

1 UVOD

Uređenje obalnog pojasa Vodice - Srima - Prvić iziskuje poznavanje vjetrovalne klime predmetnog akvatorija te stoga ovaj elaborat ima za cilj odrediti karakteristične valove koji imaju značajan utjecaj na obalu. Pod utjecajem na obalni pojas prvenstveno se misli na procjenu valnog opterećenja, temeljem kojeg se može odrediti utjecaj valova na oblik i postojanost plaža, stabilnost obalnih konstrukcija i sigurnost lučkih akvatorija odnosno režim njihova korištenja.

U elaboratu će se odrediti valni parametri (visina i period vala) površinskih valova za dubokovodno područje na karakterističnim područjima za obalni pojas Vodice - Srima - Prvić, koji odgovaraju valnim stanjima velikih ili čak ekstremnih valova. Veliki valovi kojima su pridruženi veliki povratni periodi (npr. 100 god.) odredit će se proračunom dugoročne valne prognoze. Za potrebe dugoročne valne prognoze će se koristiti odgovarajuće matematičke metode (distribucije iz teorije ekstrema) koje su prilagođene zadaćama određivanja valnih ekstrema. Pouzdanost valne prognoze ovisi uvelike o mjernim podacima o valovima. Obzirom ne postoje mjerni podaci o valovima na predmetnom području (ne u dovoljno dugačkom vremenskom nizu) prognoze će se uraditi indirektno, korištenjem niza podataka o vjetru u trajanju od 41 godinu, s obližnje meteorološke postaje Šibenik (DHMZ). Standardnim metodama (WMO) će se iz podataka o vjetru generirati uzorak valnih visina temeljem kojih će se provesti daljnja dugoročna valna prognoza. Za potrebe određivanja duljine privjetrišta će se koristiti odgovarajuće pomorske karte (HHI).

2 MJERNI PODACI O VJETRU

Za dugoročnu valnu prognozu na području obalnog pojasa Vodice - Srima - Prvić, korišten je vremenski niz od 41 godine klimatoloških podataka o vjetru s glavne meteorološke postaje Šibenik, u periodu od siječnja 1971. do prosinca 2011. godine.

Mjerni podaci o vjetru sa meteorološke postaje Šibenik mogu se smatrati mjerodavnim za šire područje što uključuje i predmetni obalni pojas Vodice - Srima - Prvić. Brzina i smjer vjetra analizirani su temeljem tablica kontigencije vjetra (Tablica 1.) u kojima su iskazane vjerojatnost istovremenog pojavljivanja različitih smjerova vjetra (%) po klasama jačine (Bf). Uz to je navedena i pripadna tablica (Tablica 2.) gdje su stupnjevima Beaufort-a (Bf) pridruženi odgovarajući razredi brzine vjetra (m/s). Tablica kontigencije vjetra dobivena je statističkom obradom srednjih satnih brzina vjetra s pripadnim smjerom vjetra.

Tablica 1. Vjerojatnost istovremenog pojavljivanja različitih smjerova vjetra (%), po klasama jačine (Bf) i brzine (m/s) vjetra za Šibenik, za godinu, u razdoblju 2071.–2012.

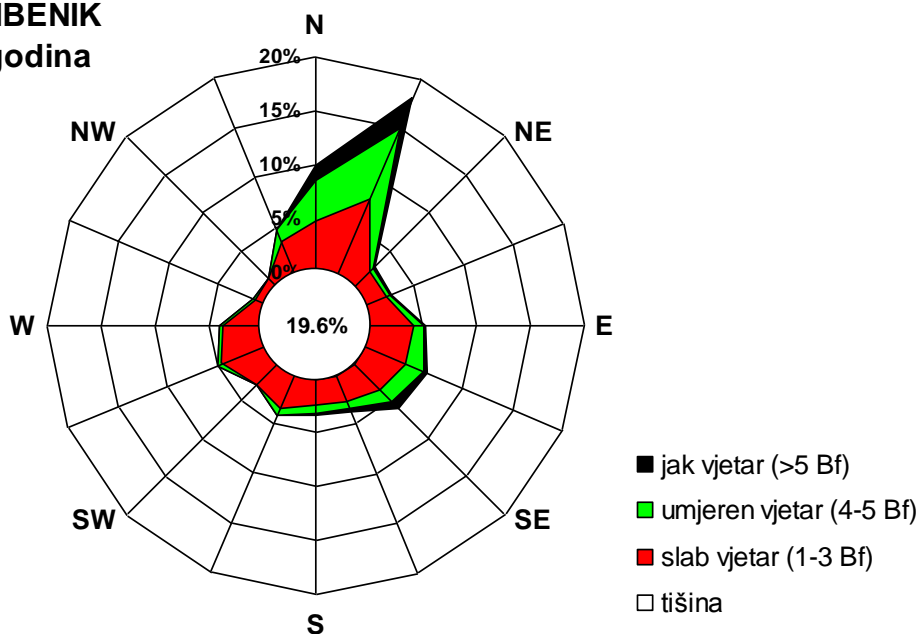
Smjer vjetra	Jačina vjetra [Bf]													suma
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
N		10.6	15.2	21.0	21.7	16.9	10.6	3.1	0.8	0.2	0.1			100.2
NNE		14.8	27.3	35.3	38.4	33.7	24.5	4.6	2.2	0.3	0.1			181.0
NE		7.0	7.6	5.9	3.8	1.7	0.7	0.1						26.9
ENE		7.0	8.5	5.8	2.5	0.8	0.2							24.9
E		13.3	16.1	12.6	6.6	2.2	0.9	0.1						51.8
ESE		13.5	14.8	12.9	10.4	6.9	4.4	0.9	0.2	0.1				63.9
SE		12.6	10.9	11.1	8.8	5.7	6.7	1.5	0.7	0.1	0.1			58.1
SSE		9.1	8.3	7.5	5.7	3.0	2.1	0.4	0.1					36.3
S		5.7	8.7	9.3	5.9	1.7	1.1	0.1	0.1					32.7
SSW		7.0	12.9	14.2	5.3	1.4	0.2							40.9
SW		8.8	10.1	7.6	1.3	0.1	0.1							28.0
WSW		8.3	19.8	16.5	3.6	0.3	0.1							48.6
W		11.0	14.2	10.5	2.7	0.5	0.1							39.0
WNW		4.8	4.6	2.3	0.6	0.2								12.5
NW		4.8	3.5	2.6	0.9	0.2	0.1							12.1
NNW		10.0	13.8	11.7	6.7	3.9	1.1	0.4						47.7
C	195.8													195.8
suma	195.8	148.2	196.2	186.7	124.8	79.3	52.9	11.1	4.1	0.7	0.2			1000.0

Tablica 2. Vjetar iskazan po klasama jačine u (Bf) uz pripadne razrede brzine u (m/s) i (čvor).

(Beauforf)	Opis	(m/s)	(čvor)
0	tišina	0-0.2	<1
1	lahor	0.3-1.5	1-3
2	povjetarac	1.6-3.3	4-6
3	slab vjetar	3.4-5.4	7-10
4	umjeren vjetar	5.5-7.9	11-16
5	umjereno jak vjetar	8.0-10.7	17-21
6	jak vjetar	10.8-13.8	22-27
7	žestoki vjetar	13.9-17.1	28-33
8	olujni vjetar	17.2-20.7	34-40
9	jako olujni vjetar	20.8-24.4	41-47
10	orkanski vjetar	24.5-28.4	48-55
11	jaki orkanski vjetar	28.5-32.6	56-63
12	orkan	>32.6	>63

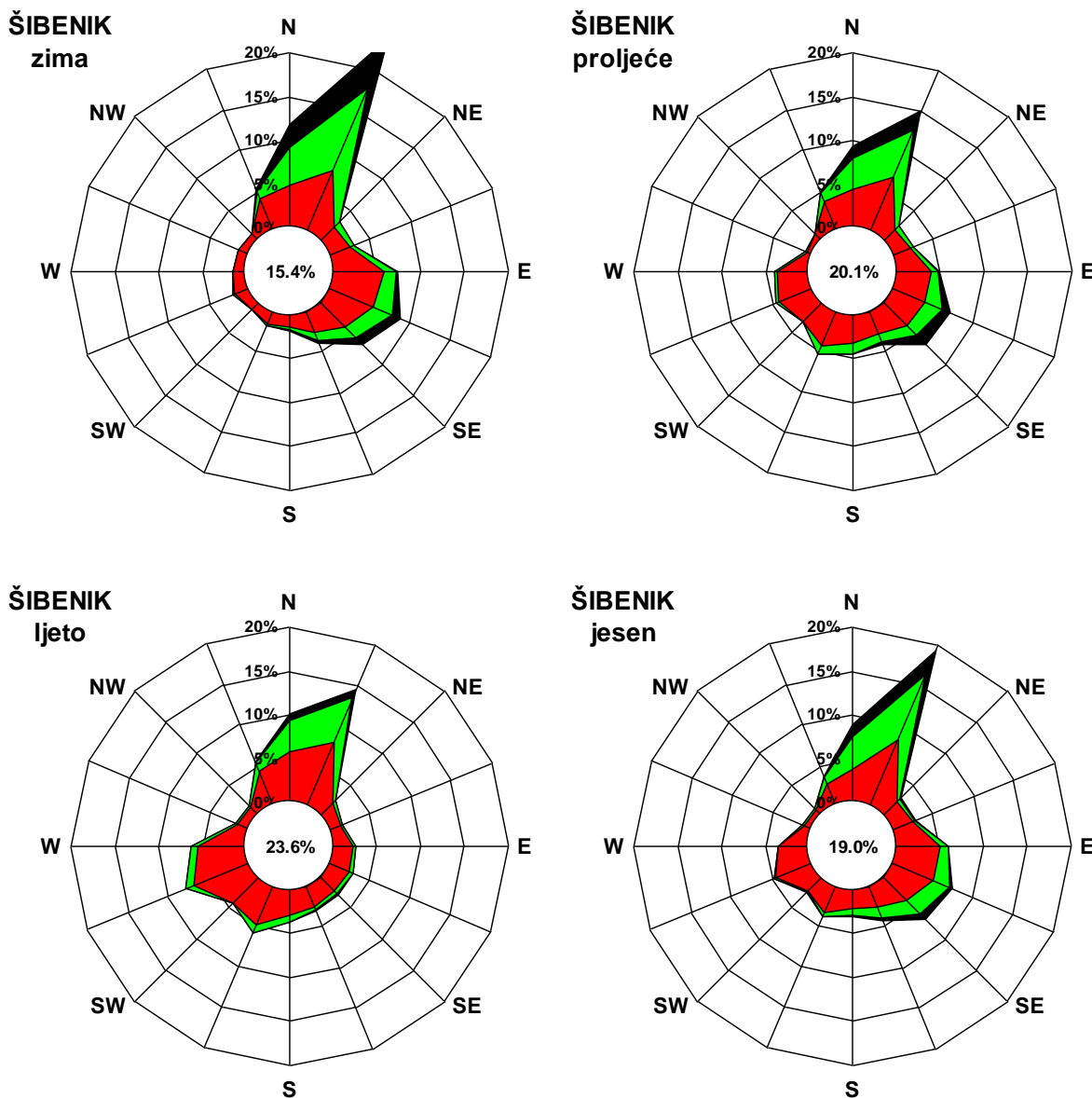
Grafički prikaz učestalosti pojavljivanja vjetra u ovisnosti o smjeru i jačini dat je na ružama vjetra i to za vremenski okvir godina (Slika 1.) odnosno za pojedino godišnje doba (Slika 2.).

