.S. Army Corp of Engineers



Why CGWAVE with SMS?

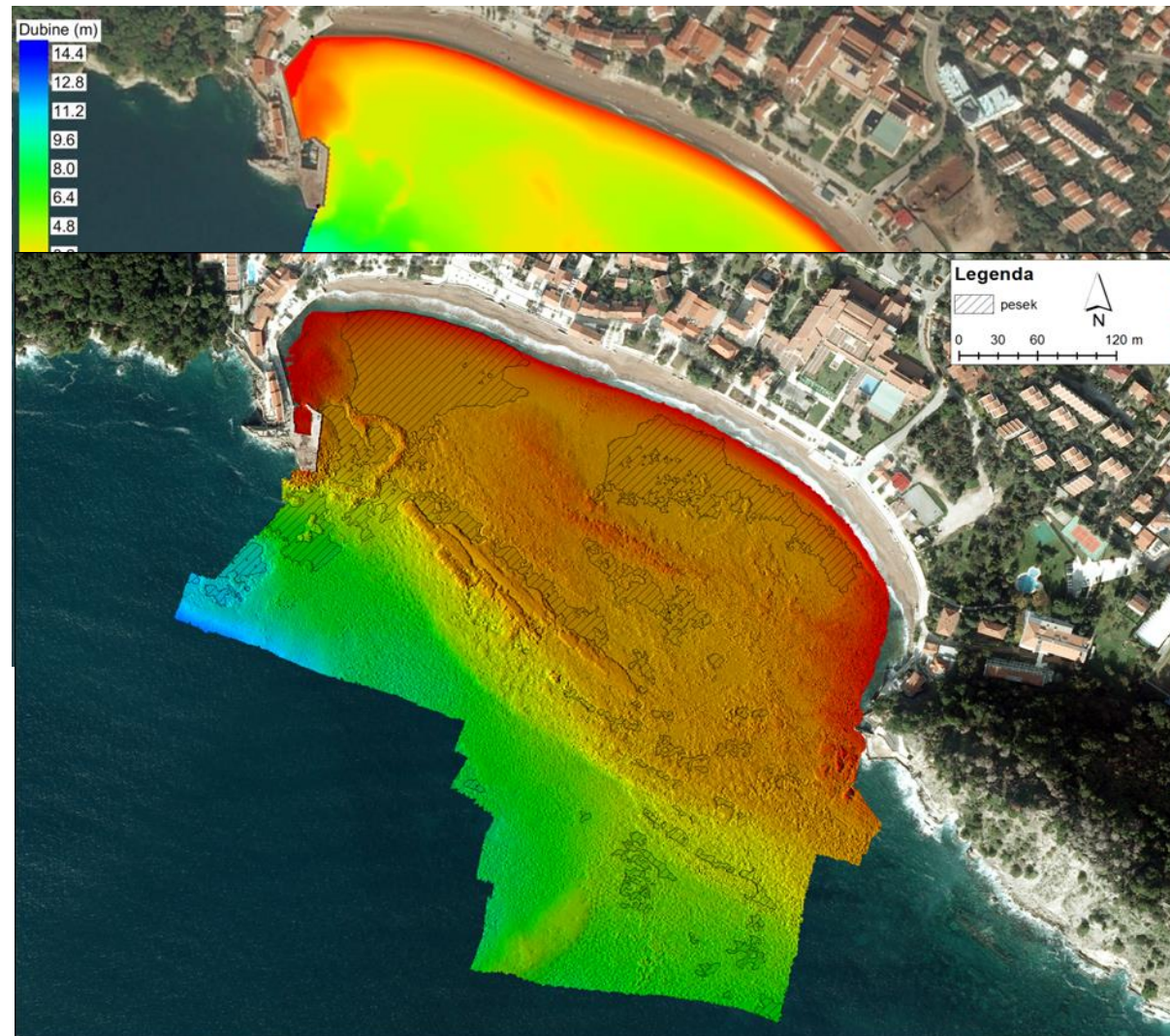
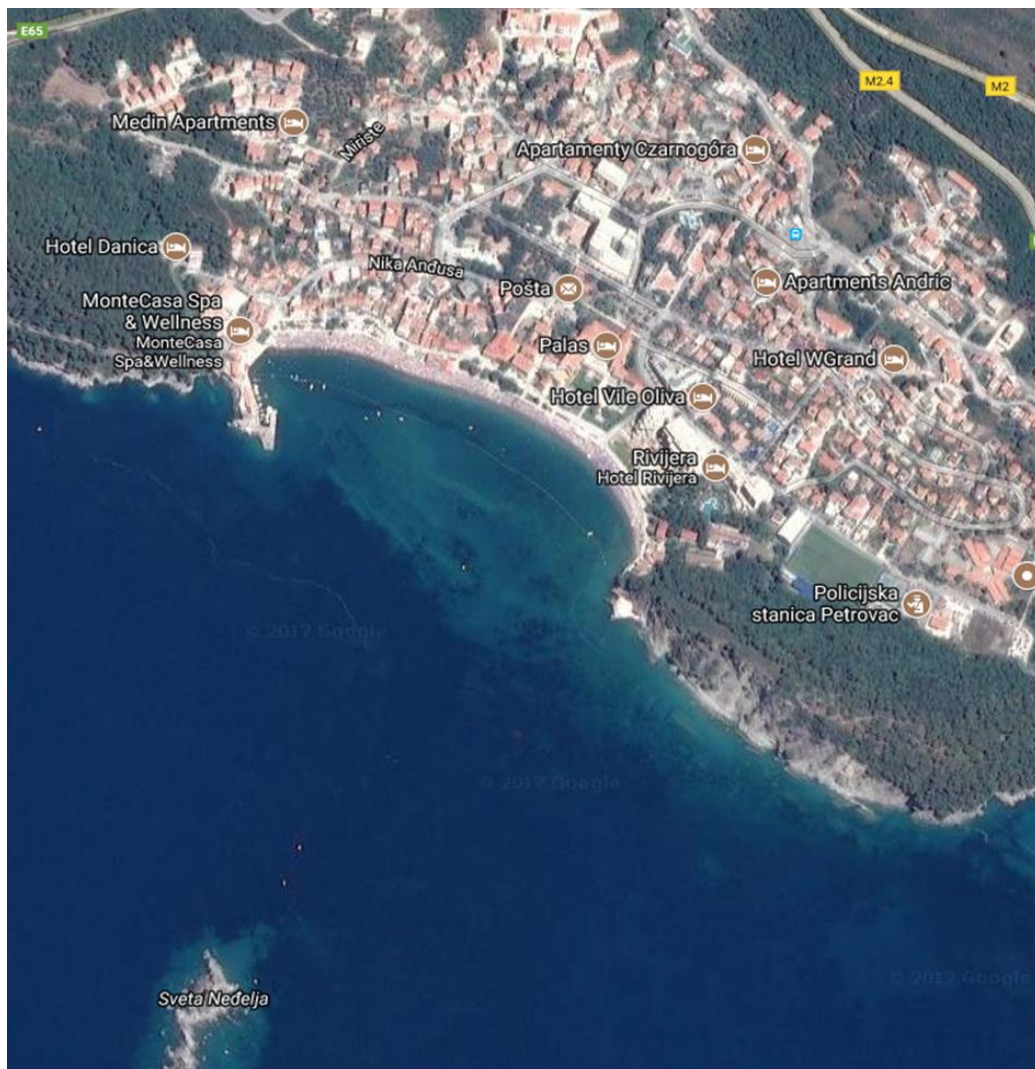
SMS provides a custom interface to the CGWAVE model offering a simple way to set model parameters and a graphical user interface to run the model and visualize the results. Gather background data from a variety of sources from GIS to CAD and access online data from numerous databases of maps, images, and elevation data. SMS allows you to interact with models in true 3D taking advantage of optimized OpenGL graphics and to create photo-realistic renderings and animations for PowerPoint, print, and web presentations.

Riverine Modeling

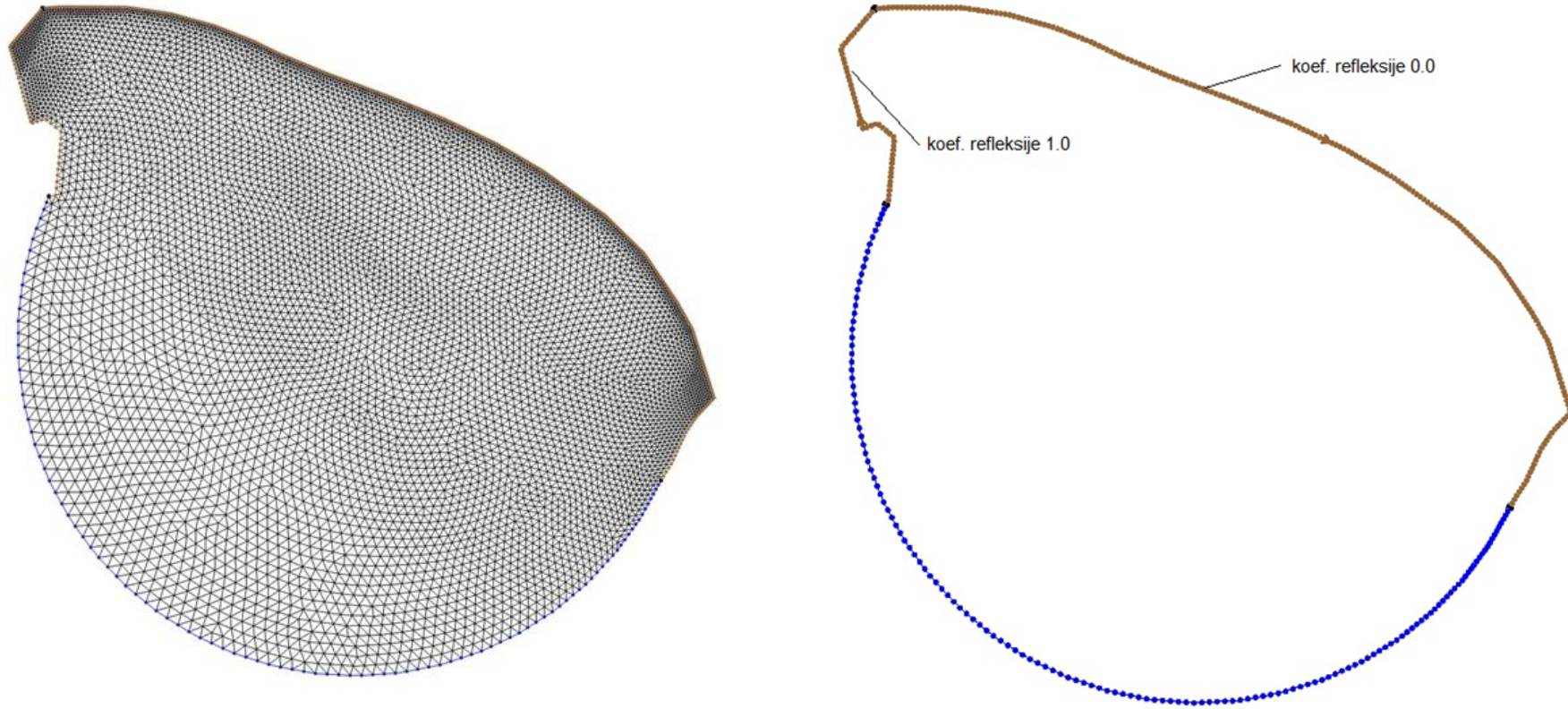
- ADH
- SRH
- RiverFlow2D
- RMA2
 - RMA4
- FESWMS
- TUFLOW
 - TUFLOW AD Module
 - TUFLOW GPU Module

Smjer (meteorološki)	Hs (m)	T (s)	γ	nn
SW (225°)	4.85	9.13	3.3	20
S (180°)	4.73	8.81	3.3	4

