

MareCon

Marecon d.o.o.
J.P. Kamova 15
51000 Rijeka
Tel.: +385/51/218336
e-mail: marecon@ri.t-com.hr
www.marecon.hr
OIB 40702527736

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA: 75-2A/20

MAPA: II/VI – GRAĐEVINSKI PROJEKT POMORSKIH GRAĐEVINA

BROJ PROJEKTA: 25G/17-GP-2

INVESTITOR: OPĆINA BAŠKA
Palada 88
51523 BAŠKA
OIB 24078212554

LOKACIJA GRAĐEVINE: Općina Baška, ulica Palada, na k.č.br. 1791/2, 1792/1, 1792/2, 1813, 4091, 4092, 4093, 4094, 4095, dijelovi k.č.br. 1790/2, 1812/1, sve k.o. Baška-nova te dijelovi k.č.br. 2593/4 i 2593/5, sve k.o. Baška

NAZIV GRAĐEVINE:
UREĐENJE OBALNOG POJASA NASELJA BAŠKA – ETAPA 2A
GLAVNI PROJEKT – GRAĐEVINSKI PROJEKT – PROJEKT POMORSKIH GRAĐEVINA

GLAVNI PROJEKTANT: Marin Mikelić, dipl.ing.arh., A 3253

PROJEKTANT: Ivan Žigo, mag.ing.aedif., G 5545

Rijeka, prosinac 2020.

ISPRAVAK II – svibanj 2023.

DIREKTOR:

mr.sc. Dinko Hrešić, dipl.ing.građ.

STRANICA ZA OVJERU REVIDENTA KVALIFICIRANIM ELEKTRONIČKIM POTPISOM

POPIS SVIH PROJEKTANATA I SURADNIKA KOJI SU SUDJELOVALI U IZRADI PROJEKTA

GRAĐEVINSKI PROJEKT – PROJEKT POMORSKIH GRAĐEVINA:

Ivan Žigo, mag.ing.aedif., projektant

Sara Bolonja, mag.ing.aedif., suradnik

mr.sc. Dinko Hrešić, dipl.ing.građ., suradnik

mr.sc. Dražen Hrešić, dipl.ing.građ., suradnik

Nikola Marković, mag.ing.aedif., suradnik

POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA

MAPA I	ARHITEKTONSKI PROJEKT
Projektant	MIKELIĆ VREŠ ARHITEKTI d.o.o., Zagreb Marin Mikelić, dipl. ing. arh.
Broj projekta	75-2A-GP/20
MAPA II	GRAĐEVINSKI PROJEKT POMORSKIH GRAĐEVINA
Projektant	Marecon d.o.o., Rijeka Ivan Žigo, mag.ing.aedif.
Broj projekta	25G/17-GP-2
MAPA III	GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE
Projektant	Zagorje pro-kon d.o.o., Zabok Ivica Vrdoljak, mag.ing.aedif.
Broj projekta	01/21-A2
MAPA IV	PROJEKT VODOVODA I ODVODNJE
Projektant	GPZ d.o.o., Rijeka Duško Mičetić, dipl.ing.građ.
Broj projekta	232/20-GP-2
MAPA V	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT
Projektant	K-tim j.d.o.o., Rijeka Ivan Mužić, dipl.ing.el.
Broj projekta	20-12/20-2
MAPA VI	PROJEKT KRAJOBRAZNOG UREĐENJA
Projektant	Studio za krajobraznu arhitekturu, prostorno planiranje, okoliš d.o.o., Rovinj Marin Mikelić, dipl. ing. arh.
Broj projekta	024-2017-2A

SADRŽAJ MAPE II - GRAĐEVINSKI PROJEKT – PROJEKT POMORSKIH GRAĐEVINA:

Broj stranica / mjerilo

1. Naslovna stranica	1
2. Stranica za ovjeru revidenta kvalificiranim elektroničkim potpisom	1
3. Popis svih projekatata i suradnika koji su sudjelovali u izradi projekta	1
4. Popis mapa glavnog projekta	1
5. Sadržaj mape II	2
6. Isprave	
6.1. Registracija društva	3
6.2. Imenovanje projektanta	1
6.3. Rješenje o upisu projektanta u imenik ovlaštenih inženjera	3
6.4. Izjava projektanta	1
7. Prikaz tehničkih mjera zaštite na radu	3
8. Prikaz svih primijenjenih mjera zaštite od požara	2
9. Geotehnički projekt	2
10. Tehnički opis	11
11. Vjetrovalna klima i opterećenja na građevine	33
12. Geostatički proračun	69
13. Program kontrole i osiguranja kvalitete	33
14. Posebni tehnički uvjeti gradnje i gospodarenje otpadom	2
15. Iskaz procijenjenih troškova građenja	2
16. Nacrti	
1. Situacija šireg područja	
2. Situacija postojećeg stanja	1:500
3. Situacija uređenog stanja	1:500
4. Uzdužni presjek B1-B1 zaštitnog pera 1, uređeno stanje	1:50
5. Poprečni presjek B1a-B1a zaštitnog pera 1, uređeno stanje	1:50
6. Poprečni presjek B1b-B1b zaštitnog pera 1, uređeno stanje	1:50
7. Uzdužni presjek B2-B2 zaštitnog pera 2, uređeno stanje	1:50
8. Poprečni presjek B2a-B2a zaštitnog pera 2, uređeno stanje	1:50
9. Poprečni presjek B2b-B2b zaštitnog pera 2, uređeno stanje	1:50
10. Uzdužni presjek B3-B3 zaštitnog pera 3, uređeno stanje	1:50
11. Poprečni presjek B3a-B3a zaštitnog pera 3, uređeno stanje	1:50
12. Poprečni presjek B3b-B3b zaštitnog pera 3, uređeno stanje	1:50
13. Uzdužni presjek B4-B4 zaštitnog pera 4, uređeno stanje	1:50
14. Poprečni presjek B4a-B4a zaštitnog pera 4, uređeno stanje	1:50
15. Poprečni presjek B4b-B4b zaštitnog pera 4, uređeno stanje	1:50

16. Uzdužni presjek B5-B5 zaštitnog pera 5, uređeno stanje	1:50
17. Poprečni presjek B5a-B5a zaštitnog pera 5, uređeno stanje	1:50
18. Poprečni presjek B5b-B5b zaštitnog pera 5, uređeno stanje	1:50
19. Uzdužni presjek B6-B6 zaštitnog pera 6, uređeno stanje	1:50
20. Poprečni presjek B6a-B6a zaštitnog pera 6, uređeno stanje	1:50
21. Poprečni presjek B6b-B6b zaštitnog pera 6, uređeno stanje	1:50
22. Uzdužni presjek B7-B7 zaštitnog pera 7, uređeno stanje	1:50
23. Poprečni presjek B7a-B7a zaštitnog pera 7, uređeno stanje	1:50
24. Poprečni presjek B7b-B7b zaštitnog pera 7, uređeno stanje	1:50
25. Poprečni presjek B8-B8 obalnog zida i plaže, uređeno stanje	1:50
26. Uzdužni presjek B9-B9 rampe za pristup moru osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivosti, uređeno stanje	1:50
27. Poprečni presjek B10-B10 obalnog zida i plaže, uređeno stanje	1:50
28. Uzdužni presjek B11-B11 rampe za ulaz u more za jedrilice, uređeno stanje	1:50
29. Poprečni presjek B12-B12 obalnog zida, uređeno stanje	1:50

Projektant:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Ivan Žigo
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5545

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.

MareCon

Marecon d.o.o.
J.P. Kamova 15
51000 Rijeka
tel.: +385/51/218336
e-mail: marecon@ri.t-com.hr
www.marecon.hr

BROJ PROJEKTA: 25G/17-GP-2

INVESTITOR: OPĆINA BAŠKA
51523 BAŠKA, Palada 88

GRAĐEVINA: UREĐENJE OBALNOG POJASA NASELJA BAŠKA – ETAPA 2A

6. ISPRAVE

PROJEKTANT:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Ivan Žigo
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5545

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.

Nadležni sud

Trgovački sud u Rijeci

MBS

040045478

OIB

40702527736

EUID

HRSR.040045478

Status

Bez postupka

Tvrtka

MARECON društvo s ograničenom odgovornošću za konzalting, inženjering i trgovinu
MARECON d. o. o.

Sjedište/adresa

Rijeka (Grad Rijeka)
Janka Polića Kamova 15

Adresa elektroničke pošte

marecondoo@inet.hr

Temeljni kapital

20.500,00 kuna

Pravni oblik

društvo s ograničenom odgovornošću

Predmet poslovanja

45 Građevinarstvo

51 Trgovina na veliko i posredovanje u trgovini, osim trgovine motornim vozilima i motociklima

- * Projektiranje građevina (izrada arhitektonskih, građevinskih, instalacijskih, tehnoloških i drugih vrsta projekata)
- * Stručni nadzor nad građenjem
- * Inženjering, projektni menadžment i tehničke djelatnosti
- * Zastupanje stranih osoba u zemlji
- * Ustupanje investicijskih radova stranoj osobi u zemlji
- * Izrada ekspertiza, revizije projektne dokumentacije
- * Izrada studija izvodljivosti i opravdanosti
- * Hidraulička istraživanja u morskoj sredini, mjerenje valova, morskih sturja i dr.
- * Upravljanje stambenim zgradama
- * računalne i srodne djelatnosti
- * kupnja i prodaja robe
- * pružanje usluga u trgovini
- * obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
- * zastupanje inozemnih tvrtki u plasmanu njihovih proizvoda i usluga na domaćem i inozemnom tržištu
- * usluge informacijskog društva
- * istraživanje tržišta i ispitivanje javnog mnijenja
- * promidžba (reklama i propaganda)
- * savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravljanjem
- * poslovanje nekretninama
- * poslovi upravljanja nekretninom i održavanje nekretnina
- * posredovanje u prometu nekretnina
- * obavljanje djelatnosti upravljanja projektom gradnje

- * uklanjanje građevina i pripremni radovi na gradilištu
- * inženjerstvo i s njim povezano tehničko savjetovanje
- * djelatnost prostornog uređenja i gradnje
- * djelatnost projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja
- * djelatnost tehničkog ispitivanja i analize
- * projektantski nadzor
- * izrada nostrifikacije projektne dokumentacije
- * izrada vjetrovalnih studija
- * izrada maritimnih studija
- * izrada geotehničkih izvješća
- * geološke i geotehničke istražne djelatnosti
- * usluge geotehničkih projektiranja
- * usluge ispitivanja i prethodnih istraživanja postojećih stanja ispod vode ili mora (ronilačke kontrole)
- * izvođenje građevinskih radova u vodi u obalnom i priobalnom pojasu, izvođenje podvodnih radova uz korištenje mehanizacije i radnika specijaliziranih za rad na vodi i u vodi
- * pružanje usluga kojima je rezultat iskaz određenih podataka o prostoru koji se temelje na službenim evidencijama o prostoru i nekretninama
- * obavljanje ispitivanje i prethodnih istraživanja u građevinarstvu
- * usluge vještačenja građevinskih iskopa
- * obavljanje specijaliziranih građevinskih djelatnosti koje se obavljaju na različitim vrstama građevina, a zahtijevaju specijalno izvođenje i opremu
- * izrada pregleda, snimka postojećeg stanja i projektiranje sanacije, rekonstrukcije ili izgradnje objekata kulturnog dobra
- * izrada projekata prometne infrastrukture
- * procjena vrijednosti nekretnina
- * procjena vrijednosti pokretnina
- * iznajmljivanje strojeva i opreme za izgradnju ili rušenje, sa ili bez rukovatelja
- * prijevoz osoba i tereta za vlastite potrebe
- * djelatnost izrade poslovnih planova i analiza, investicijskih projekata, studija ekonomske opravdanosti, studija i vođenja poslovnih poduhvata
- * savjetovanje u području poslovne komunikacije

Osnivači/članovi društva

Dražen Hrešić, OIB: 87498575073 [\(Prikaži vezane subjekte\)](#)

Rijeka, Janka Polića Kamova 15

- član društva

Dinko Hrešić, OIB: 89436469850 [\(Prikaži vezane subjekte\)](#)

Rijeka, Kvarnerska 2D

- član društva

Osobe ovlaštene za zastupanje

Dinko Hrešić, OIB: 89436469850 [\(Prikaži vezane subjekte\)](#)

Rijeka, Kvarnerska 2D

- član uprave

- zastupa pojedinačno i samostalno, temeljem odluke od 10. prosinca 2013. godine

Dražen Hrešić, OIB: 87498575073 [\(Prikaži vezane subjekte\)](#)

Rijeka, Janka Polića Kamova 15

- prokurist

- zastupa društvo sukladno odredbama čl.47. i 48. Zakona o trgovačkim društvima, temeljem odluke od 06. veljače 2014. godine

Pravni odnosi

Osnivački akt:

Ugovor o osnivanju zaključen dana 25. listopada 1994. godine i usklađen sa Zakonom o trgovačkim društvima dana 20. prosinca 1995. godine.

Odlukom članova društva od 26. veljače 1999. godine izmijenjen je Društveni ugovor u odredbama koje se odnose na predmet poslovanja - djelatnosti.

Odlukom članova društva od 06. veljače 2014. godine izmijenjen je Društveni ugovor i to čl.9. (uprava društva i prokura). Potpuni tekst Ugovora dostavljen je u zbirku isprava.

Odlukom članova društva od 19. kolovoza 2019. izmijenjene su odredbe Društvenog ugovora u čl. 1. (uvodne odredbe), čl. 2. (tvrtka i sjedište), čl. 4. (predmet poslovanja), čl. 5. (temeljni kapital i poslovni udjeli) te čl. 14. (završne odredbe). Potpuni tekst

Ugovora dostavljen je u zbirku isprava.

Ostali podaci

Društvo upisano u registarskom uložku broj 1-22357-00 Trgovačkog suda u Rijeci.

Financijska izvješća

Datum predaje	Godina	Obračunsko razdoblje	Vrsta izvještaja
---------------	--------	----------------------	------------------

27.04.2021	2020	01.01.2020 - 31.12.2020	GFI-POD izvještaj
------------	------	-------------------------	-------------------

MareCon

Marecon d.o.o.
J.P. Kamova 15
51000 Rijeka
Tel.: +385/51/218336
e-mail: marecon@ri.t-com.hr
www.marecon.hr

Temeljem članka 51. Zakona o gradnji (Narodne novine br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) društvo
"MareCon" d.o.o. Rijeka donosi:

RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA

BROJ 25G/17-GP-2

kojim se imenuje

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.

PROJEKTANTOM
za projekt

**GLAVNI PROJEKT – GRAĐEVINSKI PROJEKT – PROJEKT POMORSKIH GRAĐEVINA
ZA GRAĐEVINU**

UREĐENJA OBALNOG POJASA NASELJA BAŠKA – ETAPA 2A

BROJ PROJEKTA: 25G/17-GP-2

INVESTITOR: **OPĆINA BAŠKA**
Palada 88
51523 BAŠKA

Imenovani djelatnik je upisan u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva, Hrvatske komore
inženjera građevinarstva pod rednim brojem 5545 s danom upisa 18. srpnja 2016. godine.

Rijeka, prosinac 2020.
ISPRAVAK II – svibanj 2023.

Direktor:


MareCon
d.o.o. RIJEKA
mr.sc. Dinko Hrešić



REPUBLIKA HRVATSKA

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA

10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 271

KLASA: UP/I-360-01/16-01/259
URBROJ: 500-03-16-2
Zagreb, 18. srpnja 2016. godine

Hrvatska komora inženjera građevinarstva na temelju članka 26. stavka 5. i članka 27. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju ("Narodne novine", broj 78/15.) odlučujući o zahtjevu koji je podnio **Ivan Žigo, Rijeka, Antuna Kosića Rika 11**, donosi sljedeće

RJEŠENJE

1. U Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva upisuje se **Ivan Žigo, mag.ing.aedif., Rijeka, Antuna Kosića Rika 11, OIB 05356555565**, pod rednim brojem **5545**, s danom upisa **18.07.2016.** godine.
2. Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva **Ivan Žigo, mag.ing.aedif.**, stječe pravo na uporabu strukovnog naziva "**ovlašteni inženjer građevinarstva**" i pravo na obavljanje stručnih poslova temeljem članka 48., 50., 53. stavak 1. i 2., 55. Zakona o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje ("Narodne novine", broj 78/15.), te ostala prava i dužnosti sukladno ovom Zakonu, posebnim zakonima i propisima donesenim temeljem tih zakona, te općim aktima Komore.
3. Ovlaštenom inženjeru građevinarstva Hrvatska komora inženjera građevinarstva izdaje "**pečat i iskaznicu ovlaštenog inženjera građevinarstva**", koje su vlasništvo Komore.

Obrazloženje

Dana 08.07.2016. godine Ivan Žigo, mag.ing.aedif., podnio je zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva.

U prilogu zahtjeva, podnositelj zahtjeva je podnio sljedeću dokumentaciju:

- presliku važećeg osobnog dokumenta,
- presliku diplome,
- presliku suplementa diplome,
- presliku Uvjerenja o položenom stručnom ispitu za obavljanje poslova prostornog uređenja i graditeljstva,
- dokaz o radnom stažu (Elektronički zapis o podacima evidentiranim u matičnoj evidenciji Hrvatskog zavoda za mirovinsko osiguranje),
- završno mišljenje mentora u trajanju od 16 mjeseci i 13 dana,

- popis poslova u struci ovjeren od ovlaštenog inženjera građevinarstva pod čijim je nadzorom obavljao poslove,
- preslike gotovih naslovnica projekata potpisane i ovjerene od odgovornog projektanta na kojima se navode suradnici u projektiranju,
- dokaz o uplati upisnine u iznosu od 1.000,00 kn,
- 70,00 kn Upravne pristojbe (biljezi RH),
- jednu fotografiju veličine 35x45 mm.

Prema odredbi članka 27. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju pravo na upis u imenik ovlaštenih arhitekata, ovlaštenih arhitekata urbanista, odnosno ovlaštenih inženjera Komore ima fizička osoba koja kumulativno ispunjava sljedeće uvjete:

1. da je završila odgovarajući preddiplomski i diplomski sveučilišni studij ili integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij i stekla akademski naziv magistar inženjer, ili da je završila
2. odgovarajući specijalistički diplomski stručni studij i stekla stručni naziv stručni specijalist inženjer ako je tijekom cijelog svog studija stekla najmanje 300 ECTS bodova, odnosno da je na drugi način propisan posebnim propisom stekla odgovarajući stupanj obrazovanja odgovarajuće struke,
3. da je po završetku odgovarajućeg diplomskog sveučilišnog studija ili po završetku odgovarajućeg specijalističkog diplomskog stručnog studija provela na odgovarajućim poslovima u struci najmanje dvije godine, da je po završetku odgovarajućeg diplomskog sveučilišnog studija ili odgovarajućeg specijalističkog diplomskog stručnog studija provela na odgovarajućim poslovima u struci najmanje jednu godinu, ako je uz navedeno iskustvo po završetku odgovarajućeg preddiplomskog sveučilišnog ili po završetku odgovarajućeg preddiplomskog stručnog studija stekla odgovarajuće iskustvo u struci u trajanju od najmanje tri godine, odnosno bila zaposlena na stručnim poslovima graditeljstva i/ili prostornoga uređenja u tijelima državne uprave ili jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave, te zavodima za prostorno uređenje županije, odnosno Grada Zagreba najmanje deset godina,
4. da je ispunila uvjete sukladno posebnim propisima kojima se propisuje polaganje stručnog ispita.

U postupku koji je prethodio donošenju ovog rješenja izvršen je uvid u priloženu dokumentaciju i utvrđeno je da je zahtjev podnositelja osnovan, te da podnositelj udovoljava kumulativno svim uvjetima za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva koji su propisani člankom 27. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju.

Podnositelj zahtjeva stekao je pravo na uporabu strukovnog naziva „ovlašteni inženjer građevinarstva“ i pravo na obavljanje stručnih poslova temeljem članka 48., 50., 53 stavak 1. i 2., 55. Zakona o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje, te ostala prava i dužnosti sukladno ovom Zakonu, posebnim zakonima i propisima donesenim temeljem tih zakona, te općim aktima Komore.

Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je izvršavati navedene stručne poslove sukladno zakonu te temeljnim načelima i pravilima struke koje treba poštovati ovlašteni inženjer građevinarstva.

Pravo na obavljanje navedenih stručnih poslova prestaje s prestankom članstva u Komori, u skladu s člankom 34. i 35. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju.

Ovlaštenom inženjeru građevinarstva Hrvatska komora inženjera građevinarstva izdaje "pečat i iskaznicu ovlaštenog inženjera građevinarstva", sukladno članku 26. stavku 5. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju.

Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je plaćati Hrvatskoj komori inženjera građevinarstva članarinu i ostala davanja koja utvrde tijela Komore, osim u slučaju mirovanja članstva i privremenog prekida

obavljanja djelatnosti, a pri prestanku članstva u Komori dužan je podmiriti sve dospjele financijske obveze prema Komori, sve sukladno članku 13. stavku 1. točki 5. Statuta Hrvatske komore inženjera građevinarstva.

Ovlašteni inženjer građevinarstva dobiva putem Hrvatske komore inženjera građevinarstva Potvrdu o polici osiguranja od profesionalne odgovornosti kod odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje na razdoblje od godine dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja plaća se sa članarinom, odnosno uračunava se u iznos članarine, sve u skladu s člankom 55. Stavcima 1. i 2. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju.

Ovlašteni inženjer građevinarstva uplatio je za upis Hrvatskoj komori inženjera građevinarstva upisninu u iznosu od 1.000,00 kn sukladno članku 13. stavku 1. točki 4. Statuta Hrvatske komore inženjera građevinarstva.

Upravna pristojba plaćena je upravnim biljegom emisije Republike Hrvatske koji je zalijepljen na podnesak i poništen, u vrijednosti 20,00 kn (slovima: dvadeset kuna) prema tarifnom br. 1 i u vrijednosti od 50,00 kn (slovima: pedeset kuna), prema tar.br. 2. Zakona o upravnim pristojbama („Narodne novine“ br. 8/96. 77/96. 131/97. 69/98. 66/99. 145/99. 116/00. 110/04. 150/05. 153/05. 129/06. 117/07. 25/08. 60/08. 20/10. 69/10. 126/11. 112/12. i 9/13.).

Slijedom navedenog, na temelju članaka 26. i 27. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju, odlučeno je kao u izreci.


 Predsjednik
 Hrvatske komore inženjera građevinarstva
Zvonimir Sever, dipl.ing.građ.

Uputa o pravnom lijeku:

Protiv ovog rješenja dopuštena je žalba koja se podnosi Ministarstvu graditeljstva i prostornoga uređenja u roku 15 dana od dana dostave rješenja. Žalba se predaje neposredno ili šalje poštom u pisanom obliku, u tri primjerka, putem tijela koje je izdalo rješenje.

Na žalbu se plaća pristojba u iznosu od 50,00 kuna državnih biljega prema Tar.br. 3. Tarife upravnih pristojbi Zakona o upravnim pristojbama („Narodne novine“ broj 8/96, 77/96, 131/97, 68/98, 66/99, 145/99, 30/00- Odluka Ustavnog suda, 116/00, 163/03, 17/04, 110/04, 141/04, 150/05, 153/05, 129/06, 117/07, 25/08, 60/08, 20/10, 69/10, 126/11, 112/12, 19/13, 80/13, 40/14, 69/14, 87/14, 94/14).

Dostaviti:

1. **Ivan Žigo,**
51000 Rijeka, Antuna Kosića Rika 11
2. U Zbirku isprava Komore

MareCon

Marecon d.o.o.
J.P. Kamova 15
51000 Rijeka
Tel.: +385/51/218336
e-mail: marecon@ri.t-com.hr
www.marecon.hr

Temeljem članka 70. Zakona o gradnji (Narodne novine br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) dajem

IZJAVU

da je glavni projekt – građevinski projekt – projekt pomorskih građevina **Uređenje obalnog pojasa naselja Baška – etapa 2A**, broj 25G/17-GP-2, izrađen u skladu s lokacijskom dozvolom KLASA: UP/I^o-350-05/19-03/6, UR.BROJ: 2170/1-03-04/3-19-9, od 17.09.2019. godine, izdane od strane Upravnog odjela za prostorno uređenje, graditeljstvo i zaštitu okoliša Primorsko-goranske županije, Ispostava Krk, i drugim propisima, uvjetima i pravilima iz članka 68. stavka 2. Zakona o gradnji (Narodne novine broj 153/13, 20/17, 39/19, 125/19).

Rijeka, prosinac 2020.
ISPRAVAK II – svibanj 2023.

Projektant:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Ivan Žigo
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5545

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.

MareCon

Marecon d.o.o.
J.P. Kamova 15
51000 Rijeka
tel.: +385/51/218336
e-mail: marecon@ri.t-com.hr
www.marecon.hr

BROJ PROJEKTA: 25G/17-GP-2

INVESTITOR: OPĆINA BAŠKA
51523 BAŠKA, Palada 88

GRAĐEVINA: UREĐENJE OBALNOG POJASA NASELJA BAŠKA – ETAPA 2A

7. PRIKAZ TEHNIČKIH MJERA ZAŠTITE NA RADU

PROJEKTANT:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Ivan Žigo
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5545

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.

MareCon

Marecon d.o.o.
J.P. Kamova 15
51000 Rijeka
tel.: +385/51/218336
e-mail: marecon@ri.t-com.hr
www.marecon.hr

Temeljem i u skladu odredbi članka 73. Zakona o zaštiti na radu (Narodne novine Republike Hrvatske, broj 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18) daje se

PRIKAZ TEHNIČKIH MJERA ZAŠTITE NA RADU

GRAĐEVINSKI PROJEKT – PROJEKT POMORSKIH GRAĐEVINA

Glavni projekt

ZA GRAĐEVINU

UREĐENJA OBALNOG POJASA NASELJA BAŠKA – ETAPA 2A

Broj projekta: 25G/17-GP-2

Tijekom izrade ovog projekta odabrana su tehnička rješenja koja u cijelosti osiguravaju primjenu propisa zaštite na radu, kako bi se svim učesnicima u građenju kao i u tijeku uporabe predmetne građevine osigurali uvjeti rada i korištenja bez opasnosti za život i zdravlje.