**ŠIBENIK
godina**



Slika 1. Godišnja ruža vjetra za meteorološku postaju Šibenik, za vremensko razdoblje od 1971. do 2012. godine.

Iz prikazanih podataka vidi se kako su, na širem šibenskom području, po učestalosti i brzini, dominantni vjetrovi NNE smjera (bura) i SSE-ESE smjera (jugo). Vjetrovi iz III i IV kvadranta poput lebića (SW smjer) i maestrala (NW smjer), koji mogu donekle prouzročiti značajnije valove, imaju na godišnjoj skali relativno malu učestalost pojave.



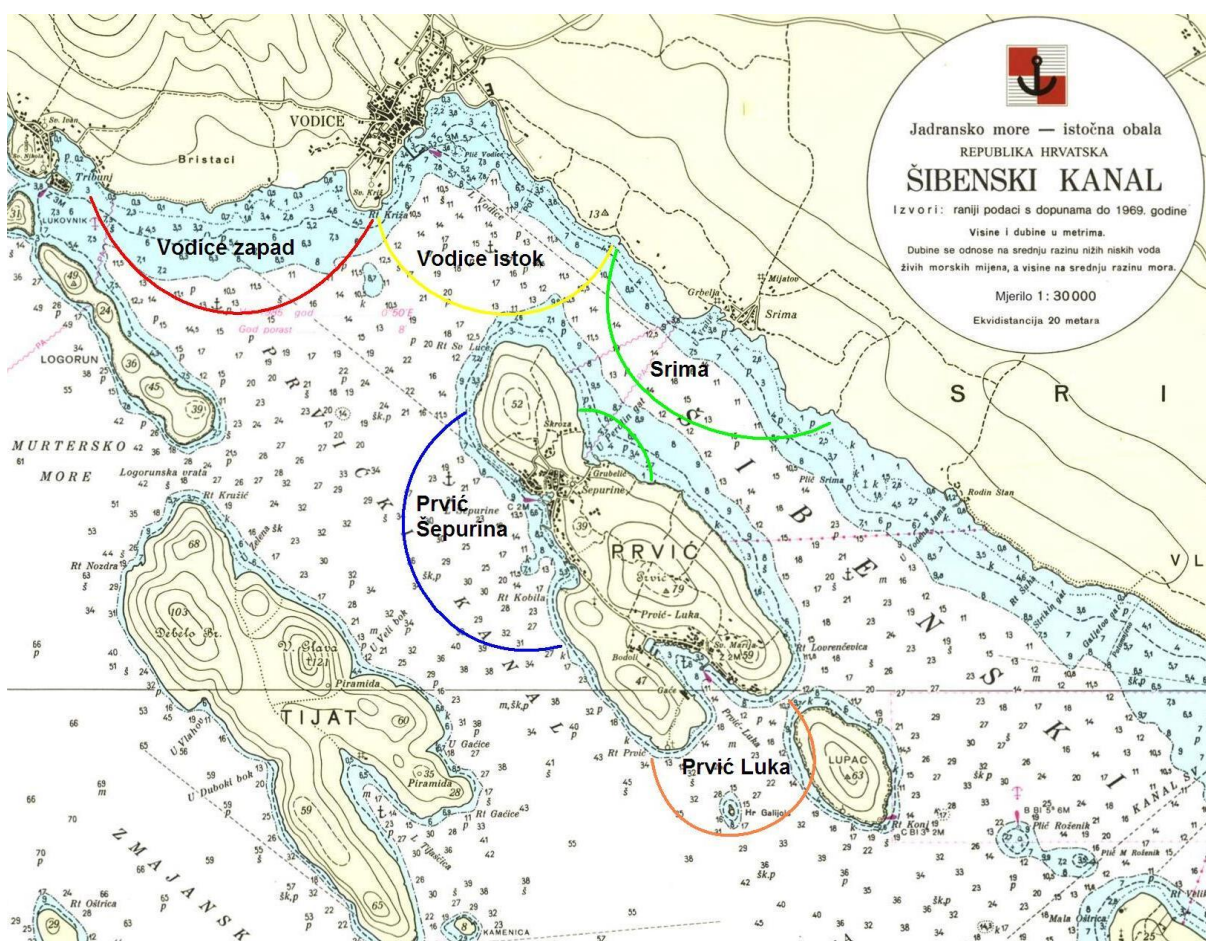
Slika 2. Sezonske ruže vjetrova za meteorološku postaju Šibenik, za vremensko razdoblje od 1971. do 2012. godine.

Iz sezonskih ruža vjetrova (Slika 2) vidi se kako u toplom dijelu godine (ljet) jak vjetar (>5Bf) se gotovo ne pojavljuje (2.6%) izuzev povremene bure, dok jakog juga praktično nema. Nasuprot tome u hladnijem dijelu godine (zima) jaki vjetrovi su česta pojava (11.8%) i to uglavnom jugo i bura. Proljetna i jesenska ruža vjetrova karakterizira zastupljenost gotovo svih smjerova uz udio jakih vjetrova nešto ispod razine godišnjeg prosjeka (6.9%). Potrebno

je istaknuti kako najjača bura puše u periodu zime, dok najjače jugo se javlja u periodu proljeća. Navedeni režim pojavnosti vjetrova uvjetuje vremenske periode kada je moguće provesti značajnije zahvate u obalnoj zoni. Shodno tome razdoblje između mjeseca studenog i travnja je period pojavnosti jakih vjetrova odnosno rezultira pojavom velikih valova.

3 KRATKOROČNA VALNA PROGNOZA

Obzirom cjelokupni obalni pojas Vodice - Srima - Prvić nema istu vjetrovalnu klimu, isti je podijeljen na karakteristična obalna područja (Slika 3) prema izloženosti određenoj grupi valova odnosno prema duljini privjetrišta. Za svaki od dijelova obalnog pojasa provedena je analiza izloženosti vjetru/valovima te provedena kompletna prognoza valnih parametara za sve značajne smjerove vala.



Slika 3. Karakteristični dijelovi obalnog pojasa Vodice - Srima - Prvić

Obalni pojas Vodice - Srima - Prvić je otvoren nailasku valova iz smjerova II, III i IV kvadranta, izuzev sjevernog dijela otoka Prvić koji je otvoren valovima iz I kvadranta, ali koji zbog kratkog privjetrišta praktično nisu od većeg značaja. Stoga se u ovom elaboratu neće razmatrati utjecaj valova nastalih djelovanjem bure. Od valova koji imaju utjecaj na predmetni obalni pojas najveći je uslijed valova juga, koji nastaju djelovanjem vjetera iz

smjerova od SSE do ESE, a zbog konfiguracije obale djeluju nad velikim privjetrištima što povećava utjecaj. Vjetrovi koji djeluju iz ostalih smjerova na promatranom području imaju dosta kraća privjetrišta, a ujedno su manje jačine i trajanja, što rezultira pojavom znatno manjih valova.

Smjerovi vjetra svrstani u pojedine sektore, iz kojih je predmetno područje izloženo djelovanju vjetrovnih valova, određeni su po načelu približno jednakih duljina privjetrišta i sličnosti učestalosti pojavljivanja. Temeljem analize izloženosti vjetru/valovima za područje obalnog pojasa Vodice - Srima - Prvić određena su tri generalna sektora izloženosti (Tablica 3), koji odgovaraju sektorima nailaska vjetrova jugo (sektor I), lebić (sektor II) i maestral (sektor III).

Tablica 3. Sektori izloženosti valovima i pripadni smjerovi vjetra/valova po pojedinim područjima

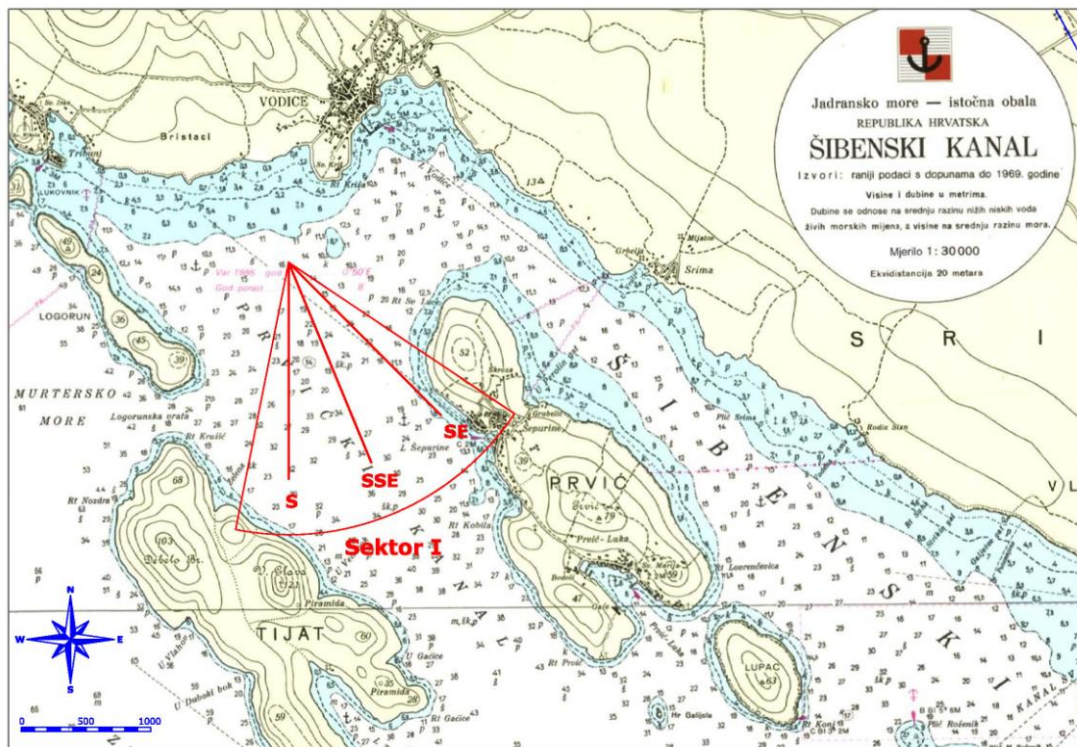
Vodice - zapad	
Sektor I	(SE-SSE-S)
Sektor III'	(WSW-W-WNW)
Vodice - istok	
Sektor I'	(ESE-SE-SSE)
Sektor II	(SSW-SW-WSW)
Sektor III	(W-WNW-NW)
Srima	
Sektor I'	(ESE-SE-SSE)
Sektor III	(W-WNW-NW)
Prvić Šepurina	
Sektor I	(SE-SSE-S)
Sektor II	(SSW-SW-WSW)
Sektor III	(W-WNW-NW)
Prvić Luka	
Sektor I	(SE-SSE-S)
Sektor II	(SSW-SW-WSW)

Rasponi smjerova vjetra koji su uzeti u obzir za svaki sektor ne podudaraju se u potpunosti po pojedinim karakterističnim područjima. Razlog tome je prostorni raspored kopna i mora odnosno lokalno kanaliziranje vjetra/valova. Za primjer se može izdvojiti jugo, koje na dijelu nailazi iz SSE-SE-ESE raspona (Srima), a drugdje iz S-SSE-SE raspona (Prvić Luka).