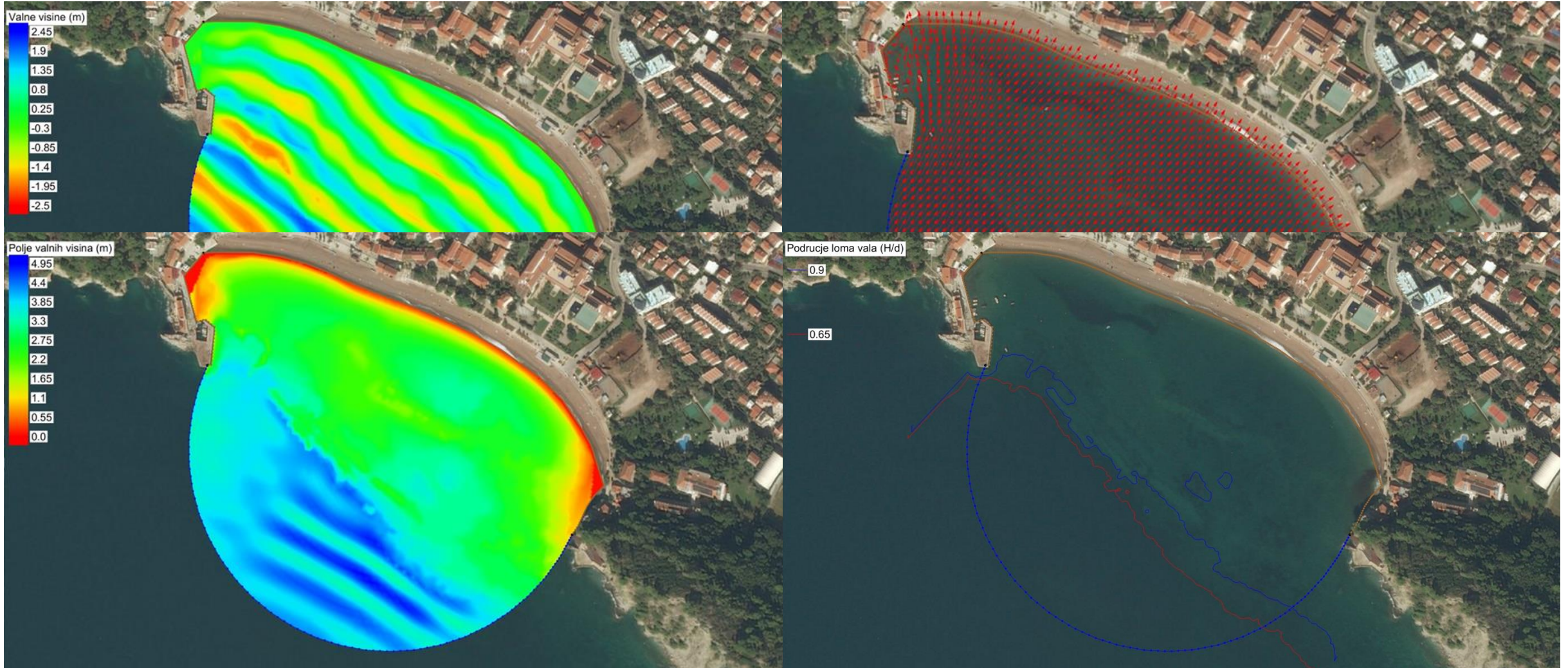
Modeliranje valnog polja u uvjetima izraženih transformacija



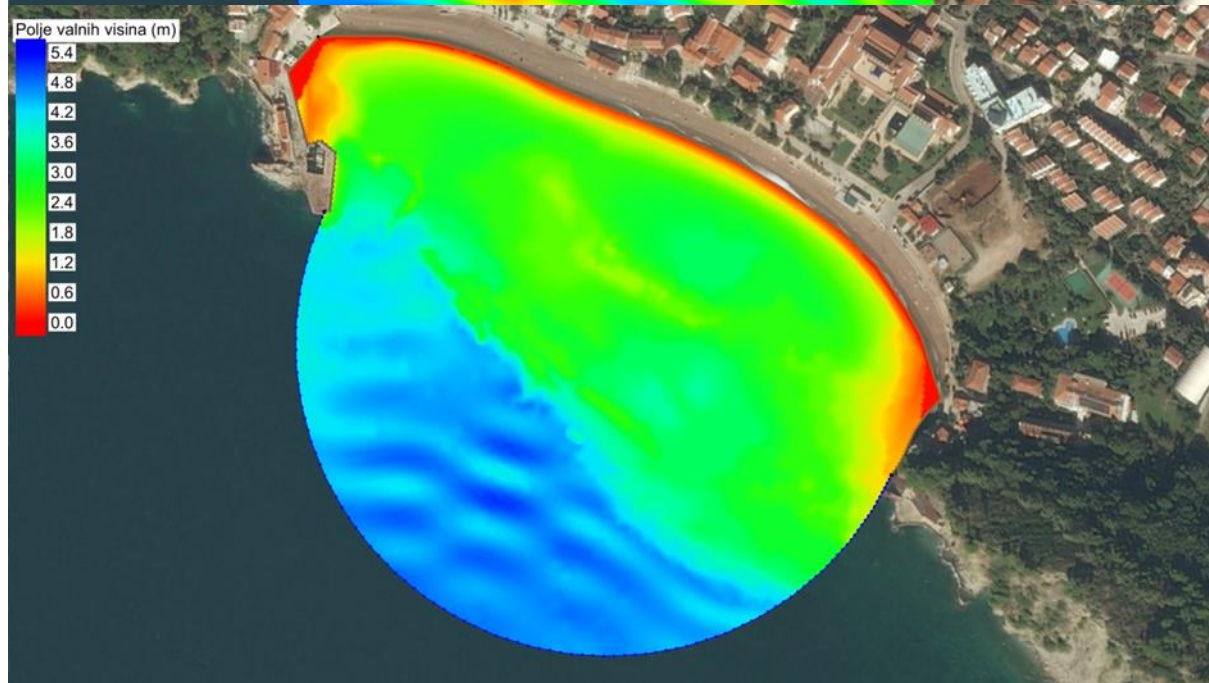
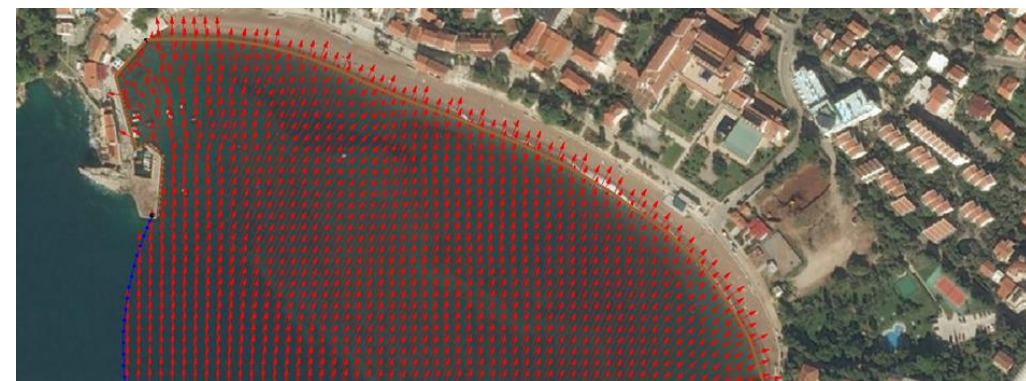
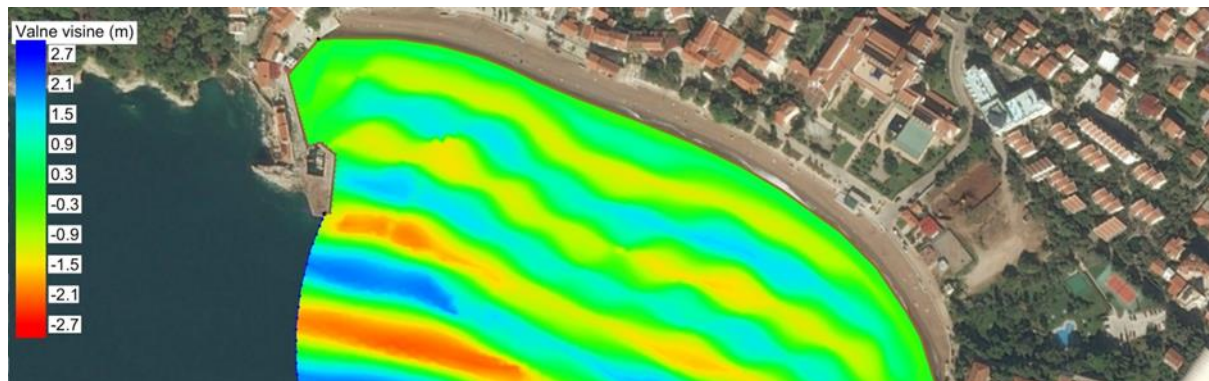
Modeliranje valnog polja u uvjetima izraženih transformacija



Modeliranje valnog polja u uvjetima izraženih transformacija

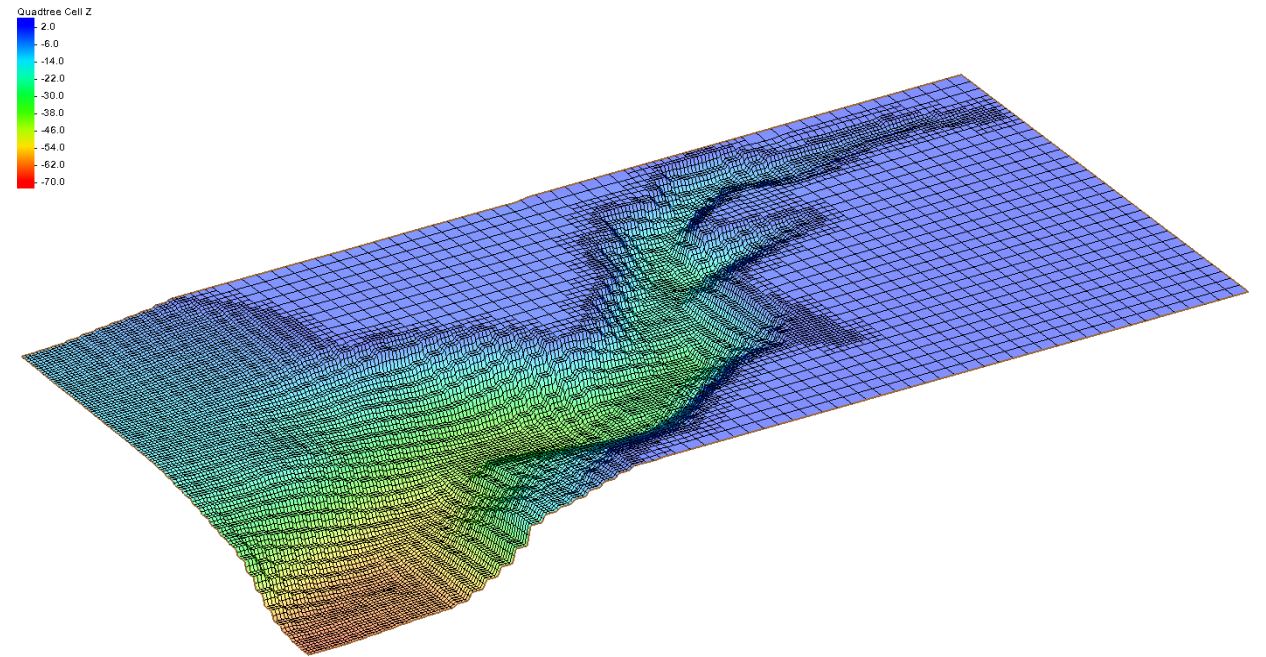
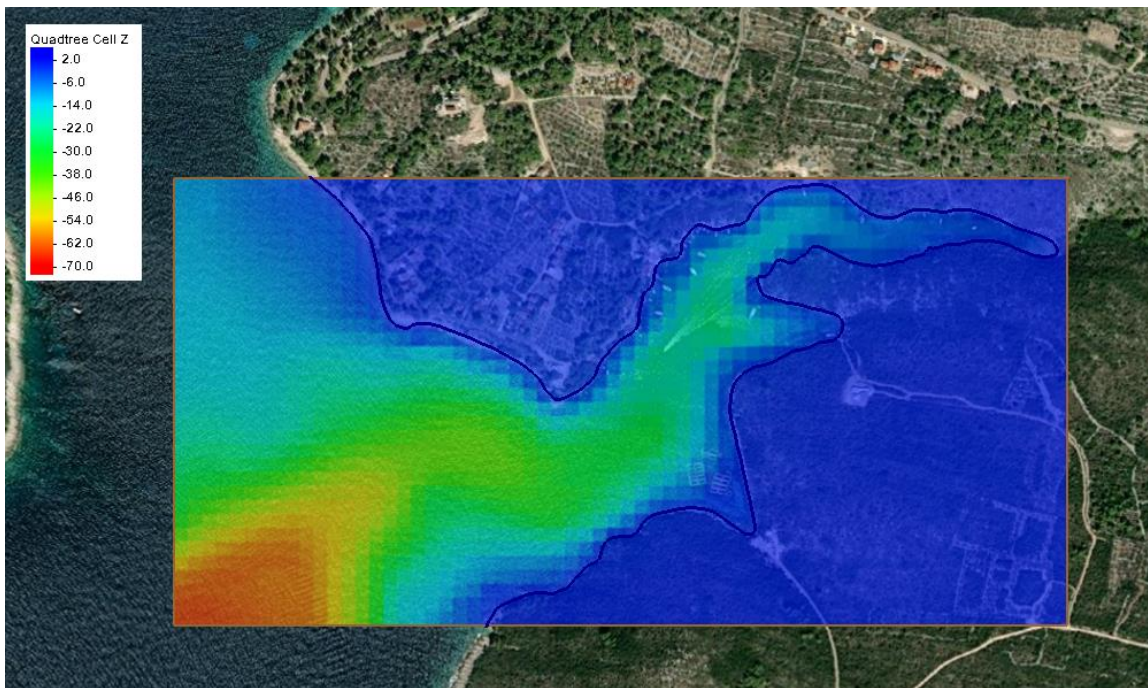