TEHNIČKE MJERE ZAŠTITE NA RADU U VRIJEME IZVOĐENJA RADOVA

Za vrijeme građenja predmetne građevine potrebno je provesti sve propisane i važećom zakonskom regulativom predviđene mjere zaštite na radu, a koje se osobito odnose na:

- organizaciju i uređenje samog gradilišta
- organizaciju skladišnog prostora
- organizaciju i lokaciju objekata namijenjenih boravku ljudi
- organizaciju transporta materijala, alata, strojeva, opreme i ljudi
- organizaciju pružanja prve pomoći u slučaju povrede radnika na radu i sl.
- organizaciju privremenih deponija iskopa
- organizaciju privremene regulacije prometa gradskom cestom uz gradilište
- ispravnost sredstava za rad (alati, strojevi i ostala oprema)
- ispravnost i pravilan način uporabe osobnih zaštitnih sredstava radnika (zaštitni šljem, radno odijelo, zaštitne rukavice i sl.)
- sanaciju okoliša građevine i gradilišta, uključujući privremene deponije iskopa, te dovođenje u prvobitno ili projektom predviđeno stanje.

Kontrolu provedbe propisanih mjera zaštite na radu provode: rukovoditelj gradilišta, nadzorni inženjer, ovlašteni predstavnici nadležnih državnih tijela.

Rad ronioca mora se odvijati poštujući sve zakonske odredbe i pravila struke. Prilikom montaže građevinskih elemenata ronioci ne smiju asistirati ispod tereta na dizalici – oni trebaju kontrolirati nakon postavljanja elemenata.

TEHNIČKE MJERE ZAŠTITE ZA VRIJEME KORIŠTENJA

Tehničke mjere za vrijeme korištenja vezane su za sigurnost broдика kao i za sigurnost prolaznika – šetača. One se mogu podijeliti u dvije grupe i to:

- mjere koje spadaju u domenu projektanta i stoga su predviđene projektnom dokumentacijom
- mjere koje spadaju u nadležnost investitora, a čiju kontrolu provode nadležni organi. Investitor je u tijeku eksploatacije dužan iz razloga sigurnosti provoditi sve one mjere koje su predviđene važećim pravilnicima.

Projektant:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Ivan Žigo
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5545

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.

MareCon

Marecon d.o.o.
J.P. Kamova 15
51000 Rijeka
tel.: +385/51/218336
e-mail: marecon@ri.t-com.hr
www.marecon.hr

BROJ PROJEKTA: 25G/17-GP-2

INVESTITOR: OPĆINA BAŠKA
51523 BAŠKA, Palada 88

GRAĐEVINA: UREĐENJE OBALNOG POJASA NASELJA BAŠKA – ETAPA 2A

8. PRIKAZ SVIH PRIMIJENJENIH MJERA ZAŠTITE OD POŽARA

PROJEKTANT:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Ivan Žigo
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5545

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.

MareCon

Marecon d.o.o.
J.P. Kamova 15
51000 Rijeka
tel.: +385/51/218336
e-mail: marecon@ri.t-com.hr
www.marecon.hr

Temeljem i u skladu odredbi članaka 14. stavak 1. i 2. Zakona o zaštiti požara (Narodne novine Republike Hrvatske, broj 92/10), daje se

PRIKAZ SVIH PRIMIJENJENIH MJERA ZAŠTITE OD POŽARA

koje su predviđene za

GRAĐEVINSKI PROJEKT – PROJEKT POMORSKIH GRAĐEVINA

Glavni projekt

ZA GRAĐEVINU

UREĐENJA OBALNOG POJASA NASELJA BAŠKA – ETAPA 2A

Broj projekta: 25G/17-GP-2

Za vrijeme građenja predmetne građevine potrebno je provesti sve propisane i važećom zakonskom regulativom predviđene mjere, zaštite pri radu i rukovanju s lako zapaljivim materijalima, koje mogu izazvati požar. Takve materijale potrebno je držati udaljene od toplinskih izvora i otvorenog plamena, kako ne bi došlo do izbijanja požara. Lako zapaljive materijale (primjerice eksploziv, benzin, nafta, razna ulja, boje i sl.) treba čuvati u posebnim skladišnim prostorima, sigurnim od požara, u svemu prema važećim odredbama, propisima i normama.

Električne instalacije, uređaji i oprema, moraju svojom kvalitetom i načinom izvedbe, odgovarati važećim propisima i normama.

Kontrolu provedbe predmetnih mjera zaštite od požara provode: izvoditelj, nadzorni inženjer, kao i ovlaštene predstavnici nadležnih državnih tijela.

Nakon završetka izgradnje građevine potrebno je urediti gradilište i ukloniti sve ostatke građe i zapaljivih materijala, te dovesti okoliš u prvobitno stanje.

Propisi na kojima se temelji predviđeni sustav zaštite od požara su slijedeći:

- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10),
- Pravilnik o hidrantskoj mreži za gašenje požara (NN 8/06),
- Pravilnik o planu zaštite od požara (NN 51/12).

Projektant:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Ivan Žigo
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5545

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.

MareCon

Marecon d.o.o.
J.P. Kamova 15
51000 Rijeka
tel.: +385/51/218336
e-mail: marecon@ri.t-com.hr
www.marecon.hr

BROJ PROJEKTA: 25G/17-GP-2

INVESTITOR: OPĆINA BAŠKA
51523 BAŠKA, Palada 88

GRAĐEVINA: UREĐENJE OBALNOG POJASA NASELJA BAŠKA – ETAPA 2A

9. GEOTEHNIČKI PROJEKT

PROJEKTANT:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Ivan Žigo
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5545

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.

GEOTEHNIČKI PROJEKT

Za predmetni projekt izrađeni su geotehnički istražni radovi te o tome sastavljeni izvještaji.

Podloga za projektiranje je izvješće „Uređenje obalnog pojasa u Baški, Geotehnički izvještaj“, Rijekaprojekt geotehničko istraživanje d.o.o. Rijeka, el. 17-021, travanj 2017.

U Elaboratima su prikazani rezultati provedenih geotehničkih istražnih radova na predmetnoj lokaciji te je dan zaključak s preporukama o temeljenju pomorskih građevina predviđenih po ovom projektu.

Proračun temeljenja dan je u sklopu geostatičkog proračuna.

Projektant:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Ivan Žigo
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva

G 5545

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.

MareCon

Marecon d.o.o.
J.P. Kamova 15
51000 Rijeka
tel.: +385/51/218336
e-mail: marecon@ri.t-com.hr
www.marecon.hr

BROJ PROJEKTA: 25G/17-GP-2

INVESTITOR: OPĆINA BAŠKA
51523 BAŠKA, Palada 88

GRAĐEVINA: UREĐENJE OBALNOG POJASA NASELJA BAŠKA – ETAPA 2A

10. TEHNIČKI OPIS

PROJEKTANT:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Ivan Žigo
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5545

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.

TEHNIČKI OPIS

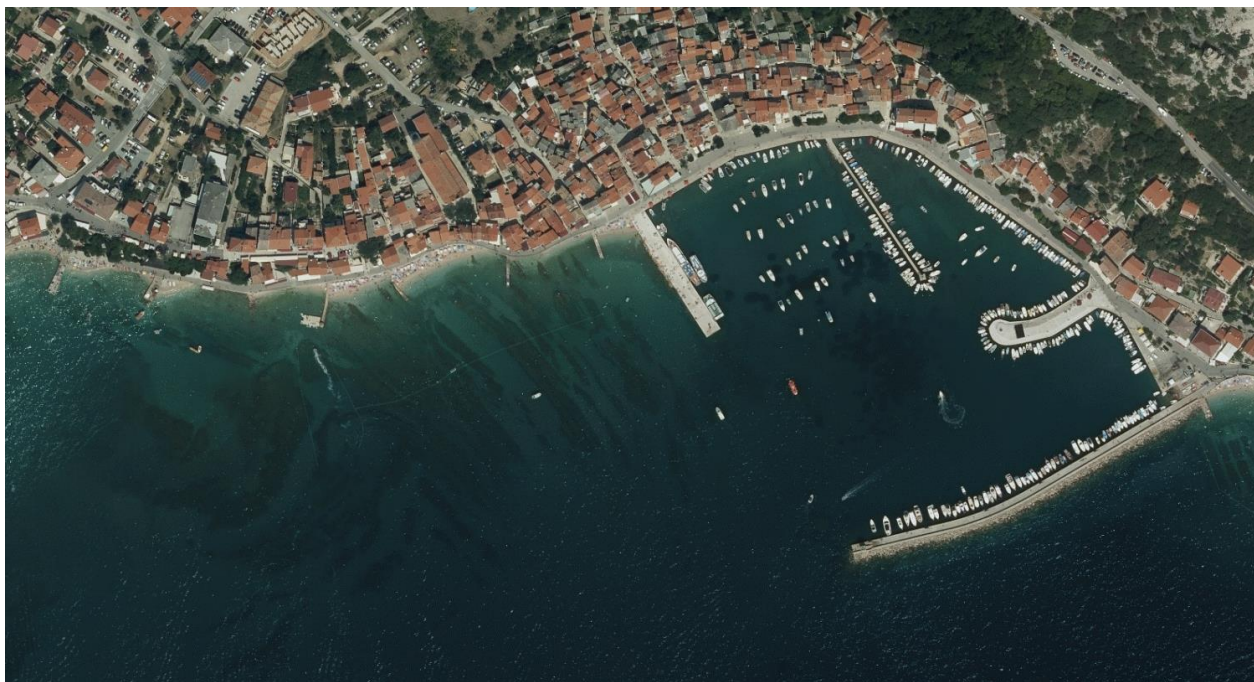
1. Uvod

Tvrtka Marecon d.o.o. Rijeka ugovorila je sa tvrtkom "mikelić vreš arhitekti" d.o.o. iz Zagreba, a za investitora Općinu Baška, izradu glavnog projekta pomorskih građevina uređenja obalnog pojasa naselja Baška – etapa 2A. Ukupni obuhvat pruža se od Male rive pa sve do početka Vele plaže na zapadu. Glavni projekt izrađuje se na osnovu idejnog projekta temeljem kojeg je ishodaena lokacijska dozvola KLASA: UP/I^o-350-05/19-03/6, UR.BROJ: 2170/1-03-04/3-19-9, od 17.09.2019. godine, izdana od strane Upravnog odjela za prostorno uređenje, graditeljstvo i zaštitu okoliša Primorsko-goranske županije, Ispostava Krk.

Glavnim projektom pomorskih građevina uređenja obalnog pojasa naselja Baška predviđeno je uklanjanje postojećih mulića te izgradnja novih, izgradnja pristupnih rampi u more za pristup moru osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivosti, i za pristup moru jedriličarima lokalnog jedriličarskog kluba, te nasipavanje i izvođenje novih površina žala od kamenih oblutaka, kao i izvedba podmorskih kamenih pragova gdje je to potrebno za smanjenje energije nadolazećih valova na plažu.

Sve visine na nacrtima i u tekstualnom dijelu ovog projekta dane su kao apsolutne u geodetskom visinskom sustavu HVR571.

S obzirom na složenost zahvata, uvjete temeljenja i potrebnog prilagođavanja istog stvarnom stanju na terenu te radi potrebe uklapanja postojećeg u uređeno stanje, potrebno je prilikom izvođenja radova angažirati projektantski nadzor.



Slika 1. Ortofoto snimak područja predmetnog obuhvata zahvata

2. Prostorni obuhvat

Predmetni se zahvat nalazi uz more, na i uz ulici Palada koja se proteže od korijena Male rive na istočnom, do početka Vele plaže na zapadnom dijelu zahvata, u naselju Baška, Općina Baška, otok Krk. Na planiranom području zahvata nalaze se uređene prirodne šljunčane plaže.

Obuhvat uređenja obalnog pojasa naselja Baška obuhvaća sljedeće čestice: k.č.br. 1791/2, 1792/1, 1792/2, 1813, 4091, 4092, 4093, 4094, 4095, dijelovi k.č.br. 1790/2, 1812/1, sve k.o. Baška-nova te dijelovi k.č.br. 2593/4 i 2593/5, sve k.o. Baška.

Situacija je prikazana na geodetskoj podlozi za građevine i zahvat u prostoru, broj 712019, izrađena po Uredu ovlaštenog inženjera geodezije Damjan Milenkovic, broj ovlaštenja Geo 1059, ovjerena po DGU, Područnom uredu za katastar Rijeka, Odjelu za katastar nekretnina Krk, Klasa 936-03/190211, Urbroj 541-17-0215-19-5 od 08. travnja 2019. godine.

3. Postojeće stanje prostora



Slika 2. Snimak iz zraka područja zahvata

Predmetno područje zahvata nastalo je nasipavanjem šezdesetih godina prošlog stoljeća. Tada je ispred postojećih kuća koje je doticalo more obalnim zidom oblikovana šetnica te su naknadno izvedeni muliči koji su ustvari bili zaštita za kanalizacijske ispuste. S vremenom su se između mulića uslijed morskih valova, dužobalnih struja i pronosa nanosa oblikovala mala šljunčana žala. Pri kraju zahvata na zapadnoj strani, na dužem potezu bez mulića, 2003. godine izvedeno je i jedno pero od krupnijeg kamenog materijala (školjere), kojim je postignut također efekt usporavanja pronosa kamenog materijala i oblikovanja plaže. Obalni je zid razvijene dužine oko 440 m. Plitko je temeljen i uglavnom je izveden od mješavine krupnijeg kamena i betona. Na mjestima gdje se ispred zida ne nalazi žalo, nego pliće more, djelomično su vidljiva podlokavanja nastala uslijed valovanja, a mjestimično je podlokavanje sanirano betonskim plombama. Obalni rub šetnice je prilično ujednačene visine i varira od oko +1,5 do +1,7 m. Apsolutne visine dane su u odnosu na geodetski visinski referentni sustav HVRS71. Najveća dubina mora uz obalni zid je negdje do oko -0,5 m.

Ukupno je šest mulića. Izvedeni su od mješavine krupnijeg kamena i betona. Plitko su temeljeni, često i na stijeni. Promjenjive su dužine, od dvadesetak do oko trideset metara. Širine su od oko 1,7 do 2 m. Iznimka je najzapadniji mulić koji je prije nekoliko godina rekonstruiran betonom: na

glavi je širine čak oko 5,3 m, dok mu se širina prema korijenu smanjuje na oko 3,9 m. Bez obzira na to što je nedavno rekonstruiran, na glavi je poprilično podlokano jer nije izvedena adekvatna zaštita temelja od djelovanja valova. Preostali muliči, s obzirom na njihov vijek, nisu u lošem stanju, s manjim izuzecima (oštećenjima) koje se može sanirati klasičnim metodama (betonskim plombama). Kroz najistočniji mulić provedena je cijev oborinske kanalizacije približnog promjera od oko 110 cm.

4. Uređenje obalnog pojasa

Planira se djelomična korekcija obalnog ruba zbog proširenja šetnice, izgradnja novih obalnih zidova, hodnih površina šetnice i sunčališta, povećanje površina žala, zatim uklanjanje svih postojećih i izgradnja novih mulića, te izgradnja pristupne rampe u more za pristup moru osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivosti te pristupne rampe u more za pristup moru jedriličarima lokalnog jedriličarskog kluba.

Ukoliko se prilikom iskopa za temeljenje predmetnih građevina naiđe na stijenu lapora, potrebno je odmah o tome obavijestiti projektanta i nadzornu službu te pristupiti konzerviranju temeljne podloge.

Radi planiranog proširenja šetnice i izvedbe sunčališta sa pripadajućim sadržajima, duž zahvata potrebno je izvesti novi obalni zid ispred postojećeg. Novi obalni zid planira se izvesti kao masivni betonski, plitko temeljeni, *in situ*, betonom razreda čvrstoće C35/45, razreda izloženosti XS3, direktno na pripremljenoj stijenskoj podlozi pri čemu je potrebno ukloniti površinski trošni sloj stijene i ući minimalno 20 cm u stijensku podlogu. Po izvedenom iskopu u stijeni, površina temeljnog tla gdje se izvodi obalni zid, čisti se refulerom od sitnih nevezanih čestica. Za dijelove obalnog zida koji se neće direktno temeljiti na stijenskoj podlozi, potrebno je napraviti zamjenu materijala ili izvesti nasip (ovisno o dubini postojećeg morskog dna) u ukupnoj debljini od oko 1,0 m pri čemu se donjih 0,8 m izvodi od općeg kamenog nasipa mase 0,1 – 100 kg, dok je gornjih 20 cm predviđeno za planiranje podloge temeljenja s tucanikom promjera zrna 31,5/63,0 mm. Podmorski dio obalnog zida temelji se na koti -0,80 m, a izvodi se do kote +0,15 m. Visina obalnog ruba je promjenjiva. Duž samog sunčališta koje se proteže većim dijelom zahvata, obalni rub se nalazi na koti +0,85 m, a iznimka je krajnje zapadni dio zida, koji više ne spada pod sunčalište nego kolono-pješačku površinu, kojemu je obalni rub promjenjiv, od kote +1,65 m do +2,0 m. S obzirom na ovu promjenjivost u visini obalnog ruba i širine zidova su promjenjive. Tako na dijelu gdje se obalni rub zida nalazi na koti +0,85 m širina podmorskog dijela zida iznosi 1,00 m, a nadmorskog 0,55 m, dok na krajnje zapadnom dijelu širina podmorskog zida iznosi 1,55 m, a nadmorskog 0,85 m. Nadmorski dio zida se izvodi za 5 cm izvučen na van u odnosu na podmorski dio, a gornja baza ovog nadmorskog serklaža izvodi se sa zubom kako bi se na isti oslonila konstrukcija partera u zaleđu zida.

Iza podmorskog dijela betonskog zida izvodi se rasteretni sloj (kamena prizma), od kamena zrna mase 50 do 150 kg. Preostali se dio iza obalnog zida zatrpava općim kamenim nasipom mase zrna 0,1 do 50 kg, poravnava, zbija te se nad njime uređuje podloga mehanički zbijenim zrnatim kamenim materijalom promjera zrna 0/63 mm (tampon), u debljini od oko 30 cm. Iznad ovog sloja se izvodi armirano betonska ploča razreda čvrstoće C35/45, razreda izloženosti XS3. Slojevi partera izvode se prema detaljima i uputama iz arhitektonskog projekta. Ispred obalnog zida se u poprečnom presjeku, u svrhu zaštite temeljne nožice od podlokavanja u slučaju potpune erozije žala, postavljaju po dva zrna kamena mase 300 – 500 kg.

Nakon detaljnijeg ronilačkog pregleda izvedenih mulića, te utvrđenog njihovog lošeg stanja, ovim se projektom predviđa uklanjanje svih mulića, osim u manjem dijelu u korijenu gdje će se uklopiti u postojeću obalu koja se u tom dijelu s parterom izvodi na višoj koti. Ukupno je 6 mulića koji se uklanjaju te 7 novih koji se izvode. Novi se izvode na sličnim lokacijama postojećih koji se uklanjaju dok se jedan dodatni izvodi na mjestu gdje je postojeće kameno pero. Dužine svih novih mulića su oko 30,0 m, a širine oko 3,0 m.

Mulići će se izvesti kao masivni betonski, plitko temeljeni, *in situ*, betonom razreda čvrstoće C35/45, razreda izloženosti XS3, direktno na pripremljenoj stijenskoj podlozi pri čemu je

potrebno ukloniti površinski trošni sloj stijene i ući minimalno 20 cm u stijensku podlogu. Po izvedenom iskupu u stijeni, površina temeljnog tla gdje se izvode muliči, čisti se refulerom od sitnih nevezanih čestica. Za muliče ili dijelove mulića koji se neće direktno temeljiti na stijenskoj podlozi, potrebno je napraviti zamjenu materijala u ukupnoj debljini od oko 1,0 m pri čemu se donjih 0,8 m izvodi od općeg kamenog nasipa mase 0,1 – 100 kg, dok je gornjih 0,2 m predviđeno za planiranje podloge temeljenja s tucanikom promjera zrna 31,5/63,0 mm.

Temeljna nožica se sa svih strana štiti zaštitnim kamenometom mase pojedinačnog zrna 300 – 500 kg, prema dimenzijama i nagibima iz nacrtne dokumentacije, pri čemu se većina mulića na samom čelu štiti planiranim podmorskim pragom izvedenim također iz ove frakcije kamena. Glave mulića su izrazito opterećenije valovima u odnosu na preostali dio konstrukcije te se s toga iste, u dužini od oko 5,0 m mjereno od čela, pojačano štite zaštitnim kamenometom (zrno 300 - 500 kg) koji ne štiti samo temeljnu nožicu već mu se kruna nalazi na koti od oko -1,00 m sa širinom berme od oko 1,1 m. Ovom pojačanom zaštitom smanjiti će se refleksija valova te će se posljedično umanjiti i erozija žala.

Zbog intenzivnijeg djelovanja valova na glavi mulića, te nepovoljnije, veće dubine temeljenja na tom dijelu konstrukcije, krajnje sekcije (prema glavi) mulića, u podmorskom dijelu, izvode se iz dva dijela. Najprije se izvodi betonska temeljna ploča visine 0,6 m, širine 4,1 m, a dužine prema nacrtnoj dokumentaciji i stvarnim potrebama na terenu (drugačije za svako pero). Temeljne se ploče kao i preostali dio mulića izvode *in situ* betonom razreda čvrstoće C35/45, razreda izloženosti XS3 u koje se po završetku betoniranja, u svježi beton, ugrađuju armaturne šipke (ankeri) pomoću kojih će se ostvariti konstruktivna veza između temeljne ploče i preostalog betonskog podmorskog dijela mulića. Također, na glavi mulića potrebno je konstruktivno povezati i podmorski s nadmorskim dijelom mulića. Detalji povezivanja odrediti će se u izvedbenom projektu. Hodna površina mulića izvodi se u nagibu od oko 1,33%, to jest korijen im se nalazi na visinskoj koti +1,65 m, a glava na +1,25 m. Na glavi svakog od mulića planira se postaviti mornarske ljestve od nehrđajućeg čelika, kvalitete AISI 316.

Uz središnji mulić, od 7 novih, s njegove zapadne strane, predviđa se izvesti betonska rampa dužine oko 23,3 m i širine oko 1,9 m za pristup osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivosti, sve u skladu s Pravilnikom o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivosti (Narodne novine broj 78/13). Rampa se izvodi betonom *in situ*, razreda čvrstoće C35/45, razreda izloženosti XS3, s planiranim temeljenjem direktno na pripremljenoj stijenskoj podlozi pri čemu je potrebno ukloniti površinski trošni sloj stijene i ući minimalno 20 cm u stijensku podlogu. Po izvedenom iskupu u stijeni, površina temeljnog tla gdje se izvodi rampa betonom, čisti se refulerom od sitnih nevezanih čestica. Rampa je u odnosu na susjedni mulić odvojena uskim pojasom koji se izvodi od krupnog kamena (školjere) s masom zrna koja varira između 600 i 1000 kg s prosječnim zrnom promjera od oko 0,7 m. Ovaj krupni kamen u funkciji je zaštite rampe od podlokavanja, ali je istovremeno i u funkciji estetskog oblikovanja. Preostali dio rampe, koji nije omeđen prethodno opisanim krupnim kamenom, uz nožicu zida rampe, štiti se zaštitnim kamenometom mase zrna 300 – 500 kg.

Na hodnoj plohi rampe, u dijelu u kojemu se ista nalazi pod morem ili u zoni plime, postavljaju se protuklizne plastične rešetke debljine oko 38 mm koje je potrebno visinski uklopiti u rampu, te ih fiksirati vijcima sa zaobljenom glavom kako ne bi došlo do ozljeđivanja onih koji po njoj hodaju. Izvedba mora biti takva da je svake godine prije početka sezone kupanja rešetke moguće skinuti, očistiti betonsku podlogu rampe od biljnog obraštaja (poglavito dagnji), te pričvrstiti rešetke na iste pozicije. Ograda rampe, kao i njen pričvrtni pribor izvode se od nehrđajućeg čelika A4 (AISI 316L). Ograde se izvode s dilatacijama na otprilike svakih 10 m. Na bočnim stranicama rampe se planira izvesti zidiće radi dodatne zaštite rampe od zatrpavanja kamenim oblucima. Na rampi se postavlja signalizacija da se dodatno naglasi njihova svrha, i to vertikalna (stup sa znakom invalidskih kolica i prekriženi ručnik) i horizontalna (oznaka invalidskih kolica bijele boje na podlozi plave boje).

Rampa za pristup more jedriličarima lokalnog jedriličarskog kluba planira se uz drugi mulić gledano od strane zapada. Predviđene je širine od oko 4,0 m, dužine oko 26,5 m i nagiba od oko 10%. Rampa se izvodi betonom *in situ*, razreda čvrstoće C35/45, razreda izloženosti XS3, s planiranim temeljenjem direktno na pripremljenoj stijenskoj podlozi pri čemu je potrebno ukloniti

površinski trošni sloj stijene i ući minimalno 20 cm u stijensku podlogu. Po izvedenom iskopu u stijeni, površina temeljnog tla gdje se izvodi rampa betonom, čisti se refulerom od sitnih nevezanih čestica. Kao i prethodno opisana rampa i ova je u odnosu na susjedni mulić odvojena uskim pojasom koji se izvodi od krupnog kamena (školjere) s masom zrna koja varira između 600 i 1000 kg s prosječnim zrnom promjera od oko 0,7 m. Preostali dio rampe, koji nije omeđen prethodno opisanim krupnim kamenom, uz nožicu zida rampe, štiti se zaštitnim kamenometom mase zrna 300 – 500 kg.