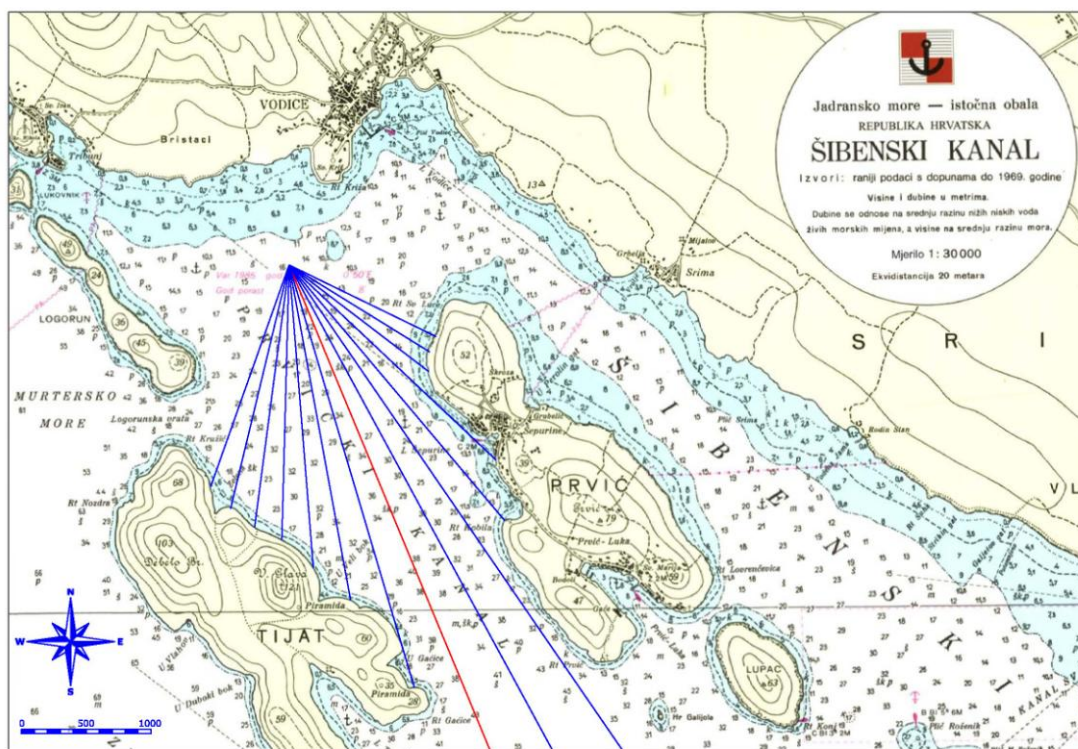
3.1 Privjetrište

Za svako od navedenih karakterističnih područja obalnog pojasa i odabranih smjerova izloženosti vjetru/valovima, navedenih u Tablici 3, odabrana je dubokovodna lokacija od koje su izmjerene udaljenosti zraka odnosno izračunata duljina privjetrišta. Za primjer je istaknuto područje Vodice zapad pri djelovanju juga, odnosno nailasku vjetra iz sektora I (Slika 4). Duljine privjetrišta određena su metodom efektivne duljine privjetrišta (Saville, 1962.), koja

je primjerena za cjelokupno područje obzirom na suženi oblik privjetrišta (Slika 5). Centralna zraka (crvena linija) odabrana je kao sredina raspona sektora dok pomoćne zrake (plave linije) pokrivaju raspon dolaznih smjerova vjetra. Sumarni prikaz ukupnih efektivnih duljina privjetrišta po sektorima za pojedina obalna područja dat je u Tablici 4.



Slika 4. Prikaz smjerova vjetra koji formiraju sektor I (jugo), za područje Vodice zapad



Slika 5. Određivanje efektivne duljine privjetrišta za područje Vodice zapad pri djelovanju vjetra iz sektora I - prikaz centralne (crveno) i pomoćnih (plavo) zraka vjetra

Tablica 4. Duljine privjetrišta po sektorima za pojedina obalna područja

Područje obalnog pojasa VSP	Oznaka sektora	Efektivna duljina privjetrišta F[km]	Raspon smjerova vjetra	Kut izloženosti [°] (u odnosu na N)
Vodice - zapad	Sektor I	13.6	SE-SSE-S	123.75 - 191.25
	Sektor III'	1.4	WSW-W-WNW	236.25 - 303.75
Vodice - istok	Sektor I'	5.7	ESE-SE-SSE	101.25 - 168.75
	Sektor II	3.3	SSW-SW-WSW	191.25 - 258.75
	Sektor III	2.5	W-WNW-NW	258.75 - 326.25
Srima	Sektor I'	5.6	ESE-SE-SSE	101.25 - 168.75
	Sektor III	2.5	W-WNW-NW	258.75 - 326.25
Prvić Šepurina	Sektor I	19.4	SE-SSE-S	123.75 - 191.25
	Sektor II	1.4	SSW-SW-WSW	191.25 - 258.75
	Sektor III	5.7	W-WNW-NW	258.75 - 326.25
Prvić Luka	Sektor I	26.7	SE-SSE-S	123.75 - 191.25
	Sektor II	3.6	SSW-SW-WSW	191.25 - 258.75

3.2 Uzorak valova

Nakon što su odabrana karakteristična obalna područja te za njih određeni sektori djelovanja vjetra i pripadna privjetrišta moguće je generirati uzorak valova kratkoročnom valnom prognozom. Uzorak valova predstavlja niz kratkoročnih stanja mora predstavljenim značajnom valnom visinom (H_s), izmjerenih *in situ* ili kao ovdje određenih indirektno iz podataka o vjetru. Obzirom na navedene duljine privjetrišta (Tablica 4) potrebno je relativno kratko vrijeme za puni razvoj valne visine (T_{FAS}). Sukladno tome može se uzeti kako sve zabilježene srednje satne brzine vjetra rezultiraju stacionarnim kratkoročnim valnim stanjima. Pri djelovanju juga ta konstatacija ne vrijedi u svim razmatranim slučajevima, ali je tako usvojeno jer su odstupanja uglavnom pri manjim brzinama koja značajno manje pridonose u prognozi ekstrema, tj. primijenjen je konzervativan pristup. Nadalje, kako bi se uklonila pristranost modela u uzorku valova za dugoročnu valnu prognozu uzeti su samo valovi većih visina, tj. oni koji nastanu pri djelovanju vjetra jačeg od 3 Bf. Metoda formiranja uzorka valova temeljem prekoračenja praga je prilagođena grupi distribucija koje se koriste za prognozu ekstrema odnosno prognozu valova velikih povratnih perioda.

Značajne valne visine koje odgovaraju kratkoročnim valnim stanjima za vrijeme djelovanja pojedine jačine vjetra dobivene su korištenjem Groen-Dorrenstein dijagrama. Iste su prikazane u tablicama u nastavku (Tablica 5-9) i to za sva karakteristična obalna područja s podjelom prema sektorima djelovanja vjetra. Svakoj valnoj visini pridružena je apsolutna učestalost pojavljivanja izražena u broju satnih srednjaka djelovanja vjetra, koji su izračunati temeljem podataka iz Tablice 1.

Tablica 5. Uzorak valnih visina po sektorima za obalno područje Vodice - zapad

Vodice zapad	Jačina vjetra [Bf]	4	5	6	7	8	9	10	11
sektor I SE-SSE-S	Privjetrište [km]	F ₁ = 13.6 km							
	Učestalost	7298	3762	3557	719	334	52	26	
	H _s [m]	0.5	0.8	1.1	1.4	1.9	2.3	2.75	
	T _{FAS} [h]	2	1.7	1.5	1.3	1.2	1.1	1	
sektor III' WSW-W-WNW	Privjetrište [km]	F ₃ = 1.4 km							
	Učestalost	2464	375	52					
	H _s [m]	0.2	0.35	0.45					
	T _{FAS} [h]	0.5	0.45	0.4					

Tablica 6. Uzorak valnih visina po sektorima za obalno područje Vodice - istok

Vodice istok	Jačina vjetra [Bf]	4	5	6	7	8	9	10	11
sektor I' SSE-SE-ESE	Privjetrište [km]	F ₁ = 5.7 km							
	Učestalost	8914	5604	4716	976	385	77	26	

	H_s [m]	0.4	0.6	0.8	1	1.3	1.6	1.9	
	T_{FAS} [h]	1.4	1.2	1	0.9	0.8	0.7	0.6	
sektor II SSW-SW-WSW	Privjetrište [km]	F₂ = 3.3 km							
	Učestalost	3665	662	124					
	H_s [m]	0.3	0.45	0.65					
	T_{FAS} [h]	1	0.8	0.7					
sektor III NW-WNW-W	Privjetrište [km]	F₃ = 2.5 km							
	Učestalost	1484	324	77					
	H_s [m]	0.3	0.4	0.55					
	T_{FAS} [h]	0.7	0.6	0.5					

Tablica 7. Uzorak valnih visina po sektorima za obalno područje Srima

Srima	Jačina vjetra [Bf]	4	5	6	7	8	9	10	11
sektor I' SSE-SE-ESE	Privjetrište [km]	F₁ = 5.6 km							
	Učestalost	8914	5604	4716	976	385	77	26	
	H_s [m]	0.4	0.6	0.8	1	1.3	1.6	1.9	
	T_{FAS} [h]	1.4	1.2	1	0.9	0.8	0.7	0.6	
sektor III NW-WNW-W	Privjetrište [km]	F₃ = 2.5 km							
	Učestalost	1484	324	77					
	H_s [m]	0.3	0.4	0.55					
	T_{FAS} [h]	0.7	0.6	0.5					

Tablica 8. Uzorak valnih visina po sektorima za obalno područje Prvić Šepurina

Prvić Šepurina	Jačina vjetra [Bf]	4	5	6	7	8	9	10	11
sektor I SE-SSE-S	Privjetrište [km]	F₁ = 19.4 km							
	Učestalost	7298	3762	3557	719	334	52	26	
	H_s [m]	0.6	1	1.35	1.75	2.25	2.7	3.2	
	T_{FAS} [h]	3.2	2.9	2.5	2.2	2	1.8	1.7	
sektor II SSW-SW-WSW	Privjetrište [km]	F₂ = 1.4 km							
	Učestalost	3665	662	124					
	H_s [m]	0.2	0.35	0.45					
	T_{FAS} [h]	0.5	0.4	0.4					
sektor III NW-WNW-W	Privjetrište [km]	F₃ = 5.7 km							
	Učestalost	1484	324	77					
	H_s [m]	0.4	0.6	0.8					
	T_{FAS} [h]	1.4	1.1	1					

Tablica 9. Uzorak valnih visina po sektorima za obalno područje Prvić Luka

Prvić Luka	Jačina vjetra [Bf]	4	5	6	7	8	9	10	11
sektor I SE-SSE-S	Privjetrište [km]	F ₁ = 26.7 km							
	Učestalost	7298	3762	3557	719	334	52	26	
	H _s [m]	0.7	1.1	1.5	2	2.5	3	3.6	
	T _{FAS} [h]	4	3.4	3.1	2.8	2.5	2.2	2.1	
sektor II SSW-SW-WSW	Privjetrište [km]	F ₂ = 3.6 km							
	Učestalost	3665	662	124					
	H _s [m]	0.3	0.45	0.65					
	T _{FAS} [h]	1	0.8	0.7					