Modeliranje valnog polja u uvjetima izraženih transformacija



Modeliranje strujanja mora

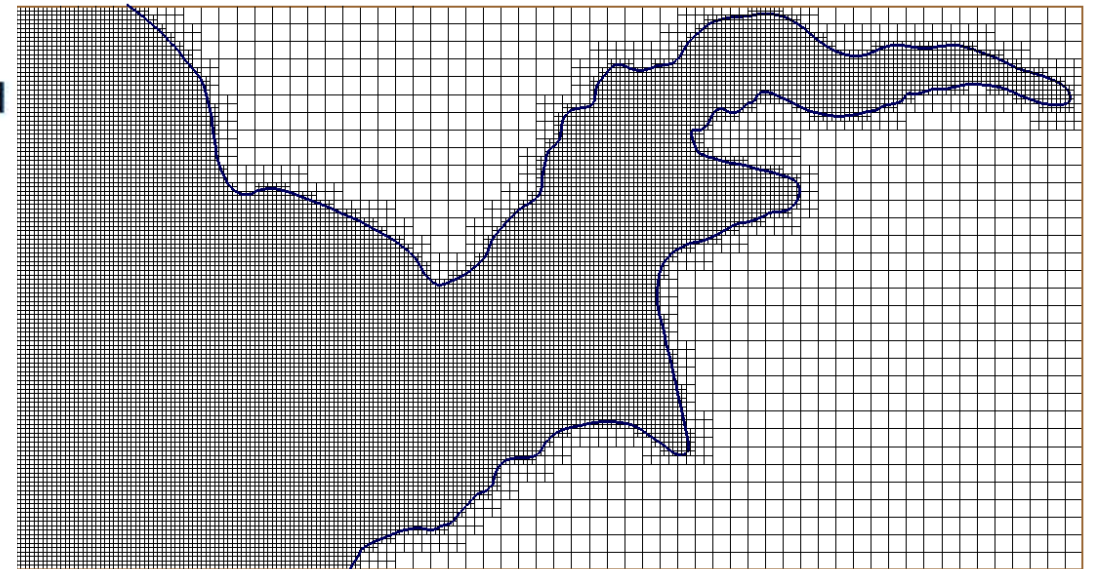
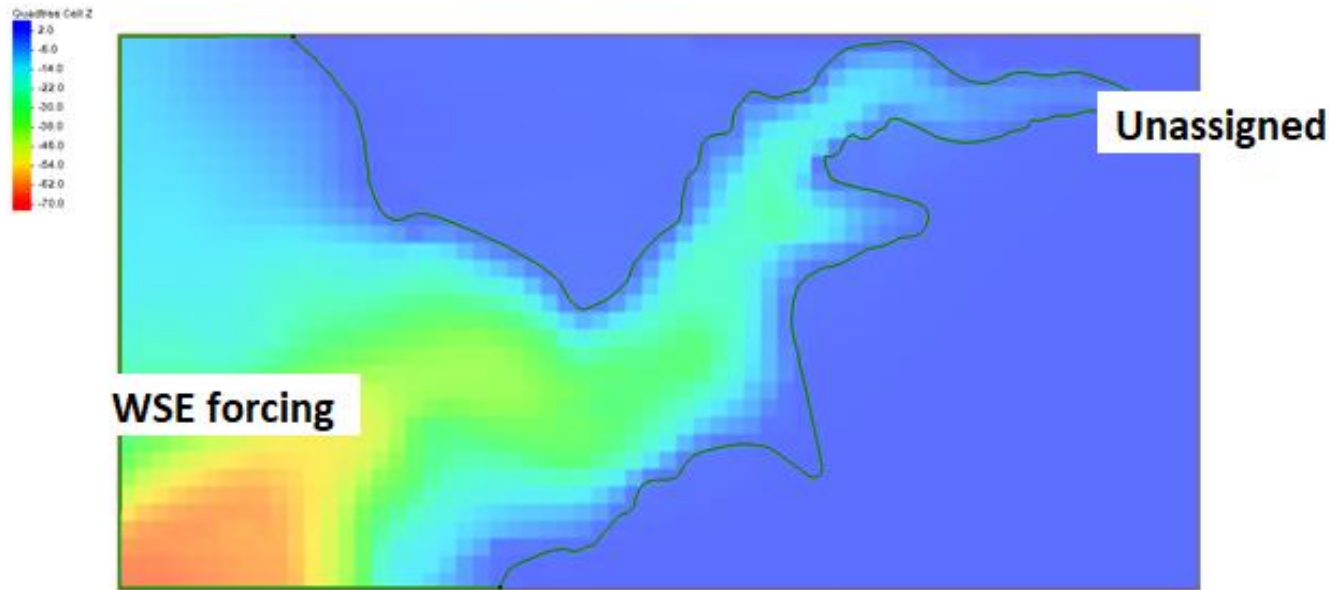
Model strujanja mora CMS-Flow primijenjen je na području obuhvata, unutar uvale Šešula i akvatorija ispred uvale. Polje dubina učitano je temeljem dostupnih podloga i terenskih mjerenja. Dubina mora u uvali kreće se do maksimalnih 67 metara na profilu ispred ulaza u uvalu. Dio uvale dublje uvučen u kopno znatno je plići u odnosu na dio uvale koji se od sredine uvale pruža prema samom ulazu u uvalu. Dno akvatorija ispred uvale neravnomjerne je dubine sa značajnim povećanjem dubine prema jugozapadu. Temeljem dostupnih podataka o dubinama mora u zoni obuhvata izrađen je izometrijski prikaz morskog dna u području obuhvata.



Modeliranje strujanja mora

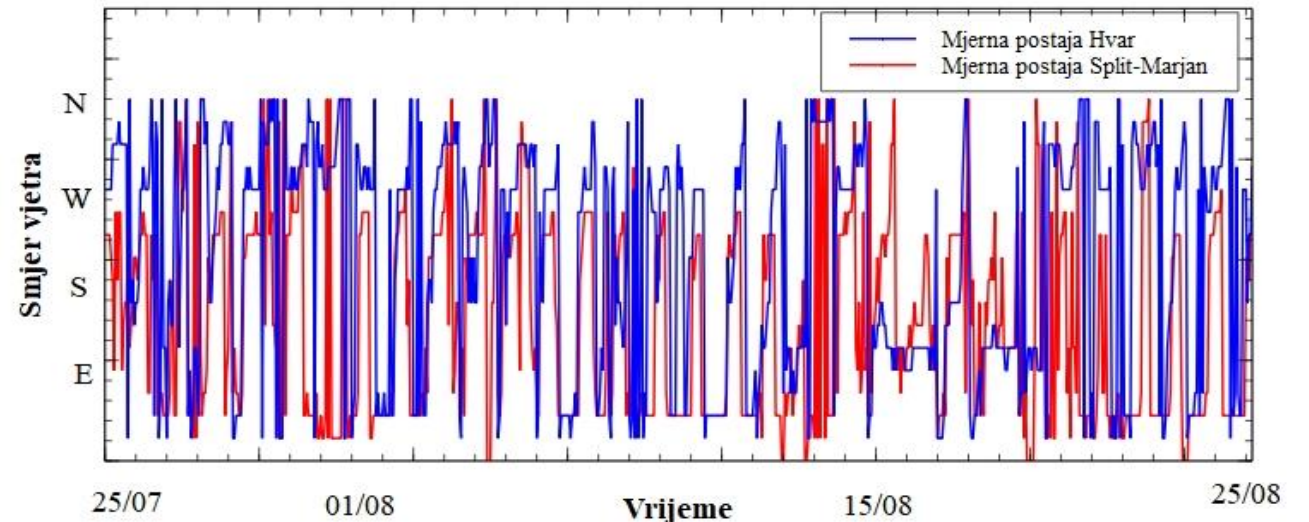
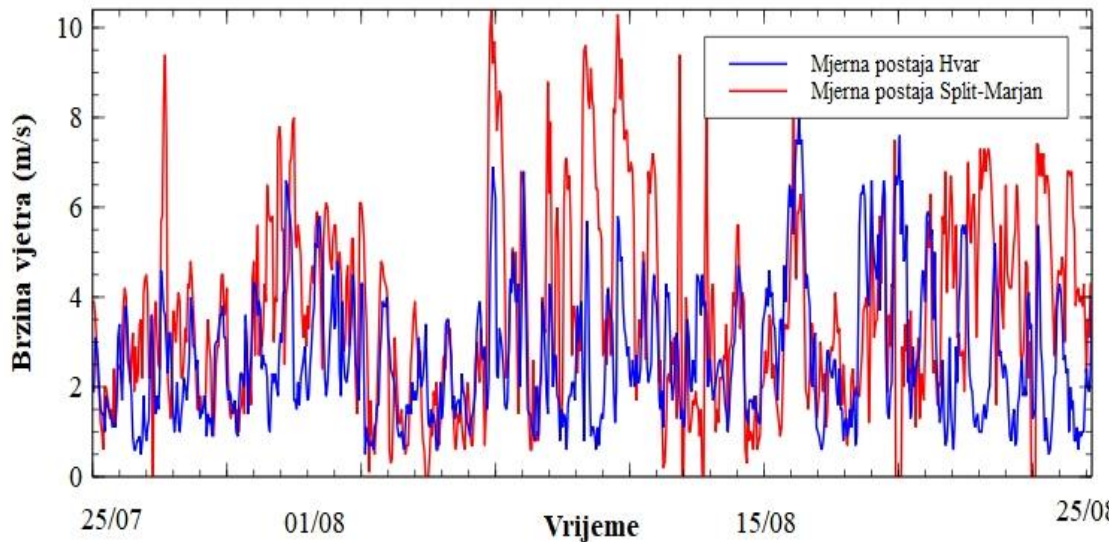
Osim rubnog uvjeta na moru koje je odabran kao WSE –forcing, u modelu su definirani i rubni uvjeti koji predstavljaju kopno označeni kao „unassigned“ Za WSE rubni uvjet implementirana je mjerena razina stupca mora na ADCP mjernom instrumentu iz poglavlja SVOJSTVA MORSKIH STRUJA, OSCILACIJA MORSKE RAZI I TEMPERATURE MORE. Obalna crta definirana je putem koeficijenta refleksije i hrapavosti prema [4]. Za početne uvjete u modelu odabrano je:

- polje brzine uzima nultu vrijednost na svakom elementu unutar domene;
- razina mora na području domene odgovara srednjoj vrijednosti visine stupca morske vode dobivene mjerenjima na području domene.



