

Projekt umjetnog žala u TN Borik, Poreč

Licul Sošić, Biljana

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:915223>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-31**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET U RIJECI

Biljana Licul Sošić

Projekt umjetnog žala u TN Borik, Poreč

Diplomski rad

Rijeka, 2019. Godina

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET U RIJECI**

**Specijalistički diplomski stručni studij
Graditeljstvo u turizmu i komunalni sustavi
Gradnja marina i obala**

**Biljana Licul Sošić
JMBAG: 1104010275**

Projekt umjetnog žala u TN Borik, Poreč

Diplomski rad

Rijeka, 2019. godina

IZJAVA

Diplomski rad izradila sam samostalno, u suradnji s mentorom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.

Biljana Licul Sošić

U Rijeci, 01.07.2019.

SAŽETAK

Za zadanu lokaciju u TN Borik u Poreču razrađeno je projektno rješenje za izradu umjetnog pješčanog žala. Projekt sadrži opis lokacije, metodologiju proračuna i dimenzioniranje zaštitnog pera i praga te granulometrije žala. Izvršen je pomorsko hidraulički proračun sa prikazanim iskazom masa te je grafički obrađena situacija te poprečni presjeci.

Ključne riječi: TN Borik, umjetni žal, zaštitno pero, zaštitni prag, pješčana plaža

ABSTRACT

For the given site in Borik, Poreč a project solution has been elaborated for artificial sand beach. The project contains location description, the methodology of calculation and dimensioning of the groin and underwater protection threshold and the beach granulometry. Naval hydraulic calculations were carried out with shown mass evidence, and the situation and cross sections were graphically processed.

Key words: Borik, artificial beach, protective groins, protective trashold, sand beach

Sadržaj

1.	UVOD.....	7
1.1	Postojeće stanje.....	14
1.2	Projektirano stanje.....	15
1.3	Prirodna osnova.....	16
1.4	Morski valovi.....	16
1.5	Osnovna terminologija.....	25
2	METODOLOGIJA PRORAČUNA	38
2.1	Dimenzioniranje pera umjetnog žala.....	38
2.2	Dimenzioniranje zaštitnog praga žala.....	42
2.3	Dimenzioniranje nagiba i granulometrije žala	43
3	POMORSKO HIDRAULIČKI PRORAČUN	44
3.1	Zaklonjenost uvala	44
3.2	Proračun pera umjetnog žala.....	45
3.3	Proračun zaštitnog praga žala.....	47
3.4	Proračun granulometrije žala	48
4	PROJEKTNO RJEŠENJE UMJETNOG ŽALA.....	50
4.1	Tekstualni dio.....	50
4.2	Situacija	51
4.3	Karakteristični presjek pera	52
4.4	Karakteristični presjek žala i podmorskog praga	52
4.5	Troškovnik.....	53
5	ISKAZ MASA.....	59
6	ZAKLJUČAK.....	61
7	LITERATURA.....	62
8	GRAFIČKI PRILOZI	63

POPIS SLIKA

Slika 1. Područje Tn Borik (Google Maps)	11
Slika 2. Pješčana plaža na otoku Sv. Nikola (google.com)	12
Slika 3. Plaža Marea (google.com).....	13
Slika 4. Postojeće stanje plaže (IG arhiva)	14
Slika 5. Situacija projektiranog stanja (IG arhiva).....	15
Slika 6. Godišnja ruža vjetrova Rovinj (V. Andočec,G. Lončar, 2008).....	17
Slika 7. Godišnja ruža vjetrova za Celeg-Novigrad (V. Andočec,G. Lončar, 2008).....	17
Slika 8. Podjela kuta izloženosti na sektore (V. Andočec,G. Lončar, 2008).....	18
Slika 9. Grafički prikaz centralne zrake kroz smjer SW te zrake sa korakom rotacije $\pm 6^\circ$ od centralne zrake (V. Andočec,G. Lončar, 2008)	19
Slika 10. Grafički prikaz centralne zrake kroz smjer W te zrake sa korakom rotacije $\pm 6^\circ$ od centralne zrake (V. Andočec,G. Lončar, 2008)	19
Slika 11. Grafički prikaz centralne zrake kroz smjer NW te zrake sa korakom rotacije $\pm 6^\circ$ od centralne zrake (V. Andočec,G. Lončar, 2008)	20
Slika 12. Grafički prikaz značajnih valnih visine H_s -PP za analizirane povratne perioda PP [god] po sektorima(G.Lončar, 2017)	22
Slika 13. Karakteristične morske razine u Puli (V.Andročec, G.Lončar, 2008)	24
Slika 14. Plaža i profil (berma) nasipavanja (Dean, 2002)	26
Slika 15. Tlocrt koji prikazuje gubitke širenjem i pomicanjem pijeska s kopna za uravnoteženje profila (Dean, 2002).....	27
Slika 16. Nacrt uzdizanja koji prikazuje originalan profil, početno postavljeni profil i prilagođeni profil koji nastaje kao rezultat nasipavanjem grubljim i finijim pijeskom (Dean, 2002).....	28
Slika 17. Varijacija parametra profila plaže ,A, sa veličinom sedimenta, D, i brzinom pada, W (Dean, 1987).....	30
Slika 18. Izjednačeni profil plaže za zrna veličine 0,3 mm i 0,6 mm $A(D=0,3)=0,125 m^{1/3}$, $A(D=0,89)=0,20 m^{1/3}$ (Dean, 2002)	31
Slika 19. Faktori, F, povezuju poprečne površine sa produktom dimenzije opisanog pravokutnika. (Dean, 2002)	31
Slika 20. Skica definicije ujednačenosti profila plaže predložen od Inman (1993)	33
Slika 21. Izravnavanje profila na Perdido Key, Florida (Dean, 2002).....	34
Slika 22. Procijene dubina zatvaranja, h^* , oko poluotoka Florida (Dean & Grant, 1989)...	35
Slika 23. Skica za valove i orijentaciju obale (Dean, 2002)	37
Slika 24. Karakteristični presjek pera.....	39
Slika 25. Karakteristični presjek zaštitnog praga (Grahovac,Krvavica,Ružić, 2018)	42
Slika 26. Općeniti prikaz lica plaže	43
Slika 27. Zaklonjenost uvale	44
Slika 28. Numerička simulacija užeg područja, postojeće stanje (I.Ružić,2019)	45
Slika 29. Iscrtani nagib prema podacima iz tablice 9.....	49
Slika 30. Karakteristični presjek umjetnog žala	49
Slika 31. Situacija novo projektiranog stanja.....	51
Slika 32. Karakteristični presjek zaštitnog pera	52

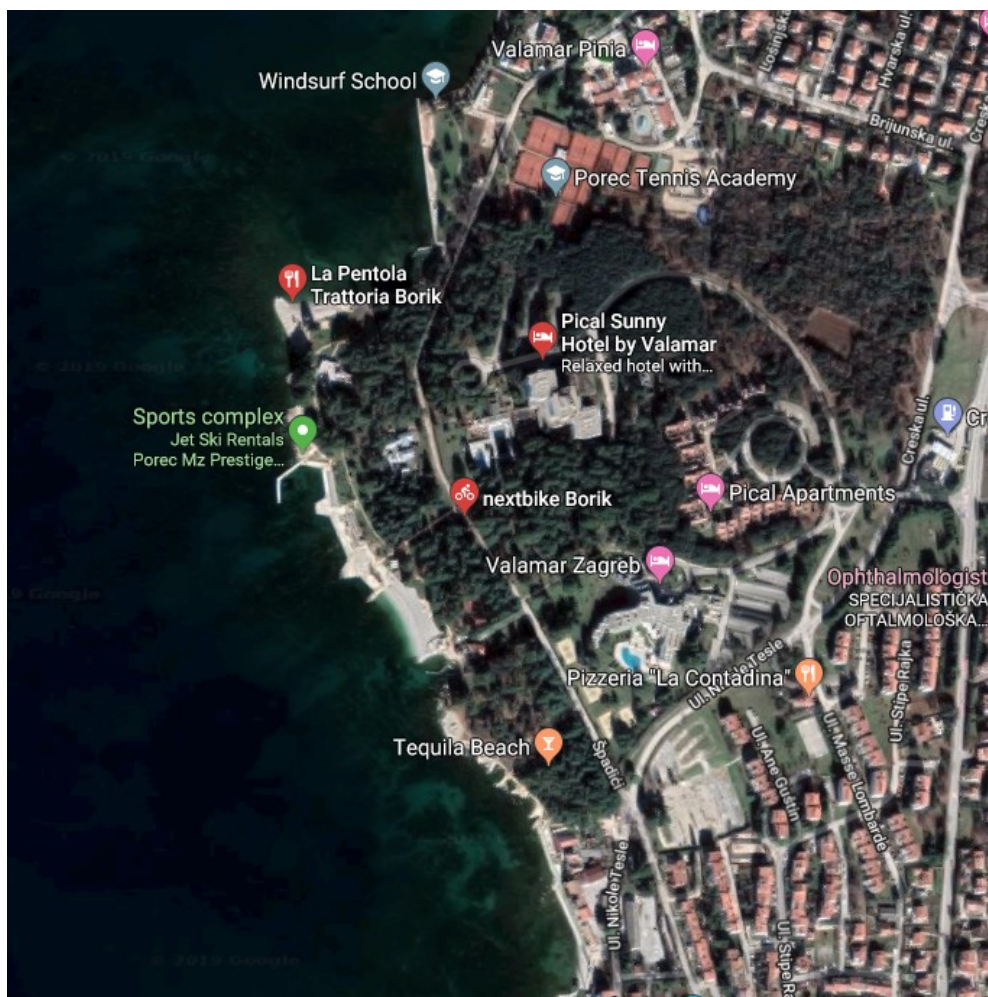
Slika 33. Karakteristični presjek plaže	52
Slika 34. Karakteristični presjek podmorskog praga	52

POPIS TABELA

<i>Tabela 1. Usvojene vrijednosti efektivnih duljina privjetrišta za sektore I , II i III (V. Andočec, G. Lončar, 2008).....</i>	<i>20</i>
<i>Tabela 2. Značajne valne visine HS-PP povratnih perioda PP [god] po sektorima, i maksimalne valne visine HmaxPP povratnih perioda PP [god] po sektorima (Hmax = 1,8 *HS) (G.Lončar, 2017).....</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 3. Značajne valne visine HS-PP povratnih perioda PP [god] po sektorima, i značajni periodi TS povratnih perioda PP [god] po sektorima (G.Lončar, 2017).....</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 4. Usvojene značajne valne visine H_s i vršni valni periodi T_p za dubokovodnu točku na rubu akvatorija predmetnog zahvata (rubni uvjeti za model valnih deformacija) (G.Lončar, 2017)</i>	<i>22</i>
<i>Tabela 5. Karakteristične morske razine u Puli (V.Andročec, G.Lončar, 2008).....</i>	<i>23</i>
<i>Tabela 6. Sažetak preporučenih A vrijednosti (Dean, 2002)</i>	<i>32</i>
<i>Tabela 7. Eksperimentalni koeficijent obloge KD=0 za proračun težine bloka GA stabilne primarne obloge po Hudsonovoj formuli nepreljevnih nasipanih lukobrana po kriteriju da nema oštećenja (Skripta 2018).....</i>	<i>40</i>
<i>Tabela 8. Koeficijent sloja, broj elemenata i porozitet za različite vrste elemenata pokrovnog sloja (Hudson, 1974; Carvel & Davidson, 1983)</i>	<i>41</i>
<i>Tabela 9. Kriteriji zaklonjenosti uvale plaže (Bowman 2009).....</i>	<i>44</i>
<i>Tabela 10. Odnos dubine mora (z) i udaljenosti od obale (y) ovisno o promjeru zrna (D) i parametra (A)</i>	<i>48</i>
<i>Tabela 11. Iskaz masa za zaštitna pera</i>	<i>59</i>
<i>Tabela 12. Iskaz masa za pješčano žalo</i>	<i>59</i>
<i>Tabela 13. Iskaz masa za podvodni zaštitni prag</i>	<i>60</i>

1. UVOD

Predmet ovog diplomskog rada je uređenje plaže u turističkom naselju Borik u Poreču. Nalazi se sjeverno od centra grada Poreča, između naselja Peškera i Špadići. Na slici 1 prikazano je područje TN Borik. Potreba za ovakvim projektom nastala je u sklopu rekonstrukcije i nadogradnje Hotela Pical koji se nalazi iznad same plaže. Hotel zajedno sa infrastrukturom, pratećim sadržajima te plažama kreće sa izvođenjem na jesen 2019 te je planirana gradnja 18 mjeseci. Hotel je planiran u tri dijela – centralni dio sa javnim i gospodarskim prostorima i sobama, „V level“ krilom (luksuzne sobe sa 5 zvjezdica) te „Family“ krilom (sobe prilagođene obiteljima sa djecom). Prema konceptu samog hotela, isto su zamišljeni i vanjski sadržaji i obalni pojas. Tako postoji šljunčana „family“ plaža namijenjena obiteljima sa djecom, sa šljunkovitom obalom, „Active“ plaža sa raznim zabavnim aktivnostima u moru i na obali, zatim Sport plaža sa raznim sportskim sadržajem (rentanje pedalina, sup-ova, vaterpolo, itd.), „relax“ plaža koja je osmišljena za opuštanje te „family“ pješčana plaža.



Slika 1. Područje Tn Borik (Google Maps)

Postojeća plaža je ukupne površine 3400 m² od čega 2500 m² čine betonski platoi obloženi kamenom škrilom koji su već dotrajali. Na zapadnom dijelu plaže je postojeća

školjera koja štiti šljunčanu plažu površine 840 m². Upravo je ta školjera bila vodilja kod projektiranja idejnog rješenja. Ta se školjera produžuje te se dodaje još jedna na istočnoj strani plaže kako bi se stvorila zaštićena uvala. Novim projektom dobiva se oko 9105 m² pješčane plaže što će zadovoljiti kapacitete koji zadovoljavaju i lokalno stanovništvo i goste naselja. Ovakva umjetna plaža sigurno će zahtijevati redovito održavanje, čega je investitor i svjestan, od dnevnog izravnavanja dina koje će valovi stvarati i do periodičnih dohrana pijeska. Prilikom jačih vjetrova i većih valova na dijelovima će sigurno doći do ispiranja i prenošenja pijeska sa žala, te je stoga projektiran i podmorski prag koji će dijelom zadržavati odneseni pijesak u akvatoriju plaže.

Plaža koja se detaljnije obrađuje u ovom diplomskom je pješčana „Family“ plaža koja je i zamišljena kao pješčana upravo radi djece. Kroz par zadnjih godina za istog investitora projektirale su se i izvele tri pješčane plaže, jedna na Otoku Sveti Nikola, nedaleko od Poreča, druga na Girandelli u Rapcu te jedna ispod hotela Marea nedaleko od same predmetne lokacije. Upravo su te plaže bile „proba“ i priprema za izvođenje predmetne plaže ispod hotela Pical.

Prva pješčana plaža koja je izvedena je plaža na otoku Sv. Nikola u Poreču (slika 2.), izvedena je 2016 godine. Prednost ove lokacije je da je sa istočne strane zaštićena sa postojećim lukobranom. Sa južne strane izvela se lučna školjera. Odmah u prvoj sezoni plaža se pokazala odličnom za kupače. Kota krune školjere je smanjena u odnosu na proračun, sa očekivanim prelijevanjem kako nebi zaklanjala pogled sa plaže. Radi toga je i bilo očekivano da će se dio pijeska isprati (kao što se na slici 2. vidi u desnom kutu školjere) te da će biti potrebna nadohrana prije svake sezone i po potrebi ljeti nakon nevremena. Isto tako održavanje plaže zahtjeva i svakodnevno ravnanje kao i čišćenje eventualnog nanosa morske trave i sličnog.



Slika 2. Pješčana plaža na otoku Sv. Nikola (google.com)

Slijedeći primjer je plaža Marea (slika 3.) koja je možda i najbolji primjer pošto se nalazi svega petstotinjak metara sjevernije od predmetne plaže i izgledom podsjeća na projektiranu plažu u TN Borik, samo dosta manju u dimenzijama. Prilikom izvedbe ovakvih plaža treba obratiti pozornost na odabir blokova i slaganje istih. Kao i na primjeru plaže na Otoku Sv.Nikola, i na plaži Marea bilo je jasno da će se prije svake sezone redovitim održavanjem morati nasipati i dohraniti dio pijeska kojeg more odnese. Na primjeru plaže u Rapcu na Girandelli, koja je kao lokacija izrazito izložena vjetrovima buri i jugu, predloženo je da se pijesak makne sa plaže i skladišti na odgovarajućem odlagalištu kako bi se prije sezone opet vratio na plažu uz potrebnu nadohranu. Nakon par godina korištenja, investitor je zaključio da su takve plaže vrijedne ulaganja u održavanje i da je to proizvod kojeg definitivno žele imati u ponudi. Stoga se nastavilo investirati i projektirati slične plaže.



Slika 3. Plaža Marea (google.com)

1.1 Postojeće stanje

Porečka obala sama po sebi nije povoljna za kupanje i boravak kupača te je na veći dio obale potrebno intervenirati kako bi se dobio sunčališni prostor i kako bi se korisnicima omogućio ljepši ulazak u more. Podmorje je na lokaciji stjenovito i visinski nejednako tj. šljunkovito dno iz kojeg izlaze pojedine stijene špicastog oblika. Na zapadnoj obali Istre more je plitko, pa se mora dosta hodati po plićaku kako bi se došlo do dubine gdje može zaplivati stoga je puno ugodnije hodati po šljunku ili pijesku nego po stijenama. Zato se prilikom projektiranja velika pažnja pridodaje i ulazima u more. Na slici 4. prikazano je postojeće stanje plaže.

Ukupna dužina postojeće plaže je oko 210 m, površine oko 3200 m². Na zapadnom dijelu lokacije nalazi se mala šljunčana plaža zaštićena kamenim blokovima. Kote terena na tom dijelu ne prelaze +1,20 m.n.m. Pozadina šljunčane plaže je betonski plato opločen kamenim škrilama u dvije razine od kojih je niža na koti +1,20 m.n.m. a viša na koti +1,40 m.n.m. U srednjem dijelu lokacije su betonski platoi opločeni škrilama u više nivoa, od kojih je najniži na koti +0,60 m.n.m. a najviši na koti cca +1,50 m.n.m. Na istočnom dijelu plaže nalazi se mala pješčana uvala koja ujedno služi i kao slip za unos pedalina, skutera i sličnog u more (slika 4.). Na kraju lokacije je betonski molo dužine oko 41 m na koti +1,30 m.n.m. U nastavku predmetne lokacije nalazi se betonski obalni zid i šetnica na koti +1,60 m.n.m. Cijeli je potez omeđen kamenim zidom koji se zadržava kao granica plaže. Za potrebe projekta potrebno je porušiti sve betonske platoe kao i betonski mol kako bi se dobilo čim veće područje za izvedbu nove plaže. Podmorje je dosta plitko te je dijelom muljevito sa mjestimičnim stijenama koje vire te su opasne za plivače i naročito djecu kojima je buduća plaža namijenjena. Radi toga će za potrebe nove plaže biti neophodno odstraniti mulj kao i izvršiti strojni iskop dijelova stijena koje smetaju.



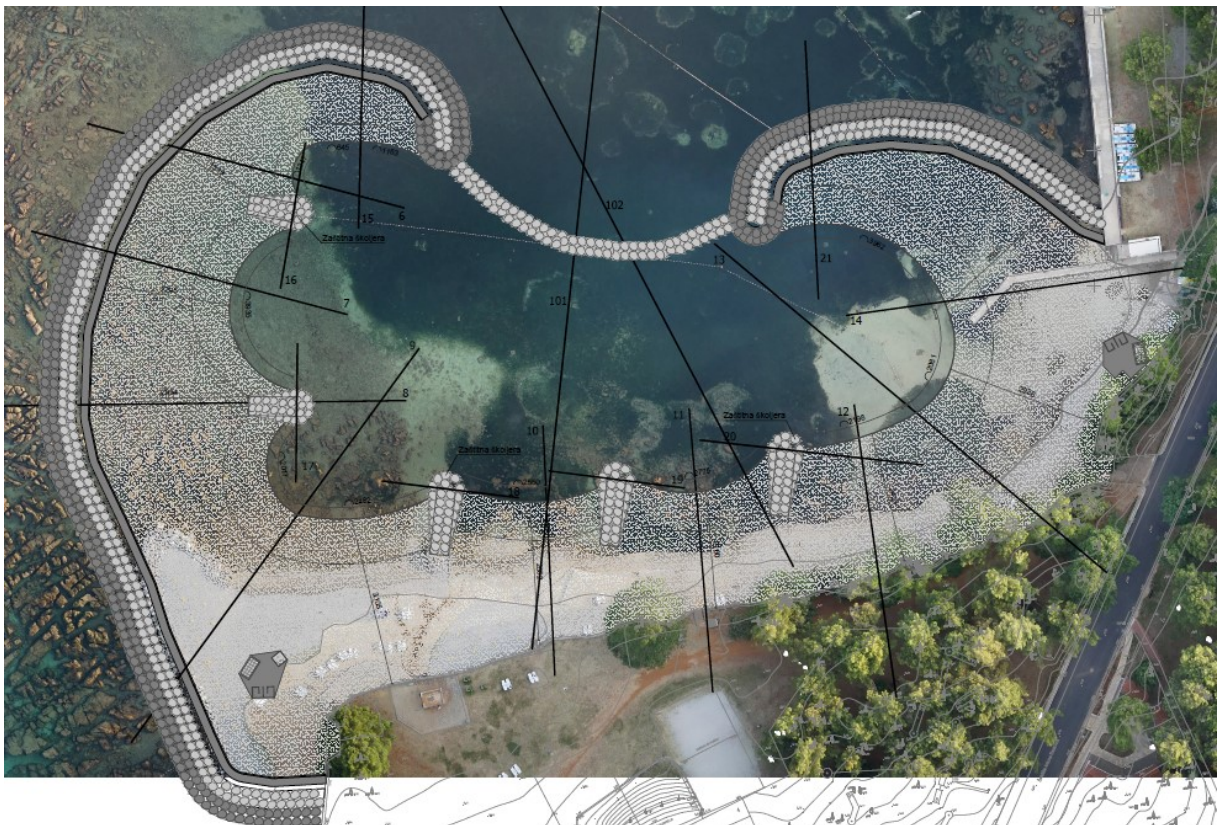
Slika 4. Postojeće stanje plaže (IG arhiva)

Prilikom udara garbina - vjetar koji puše sa jugozapada te je najznačajniji vjetar na ovom području dolazi do prelijevanja preko školjere i odnošenja šljunka u dublji dio akvatorija. Isto tako kod većih valova dolazi do zapljuskivanja betonskih platoa što je lako uočiti po algama koje se onda stvaraju na tim mjestima. Tada opločenje kamenom škriplom postaje sklizavo i predstavlja opasnost kupcima. Na slici 4. vidljivo je i da valovi na obalu nanose morsku travu koja će se ubuduće redovitim održavanjem morati otklanjati.

1.2 Projektirano stanje

Kao projektno rješenje zamišljena su dva velika vanjska pera spojena podvodnim zaštitnim pragom te pet manjih, unutarnjih pera koja bi štitila pojedine plaže (slika 5.) Zahtjev investitora bio je čim veća sunčališna površina kako bi se zadovoljio broj ležaljki koji je predviđen na tom dijelu. Na osnovu toga zamišljena je obalna linija koju bi trebalo postići. Kako bi se plaža dovela do zamišljene visinske kote, zamišljen presjek plaže sastoji se od općeg kamenog nasipa te 30 cm oblutka i 50 cm pijeska. Postavljanje oblutka ispod pijeska pokazalo se dobrim rješenjem na prijašnje izvedenim plažama jer na dijelovima, na kojima ipak dođe do erozije pijeska, ostane sloj šljunka do nadohrane plaže.

Održavanje i nadohrana ovakve plaže jako je bitna, te će se nakon većih nevremena sigurno morati izravnavati ili nadohraniti dodatnim pijeskom.



Slika 5. Situacija projektiranog stanja (IG arhiva)

1.3 Prirodna osnova

Poreč je smješten na Istarskom poluotoku, na zapadnoj obali, između naselja Funtana sa južne strane i Červar sa sjeverne strane. Predmetna lokacija nalazi se u turističkom naselju Borik, na rtu Pical između naselja Špadići i Peškera. Zapadna obala Istre je plića i razvedenija, sa puno malih otočića i hridi.