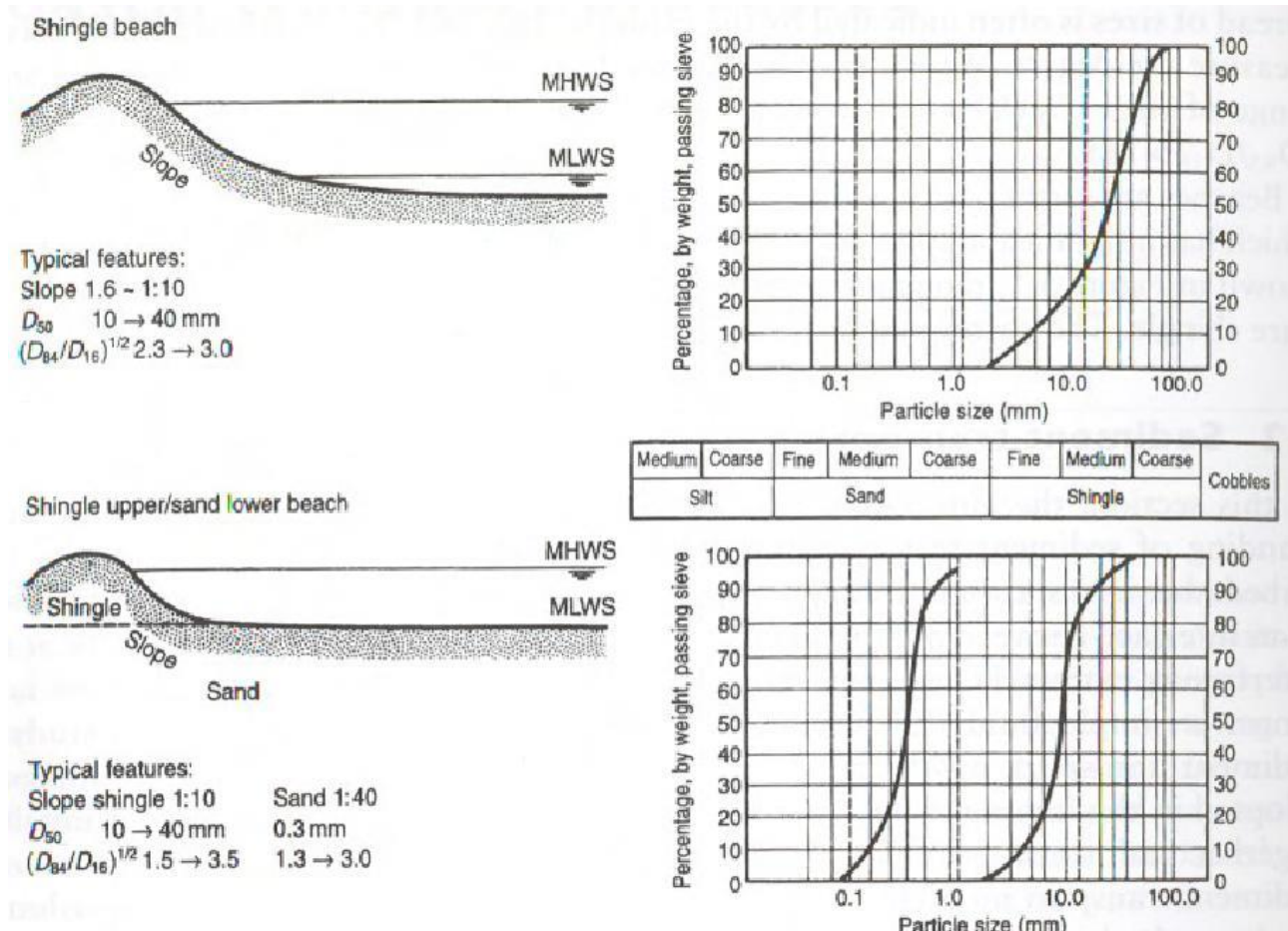
Kao i kod prethodno opisane rampe, na hodnoj plohi rampe, u dijelu u kojemu se ista nalazi pod morem ili u zoni plime, postavljaju se protuklizne plastične rešetke debljine oko 38 mm koje je potrebno visinski uklopiti u rampu, te ih fiksirati vijcima sa zaobljenom glavom kako ne bi došlo do ozljeđivanja onih koji po njoj hodaju. Izvedba mora biti takva da je svake godine prije početka sezone kupanja rešetke moguće skinuti, očistiti betonsku podlogu rampe od biljnog obraštaja (poglavito dagnji), te pričvrstiti rešetke na iste pozicije.

U korijenu istočne strane prvog i trećeg pera gledajući s istoka, izvodi se kameni nabačaj od krupnog kamena mase 600 – 1000 kg koji služi kao upojni bunar. Naime, vode dva bujična potoka i vodotoka se kroz korijen pera odvođe u more pa kako bi se spriječila erozija žala, na mjestu izljeva se u širem području izvodi ovaj nabačaj od krupnog kamena.

Produženim mulićima, u odnosu na postojeće, predviđa se dobiti veća površina žala. Na dijelu akvatorija planira se izvesti podmorski prag u cilju zadržavanja sedimenta na novoformiranom žalu. Cilj mu je također i smanjenje djelovanja valova. Prag je predviđen s kotom krune na -1,50 m. Nagib prednjeg lica praga je 1:1,5. Na dijelu morskog dna gdje postoje izdanci stijene koji svojim oblikom i dimenzijama zamjenjuju prag, isti se ne predviđa izvesti. Širina krune podmorskog praga odgovara slaganju četiri zrna kamena zrna prosječne mase od 400 kg (300 – 500 kg), te je odabrana 3,0 m zbog loma energije valova.

Nasipanju žala pristupa se nakon rekonstrukcije mulića i izvedbe podmorskog praga. Između samog praga i nasipa žala potrebno je ugraditi filtarski sloj od čistog kamenog materijala mase 30 – 50 kg u debljini od oko 50 cm kako bi se spriječila infiltracija materijala žala u prag. Ukoliko je visina potrebnog nasipa žala od postojećeg tla/žala do novoplanirane linije žala veća od 50 cm, nasip je potrebno izvesti u dvije faze, jer onda se najprije ugrađuje grublji opći kameni nasip mase zrna 0,1 do 50 kg, a zatim materijal završne obloge žala. Ukoliko je ta razlika manja, tada se direktno ugrađuje materijal završne obloge žala, i to prirodni riječni šljunak, veličine zrna 32 do 48 mm ("batude") u dubljem dijelu, ispod razine -1,0 m, dok se od razine -1,0 m prema plicem moru i na kopnu ugrađuje prirodni riječni šljunak, veličine zrna 16 do 32 mm. Veličina nominalnog zrna $D_{50} = 25$ mm, a granulometriju mješavine dviju frakcija izvesti prema slici 3. To odgovara veličinama sedimenata prirodnih žala. Manji materijal od navedenog neće pružiti dovoljnu hidrauličku stabilnost, te će biti erodiran.

Nadmorski dio žala izvodi se u nagibu 1:12, dok se podmorski dio izvodi u nagibu 1:7. Kamen veličine zrna 32 do 48 mm ("batude") može biti šarenih boja (kao onaj s rijeke Drave), dok kamen veličine zrna 16 do 32 mm mora biti sivo-bijele boje (na primjer kao onaj iz rijeke Soče). Materijal žala će tijekom zimskih mjeseci biti odnesen prema obali tijekom olujnih nevremena te kako bi se taj učinak umanjio, tijelo žala mora biti dovoljno veliko, da bi se na njemu postepeno disipirala energija valova. Primarni gubitak materijala sa žala, ali i zaobljenje nasutog materijala biti će uzrokovano abrazijom šljunka. Zbog toga će biti potrebno povremeno dohranjivati žalo.



Slika 3. Karakteristični profil šljunčane i mješovite šljunčano-pješčane plaže (Reeve, Chadwick, Fleming, 2004)

Sukladno Pravilniku o vrstama morskih plaža i uvjetima koje moraju zadovoljavati (NN 50/95), korisnik plaže će propisati i osigurati provođenje reda na plaži, osigurati opremu za pružanje prve pomoći, vidljivo ograditi plažu s morske strane, te osigurati sredstva za spašavanje kupaca i potreban broj spasioca.

Podaci iz elaborata, studija i podloga koji su utjecali na tehničko rješenje građevina

Za predmetni projekt kao podloga u projektiranju i definiranju uvjeta u temeljnoj podlozi poslužili su podaci, analize, rezultati ispitivanja i zaključci na temelju provedenih geomehaničkih istražnih radova koji su sadržani u:

- „Dogradnja i rekonstrukcija luke otvorene za javni promet - luke Baška, Geotehnički elaborat“, Grasa d.o.o Zagreb, el. br. G - 161/2015, travanj 2015.
- „Trajektno pristanište Baška, Inženjerskogeološki izvještaj“ Rijekaprojekt geotehničko istraživanje d.o.o. Rijeka, el. 17-074, studeni 2017.
- „Uređenje obalnog pojasa u Baški, Geotehnički izvještaj“, Rijekaprojekt geotehničko istraživanje d.o.o. Rijeka, el. 17-021, travanj 2017.

Primijenjeni tehnički i ostali propisi

- Zakon o gradnji („Narodne novine“ broj 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- Zakon o građevnim proizvodima („Narodne novine“ broj 76/13, 30/14, 130/17, 39/19)

- Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju („Narodne novine“ broj 78/15, 114/18, 110/19)
- Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje („Narodne novine“ broj 78/15, 118/18, 110/19)
- Uredba o usklađivanju područja građevnih proizvoda s Uredbom (EU) br. 305/2011 u prijelaznom razdoblju („Narodne novine“ broj 46/13)
- Uredba o određivanju građevina, drugih zahvata u prostoru i površina državnog i područnog (regionalnog) značaja („Narodne novine“ broj 37/14, 154/14)
- Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina („Narodne novine“ broj 118/19, 65/20)
- Pravilnik o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivosti („Narodne novine“ broj 78/13)
- Pravilnik o načinu utvrđivanja obujma građevine za obračun komunalnog doprinosa („Narodne novine“ broj 15/19)
- Tehnički propis o građevnim proizvodima („Narodne novine“ broj 35/18, 104/19)
- Tehnički propis kojim se utvrđuju tehničke specifikacije za građevne proizvode u usklađenom području („Narodne novine“ broj 4/15, 24/15, 93/15, 133/15, 36/16, 58/16, 104/16, 28/17, 88/17, 29/18, 43/19)
- Tehnički propis za građevinske konstrukcije („Narodne novine“ broj 17/17, 75/20)
- HRN EN 1990:2011, Eurokod 0: Osnove projektiranja konstrukcija (EN 1990:2002+A1:2005+A1:2005/AC:2010)
- HRN EN 1990:2011/NA:2011, Eurokod 0: Osnove projektiranja konstrukcija – Nacionalni dodatak
- HRN EN 1991-1-1:2012, Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-1: Opća djelovanja – Obujamske težine, vlastite težine i uporabna opterećenja zgrada (EN 1991-1-1:2002+AC:2009)
- HRN EN 1991-1-1:2012/NA:2012, Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije - Dio 1-1: Opća djelovanja - Obujamske težine, vlastite težine i uporabna opterećenja za zgrade - Nacionalni dodatak
- HRN EN 1991-1-4:2012, Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-4: Opća djelovanja – Djelovanje vjetra (EN 1991-1-4:2005+AC:2010+A1:2010)
- HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012, Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-4: Opća djelovanja – Djelovanje vjetra - Nacionalni dodatak
- HRN EN 1991-1-5:2012, Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-5: Opća djelovanja – Toplinska djelovanja (EN 1991-1-5:2003+AC:2009)
- HRN EN 1991-1-5:2012/NA:2012, Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-5: Opća djelovanja – Toplinska djelovanja – Nacionalni dodatak
- HRN EN 1992-1-1:2013/A1:2015, Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija – Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade (EN 1992-1-1:2004/A1:2014)
- HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2015, Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija – Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade – Nacionalni dodatak
- HRN EN 1992-2:2013, Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija – 2. dio: Betonski mostovi – Proračun i pravila razrade detalja (EN 1992-2:2005+AC:2008)
- HRN EN 1992-2:2013/NA:2013, Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija – 2. dio: Betonski mostovi – Proračun i pravila razrade detalja - Nacionalni dodatak
- HRN EN 1997-1:2012/A1:2014, Eurokod 7: Geotehničko projektiranje — 1. dio: Opća pravila (EN 1997-1:2004/A1:2013)
- HRN EN 1997-1:2012/NA:2016, Eurokod 7: Geotehničko projektiranje — 1. dio: Opća pravila – Nacionalni dodatak
- HRN EN 1997-2:2012, Eurokod 7: Geotehničko projektiranje — 2. dio: Istraživanje i ispitivanje temeljnoga tla (EN 1997-2:2007+AC:2010)
- HRN EN 1998-1:2011/A1:2014, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija - 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade (EN 1998-1:2004/A1:2013)
- HRN EN 1998-1:2011/NA:2011, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija - 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade – Nacionalni dodatak

- HRN EN 1998-2:2011, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija - 2. dio: Mostovi (EN 1998-2:2005+AC:2010+A1:2009+A2:2011)
- HRN EN 1998-2:2011/NA:2011, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija - 2. dio: Mostovi –Nacionalni dodatak
- HRN EN 1998-5:2011, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 5. dio: Temelji, potporne konstrukcije i geotehnička pitanja (EN 1998-5:2004)
- HRN EN 1998-5:2011/NA:2011, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija - 5. dio: Temelji, potporne konstrukcije i geotehnička pitanja - Nacionalni dodatak
- Opći tehnički uvjeti za radove u vodnom gospodarstvu, Knjiga 2: Gradnja i održavanje komunalnih vodnih građevina, 3. Poglavlje: Polaganje geotekstila i geomreža, Zagreb 2012.
- Recommendations of the Committee for Waterfront Structures Harbours and Waterways EAU 2004; 8th Edition, Translation of the 10th German Edition: Committee for Waterfront Structures of the Society for Harbour Engineering and the German Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering
- Norme tecniche per le costruzioni 2008 (NTC 2008)
- The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan, Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan, 2009.g.

5. Razgradnja i uklanjanje postojećih građevina

Rekonstrukcijom obalnog pojasa naselja Baška predviđa se razgradnja i uklanjanje 6 postojećih betonskih mulića.

S postojećih građevina koje se razgrađuju i uklanjaju najprije se demontira sva oprema, i skulptura s najistočnijeg mulića, odvoze se i deponiraju u dogovoru s Naručiteljem radova.

Uklanjanje će se izvesti pažljivo da se sačuvaju elementi građevine koji se zadržavaju. Materijal će se izvaditi iz mora te odvesti na adekvatnu deponiju i zbrinuti u skladu s važećom regulativom, a sve u dogovoru s investitorom i nadzornom službom.

PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE, ODRŽAVANJE GRAĐEVINE

Vijek trajanja konstrukcije

Neposredno nakon izgradnje armiranobetonske konstrukcije u maritimnoj okolini, beton zbog svoje alkalnosti čini površinu armature pasivnom i na taj način je korozija armature spriječena. Smanjivanjem pH vrijednosti porne vode u betonu uslijed prodora klorida iz maritimne okoline dolazi do depasivizacije armaturnog čelika i do korozije armature. Produkti korozije zauzimaju veći volumen od čelika što uzrokuje vlačna naprezanja u betonu. Kada ta vlačna naprezanja dostignu vlačnu čvrstoću betona dolazi prvo do pojave mrlja od hrđe na površini betona i zatim pojave karakterističnih pukotina duž armaturnih šipki, naročito onih u kutovima konstruktivnih elemenata. Na tim mjestima dolazi do daljnjeg povećanog prodora klorida koji uzrokuju potpuno odvajanje i odlamanje betona. Glavne štete na armiranobetonskim konstrukcijama uslijed korozije armature jesu raspucavanje betona, gubitak prionjivosti između betona i armature te smanjenja profila armaturnih šipki. Na taj način dolazi do gubitka nosivosti i sigurnosti armiranobetonskih konstrukcija u maritimnim uvjetima tijekom vremena.

Iz tih razloga kod projektiranja pomorskih građevina po ovom projektu poduzete su potrebne mjere da vijek trajanja objekta dostigne planiranu vrijednost. Pod vijekom trajanja armiranobetonskih konstrukcija podrazumijeva se vrijeme tijekom kojim konstrukcija ispunjava projektom predviđeno ponašanje ili svojstvo. Vijek trajanja konstrukcije definiran je na temelju načina dimenzioniranja, odabira detalja, sastava betona, proizvodnji betona i ugradnji, metodama izvođenja te monitoringu i održavanju konstrukcije. Vijek trajanja projektiranih betonskih građevina je 50 godina. Žalo je potrebno redovito dohranjivati.

Održavanje konstrukcije

Građevine su, kao i drugi tehnički sustavi, podložne prirodnom starenju i trošenju. Armiranobetonske konstrukcije predstavljaju jedan od najčešće izvođenih tipova konstrukcija u graditeljstvu. Projektiraju se i izvode na način da pod očekivanim utjecajima iz okoliša zadrže svoju sigurnost, uporabljivost i prihvatljiv izgled kroz određeni vremenski period bez zahtijevanih nepredviđenih visokih troškova za održavanje i popravke. Pored mehaničkih opterećenja kojima su tijekom eksploatacije izložene armiranobetonske građevine pojavljuju se i tzv. trajna opterećenja koja znatno mogu reducirati vijek trajanja konstrukcije. Propadanje konstrukcije s vremenom odnosno smanjenje njene trajnosti ovisi o okolišu u kojem se konstrukcija nalazi, o prisutnosti i transportu štetnih tvari kroz beton te o veličini, učestalosti i učincima različitih opterećenja koja djeluju na konstrukciju i o održavanju konstrukcije.

Konstrukcije pomorskih građevina nalaze se u maritimnoj okolini koja predstavlja iznimno nepovoljan i agresivan okoliš. Najčešći uzrok oštećenja i smanjenja trajnosti, te najveće štete na armiranobetonskim konstrukcijama u maritimnim uvjetima događaju se zbog štetnog djelovanja klorida. Uslijed djelovanja klorida dolazi do propadanja armirano-betonskih konstrukcija zbog procesa korozije armature. Da bi se ovi štetni utjecaji sveli na najmanju moguću mjeru potrebno je vršiti monitoring i praćenje stanja konstrukcije nakon čega bi se mogle poduzimati određene mjere kako bi konstrukcija bila u funkciji za vrijeme planiranog vijeka trajanja. Tijekom vremena u mjere održavanja osim praćenja stanja konstrukcije spada i otklanjanje svih vidljivih oštećenja betonskih površina na konstrukciji građevine.

Oprema pomorskih građevina se jednom godišnje vizualno pregledava te po potrebi uređuje. Projektira se umjetno žalo, koje će biti potrebno redovno održavati i dohranjivati sa novim materijalom jer ne postoji prirodna dohrana žala.

Monitoring stanja konstrukcije

Položaj konstrukcije u maritimnim uvjetima okoline uzrokuje ubrzano propadanje konstruktivnih elemenata uslijed korozije armature. To se posebno odnosi na dio konstrukcije koji se nalazi iznad razine mora jer je za proces korozije armature bitna prisutnost kisika. Glavne štete koje se mogu dogoditi uslijed korozije armature su raspucavanje betona, gubitak prionjivosti betona i armature te smanjenje profila armaturnih šipki. Na taj način dolazi do gubitka nosivosti i sigurnosti konstrukcije tijekom vremena. Uzevši u obzir agresivnu okolinu u kojoj se konstrukcija nalazi neophodno je vršiti monitoring stanja konstrukcije tijekom vremena kako bi se eventualnim pravovremenim reakcijama utjecalo na dostizanje projektiranog vijeka trajanja konstrukcije. Potrebno je vršiti i ronilački monitoring svih (armirano)betonskih elemenata, kamenog temeljnog nasipa i njegove zaštite i blokova čuvara (svake dvije godine ili nakon izvanrednog događaja) čijom deformacijom se direktno utječe na stabilnost konstrukcije i projektirani vijek trajanja konstrukcije.

U sklopu monitoringa stanja konstrukcije provoditi će se vizualni pregledi i monitoring korozije armature. Vizualni pregledi konstrukcije provoditi će se jednom godišnje. Periodično kroz 3 godine može se izvesti monitoring korozije armature galvanostatičnom impulsnom metodom. Mjerni sustav za određivanje stupnja korozije armature postavlja se spajanjem na postojeću armaturu i postavljanjem senzora na betonsku površinu ispitivanog konstruktivnog elementa. Mjerne veličine koje se dobivaju ispitivanjem korozije armature su brzina korozije (smanjenje profila armature u $\mu\text{m/godini}$), polučelijasti potencijal i električni otpor betona. Na temelju tako izmjerenih vrijednosti vrši se statistička analiza i interpretacija dobivenih rezultata ispitivanja. Monitoring stanja konstrukcije provodi institucija koja posjeduje dosadašnje stručne i znanstvene reference u ovom području.

Za potrebe provođenja monitoringa konstrukcije potrebno je osigurati dostupnost projektne dokumentacije.

Nakon izgradnje žala preporuča se uspostava monitoringa žala minimalno dva puta godišnje. Na osnovi rezultata monitoringa moguće je optimizirati potrebno održavanje žala, odrediti koji sediment je najbolje (najracionalnije) koristiti za dohranu žala, vrijeme i učestalost dohrane žala i sl. Na osnovu rezultata monitoringa moguće je napraviti i korekcije izvedenih objekata. To je sukladno sa svjetskim trendovima uređenja plaža, gdje postoji osnovni projekt (dizajn) uređenja plaže, koji se s vremenom korigira ovisno o zabilježenim promjenama plaže.

Uspostava monitoringa može značajno utjecati na kvalitetu kupališne površine i uštedjeti značajna sredstva optimiziranjem dohrane žala.

Izvanredni pregledi

Ovi pregledi se provode najmanje jednom u 10 godina ili češće u slučaju da rezultati monitoringa stanja konstrukcije dani u godišnjem izvještaju to zahtijevaju. Izvanredne preglede obavlja specijalizirana institucija, koja ima stručnog i znanstvenog iskustva u tom području. U sklopu izvanrednog pregleda provode se minimalno radnje vizualnog pregleda, kontrole debljine i trajnosnih svojstava zaštitnog sloja betona, određivanje sadržaja iona klora u betonu, procjena stanja armature. U slučaju potrebe u sklopu izvanrednog pregleda mogu se provesti i drugi radovi s ciljem da pokažu u kakvom se stanju objekt nalazi. Rezultati dobiveni u izvanrednom pregledu mogu poslužiti kao istražni radovi u slučaju potrebe za sanacijom dijela konstrukcije.

Ronilačke kontrole je potrebno provoditi po ovlaštenom građevinskom inženjeru.

Projektant:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Ivan Žigo
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva

G 5545

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.

MareCon

Marecon d.o.o.
J.P. Kamova 15
51000 Rijeka
tel.: +385/51/218336
e-mail: marecon@ri.t-com.hr
www.marecon.hr

BROJ PROJEKTA: 25G/17-GP-2

INVESTITOR: OPĆINA BAŠKA
51523 BAŠKA, Palada 88

GRAĐEVINA: UREĐENJE OBALNOG POJASA NASELJA BAŠKA – ETAPA 2A

11. VJETROVALNA KLIMA I OPTEREĆENJA NA GRAĐEVINE

PROJEKTANT:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Ivan Žigo
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5545

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.

1. VJETROVALNA KLIMA

Detaljna analiza s odabirom i obradom ulaznih parametara te na temelju istih definiranim numeričkim modelom deformacije valova za šire i uže predmetno područje obrađena je Idejnim projektom [1]. Stoga će se ovdje prikazati samo podaci nužni za izradu glavnog projekta uređenja obalnog pojasa naselja Baška – etapa 2A.

1.1. DUGOROČNA PROGNOZA VJETRA

Tablica 1. Maksimalne srednje satne vjetra za pojedine sektore vjetra, za povratne periode 2-100 godina (Baška)

Povratni period (godine)	135°	67,5°
	SE m/s	ENE m/s
2	12	16,6
5	15,4	19,0
50	25	26,2
100	27	29

Tablica 2. Maksimalni udari vjetra za pojedine sektore vjetra, za povratne periode 2-50 godina (Baška)

Povratni period (godine)	135°	67,5°
	SE m/s	ENE m/s
5	23	34
100	35	51

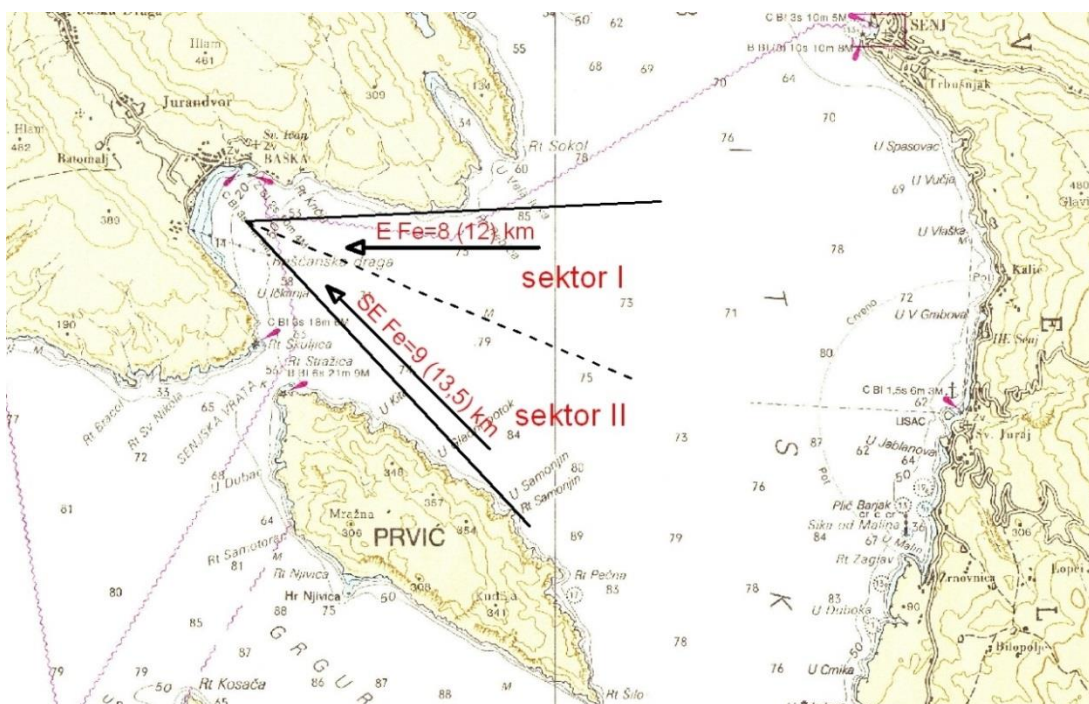
1.2. DUBOKOVODNE VALNE PROGNOZE

Dubokovodne valne prognoze provedene su po metodi Groen Dorrenstein. Mjerodavna je dužina efektivnog privjetrišta. Dva su glavna sektora (smjera) iz kojih dolaze projektni valovi: ENE i E te SE.