4 DUGOROČNA VALNA PROGNOZA

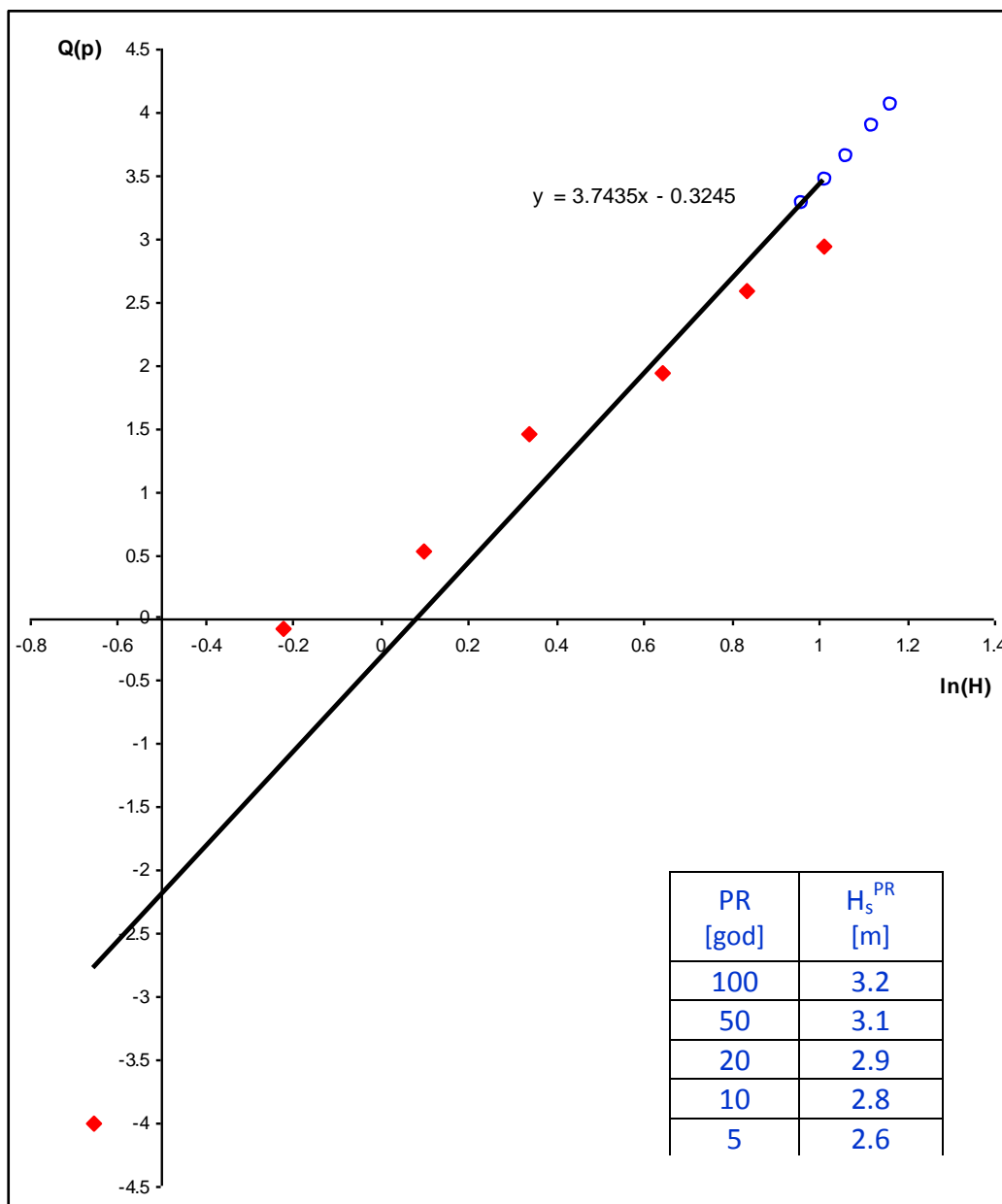
Dugoročna prognoza valova podrazumijeva procjenu valnih parametara kojima su pridruženi veliki povratni periodi (npr. 50 ili 100 godina). Prognoza tj. procjena provodi se korištenjem prikladnog matematičkog modela kojim se iz postojećih podataka odnosno uzorka valova ekstrapoliraju vrijednosti za traženi povratni period. Pouzdanost matematičkog modela odnosno procijenjenih vrijednosti valnih parametara ovisi o kvaliteti uzorka i prikladnosti modela.

Za uzorak značajnih valnih visina (H_s), formiran metodom prekoračenja praga od 3 Bf, (Tablice 5-9) dobivena je dugoročna empirijska vjerojatnost, a na nju je izvršena prilagodba teorijske Log-normalne raspodjele vjerojatnosti. Ekstrapolacijom teorijske Log-normalne raspodjele vjerojatnosti (pravac) u područje malih vjerojatnosti, tj. velikih povratnih razdoblja, izvršena je dugoročna prognoza. Log-normalna distribucija je ovdje primijenjena zbog svoje robusnosti odnosno zbog dobre prilagodbe relativno malom uzorku formiranom od nekoliko razreda uparenih vrijednosti valnih visina i pridruženih učestalosti pojave.

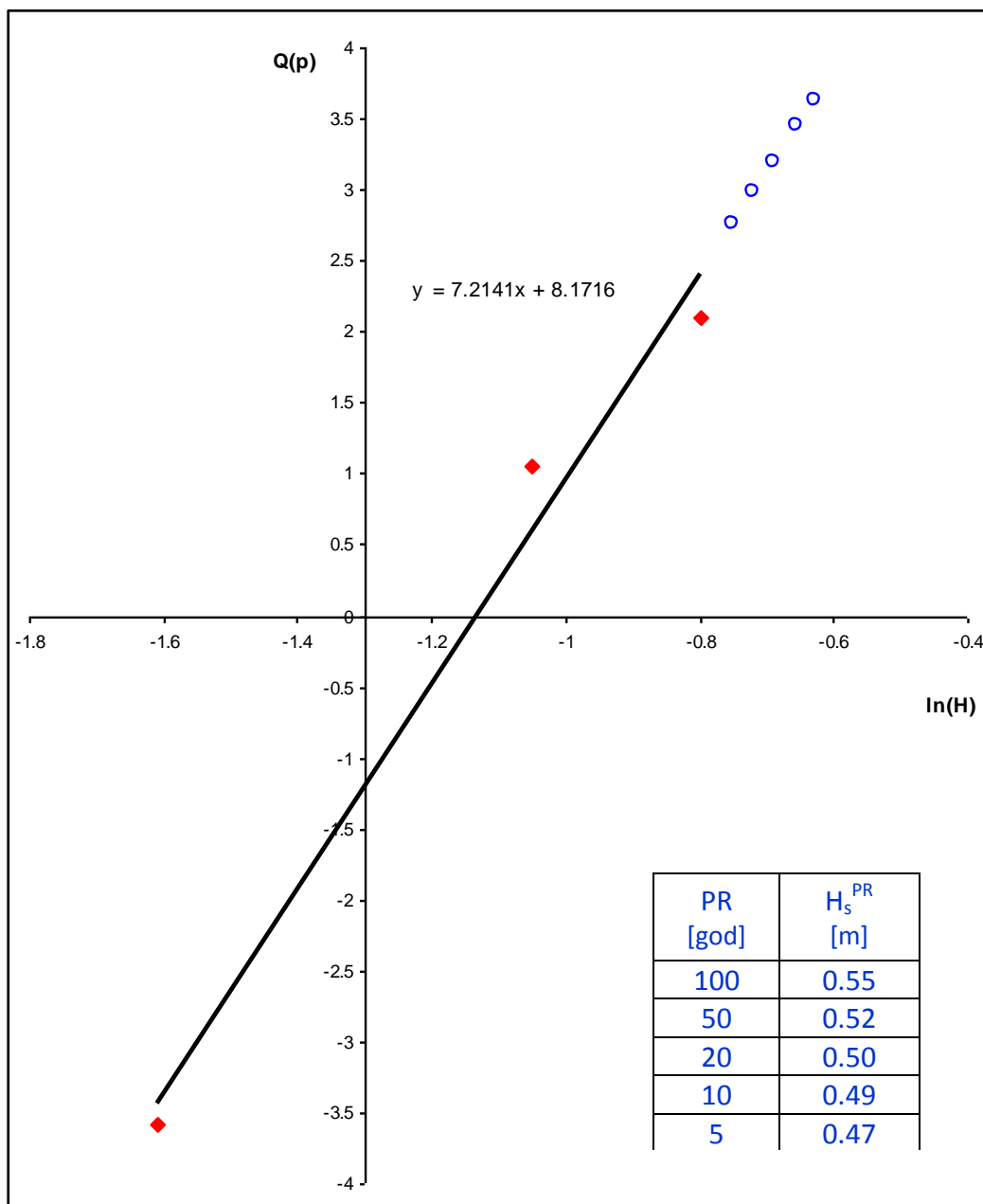
Obzirom se na obalnom pojasu Vodice - Srma - Prvić analizira utjecaj valova na plaže i luke od primarnog interesa su valni parametri (visina i period) za povratne periode od 5 i 100

godina. Razlog tome je što se plaže uobičajeno dimenzioniraju na opterećenje valova s povratnim periodom od 5 godina dok se zaštitne pomorske građevine luka oblikuju za opterećenje valovima 100-godišnjeg povratnog perioda. Prognozirane vrijednosti odnose se za dubokovodno područje u bliskoj obalnoj zoni.

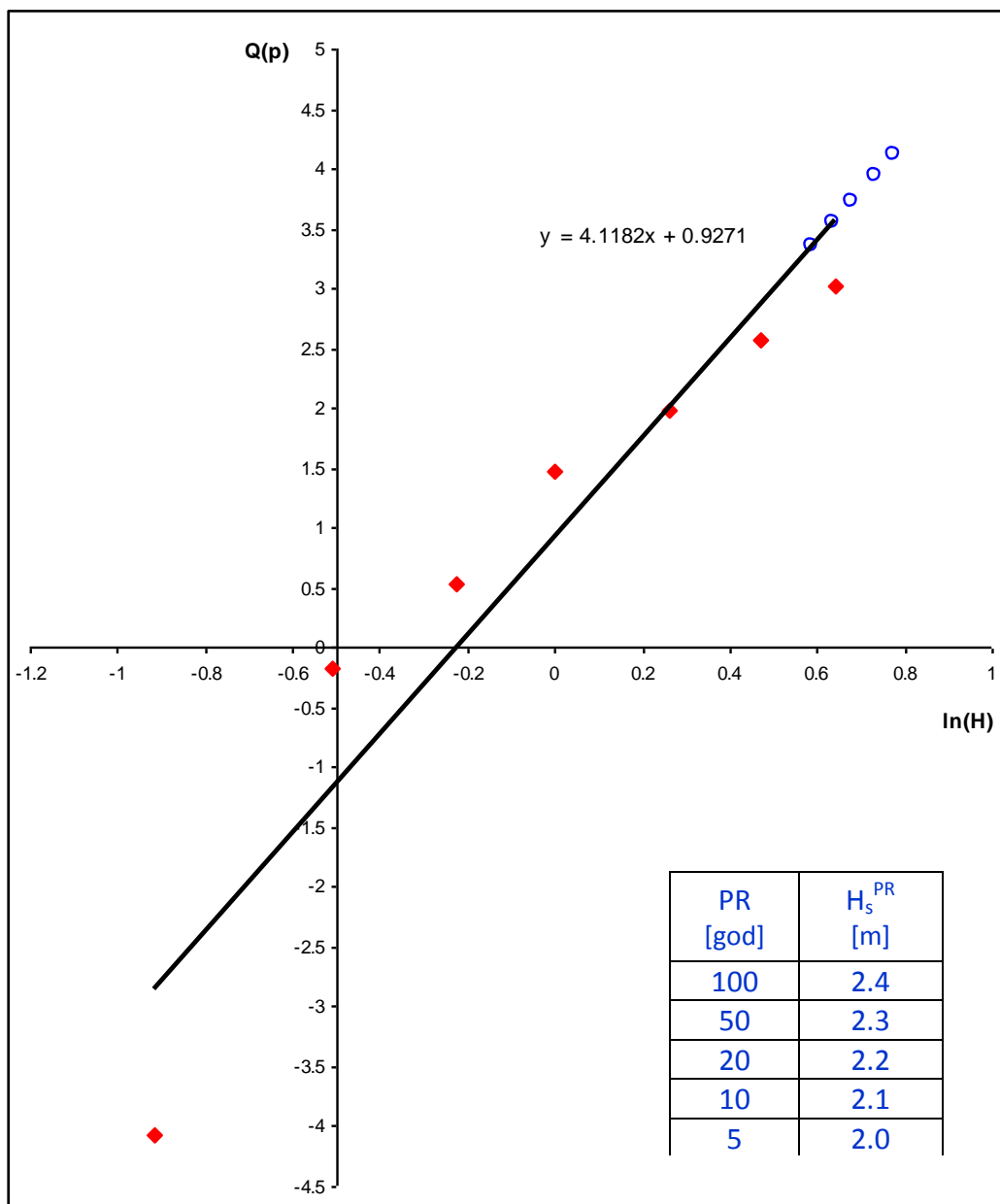
Na slikama u nastavku (Slike 6-17) prikazan je dugoročni prognostički model valova (crno), Log-normalna distribucija vjerojatnosti, za uzorak slučajne varijable značajne valne visine H_s (crveno) te prognozirane vrijednosti značajnih valnih visina H_s^{PR} [m] po povratnim razdobljima PR = 5, 10, 20, 50 i 100 godina. Prikaz obuhvaća sva obalna područja i sektore djelovanja valova.