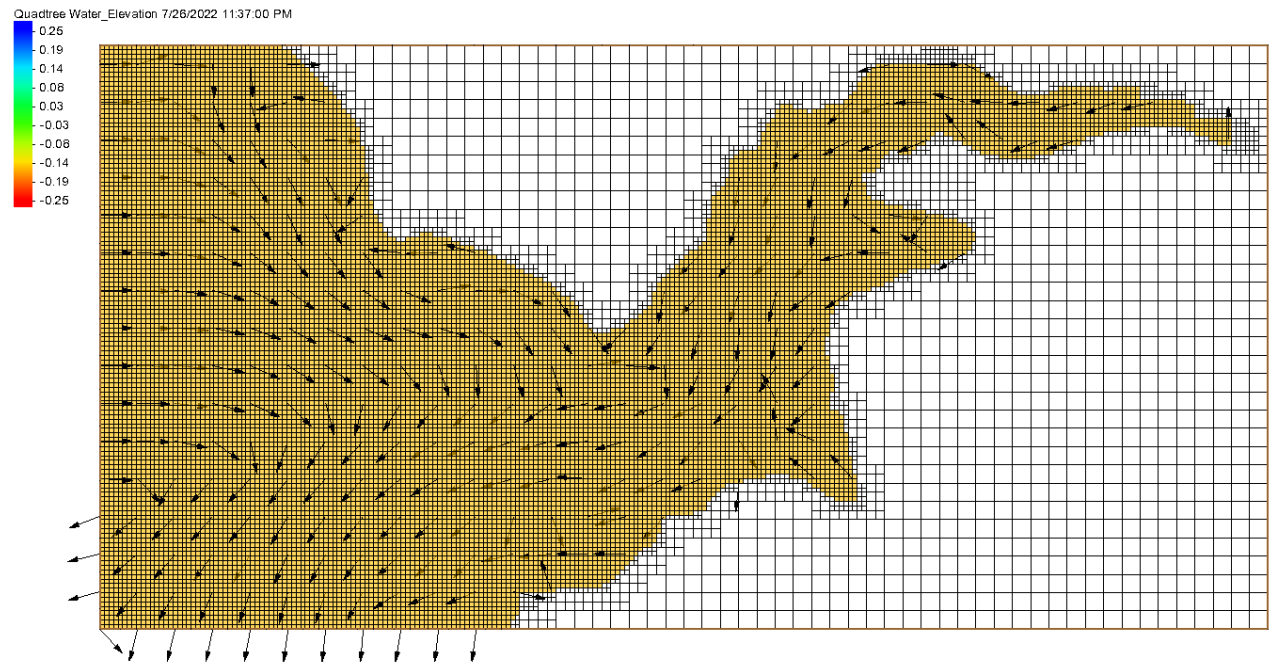
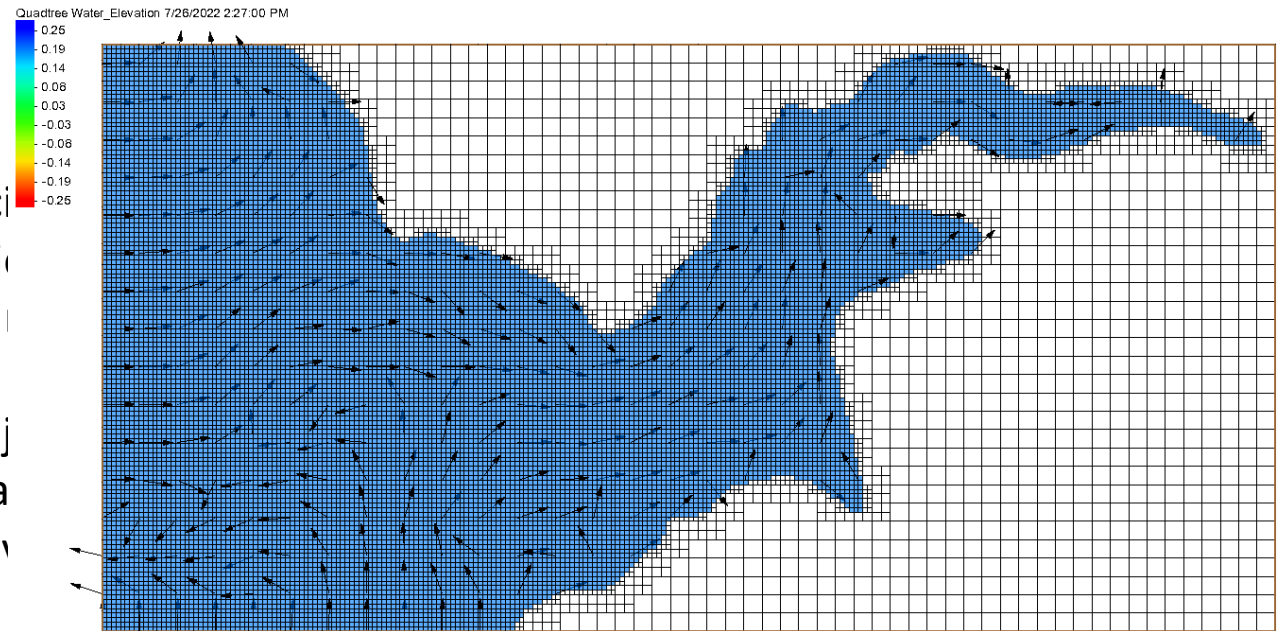
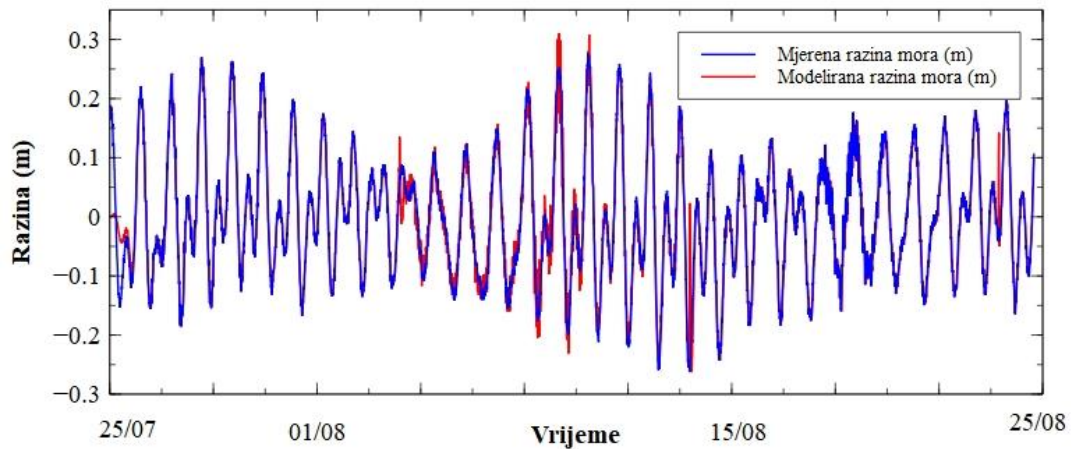
Modeliranje strujanja mora

Za potrebe modelske analize strujanja mora u području obuhvata odabran je vremenski period za koji su provedena mjerenja morskih struja u obuhvatu a koji odgovara razdoblju od 25.07.2022.-25.08.2022.. Na slikama ispod prikazane su skalarne i vektorske komponente izmjerenih brzina vjetra na obje mjerne postaje. Oba vremenska niza potencijalno su relevantna u pogledu utjecaja na polje strujanja mora u zoni obuhvata te će se koristiti u postupku kalibracije, a ishod kojeg će definirati mjerodavnu mjernu postaju s pripadajućim nizom.



Modeliranje strujanja mora

U ovom poglavlju prikazani su rezultati modelske simulacije. Usporedba modelirane i mjerene razine mora prikazana je na slici 25.08.2022. na desetminutnoj skali. Modelski dobiveni rezultati u pogledu opisa dugoperiodičnih oscilacija morske razine poludnevnog tipa morskih mijena kao i ostvarenja sizigij odstupanja (± 3.5 cm) modelskog rezultata u odnosu na mjerene vrijednosti od 10.08.2022. do 14.08.2022. Utjecaj početnog uvjeta vidljiv je u početku, čega je očita konvergencija.



Modelska analiza gibanja nanosa



GENCADE

Coastal Sediment Transport & Morphology Modeling with SMS

Application: Coastal Modeling

Method: 1D

Developer: U.S. Army Corp of Engineers



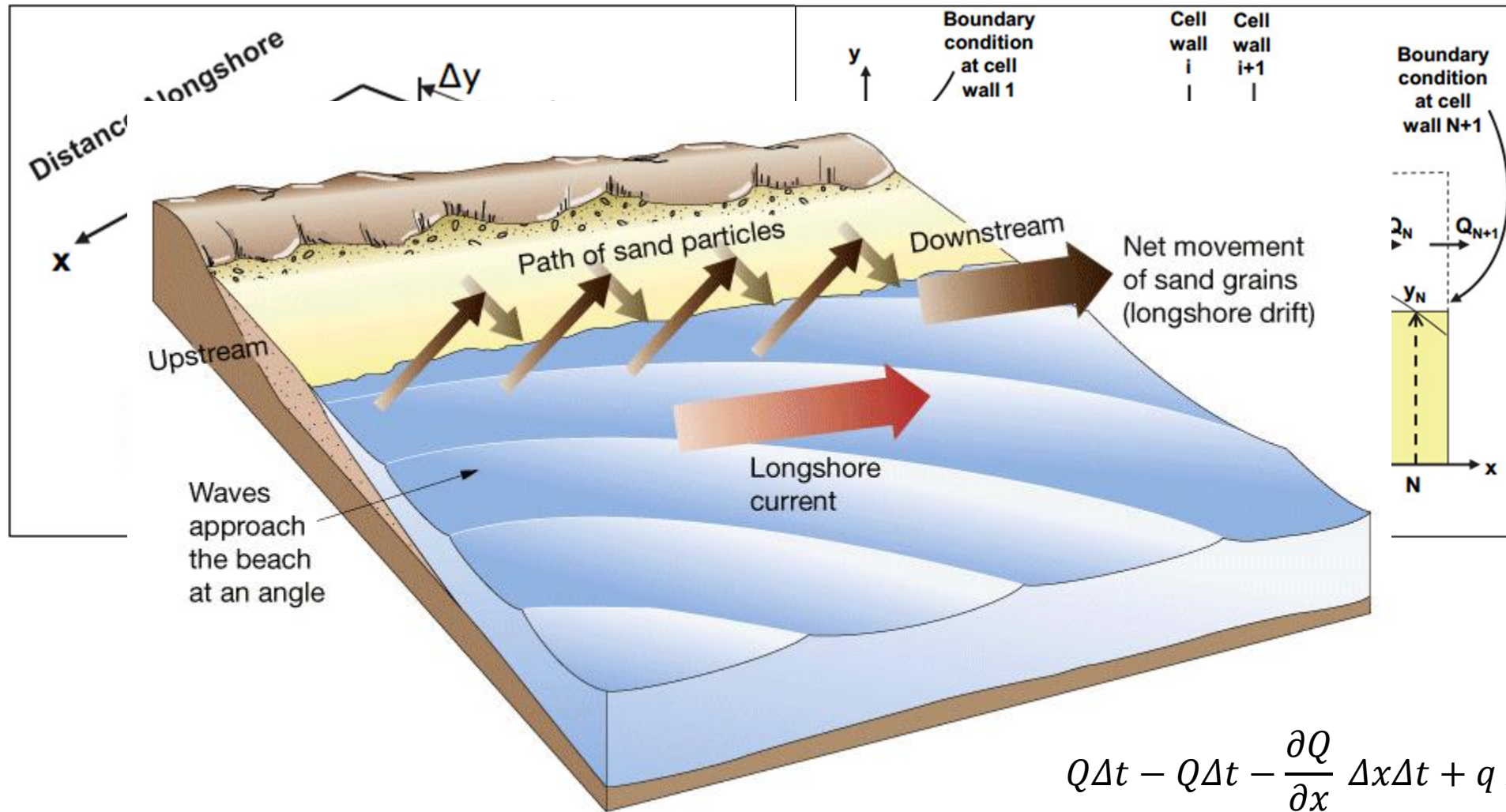
Why GENCADE with SMS?