Odabrane maksimalne srednje satne brzine za prognozu valova, PP = 100 g, dužine efektivnih privjetrišta, te odgovarajuće visine značajnih valova po metodi Groen Dorrenstein prikazane su u Tablici 3. Za dubokovodnu prognozu valova primjereno je (zbog valova, koji dolaze difrakcijom oko rta Rebica i o. Prvića iz Velebitskog kanala) produžiti efektivno privjetrište za 50% (dužine efektivnih privjetrišta u zgradama na Slici 1.).

Tablica 3. Prognoza dubokovodnog značajnog vala H_s^{100}

Sektor	Brzina vjetra	Efektivno privjetrište	Značajni val, visina
I ENE - E	29 m/s	12 km	2,9 m
II SE	27 m/s	13,5 km	2,8 m



Slika 1. Kutevi izloženosti te efektivna privjetrišta za Bašku

Za potrebe projektiranja uređenja obalnog pojasa od Male rive do Vele plaže izrađena je studija (Igor Ružić, 2018.), s prognozom dubokovodnog vala za oba mjerodavna sektora numeričkom simulacijom. Usporedbom prognoza značajnih stogodišnjih dubokovodnih valova po ove dvije metode ustanovljeno je:

- za smjer bure po direktnoj metodi $H_s^{100} = 2,90$ m
za smjer bure po numeričkoj simulaciji $H_s^{100} = 2,70$ m,
što daje razliku 7%.
- za smjer juga po direktnoj metodi $H_s^{100} = 2,80$ m
za smjer bure po numeričkoj simulaciji $H_s^{100} = 2,40$ m,
što daje razliku 14%.

Razlike u prognozi se mogu karakterizirati kao prihvatljive, osobito za smjer bure. **Za projektni je val odabrana prognoza po direktnoj metodi za buru, a po numeričkoj simulaciji za jugo, i to H_s^{50} , što odgovara prihvaćenom za plažne građevine (Kuspilić, 1995.).**

Nakon što je definirana dogradnja oba lukobrana luke Baška i uređenje predmetnog obalnog pojasa, preporuča se studijski razmotriti njihov utjecaj na veliku bašćansku plažu („Vela plaža“), koja je od izuzetne važnosti i za šire turističko područje Baške.

1.3. NUMERIČKE SIMULACIJE VALOVANJA

Vjetrovni valovi djeluju najvećom energijom na obalne građevine, zbog čega su mjerodavni za njihovo dimenzioniranje. Za potrebe izrade ovog projekta korišten je numerički model SWAN Cycle III ver 40.41, uz originalne prilagodbe. SWAN je numerički model valovanja (korištena je treća generacija modela) čiji su rezultati realne procjene parametara vala u obalnim područjima, jezerima i ušća s obzirom na parametre vjetera rubnih uvjeta, batimetrije dna i morskih struja.

Numeričke simulacije valovanja akvatorija Bašćanske Drage za postojeće i projektirano stanje simulirano je s rubnim uvjetima parametara vala koji su dobiveni iz direktne metode (bura) odnosno iz numeričkih simulacija (jugo) prognoze valova šireg akvatorija (simulacije su detaljno prikazane u Idejnom projektu [1]), a prikazani su u Tablici 4.

Tablica 4. Rubni uvjeti numeričkih simulacija valovanja akvatorija Bašćanske Drage

	ENE-E		SE	
	$H_s^{PP}[m]$	$T_s^{PP}[s]$	$H_s^{PP}[m]$	$T_s^{PP}[s]$
5	1.60	3.20	1.30	3.00
50	2.50	3.90	2.10	3.75
100	2.90	4.20	2.40	4.00
DIR	80		135	

Numeričke simulacije postojećeg stanja valovanja akvatorija Bašćanske Drage i same obale naselja Baška prikazane su za mjerodavna valovanja bure (ENE) i juga (SE) za povratni period 5 i 50 (rezultati numeričkog modela za povratni period od 100 godina prikazani su u Idejnom projektu [1]).

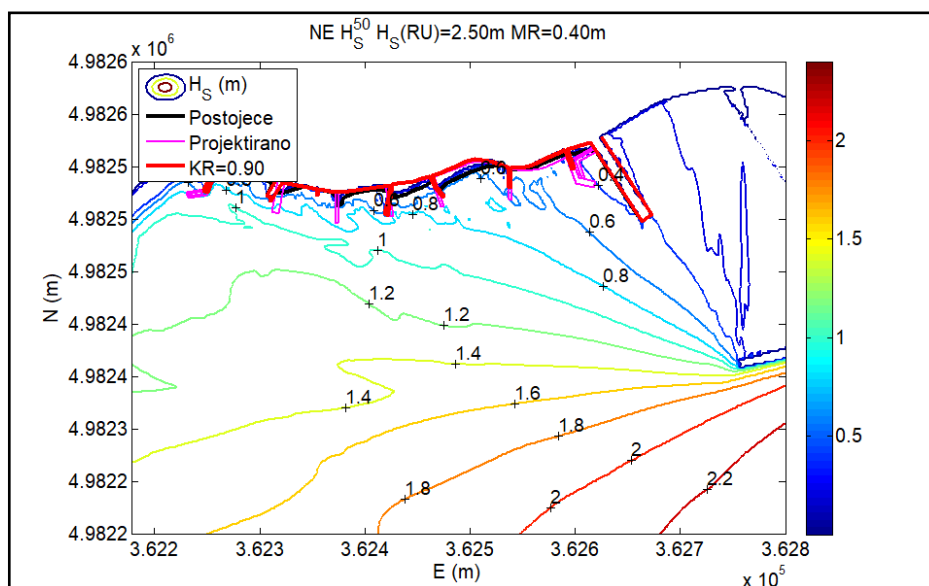


Slika 2. Palada – postojeće stanje obalne linije (crna), zidovi – koeficijent refleksije 0,90 (crveno); konture projektiranih objekata (žuto)

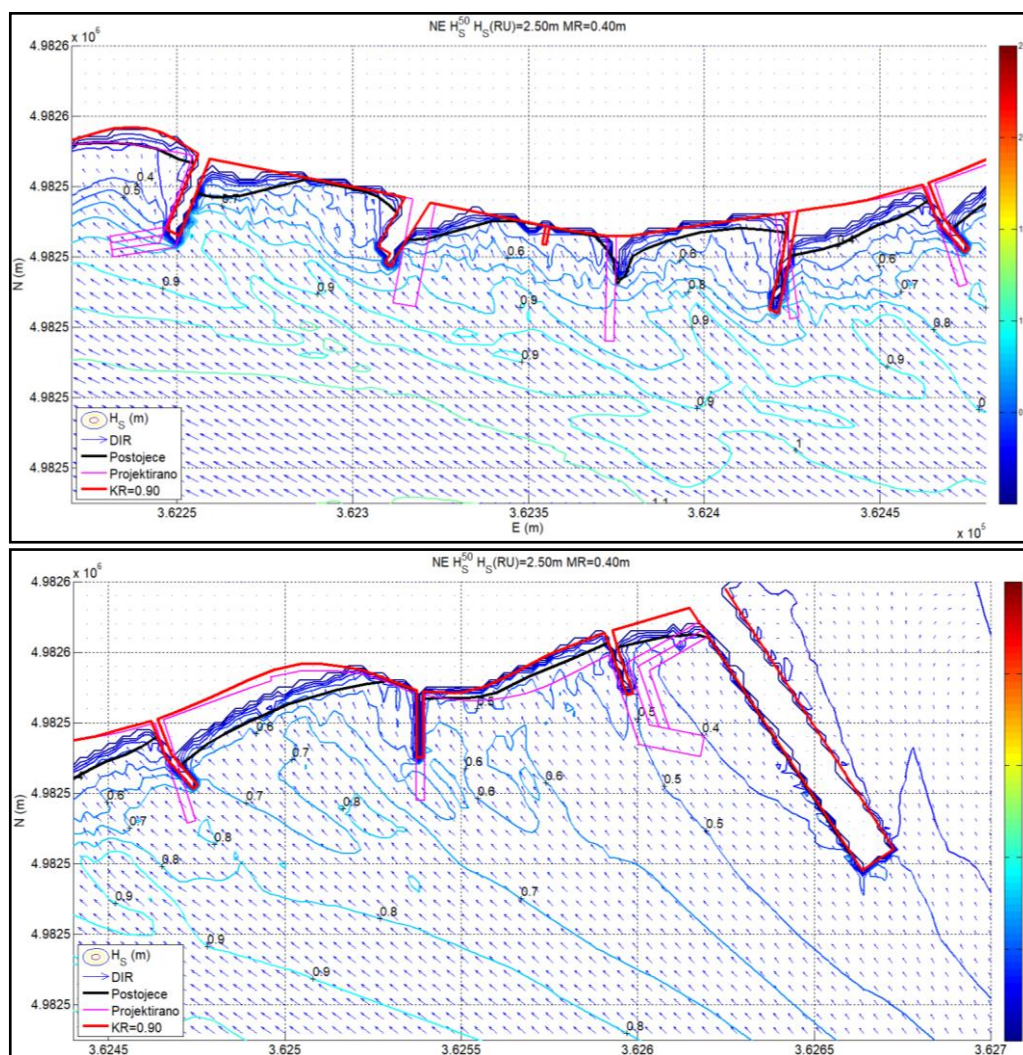
Numeričke simulacije postojećeg stanja simulirane su s koeficijentima refleksije valova na vertikalnim obalama 0,90, i 0,20 za žalo (Slika 2.). Rezultati numeričkih simulacija valovanja prikazani su s konturama projektiranih objekata zbog definicije parametara projektnog vala na konstrukciji.

1.3.1. Postojeće stanje

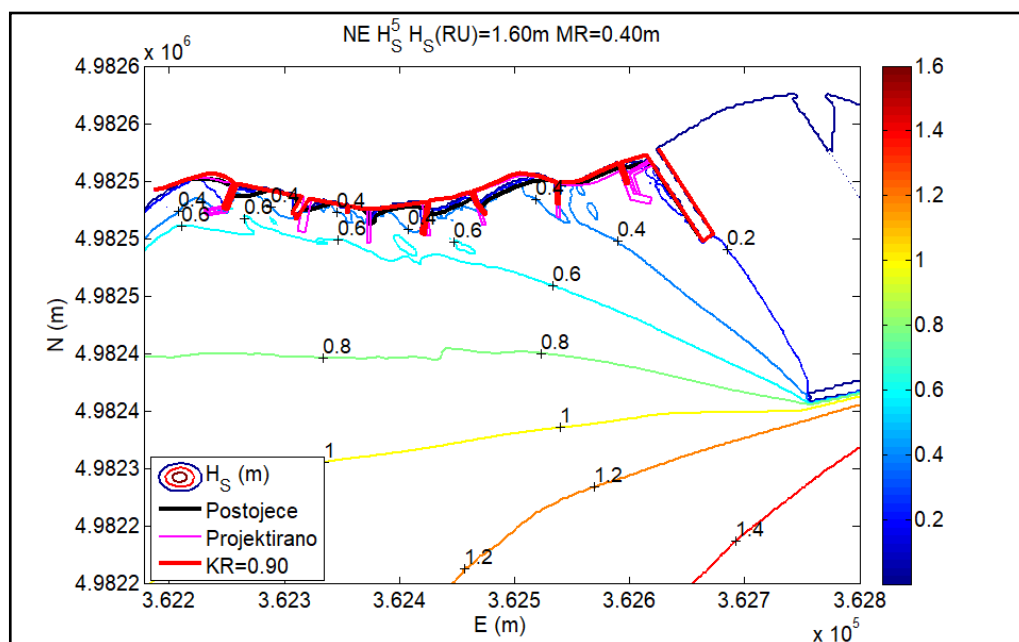
ENE smjer



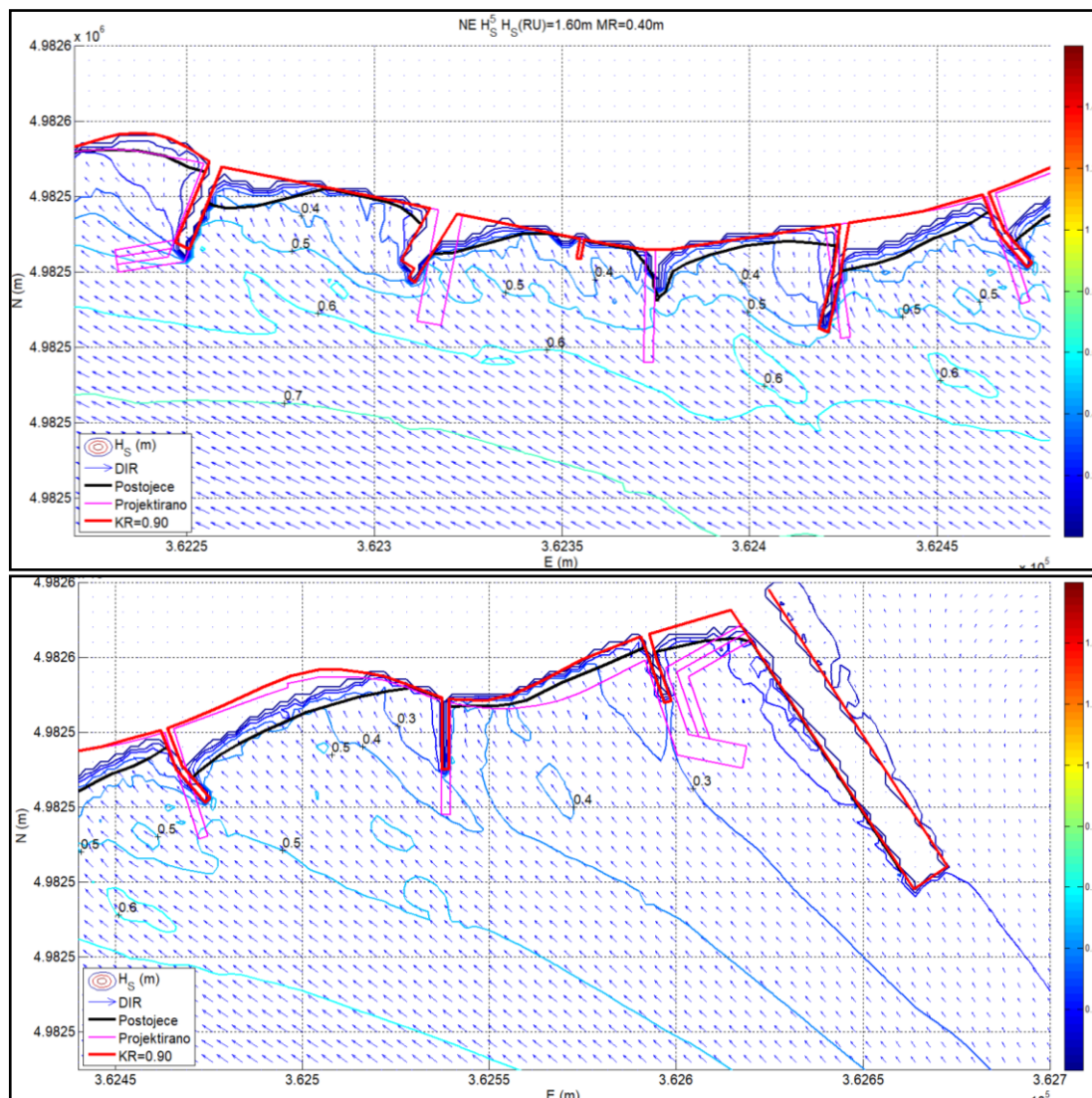
Slika 3. Postojeće stanje, značajna visina vala (H_s), ENE, $w=27,0$ m/s, 50 god. PP



Slika 4. Postojeće stanje, značajna visina (H_s) i direkcija (DIR) vala, ENE, 50 g. PP

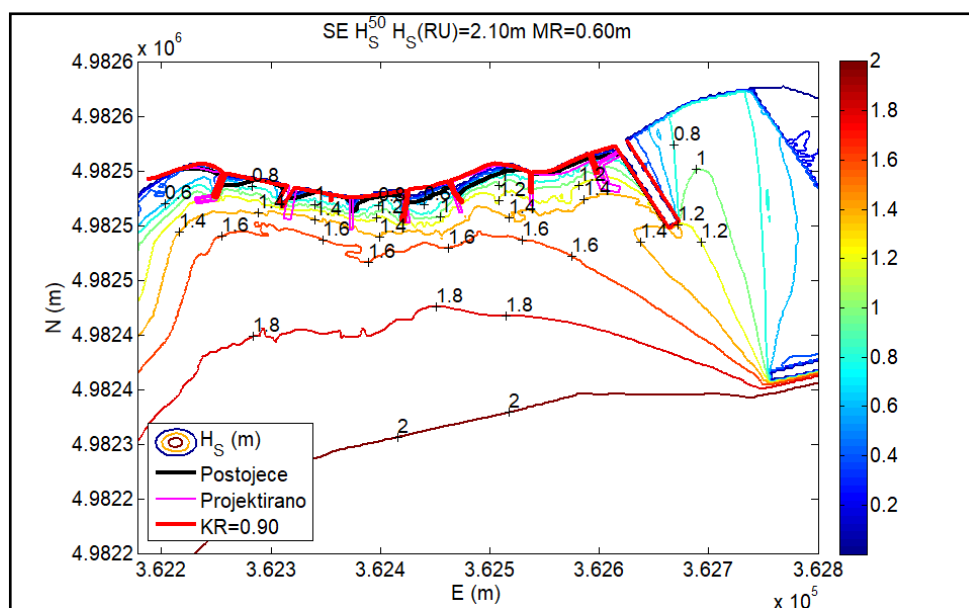


Slika 5. Postojeće stanje, značajna visina vala (H_s), ENE, $w=19,6$ m/s, 5 g. PP

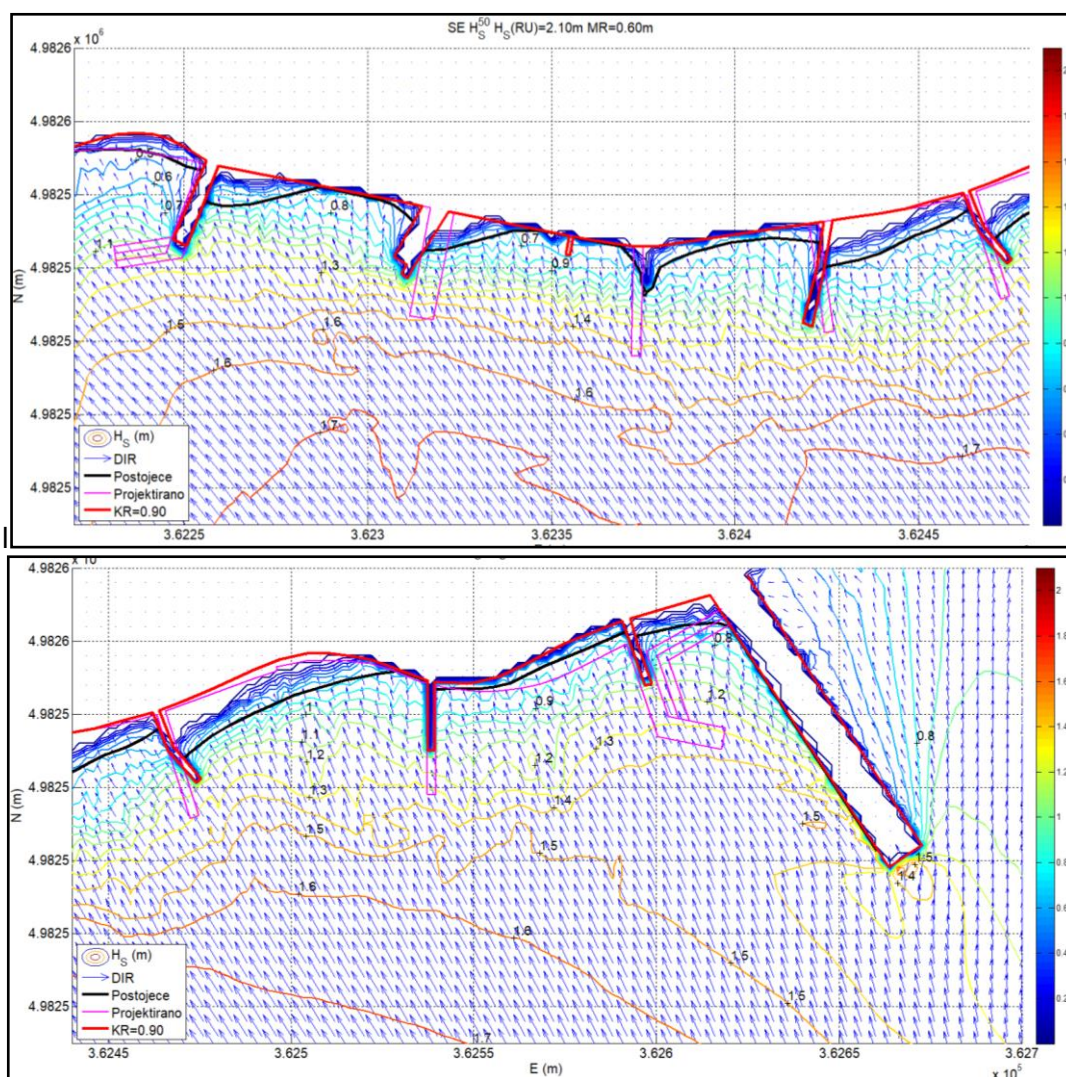


Slika 6. Postojeće stanje, značajna visina (H_s) i direkcija (DIR) vala, NE, 5 god. PP

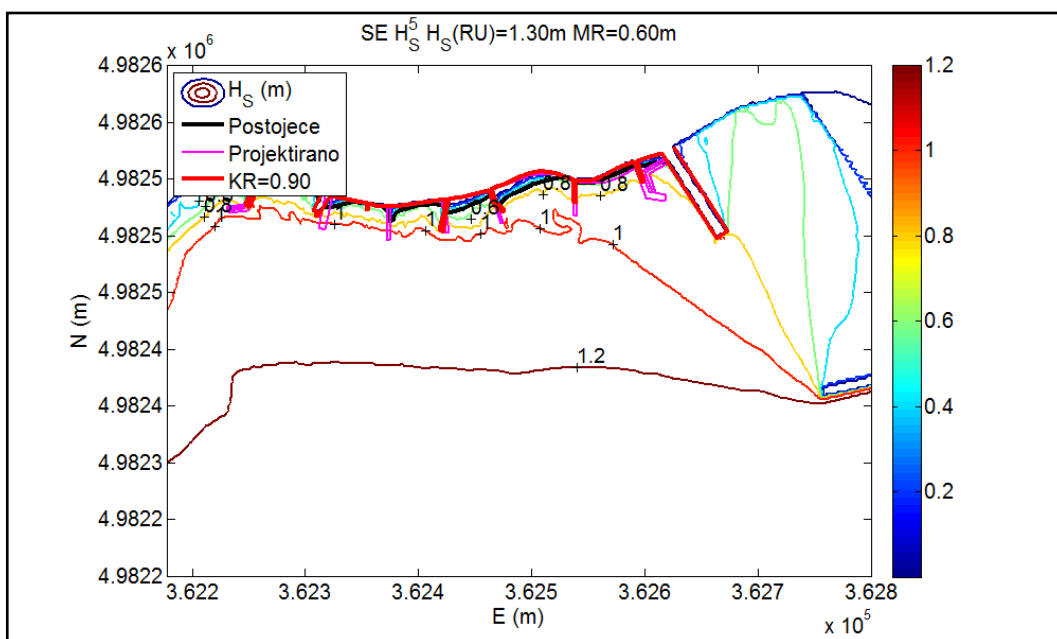
SE smjer



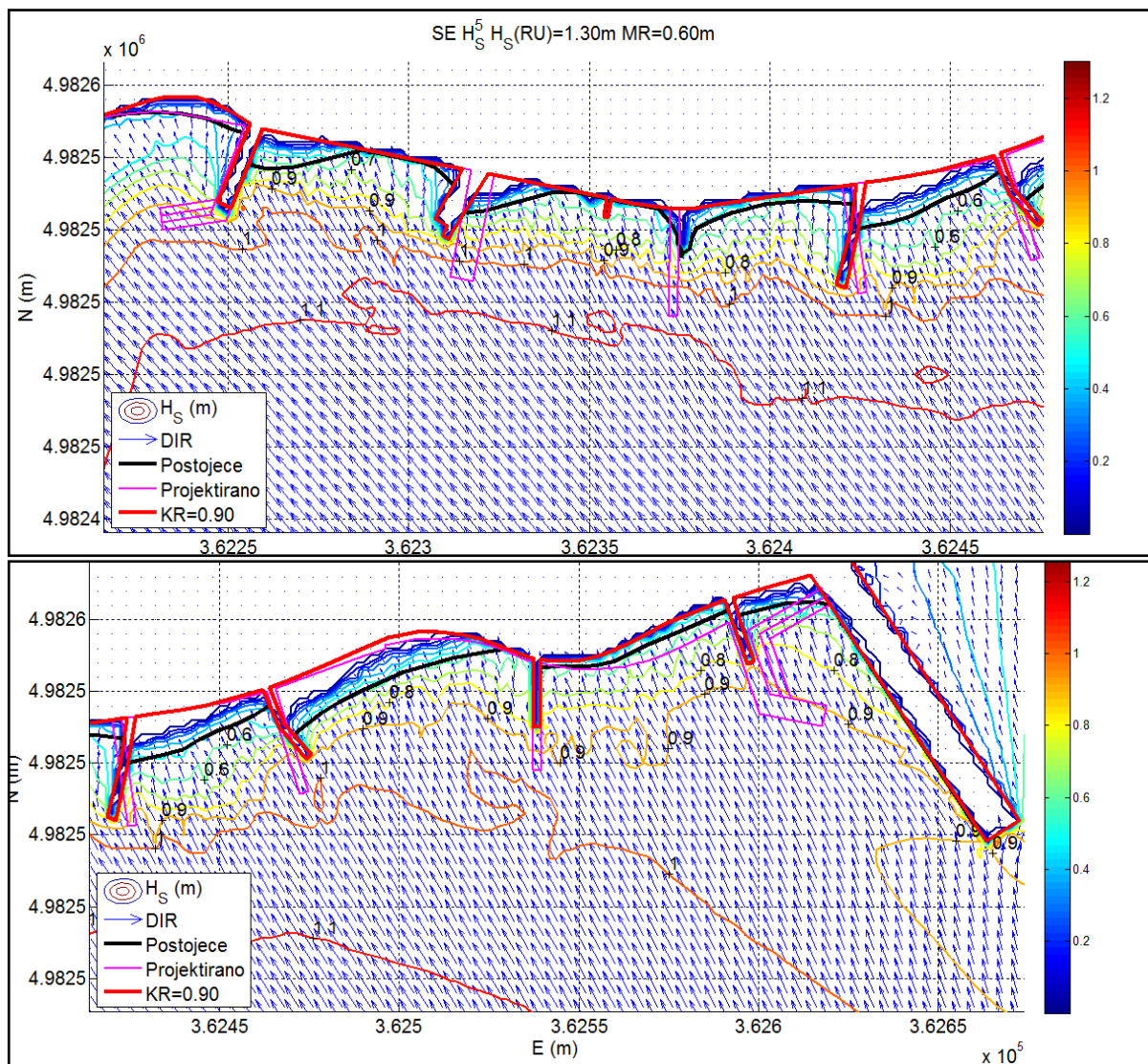
Slika 7. Postojeće stanje, značajna visina vala (H_s), SE, $w=24,3$ m/s, 50 god. PP