Obala Istre ima mediteransku klimu što vrijedi i za Poreč. To znači da su zime dosta blage a ljeta bez prevelikih sparina. Najtopliji mjesec je kolovoz sa prosječnom temperaturom 30°C, dok je najhladniji mjesec siječanj sa ugodnih 5°C. Najznačajniji vjetar je garbin koji puše sa jugo-zapada. Bura puše sa sjevera i u zimskom periodu donosi hladan zrak i sunčano vrijeme dok jugo koje dolazi s mora donosi kišu i toplije vrijeme. Ljeti se tu javlja i maestral koji svakodnevno u određeno doba dana puše s mora.

Za potrebe ovog projekta nije rađena batimetrija morskog pojasa već se područje snimilo dronom te su njime dobivene visinske kote. Kako se pokazalo u upotrebi, snimanje dronom ima odstupanja od stvarnih dubina radi refleksija vode, pa su za potrebe ovog rada podaci izmjereni dronom korigirani te su tako dobiveni profili. Na predmetnoj lokaciji priobalno područje je plitko te je najveća dubina akvatorija 2,8m koja je uzeta kao projektna vrijednost kod proračuna.

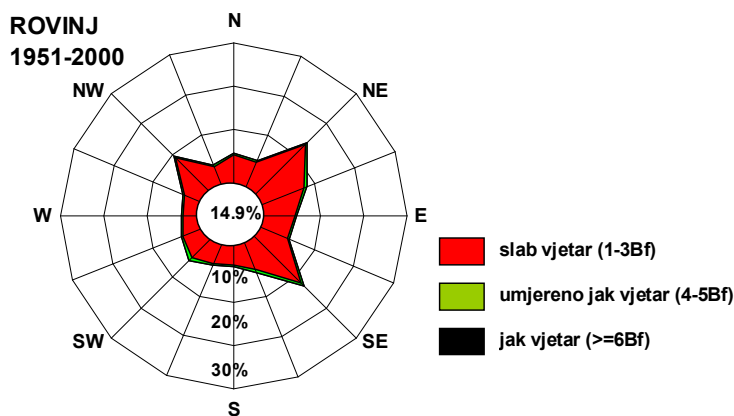
1.4 Morski valovi

U svrhu projekta korištene su „Studija vjetrovalnih karakteristika akvatorija Grada Poreča” i „Numerička modelska istraživanja valnih deformacija i pronosa nasipnog zrna za plaže hotela Pical” iz kojih su preuzeti podaci.

Za analizu vjetra za promatranu lokaciju grada Poreča korišteni su podaci s klimatoloških postaja Rovinj i Novigrad - Celeg. Za klimatološku postaju Rovinj grad dani su podaci iz razdoblja 1951. - 2000. koji uključuju vizualna opažanja jačine vjetra u Bf, u klimatološkim terminima 7h, 14h i 21h kao i za klimatološku postaju Novigrad – Celeg s podacima iz razdoblja 1983. – 1997.

Klimatološka postaja Rovinj u razdoblju 1951. - 2000.

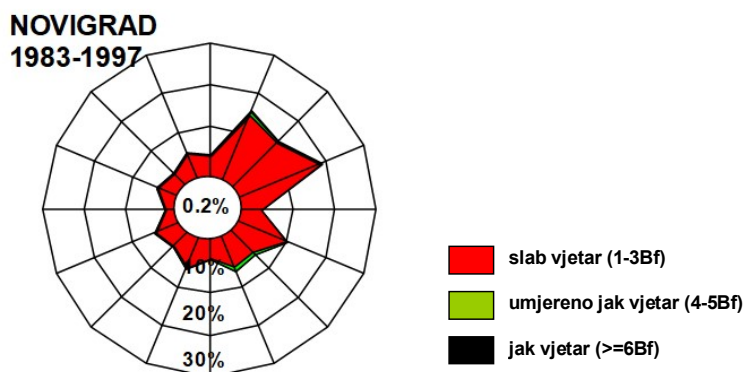
Prosječna godina na klimatološkoj postaji Rovinj (slika 6.) karakterizirana je s najučestalijim vjetrovima bura NE 14,2% i jugo SE 12,8%. Promatra li se u prosječnoj godini jačina vjetra neovisno o smjeru može se konstatirati da prevladava povjetarac-slab vjetar (1-3Bf) s 76,7%-tnom učestalošću. Umjereno jak vjetar (4-5Bf) ima učestalost 6,8%, a jak i više od njega (≥6Bf) 0,4%. Jak vjetar (≥6Bf) najčešće je jugo ili bura. Tišine je 14,9%.



Slika 6. Godišnja ruža vjetrova Rovinj (V. Andočec, G. Lončar, 2008)

Klimatološka postaja Novigrad - Celeg u razdoblju 1951. - 2000.

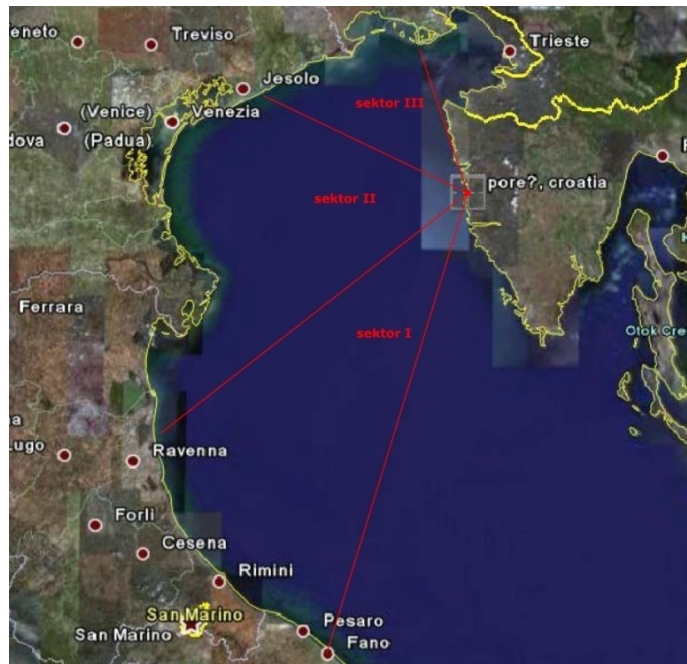
Prosječna godina na klimatološkoj postaji Novigrad-Celeg (slika 7.) karakterizirana je s najučestalijim vjetrovima ENE 20,0% i NNE 15,7%. Promatra li se u prosječnoj godini jačina vjetra neovisno o smjeru može se konstatirati da prevladava povjetarac-slab vjetar (1-3Bf) s 93%-tnom učestalošću. Umjereno jak vjetar (4-5Bf) ima učestalost 6,5%, a jak i više od njega ($\geq 6Bf$) 0,48%. Jak vjetar ($\geq 6Bf$) najčešće je NNE. Tišine je 0,22%.



Slika 7. Godišnja ruža vjetrova za Celeg-Novigrad (V. Andočec, G. Lončar, 2008)

(V. Andočec, G. Lončar, 2008, 4)

Akvatorij grada Poreča izložen je valovima iz III. i IV. kvadranta koji se razvijaju na velikim privjetrištima (slika 8.) pa je za ove smjerove načinjena analiza efektivnih duljina privjetrišta kako bi se proračunali i odgovarajuće značajne visine valova H_s . Sektor iz kojih je predmetno područje izloženo djelovanju gravitacionih vjetrovnih valova određeni su prema rubnim točkama matematičkog modela akvatorija.



Slika 8. Podjela kuta izloženosti na sektore (V. Andočec, G. Lončar, 2008)

Kut izloženosti akvatorija grada Poreča valovima proteže se preko III. i IV. kvadranta; tj. od SSW do NNW smjera: 191.25° - 348.75° . Kut izloženosti podjeljen je na tri sektora:

Sektor I. - SW (191.25° - 236.25°),

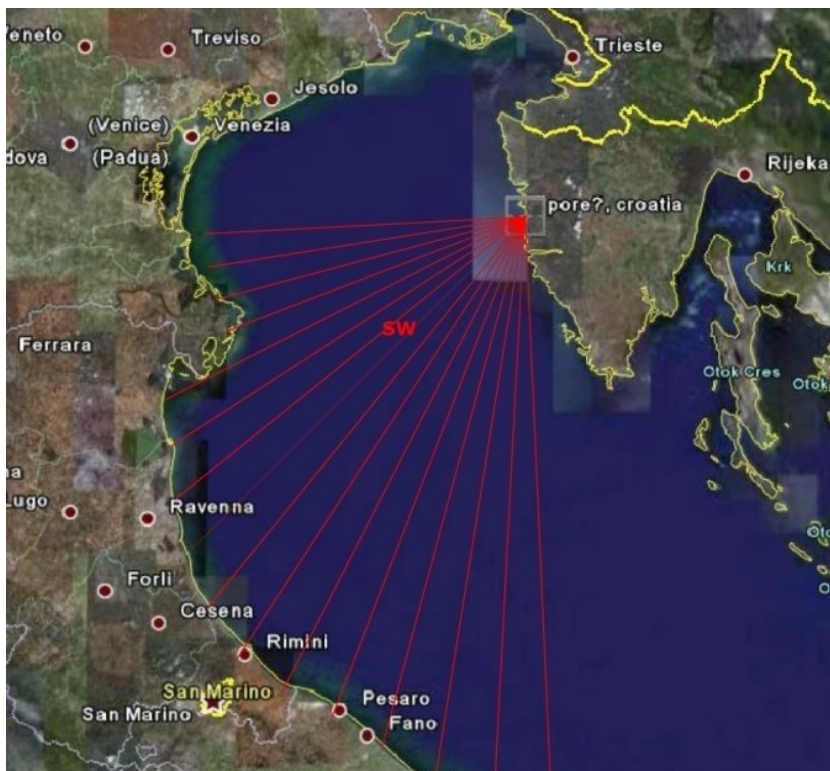
Sektor II. - W (236.25° - 303.75°),

Sektor III. - NW (303.75° - 348.75°).

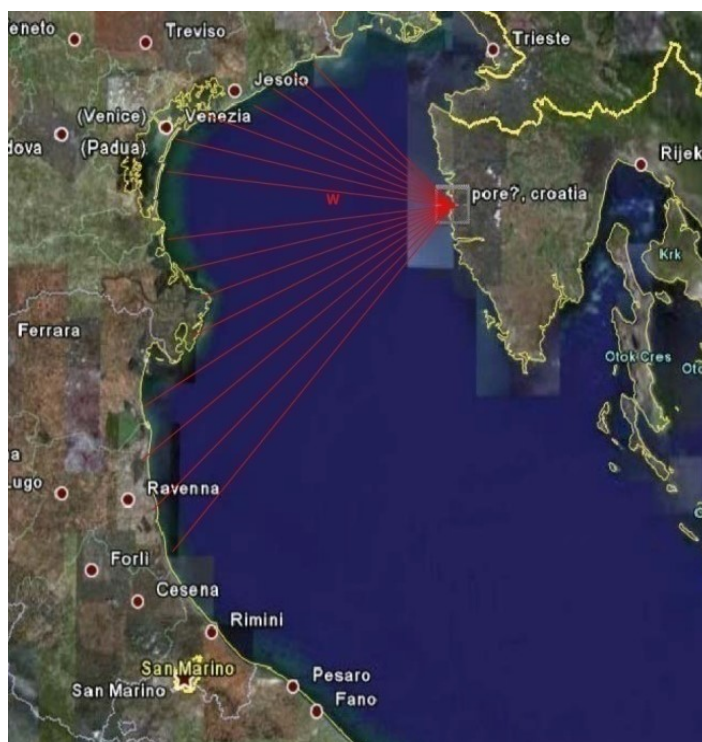
Pritom su sva tri sektora izložena pučinskim valovima. Razlikuju se dužinom privjetrišta; tj dužinom morske površine iznad koje puše vjetar i generira valove.

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

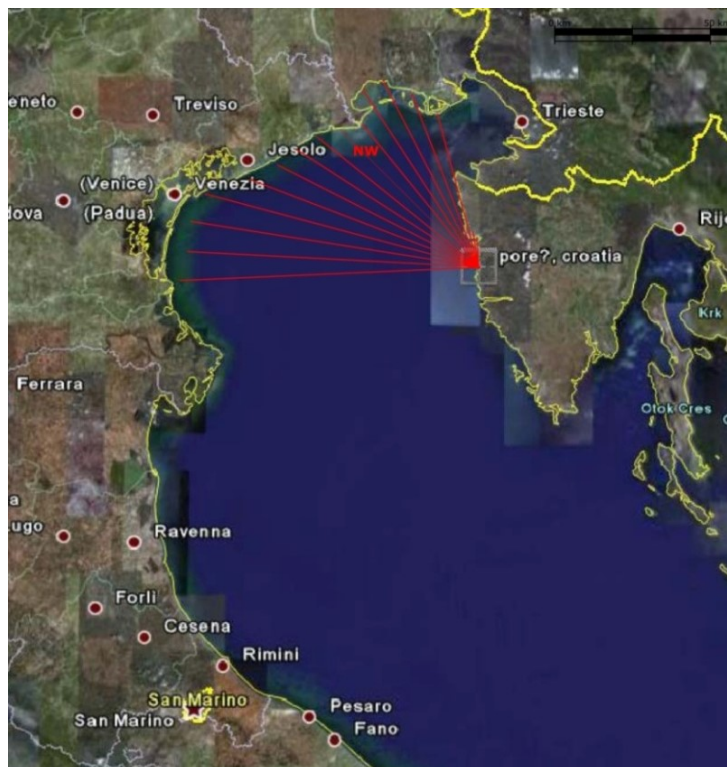
Na slikama 9,10 i 11 dani su grafički prikazi postavljanja centralne zrake kroz analizirane smjerove te zrake sa korekcijom rotacije $\pm 6^{\circ}$ od centralne zrake. Određuju se proračunske vrijednosti spomenutog postupka za određivanje efektivne duljine privjetrišta za svaki pojedini smjer.



Slika 9. Grafički prikaz centralne zrake kroz smjer SW te zrake sa korakom rotacije $\pm 6^\circ$ od centralne zrake (V. Andočec, G. Lončar, 2008)



Slika 10. Grafički prikaz centralne zrake kroz smjer W te zrake sa korakom rotacije $\pm 6^\circ$ od centralne zrake (V. Andočec, G. Lončar, 2008)



Slika 11. Grafički prikaz centralne zrake kroz smjer NW te zrake sa korakom rotacije $\pm 6^\circ$ od centralne zrake (V. Andočec, G. Lončar, 2008)

Sektor I najdužeg je privjetrišta, dok su Sektori II i Sektor III kraći. Pripadajuće dužine privjetrišta i granice sektora su (tabela 1) :

Sektor I - SW smjer, dužina privjetrišta FI = 140 km, uključuje vjetrove SW i SSW ($191.25^\circ - 236.25^\circ$)

Sektor II - W smjer, dužina privjetrišta FII = 100 km, uključuje vjetrove WSW, W i WNW ($236.25^\circ - 303.75^\circ$)

Sektor III - NW smjer, dužina privjetrišta FIII = 75 km, uključuje vjetrove NW i NNW ($303.75^\circ - 348.75^\circ$)

Tabela 1. Usvojene vrijednosti efektivnih duljina privjetrišta za sektore I, II i III (V. Andočec, G. Lončar, 2008)

	SEKTOR		
	I	II	III
Privjetrište	140	100	75
Fefektivno (km)			

(V. Andočec, G. Lončar, 2008, 8-13)

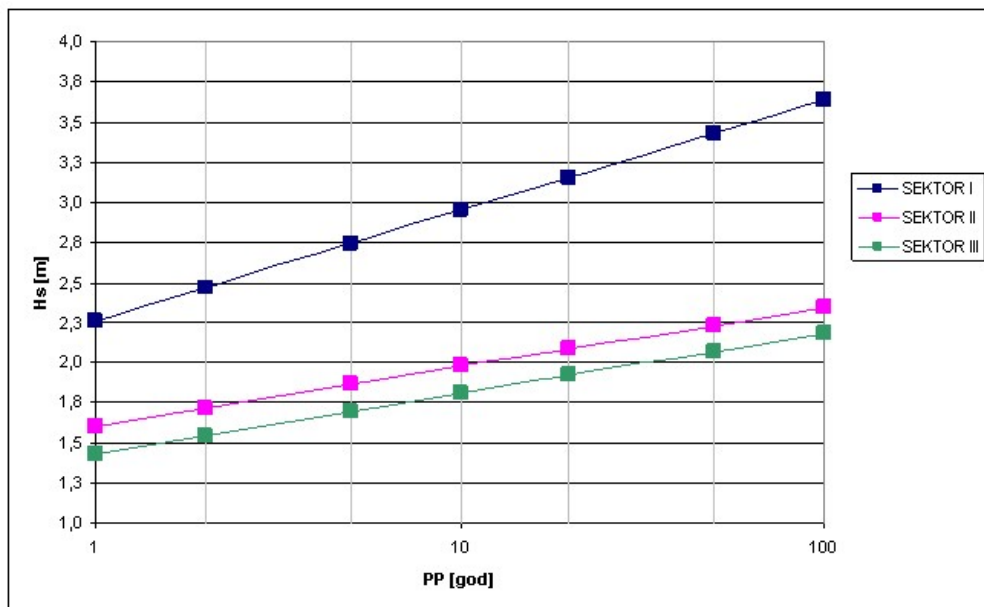
Vrijednosti značajnih valnih visina H_s i pripadnih vršnih valnih perioda T_p za raspon povratnih perioda od 2 do 100 godina, za dubokovodnu točku te incidentne smjerove valovanja SW, W i NW prikazani su u tablici 2. i 3. Na slici 15 dan je grafički prikaz značajnih valnih visine H_{s-PP} za analizirane povratne periode PP [god] po sektorima. Prema tome, za potrebe daljnjih modelskih analiza valnih deformacija i induciranog pronosa pijeska, korištenog za nasipavanje lica plaža ispred hotela Pical u Poreču, potrebno je koristiti podatke prezentirane u tabelama 2 i 3. Numeričke analize valnih deformacija i pronosa nasipanog materijala provode se za uvjete povratnog razdoblja od 5 i 50 godina (tabela 4).

*Tabela 2. Značajne valne visine HS-PP povratnih perioda PP [god] po sektorima, i maksimalne valne visine HmaxPP povratnih perioda PP [god] po sektorima ($H_{max} = 1,8 * H_s$) (G.Lončar, 2017)*

POVRATNI PERIOD	SEKTOR SSW-WSW		SEKTOR WSW-WNW		SEKTOR WNW-NNW	
	ZNAČAJNA VALNA VISINA	MAX. VALNA VISINA	ZNAČAJNA VALNA VISINA	MAX. VALNA VISINA	ZNAČAJNA VALNA VISINA	MAX. VALNA VISINA
PP [god]	H_s^{PP} [m]	H_{max}^{PP} [m]	H_s^{PP} [m]	H_{max}^{PP} [m]	H_s^{PP} [m]	H_{max}^{PP} [m]
100	3,6	6,6	2,3	4,2	2,2	3,9
50	3,4	6,2	2,2	4,0	2,1	3,7
20	3,2	5,7	2,1	3,8	1,9	3,5
10	2,9	5,3	2,0	3,6	1,8	3,3
5	2,7	4,9	1,9	3,4	1,7	3,1
2	2,5	4,4	1,7	3,1	1,5	2,8
1	2,3	4,1	1,6	2,9	1,4	2,6

Tabela 3. Značajne valne visine HS-PP povratnih perioda PP [god] po sektorima, i značajni periodi TS povratnih perioda PP [god] po sektorima (G.Lončar, 2017)

POVRATNI PERIOD	SEKTOR SSW-WSW		SEKTOR WSW-WNW		SEKTOR WNW-NNW	
	ZNAČAJNA VALNA VISINA	VALNI PERIOD	ZNAČAJNA VALNA VISINA	VALNI PERIOD	ZNAČAJNA VALNA VISINA	VALNI PERIOD
PP [god]	H_s^{PP} [m]	T_s [s]	H_s^{PP} [m]	T_s [s]	H_s^{PP} [m]	T_s [s]
100	3,6	6,8	2,3	5,6	2,2	5,4
50	3,4	6,6	2,2	5,5	2,1	5,2
20	3,2	6,4	2,1	5,3	1,9	5,0
10	2,9	6,2	2,0	5,2	1,8	4,9
5	2,7	6,0	1,9	5,1	1,7	4,8
2	2,5	5,5	1,7	4,8	1,5	4,6
1	2,3	5,2	1,6	4,7	1,4	4,5



Slika 12. Grafički prikaz značajnih valnih visine H_s -PP za analizirane povratne perioda PP [god] po sektorima (G.Lončar, 2017)

Tabela 4. Usvojene značajne valne visine H_s i vršni valni periodi T_p za dubokovodnu točku na rubu akvatorija predmetnog zahvata (rubni uvjeti za model valnih deformacija) (G.Lončar, 2017)

incidentni smjer SW		
PP (god.)	Hs (m)	Tp (s)
50	3,4	6,6
5	2,7	6,0
incidentni smjerovi W		
PP (god.)	Hs (m)	Tp (s)
50	2,2	5,5
5	1,9	5,1
incidentni smjerovi NW		
PP (god.)	Hs (m)	Tp (s)
50	2,1	5,2
5	1,5	4,6

(G.Lončar, 2017, 3,4)

Za potrebe ovog projekta važan je incidentni smjer SW – jugozapadnjak, u ovom području poznat kao garbin te ćemo proračun raditi na osnovu dobivenih podataka iz tog smjera u povratnom periodu od 50 god, pa se iz tabele 4 usvaja $H_s=3,4$ m i $T_p=6,6$ s.

Oscilacije morskih razi

Karakteristične ekstremne i redovne morske razine (tabela 5 i Slika 13) dobivene su ovdje temeljem javno publiciranih opažanja morskih razina, koje publicira DHI Split.

Tabela 5. Karakteristične morske razine u Puli (V.Andročec, G.Lončar, 2008)

VR100g	1,55
VR50g	1,50
VR10g	1,35
VR5g	1,23
VR2g	1,10
VR 1g	0,78
SVVŽR	0,62
SR	0,16
SNNŽR	-0,32
NR 1g	-0,47
NR2g	-0,62
NR5g	-0,68
NR10g	-0,72
NR50g	-0,77
NR100g	-0,79

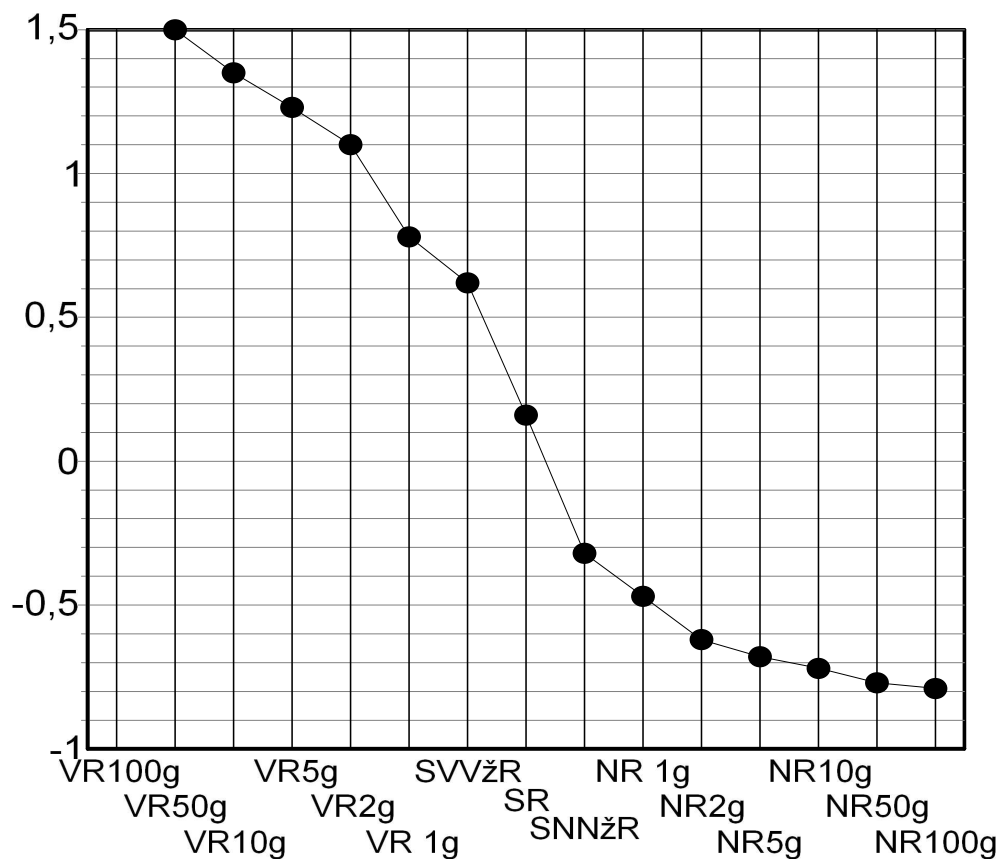
Karakteristične veličine koje se upotrebljavaju za opis lokacije glede redovnih kolebanja morskih razina, su:

- srednja viša visoka živa razina (SVVŽR) i
- srednja niža niska živa razina (SNNŽR), nula pom. karte.