SMS provides a custom interface to the GENCADE model offering a simple way to set model parameters and a graphical user interface to run the model and visualize the results. Gather background data from a variety of sources from GIS to CAD and access online data from numerous databases of maps, images, and elevation data. SMS allows you to interact with models in true 3D taking advantage of optimized OpenGL graphics and to create photo-realistic renderings and animations for PowerPoint, print, and web presentations.

Riverine Modeling

- ADH
- SRH
- RiverFlow2D
- RMA2
 - RMA4
- FESWMS
- TUFLOW
 - TUFLOW AD Module
 - TUFLOW GPU Module

Modelska analiza gibanja nanosa



$$Q\Delta t - Q\Delta t - \frac{\partial Q}{\partial x} \Delta x \Delta t + q \Delta x \Delta t = \frac{\partial V}{\partial t} \Delta t$$

Modelska analiza gibanja nanosa

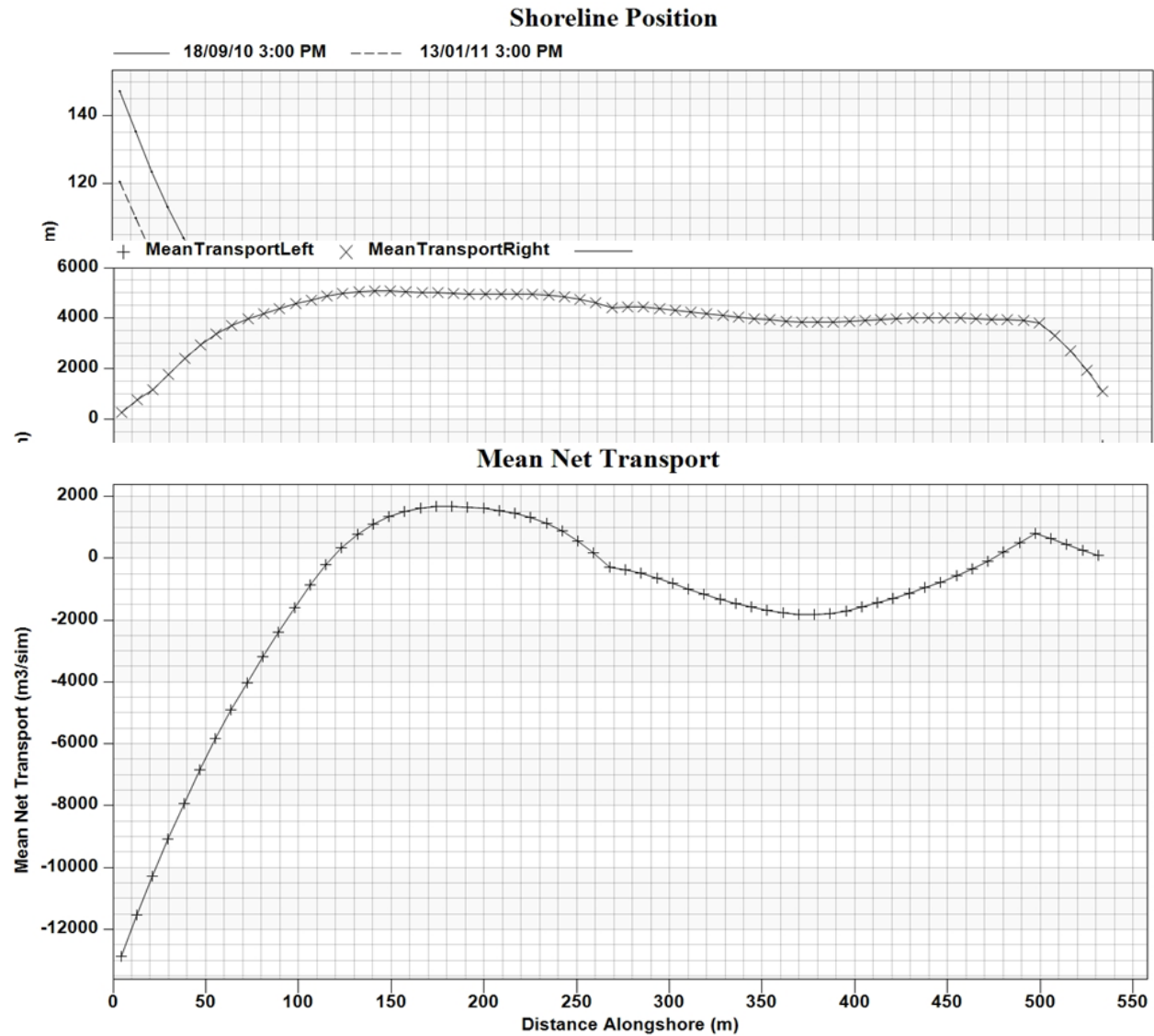


Postupak kalibracije vrši se na način da se iz prethodno navedenih podataka (primarno Monitoring 2004.-2010.) i Google Earth povijesnih podloga odredi obalna linija na datum 18. 09. 2010. godine i 13. 01. 2011. godine kao referentno razdoblje djelovanja zimskih valova i shodno tome značajnih promjena na licu plaže.

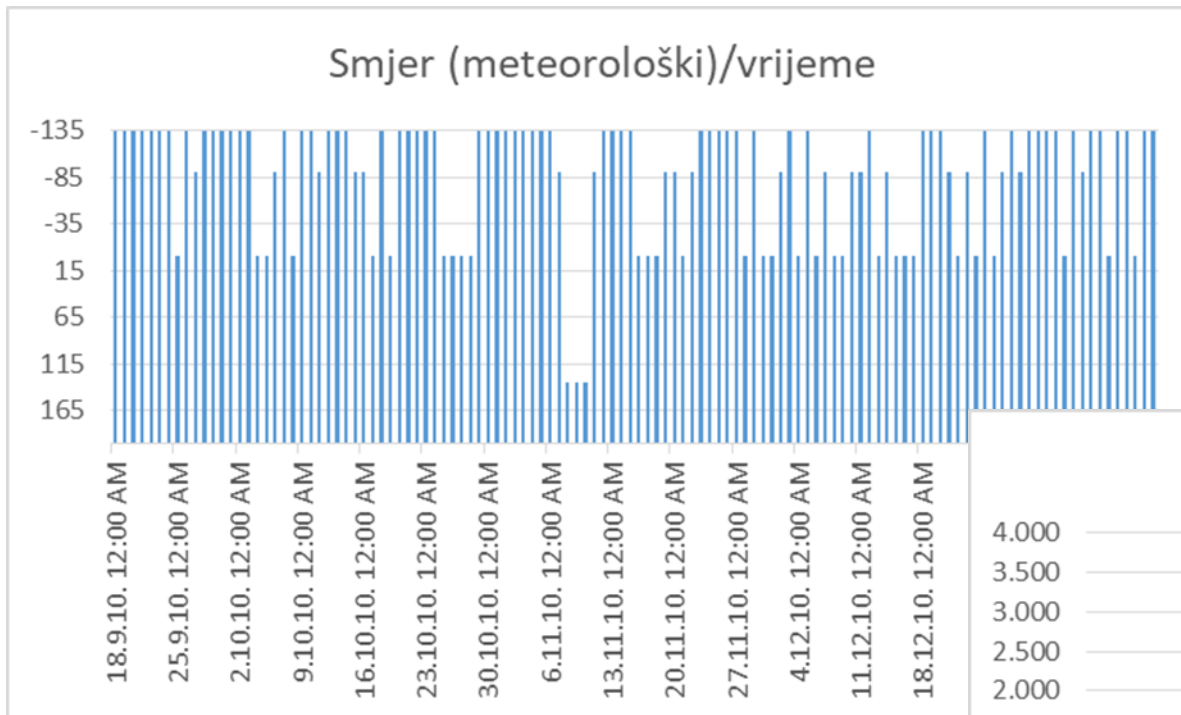
Modelska analiza gibanja nanosa



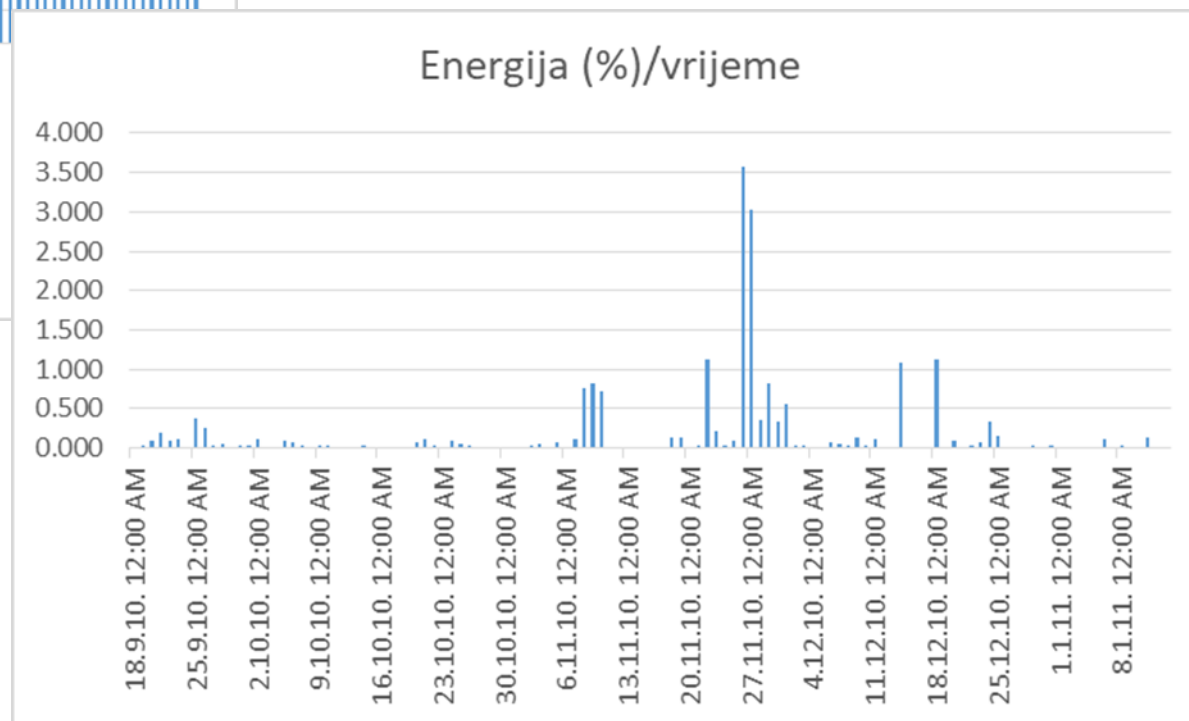
Modelska analiza gibanja nanosa



Modelska analiza gibanja nanosa



smjer (met.)	energija	energija (%)	
W	-90	21829.19	9.90
SW	-135	88926.50	40.34
S	180	31709.10	14.38
SE	135	77971.76	35.37
suma		220436.54	100.00



Mjere stabilizacije

- Pera kao mjere stabilizacije
- Fiksni AB objekti
- Podvodni pragovi

Pera kao mjere stabilizacije

Jedno od rješenja stabilizacije plaže, koje će za posljedicu imati povećanje širine lica plaže iznad razine mora za uvjete valovanja i rubne uvjete modela ekvivalentne onim korištenim u kalibracijskom modelu, je izgradnja dva pera na središtu domene i jednog pera na istočnom dijelu domene udaljenih 5-10 m od obalnog zida, približno okomito položenih na liniju obale, na međusobnoj udaljenosti od cca 170-190 m.