Slika 8. Postojeće stanje, značajna visina (H_s) i direkcija (DIR) vala, SE, 50 god. PP



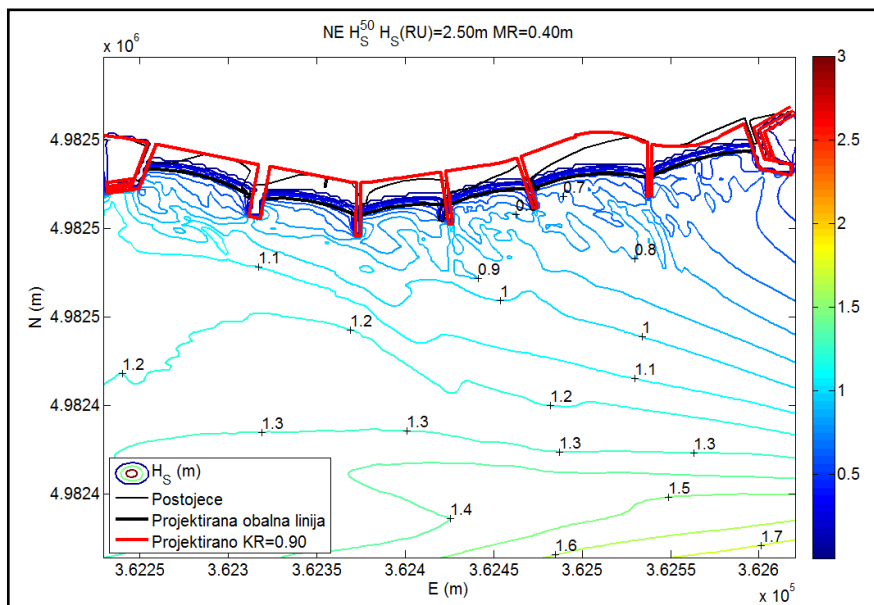
Slika 9. Postojeće stanje, značajna visina vala (H_s), SE, $w=15,9$ m/s, 5 god. PP



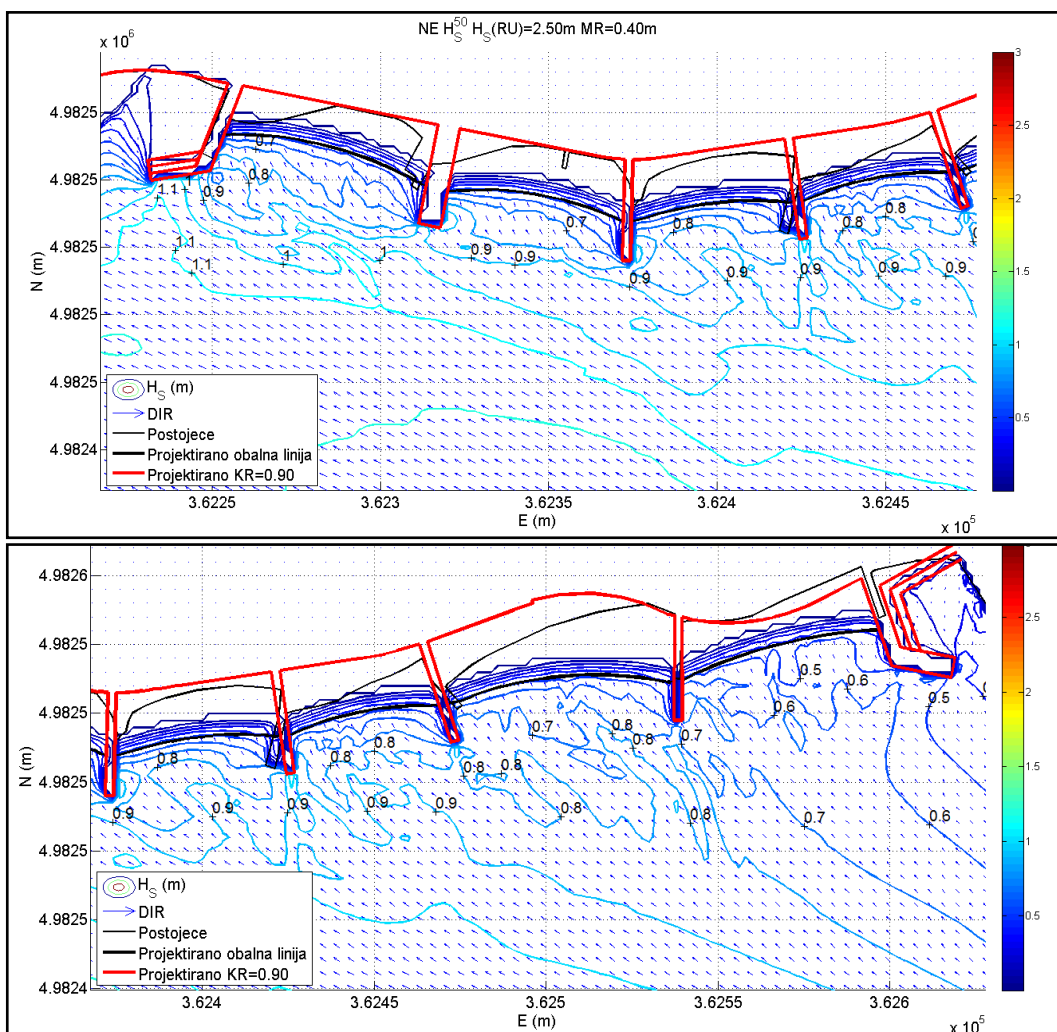
Slika 10. Postojeće stanje, značajna visina (H_s) i direkcija (DIR) vala, SE, 5 god. PP

1.3.2. Projektirano stanje

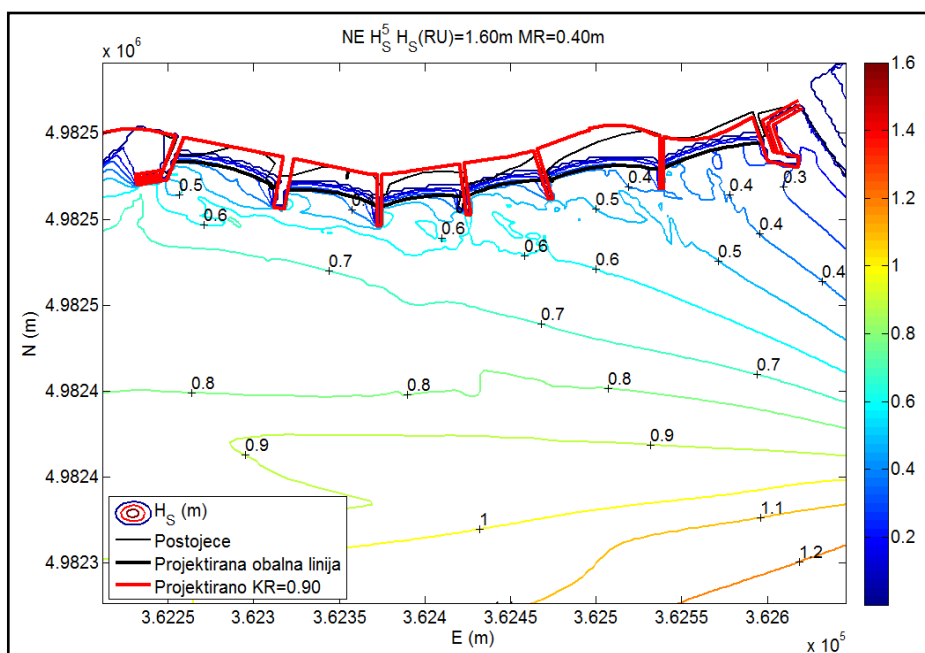
ENE smjer



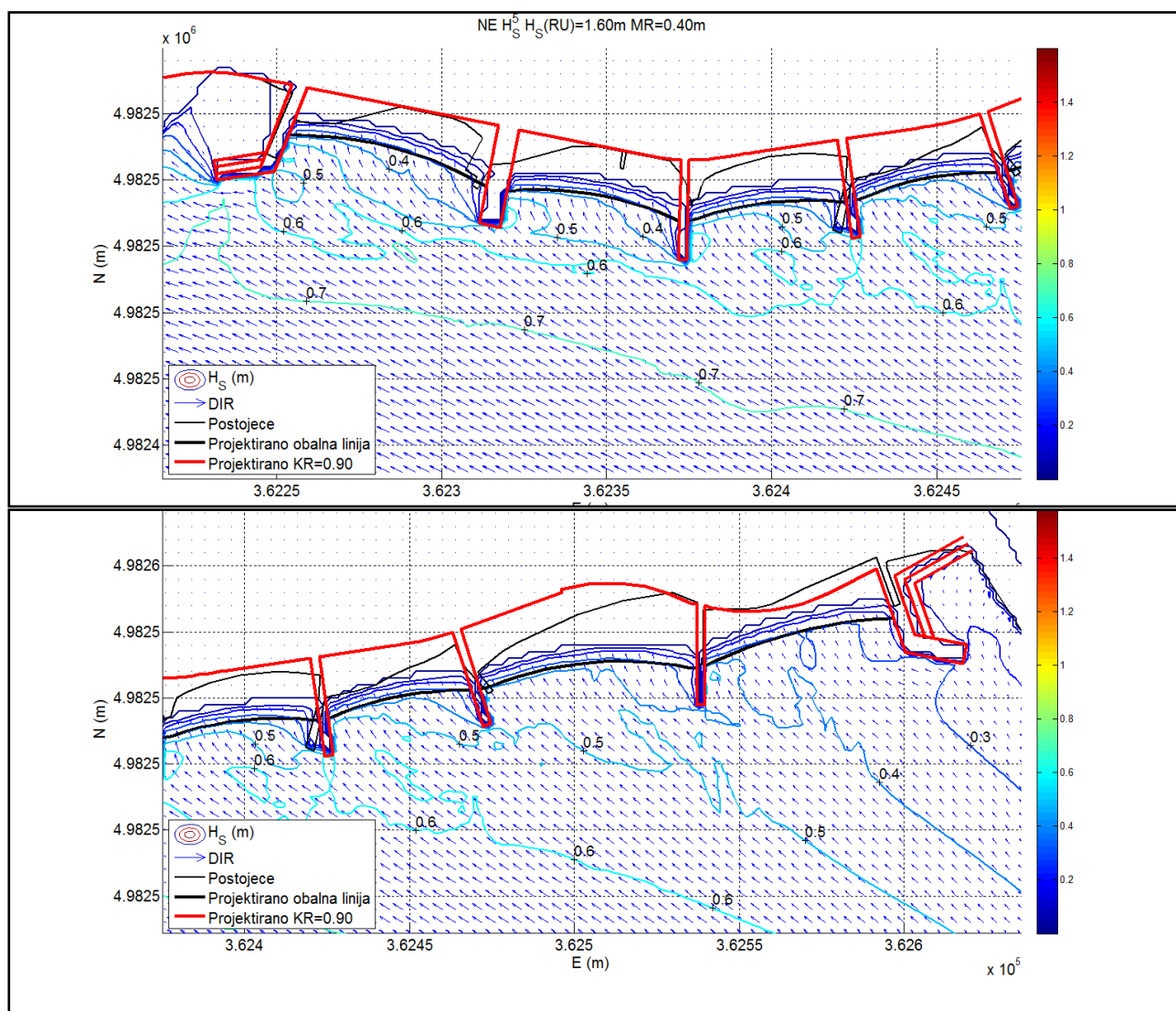
Slika 11. Projektirano stanje, značajna visina (H_s) vala, ENE, $w=27,0$ m/s, 50 god. PP



Slika 12. Projektirano stanje, značajna visina (H_s) i direkcija (DIR) vala, ENE, 50 god. PP

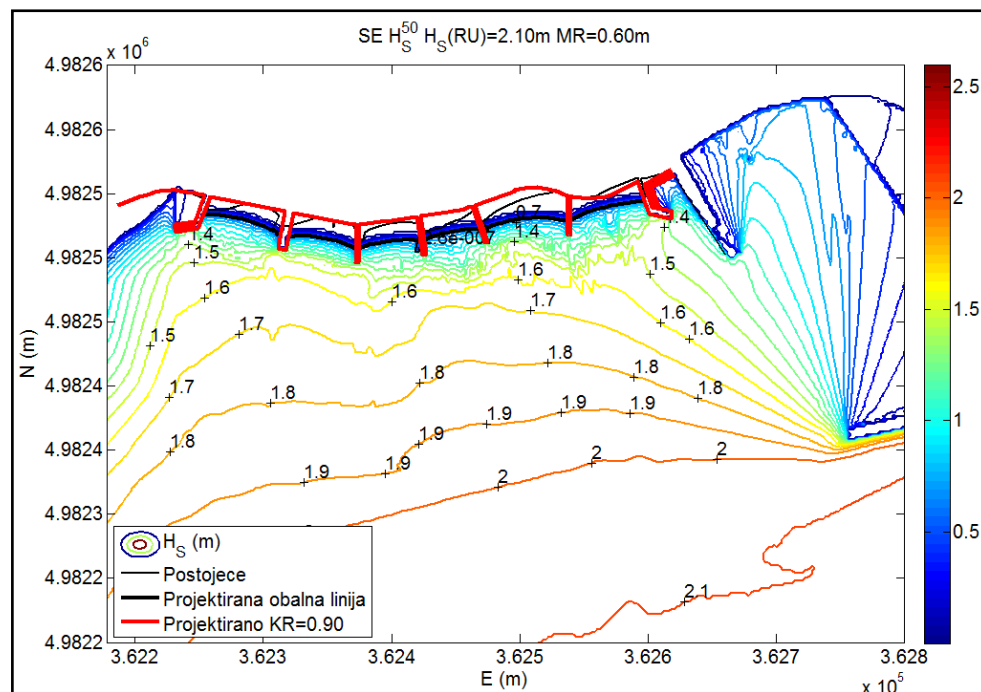


Slika 13. Projektirano stanje, značajna visina (H_s) vala, ENE, $w=19,6$ m/s, 5 god. PP

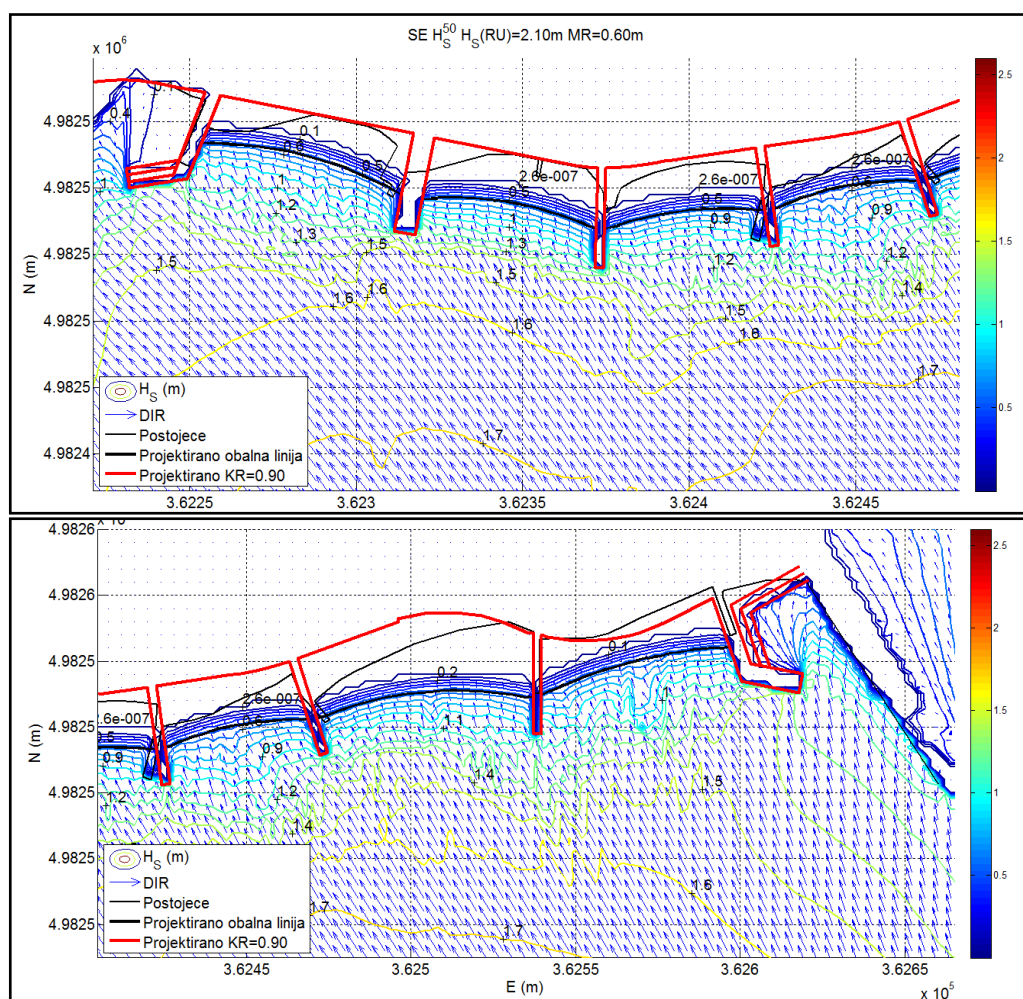


Slika 14. Projektirano stanje, značajna visina (H_s) vala, ENE, 5 god. PP

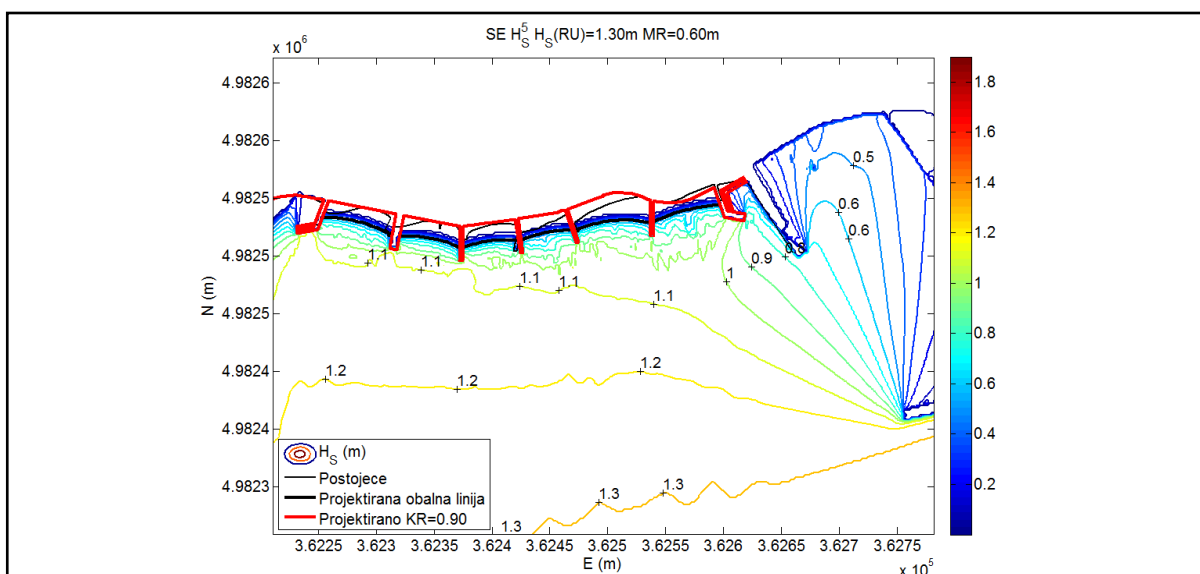
SE smjer



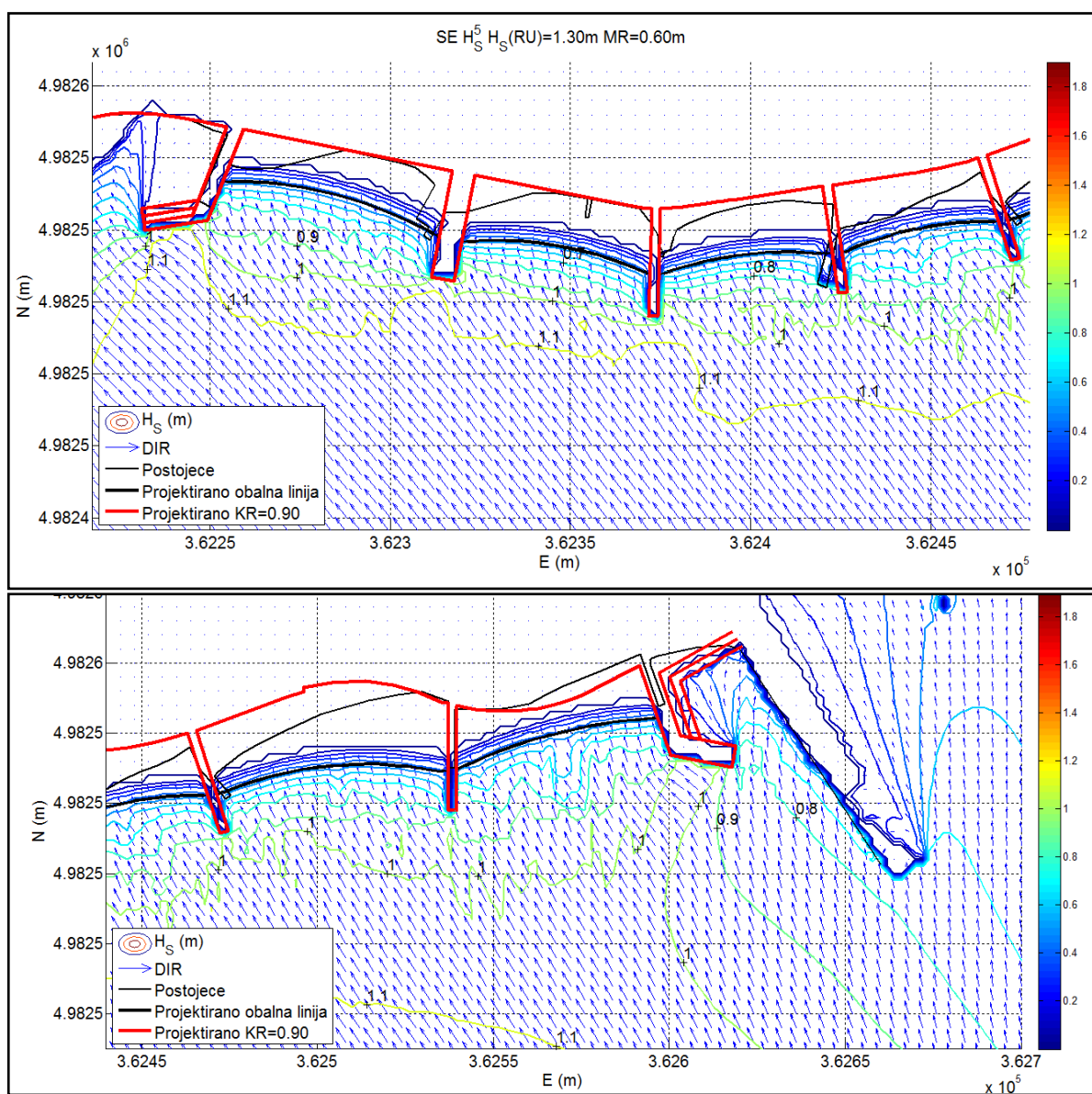
Slika 15. Projektirano stanje, značajna visina (H_s) vala, SE, $w=24,3$ m/s, 50 god. PP



Slika 16. Projektirano stanje, značajna visina (H_s) i direkcija (DIR) vala, SE, 50 god. PP



Slika 17. Projektirano stanje, značajna visina (H_s) vala, SE, $w=15,9$ m/s, 5 god. PP



Slika 18. Projektirano stanje, značajna visina (H_s) i direkcija (DIR) vala, SE, 5 god. PP

1.4. MORSKE RAZI

Na području Baške ne postoji mareografska stanica. Stoga je načinjena interpretacija temeljem dugoročnih prognoza morskih razina [2] na mareografskoj stanici u Bakru. Prikaz karakterističnih morskih razina na području Baške dan je u Tablici 5.