To su statističke značajke koje predstavljaju višegodišnji (barem dvadesetak godina) prosjek dnevne najviše, odnosno najniže registrirane razine mora iz razdoblja sizigija (živih mijena). U praktičnom smislu može se reći da su to redovno visoke dnevne plime i niske oseke promatranog područja.

- srednja razina mora (SR)

je također statistička značajka, a dobiva se kao višegodišnji (barem dvadesetak godina) prosjek registriranih satnih razina mora.



Slika 13. Karakteristične morske razine u Puli (V.Andročec, G.Lončar, 2008)

Ekstremne morske razine vežu se uz povratno razdoblje (PR[god]), a dobivaju se dugoročnim prognozama. Načelno se izrađuju na temelju statistike ekstrema. Ovdje su, kao zanimljive veličine, prikazane razine od visoke razine 100-godišnjeg povratnog perioda ($VR^{100 \text{ god.}}$) do niske razine 100-godišnjeg povratnog perioda ($NR^{100 \text{ god.}}$). (V. Andročec, G. Lončar, 2008, 27)

Oscilacije morske razine su u ovom području izrazito velike tako da će u ekstremnim osekama površina žala koja je ispod nule biti kompletno na suhom. Isto tako će kod ekstremnijih plima pješćana plaža biti puno manje površine. Pojas koji je između plime i oseke najpodložniji je odnošenju nasipa kao i stvaranju algi, te će stoga upravo na tom dijelu potreba za održavanjem i nadoknanom biti najveća. Za potrebe proračuna iz tabele 5. usvaja se $VR5g=1,23 \text{ m}$.

1.5 Osnovna terminologija

Evolucija nasipavanja plaža najbolje se može iskazati numeričkim alatima tj metodama. Poznavanjem takvih alata može se bolje interpretirati odnosno predvidjeti ponašanje određenog projekta kao i očekivane izmjene projektiranog objekta tokom vremena. Takva predviđanja ponašanja projekta pružaju nam i bazu za usporedbu mjerenih svojstava i na taj način sredstva za definiranje daljnjeg razvoja u metodologiji projektiranja. U razvoju alata uobičajeno je da se poprečni i uzdužni pronos sedimenta uzimaju kao odvojene komponente. Za razmatranje poprečnog pronosa sedimenta, pojam ravnoteže profila plaže biti će od velike pomoći. Za uzdužni prijenos sedimenta, koriste se dvije metode. Prva je pojednostavljena i primjenjiva na idealnom planu nasipavanja sa analitičkim rješenjima, dok je druga primjena numeričkog modeliranja, koja zahtijeva više detalja, truda i vremena kod primjene ali može primiti detaljnije ulazne podatke uključujući i početne uvijete i djelovanje valova te može osigurati realnije ponašanje plaže.

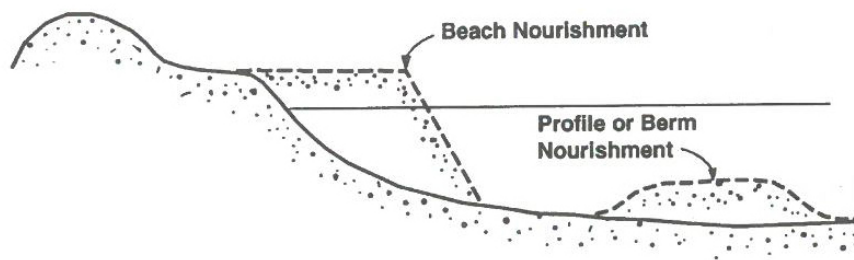
Kao i kod svakog tehničkog područja, postoje specifični izrazi koji se koriste za karakteristike i aktivnosti kod nasipavanja plaža.

Nasipavanje plaže („beach nourishment“)

„Umjetna dohrana“, „dopunjavanje“, „dopuna plaže“ ili „obnova“ podrazumijeva postavljanje veće količine kvalitetnog pijeska u obalnom pojasu kako bi se dopunio kontinuirani gubitak pijeska koji uzrokuje povlačenje obalne linije. Izraz nasipavanje vrijedi i za početno postavljanje materijala kao i za kasniju dohranu za one projekte kojima je predviđeno održavanje u smislu višestruke dohrane tokom vremena. U užem smislu, termin „nadohrana“ trebao bi se referirati na naknadna nasipavanja materijala. Izraz „dohrana plaže“ s druge strane, možemo koristiti za razlikovanje materijala koji se postavlja u dio plaže iznad linije plime od materijala koji se koristi za profile i berme ispod vode što uključuje dovoženje materijala ispred plaže sa pretpostavkom da će se taj materijal djelovanjem valova prenijeti na plažu ili će koristiti kao zaštita plaži od odnošenja pijeska smanjenjem djelovanja valova. Nadalje, uz dozvolu moguće je nasipavanje lošijim materijalom koji se može koristiti isključivo u podmorskom nasipavanju.

Područje posudbe („borrow area“)

Područje posudbe definira mjesto sa kojeg se odstranio sediment, koji može biti sa kopna ili iz mora (slika 14.) Projekt nasipavanja plaže obično uključuje i studiju kojom se nalazi jedno ili više područja posudbe zajedno sa adekvatnom količinom i dostatnom kvalitetom pijeska.



Slika 14. Plaža i profil (berma) nasipavanja (Dean, 2002)

Kompatibilnost sedimenta („sediment compatibility“)

U najširem smislu kompatibilnost sedimenta odnosi se na usporedbu ponašanja nasipanog sedimenta u odnosu na autohtoni sediment. Isto tako odnosi se na biološku pogodnost sedimenata. U konvencionalnijem pogledu odnosi se na granulometrijsku sličnost između sedimenta u originalnom (autohtonom) profilu plaže i sedimenta koji se predviđa za dohranu. Posuđeni pijesak procjenjuje se kompatibilnim ako je raspodjela veličine zrna nasipanog materijala slična onoj u originalnom sedimentu. Postoje razne metode određivanja kompatibilnost, od kojih neke uzimaju u obzir samo srednje promjere originalnog i posuđenog materijala dok neke uzimaju u obzir i druge parametre koji definiraju distribuciju zrna. Trend je upotreba razmatranja profila ravnoteže plaže („Equilibrium Beach Profile“ „EBP“) umjesto direktnog granulometrijskog uspoređivanja kao mjere prigodnosti izvora pijeska. Upotreba „EBP“ pruža bazu za razmatranje varijabli koje direktno utječu na projektiranje, uglavnom ravnotežu širine plaže.

Gustoća volumena nasipa („nourishment volume density“)

Gustoća volumena nasipa odnosi se na volumen nasipa po jedinici dužine plaže i obično se izražava jedinicom m^3/m . Gustoća volumena je značajna za stvarnu i/ili očekivanu izvedbu projekta jer se nasip ne ponaša isto na svim dijelovima plaže, već to ovisi o mikro lokaciji. Ukoliko je gustoća volumena mala, čak i ako su rezultati projekta u prosjeku dobri, ta mjesta koncentrirane erozije će zahtijevati nadohranu prije od očekivanog. U SAD nominalna gustoća volumena od $250 m^3/m$ se smatra racionalnom, iako ovisi o valovanju, eroziji i ostalim faktorima.

Dubina zatvaranja („closure depth“)

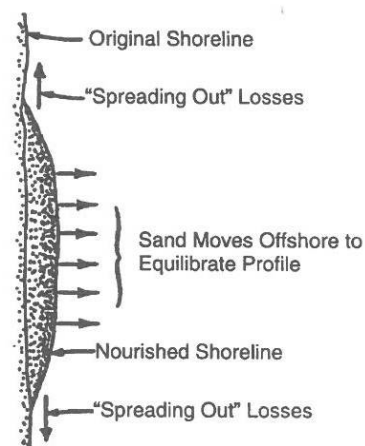
Profili nasipavanja plaže uobičajeno su postavljeni po predlošku koji je strmiji od prirodnog, formiranog profila. Sa vremenom, profil će se poravnati i istegnuti do neke dubine, koju zovemo dubinom zatvaranja (h^*). Iako je dubina zatvaranja više koncept nego stvarnost, daje nam osnovu za izračun širine plaže.

Pozadinska erozija („background erosion“)

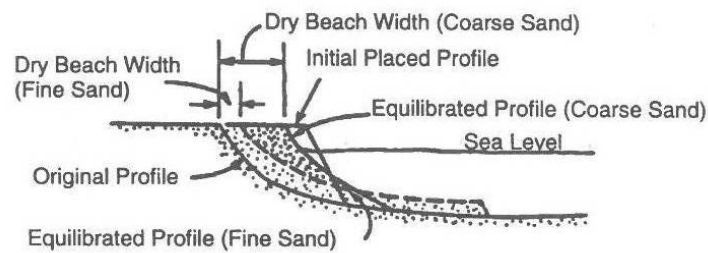
Pozadinska erozija može se odnositi na povijesnu eroziju utvrđenu ranijim mjerenjima ili na hipotetsku vrijednost uzetu u obzir prilikom projektiranja. Nasipavanje plaže se često izvodi na mjestima gdje postoji pozadinska ili povijesna erozija. Opseg pozadinske erozije trebao bi se uzeti u obzir kod projektiranja jer će izravno utjecati na izvršenje projekta. Ukoliko projekt ne sadrži efektivne mjere za ispravljanje uzroka pozadinske erozije, jačina pozadinske erozije obično se uzima u obzir kao bitna komponenta u razvoju projekta.

Evolucijski procesi („evolutionary processes“)

Na slikama 15. i 16. prikazani su parametri kojim se projektu u početnoj fazi određuje profil i planiranje nagiba. Za primjer, neka je plaža beskonačno dugačka i bez ikakvih građi i konstrukcija po sebi. Pod djelovanjem valova, profil i tlocrt će se početi razvijati prema svojoj specifičnoj uravnoteženosti. Vrijeme potrebno za postizanje takve uravnoteženosti je od osnovnog značenja za uspješnost projekta nasipavanja plaže. Uzimajući prije u obzir uravnoteženost profila, za određenu količinu sedimenta u profilu, postojati će uravnoteženi profil koji će ovisiti o veličini sedimenta korištenog u nasipavanju, dubini zatvaranja h , visini berme i u manjoj mjeri ostalih faktora. Ako je nasipani materijal puno manje granulacije od prirodnog i nasipani faktori su mali, širina koja je dodana za uravnoteženost može biti otprilike nula. Za razliku od razvijanja profila, izravnavanje oblika se smatra onaj oblik koji bi plaža dobila bez nadohrane. To je shematski prikazano na slici 16. Sa tim saznanjima spoznajemo da vrijeme koje je potrebno za sazrijevanje plaže je jako važno, te će se projekti kod kojih je kraće vrijeme „života plaže“ smatrati neuspješnima, dok će projekti sa dužim vremenom kod kojih je potrebna nadohrana smatrati uspješnim.



Slika 15. Tlocrt koji prikazuje gubitke širenjem i pomicanjem pijeska s kopna za uravnoteženje profila (Dean, 2002)



Slika 16. Nacrt uzdizanja koji prikazuje originalan profil, početno postavljene profil i prilagođeni profil koji nastaje kao rezultat nasipavanja grubljim i finijim pijeskom (Dean, 2002)

Opća razmatranja kod projektiranja

Opširnost projekta kod nasipavanja plaže kreće se od osnovnih, kod kojih je materijal koji se koristi za nasipavanje nusprodukt nekog nevezanog jaružanja do jako opširnih i detaljnih, kod kojih se koristi numerički model kako bi se predvidjelo ponašanje nasipa plaže kao i njeno sazrijevanje u uzdužnom i poprečnom smislu kroz određeni broj godina. Tako detaljna analiza može sadržavati i različite realizacije statističkog djelovanja valova kao i ponašanje različitog nasipavanja plaže.

Nizozemska metoda projektiranja

Verhagen (1992) je opisao metodu koja se inače koristila u Nizozemskoj, gdje smjernica bila ta da se zadrži linija obale koja je zabilježena 1990. Metoda je jako izravna i direktna i sadrži pet koraka, od kojih se neki za određenu poziciju ne mogu odrediti:

1. Voditi analizu i ponašanje obale kroz minimalno 10 godina kako bi se odredila stopa pozadinske erozije koja se dešava na predmetnoj lokaciji.
2. Iskoristiti podatke koji su se skupili kroz 10 godina kako bi se izračunao gubitak pijeska po kubičnom metru po godini na sekciji plaže.
3. Na taj se podatak dodaje 40% gubitka
4. Pomnožiti taj iznos sa prikladnim vremenskim razdobljem, recimo 5 godina,
5. Izvršiti stvarno proces nasipavanja koji uključuje nasipavanje količinu materijala negdje na plaži između niske vode minus 1 metar i nožice nasipa.

U ovoj metodi podrazumijeva se da će na kraju projektiranog vremenskog perioda sav materijal koji se nasipao biti odnesen i da je pozadinska erozija dominantni faktor gubitka pijeska, iako se dodanih 40% može shvatiti kao gubitci povezani sa nasipavanjem plaže (slika 17.) Za nadohranu nakon nasipavanja preporučeno je da se količine baziraju na rezultatima dobivenim kroz monitoring i praćenje ponašanja plaže prilikom prošlih nasipavanja. Nizozemska metoda je izravna i jednostavna te prepoznaje da je nasip dobre kvalitete od velike važnosti za dobrobit plaže i obale.

Primijenjena razmatranja

Neki projekti nasipavanja pridodaju veliku važnost odabiru projektnih parametara. Parametri i fleksibilnost koji su dostupni projektantu ovise o specifičnosti projekta. Npr, investitor koji ulaže u nasipavanje plaže ima limitirana novčana sredstva, te je samim time projekt ograničen iznosom ulaganja. Druga prepreka može biti vlasništvo ili koncesija nad određenim dijelom plaže. Drukčiji pristup je i da se optimizira ekonomska opravdanost projekta.

Od varijabli koje su za projektiranje, visina presjeka je od posebnog značaja jer je vidljiva svim korisnicima plaže. Povećavanjem visine presjeka, visina vala i štete na zemljištu iza plaže radi velikih nevera mogu se znatno smanjiti. Međutim, u puno slučajeva, profil čija je visina puno viša od prirodne je korisnicima plaže nepoželjna i nepogodna. U nekim slučajevima, profil se namjerno projektira niže, kako bi se sa olujama i nevremenom i velikim valovima povećao na prirodnu visinu. U slučajevima gdje se profil projektira više od prirodnog, može doći do pojave da profil na jednom djelu toliko erodira da postane prestrm, te time postane opasan za slabije plivače. Isto tako, strmine na pješčanoj plaži mogu kornjače koje se dolaze razmnožavati skrenuti sa puta. Općenito, vjeruje se da je najbolje projektirati profil plaže tako da bude čim bliži prirodnom profilu, koji se može utvrditi pregledom i nadziranjem prije nasipavanja. Drugi pristup je takav da se projektira tako da dizanje profila bude otprilike pola metra ispod prirodnog te da se konačni profil dobije prirodno putem djelovanja valova.

Postoje tri grupe veličine sedimenta kod nasipavanja koja se smatraju važnima. Jedna grupa je pijesak, druga je mulj i glina, dok treća obuhvaća čestice znatno veće od onih koje su prirodno prisutne na plaži. U mnogo slučajeva posuđeni nasipani materijal može imati slabiji granulometrijski sastav tj. imati u sebi više različitih veličina zrna, dok je prirodni materijal boljeg granulometrijskog sastava tj ima manje različitih zrna te jako malo sadržanog mulja, gline i kamenja. Idealno posudbeno mjesto bi proizvelo pijesak takve granulometrije da je kompatibilan sa pijeskom na prirodnoj plaži ili nešto malo grublji. Međutim, obično dio posuđenog materijala uvijek je manji od pijeska sa prirodne plaže i većinom će spadati u grupu mulja i gline. Kada se mulj i glina kao komponenta nasipavanja plaže izlože djelovanju valova, gube se iz tijela plaže jer se u obliku zamućenosti vode nose dalje od obale. Iako takav materijal u početku povećava volumen nasipanom materijalu plaže, u konačnici, nakon djelovanja valova je nedostatan u doprinosu volumena plaži. Nadalje, mulj i glina smatraju se štetnim za okoliš jer mogu negativno utjecati na floru i faunu pogotovo ako se radi o području gdje je more inače bistro. Iako ne postoji propisani postotak finog materijala koji može biti u posuđenom nasipanom materijalu, obično se 5-10% za bistra smatra problematično. U područjima gdje je more više zamućeno, 15-20% se smatra prihvatljivim. Još jedan aspekt posuđenog materijala je da omjer veličina zrna materijala mora biti približan ili neznatno grublji onom na prirodnoj plaži. Ako je veličina zrna znatno manja od prirodnog, za postignuće ravnoteže širine plaže, trebati će nam znatno veći volumen nasipa. Mali volumen kamenja u posuđenom materijalu može rezultirati velikim brojem kamenja koje će se nakon izravnavanja profila prirodnim putem koncentrirati na aktivnom dijelu plaže. Takva kamenja većinom nisu poželjna kod korisnika plaže. Nasipani materijal koji je drukčije boje od prirodnog, može biti prepreka kod nekih projekata.

Poprečne karakteristike plaže

Iako su transport sedimenta i morfološke promjene trodimenzionalni, obično se kod projektiranja zasebno sagledavaju poprečni profil plaže i tlocrtni razvoj. Djelomično opravdanje za takvo odvajanje je da u mnogim projektima poprečni profil se brže mijenja od tlocrta plaže.

Izravnavanje profila plaže („Equilibrium beach profiles“)

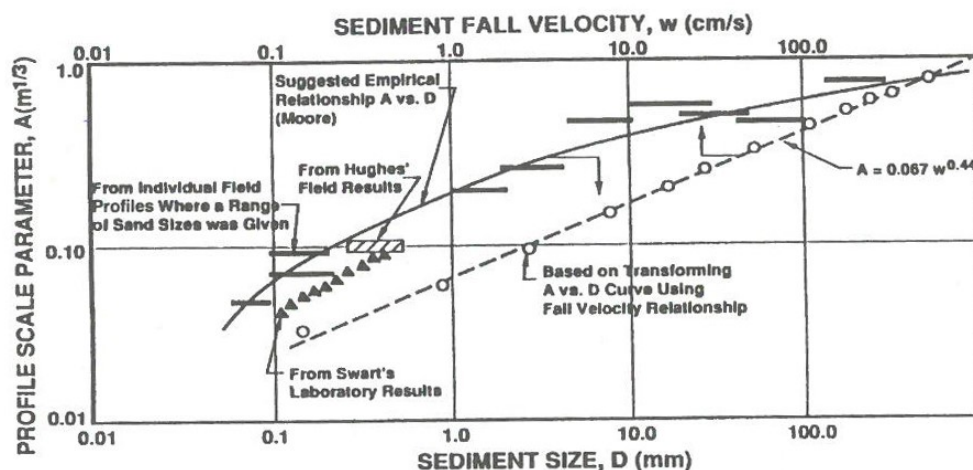
Većina profila pokazuju velike sličnosti:

1. većinom su konkavni prema gore,
2. plaže koje se sastoje od grubljeg materijala mogu biti strmije od onih koje sadrže finiji pijesak,
3. valovi uslijed oluja obično prenose pijesak prema moru izazivajući smanjenje nagiba profila.

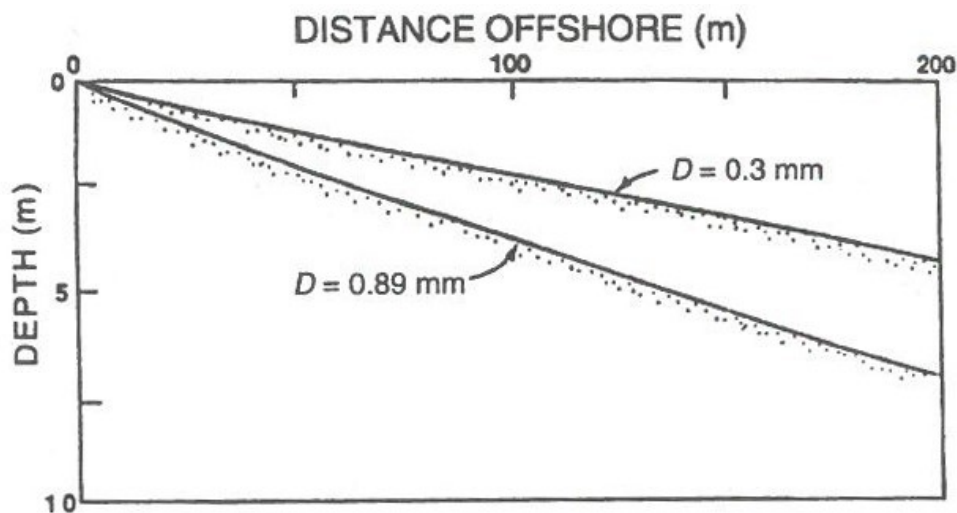
Već dugo postoji interes o izravnavanju profila plaže, počevši od studije Keulegana i Krumbeina (1991). Brunn je 1954 pregledao profile u zaljevima u Kaliforniji i predložio sljedeću formulu:

$$h(y) = Ay^{2/3} \quad (1)$$

gdje je h dubina na udaljenosti y od crte obale i A je takozvani „parametar profila“ gdje je dužina jedna trećina snage. Dean (1977) je, temeljem teorije linearnih valova, pokazao da je formula 1 u skladu s jednolikom disipacijom energije vala po jedinici volumena u zoni valova (tzv surf zona). Profili prikazani formulom 1. su konkavni prema gore i jednolični. Moore (1982) je usporedio velik broj laboratorijskih i terenskih profila i korelirao parametar A sa veličinom sedimenta D , što se vidi u slici 17. Dva profila prema formuli 1. sa različitim veličinama pijeska prikazani su na slici 18.



Slika 17. Varijacija parametra profila plaže, A , sa veličinom sedimenta, D , i brzinom pada, W (Dean, 1987)

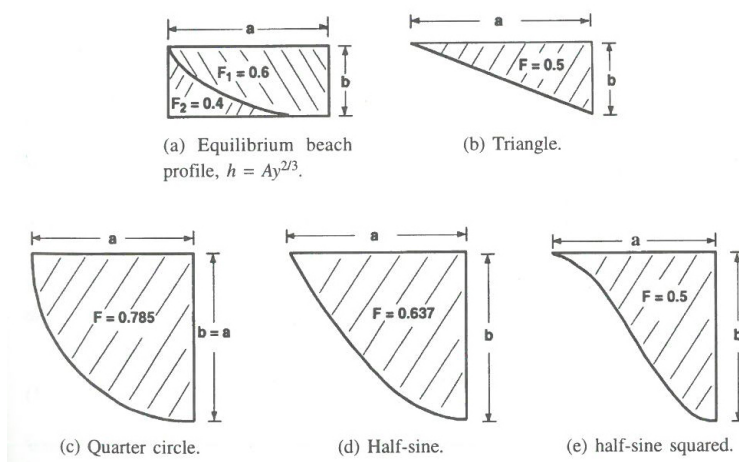


Slika 18. Izjednačeni profil plaže za zrna veličine 0,3 mm i 0,6 mm $A(D=0,3)=0,125 \text{ m}^{1/3}$, $A(D=0,89)=0,20 \text{ m}^{1/3}$ (Dean, 2002)

Na temelju različitih nagiba sa pijeskom različite granulacije i zato jer je projektant obično suočen sa vjerojatnošću da će se koristiti nasip sa više različitih veličina zrna, primjena i korisnost ravnoteže profila plaže kao koncept je očita. Koristan rezultat je jednostavna jednadžba za zonu iznad uravnoteženog profila u obliku $h(y)=Ay^{2/3}$ sa udaljenosti y_1 i dubinom h_1 . Sa integralom, gdje je V volumen po jedinici dužine

$$V = \int_0^{y_1} A y^{2/3} dy = \frac{3}{5} A y_1^{5/3} = \frac{3}{5} h_1 y_1 \quad (2)$$

Zbog konkavnosti profila prema gore, faktor 0,6 je nešto veći od onog kojeg koristimo za trokut (0,5) i otprilike je isti za sinus i kosinus. Zato je za uravnoteženi profil površina ispod profila i unutar opisanog pravokutnika, faktor je 0,4. Ti i ostali oblici i njihovi faktori površine prikazani su na slici 19.