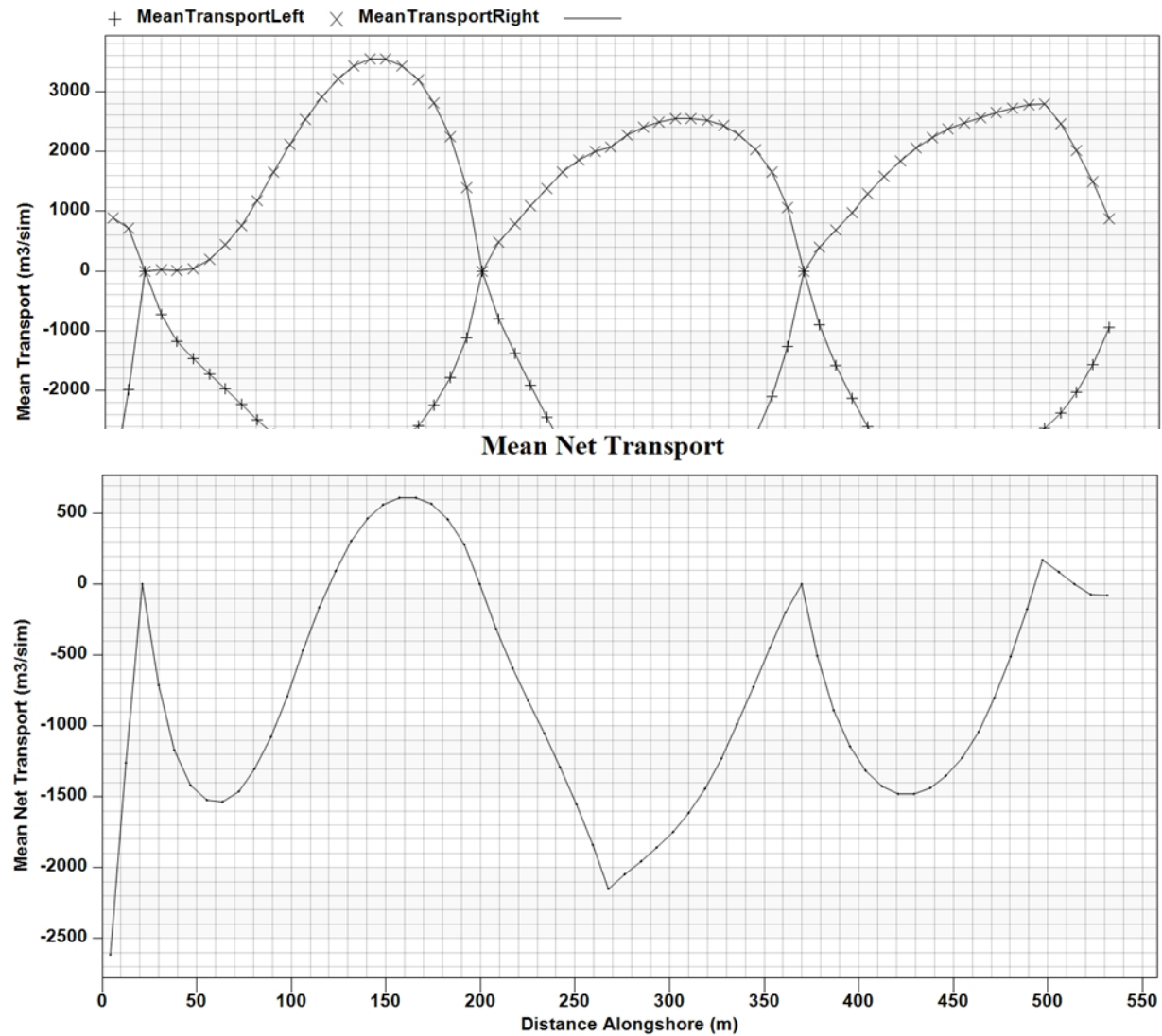
Uvidom u rezultate projekta monitoringa plaža za razdoblje od 2004. do 2010. godine uočava se kako tijekom godine dolazi do promjene poprečnih profila na području plaže Petrovac. Bilježi se gibanje nanosa uzduž obale i stvaranje podvodnih nasipa nakon valnih događaja karakteriziranih većim valnim visinama. Sve ovo ukazuje na dominantno gibanje nanosa uzduž obalne crte. Posebno su zanimljive izražene promjene u širini lica plaže u istočnom (jugoistočnom) rubu plaže. Kalibracijskim postupkom utvrđen je gubitak materijala plaže u tom dijelu što kvalitativno odgovara rezultatima monitoringa.

S ciljem stabilizacije plaže i osiguranja gubitka materijala plaže razmotrit će se varijantno rješenje stabilizacije plaže u Petrovcu trima kamenim perima koja će se postaviti na ekvidistantnim razmacima, s tim da će jedno pero biti postavljeno na krajnjem jugoistočnom dijelu plaže, neposredno na mjestu išćezavanja lica plaže i prelaska obale u kamene sike. Tim perom preventivno se sprječava gubitak materijala u smjeru jugoistoka i postiže se hvatanje materijala u obuhvatu plaže. Preostala dva pera postavljaju se u središnjem dijelu obuhvata,

Pera kao mjere stabilizacije

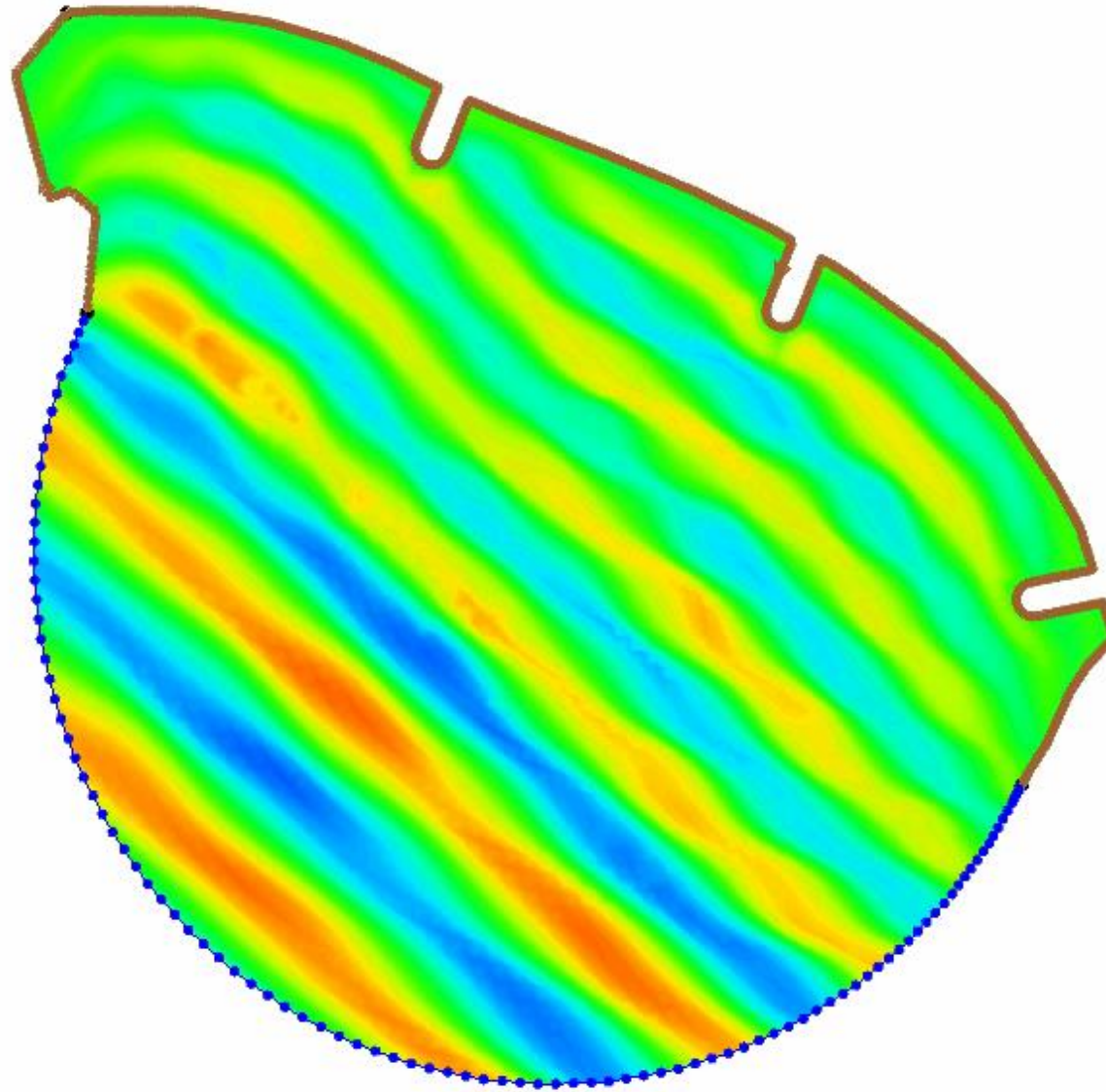
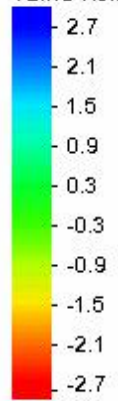