Tablica 5. Morske razine na području Baške

Morska razina	HVRS 71 (m n.m.)
VR ^{100 g}	+ 1,35
VR ^{10g}	+ 1,15
VR ^{1 god.}	+0,80
SVVŽR	+0,40
GN	±0,00
SR	-0,01
SNNŽR	-0,42
NR ^{1 god.}	-0,55
NR ^{10 god.}	-0,77
NR ^{100 god.}	-0,85

Karakteristične veličine koje se upotrebljavaju za opis lokacije glede kolebanja morskih razina su srednja viša visoka živa razina (SVVŽR) i srednja niža niska živa razina (SNNŽR). 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. Ekstremne morske razine vežu se uz povratno razdoblje (PR), a dobivaju se dugoročnim prognozama. Načelno se izrađuju na temelju statistike ekstrema. Ovdje su, kao zanimljive veličine, prikazane visoka razina povratnog perioda jedne godine (VR^{1 god.}) i niska razina povratnog perioda jedne godine (NR^{1 god.}). Za određivanje potrebne dubine mora na vezu služi hidrografska nula SNNŽR.

1.5. MORSKE STRUJE

U Bašćanskoj Dragi prevladavaju struje morskih mijena brzine do 0,3 čv. [3]. Olujna bura i jugo mogu povećati brzinu struje do 0,8 čv.

2. POMORSKO HIDRAULIČKI PRORAČUN

2.1. ZAKLONJENOST UVALA

Važan parametar stabilnosti minijaturnog žala je geometrijska zaklonjenost uvala u kojoj se žalo nalazi. Zaklonjenost uvala je definirana na osnovi dimenzija razmaka rtova/pera (R_0) i njene udaljenosti do žala (a), (Slika 19.).

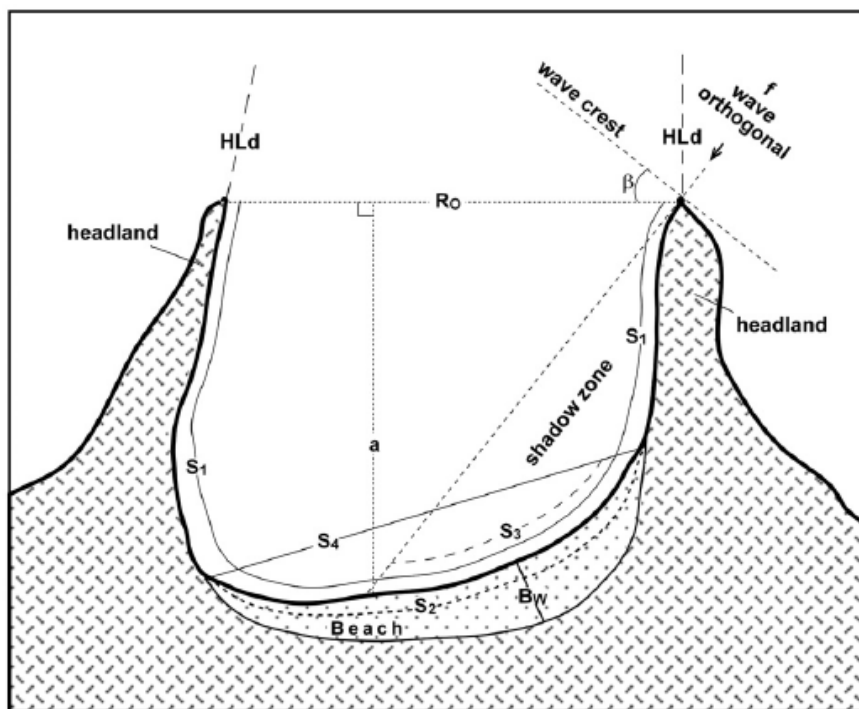


Fig. 7. Parameters used for the planview analysis. See text for explanation.

Slika 19. Parametri zaklonjenosti žala (Bowman et al., 2009 [4])

Na Slici 20. prikazani su geometrijski parametri zaklonjenosti minijaturnih žala uz ulicu Palada u Baški.



Slika 20. Geometrijski parametri zaklonjenosti minijaturnih žala uz ulicu Palada (plava linija – projektirano, crvena linija – postojeće)

U Tablici 6. prikazani su postojeći i projektirani parametri zaklonjenosti minijaturnih žala uz ulicu Palada u Baški.

Tablica 6. Postojeći i projektirani parametri zaklonjenosti minijaturnih žala uz ulicu Palada u Baški

Zaklonjenost žala - postojeće				
	Geometrijski parametri		Zaklonjenost (razvedenost) uvale	
	R_0	a	a/R_0	kategorija zaklonjenosti
1	56.5	18.6	0.33	slabo razvedena
2	56.5	15.1	0.27	nije razvedena
3	43.0	15.0	0.35	srednje razvedena
4	55.7	11.4	0.20	nije razvedena
5	62.4	20.4	0.33	slabo razvedena
6	59.9	9.0	0.15	nije razvedena
Zaklonjenost žala - projektirano				
	geometrijski		Zaklonjenost (razvedenost)	
	R_0	a	a/R_0	kategorija zaklonjenosti
1	63.8	18.9	0.30	slabo razvedena
2	54.9	18.0	0.33	slabo razvedena
3	50.5	17.2	0.34	srednje razvedena
4	43.3	15.9	0.37	srednje razvedena
5	62.7	20.6	0.33	slabo razvedena
6	62.7	16.9	0.27	nije razvedena

Parametri zaklonjenosti uvala za postojeće stanje uglavnom su slabo razvedeni (zaštićeni), dok su projektirani parametri povoljniji u odnosu na postojeće. Projektirani parametri zaklonjenosti uvala svrstani su u kategorije slabo i srednje razvedeni osim uvale uz profil 6 koja je nije razvedena (zaštićena). Plaža uz profil 6 (Slika 20.) nije dovoljno zaštićena zbog proširenja šetnice, zbog čega će na tom dijelu biti potrebno pojačano održavanje plaže prije sezone kupanja. Projektiranim perima postigla se dovoljna zaštićenosti minijaturnih žala, znatno bolja od postojećeg stanja koje je relativno hidro-dinamički stabilno.

2.2. PERA

U sklopu ovog projekta predviđa se izgradnja 7 pera. Njihova funkcija je zaustavljanja dužobalnog pronosa (od jugo-istoka prema sjevero-zapadu) sedimenta žala. Pera su dimenzionirana u poglavlju projekta pod nazivom Geostatički proračun, dok je opterećenje valom određeno u poglavlju 3.2.2.

2.3. PODMORSKI PRAGOVI

2.3.1. Dimenzioniranje podmorskih pragova

Dimenzioniranje slojeva nasutog podmorskog praga vrši se na osnovu proračuna za usvojene parametre projektnog vala. Za predmetni zahvat provedeno je numeričko modeliranje valovanja na temelju vrijednosti parametara dubokovodnih valova. Dimenzioniranje je provedeno za smjer SE, koji ima dominantan utjecaj i za koji je značajna valna visina koja se pojavljuje u interesnom području neposredno uz projektirani podmorski prag $H_s^{50} = 1,50$ m (Slike 15. i 16.) te se ista odabire kao mjerodavna za proračun projektne visine (na lokaciji gradnje praga značajne visine variraju od 1,30 do 1,50 m).

Podmorski prag projektiran je u cilju zadržavanja sedimenta na novoformiranim žalima. Prag je predviđen između pera i izdanaka stijene sa kotom krune na -1,50 m, s nagibom prednjeg lica praga u vrijednosti od 1:1,50. Izvedba praga biti će kompleksna radi složene morfologije morskog dna.

Hudsonova formula

Dimenzije blokova podmorskog praga dimenzionirane su pomoću Hudsonove formule, s vjerojatnošću oštećenja od 20 do 30%. Opterećenja praga su manja jer se radi o potopljenoj građevini.

Tablica 7. Proračun zaštitnog praga žala prema Hudsonu, oštrobridni kamen

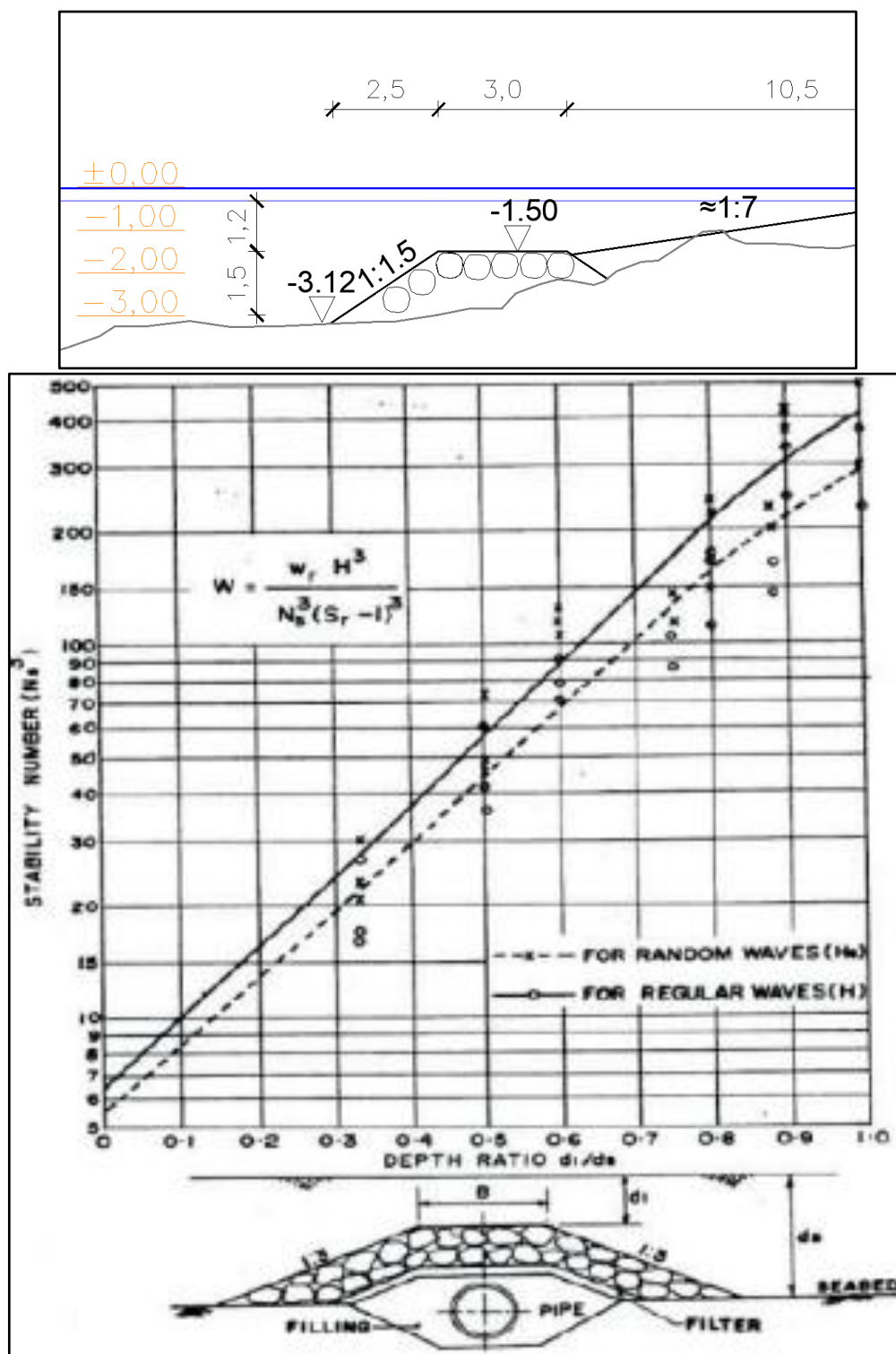
PRORAČUN PRAGA HUDSONOVA FORMULA 1974 Mogućnost oštećenja 20-30%				
Nagib kamenometa	$\text{tg}\alpha$	=	1.50	
Značajna visina proj vala	H_s	=	1.50	m
Mogućnost oštećenje 20-30%	$H/H_{D=0}$	=	1.37	
Mjerodavna visina vala	H	=	1.09	m
Mjerodavni period vala	T_s	=	3.30	s
Mjerodavna dužina vala	L_s	=	17.01	m
Gustoća kamenometa	ρ_s	=	2600	kg/m ³
Gustoća morske vode	ρ_w	=	1025	kg/m ³
Koeficijent stabilnosti	K_d	=	2	
Težina bloka primarne zaštite	M_{50}	=	293	kg
Masa bloka primarne zaštite	W_{50}	=	2874	N

Širina podmorskog praga je odabrana u vrijednosti od 3,0 m zbog loma energije valova. Veća širina dodatno bi umanjila djelovanje valova na žalo, no u tom slučaju izgradnja praga bila bi skuplja zbog nagiba dna obalnog pojasa.

Proračun po metodi Gadre et. al [5]

Opterećenja potopljenih podmorskih pragova u odnosu na klasične nasute lukobrane su značajno manja zbog velikog prelijevanja konstrukcije. Kod potopljenih konstrukcija ne dolazi do propagacije valova po kosini konstrukcije (runup, rundown), koje čine značajan udio opterećenja od djelovanja valova.

Gadre et al. [5] su dali preporuke i nomograme za dimenzioniranje potopljenih valobrana (Slika 21.) za modificiranu Hudsonovu formulu. Proračun po [5] dan je u Tablici 8., na temelju parametara prikazanih na Slici 21.



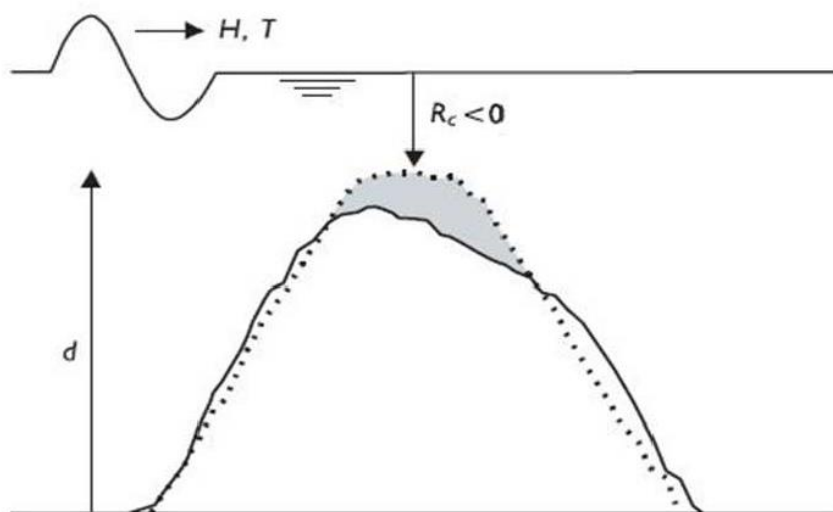
Slika 21. Detalj zaštitnog praga žala u profilu 2-2 i nomogram za dimenzioniranje [5]

Tablica 8. Proračun zaštitnog praga žala prema Gadre et al. [5]

PRORAČUN POTOPLJENOG PRAGA Gadre et al., 1992				
Gustoća kamenometa	ρ^s	=	2600	kg/m ³
Gustoća morske vode	ρ^w	=	1025	kg/m ³
Značajna visina proj vala	H_s	=	1.5	
Dubina mora do vrha praga	d_1	=	1.5	
Dubina mora na lokaciji praga	d_s	=	2.7	
	d_1/d_s	=	0.56	
Koef stabilnosti (nomogram)	N^3s	=	35	
Relativna gustoća kamenometa	S_r	=	2.54	
Težina bloka primarne zaštite	M_{50}	=	69.10	kg

Proračun po metodi Burcharth [6]

Definicija (prema Rock Manual, 2007)



Slika 22. Definicija geometrije potopljenog valobrana BW (breakwater)

- H_s značajna valna visina ispred praga (BW) ($H_s^{50}=1,60$ m)
- h dubina mora ispred BW (2,7 m)
- R_c visina krune BW ispod razine mora ($R_c < 0$ ako je ispod, $R_c = -1,5$)
- D_n nominalni promjer zrna kamena = $(M_{50} / r)^{1/3}$ (m)
- ρ specifična masa kamena (2600 kg/m³)
- M_{50} srednja masa zrna kamena

Proračun težine pojedinačnog kamenog bloka se vrši za slučaj lomljenog vala prema formuli:

$$W_{50} = \rho_k \cdot D_{50}^3$$

D_{50} = srednji promjer kamena koji se dobije iz Burcharth-ove jednadžbe

Burcharth [6] je definirao svoju jednadžbu za najgore uvjete:

$$H / [(S_r - 1) \cdot D_{50}] = 1,36 - 0,23 \cdot (R_c / D_{50}) + 0,06 \cdot (R_c / D_{50})^2$$

$$S_r = \rho_k / \rho_v = 2,54$$

$$\Delta = S_r - 1 = 1,54$$

Potopljeni prag (BW) ima krunu na ili ispod mirnog morskog raza (MMR) te usku krunu (3 do 5 D_n); stabilan je ako je izgrađen od krupnog kamena (Burcharthovo pravilo: $D_n > 0,3 d$); erozija zbog kretanja kamena školjere ispred (offshore), kombinirano s kretanjem kamena krune iza (onshore) koji padaju iza BW rezultiraju sniženjem krune.

Ako je kruna široka (50 D_n ili više), erodirana zrna kamena ostaju na kruni i povisuju je.

Za dubinu mora 2,7 m, $R_c = -1,50$ m, $d = 1,20$ m

Odabrana masa zrna kamena za računsku provjeru $M = 300$ kg.

$$D_n = 0,48 \text{ m}$$

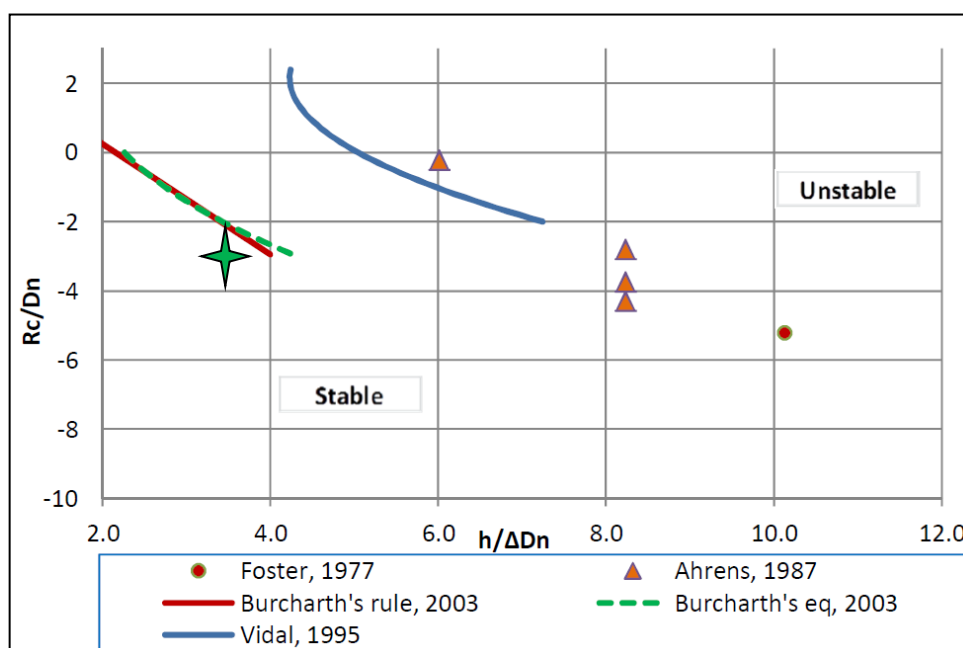
$$D_n = 0,48 \text{ m} > 0,3 \cdot 1,20 = 0,36 \text{ m}$$

Kako je nasip za formiranje plaže iza BW, prag dimenzioniramo s pravilom za usku krunu, što kompenzira situaciju s višom razlika mora (što znači s većom dubinom).

Provjera prema slici:

$$h = 2,7 \text{ m} \quad h / \Delta \cdot D_n = 2,7 / 1,54 \cdot 0,48 = 3,65$$

$$R_c / D_n = -1,50 / 0,48 = -3,13$$



- vrijednost za dubinu mora ispred praga -2,70 m

Slika 23. Stabilitet potopljenih valobrana opterećenih lomljenim valom [7]

Burcharthova jednadžba prikazana na Slici 24. vrlo je bliska „Burcharthovom pravilu“.

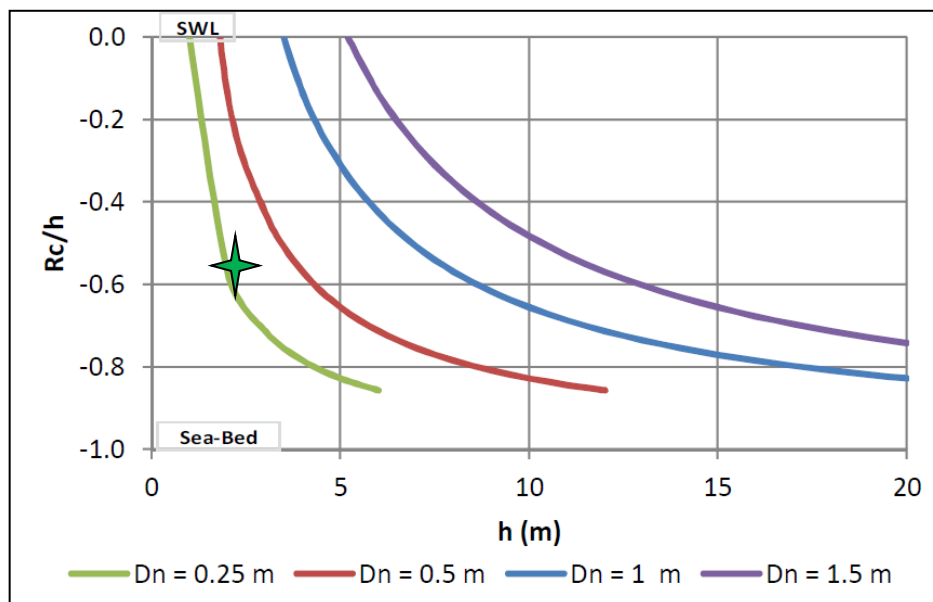
Burcharthovo pravilo za stabilan BW:

$$D_n = 0,29 d \text{ vrijedi za } -3 < R_c / D_n < 2 \quad -3 < -3,13 < 2$$

Ovo pravilo pretpostavlja $H_s / h = 0,6$ $\Delta = 1,6$

Provjera: $H_s / h = 1,50 / 2,7 = 0,56$

$$R_c / h = -1,50 / 2,7 = -0,56$$



★ - vrijednost za dubinu mora ispred praga -2,7 m

Slika 24. Stabilni potopljeni valobran s lomljenim valom [7]

Odabrano

Odabrana masa kamena $W_A = 400$ kg, u rasponu 300 – 500 kg ($\pm 25\%$)

$$D_{nA} = 0,54 \text{ m}$$

s debljinom primarne obloge (školjere)

$$d_A = 2 \cdot 1,05 \cdot 0,54 = 1,15 \text{ m}$$

Kamenomet će biti sastavljen u vidu usko graduirane granulometrijske krivulje s granicama $W_A = \pm 25\%$ (300 do 500 kg), a zastupljenost W_{Amax} mora biti $> 75\%$ mase ugrađene školjere.

Filtarski sloj

$$W = W_A / 10 = 40 \text{ kg}$$

$$D_{nF} = 0,25 \text{ m}$$

$$d_F = 2 \cdot 1,05 \cdot 0,25 = 0,53 \text{ m}$$

Težina kamena filtarskog sloja 40 kg u rasponu $\pm 25\%$ (30 – 50 kg).

Širina krune 5 zrna kamena (minimalna pri dozvoljenom prelijevanju):

$$B = 5 \cdot 1,04 \cdot 0,54 = 2,80 \text{ m}$$

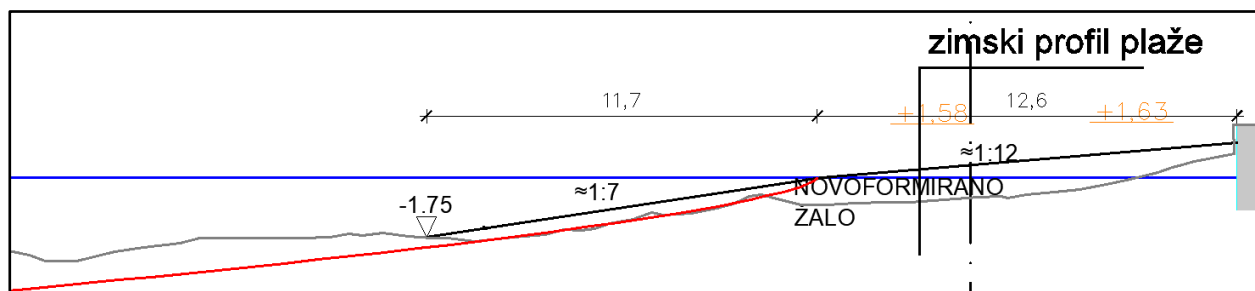
Kamena zrna školjere moraju biti specijalno složena, zbog veoma složene morfologije terena i otežanog izvođenja praga žala koji je potrebno uklopiti u postojeće stijenske izdanke.

2.4. NASIP ŽALA

Jedan od glavnih parametara stabilnosti žala je odnos veličine sedimenta i nagiba žala. Pri dimenzioniranju korištena je jednadžba (Dean, 2002 [8]):

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

u kojoj je A tzv. parametar veličine sedimenta profila, y je udaljenost u profilu, a h dubina u profilu. Parametar A je odabran 0,40, za veličinu sedimenata od 2,5 cm [8].