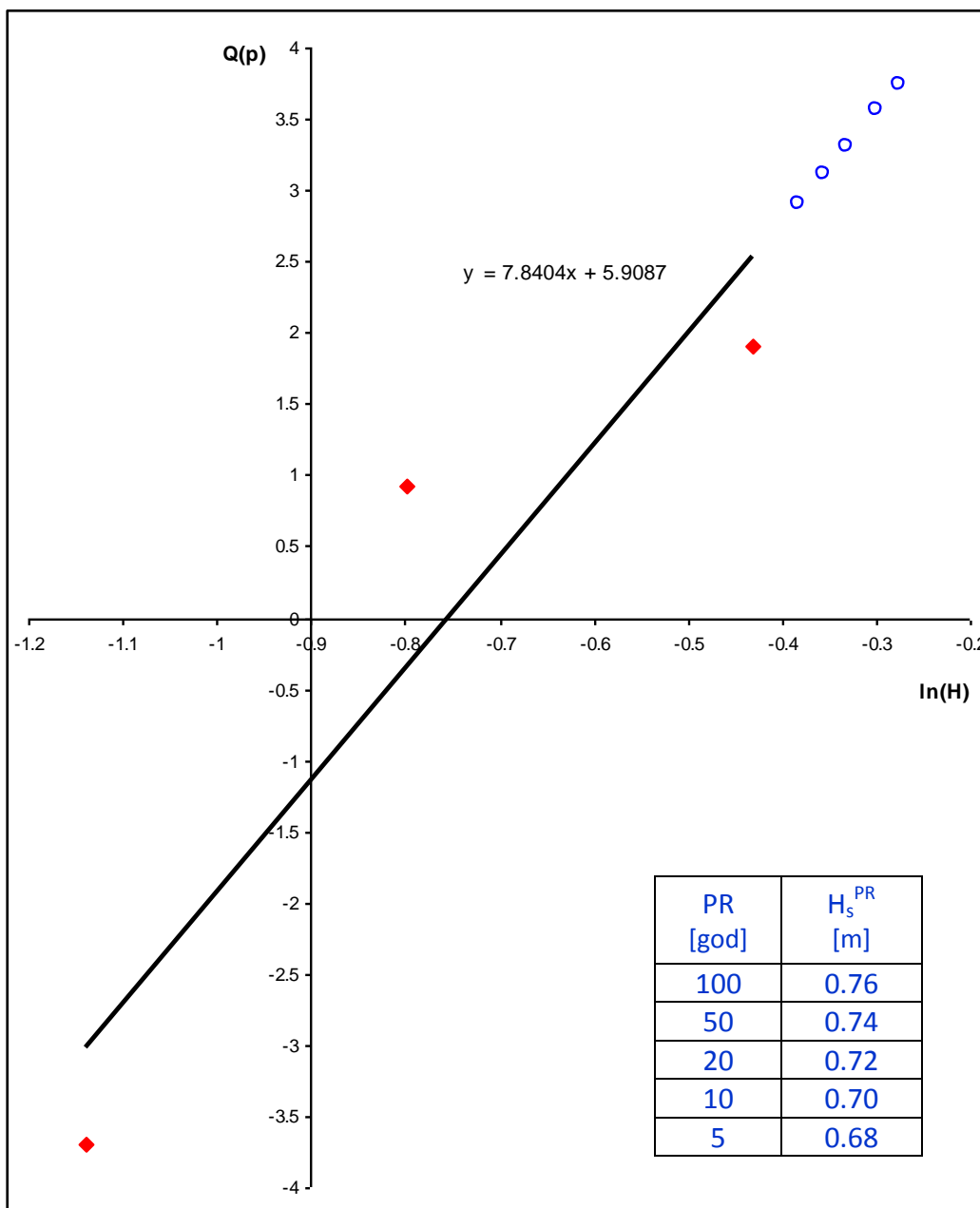
Slika 6. Dugoročna valna prognoza za obalno područje Vodice - zapad i djelovanje valova iz sektora I. Model Log-normalna distribucija (crno), uzorak značajnih valnih visina (crveno), ekstrapolirane vrijednosti H_s za povratne periode 5, 10, 20, 50, 100 godina (plavo)



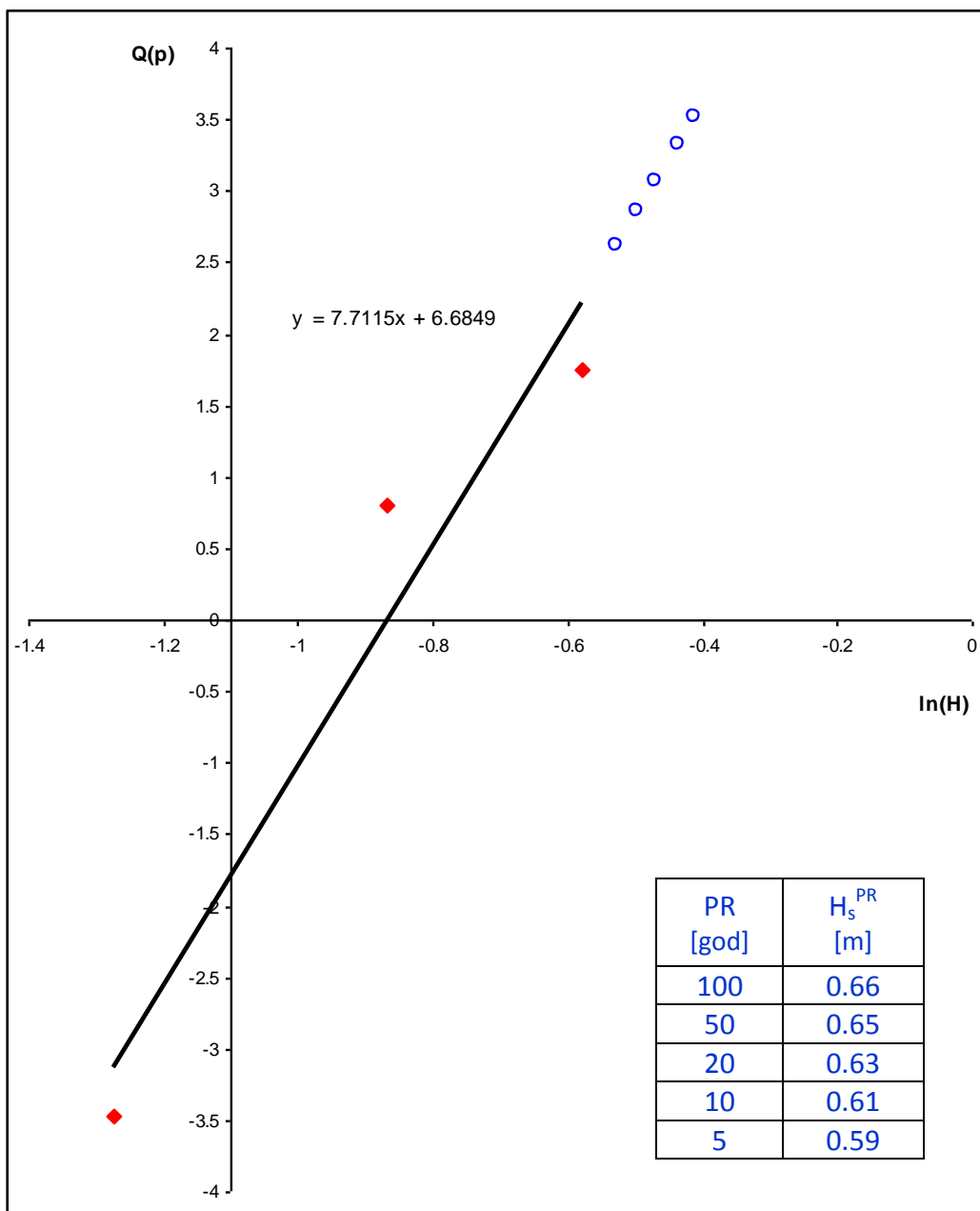
Slika 7. Dugoročna valna prognoza za obalno područje Vodice - zapad i djelovanje valova iz sektora III. Model Log-normalna distribucija (crno), uzorak značajnih valnih visina (crveno), ekstrapolirane vrijednosti H_s za povratne periode 5, 10, 20, 50, 100 godina (plavo)