Pera kao mjere stabilizacije

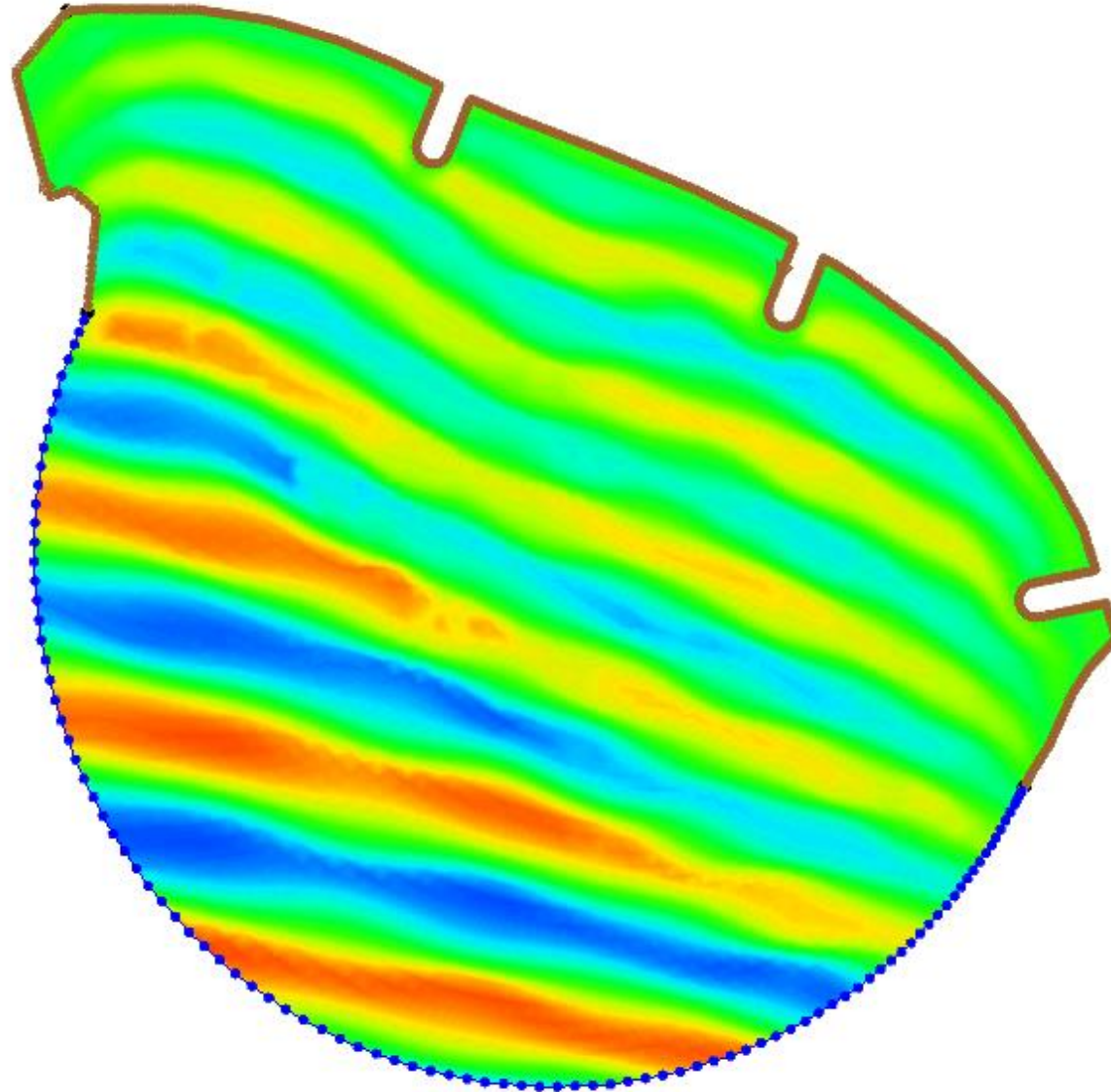
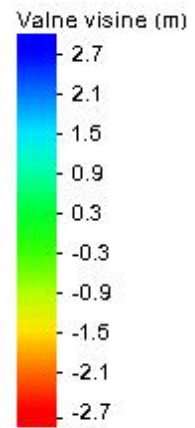


Pera kao mjere stabilizacije

Valne visine (m)



Pera kao mjere stabilizacije



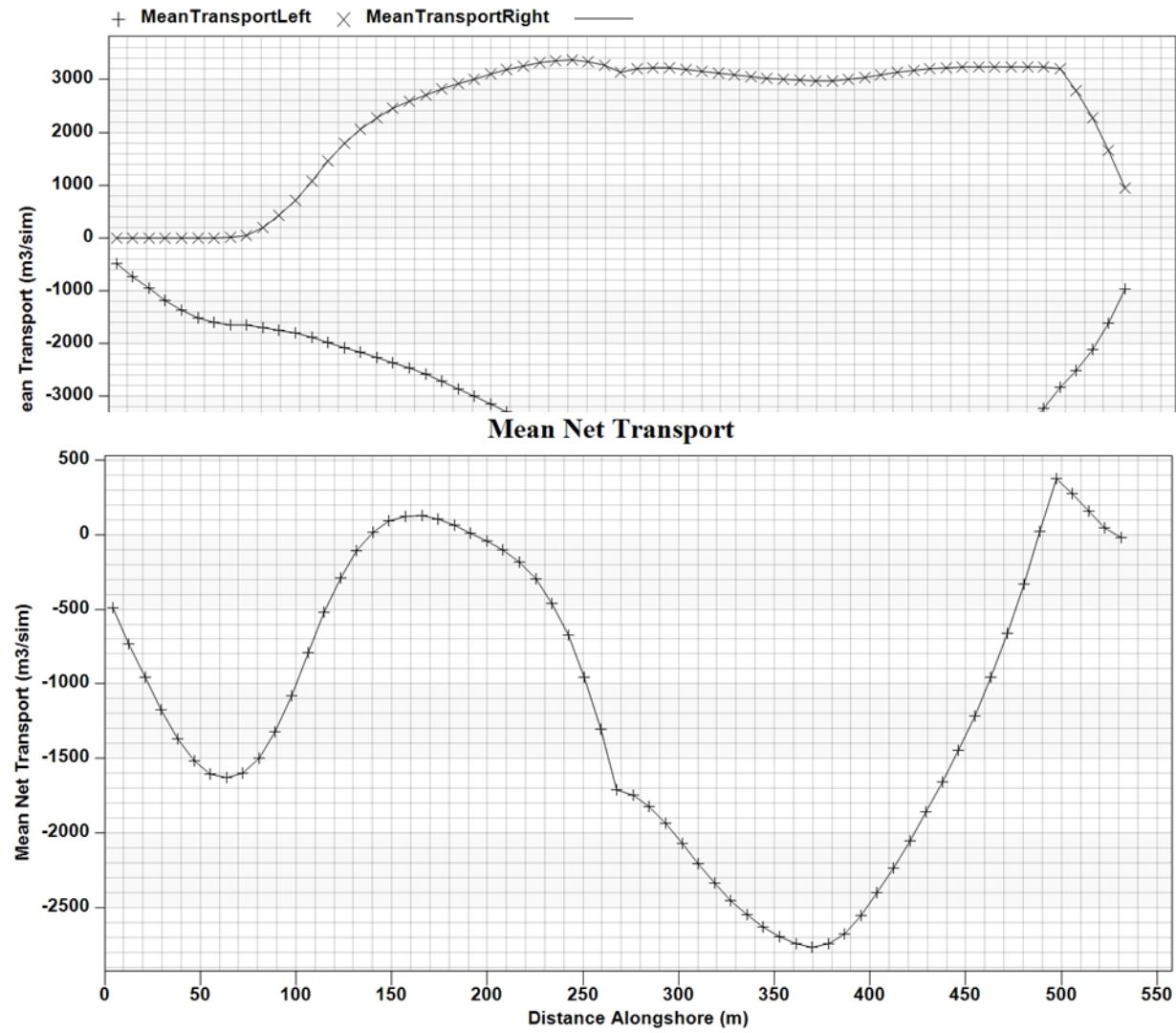
Fiksni AB objekti

S ciljem predlaganja multifunkcionalnog rješenja stabilizacije plaže u Petrovcu uz minimalno invazivan zahvat u prostoru unutar obuhvata ispitano je i varijantano rješenje u obliku lukobrana na jugoistočnom rubu plaže, neposredno uz posljednji stambeni objekt u tom dijelu plaže. S obzirom na svojstva valnog polja, zahtjevi objekta u pogledu potrebne mase su značajni zbog inercijalnih sila vjetrovnih valova koje su moguće u tom dijelu plaže. Zbog toga je predviđena izgradnja lukobrana kombiniranog tipa: operativni dio lukobrana predviđen je od predgotovljenih armirano betonskih (AB) elementa, koji se kampadno slažu jedan do drugog, a monolitoizacija se vrši pokrovnom armirano-betonskom pločom; s vanjske strane (prema otvorenom moru) predviđena je ugradnja kamenometa (školjere) koji će preuzeti veći dio dinamičkog djelovanja valova, dok će se na unutarnjoj strani oslanjati na AB konstrukciju. Dubina u kruni lukobrana je na 3.10 m, a polaže se u smjeru zapada počevši od obalne linije. Na ovaj način osigurava se sprječavanje gubitka materijala iz područja plaže u većoj mjeri.

Fiksni AB objekt

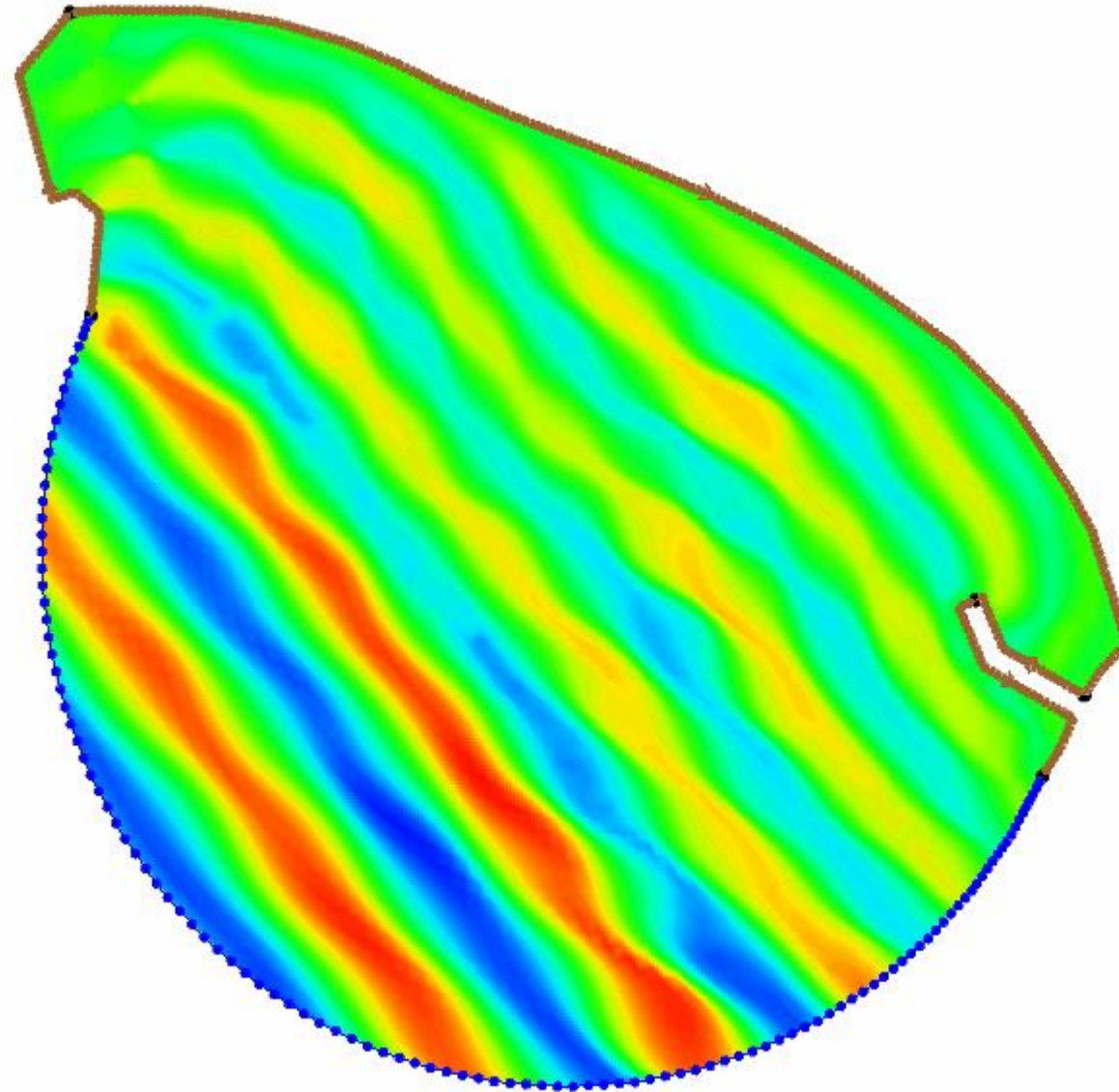
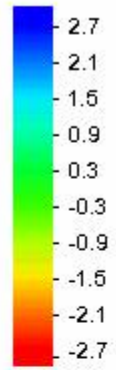