Slika 19. Faktori, F, povezuju poprečne površine sa produktom dimenzije opisanog pravokutnika. (Dean, 2002)

Tabela 6. Sažetak preporučenih A vrijednosti (Dean, 2002)

D(mm)	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.1	0.063	0.0672	0.0714	0.0756	0.0798	0.084	0.0872	0.0904	0.0936	0.0968
0.2	0.100	0.103	0.106	0.109	0.112	0.115	0.117	0.119	0.121	0.123
0.3	0.125	0.127	0.129	0.131	0.133	0.135	0.137	0.139	0.141	0.143
0.4	0.145	0.1466	0.1482	0.1498	0.1514	0.153	0.1546	0.1562	0.1578	0.1594
0.5	0.161	0.1622	0.1634	0.1646	0.1658	0.167	0.1682	0.1694	0.1706	0.1718
0.6	0.173	0.1742	0.1754	0.1766	0.1778	0.179	0.1802	0.1814	0.1726	0.1838
0.7	0.185	0.1859	0.1868	0.1877	0.1886	0.1895	0.1904	0.1913	0.1922	0.1931
0.8	0.194	0.1948	0.1956	0.1964	0.1972	0.198	0.1988	0.1996	0.2004	0.2012
0.9	0.202	0.2028	0.2036	0.2044	0.2052	0.206	0.2068	0.2076	0.2084	0.2092
1.0	0.210	0.2108	0.2116	0.2124	0.2132	0.2140	0.2148	0.2156	0.2164	0.2179

Dean (1987) kasnije je pokazao kako je parametar A povezan skoro linearno brzini pada w , kako je prikazano u slici 20.

$$A = 0.067w^{0.44} \quad (3)$$

gdje je A u $m^{1/3}$ i w je u cm/s i javlja se u gornjoj ljestvici na slici 19. Za olakšavanje korištenja, tabela 6. predstavlja vrijednosti A (D) za veličine pijeska koje se povećavaju po 0,01 mm u rasponu od 0,1 mm do 1,09 mm. Za pretvaranje A iz $m^{1/3}$ u $ft^{1/3}$ potrebno je pomnožiti za 1,5.

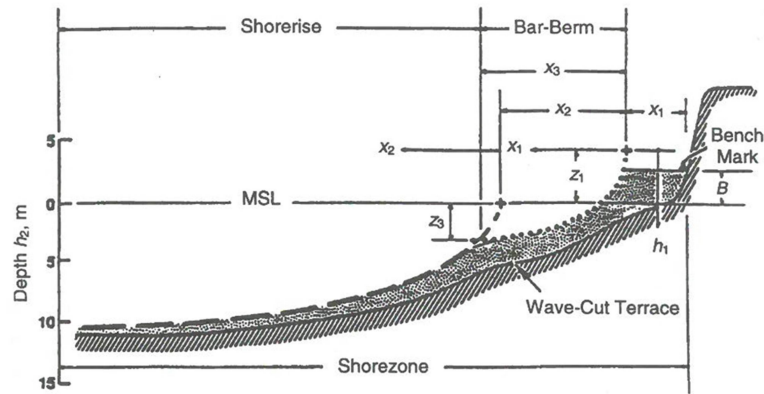
Još je nekoliko formula za ravnotežu profila plaže. Bodge (1992) i Komar and McDougal (1994) dali su sljedeću formulu:

$$h(y) = h_0(1 - e^{-k}) \quad (4)$$

koja se može sagledati kod približavanja ujednačenoj dubini, h_0 kod $y=\infty$. Komar and McDougal-ova formula zamjenjuje h_0 sa m/k gdje je m nagib plaže. Primjena formule 4. zahtjeva poznavanje dva parametra (h_0 i k) u Bodgeovom izračunu i jednu nepoznanicu u Komar and McDougal izračunu, dok je samo jedan parametar (A) potreban u formuli 1. Ako je poznata veličina sedimenta, parametar A se može procijeniti preko slike 19. ili tablice 6. Na temelju opažanja mnogih profila po Kaliforniji, Inman (1993) predložio je ravnotežu profila sastavljenu od dva segmenta

$$h_n = A_n(y - y_{0n})^{mn} + h_{0n} \quad (5)$$

gdje $n=1,2$ označuje jedan od ta dva segmenta. Primjena te metode zahtjeva određivanje osam parametara i stoga je više prikladna za primjenu kod postojećeg profila nego kod predviđanja profila na temelju karakteristika sedimenta. Slika 20. predstavlja definiciju skice Imanove metode. Ukratko, jednostavna metoda predložena od Brunna (1954) i kasnije razvijena od Dean (1997,1991) i Moorea (1982) zahtjeva saznanje samo jednog parametra koji je povezan sa veličinom sedimenta i jedina je metoda koja se može koristiti u predviđanju.



Slika 20. Skica definicije ujednačenosti profila plaže predložen od Inman (1993)

Za razliku, Bodgeova (1992) metoda zahtjeva dva parametra koja nisu povezana sa karakteristikama sedimenta. Iako Komar i McDougal (1993) zahtjeva samo jedan parametar, ta metoda nije opsežno isprobana niti se može koristiti u prognostičkom načinu. Gdje je poznat profil, te metode treba postaviti kroz određivanje nepoznatih koeficijenata i zato se mogu koristiti samo kod dijagnostičkog načina. Imanova (1993) metoda zahtjeva poznavanje osam parametara i zato je isto limitirana na korištenje kod dijagnostike.

Dubina zatvaranja

Morska granica efektivnog sezonskog kolebanja profila je korisni inženjerski pojam kojeg smo prije spomenuli. Na temelju laboratorijskih i terenskih podataka, Hallermaier (1978,1981) razvio je prvi racionalni pristup za određivanje dubine zatvaranja. Definirao je dvije dubine od kojih plića ocrta granicu intenzivnog djelovanje dna i najdubljeg djelovanja prema moru od kojih je očekivano da će biti manjeg prijenosa zrna preko djelovanja valova. Plića dubina zatvaranja čini se od najvećeg inženjerskog značenja kod projektiranja nasipavanja plaže. Na temelju korelacije sa Shieldovim parametrima, plića dubina h^* preporuča se:

$$\frac{\rho v_b^2}{(\rho_s - \rho)} \approx 0.03 \quad (6)$$

gdje su ρ i ρ_s gustoća vode i sedimenta, odnosno v_b je amplituda brzine dna izazvana valovanjem, g je sila gravitacije, i h^* je dubina zatvaranja. Taj je rezultat razvijen u puno značajniji oblik koristeći linearnu teoriju vala i prenesen na terenske uvijete racionalizirajući da je dubina zatvaranja povezana sa uvjetima valovanja relativno rijetka. Hallermeier je odabrao efektivni značajni val H_e kao onaj se pojavljuje samo 12 sati u godini ili samo 0,14 % vremena. Rezultanta formula za dubinu zatvaranja utvrđena je kao

$$h_* = 2.28H_e - 68.5 \left(\frac{H_e^2}{gT_e^2} \right) \quad (7)$$

U kojoj je T_e period vala povezan sa H_e koji može približno odgovarati godišnjem značajnom valu H i standardnoj devijaciji visine vala σ_{hv} :

$$H_e = \bar{H} + 5.6\sigma_H \quad (8)$$

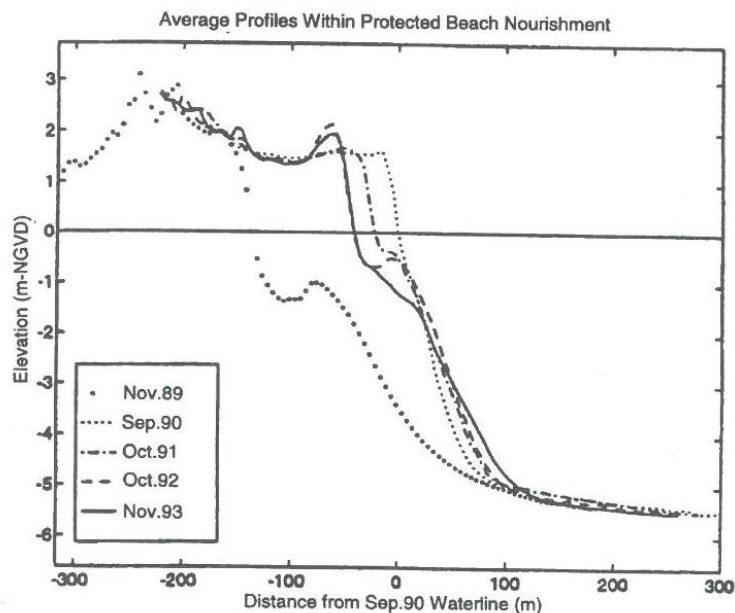
Pomalo je iznenađujuće da formula 7. ne ovisi o dimenziji zrna pijeska. Birkemeier (1985) procijenio je Hallermeierov odnos koristeći kvalitetnije terenske izmjere te preporuča neznatno drukčije konstante u formuli predloženoj od Hallermeier.

$$h_* = 1.75H_e - 57.9 \left(\frac{H_e^2}{gT_e^2} \right) \quad (9)$$

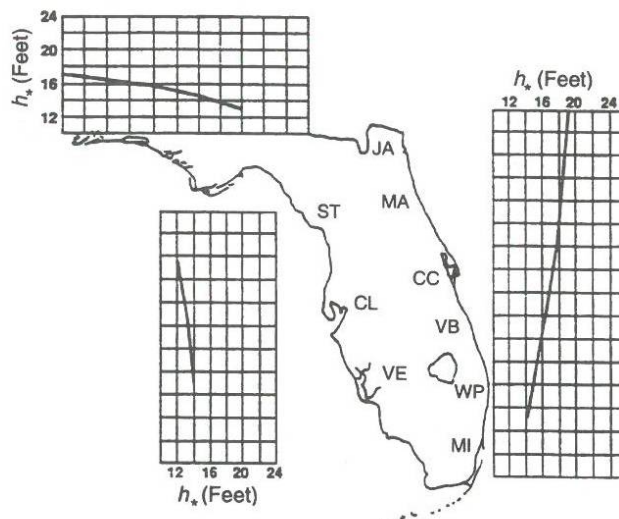
isto tako došao je do zaključka da slijedeća pojednostavljena aproksimacija daje približno iste rezultate:

$$h_* = 1.75H_e \quad (10)$$

Kao što je već navedeno, dubina zatvaranja je osnovni inženjerski pojam kod nasipavanja plaže. Međutim, važno je reći da po definiciji, povezivanje h^* sa valom koji se pojavljuje 12 sati u godini, moguće je da će se dubina zatvaranja mijenjati iz godine u godinu. Isto tako kod projekata nasipavanja, pošto početni nagib može biti dosta strm, prijenos do dubina većih od dubine zatvaranja može biti posljedica naglašenog djelovanja gravitacije. Slika 21. pokazuje nam primjer iz Perdido Key, Florida, gdje je početni nagib bio približno 1:17 te se prijenos materijala dogodio na dubinama od približno 5,5 m iako se kroz trogodišnji period rezultat obuhvaćen u slici 21. vjeruje se da je dubina zatvaranja bila manja od 3 m te se transport do dubljih dijelova dogodio radi djelovanja gravitacije na prestrmi nagib. Slika 22. prikazuje procjene dubina zatvaranja duž obale Floride.



Slika 21. Izravnavanje profila na Perdido Key, Florida (Dean, 2002)



Slika 22. Procijene dubina zatvaranja, h^* , oko poluotoka Florida (Dean & Grant, 1989)

Ponašanje obale kao posljedica donosa ili gubitka sedimenta

U slučajevima gdje je donos ili gubitak sedimenta povezan sa veličinom zrna kompatibilnim sa prirodnim materijalom, može se zaključiti da oblik profila rezultiran povećanjem ili gubitkom volumena je isti kao i postojeći profil. Prema tome, uzimajući u obzir da je gornja granica pomicanja profila visina berme, B , i donje granice dubine zatvaranja, h^* , promjenu obale, Δy_0 , radi promjene u volumenu pijeska po jedinici dužine, V , dobivamo:

$$\Delta y_0 = \frac{V}{h_* + b} \quad (11)$$

Ako je materijal kojim se plaža nasipava grublji ili finiji od prirodnog, povezana promjena obalne linije za danu volumnu gustoću nasipa biti će veća ili manja od količine dane u formuli 11.

Tlocrtne značajnosti plaže

Kao što je navedeno, projekti nasipavanja plaže izrađeni na dugim plažama predstavljaju smetnju, koja će se djelovanjem valova, prostrijeti duž obale. Unutar područja projekta doći će do gubitka pijeska. Međutim, pijesak odnesen sa područja projekta nanesti će se susjedne plaže gdje će biti privremeno pohranjen, kako je prikazano na slici 14. Taj proces se može odnositi na „rasprostiranje“ i njegova mjera određuje volumetrijski učinak projekta unutar prostora postavljanja.

Uzdužni nanos sedimenta

Nasipani materijal plaže se rasprostranjuje djelovanjem valova. Ako je djelovanje vala malo, brzina kojom se anomalija, uzrokovana nasipavanjem, rasprostranjuje po području će isto tako biti mala. Stoga, oblikujemo intuitivnu bazu za razumijevanje generalnog tlocrtnog razvoja ili ponašanja plaže kod projekata nasipavanja. Kako bi predstavili proces „rasprostiranja“ potrebno je povezati uzdužni prijenos sedimenta sa izmjenom tlocrta kod nasipavanja. Uzdužni prijenos sedimenta, Q , povezan je sa visinom loma vala, H_b , omjerom visine vala i dubine loma vala, $\kappa (=H_b/h \approx 0,78)$, i koeficijentom prijenosa sedimenta, K , koji je funkcija veličine sedimenta, azimuta od kojeg se val širi, α , i azimuta, β , prema sljedećoj formuli, koja se nekad odnosi na CERC („Coastal Engineering Research Center“) formulu

$$Q = \frac{K}{8} \frac{H_b^{5/2} \sqrt{g/\kappa} \sin 2(\beta - \alpha_b)}{(1-p)(s-1)} \quad (12)$$

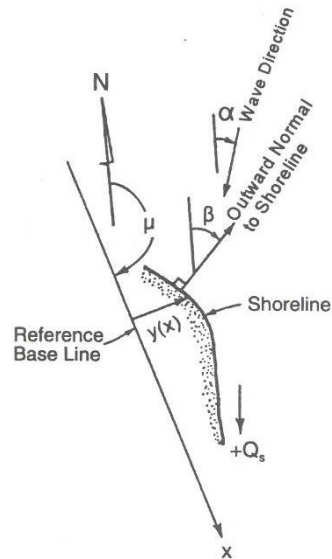
U kojoj indeks „b“ označuje uvijete sloma, p je poroznost sedimenta na mjestu ($\approx 0,35$ do $0,40$) i s je specifična sila teža ($\approx 2,65$). Kasnije će se formula 12. linearizirati uzimajući u obzir da je devijacija tlocrta obalne linije od generalnog obalnog poravnanja mala. Referirajući se na sliku 23. označavamo μ kao azimut generalnog poravnanja obale, definiranog sa osnovnim pravcem i β , gdje je

$$\beta = \mu - \frac{\pi}{2} - \tan^{-1} \left(\frac{\delta y}{\delta x} \right)$$

Zabilježeno je da u ovom stadiju neki istraživači uključuju sljedeći izraz u jednadžbu transporta koju je prvotno predložio Ozasa i Brampton (1980)

$$-K_2 H_b^{\frac{5}{2}} \sqrt{\frac{g}{\kappa}} \cos(\beta - \alpha_b) \frac{\delta H_b}{\delta x} / 8(s-1)(1-p) \tan \gamma$$

Gdje je γ je nagib plaže a jednadžba predstavlja doprinos transporta zbog struja uzdužno plaže koja je rezultat uzdužne strmine u sastavu vala. Ako su oba izraza uključena, uobičajeno se koeficijent K označava sa K_1 (12).



Slika 23. Skica za valove i orijentaciju obale (Dean, 2002)

Promjene kod poravnanja obalne linije ($\Delta\beta$ ili $\delta y/\delta x$) radi projekata nasipavanja su uobičajeno male. To je rezultat relativno male promjene u širini plaže, Δy_0 , u usporedbi sa dužinom plaže. Uzimajući u obzir projekt koji unaprjeđuje obalnu liniju za $\Delta y_0 = 100$ m u širini te je dužine, $l=4$ km, prosječna promjena orijentacije obalne linije je:

$$\tan \Delta\beta = \frac{\Delta y_0}{l/2} \quad (13)$$

Prema tome, $\Delta\beta = 2,86^\circ$ i ta će se vrijednost smanjiti kroz vrijeme procesom širenja nasipanog materijala. Opravdanje linearizacije formule 12 može se vidjeti uspoređujući $\sin 2\Delta\beta$ (iz formule 12) sa $2\Delta\beta$ koji se slažu unutar 0,2% kod ovog primjera. U numeričkom modeliranju nasipavanja plaže postoje bar dva načina razmatranja pozadinske erozije usporedne sa stjenovitom barijerom. Erozijska se pojavljuje, naravno, zbog činjenice da valovi stižu pod takvim kutom da se stijenska barijera zanosi prema području koji se nasipava i prije spomenutog procesa rasprostiranja. Ako se pravci valovanja znaju, najrealističniji način da je u skladu sa stvarnim uzrokom erozije je da se uvrste pravci valovanja i visina valova. Ovim načinom kako nasip erodira i obalna linija se povlači, efekt izmijenjene orijentacije obalne linije i više relativne strukturalne dužine će se automatski uključiti u rezultat.

(D.Robert G; Beach nourishment and practice; University of Florida, USA; 2002)

2 METODOLOGIJA PRORAČUNA

2.1 Dimenzioniranje pera umjetnog žala

Zaštitna pera su većinom nasuti lukobrani koji se sastoje od nekoliko različitih slojeva nasipanog materijala različitih frakcija: jezgre, filterskog ili sekundarnog sloja i primarnog sloja (Slika 24.)

Primarni sloj sastoji se od minimalno dva reda kamenih blokova čije dimenzije određujemo hidrauličkim proračunom. Glavna funkcija primarne obloge je osiguravanje zaštite unutarnjih slojeva koja se postiže šupljinama u primarnoj oblozi u kojima se gubi energija vala. Ispod primarnog nalazi se sekundarni ili filterski sloj blokova dimenzija manjih od primarnog sloja, isto tako dobivenih hidrauličkim proračunom. Primarni i sekundarni sloj postavljaju se u nagibu 1:1,5 nasumično i bez slaganja. Rezultat je veliki postotak šupljikavosti primarne obloge čime se povećava apsorpcija energije vala raspršivanjem unutar šupljina. Blokovi se prilikom slaganja moraju čim bolje uklještit, iako je školjera građevina koja nije nepromjenjiva kroz vrijeme. Normalno je da će se kod ekstremnih uvjeta pokoji blok pomaknuti. U sredini poprečnog presjeka pera je jezgra najmanje granulacije. Prema Krausu i drugima (1994) prepoznamo više parametara pera kojima se regulira njegov učinak.

Parametri vezani za strukturu pera:

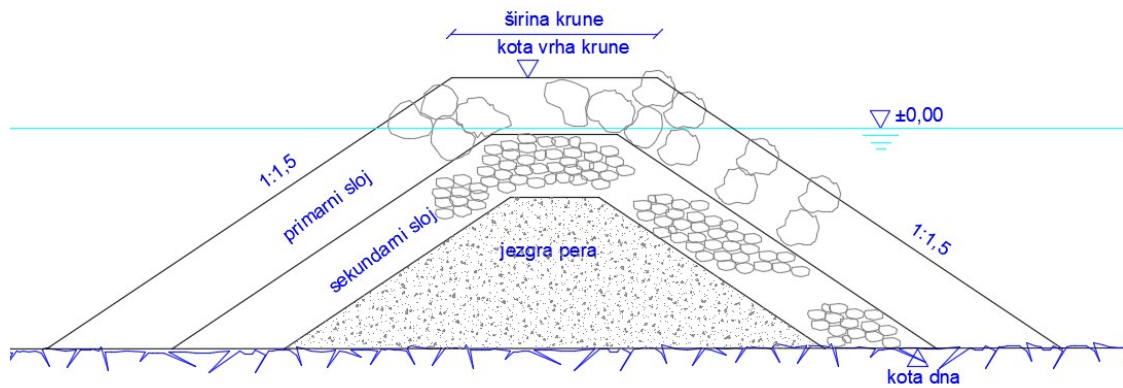
- Dužina
- Razmak između pera
- Povišenje
- Poroznost
- Zašiljenost
- Kut u odnosu na obalu
- Oblik (ravan, kutni, T-oblik)

Parametri vezani na sediment i plažu:

- Dubina na vrhu pera
- Morfologija plaže (nagib, visina krune, oblik obale)
- Dubina na prosječnoj liniji pera ili na kraju plaže
- Raspoloživost sedimenta
- Veličina i varijabilnost zrna
- Gustoća sedimenta

Parametri vezani na valove, vjetar i plimu:

- Visina valova i varijabilnost
- Razdoblje valova i varijabilnost
- Smjer i varijabilnost valova
- Trajanje i varijabilnost vjetra
- Raspon plimnih valova



Slika 24. Karakteristični presjek pera

Za dobivanje težine blokova primarnog sloja koristimo Hudsonovu formulu, kojom se izračunava stabilnost primarne obloge u valnoj klimi reprezentiranoj projektnom valnom visinom, danu izrazom:

$$G_A = G_A^{50\%} = \frac{\rho g H_{proj}^3}{KD \left(\frac{\rho_{obl}}{\rho_m} - 1 \right)^3 ctg \alpha} [m^2] \quad (14)$$

Gdje je:

G_A - težina primarne obloge

ρ_m - gustoća mase mora

ρ_{obl} - gustoća mase materijala obloge

KD - eksperimentalni koeficijent obloge za 0-5%-tno oštećenje ovisan o tipu obložnih blokova (tabela 7)

H_{proj} - projektna visina vala

A - kut nagiba morskog pokosa prema horizontali

Za razliku od predfabriciranih betonskih blokova, kod obloge od kamenih blokova težina blokova može varirati u iznosu od $\pm 25\%$ stoga je:

$$G_{A,min} = 0,75 * G^{50\%} \quad (15)$$

$$G_{A,max} = 1,25 * G^{50\%} \quad (16)$$

Tabela 7. Eksperimentalni koeficijent obloge $KD=0$ za proračun težine bloka G_A stabilne primarne obloge po Hudsonovoj formuli nepreljevanih nasipanih lukobrana po kriteriju da nema oštećenja (Skripta 2018)

Vrsta elementa pokrovnog sloja	Broj slojeva	Način smještanja	Bok lukobrana		Glava lukobrana		Nagib
			Lomljeni valovi	Valovi koji se ne lome	Lomljeni valovi	Valovi koji se ne lome	
Glatki zaobljeni	2	Slučajno	1,20	2,40	1,10	1,90	1:1,5 1:3
	>3	Slučajno	1,60	3,20	1,40	2,30	1:1,5 1:3
Oštrobridni lomljeni kamen	2	Slučajno	2,00	4,00	1,90	3,20	1:1,5
					1,60	2,80	1:2
					1,30	2,30	1:3
	>3	Slučajno	2,20	4,50	2,10	4,20	1:1,5 1:3
	2	Specijalno položeni	5,30	5,80	6,40	7,00	1:1,5 1:3
Tetrapodi Quadripodi	2	Slučajno	9,00	10,00	8,30	9,00	1:1,5
					7,80	8,50	1:2
					6,00	6,50	1:3
Dolosi	2	Slučajno	15,80	31,80	8,00	16,00	1:2
					7,00	14,00	1:3