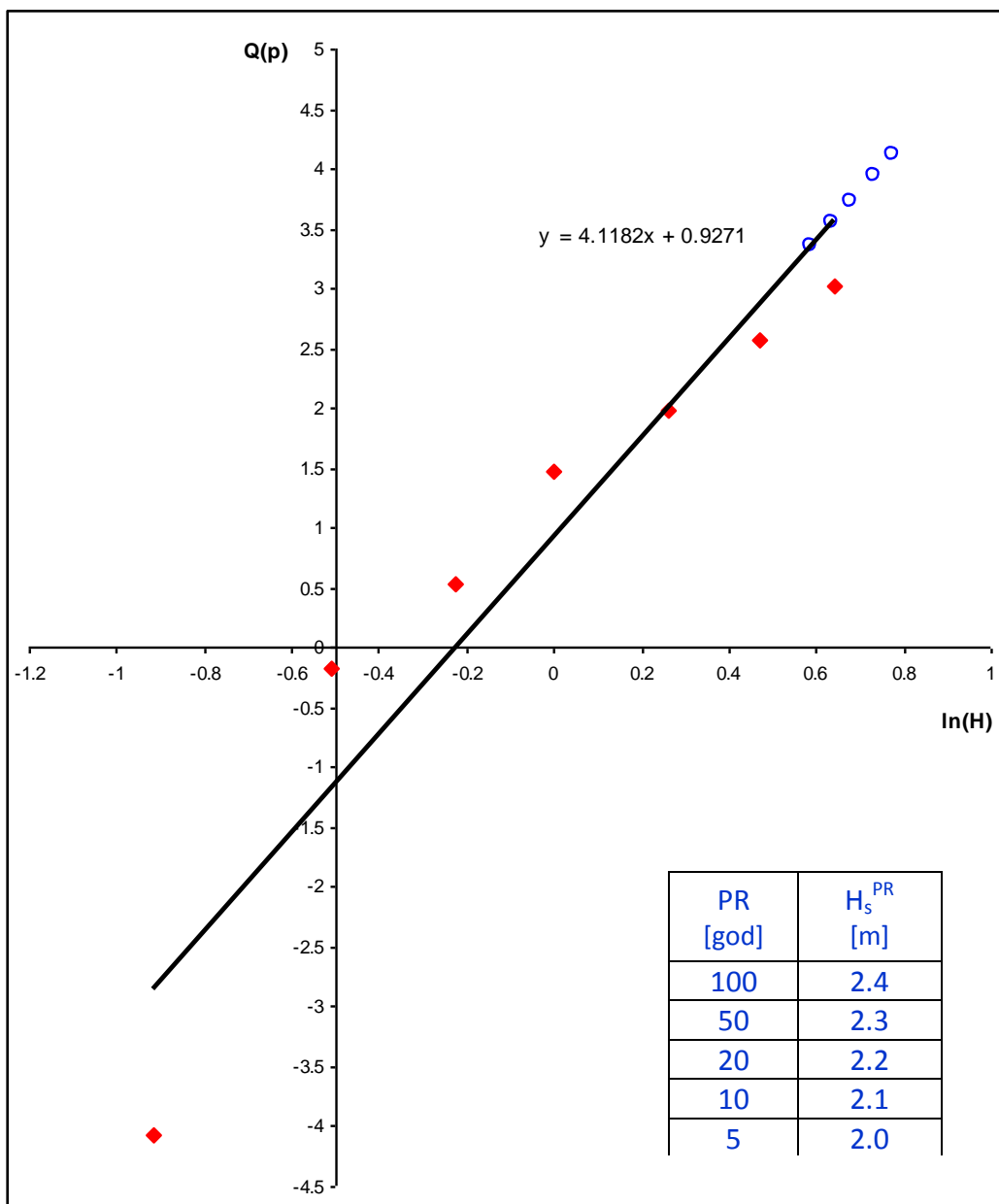
Slika 8. Dugoročna valna prognoza za obalno područje Vodice - istok i djelovanje valova iz sektora I. Model Log-normalna distribucija (crno), uzorak značajnih valnih visina (crveno), ekstrapolirane vrijednosti H_s za povratne periode 5, 10, 20, 50, 100 godina (plavo)



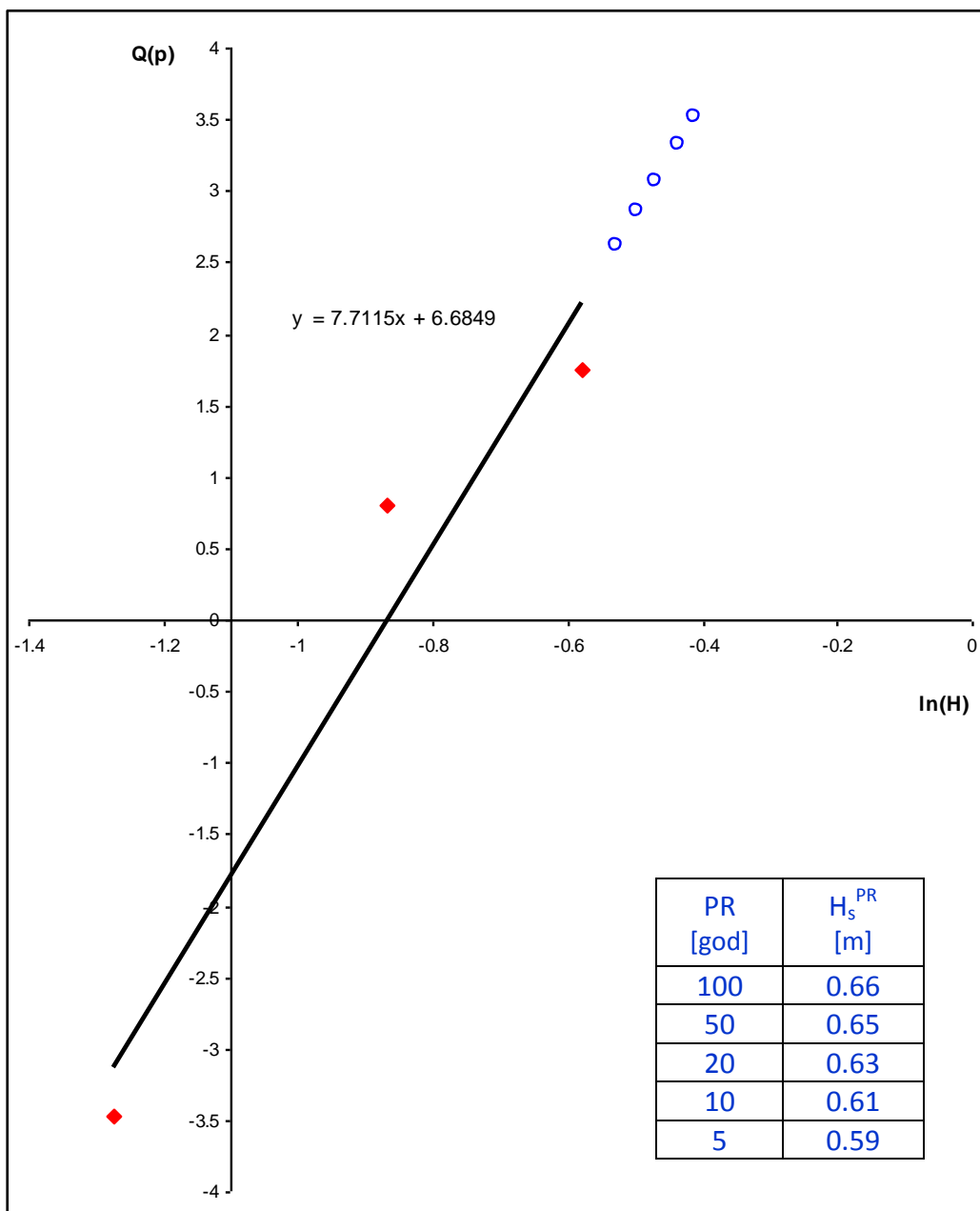
Slika 9. Dugoročna valna prognoza za obalno područje Vodice - istok i djelovanje valova iz sektora II. Model Log-normalna distribucija (crno), uzorak značajnih valnih visina (crveno), ekstrapolirane vrijednosti H_s za povratne periode 5, 10, 20, 50, 100 godina (plavo)



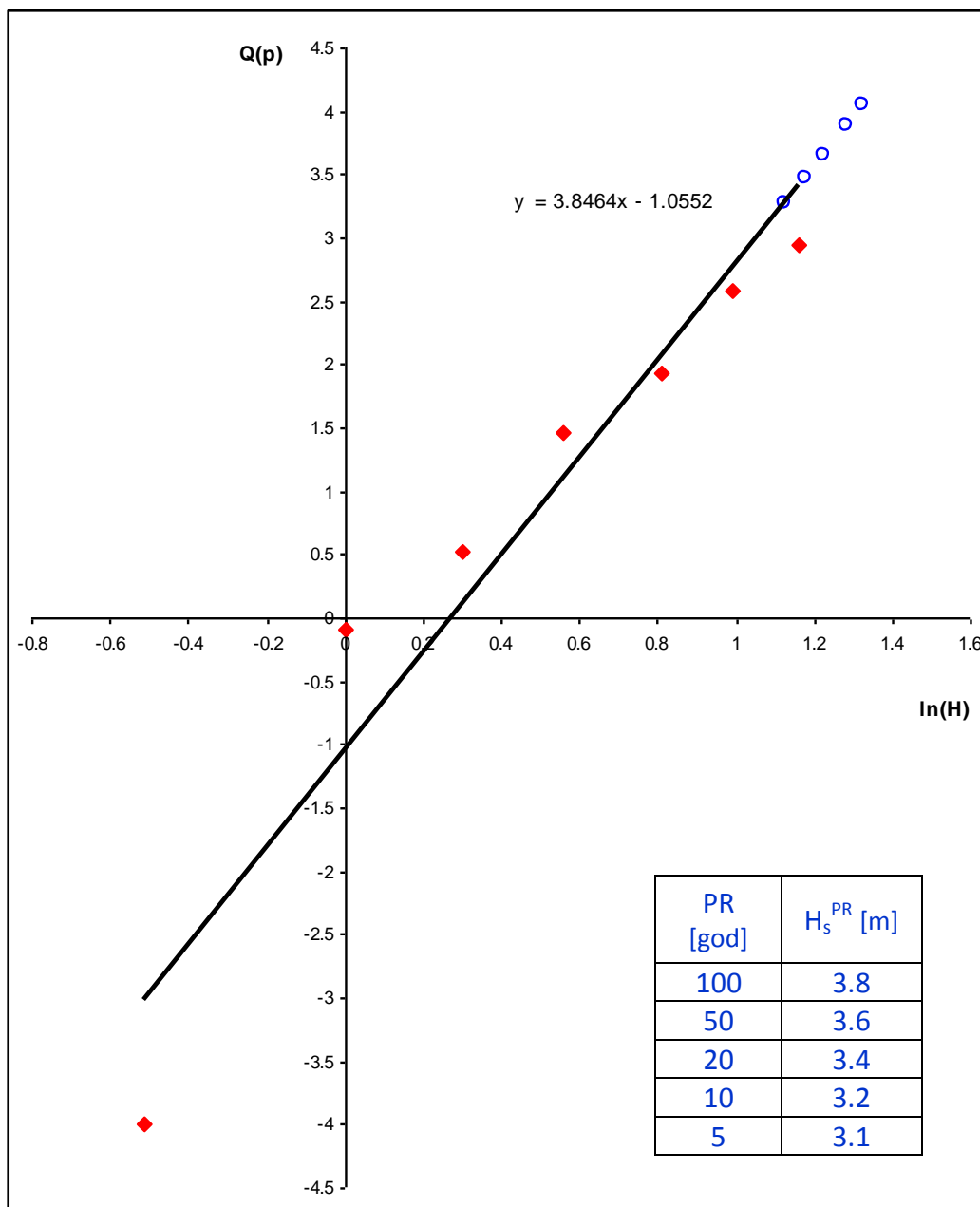
Slika 10. Dugoročna valna prognoza za obalno područje Vodice - istok i djelovanje valova iz sektora III. Model Log-normalna distribucija (crno), uzorak značajnih valnih visina (crveno), ekstrapolirane vrijednosti H_s za povratne periode 5, 10, 20, 50, 100 godina (plavo)