Fiksni AB objekti

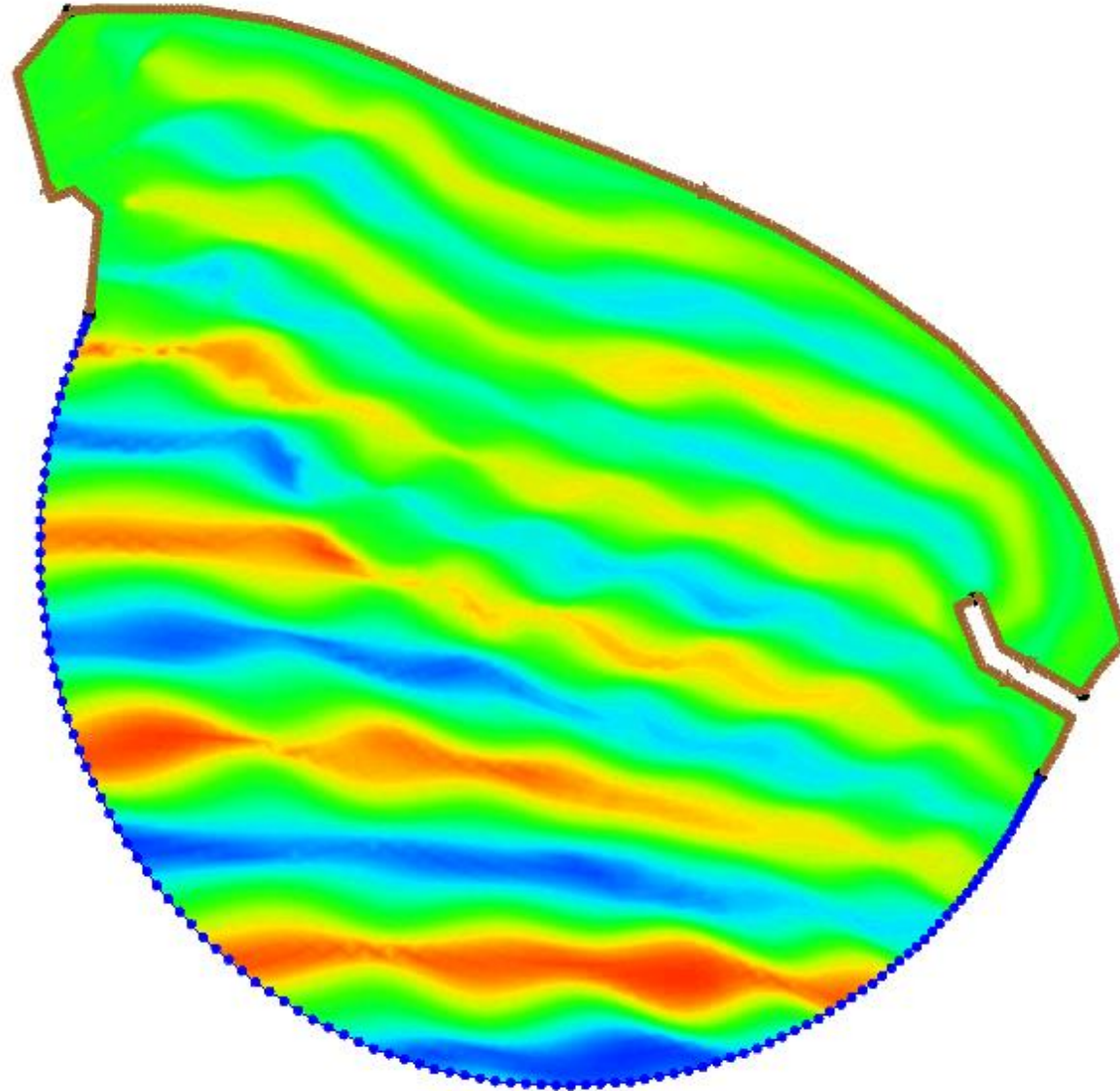
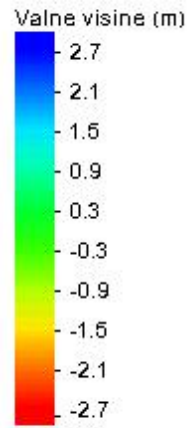


Fiksni AB objekti

vaine visine (m)



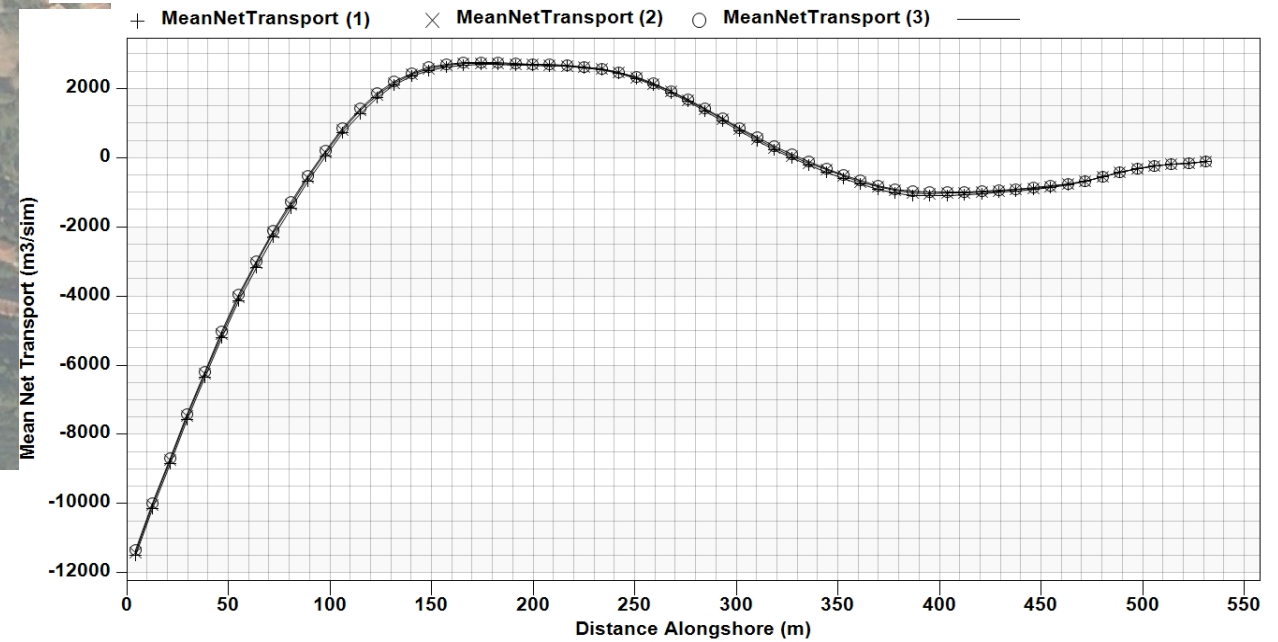
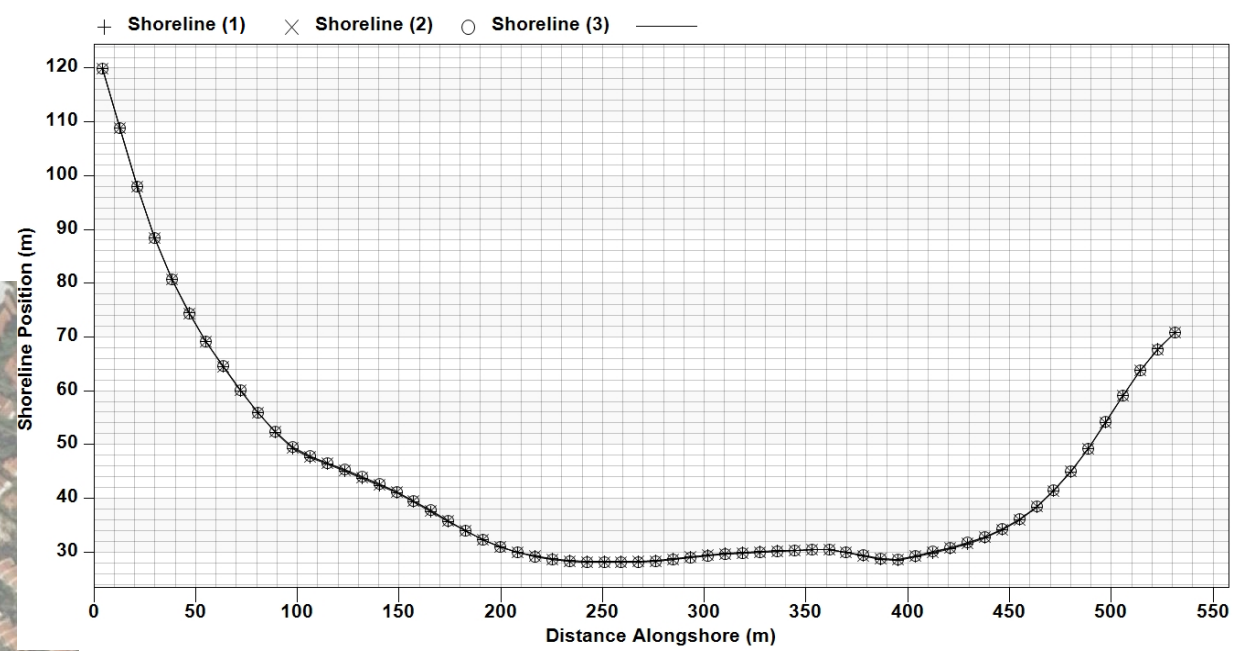
Fiksni AB objekti



Podvodni pragovi

Treće varijantno rješenje koje je uzeto u razmatranje jest podmorski prag od kamenog materijala koje je bilo prijedlogom rješenja u projektu revitalizacije plaže u Petrovcu i analizirano kao prethodna projektna dokumentacija. Ispitano je rješenje postavljanjem podmorskog praga 100 m od središta domene, s udaljenosti rubova praga od obale u iznosu cca 70 m radi nesmetanog prolaza brodova do obližnje lučice. Korišteni su jednaki ulazni podaci i rubni uvjeti kao kod kalibracijskog modela.

Podvodni pragovi



Zaključci i diskusija

- **EROZIJA** – definirati kriterije erozije. Da li se radi o dugoročno progresivnoj ili sezonskoj eroziji, intenzitet iste s ciljem definicije prioriteta za interveniranje;
- Učinci **KLIMATSKIH PROMJENA** – porast razine mora, sve intenzivnija olujna nevremena koja u ukupnom udjelu energije mora rezultiraju značajnim postotcima. Kote lica plaža podizati ili kombinirano štititi plaže kao resurs;
- **Antropološki utjecaji, urbanistička nedorečenost, nelegalna gradnja,....**djeluju kroz smanjeni prinos plažama;
- Uobičajeni postupci zaštite (stabilizacije) plaža: prihrana, pera (naperi), podvodni pragovi, fiksni objekti, druge mjere,...
- **Intervencije u smislu stabilizacije definirati tek po utvrđivanju geneze problema erozije;**
- **Monitoring plaža je ključan mehanizam** te ujedno početni korak. Uspostavom sustava monitoringa omogućit će se uvid u dinamička svojstva obalne crte i lica plaže, idetificirati deficit/suficit sedimenta te lokalno identificirati problem;
- Za potrebe izrade projektne dokumentacije – **definirati projektni val – značajna valna visina petogodišnjeg povratnog perioda!!!**

Zaključci i diskusija

- **Prirodne plaže** – najčešći problem je smanjeni prirodni prinos. U tom kontekstu evidentira se neodržavanje bujičnih tokova, parcijalna ili potpuna izgradnja u zoni bujice, povećani urbanistički koeficijenti,...
- Za stabilizaciju prirodnih plaža **prioritetno se usmjeriti na prihranu!!!**
- **Umjetne/vještačke plaže** – nastaju na lokacijama gdje u prirodnom stanju plaža ne egzistira. Da bi se tome doskočilo **potrebne radikalne intervencije u obliku stabilizacijskih objekata**, najčešće uz prihranu.
- Kod **cross - shore** gibanja nanosa – podvodni pragovi! Prioritetno kada je potrebno osigurati lom vala dalje od obalne crte i maksimizirati disipaciju energije dolaznog vala.
- Kod **long - shore** gibanja nanosa – pera (naperi), fiksni objekti!

Hvala na pažnji...

e: veljko.srzic@gradst.hr / veljko.srzic@gmail.com

m.: +385 98 190 6338