Osim težine kamenih blokova potrebno je odrediti i debljinu slojeva primarne obloge koja ne smije biti manja od dva bloka. Izraz po kojemu dobivamo debljinu sloja glasi:

$$t = n * k_{\Delta} * \sqrt[3]{\frac{G_A}{\rho_{obl} * g}} = n * k_{\Delta} * \sqrt[3]{\frac{G_A}{\gamma_{obl}}} \quad (17)$$

Gdje je:

t – debljina sloja primarne obloge

n – broj blokova u sloju primarne obloge

k_{Δ} – koeficijent sloja

G_A – težina primarne obloge

ρ_{obl} – gustoća mase materijala obloge

γ_{obl} – zapreminska težina materijala obloge

Tabela 8. Koeficijent sloja, broj elemenata i porozitet za različite vrste elemenata pokrovnog sloja (Hudson, 1974; Carvel & Davidson, 1983)

Vrsta elementa pokrovnog sloja	Broj elemenata n	Način smještanja	Koeficijent sloja k_{Δ}	Porozitet %
Lomljeni glatki kamen	2	Slučajno	1,02	38
Lomljeni grubi kamen	2	Slučajno	1,00	37
Lomljeni grubi kamen	≥ 3	Slučajno	1,00	40
Lomljeni paralelopipedni kamen	2	Specijalno položeni		27
Kocka, modificirana	2	Slučajno	1,10	47
Tetrapod	2	Slučajno	1,04	50
Tibar	2	Slučajno	1,02	54
Tribar	1	Ujednačeno	1,13	47
Dolos	2	Slučajno	0,94	56

Prema težini bloka primarne obloge G_A određujemo i sekundarni sloj i jezgru. Sekundarni sloj nasipa štiti jezgru od ispiranja te se sastoji od čistog kamenog materijala. Masu bloka sekundarnog sloja određujemo izrazom :

$$M_{10} = \frac{M_A}{10} \quad (18)$$

Raspon mase elementa:

$$M_{130\%} = 1,3 * M_{10} \quad (19)$$

$$M_{70\%} = 0,7 * M_{10} \quad (20)$$

Težinu bloka sekundarnog sloja određujemo izrazom :

$$G_{10} = M_{10} * g \quad (21)$$

Debljina sekundarnog sloja isto tako ne smije biti manja od 2 zrna te je dana izrazom :

$$t = n_k * k_{\Delta k} * \sqrt[3]{\frac{G_A}{\rho_k * g}} = n_k * k_{\Delta k} * \sqrt[3]{\frac{G_A}{\gamma_k}} \quad (22)$$

Jezgra čini najveći dio presjeka pera te se sastoji od grubljeg kamenog otpada iz kamenoloma. Tijekom izrade jezgre paralelno se mora izvoditi i sekundarni sloj kako ne bi došlo do ispiranja jezgre. Formule za izračun parametara jezgre su sljedeće:

Masa bloka:

$$M_{4000} = \frac{M_A}{4000} \quad (23)$$

Raspon mase elementa:

$$M_{170\%} = 1,7 * M_{4000} \quad (24)$$

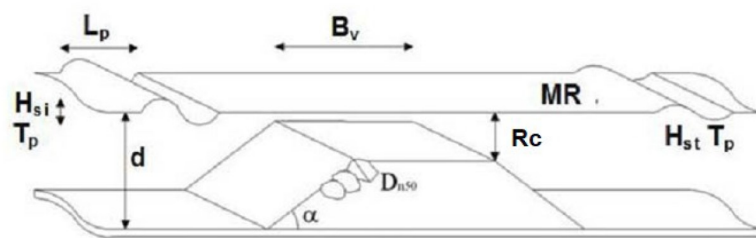
$$M_{30\%} = 0,3 * M_{4000} \quad (25)$$

Težina bloka:

$$G_{4000} = M_{4000} * g \quad (26)$$

2.2 Dimenzioniranje zaštitnog praga žala

Zaštitni prag žala je zaštitno pero izvedeno paralelno sa obalom, a ispod morske razine (Slika 25). Svrha zaštitnog praga je raspršivanje energije vala, tj smanjenje visine vala koji dolazi do obale. Time se štiti plaža i smanjuje erozija obale. Osim proračuna prilikom odabira veličine kamenih blokova za ovaj projekt važno je i da kruna zaštitnog praga prilikom oseke ostane dovoljno ispod razine vode kako prag ne bi postao opasan kupaćima.



Slika 25. Karakteristični presjek zaštitnog praga (Grahovac,Krvavica,Ružić, 2018)

Dimenzioniranje pomorskog praga izvodimo prema formuli Van der Meera koja se temelji na stabilnosti uronjenog lukobrana, te glasi:

$$\frac{R_c}{d} = 1 + (2,1 + 0,1 * S) * e^{-0,14 * N_s} \quad (27)$$

Gdje je :

R_c/d – relativna visina praga

S – stupanj oštećenja

N_s – broj spektralne stabilnosti

Broj spektralne stabilnosti dobivamo formulom :

$$N_s = -7 \ln * \left(\frac{1 + \frac{R_c}{d}}{2,1 + 0,1 * S} \right) \quad (28)$$

Stupanj oštećenja S uzima se sa vrijednosti $S=2$ za početna oštećenja prema kriterijima za Hudsonovu formulu.

Nominalni promjer blokova D_{50} izračunava se formulom:

$$D_{50} = \frac{H_s}{\Delta \cdot N_s} * S_0^{-\frac{1}{3}} \quad (29)$$

Gdje je :

S_0 – strmina vala

H_s – projektna visina vala

Nakon što dobijemo nominalni promjer blokova D_{50} prosječnu masu blokova M_{50} izračunavamo po izrazu:

$$M_{50} = D_{50}^3 * \rho_k \quad (30)$$

Gdje je :

ρ_k – gustoća kamena

Minimalna i maksimalna masa blokova iznosi:

$$M_{min} = 0,7 * M_{50} \quad (31)$$

$$M_{max} = 1,3 * M_{50} \quad (32)$$

2.3 Dimenzioniranje nagiba i granulometrije žala

Prema poglavlju „Izravnavanje profila plaže“ u ovom radu, već je obrađena tema granulometrije žala, iz koje ponavljamo formulu

$$z = A * y^m \quad (33)$$

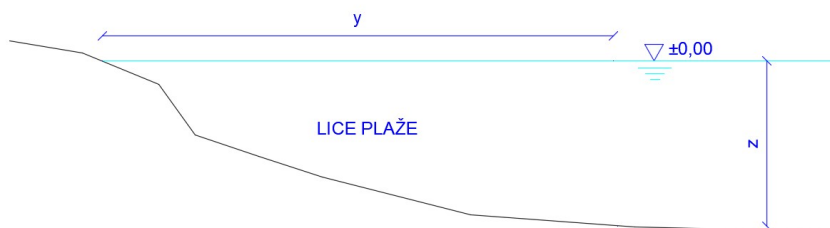
Gdje je :

z – dubina vode

y – udaljenost od obale

A – eksperimentalno dobiven koeficijent, očitavanje iz Deanovog dijagrama (slika 9)

m – eksperimentalno dobiven koeficijent $m=2/3$



Slika 26. Općeniti prikaz lica plaže

3 POMORSKO HIDRAULIČKI PRORAČUN

3.1 Zaklonjenost uvala

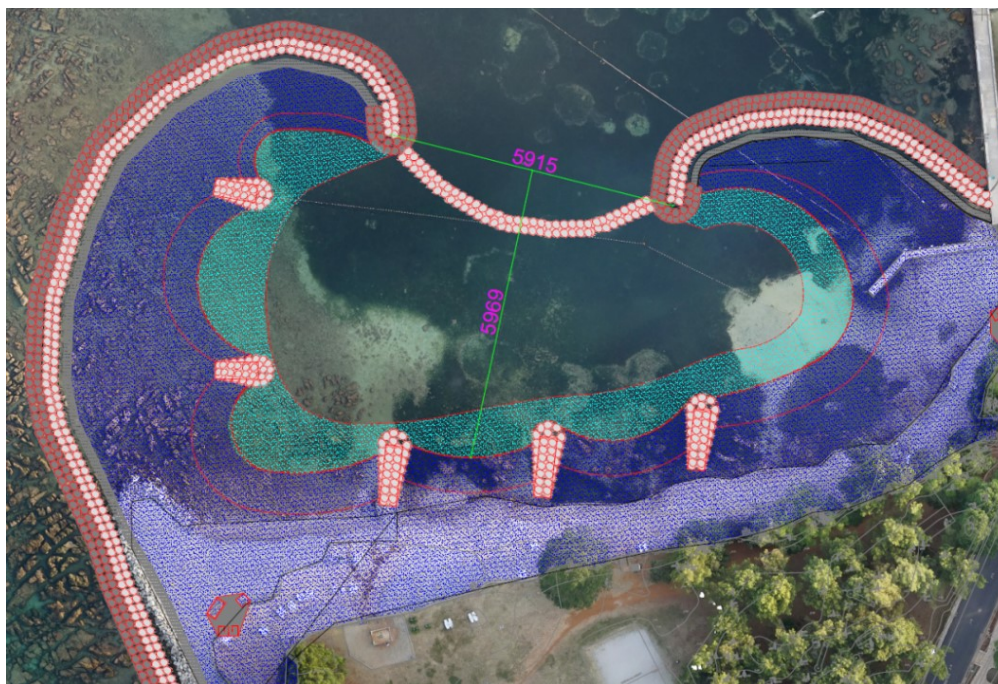
Zaklonjenost uvala definirana je udaljenosti dva pera ili rta kojim je štíćena s obje strane te udaljenosti linije koja povezuje dva pera i tijelo plaže. Pokazuje nam koliko je neka uvala zaklonjena. Naravno, sve što je uvala zaklonjenija, gubitak nasipnog materijala je manji. Prema Bowmanu (2009) razlikujemo 5 kategorija zaštićenosti (tabela 9). Prema tome da se zaključiti da što je duža plaža pera moraju biti veća.

Tabela 9. Kriteriji zaklonjenosti uvale plaže (Bowman 2009)

KATEGORIJA	A/R0	S1/R0	S2/S1
1. Nezaklonjena	0,10-0,30	1,08-1,69	0,77
2. Slabo zaklonjena	0,34-0,38	1,40-2,08	0,66
3. Srednje zaklonjena	0,39-0,65	1,40-2,86	0,80
4. Zaklonjena	0,66-0,95	2,34-3,72	0,40
5. Jako zaklonjena	1,05-2,03	2,95-6,79	0,86

U kategoriju 1 spadaju nezaklonjene uvale koje karakterizira najudaljenija pera tj najduže plaže. Kategorija 2 je slabo zaklonjena uvala i ima znatno sužen razmak između dva pera te kraću obalnu liniju. Slično vrijedi i za kategoriju 3. Kod kategorije 4 dva promatrana parametra su približno ista te su zato takve uvale kružnog oblika. Kategorija 5 je jako zaklonjena uvala kamo je parametar a veći od udaljenosti pera.

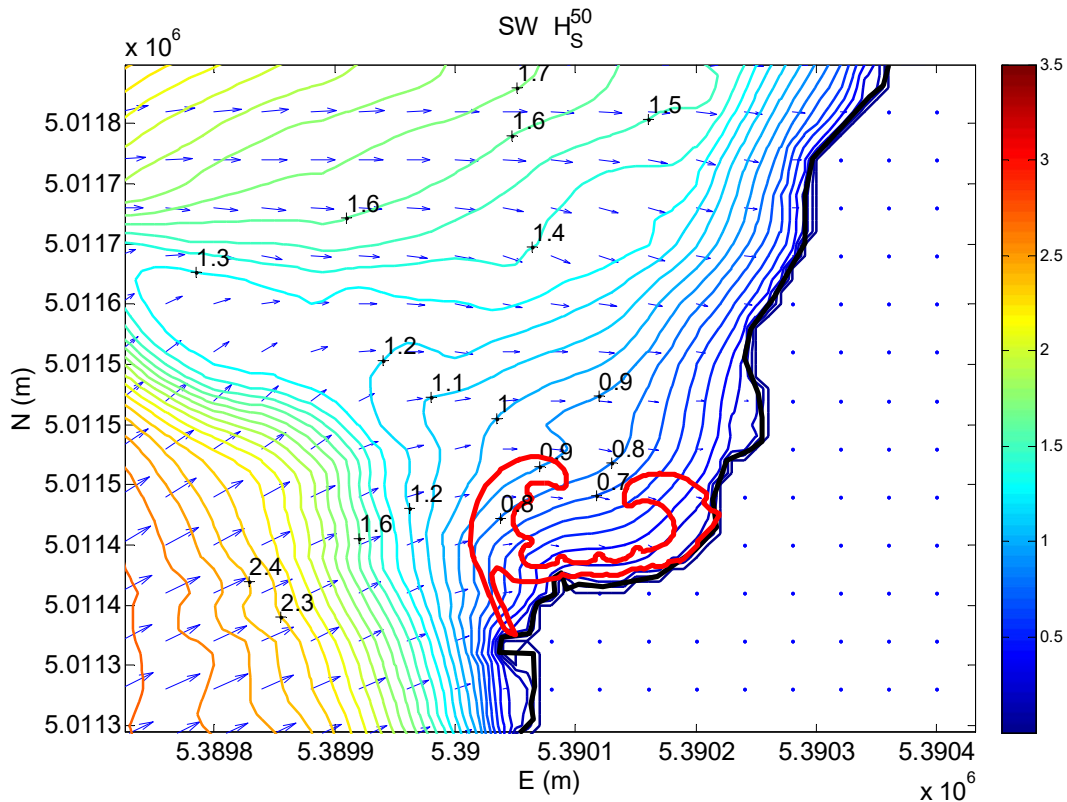
Kod projektirane uvale, oba parametra iznose 59 m (slika 27.), što znači da je projektirana uvala spada pod kategoriju 4-5 tj u zaklonjenu do jako zaklonjenu uvalu što je jako povoljno za hidrauličku stabilnost projektirane plaže s obzirom da se radi o pješčanoj plaži.



Slika 27. Zaklonjenost uvale

3.2 Proračun pera umjetnog žala

Za potrebe ovog rada i proračuna izrađena je numerička simulacija za uže područje za smjer SW (jugo-zapad) kako bi se dobili čim točniji parametri kako se elementi plaže ne bi pre-dimenzionirali, odnosno da bi se racionalno projektiralo. Numeričkom simulacijom dobivena visina vala H_s je 1,2m (slika 28). Vršni valni period T_p uzet je iz Studije vjetrovalnih karakteristika akvatorija Grada Poreča te iznosi 6,6s. Za potrebe proračuna iz tabele 5. usvaja se $VV^{5g}=1,23$ m.



Slika 28. Numerička simulacija užeg područja, postojeće stanje (I.Ružić,2019)

Provjera loma vala

$$H_{proj} = 1,27 * H_s = 1,52 \text{ m} = 1,60 \text{ m} \quad \text{-projektna visina vala}$$

$$D \geq 2,5 * H_{proj}$$

$$2,8 \geq 4$$

Dolazi do loma vala!

Dimenzioniranje primarnog sloja zaštitnog pera

$$H_{proj} = 1,6 \text{ m} \quad \text{-projektna visina vala}$$

$$\rho_{obl} = 2600 \text{ kg/m}^3 \quad \text{-gustoća mase materijala obloge}$$

$$\rho_m = 1025 \text{ kg/m}^3 \quad \text{-gustoća mase mora}$$

$$KD = 2 \quad \text{-koeficijent stabilnosti (oštrobridni lomljeni kamen u dva sloja, sa valovima koji se lome)}$$

$$\text{ctg}\alpha = 1,5$$

$$g = 9,81$$

$$M_A = \frac{\rho_{obl} H_{proj}^3}{KD \left(\frac{\rho_{obl}}{\rho_m} - 1 \right)^3 \operatorname{ctg} \alpha} = \frac{2600 * 1,60^3}{2 * \left(\frac{2600}{1025} - 1 \right)^3 * 1,5} = 978,82 \text{ [kg]}$$

- masa bloka primarne obloge

$$M_{Amin} = 0,75 * M_A = 734,12 \text{ kg}$$

- raspon elemenata

$$M_{Amax} = 1,25 * M_A = 1.223,53 \text{ kg}$$

$$G_A = M_A * g = 9.602,22 \text{ N}$$

- težina primarne obloge

$$n_{PO} = 2$$

- broj elemenata primarne obloge

$$k_{\Delta} = 1$$

- koeficijent sloja

$$n_K = 3$$

- broj elemenata krune

$$t = n * k_{\Delta} * \sqrt[3]{\frac{G_A}{\rho_{obl} * g}} = 2 * 1 * \sqrt[3]{\frac{9602,22}{25506}} = 1,44 \text{ m}$$

$$t = 1,50 \text{ m}$$

- debljina sloja primarne obloge

$$b = n_K * k_{\Delta} * \sqrt[3]{\frac{G_A}{\rho_{obl} * g}} = 3 * 1 * \sqrt[3]{\frac{9602,22}{25506}} = 2,16 \text{ m}$$

$$b = 2,20 \text{ m}$$

- širina krune

$$vv_{5god} + 1,25 * H_{proj} = 1,23 + 1,25 * 1,6 = 3,23 = 3,2 \text{ m.n.m.}$$

- kota krune

Dimenzioniranje sekundarnog sloja zaštitnog pera

$$M_{10} = \frac{M_A}{10} = \frac{4.548,60}{10} = 97,88 \text{ kg}$$

- masa bloka sekundarnog sloja

$$M_{10min} = 0,70 * M_{10} = 68,52 \text{ kg}$$

- raspon blokova sekundarnog sloja

$$M_{10max} = 1,30 * M_{10} = 127,24 \text{ kg}$$

$$G_{10} = M_{10} * g = 960,20 \text{ N}$$

- težina bloka sekundarnog sloja

$$n_{PO} = 2$$

- broj elemenata primarne obloge

$$k_{\Delta} = 1$$

- koeficijent sloja

$$t = n * k_{\Delta} * \sqrt[3]{\frac{G_A}{\rho_{obl} * g}} = 2 * 1 * \sqrt[3]{\frac{960,20}{25506}} = 0,67 \text{ m}$$

$$t = 0,7 \text{ m}$$

- debljina sekundarnog sloja

Dimenzioniranje jezgre

$$M_{4000} = \frac{M_A}{4000} = \frac{978,82}{4000} = 0,24 \text{ kg}$$

- masa elemenata jezgre

$$M_{4000min} = 0,70 * M_{4000} = 0,17 \text{ kg}$$

- raspon mase elemenata jezgre

$$M_{4000max} = 1,30 * M_{4000} = 0,31 \text{ kg}$$

Raspon masa blokova primarnog sloja iznose 750 do 1200 kg, usvojena debljina primarnog sloja je 1,50 m dok je usvojena širina krune 2,20 m. Kota krune je 3,20 m.n.m.

Sekundarni sloj sastoji se od blokova mase 70-130 kg i debljine je 0,70 m dok je jezgra sastavljena od elemenata mase 0,17-0,31 kg.

Za daljnje razine projekta potrebno je dalje analizirati stabilnost pera, koristeći više dostupnih metodologija. Moguće je eventualno provesti i racionalnije projektiranje s vjerojatnošću oštećenja pera.

3.3 Proračun zaštitnog praga žala

Valni parametri

$$H_s = 1,2 \text{ m}$$

$$T_p = 6,6 \text{ s}$$

$$L_p = \frac{g \cdot T_p^2}{2 \cdot \pi} = \frac{9,81 \cdot 6,6^2}{2 \cdot \pi} = 68,04 \text{ m}$$

$$S_0 = \frac{H_s}{L_p} = \frac{1,2}{68,04} = 0,02 = 0,1$$

- značajna visina vala
- vršni period vala
- dubokovodna duljina vala
- strmina vala

Karakteristike školjere:

$$S = 2$$

$$\rho_k = 2600 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_m = 10255 \text{ kg/m}^3$$

$$\Delta = \frac{\rho_k}{\rho_m} - 1 = \frac{2600}{10255} - 1 = 1,54$$

$$d = 2,8 \text{ m}$$

$$k_k = -1,5 \text{ m}$$

$$R_c = 1,5 \text{ m}$$

$$\frac{R_c}{d} = \frac{1,5}{2,8} = -0,53$$

- dozvoljeni stupanj oštećenja
- gustoća obloge (kamen)
- gustoća mora
- relativna gustoća
- dubina mora
- kota krune
- uronjenost krune praga
- relativna uronjenost

Proračun praga:

$$N_s = -7 \ln \left(\frac{1 + \frac{R_c}{d}}{2,1 + 0,1 \cdot S} \right) = -7 \ln \left(\frac{1 + 0,54}{2,1 + 0,1 \cdot 2} \right) = 2,81$$

$$D_{50} = \frac{H_s}{\Delta \cdot N_s} \cdot S_0^{\frac{1}{3}} = \frac{2,1}{4,32} \cdot 0,1^{\frac{1}{3}} = 0,6$$

$$M_{50} = D_{50}^3 \cdot \rho_k = 0,6^3 \cdot 2600 = 516,60 \text{ kg}$$

$$M_{50\min} = 0,70 \cdot M_{50} = 316,62 \text{ kg}$$

$$M_{50\max} = 1,30 \cdot M_{50} = 671,58 \text{ kg}$$

$$G_{50} = M_{50} \cdot g = 5067,85 \text{ N}$$

- spektralna stabilnost
- nominalni promjer blokova
- prosječna masa blokova
- raspon mase elemenata jezgre

$$b = n_K \cdot k_{\Delta} \cdot \sqrt[3]{\frac{G_{50}}{\rho_{obl} \cdot g}} = 3 \cdot 1 \cdot \sqrt[3]{\frac{5067,85}{25506}} = 1,75 \text{ m}$$

$$b = 1,80$$

- širina krune praga

Raspon masa blokova zaštitnog praga iznose 320 kg do 680 kg. Širina krune je 1,8 m.

3.4 Proračun granulometrije žala

Odabran promjer zrna je $D=0-4$ mm. U tabeli 10. prikazan je odnos dubine mora (z) i udaljenosti od obale (y) u ovisnosti od parametra (A) koji je očitao iz Deanovog dijagrama, a za promjer zrna 0-4 mm iznosi 0,40.

Prema podacima iz tablice 10 iscrtan je nagib obale koji iznosi 1:10 (slika 29). Pošto je kao dio projektnog zadatka bitan i broj ležaljki kojeg se mora smjestiti na plažu, kako bi se dobila čim veća površina žala, taj se nagib prilagođava terenu te je u dijelovima puno blaži.

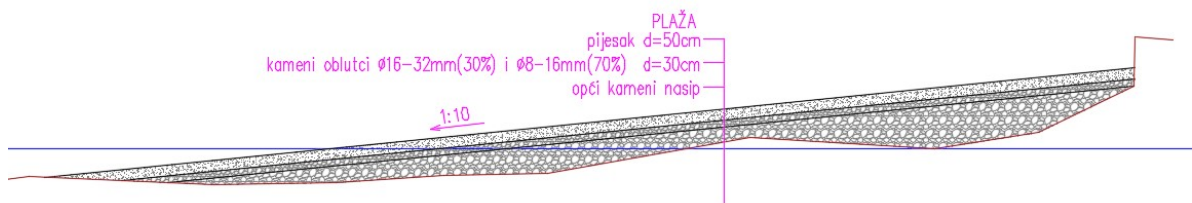
Tabela 10. Odnos dubine mora (z) i udaljenosti od obale (y) ovisno o promjeru zrna (D) i parametra (A)

D=0-4 mm, A=0,10	
Udaljenost od obale -y (m)	Dubina mora -z(m)
0	0,00
1	0,10
2	0,15
3	0,20
4	0,25
5	0,29
6	0,33
7	0,37
8	0,40
9	0,43
10	0,46
11	0,49
12	0,52
13	0,55
14	0,58
15	0,61
16	0,63
17	0,66
18	0,69
19	0,71
20	0,74
21	0,76
22	0,79
23	0,81
24	0,83
25	0,85



Slika 29. Iscrtani nagib prema podacima iz tablice 9.