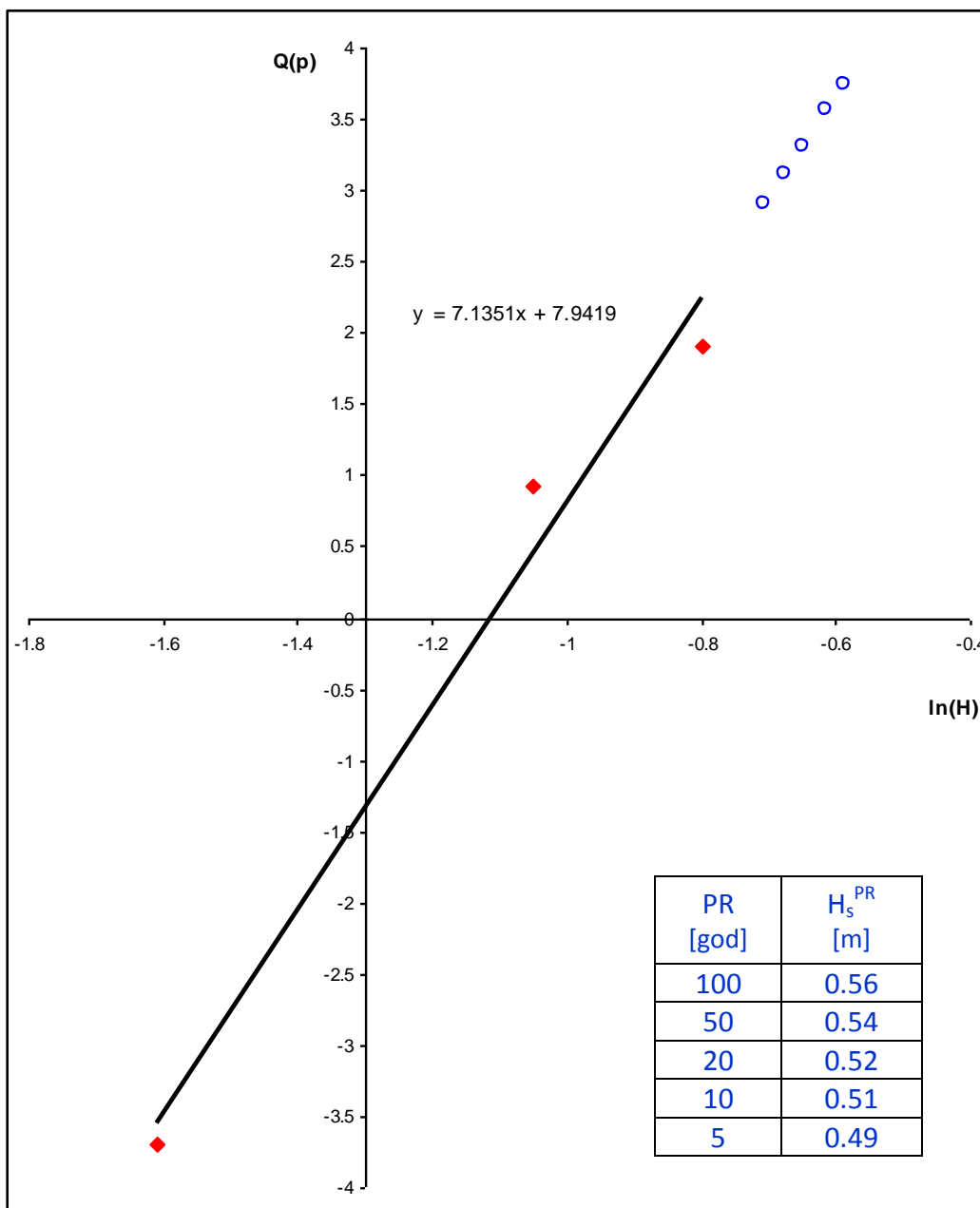
Slika 11. Dugoročna valna prognoza za obalno područje Srima i djelovanje valova iz sektora I. Model Log-normalna distribucija (crno), uzorak značajnih valnih visina (crveno), ekstrapolirane vrijednosti H_s za povratne periode 5, 10, 20, 50, 100 godina (plavo)



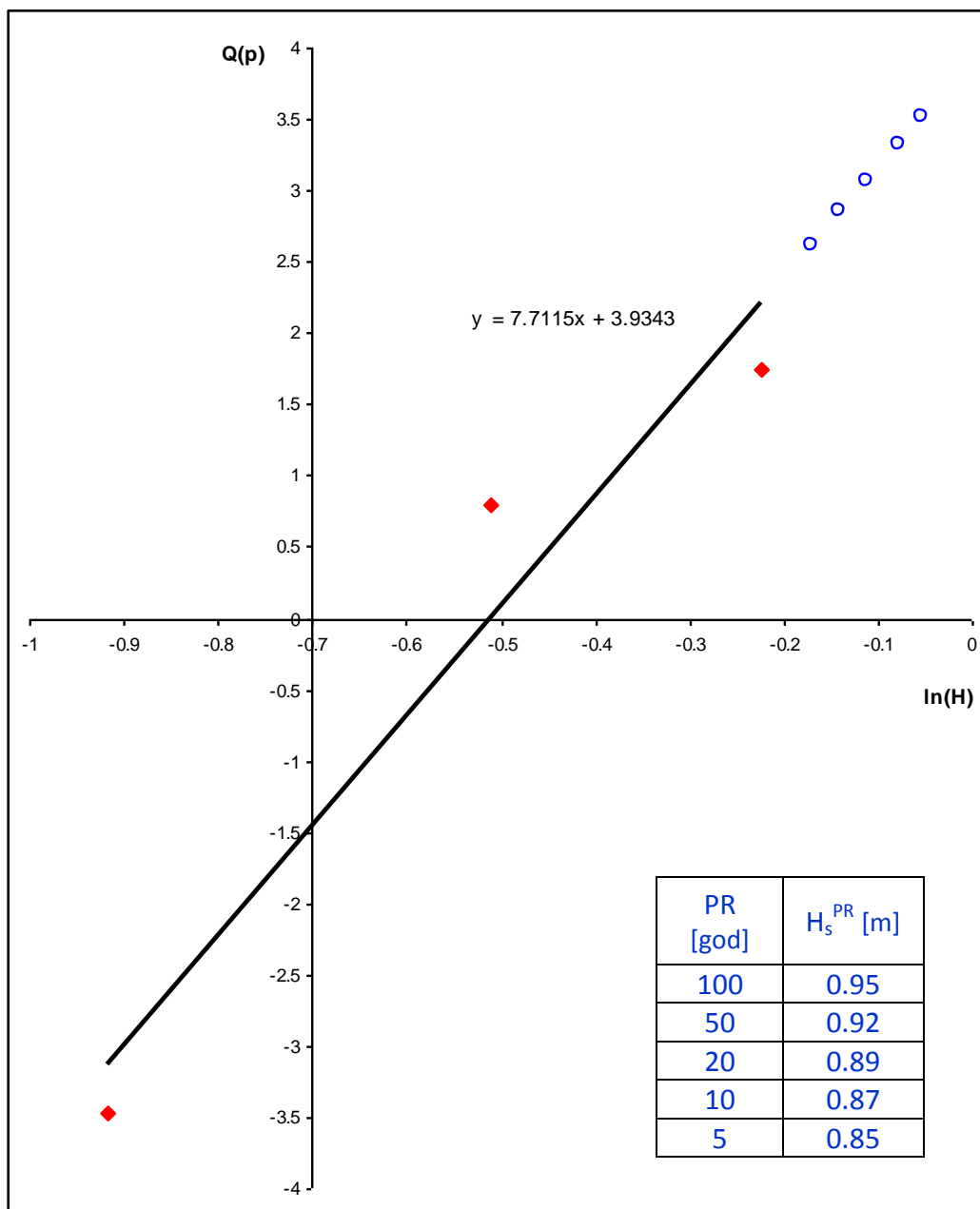
Slika 12. Dugoročna valna prognoza za obalno područje Srima i djelovanje valova iz sektora III. Model Log-normalna distribucija (crno), uzorak značajnih valnih visina (crveno), ekstrapolirane vrijednosti H_s za povratne periode 5, 10, 20, 50, 100 godina (plavo)



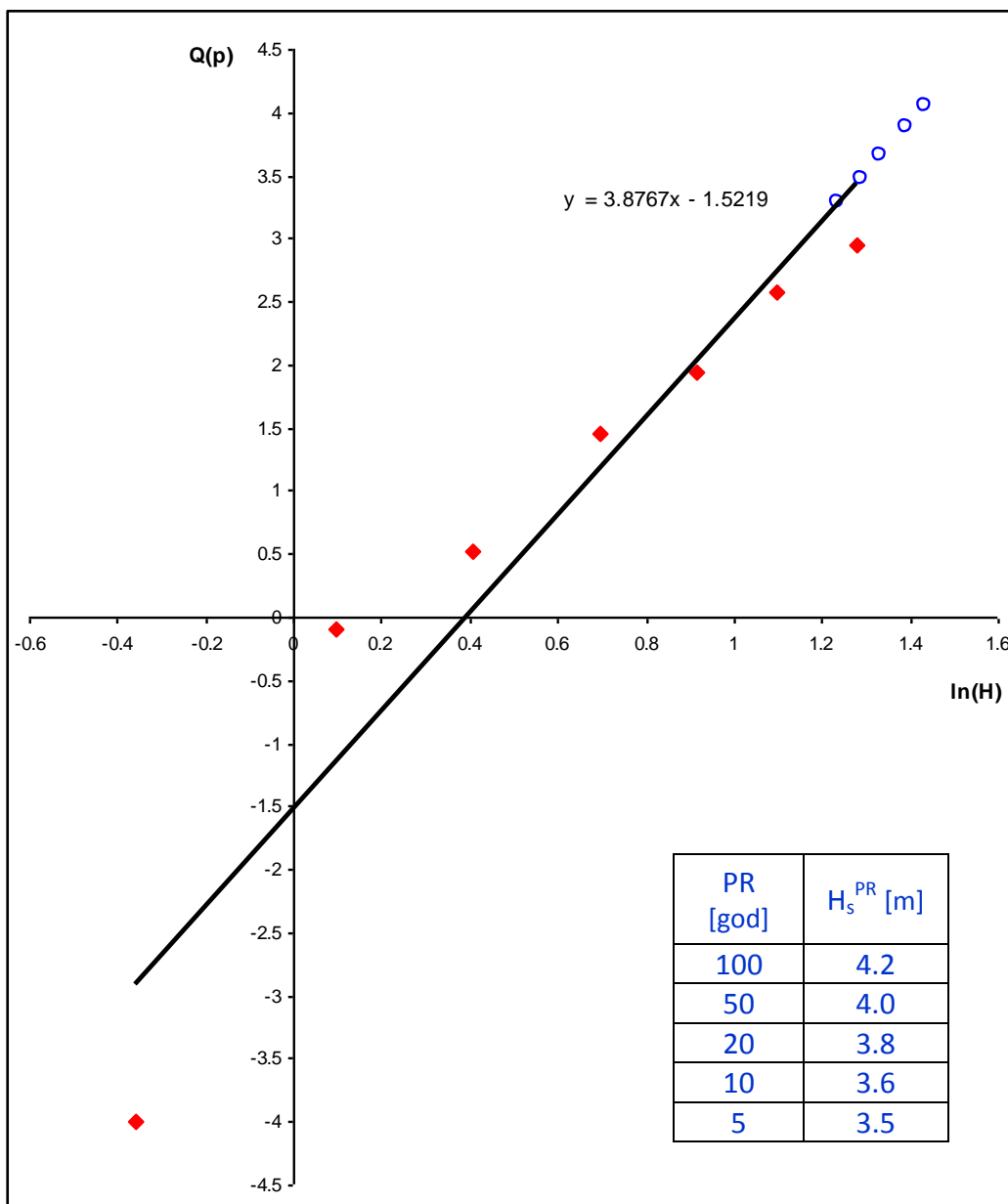
Slika 13. Dugoročna valna prognoza za obalno područje Prvić Šepurina i djelovanje valova iz sektora I. Model Log-normalna distribucija (crno), uzorak značajnih valnih visina (crveno), ekstrapolirane vrijednosti H_s za povratne periode 5, 10, 20, 50, 100 godina (plavo)