Slika 25. Teoretski (crvena, Dean, 2002) i projektirani profil žala

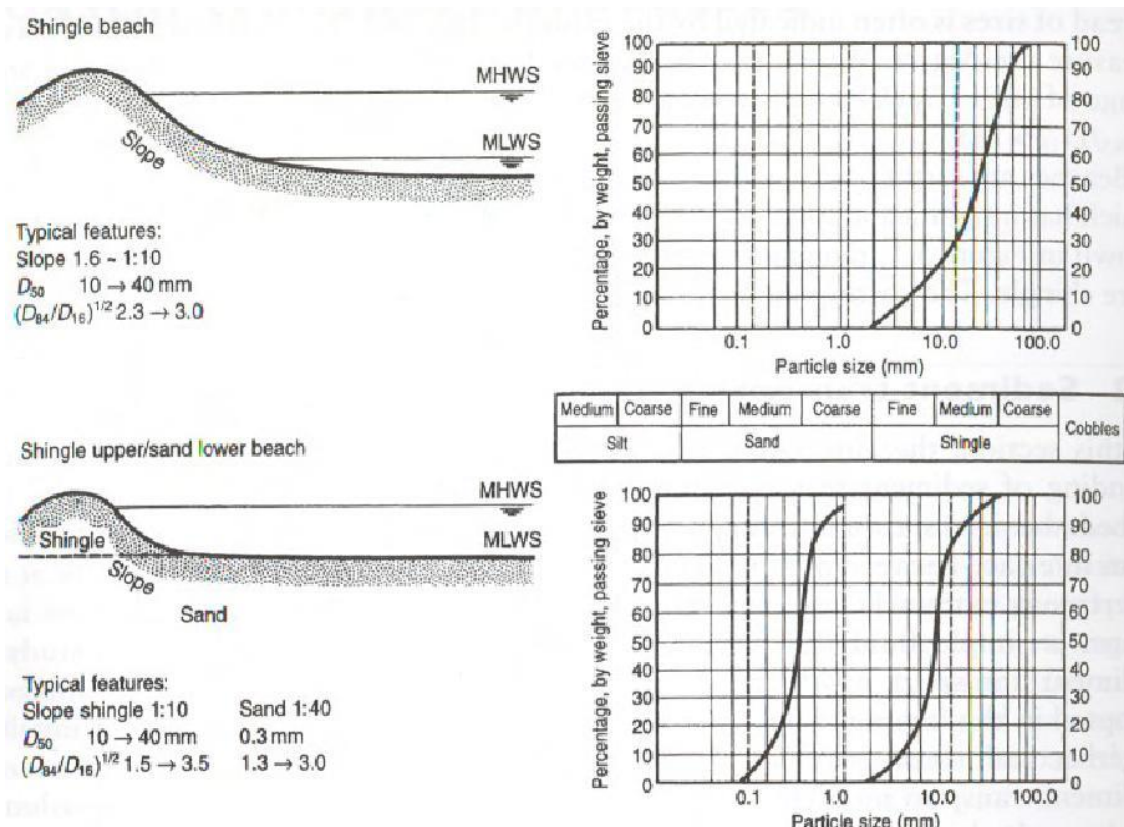
Na Slici 25. prikazan je teoretski (crvena) i projektirani profil žala, slučaj bez podmorskog praga. Projektirani profil je blaži u odnosu na teoretski što je povoljnije za stabilnost tijela žala.

Nasipavanju žala pristupa se nakon izvođenja pera i podmorskih pragova. Nasip je potrebno izvesti u dvije faze, najprije grublji opći nasip, a nakon toga nasuti žalo u debljini od cca 50 cm. Nasip žala mora bit frakcije šljunka od 1 do 5 cm, bez pješčanih i zemljanih materijala. Manji materijal od navedenog neće pružiti dovoljnu hidrauličku stabilnost.

Za osiguranje održivosti projektirane plaže od šljunčanog materijala potrebno je osigurati stabilnost tog materijala, odnosno spriječiti njegovo odnošenje. To se postiže postavljanjem zaštitnih konstrukcija, npr. pera, podmorskih pragova i sl., koje štite plažu od primarnog odnošenja materijala uslijed hidrodinamičkih utjecaja valova i morskih struja, te odabirom odgovarajućeg granulometrijskog sastava plažnog materijala.

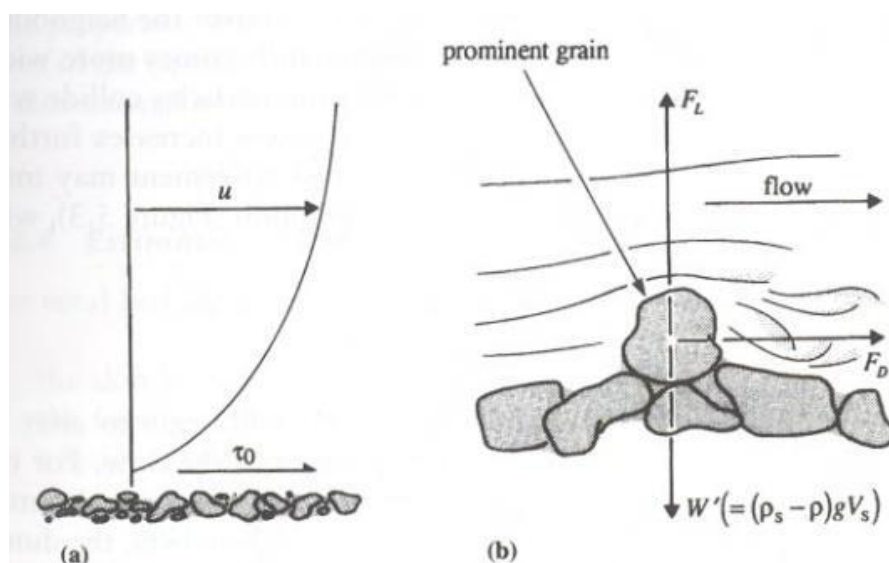
Uobičajeno je da se plažni materijal sastoji od cijelog raspona veličina zrna, a iskazuje se preko srednje veličine kamenog zrna D_{50} , koji predstavlja promjer zrna za koje postoji 50 posto zrna manje (veće) mase.

Karakteristični profil šljunčane i mješovite šljunčano-pješčane plaže prikazan je na Slici 26., zajedno s prosječnim granulometrijskim sastavom plažnog materijala.



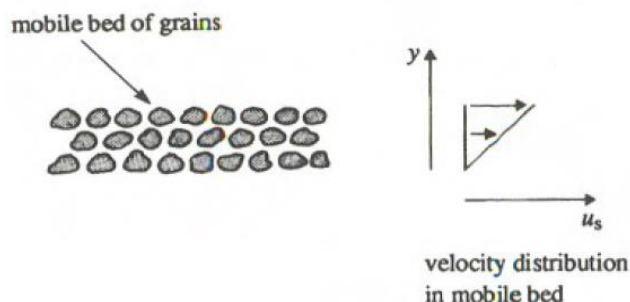
Slika 26. Karakteristični profil šljunčane i mješovite šljunčano-pješčane plaže (Reeve, Chadwick, Fleming, 2004)

Transport plažnog materijala nastaje uslijed djelovanja valova ili struja ili njihovog kombiniranog djelovanja. Za šljunčane plaže dominantan je transport plažnog materijala koji se odvija kotrljanjem ili guranjem uzduž dna, a manje je prisutan transport čestica u suspendiranom fluidu. Takva vrsta transporta materijala nastaje kada se prekorači prag pomicanja (prirodna otpornost) zrna plažnog materijala na dnu, pri čemu se javlja posmična sila τ_0 koja je ekvivalentna sili koja djeluje na izloženu površinu zrna (Slika 27.). Ova sila naziva se još i kritična posmična sila τ_{cr} .



Slika 27. Sile fluida koje uzrokuju pomicanje materijala a) posmične sile na granularno dno, b) sila na pojedino zrno (Reeve, Chadwick, Fleming, 2004)

Valovi i strujanja stvaraju turbulentni tok uslijed čega se stvaraju vrtložnja, dok na razini samih zrna plažnog materijala postoji i mala zona (sloj) unutar kojeg se odvija stacionarni tok. Međutim, on je vrlo nestabilan jer vrtlozi turbulentnog toka povremeno prodiru u njega i narušavaju njegovu stabilnost. Razlika u momentima između ova dva sloja stvara posmične sile koje dodatno stvaraju nove vrtloge. Stoga su zrna podvrgnuta fluktuirajućoj impulsnoj sili i kada je ta sila dovoljna da pomakne zrno događa se proces kotrljanja. Kako se proces širi, postaje sve složeniji, jer zrna koja se pomiču udaraju jedna u druge. Povećanjem posmičnog napreznja proces pomicanja zrna prodire u sve dublje slojeve nasipnog dna. Kako bi se ovaj kompleksni proces pojednostavnio, on se može aproksimirati kao niz slojeva zrna koji međusobno klišu jedan u odnosu na drugi, sa linearnom raspodjelom brzine (Slika 28.).



Slika 28. Mehanizam pomicanja zrna (Reeve, Chadwick, Fleming, 2004)

Pod djelovanjem valova, brzina po dnu varira veličinom i smjerom, pa se stoga javlja vrlo mali oscilatorni granični sloj (debljine nekoliko mm do nekoliko cm). Posljedica toga je pojava posmičnog napreznja po dnu znatno većeg iznosa od onog koje se javlja pod stacionarnim tokom ekvivalentne brzine strujanja. U Tablici 9. prikazan je teoretski profil žala ispod razine mora po na osnovi prikazane formule (Dean, 2002) i zadanih parametara.

Tablica 9. Odnos $y:h$

y	h(y)
0	0.00
1	0.40
2	0.63
3	0.83
4	1.01
5	1.17
6	1.32
7	1.46
8	1.60
9	1.73
10	1.86

Nasip završnog sloja žala, maksimalne debljine 50 cm, dimenzionira se od šljunka veličine od 1,6 do 4,8 cm, bez pješčanih i zemljanih materijala. Planirano je nasipavanje riječnog šljunka, sive boje, frakcije 16 do 32 mm, te batude veličine 32 do 48 mm. Veličina nominalnog zrna $D_{50} = 25$ mm za prvu frakciju, a granulometriju mješavine dviju frakcija izvesti prema Slici 26. proračuna materijala žala. U podmorskom dijelu plaže, iza praga do kote od oko -1,00 m nasuti samo batudu.

Proračun profila plaže izvršen po van der Meer-u (1988) [9]. Profil plaže u projektu nije prirodan, već je planiran s podmorskim pragom na dubini krune na koti -1,50 m i nasipom u dva blaga nagiba prema obalnoj crti. Zato je u proračunu aproksimiran nagib (srednji), kao i veličina zrna kamena nasipa plaže (jer se nasipava batuda uz prag i frakcija šljunka prema obali).

Tablica 10. Dimenzioniranje profila plaže po van der Meer-u [9]

Ulazni podaci	Značajna visina vala	H_s [m]	1,5
	Period vala	T_m [s]	4,5
	Dubina mora u nožici žala	h [m]	2,7
	Veličina zrna krupnog šljunka (medijan)	D_{n50} [m]	0,025
	Relativna gustoća kamena	Δ	1,65
	Inicijalni priobalni nagib	α [°]	5
	Trajanje olujnih uvjeta	[h]	4
	Kut udara vala	Φ [°]	0
	Ubrzanje sile teže	g [m/s ²]	9,81

Broj valova	N	3200
-------------	---	------

Bezdimenzijski parametar vala	$H_0 T_0$	3241
Fiktivni parametar visine vala	sm	0,047

Točke profila	Duljina naleta vala	l_r [m]	8,28
	Visina grebena	h_c [m]	2,06
	Duljina grebena	l_c [m]	4,22
	Visina koraka	h_s [m]	1,45
	Duljina koraka	l_s [m]	7,90
	Visina prijelaza	h_t [m]	2,78

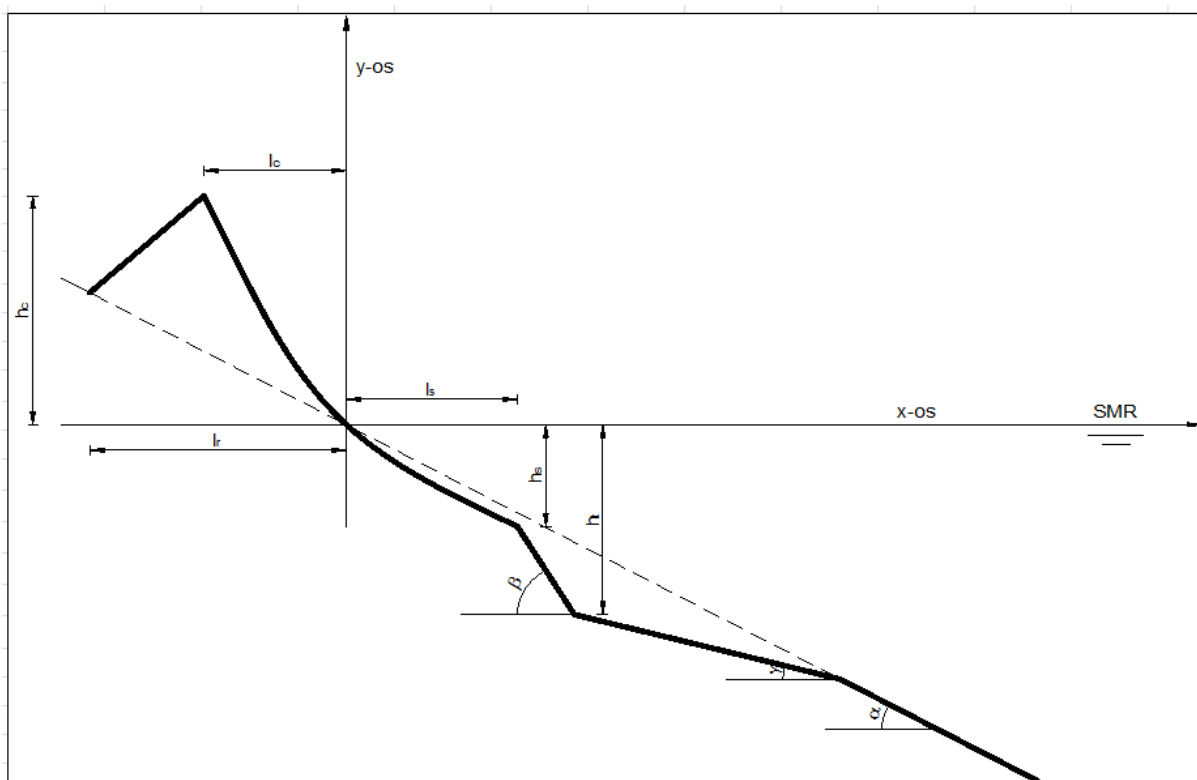
Faktor redukcije	r	0,880
------------------	---	-------

Korekcija za kosi udar vala	$\cos(\Phi)$	1,000
-----------------------------	--------------	-------

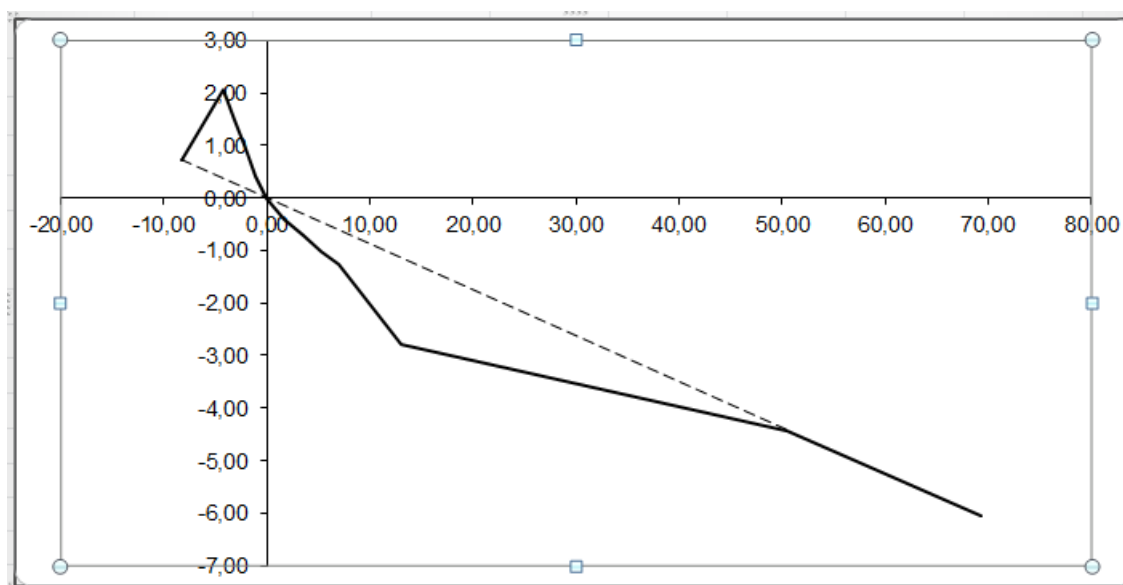
Točke profila (uključujući korekcije)	Duljina naleta vala	l_r [m]	8,28
	Visina grebena	h_c [m]	2,06
	Duljina grebena	l_c [m]	4,22
	Visina koraka	h_s [m]	1,27
	Duljina koraka	l_s [m]	6,96
	Visina prijelaza	h_t [m]	2,78

Ispod SMR	a_4	0,25
Iznad SMR	a_5	0,39

Kut nagiba β	[°]	13,81
Kut nagiba γ	[°]	2,50



Slika 29. Shematizirani profil žala (van der Meer, 1988 [9])



Slika 30. Rezultat proračuna (mjerilo karikirano)

Ovaj aproksimativni proračun pokazuje da će nakon jakih oluja biti potrebno „ravnati“ olujni profil i nadoknađivati odneseno žalo.

3. VJETROVALNA OPTEREĆENJA NA GRAĐEVINE

3.1. Djelovanje vala na obalni zid

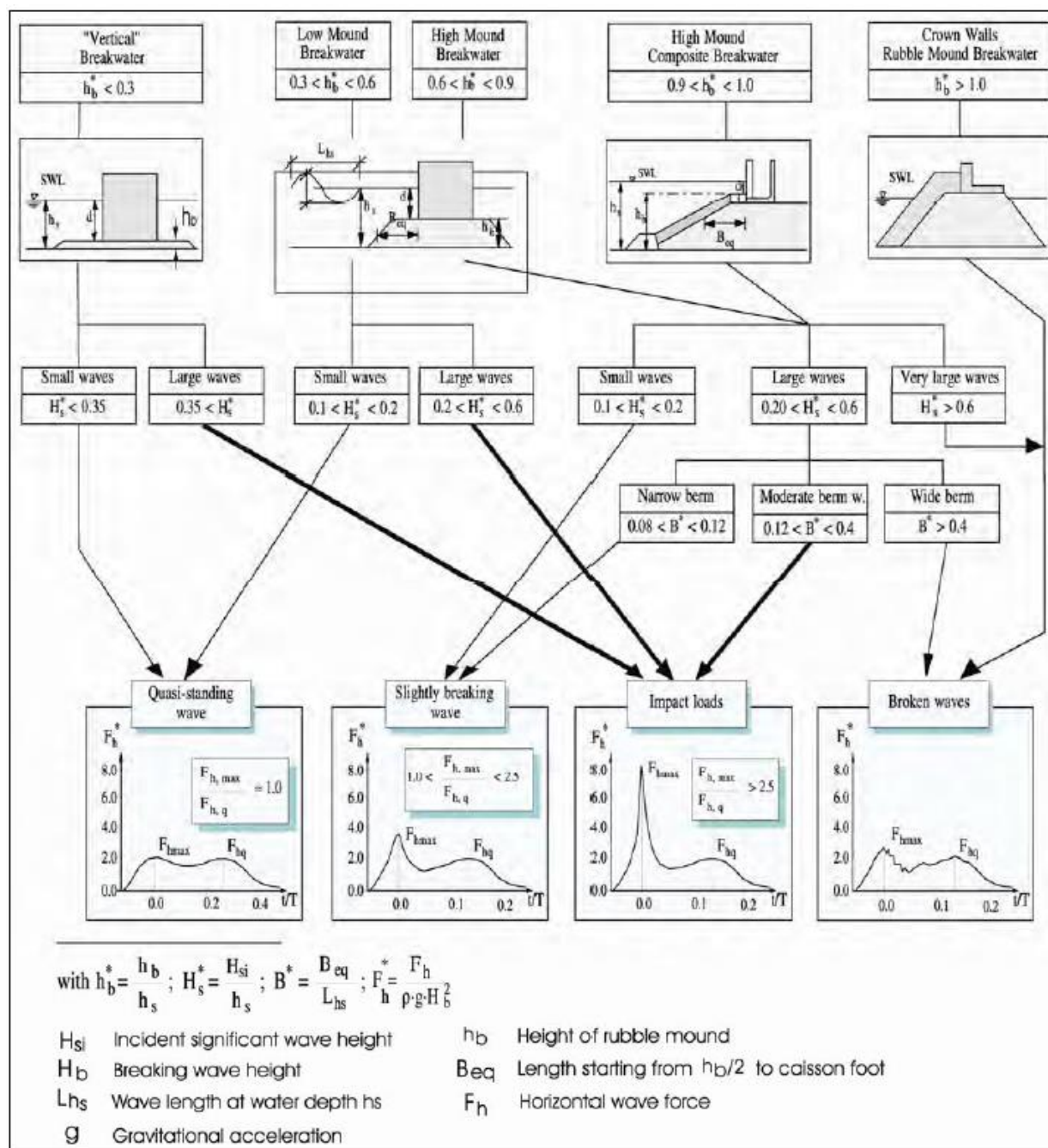
Obalni zid koji se uređuje, na strani značajno veće sigurnosti (izuzetno konzervativno) može biti izložen direktnom djelovanju valova. Također, i dužobalna pera (mulići) su izloženi direktnom djelovanju valova, međutim kod njih je pojava ovog djelovanja realnija, ali su ponovno usvojeni konzervativniji uvjeti na strani veće sigurnosti.

Na temelju numeričke simulacije valovanja u poglavlju 1.3, usvojeno je da visina značajnog vala koji može djelovati na obalni zid s 50-godišnjim povratnim periodom iznosi $H_s^{50} = 0,70$ m.

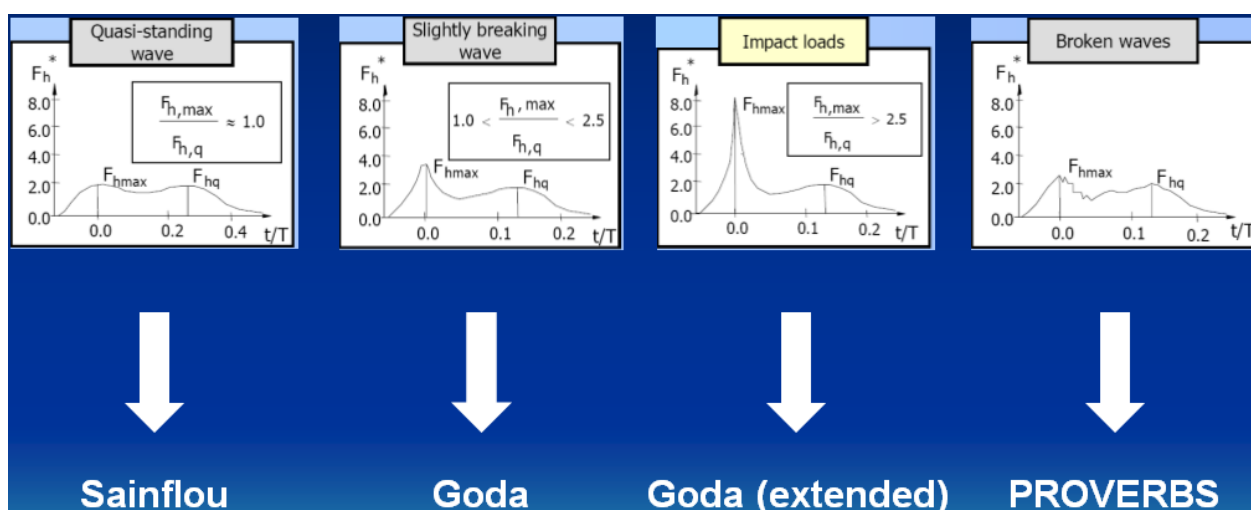
3.2. Djelovanje vala na pera (muliće)

Rezultati numeričke simulacije valovanja iz poglavlja 1.3 pokazuju da je od svih pera, djelovanju valovima najviše izloženo drugo pero gledano od zapada prema istoku, odnosno pero interne numeracije br. 6. Glava ovog pera je, u odnosu na ostala pera, ujedno temeljena i na najvećoj dubini, stoga je ono usvojeno kao reprezentativno za analizu opterećenja i kasnije za dimenzioniranje. Kao mjerodavni val, usvojen je značajni val juga (SE) s 50-godišnjim povratnim periodom visine $H_s^{50\text{god}} = 1,45$ m. Ova visina vala usvojena je, na strani veće sigurnosti, za područje same glave pera. Prema korijenu pera, visine valova se značajno reduciraju.

Na Slici 31. prikazan je postupak za određivanje tipova valnih opterećenja na vertikalni zid [10] u ovisnosti o geometriji karakterističnog poprečnog presjeka i valnih karakteristika na predmetnoj lokaciji. Institut UNESCO – IHE [11] dao je prijedlog za odabir mjerodavne metode proračuna valnih opterećenja ovisno o tipu valnih opterećenja na vertikalni zid (Slika 32.).