Prema podacima dobivenim iz proračuna nagiba, i projektiranim slojevima dobije se karakteristični presjek žala prikazan na slici 30. Najveći nagib korišten kod postavljanja profila je 1:10. Taj se nagib smanjuje po potrebama profila te se koristi od kote +0,80 do morskog dna. Karakteristični profil sastoji se od općeg kamenog nasipa, čija se debljina mijenja s obzirom na dubinu i željenu kotu gotovog nasipa, zatim 30cm oblutka koji je po zahtjevu investitora čim manje granulacije (u ovom slučaju usvojeno je 30% granulacije $\varnothing 16-32\text{mm}$ te 70% $\varnothing 8-16\text{mm}$) te završnog sloja pijeska odabrane granulacije 0-4mm u sloju debljine 50cm.



Slika 30. Karakteristični presjek umjetnog žala

Stvarni oblik poprečnog presjeka žala tijekom sezone će se mijenjati ovisno o djelovanju, odnosno kombinaciji djelovanja morskih valova, struja, razina mora i otjecanja zaobalnih voda. Prije svake sezone kupanja želo će trebati urediti.

4 PROJEKTNO RJEŠENJE UMJETNOG ŽALA

4.1 Tekstualni dio

Projektom je planirana gradnja pješčane plaže na novoformiranim k.č.6099 i k.č.6100 te na postojećim 3700,3701,3702. sve, k.o. Poreč. Građevna čestica nalazi se unutar zaštićenog obalnog pojasa, u cijelosti se nalazi unutar obalnog pojasa 100m udaljenosti od obalne crte. Radi pronalaženja adekvatnog rješenja pristupilo se izradi numeričkih modelskih istraživanja valnih deformacija i pronosa nasipanog zrna za plaže hotela Pical izrađene od Građevinskog fakulteta sveučilišta u Zagrebu u veljači 2018. god.

Postojeće stanje čine razni betonski platoi, sunčališta sa obalnim zidovima, postojeći betonski molo, stjenovito morsko dno, te postojeća šljunčana plaža. Površina zahvata nalazi se u obalnom pojasu u zonama maritimne rekreacije na moru MR3 i MR1 planske oznake iz Urbanističkog plana uređenja Peškera-Pical-Špadići. Zona maritimne rekreacije (MR), namijenjena je uređenju plaža. Mogu se graditi potporni zidovi, obale, obalni zidovi, privezi, školjere, pristupi u more i sunčališta, postavljati naprave za rekreaciju, zabavu i privez i iznajmljivanje rekreacijskih plovila, vodene površine za vodene sportove – protočni bazeni, otvoreni bazeni, aquagani, plutajuća igrališta i pontoni koji se koriste za sunčališta, valobrani, pristani do 6 m i širine do 2 m, te obavljati i drugi slični radovi.

Zbog izloženosti lokacije potrebno je izvesti zaštitne građevine – školjere. Školjere se izvode radi smanjenja utjecaja valova i omogućavanja zadržavanja, taloženja i sprječavanja odnošenja oblutaka odnosno pijeska sa plaže. Školjera se izvodi od kamenih blokova u pokosu 1:1,5. Kamene blokove slažu se u horizontalnom slojevima na način da blokovi budu međusobno uklješteni. Radi velike površine plaže izvode se vanjske zaštitne školjere sa južne i sjeverne strane plaže te pet unutarnjih školjera.

Prije početka izvođenja nasipavanja slojeva zaštitnog pera i plaže, potrebno je porušiti sve betonske površine zajedno sa svim slojevima kako bi došli do zdrave stijene. Isto tako potrebno je izvršiti iskop morskog taloga i stijena u akvatoriju kako bi se dno poravnalo i pripremlilo za nasip projektiranih slojeva.

Zaštitne školjera (veliko pero) izvodi se od kamenih blokova dimenzija prema hidrauličkom proračunu. Ukupna duljina sa ravnim dijelom krune iznosi cca 210,0 m za zapadno pero i 75 m za istočno pero. Visina krune nasipa + 3,20 m.n.m. Primarni sloj sastoji se od kamena težine 750 – 1200 kg i debljine sloja 1,5 m. Primarna obloga školjere izvodi se pod morem i nad morem od dubine na lokaciji do -2,80 m. Nasipavanje, odnosno slaganje kamena, izvodi se sa kopna ili plovnog objekta prema odabiru tehnologije od strane izvođača radova. Elementi školjere moraju međusobno biti dobro uklješteni.

Sekundarni sloj se sastoji od kamenih blokova mase 70-130 kg i debljine je 0,7 m. Jezgra se sastoji od čistog kamenog nasipa granulacije 0,17-0,31 kg. Radi zaštite plaže osim dvije vanjske školjere izvode se i pet unutarnjih. Zaštitne školjere izvode se od kamenih blokova dimenzija istih kao i primarni sloj vanjskih školjera i slijedećih karakteristika:

Ukupna duljina sa ravnim dijelom krune iznosi cca 15,0 m. Visina krune nasipa + 1,20 m.n.m., očekuje se prelijevanje.

Nakon izvođenja zaštitnih školjera pristupa se izvođenju pješčane plaže – završni sloj plaže je pijesak koji se postavlja na donji sloj kamenih oblutaka. Svi slojevi formiraju se

na kopnu i u moru. Radi formiranja projektiranog pokosa, potrebno je formirati opći kameni nasip od čistog kamenog materijala granulacije 1 – 50 kg bez primjesa zemlje a sve prema profilima iz projekta. Nasip je potrebno završno izvesti i planirati kamenim materijalom s odstupanjem ± 10 cm radi formiranja oblika plaže i kao priprema za nasipavanje kamenim oblucima. Donji sloj plaže je oblutak u debljini od 30 cm kojeg je potrebno isplanirati po zadanim pokosima iz projekta. Izvodi se od kamenih oblutaka $\varnothing 18-16$ mm i $\varnothing 16-32$ mm.

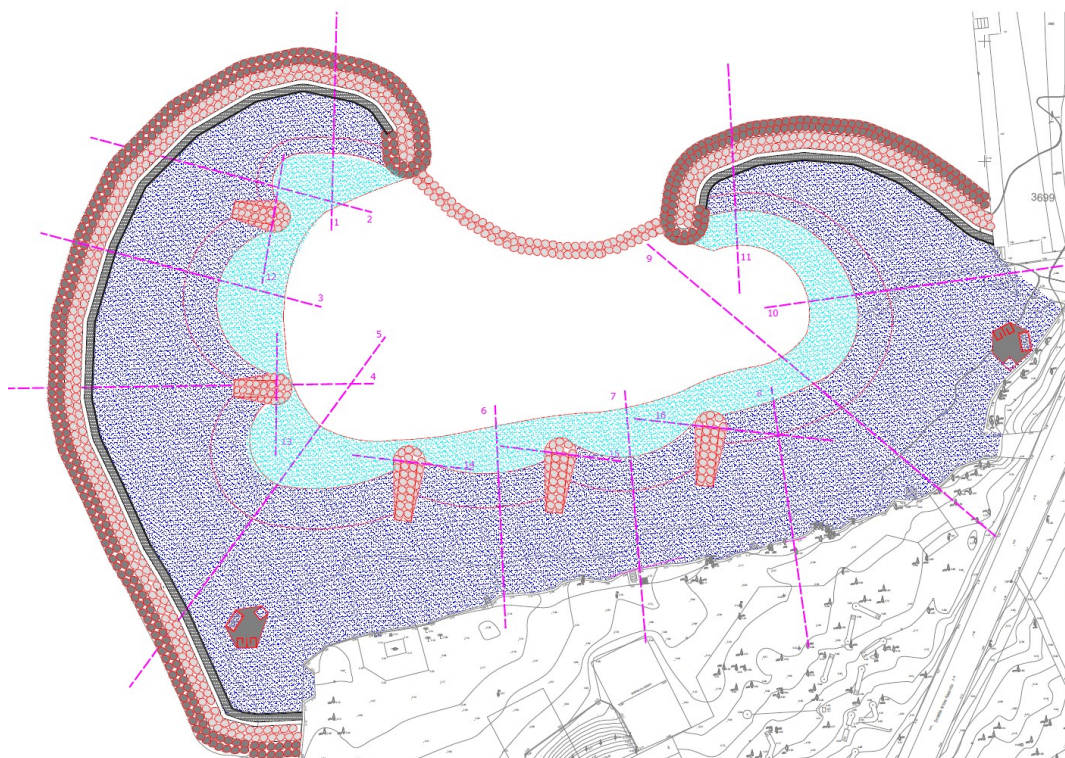
Kao završni sloj nasipava se pijesak u debljini 50 cm po zadanim pokosima. Maksimalni pokos pijeska je 1:10. Također, predviđa se i izvođenje pješačke šetnice uzduž dviju velikih školjera (širina šetnice 1,5 m i opločena je betonskim opločnicima).

Podmorje je potrebno očistiti od morske trave i iskopati stijene koje vire jer je nepogodno za plivanje. Niveleta plaže određena je na osnovu postojećeg terena i za vrijeme većih oseka biti će potpuno na suhom. S obzirom na utjecaj valova moguće je odnašanje pijeska neposredno te će biti potrebna povremena dohrana pijeska te održavanje plaže.

Kao dodatna zaštita plaži projektiran je i podvodni prag dimenzija blokova 320-680 kg i kote krune -1,50 m.

4.2 Situacija

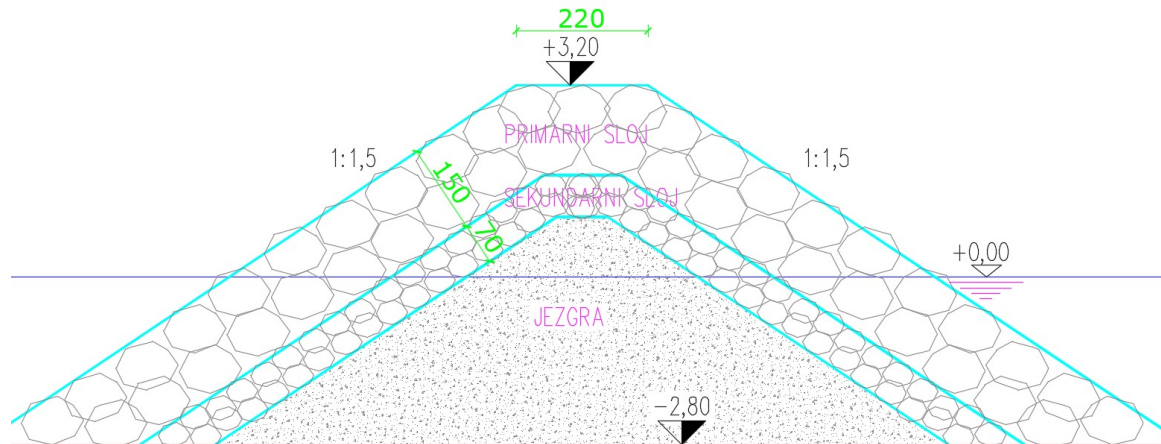
Projektirana situacija u grafičkom dijelu rada prikazuje buduće stanje plaže (S. Ukupna dobivena površina plaže je 9015 m². Na situaciji je prikazana i linija od +0,80m.n.m. koja predstavlja zamišljenu kotu do koje je nagib plaže po dijelovima različit, dok od kote +0,80m.n.m. prema podmorju nasip je uvijek u nagibu 1:10.



Slika 31. Situacija novo projektiranog stanja

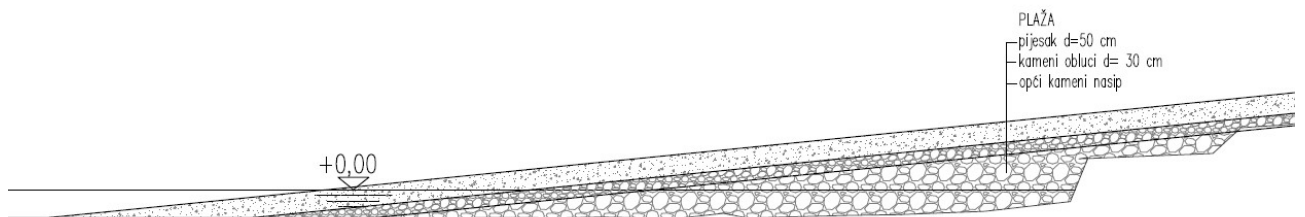
4.3 Karakteristični presjek pera

Na slici 32 prikazan je karakteristični presjek pera. U grafičkom dijelu su presjeci koji se razlikuju od karakterističnog po tome što je sa unutrašnje strane pera projektirana šetnica, te se opći kameni nasip spaja sa nasipom jezgre. U jednom dijelu šetnica je na koti od +1,80 m.n.m. radi postojećeg terena koji je na tom dijelu viši pa se kota prilagođa terenu kako bi bilo manje iskopa prilikom izvođenja.



Slika 32. Karakteristični presjek zaštitnog pera

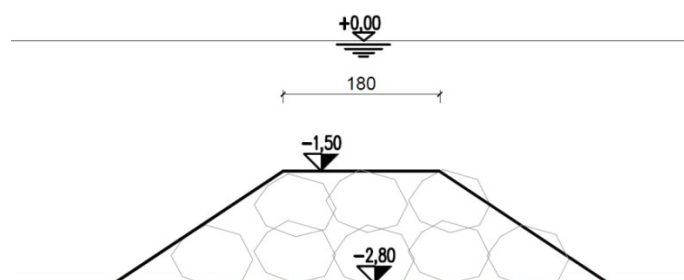
4.4 Karakteristični presjek plaže i podmorskog praga



Slika 33. Karakteristični presjek plaže

Kao što je već napomenuto, gornji sloj plaže je pijesak u debljini od 50 cm, ispod kojeg je 30 cm oblutka granulacije 16-32 mm, dok je na dnu opći kameni nasip. Najveći nagib plaže je projektiran i proračunat da bude 1:10. (slika 33)

Podmorski prag spaja dva zaštitna pera pod vodom, na koti -1,50m. Mase blokova su 320-680 kg dok je širina krune 1,8 m. Na slici 34. prikazan je karakteristični presjek podmorskog praga.



Slika 34. Karakteristični presjek podmorskog praga

4.5 Troškovnik

RB	OPIS STAVKE	MJ.	KOLIČINA	CIJENA	UKUPNO
1	2	3	4,00	5,00	4 X 5 = 6

GRAĐEVINSKO OBRTNIČKI RADOVI

1. ZEMLJANI RADOVI

1.1.	Iskop marinskog taloga i nasipa na području nove plaže po profilima u projektu. U jedničnoj cijeni sadržan sav potreban materijal i rad na iskopu i deponiranju materijala na gradsku deponiju, te sva pripomoć ronioca i plovnog objekta. Rad se izvodi sa kopna ili sa plovila. Pojedine veće komade kamena ili otpadnog materijala uklanjaju uklanjaju ronioci ručno što također ulazi u jediničnu cijenu. Obračun prema m ³ iskopanog materijala u sraslom stanju prema izmjerama profila prije i nakon izvršenog iskopa. Rastresitost u jedničnoj cijeni.	m ³	5.000,00	0,00
1.2.	Iskop marinskog taloga i nasipa na području akvatorija po profilima u projektu. U jedničnoj cijeni sadržan sav potreban materijal i rad na iskopu i deponiranju materijala na gradsku deponiju, te sva pripomoć ronioca i plovnog objekta. Rad se izvodi sa kopna ili sa plovila. Pojedine veće komade kamena ili otpadnog materijala uklanjaju uklanjaju ronioci ručno što također ulazi u jediničnu cijenu. Obračun prema m ³ iskopanog materijala u sraslom stanju prema izmjerama profila prije i nakon izvršenog iskopa. Rastresitost u jedničnoj cijeni.	m ³	2.500,00	0,00
1.3.	Iskop u stijeni morskog dna radi produbljenja akvatorija prema profilima iz projekta. U jedničnoj cijeni sadržan sav potreban materijal i rad na iskopu i deponiranju materijala na mjesto koje odredi investitor, te sva pripomoć ronioca i plovnog objekta. Pojedine veće komade kamena ili otpadnog materijala uklanjaju uklanjaju ronioci materijala uklanjaju ronioci ručno što također ulazi u jediničnu cijenu. Obračun prema m ³ iskopanog materijala u sraslom stanju prema izmjerama profila prije i nakon izvršenog iskopa. Rastresitost u jedničnoj cijeni.	m ³	1.500,00	0,00
1.4.	Strojno i ručno rušenje i razbijanje mola, utovar šute i odvoz na gradsku deponiju. Obračun po kom. (v= 80 m ³)	kom	1,00	0,00

1.5.	Strojno i ručno rušenje i razbijanje postojećih betonskih platoa radi formiranja pješčane plaže, utovar šute i odvoz na gradsku deponiju. Obračun po m ³ .	m ³	841,00	0,00
1.6.	Dobava materijala te izvedba primarnog sloja pera od kamenih blokova pod morem i nad morem. Nasipavanje, odnosno slaganje kamena, izvodi se sa kopna ili sa plovila, uz pomoć ronioca. Nagib pokosa stranice je 1:1,50 odnosno prema zadanim profilima u projektu. Ugrađuju se odgovarajućom opremom prema projektiranim pokosima. Kameni blokovi moraju biti prizmatičnog oblika. Obrambeni sloj se izvodi od kamenih blokova mase 750-1200 kg. Najveća dimenzija kamenog bloka ne smije biti veća od 2,5 duljine minimalne dimenzije bloka. U jediničnoj cijeni obračunat sav rad i materijal na dobavi, dopremi i ugradnji kam blokova. Potrebna ronilačka ekipa uključena u cijenu. Obračun po m ³ izgrađenog nasipa temeljem geodetskog snimka profila prije i poslije izgradnje (rastresitost u cijeni).	m ³	5.500,00	0,00
1.7.	Dobava materijala te izvedba sekundarnog sloja zaštitnog pera od kamenih blokova pod morem i nad morem. Nasipavanje, odnosno slaganje kamena, izvodi se sa kopna ili sa plovila, uz pomoć ronioca. Nagib pokosa stranice je 1:1,50 odnosno prema zadanim profilima u projektu. Ugrađuju se odgovarajućom opremom prema projektiranim pokosima. Obrambeni sloj se izvodi od kamenih blokova mase 70-130 kg. Najveća dimenzija kamenog bloka ne smije biti veća od 2,5 duljine minimalne dimenzije bloka. U jediničnoj cijeni obračunat sav rad i materijal na dobavi, dopremi i ugradnji kam blokova. POTrebna ronilačka ekipa uključena u cijenu. Obračun po m ³ izgrađenog nasipa temeljem geodetskog snimka profila prije i poslije izgradnje (rastresitost u cijeni).	m ³	1.200,00	0,00

1.8.	Izrada jezgre zaštitnog pera pod morem. Nasipavanje, odnosno slaganje kamena, izvodi se sa kopna ili sa plovila, uz pomoć ronioca. Nagib pokosa stranice je 1:1,50 odnosno prema zadanim profilima u projektu.. Karakteristike materijala: čisti kameni materijal težine zrna 0,17-31 kg . Kameni materijal mora biti čist bez primjesa zemlje, propisane granulacije i atestiran. U jediničnoj cijeni obračunat sav rad i materijal na dobavi, dopremi i ugradnji. Ronilačka ekipa u cijeni. Obračun po m ³ izgrađenog nasipa temeljem geodetskog snimka profila prije i poslije izgradnje (rastresitost u cijeni).	m ³	2.700,00	0,00
1.9.	Dobava materijala te izvedba podvodnog zaštitnog praga. Nasipavanje, odnosno slaganje kamena, izvodi se sa kopna ili sa plovila, uz pomoć ronioca. Nagib pokosa stranice je 1:1,50 odnosno prema zadanim profilima u projektu. Ugrađuju se odgovarajućom opremom prema projektiranim pokosima. Obrambeni sloj se izvodi od kamenih blokova mase 320-680 kg. Najveća dimenzija kamenog bloka ne smije biti veća od 2,5 duljine minimalne dimenzije bloka. U jediničnoj cijeni obračunat sav rad i materijal na dobavi, dopremi i ugradnji kam blokova. POtrebna ronilačka ekipa uključena u cijenu. Obračun po m ³ izgrađenog nasipa temeljem geodetskog snimka profila prije i poslije izgradnje (rastresitost u cijeni).	m ³	280,00	0,00
1.10.	Otklanjanje postojećeg šljunka, utovar i odvoz na privremenu gradilišnu deponiju radi ponovne ugradbe. Obračun po m ³	m ³	305,00	0,00
1.11.	Otklanjanje postojeće školjere, utovar i odvoz na privremenu gradilišnu deponiju radi ponovne ugradbe. Obračun po m ³	m ³	200,00	0,00
1.12.	Nasipavanje i nabijanje šljunka granulacije 0-63 mm ispod staze u visini do 0,25 m. Planiranje i nabijanje sloja šljunka do modula zbijenosti Me 600 MN/m ² .	m ³	135,00	0,00
1.13.	Nasipavanje i nabijanje šljunka granulacije 0-22 mm ispod staze u visini do 0,20 m. Planiranje i nabijanje sloja šljunka do modula zbijenosti Me 600 MN/m ² .	m ³	110,00	0,00
1.14.	Nasipavanje i nabijanje sloja tucanika ispod betonskih opločnika staze u visini do 0,05 m. Planiranje i nabijanje sloja šljunka do modula zbijenosti Me 600 MN/m ² .	m ³	28,00	0,00

1.15.	Nasipavanje i nabijanje općeg kamenog nasipa 1-100 kg ispod sloja šljunka na dijelu novonastale obale te na potrebnim mjestima kako bi se dobio nagib šljunka i pijeska od maksimalno 1:9 materijalom od iskopa. Planiranje i nabijanje sloja nasipa prema profilima iz projekta. U cijeni dovoz materijala sa gradilišne deponije.	m ³	7.150,00	0,00
1.16.	Dobava, doprema i strojno razastiranje riječnih kamenih oblutaka (70% 8-16 mm i 30% 4-8mm) na plaži i u moru u sloju od 30 cm. Nagib prema presjecima iz projekta. Uzorke oblutaka potrebno je dostaviti nadzornom inženjeru na ovjeru. Obračun po m ³ .	m ³	3.250,00	0,00
1.17.	Dobava, doprema i strojno razastiranje finog riječnog pijeska u sloju od 50 cm na plaži i u moru. Nagib prema presjecima iz projekta. Uzorke pijeska potrebno je dostaviti nadzornom inženjeru na ovjeru. Obračun po m ³ .	m ³	6.200,00	0,00
1.18.	Iskop za temelje zidova šetnice u općem kamenom nasipu nakon zbijanja istog. Obračun po m ³ . Materijal od iskopa iskoristiti za opći kameni nasip na drugim dijelovima zahvata.	m ³	130,00	0,00
1.19.	Utovar i odvoz materijala na gradsku deponiju	m ³	1.850,00	0,00
1.	SVEUKUPNO ZEMLJANI RADOVI			0,00
2.	BETONSKI I ARMIRANOBETONSKI RADOVI			
2.1.	Betoniranje temelja potpornih zidova betonom C 35/45.			