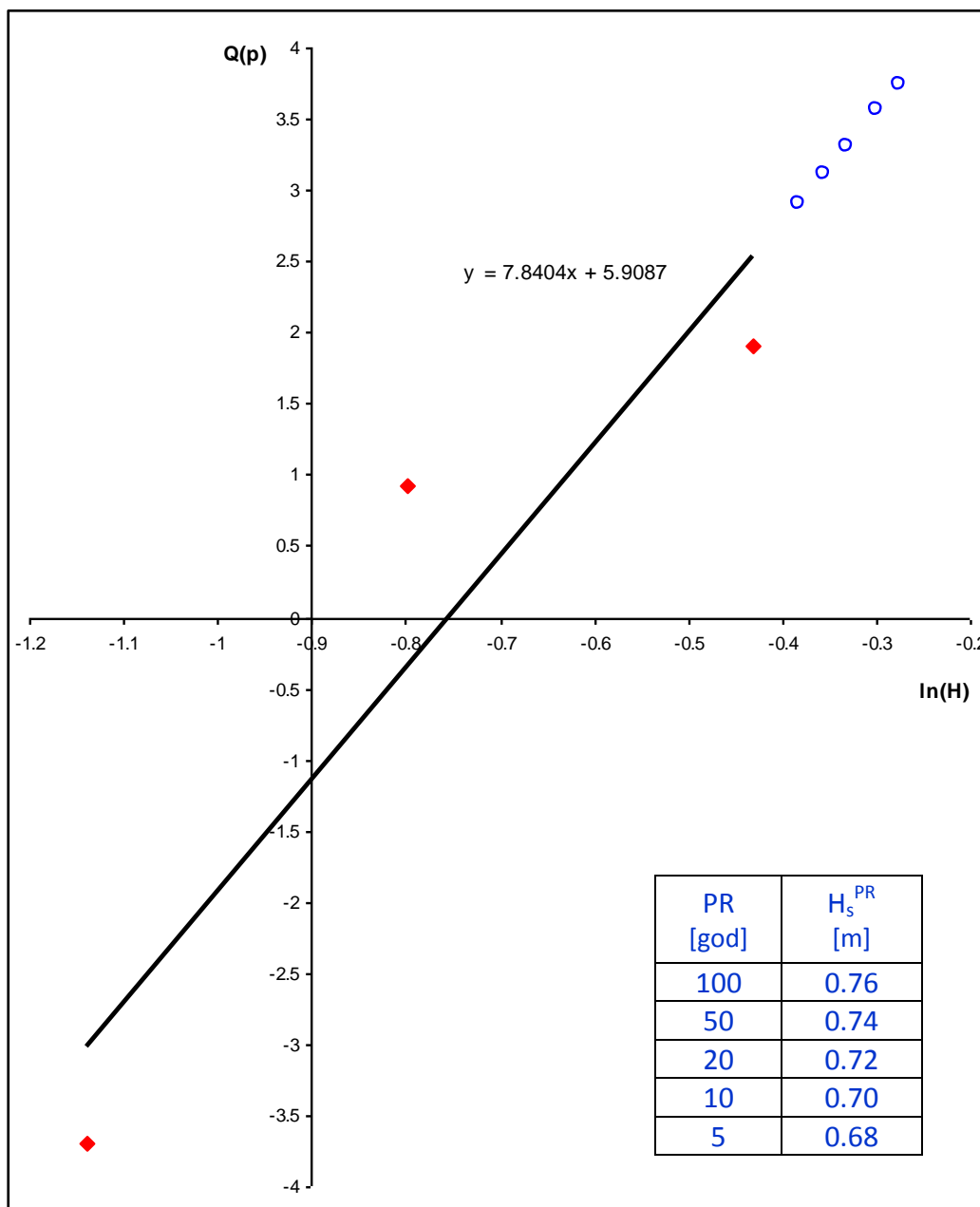
Slika 14. Dugoročna valna prognoza za obalno područje Prvić Šepurina i djelovanje valova iz sektora II. Model Log-normalna distribucija (crno), uzorak značajnih valnih visina (crveno), ekstrapolirane vrijednosti H_s za povratne periode 5, 10, 20, 50, 100 godina (plavo)



Slika 15. Dugoročna valna prognoza za obalno područje Prvić Šepurina i djelovanje valova iz sektora III. Model Log-normalna distribucija (crno), uzorak značajnih valnih visina (crveno), ekstrapolirane vrijednosti H_s za povratne periode 5, 10, 20, 50, 100 godina (plavo)



Slika 16. Dugoročna valna prognoza za obalno područje Prvić Luka i djelovanje valova iz sektora I. Model Log-normalna distribucija (crno), uzorak značajnih valnih visina (crveno), ekstrapolirane vrijednosti H_s za povratne periode 5, 10, 20, 50, 100 godina (plavo)



Slika 17. Dugoročna valna prognoza za obalno područje Prvić Luka i djelovanje valova iz sektora II. Model Log-normalna distribucija (crno), uzorak značajnih valnih visina (crveno), ekstrapolirane vrijednosti H_s za povratne periode 5, 10, 20, 50, 100 godina (plavo)

Sumarni pregled dat je u nastavku (Tablice 10-14) gdje su prezentirane dugoročne ekstremne značajne valne visine (H_s^{PR}) i pripadni vršni valni periodi (T_p^{PR}) po obalnim područjima i pripadnim sektorima za povratna razdoblja od 5 i 100 godina. Prognozirani valni parametri dobiveni su korištenjem modela Log-normalne distribucije (Slike 6-17) za du

Tablica 10. Prognozirani valni parametri (H_s i T_p) za povratno razdoblje od 5 i 100 godina za obalno područje Vodice zapad

VODICE zapad	PR [god]	H_s [m]	T_p [s]
sektor I	100	3.2	6.9
	5	2.6	6.3
sektor III'	100	0.6	2.8
	5	0.5	2.7

Tablica 11. Prognozirani valni parametri (H_s i T_p) za povratno razdoblje od 5 i 100 godina za obalno područje Vodice istok

VODICE istok	PR [god]	H_s [m]	T_p [s]
sektor I'	100	2.4	5.8
	5	2.0	5.4
sektor II	100	0.8	3.4
	5	0.7	3.2
sektor III	100	0.7	3.1
	5	0.6	3.0

Tablica 12. Prognozirani valni parametri (H_s i T_p) za povratno razdoblje od 5 i 100 godina za obalno područje Srima

SRIMA	PR [god]	H_s [m]	T_p [s]
sektor I'	100	2.4	5.8
	5	2.0	5.4
sektor III	100	0.7	3.1
	5	0.6	3.0

Tablica 13. Prognozirani valni parametri (H_s i T_p) za povratno razdoblje od 5 i 100 godina za obalno područje Prvić Šepurina

PRVIĆ ŠEPURINA	PR [god]	H_s [m]	T_p [s]
sektor I	100	3.8	7.6
	5	3.1	7.0
sektor II	100	0.6	2.8
	5	0.5	2.7
sektor III	100	1.0	3.8
	5	0.9	3.7

Tablica 14. Prognozirani valni parametri (H_s i T_p) za povratno razdoblje od 5 i 100 godina za obalno područje Prvić Luka

PRVIĆ LUKA	PR [god]	H_s [m]	T_p [s]
sektor I	100	4.2	8.1

	5	3.5	7.4
sektor II	100	0.8	3.4
	5	0.7	3.2

Prezentirani valni parametri, značajna visina (H_S) i vršni period (T_p), najčešće su veličine kojima se opisuje valno polje odnosno spektar. Značajna valna visina odgovara srednjoj vrijednosti trećine najvećih valova u spektru odnosno odgovara procijenjenoj visini opažatelja (visina „od oka“), dok vršni period odgovara najvećoj razini valne energije u spektru. Poznavanjem valnog spektra može se dati i procjena ekstremnih pojava odnosno očekivana maksimalna valna visina, čija vrijednost se procjenjuje na $H_{max}=1.9*H_S$. Prema tome za područje Vodice-Srima-Prvić pri djelovanju juga s velikim povratnim periodima, valni ekstremi koji se mogu pojaviti su visine od 6 do 8 metara na otvorenom moru kojem je izložena Prvić Luka dok u unutarnjim obalnim vodama očekivani ekstremi su 4 do 6 metara.

Zaključno, vrijednosti valnih parametara s povratnim periodom od 5 godina namijenjeni su oblikovanju plažnih formi, dok valni parametri sa 100-godišnjim povratnim razdobljem će se koristiti za dimenzioniranje zaštitnih pomorskih objekta. Navedene vrijednosti važe za dubokovodno područje ispred obalnih područja odnosno ne mogu se direktno koristiti za procjenu utjecaja na obalu ili za oblikovanje i dimenzioniranje pomorskih objekata. Potrebno je valno polje propagirati do obalne linije odnosno lokacije objekata, vodeći računa o svim disipativnim efektima (poput refrakcije, refleksije, difrakcije itd.). Za propagaciju vala do obale mogu se koristiti odgovarajuće inženjerske tehnike no ipak za ozbiljnije analize svakako je uputno upotrijebiti odgovarajući numerički model.

5 LITERATURA

- [1] Coles, S.G.: An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values. New York. Springer. 2001.
 - [2] Državni hidrometeorološki zavod Republike Hrvatske: Vjetrovna klima za razdoblje 1971–2012. Zagreb 2013.
 - [3] Petrov V., Guedes Soares C., Gotovac H.: Prediction of extreme significant wave heights using maximum entropy. Coastal Engineering 74 (2013) pp. 1-10
 - [4] Petrov V., Guedes Soares C.: The effect of wave directionality on extreme significant wave height predictions. Proceedings of the SORTA conference. Zagreb 2012
 - [5] Petrov V., Guedes Soares C., Gotovac H.: Maximum entropy modelling of extreme significant wave heights on Portuguese coast. Proceedings of the MARTECH conference. Lisbon 2011
 - [6] Poje D., Hrabak-Tumpa G.: Vrlo jaki i olujni vjetrovi na Jadranu. Acta Adriatica 23 (1982) pp. 11-22
 - [7] Reeve D., Chadwick A.J., Fleming C.A.: Coastal Engineering: Process, Theory and Design Practice. New York. Springer. 2004.
 - [8] Scotto, M. G. and Guedes Soares, C.: Bayesian Inference for Long-Term Prediction of Significant Wave Height. Coastal Engineering. 54 (2007) 5 pp. 393-400.
 - [9] Pršić M., Smirčić A., Leder N.: Adriatic High Sea State Characteristics. Proceedings of the MEDCOAST Conference Wind and Wave Climate. Antalya 1999
 - [10] Tabain T.: Vjetrovni valovi na Jadranu. Pomorska enciklopedija. JLZ. Zagreb 1972. - 1989.
 - [11] WMO: Guide to Wave Analysis and Forecasting. WMO-No.702. Geneva: World Meteorological Organization, 1998.
-

SADRŽAJ

1	UVOD	1
2	MJERNI PODACI O VJETRU	2
3	KRATKOROČNA VALNA PROGNOZA	5
3.1	Privjetrište	6
3.2	Uzorak valova	9
4	DUGOROČNA VALNA PROGNOZA	11
5	LITERATURA.....	27

}

UVOD*Privjetrište***Privjetrište**