	<p>Beton mora biti otporan na utjecaj morske vode tako da cement mora sadržavati 5% fino mljevenog aktivnog pucolana ili zgure, te treba imati Ca3Si (trikalcijskog silikata) manje od 50% i Ca3Al (trikalcijskog aluminata) manje od 8% tako da bude otporan na koroziju morske vode. Kvaliteta cementa i njegova otpornost protiv agresije morske vode mora biti potvrđena atestom jednog od ovlaštenih Instituta za ispitivanje materijala. Granulometrijski sastav agregata treba odrediti tako da se dobije što kompaktniji i nepropusniji beton. Obračun izvršiti po m³ ugrađenog betona. U cijeni sav rad, materijal i potrebna oplata. Armatura u posebnoj stavci. Kutna letva u cijeni.</p>			
		m ³	75,00	0,00
2.2.	<p>Betoniranje obalnog zida staze betonom C 35/45. Tip obalnog zida je masivne izvedbe iz betona ugrađenog na samom mjestu u dvostranoj glatkoj oplati. Ugradnju betona, odnosno horizontalni prekidi betoniranja se ne dozvoljavaju.</p> <p>Beton mora biti otporan na utjecaj morske vode tako da cement mora sadržavati 5% fino mljevenog aktivnog pucolana ili zgure, te treba imati Ca3Si (trikalcijskog silikata) manje od 50% i Ca3Al (trikalcijskog aluminata) manje od 8% tako da bude otporan na koroziju morske vode. Kvaliteta cementa i njegova otpornost protiv agresije morske vode mora biti potvrđena atestom jednog od ovlaštenih Instituta za ispitivanje materijala. Granulometrijski sastav agregata treba odrediti tako da se dobije što kompaktniji i nepropusniji beton. Obračun izvršiti po m³ ugrađenog betona. U cijeni sav rad, materijal i potrebna oplata. Armatura u posebnoj stavci. Kutna letva u cijeni.</p>			
		m ³	87,00	0,00
2.3.	<p>Betoniranje bet. ploča platoa spremišta i kabine za presvlačenje debljine 20 cm C35/45. U cijeni sav rad, potrebna oplata, materijal i oprema. Obračun po m³.</p>	m ³	24,00	0,00

2.4.	Dobava i ugradba betonskih opločnika tip kao Rustica – Beton Lučko na šetnicu i plato za pomični bar .Opločnici se ugrađuju u svemu prema projektiranim profilima i detalju ugrađivanja. Element je pravokutnih dimenzija i ugrađuje se u zemljovlažni cementni mort omjera debljine 3cm koji naliježe na betonsku podlogu C16/20 debljine 8cm. Polaganje opločnika se vrši ručno u svemu prema projektiranim kotama i uz lagano nabijanje i sa razdjelnicama debljine 0,4 - 1cm. Položeni opločnici se po završenom polaganju fugiraju, a na svakih cca 12,0m ostavljaju se fleksibilne dilatacijske razdjelnice u zoni prekidnih traka koje su širine 35cm. Cijenom je obuhvaćena nabava materijala, polaganje opločnjaka i prekidnih traka sa zemljovlažnim mortom, te potrebna njega i svi ostali potrebni radovi. Opločnjaci dimenzija 24 x 16 x 8 cm i 16 x 16 x 8 cm u sivom tonu, a prekidne trake u plavom tonu.	m ²	540,00	0,00
2.5.	Dobava, čišćenje, ravnanje, savijanje, postavljanje i povezivanje rebrastog betonskog čelika kvalitete B500B i armaturnih mreža. U jediničnoj cijeni sadržana je potreban sav potreban rad i transport. Obračun po kg ugrađenog čelika.	kg	15.300,00	0,00
2.	SVEUKUPNO BETONSKI I ARMIRANOBETONSKI RADOVI			0,00
REKAPITULACIJA GRAĐEVINSKO OBRITNIČKI RADOVI				
1.	SVEUKUPNO ZEMLJANI RADOVI			0,00
2.	SVEUKUPNO BETONSKI I ARMIRANOBETONSKI RADOVI			0,00
SVEUKUPNO GRAĐEVINSKO OBRITNIČKI RADOVI				0,00

5 ISKAZ MASA

Tabela 11. Iskaz masa za zaštitna pera

PROFIL	DULJINA PROFILA (l)	POVRŠINA (m ²)			VOLUMEN (m ³)		
		PRIMARNI SLOJ	SEKUNDARNI SLOJ	JEZGRA	PRIMARNI SLOJ	SEKUNDARNI SLOJ	JEZGRA
P1	48	18,15	6,60	20,65	871,20	316,80	991,20
P2	32	15,35	5,24	13,00	491,20	167,68	416,00
P3	25	14,45	4,45	9,00	361,25	111,25	225,00
P4	48	13,75	4,35	5,95	660,00	208,80	285,60
P5	60	13,15			789,00		
P11	80	14,40	4,80	9,60	1.152,00	384,00	768,00
P12	15	24,50			367,50		
P13	15	15,65			234,75		
P14	15	12,10			181,50		
P15	15	13,80			207,00		
P16	15	11,65			174,75		
UKUPNO:					5.490,15	1.188,53	2.685,80

Prema tabeli 11. ukupne količine za primarni sloj zaštitnog pera je 5.500,00 m³, za sekundarni sloj 1.200,00 m³ a za jezgru 2.700,00 m³.

Tabela 12. Iskaz masa za pješčano žalo

PROFIL	DULJINA PROFILA (l)	POVRŠINA (m ²)			VOLUMEN (m ³)		
		OPĆI KAMENI NASIP	OBLUTAK	PIJESAK	OPĆI KAMENI NASIP	OBLUTAK	PIJESAK
P1	29	49,85	7,75	13,25	1.445,65	224,75	384,25
P2	24	46,00	9,40	17,30	1.104,00	225,60	415,20
P3	25	41,50	9,35	17,25	1.037,50	233,75	431,25
P4	31	33,60	6,30	10,80	1.041,60	195,30	334,80
P5	49		10,60	20,90		519,40	1.024,10
P6	46	1,95	8,65	17,00	89,70	397,90	782,00
P7	27	8,90	8,25	16,50	240,30	222,75	445,50
P8	32	14,55	9,00	17,25	465,60	288,00	552,00
P9	33	15,45	9,95	19,65	509,85	328,35	648,45
P10	41	12,95	10,50	22,20	530,95	430,50	910,20
P11	25	26,65	6,65	10,45	666,25	166,25	261,25
UKUPNO:					7.131,40	3.232,55	6.189,00

Prema tabeli 12. količine za formiranje novog pješčanog žala su slijedeće: opći kameni nasip 7.150,00 m³, oblutak 3.250,00 m³ te za pijesak 6.200,00 m³.

Tabela 13. Iskaz masa za podvodni zaštitni prag

POVRŠINA KARAKTERISTIČNOG PRESJEKA	DULJINA (l)	VOLUMEN (m ³)
4,90	56,00	274,40

Za izradu podvodnog zaštitnog praga potrebna količina blokova je 280 m³.

6 ZAKLJUČAK

Turizam kao glavna grana našeg gospodarstva zahtjeva velika ulaganja u građevinarskom smislu. Jedan dio takvih ulaganja sigurno je i uređenje plaža. Iako se većina naše obale može pohvaliti prirodnom ljepotom gdje nisu potrebni veliki zahvati, činjenica je da su kapaciteti smještaja svake godine sve veći, pa se time povećava potreba za uređenjem obalnog pojasa. Iako pijesak sam po sebi nije autohton za naša područja, materijali korišteni na ovom zahvatu su prirodni. Kako je zadnjih godina hit u turističkim krugovima obiteljski turizam, pijesak je kao glavni materijal odabran jer se pokazao najzgodnijim za najmlađe naraštaje.

Osim dijela u kojem su definirani osnovni termini vezani uz nasipavanje plaža, u ovom je radu teoretski razrađeno dimenzioniranje zaštitnog pera, zaštitnog praga žala te dimenzioniranje granulometrije žala. Ta se teorija i računski primijenila na zadanu plažu te su se grafički razradili situacija i profili.

U ovom radu dano je okvirno projektno rješenje pješčane plaže, koje je potrebno detaljnije razraditi za daljnje projekte. Projektirana su pješčana žala, koja zahtijevaju znatno manje nagibe i veću zaklonjenost od šljunčanih žala. Naime, pijesak ima znatno nepovoljniju hidrauličku stabilnost na djelovanje valova u odnosu na šljunak. Zbog toga moguća su oštećenja projektiranog žala tijekom olujnih valova iz smjera SW. Također, potrebno je razmotriti i scenarije ponašanja projektiranog žala u slučaju predviđenih povećanja morskih razina.

Zbog navedene složenosti projekta predlaže se uspostava monitoringa žala nakon njegovog izvođenja. Na osnovi monitoringa i iskustva vezanih uz održavanje objekta nakon 5 godina predlaže se analiza stanja, te eventualna korekcija projektiranih objekata. Takva praksa je uobičajena za slične projekte u zapadnoj Europi.

Projektno rješenje obuhvaća izvedbu dvaju zaštitnih vanjskih pera te 5 unutarnjih pera, zatim podvodnog praga te nasipavanje žala u slojevima. Takvim projektним rješenjem dobiva se 9.105,00 m² pješčane površine.

Dimenzioniranje zaštitnih pera provedeno je korištenjem Hudsonove formule čime su dobiveni svi parametri potrebni za izvođenje. Parametri podvodnog praga dobiveni su prema formuli Van derra Meera a nagib plaže prema Deanu.

Duljine zaštitnih pera su 210m za zapadno pero te 75 za istočno. Unutarnja pera duljina su po 15m. Primarni sloj slaže se od kamenih blokova mase 750-1200 kg i debljine je 1,5m. Kota krune je +3,20m.n.m. Sekundarni sloj sastavljen je od kamenih blokova mase 70-130 kg te je debljine 0,7m. Jezgra je granulacije 0,17-0,31 kg. Podvodni prag slaže se od blokova dimenzija 320-680kg. Slojevi žala su opći kameni nasip, 30cm oblutka te 50 cm pijeska. Maksimalni nagib plaže je 1:10, te je profil plaže podložan promjenama.

Pošto se radi o umjetnoj plaži, jedan od bitnih uvjeta opstanka ovakve plaže je kvalitetno i redovito održavanje. U vidu takvog održavanja moraju se osigurati znatna sredstva kao i pristup plaži.

7 LITERATURA

Web stranice:

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Pore%C4%8D> , pristup 15.06.2019.

Knjige, članci, studije:

V. Andočec, G. Lončar; Studija vjetrovalnih karakteristika akvatorija grada Poreča, Građevinski fakultet sveučilišta u Zagrebu, 2008

G.Lončar; Numerička modelska istraživanja valnih deformacija i pronosa nasipnog zrna za plaže hotela Pical; Građevinski fakultet sveučilišta u Zagrebu, 2017

D.Robert G; Beach nourishment and practice; University of Florida, USA, 2002

Keulegan, G. H., Krumbein, W. C. (1919): Stable configuration of Bottom Slope in a shallow sea and its bearing on geological Processes. Transactions, American Geophysical Union Vol. 30, N. 6 855-816

Komar, Paul & McDougal, W.G. (1994). The analysis of exponential beach profiles. Journal of Coastal Research. 10. 59-69

Kraus C. Nikolas, Hanson H., Blomgren H. Sten; Modern functional design of groin systems, Chapter 96, 1994.

A. Grahovac, N.Krvavica, I.Ružić; Utjecaj izgradnje obalnog zida na dinamiku valovanja ispred postojeće prirodne obale; Stručni rad

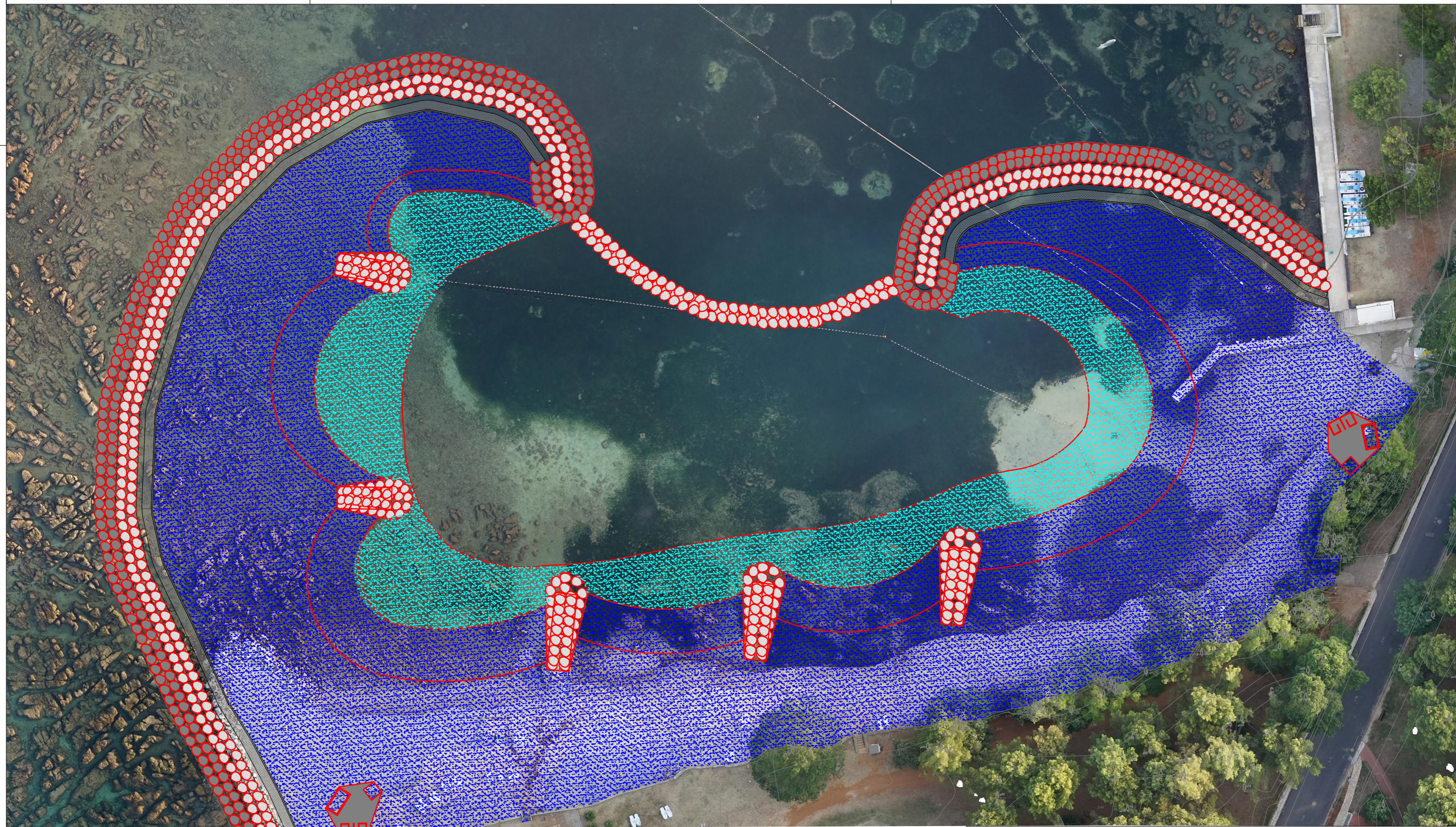
Bowman D., Guillen J, Lopez L, Pellegrino V.; Plan view Geometry and morphological characteristics of pocket beaches on the Catalan coast (Spain), Geomorphology 108, Barcelona, 2009., 191–199 str.

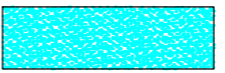
Projekti:

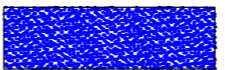
IG d.o.o. Labin, Uređenje plaže Borik, idejni projekti; 2015-2018

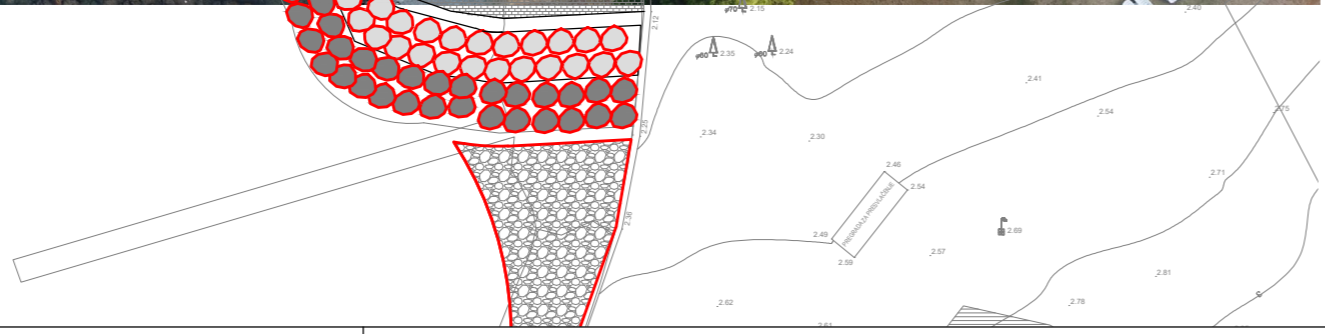
8 GRAFIČKI PRILOZI

1.	SITUACIJA UMJETNOG ŽALA	MJ 1:500
2.	SITUACIJA UMJETNOG ŽALA SA PRESJECIMA	MJ 1:500
3.	PROFIL 1, PROFIL 2	MJ 1:50
4.	PROFIL 3, PROFIL 4	MJ 1:50
5.	PROFIL 5, PROFIL 6	MJ 1:50
6.	PROFIL 7, PROFIL 8	MJ 1:50
7.	PROFIL 9, PROFIL 10	MJ 1:50
8.	PROFIL 11, PROFIL 12	MJ 1:50
9.	PROFIL 13, PROFIL 14	MJ 1:50
10.	PROFIL 15, PROFIL 16	MJ 1:50
11.	KARAKTERISTIČNI PRESJEK ZAŠTITNOG PERA I PODVODNOG PRAGA	MJ 1:50
12.	KARAKTERISTIČNI PRESJEK UMJETNOG ŽALA	MJ 1:50



 POVRŠINA ŽALA ISPOD RAZINE VODE: P=2.100,00 m²

 POVRŠINA ŽALA IZNAD RAZINE VODE P=9.105,00 m²

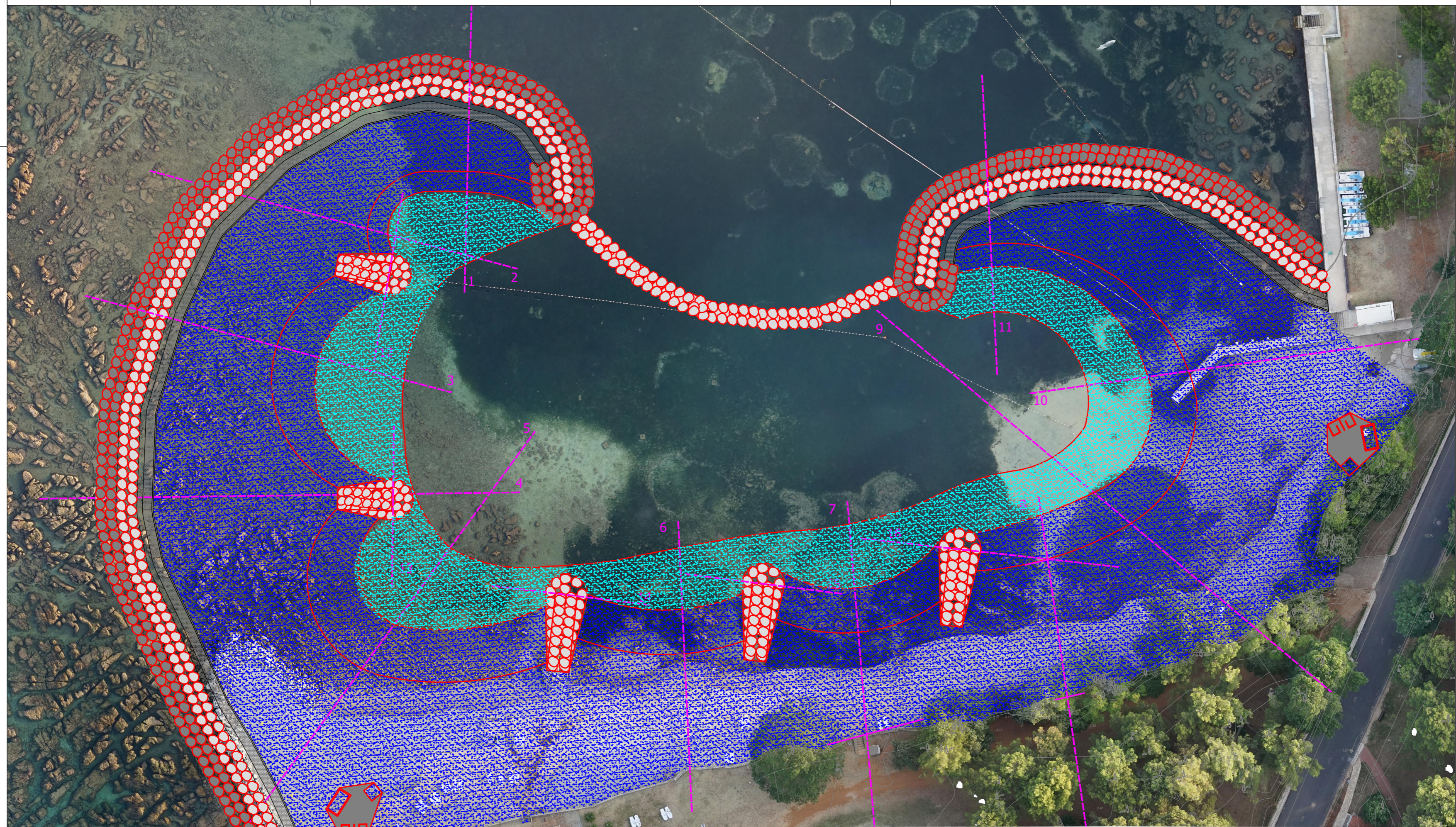



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI

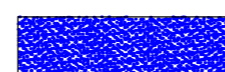
Diplomski rad
PROJEKT UMJETNOG ŽALA U TN BORIK, POREČ
 Sadržaj nacрта:
SITUACIJA PLAŽE

Student:
 Biljana Licul Sošić, bacc.ing.aedif.
 Kolegij:
GRADNJA MARINA I OBALA

Mentor: doc.dr.sc. Igor Ružić, dipl.ing.građ	Datum: 15.06.2019	Mjerilo: 1:500	List: 1
---	----------------------	-------------------	------------




 POVRŠINA ŽALA ISPOD
 RAZINE VODE:
 P=2.100,00 m²


 POVRŠINA ŽALA IZNAD
 RAZINE VODE
 P=9.105,00 m²

GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI

Diplomski rad
**PROJEKT UMJETNOG ŽALA
 U TN BORIK, POREČ**

Sadržaj nacрта:
SITUACIJA SA PROFILIMA

Student:
 Biljana Licul Sošić, bacc.ing.aedif.

Kolegij:
GRADNJA MARINA I OBALA

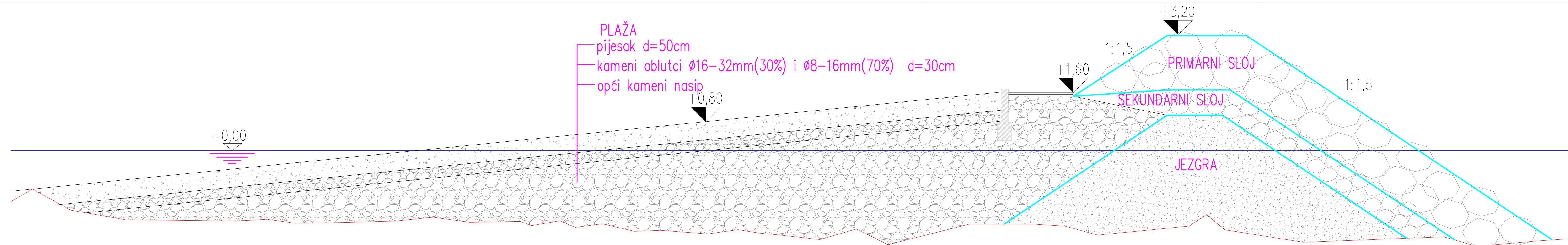
Mentor:
 doc.dr.sc. Igor Ružić, dipl.ing.građ

Datum:
 15.06.2019

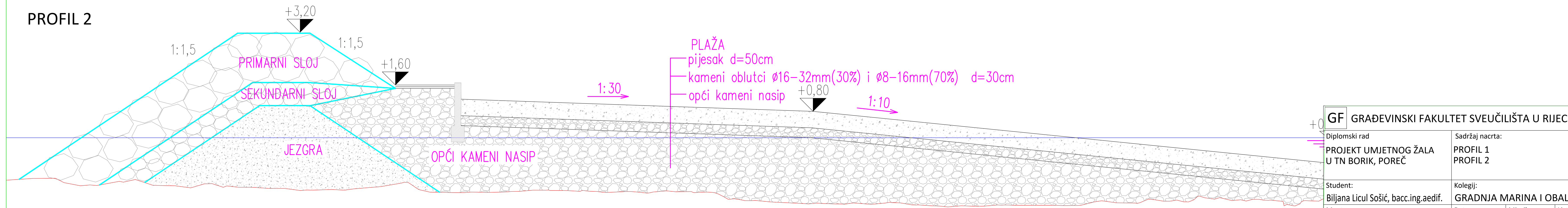
Mjerilo:
 1:500

List:
 2

PROFIL 1

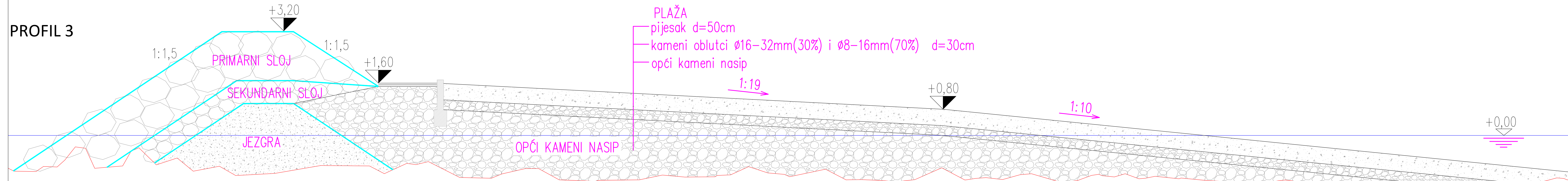


PROFIL 2

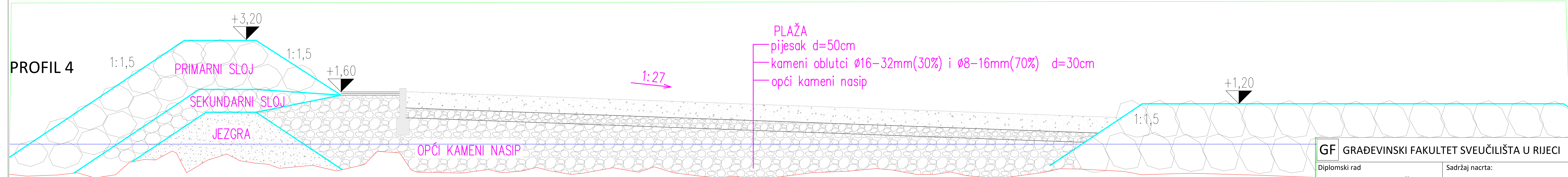


GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI			
Diplomski rad		Sadržaj nacрта:	
PROJEKT UMJETNOG ŽALA U TN BORIK, POREČ		PROFIL 1 PROFIL 2	
Student: Biljana Licul Sošić, bacc.ing.aedif.		Kolegij: GRADNJA MARINA I OBALA	
Mentor: doc.dr.sc. Igor Ružić, dipl.ing.građ	Datum: 15.06.2019	Mjerilo: 1:50	List: 3

PROFIL 3



PROFIL 4



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI			
Diplomski rad		Sadržaj nacрта:	
PROJEKT UMJETNOG ŽALA U TN BORIK, POREČ		PROFIL 3 PROFIL 4	
Student:		Kolegij:	
Biljana Licul Sošić, bacc.ing.aedif.		GRADNJA MARINA I OBALA	
Mentor:	Datum:	Mjerilo:	List:
doc.dr.sc. Igor Ružić, dipl.ing.grad	15.06.2019	1:50	4

PROFIL 5

1:1,5

+3,20

1:1,5

+1,80

1:20

+0,80

1:10

- PLAŽA
- pijesak d=50cm
- kameni oblutci $\phi 16-32\text{mm}(30\%)$ i $\phi 8-16\text{mm}(70\%)$ d=30cm
- opći kameni nasip

PROFIL 6

+0,00

- PLAŽA
- pijesak d=50cm
- kameni oblutci $\phi 16-32\text{mm}(30\%)$ i $\phi 8-16\text{mm}(70\%)$ d=30cm
- opći kameni nasip

+0,80

1:10

GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI			
Diplomski rad		Sadržaj nacрта:	
PROJEKT UMJETNOG ŽALA U TN BORIK, POREČ		PROFIL 5 PROFIL 6	
Student: Biljana Licul Sošić, bacc.ing.aedif.		Kolegij: GRADNJA MARINA I OBALA	
Mentor: doc.dr.sc. Igor Ružić, dipl.ing.građ	Datum: 15.06.2019	Mjerilo: 1:50	List: 5

PROFIL 7

+0,00

+0,80

- PLAŽA
- pijesak d=50cm
 - kameni oblutci $\varnothing 16-32\text{mm}(30\%)$ i $\varnothing 8-16\text{mm}(70\%)$ d=30cm
 - opći kameni nasip

PROFIL 8

+0,00

+0,80

- PLAŽA
- pijesak d=50cm
 - kameni oblutci $\varnothing 16-32\text{mm}(30\%)$ i $\varnothing 8-16\text{mm}(70\%)$ d=30cm
 - opći kameni nasip

GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI

Diplomski rad
PROJEKT UMJETNOG ŽALA
U TN BORIK, POREČ

Sadržaj nacrt:
PROFIL 7
PROFIL 8

Student:
Biljana Licul Sošić, bacc.ing.aedif.

Kolegij:
GRADNJA MARINA I OBALA

Mentor:
doc.dr.sc. Igor Ružić, dipl.ing.građ

Datum:	Mjerilo:	List:
15.06.2019	1:50	6

PROFIL 9

PLAŽA

- pijesak d=50cm
- kameni oblutci $\phi 16-32\text{mm}(30\%)$ i $\phi 8-16\text{mm}(70\%)$ d=30cm
- opći kameni nasip

+0,00

+0,80

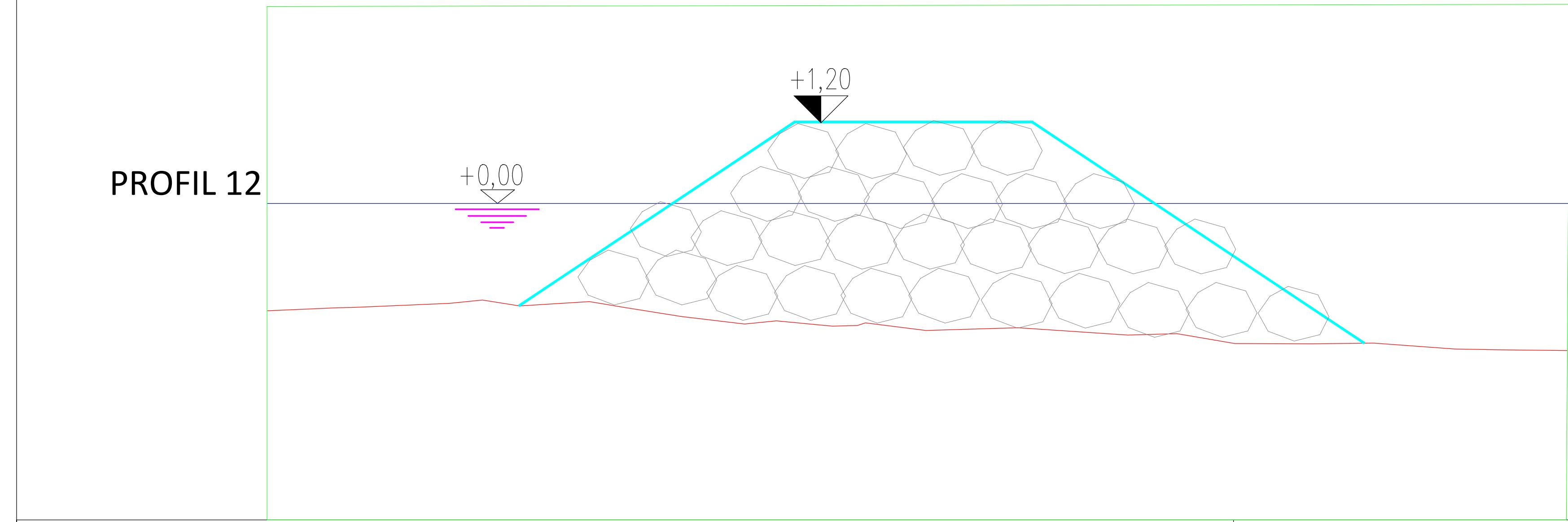
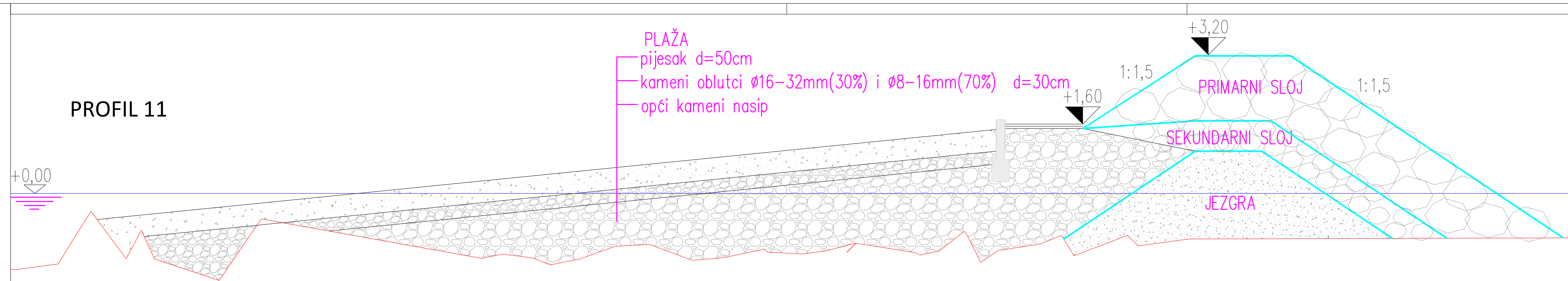
PROFIL 10

PLAŽA

- pijesak d=50cm
- kameni oblutci $\phi 16-32\text{mm}(30\%)$ i $\phi 8-16\text{mm}(70\%)$ d=30cm
- opći kameni nasip

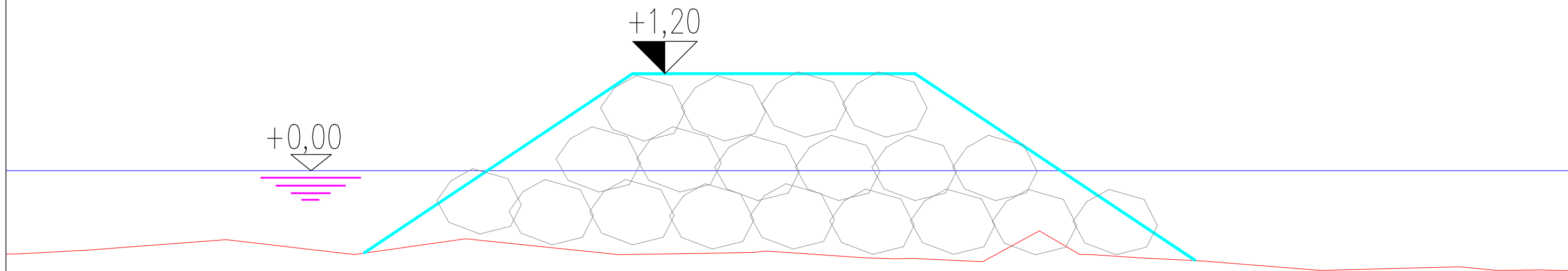
+0,80

GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI			
Diplomski rad		Sadržaj nacrt:	
PROJEKT UMJETNOG ŽALA U TN BORIK, POREČ		PROFIL 9 PROFIL 10	
Student:		Kolegij:	
Biljana Licul Sošić, bacc.ing.aedif.		GRADNJA MARINA I OBALA	
Mentor:	Datum:	Mjerilo:	List:
doc.dr.sc. Igor Ružić, dipl.ing.građ	15.06.2019	1:50	7

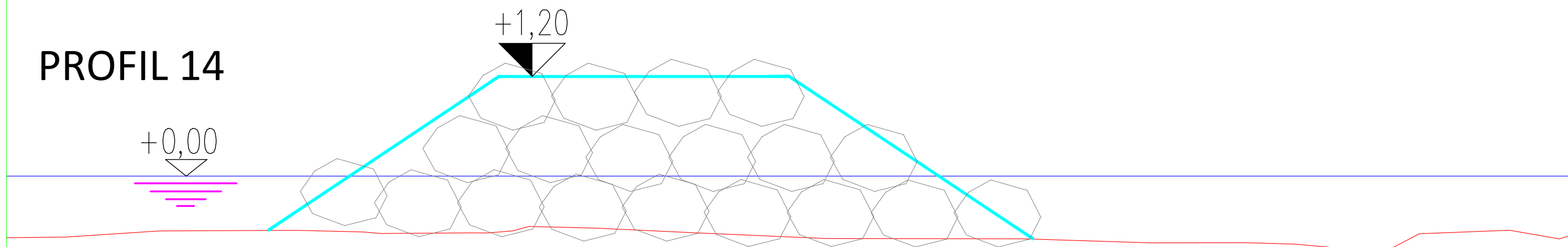


GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI			
Diplomski rad PROJEKT UMJETNOG ŽALA U TN BORIK, POREČ		Sadržaj nacрта: PROFIL 11 PROFIL 12	
Student: Biljana Licul Sošić, bacc.ing.aedif.		Kolegij: GRADNJA MARINA I OBALA	
Mentor: doc.dr.sc. Igor Ružić, dipl.ing.grad	Datum: 15.06.2019	Mjerilo: 1:50	List: 8

PROFIL 13

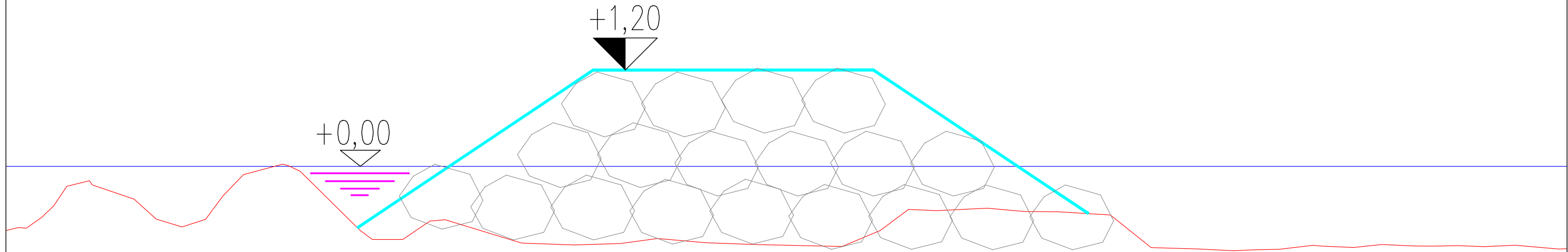


PROFIL 14

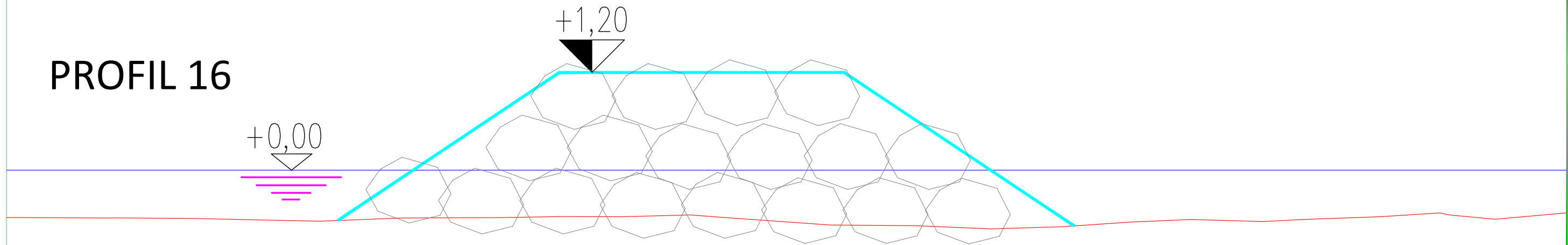


GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI			
Diplomski rad PROJEKT UMJETNOG ŽALA U TN BORIK, POREČ		Sadržaj nacрта: PROFIL 13 PROFIL 14	
Student: Biljana Licul Sošić, bacc.ing.aedif.		Kolegij: GRADNJA MARINA I OBALA	
Mentor: doc.dr.sc. Igor Ružić, dipl.ing.građ	Datum: 15.06.2019	Mjerilo: 1:50	List: 9

PROFIL 15

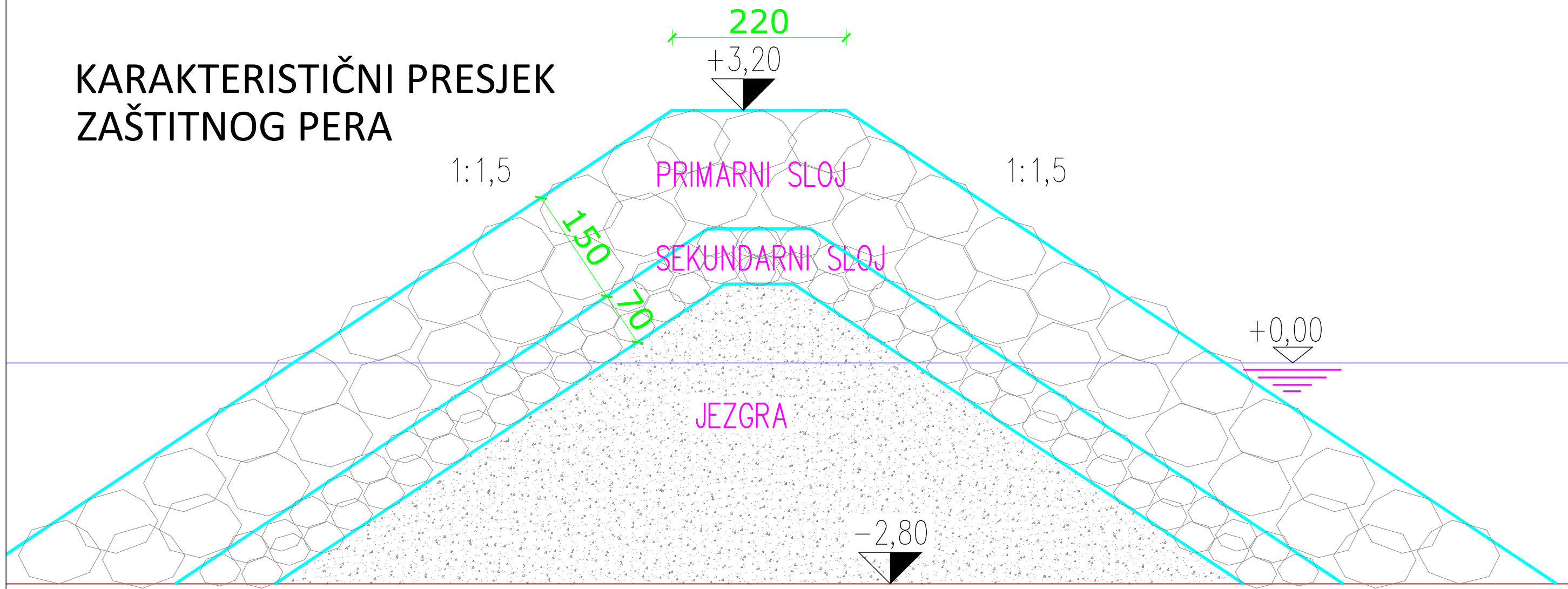


PROFIL 16

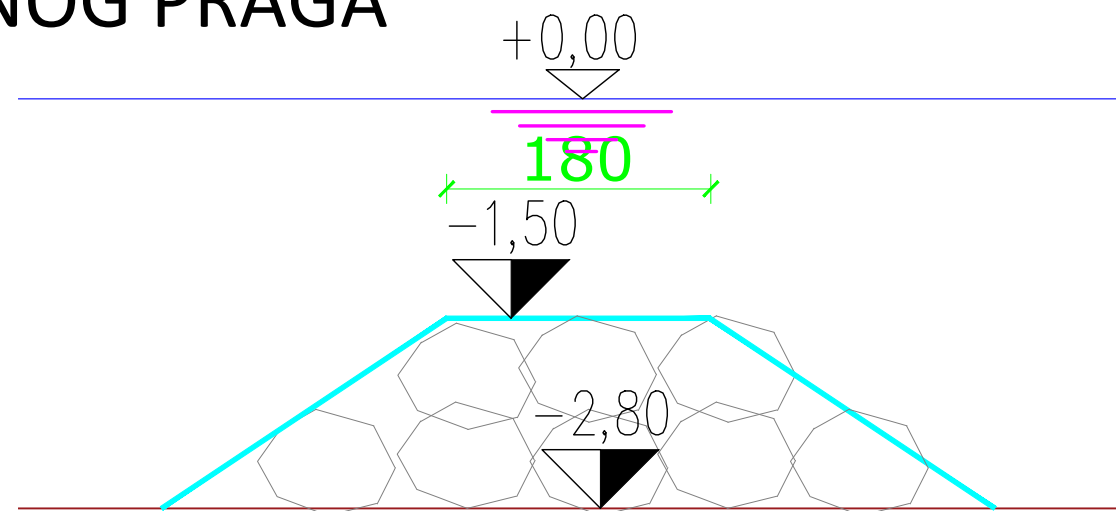


GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI			
Diplomski rad PROJEKT UMJETNOG ŽALA U TN BORIK, POREČ		Sadržaj nacrt: PROFIL 15 PROFIL 16	
Student: Biljana Licul Sošić, bacc.ing.aedif.		Kolegij: GRADNJA MARINA I OBALA	
Mentor: doc.dr.sc. Igor Ružić, dipl.ing.građ	Datum: 15.06.2019	Mjerilo: 1:50	List: 10

KARAKTERISTIČNI PRESJEK ZAŠTITNOG PERA

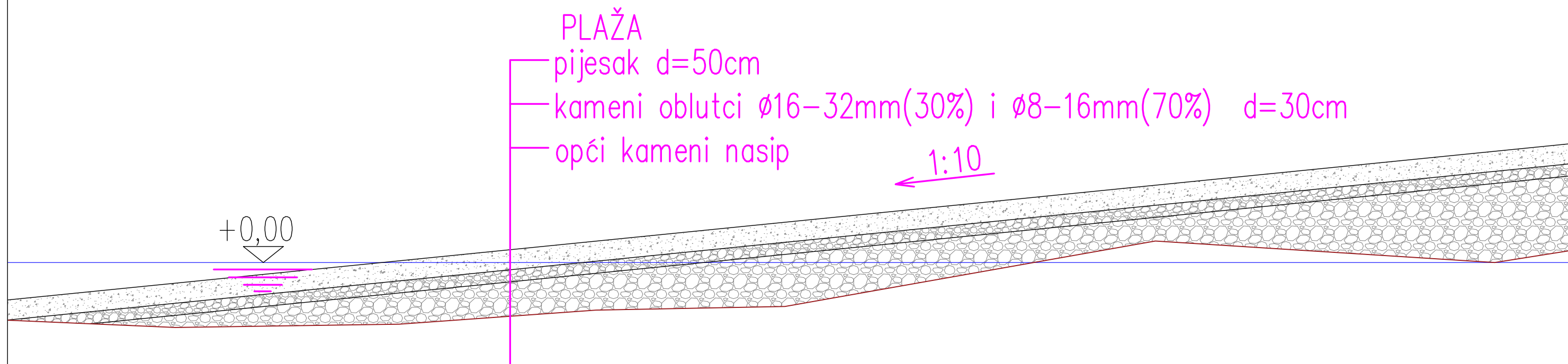


KARAKTERISTIČNI PRESJEK PODVODNOG PRAGA



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI			
Diplomski rad PROJEKT UMJETNOG ŽALA U TN BORIK, POREČ		Sadržaj nacрта: KARAKTERISTIČNI PRESJEK ZAŠTITNOG PERA I PODVODNOG PRAGA	
Student: Biljana Licul Sošić, bacc.ing.aedif.		Kolegij: GRADNJA MARINA I OBALA	
Mentor: doc.dr.sc. Igor Ružić, dipl.ing.građ	Datum: 15.06.2019	Mjerilo: 1:50	List: 11

KARAKTERISTIČNI PRESJEK UMJETNOG ŽALA



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI			
Diplomski rad PROJEKT UMJETNOG ŽALA U TN BORIK, POREČ		Sadržaj nacрта: KARAKTERISTIČNI PRESJEK UMJETNOG ŽALA	
Student: Biljana Licul Sošić, bacc.ing.aedif.		Kolegij: GRADNJA MARINA I OBALA	
Mentor: doc.dr.sc. Igor Ružić, dipl.ing.građ	Datum: 15.06.2019	Mjerilo: 1:50	List: 12