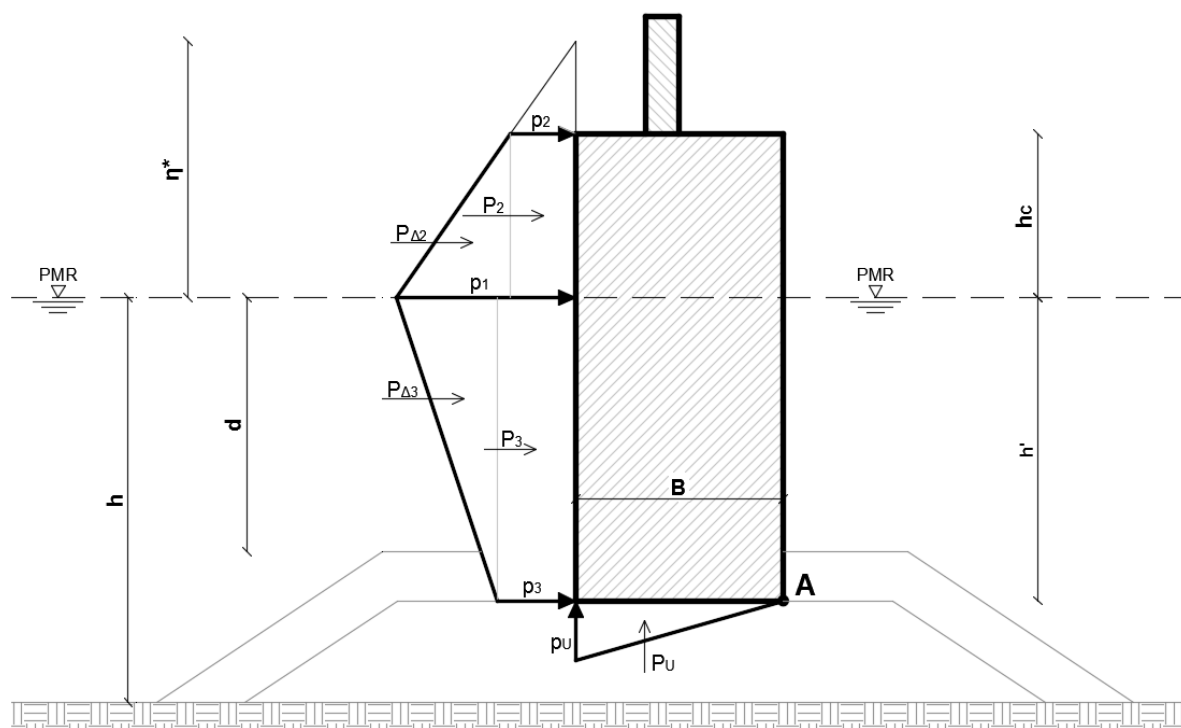


Slika 31. Postupak određivanja tipa valnih opterećenja na vertikalni zid [10]



Slika 32. Mjerodavne metode proračuna ovisno o tipu valnih opterećenja na vertikalni zid [10]

U Tablici 11. prikazani su ulazni parametri i bezdimenzionalni omjeri na temelju kojih je, prema prethodno opisanim preporukama, dobiveno da je mjerodavna metoda za proračun valnih opterećenja metoda po Godi (extended). Međutim, zbog kosog nailaska vala na konstrukciju (reducirani kut nailaska na normalu konstrukcije $> 20^\circ$) i konfiguracije morskog dna ispred pera, usvojeno je da pojava impulsnih uvjeta nije moguća te se kao mjerodavna metoda usvaja proračun po klasičnom Godi. Na Slici 33. shematski su prikazana opterećenja valovima i rezultirajuće sile na vertikalno pero, dok su vrijednosti valnih opterećenja prikazane u Tablicama 12. – 14. Ulazni podaci za proračun prikazani su u Tablicama 11. -14.



Slika 33. Shematski prikaz valnih opterećenja na konstrukciju po metodi Goda

Tablica 11. Odabir mjerodavne metode proračuna valnih opterećenja za reprezentativno pero (mulić)

Visina mjerodavnog značajnog vala	H_s [m]	1,45
Period dubokovodnog značajnog vala	T_s [s]	3,8
Projektna razina mora	PMR [m]	0,40
Kota zaštitnog sloja s vanjske strane pera	K_{ZSV} [m]	-1,50
Širina berme	B_b [m]	2,80
Nagib temeljnog nasipa / školjere	1: _ [/]	1,50
Kota dna mora ispred pera	K_{hs} [m]	-3,70
Faktor prijelaznog područja vrste građevine	f_L [/]	0,015
Faktor prijelaznog područja visine valova	f_V [/]	0,015
Faktor prijelaznog područja širine berme	f_B [/]	0,010
Duljina dubokovodnog vala	L_0 [m]	21,95
Visina temeljnog nasipa	h_b [m]	2,20
Širina berme na dubini $h_b/2$	B_{eq} [m]	4,45
Dubina mora ispred lukobrana	h_s [m]	4,10
Duljina dubokovodnog vala na dubini h_s	L_{hs} [m]	19,15
Omjer h_b / h_s	h_b^* [/]	0,537
Lukobran s niskim temeljnim nasipom		
Omjer H_s / h_s	H_s^* [/]	0,354
Visoki valovi		
Omjer B_{eq} / L_{hs}	B^* [/]	0,232
Irelevantan parametar		
MJERODAVNA METODA		
GODA EXTENDED		

Tablica 12. Proračun valnih opterećenja za reprezentativno pero (mulić) za kotu -3,90

Reducirani kut nailaska vala		β [°]	30,00
Specifična težina mora		γ_M [kN/m ³]	10,08
Širina pera		B [m]	2,90
Kota dna pera		K_{DL} [m]	-3,90
Kota vrha pera		K_{VL} [m]	1,25
Kota dna mora na udaljenosti $5H_s$		K_{hb} [m]	-3,80
Visina mjerodavnog vala		H_{max} [m]	2,70
Duljina dubokovodnog vala		L_0 [m]	21,94
Duljina vala na dubini h_b		L [m]	19,28
Elevacija MR		η^* [m]	3,77
Dubina mora do zaštitnog sloja		d [m]	1,90
Udaljenost između PRM i dna pera		h' [m]	4,30
Visina pera iznad PRM		h_c [m]	0,85
Dubina mora ispred pera		h_s [m]	4,10
Dubina mora na udaljenosti $5H_s$		h_b [m]	4,20
Koeficijenti		α_1 [/]	0,669
		α_2 [/]	0,276
		α_3 [/]	0,467
Max pritisak u visini PMR		p_1 [kN/m ²]	22,21
Pritisak u razini vrha krune pera		p_2 [kN/m ²]	17,21
Pritisak na stopi pera		p_3 [kN/m ²]	10,37
Pritisak uzgona		p_u [kN/m ²]	7,92
Sile	Intenzitet [kN/m']	Krak oko točke A [m]	Moment [kNm/m']
Sila P_2	14,63	4,73	69,12
Sila $P_{\Delta 2}$	2,13	4,58	9,74
Sila P_3	44,59	2,15	95,88
Sila $P_{\Delta 3}$	25,46	2,87	72,98
Sila P_U	11,49	1,93	22,20
Σ Horizontalnih sila (ΣH_v)	86,81	2,85	247,72
Σ Vertikalnih sila (ΣV_v)	11,49	1,93	22,20
Σ Momenata (ΣM_v)	-	-	269,93

Tablica 13. Proračun valnih opterećenja za reprezentativno pero (mulić) za kotu -3,30

Reducirani kut nailaska vala		β [°]	30,00
Specifična težina mora		γ_M [kN/m ³]	10,08
Širina pera		B [m]	2,90
Kota dna pera		K_{DL} [m]	-3,30
Kota vrha pera		K_{VL} [m]	1,25
Kota dna mora na udaljenosti $5H_s$		K_{hb} [m]	-3,80
Visina mjerodavnog vala		H_{max} [m]	2,70
Duljina dubokovodnog vala		L_0 [m]	21,94
Duljina vala na dubini h_b		L [m]	19,28
Elevacija MR		η^* [m]	3,77
Dubina mora do zaštitnog sloja		d [m]	1,90
Udaljenost između PRM i dna pera		h' [m]	3,70
Visina pera iznad PRM		h_c [m]	0,85
Dubina mora ispred pera		h_s [m]	4,10
Dubina mora na udaljenosti $5H_s$		h_b [m]	4,20
Koeficijenti		α_1 [/]	0,669
		α_2 [/]	0,276
		α_3 [/]	0,541
Max pritisak u visini PMR		p_1 [kN/m ²]	22,21
Pritisak u razini vrha krune pera		p_2 [kN/m ²]	17,21
Pritisak na stopi pera		p_3 [kN/m ²]	12,02
Pritisak uzgona		p_u [kN/m ²]	9,18
Sile	Intenzitet [kN/m']	Krak oko točke A [m]	Moment [kNm/m']
Sila P_2	14,63	4,13	60,34
Sila $P_{\Delta 2}$	2,13	3,98	8,47
Sila P_3	44,49	1,85	82,30
Sila $P_{\Delta 3}$	18,85	2,47	46,50
Sila P_U	13,31	1,93	25,74
Σ Horizontalnih sila (ΣH_v)	80,09	2,47	197,60
Σ Vertikalnih sila (ΣV_v)	13,31	1,93	25,74
Σ Momenata (ΣM_v)	-	-	223,35

Tablica 14. Proračun valnih opterećenja za reprezentativno pero (mulić) za kotu +0,15

Reducirani kut nailaska vala		β [°]	30,00
Specifična težina mora		γ_M [kN/m ³]	10,08
Širina pera		B [m]	3,00
Kota dna pera		K_{DL} [m]	0,15
Kota vrha pera		K_{VL} [m]	1,25
Kota dna mora na udaljenosti $5H_s$		K_{hb} [m]	-3,80
Visina mjerodavnog vala		H_{max} [m]	2,70
Duljina dubokovodnog vala		L_0 [m]	21,94
Duljina vala na dubini h_b		L [m]	19,28
Elevacija MR		η^* [m]	3,77
Dubina mora do zaštitnog sloja		d [m]	1,90
Udaljenost između PRM i dna pera		h' [m]	0,25
Visina pera iznad PRM		h_c [m]	0,85
Dubina mora ispred pera		h_s [m]	4,10
Dubina mora na udaljenosti $5H_s$		h_b [m]	4,20
Koeficijenti		α_1 [/]	0,669
		α_2 [/]	0,276
		α_3 [/]	0,969
Max pritisak u visini PMR		p_1 [kN/m ²]	22,21
Pritisak u razini vrha krune pera		p_2 [kN/m ²]	17,21
Pritisak na stopi pera		p_3 [kN/m ²]	21,52
Pritisak uzgona		p_u [kN/m ²]	16,44
Sile	Intenzitet [kN/m']	Krak oko točke A [m]	Moment [kNm/m']
Sila P_2	14,63	0,68	9,87
Sila $P_{\Delta 2}$	2,13	0,53	1,13
Sila P_3	5,38	0,13	0,67
Sila $P_{\Delta 3}$	0,09	0,17	0,01
Sila P_U	24,66	2,00	49,32
Σ Horizontalnih sila (ΣH_v)	22,22	0,53	11,70
Σ Vertikalnih sila (ΣV_v)	24,66	2,00	49,32
Σ Momenata (ΣM_v)	-	-	61,01

LITERATURA

- [1] Marecon Rijeka d.o.o.: Uređenje obalnog pojasa naselja Baška; Idejni građevinski projekt pomorskih gradnji; br. projekta: 25G/17-ID; Rijeka, prosinac 2017.
- [2] Pršić, M.: Metodologija prognoze ekstremnih amplituda morskih razi; Magistarski rad, Zagreb, 1983.
- [3] Hrvatski hidrografski institut: Peljar za male brodove, I. dio, Piranski zaljev – Virsko more; Prvo izdanje; Split, 2002.
- [4] Bowman et al.: Planview Geometry and morphological characteristics of pocket beaches on the Catalan coast (Spain), 2009.
- [5] Gadre et al.: Stability of Rock Armour Protection for Submarine Pipeline, 1992.
- [6] Kramer, M., Burchart, H.: Stability of low-crested breakwaters in shallow water short crested waves, ASCE, 4th Int. Coastal Structures Conf., Portland, OR, 2003.
- [7] de Graauw, A.: Stability of overtopped and submerged rubble mound breakwaters, 2013.
- [8] Dean: Beach Nourishment: Theory and Practice, 2002.
- [9] Abbott, M. B., Price, W. A.: Coastal, Estuarial and Harbour Engineers' Book, E&FN Spon, London, 1994.
- [10] USACE: Coastal engineering manual [CEM]; Engineer Manual 1110-2-1100, Change 3; US Army Corps of Engineers, CECW-CE; 2011.
- [11] UNESCO-IHE Institute for Water Education: predavanje Breakwaters; 2011.

Projektant:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Ivan Žigo
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5545

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.

MareCon

Marecon d.o.o.
J.P. Kamova 15
51000 Rijeka
tel.: +385/51/218336
e-mail: marecon@ri.t-com.hr
www.marecon.hr

BROJ PROJEKTA: 25G/17-GP-2

INVESTITOR: OPĆINA BAŠKA
51523 BAŠKA, Palada 88

GRAĐEVINA: UREĐENJE OBALNOG POJASA NASELJA BAŠKA – ETAPA 2A

12. GEOSTATIČKI PRORAČUN

PROJEKTANT:

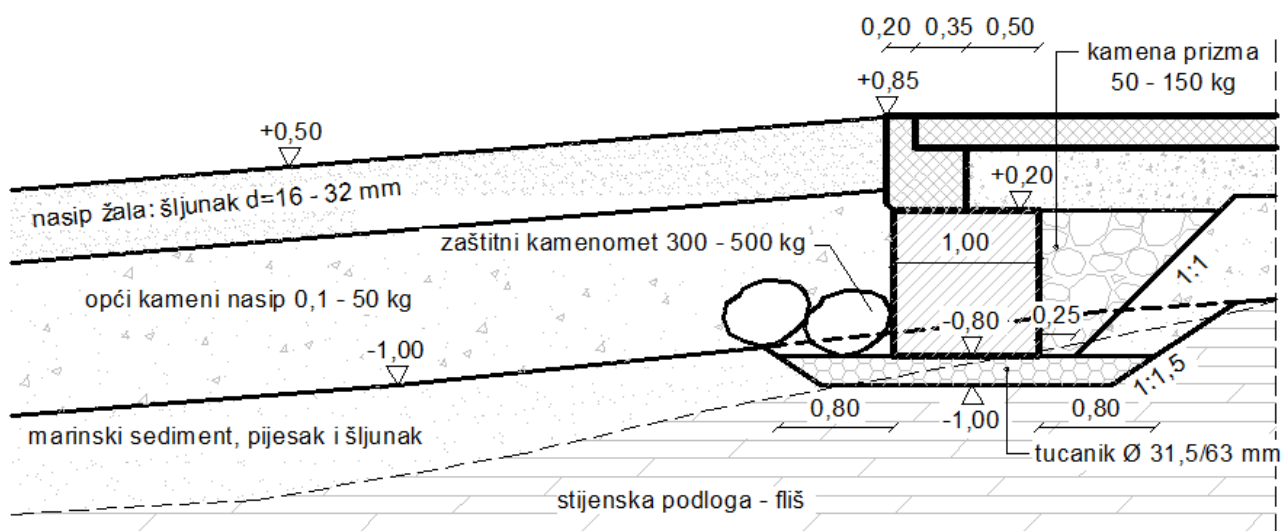
HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Ivan Žigo
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5545

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.

1. GEOSTATIČKI PRORAČUN OBALNOG ZIDA S KOTOM TEMELJENJA NA -0,80 m I OBALNIM RUBOM NA KOTI +0,85 m

1.1. GEOMETRIJA OBALNOG ZIDA

Analiza opterećenja na obalni zid napravljena je po dužnom metru zida za referentni poprečni presjek (Slika 1.) s hodnom površinom na koti +0,85 m. Radi jednostavnosti, a na strani veće sigurnosti, usvojena je projektna visina morske vode na koti + 0,15 m (SMR = $\pm 0,00$).



Slika 1. Referentni poprečni presjek obalnog zida s kotom temeljenja -0,80 m

1.2. OPTEREĆENJA NA OBALNI ZID

1.2.1. Vlastita težina obalnog zida

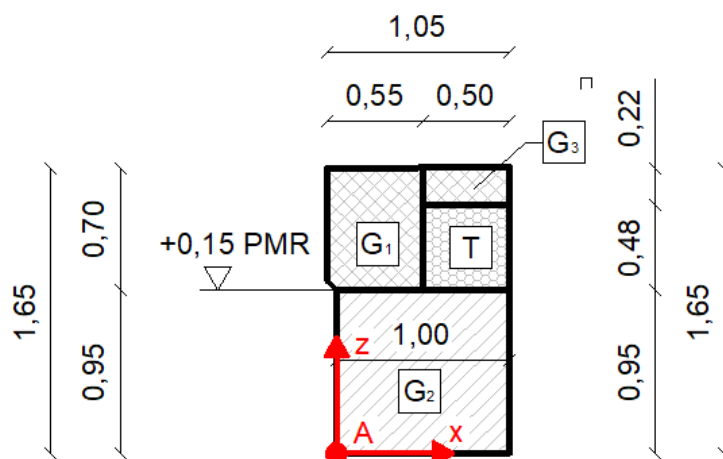
1.2.1.1. Vlastita težina obalnog zida za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

Vrijednosti vlastitih težina i njihovi krakovi u odnosu na točku prevrtanja A (Slika 2.) prikazane su u Tablici 1. Geometrija obalnog zida je za potrebe proračuna idealizirana i pojednostavljena.

Tablica 1. Vlastita težina obalnog zida za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

OPTEREĆENJE	DIMENZIJE		ZAPREM. [m ³ /m']	ZAPREM. TEŽINA [kN/m ³ /m']	TEŽINA [kN/m']	x_A [m]	z_A [m]
	v [m]	$š$ [m]					
G_1	0,70	0,55	0,39	24,50	9,43	0,23	1,30
G_2	0,95	1,00	0,95	24,00	22,80	0,50	0,48
G_3	0,22	0,50	0,11	24,50	2,70	0,75	1,54
T_1	0,48	0,50	0,24	22,50	5,40	0,75	1,19
ΣG					40,33	0,49	0,83

x_A/z_A – krak vlastite težine u odnosu na Z-os / X-os koja prolazi kroz točku A



Slika 2. Shematski poprečni presjek obalnog zida s naznačenim vlastitim težinama (-0,80 m)

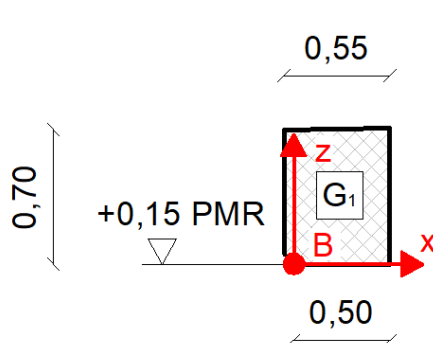
1.2.1.2. Vlastita težina obalnog zida za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

Vrijednosti vlastitih težina i njihovi krakovi u odnosu na točku prevrtanja B (Slika 3.) prikazane su u Tablici 2. Geometrija obalnog zida je za potrebe proračuna idealizirana i pojednostavljena.

Tablica 2. Vlastita težina obalnog zida za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

OPTEREĆENJE	DIMENZIJE		ZAPREM.	ZAPREM. TEŽINA	TEŽINA	x_A	z_A
	v [m]	š [m]	[m ³ /m']	[kN/m ³ /m']	[kN/m']	[m]	[m]
G ₁	0,70	0,55	0,39	24,50	9,43	0,23	0,35
ΣG					9,43	0,23	0,35

x_B / z_B – krak vlastite težine u odnosu na Z-os / X-os koja prolazi kroz točku B



Slika 3. Shematski poprečni presjek obalnog zida s naznačenom vlastitom težinom (+0,15 m)

1.2.2. Statički uzgon

1.2.2.1. Statički uzgon za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

Vrijednost statičkog uzgona i njegov krak u odnosu na točku prevrtanja A (Slika 2.) prikazani su u Tablici 3.

Tablica 3. Statički uzgon obalnog zida za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

OPTEREĆENJE	DIMENZIJE		ZAPREM.	ZAPREM. TEŽINA	TEŽINA	x_A
	v [m]	š [m]	[m ³ /m']	[kN/m ³ /m']	[kN/m']	[m]
UG2	0,95	1,00	0,95	10,08	9,58	0,50
ΣU					9,58	0,50

x_A – krak vlastite težine u odnosu na Z-os koja prolazi kroz točku A

1.2.2.2. Statički uzgon za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

Za obalni zid na kontaktnoj plohi na koti +0,15 m nema pojave statičkog uzgona.

1.2.3. Pritisak tla iza obalnog zida

1.2.3.1. Pritisak tla iza obalnog zida za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

S obzirom na geometriju poprečnog presjeka obalnog zida (Slika 1.), usvojeno je da se plato iza obalnog zida nalazi na koti +0,86 m. Geostatska naprezanja od kamenog popločenja te armirano-betonske ploče na koti +0,92 m iznose:

$$\sigma_{+0,64} = h_{PLOČA} \cdot \gamma_{PLOČA} = 0,22 \cdot 24,50 = 5,39 \text{ kN/m}^2.$$

Za određivanje aktivnog pritiska tla iza obalnog zida usvojeni su sljedeći geometrijski parametri i parametri tla:

α	= 90°	kut nagiba stražnjeg lica zida,
β	= 1°	kut nagiba terena iza zida,
φ'_1	= 40°	efektivni kut unutarnjeg trenja nosivog sloja (tampona) iza zida,
δ'_1	= 25°	efektivni kut unutarnjeg trenja između nosivog sloja (tampona) iza zida i nosivog sloja u sastavu zida,
φ'_3	= 42°	efektivni kut unutarnjeg trenja kamene prizme iza zida,
δ'_3	= 20°	efektivni kut unutarnjeg trenja između kamene prizme iza zida i stražnjeg betonskog lica zida,
γ_1	= 22,50 kN/m ³	prirodno vlažna zapreminska težina nosivog sloja (tampona) iza zida,
γ''_3	= 11,00 kN/m ³	uronjena zapreminska težina kamene prizme iza zida,
γ_w	= 10,08 kN/m ³	zapreminska težina morske vode.

Koeficijenti aktivnog pritiska tla za gore usvojene parametre α , β , φ' i δ' iznose:

$$k_{a1} = 0,201 \text{ (nosivi sloj, tampon)}, \quad k_{a2} = 0,184 \text{ (kamena prizma)},$$

Aktivni pritisci tla iznose:

$$p_{+0,64} = \sigma_{+0,64} \cdot k_{a1} = 5,39 \cdot 0,201 = 1,08 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{+0,15} = (\sigma_{+0,64} + v_1 \cdot \gamma_1) \cdot k_{a1} = (5,39 + 0,49 \cdot 22,50) \cdot 0,201 = 3,30 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{+0,15'} = (\sigma_{+0,64} + v_1 \cdot \gamma_1 + v_2 \cdot \gamma_2) \cdot k_{a3} = (5,39 + 0,49 \cdot 22,50) \cdot 0,184 = 3,02 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{-0,80} = (\sigma_{+0,64} + v_1 \cdot \gamma_1 + v_2 \cdot \gamma_2 + v_3 \cdot \gamma''_3) \cdot k_{a3} = (5,39 + 0,49 \cdot 22,50 + 0,95 \cdot 11,00) \cdot 0,184 = 4,94 \text{ kN/m}^2$$

Na temelju aktivnih pritisaka tla, određene su sile aktivnog pritiska tla te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja A:

$$P_1 = p_{+0,64} \cdot v_1 = 1,08 \cdot 0,49 = 0,53 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{P1} = 1,20 \text{ m}$$

$$\Delta P_1 = (p_{+0,15} - p_{+0,64}) \cdot v_1 / 2 = (3,30 - 1,08) \cdot 0,49 / 2 = 0,54 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{\Delta P1} = 1,11 \text{ m}$$

$$P_2 = p_{+0,15'} \cdot v_2 = 3,02 \cdot 0,95 = 2,87 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{P3} = 0,48 \text{ m}$$

$$\Delta P_2 = (p_{-0,80} - p_{+0,15'}) \cdot v_2 / 2 = (4,94 - 3,02) \cdot 0,95 / 2 = 0,91 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{\Delta P3} = 0,32 \text{ m}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta resultantne sile aktivnog pritiska tla, te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja A iznose:

$$H_{Pa} = (P_1 + \Delta P_1) \cdot \cos(\delta'_1) + (P_2 + \Delta P_2) \cdot \cos(\delta'_2) = 4,52 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{HPa} = 0,60 \text{ m}$$

$$V_{Pa} = (P_1 + \Delta P_1) \cdot \sin(\delta'_1) + (P_2 + \Delta P_2) \cdot \sin(\delta'_2) = 1,75 \text{ kN/m'}$$

$$X_{VPa} = 1,00 \text{ m}$$

1.2.3.2. Pritisak tla iza obalnog zida za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

S obzirom na geometriju poprečnog presjeka obalnog zida (Slika 1.), usvojeno je da se plato iza obalnog zida nalazi na koti +0,86 m. Geostatska naprezanja od kamenog popločenja te armirano-betonske ploče na koti +0,64 m iznose:

$$\sigma_{+0,64} = h_{PLOČA} \cdot \gamma_{PLOČA} = 0,22 \cdot 24,50 = 5,39 \text{ kN/m}^2$$

Za određivanje aktivnog pritiska tla iza obalnog zida usvojeni su sljedeći geometrijski parametri i parametri tla:

$$\alpha = 90^\circ \quad \text{kut nagiba stražnjeg lica zida,}$$

$$\beta = 1,0^\circ \quad \text{kut nagiba terena iza zida,}$$

$$\varphi'_1 = 40^\circ \quad \text{efektivni kut unutarnjeg trenja nosivog sloja (tampona) iza zida,}$$

$$\delta'_1 = 20^\circ \quad \text{efektivni kut unutarnjeg trenja između nosivog sloja (tampona) iza zida i stražnjeg lica zida,}$$

$$\gamma_1 = 22,50 \text{ kN/m}^3 \quad \text{prirodno vlažna zapreminska težina nosivog sloja (tampona) iza zida,}$$

Koeficijent aktivnog pritiska tla za gore usvojene parametre α , β , φ' i δ' iznosi:

$$k_{a1} = 0,201 \text{ (nosivi sloj, tampon) .}$$

Aktivni pritisci tla iznose:

$$p_{+0,64} = \sigma_{+0,64} \cdot k_{a1} = 5,39 \cdot 0,201 = 1,08 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{+0,15} = (\sigma_{+0,64} + v_1 \cdot \gamma_1) \cdot k_{a1} = (5,39 + 0,49 \cdot 22,50) \cdot 0,201 = 3,30 \text{ kN/m}^2$$

Na temelju aktivnih pritisaka tla, određene su sile aktivnog pritiska tla te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja B:

$$P_1 = p_{+0,64} \cdot v_1 = 1,08 \cdot 0,49 = 0,53 \text{ kN/m'}$$

$$z_{P1} = 0,25 \text{ m}$$

$$\Delta P_1 = (p_{+0,15} - p_{+0,64}) \cdot v_1 / 2 = (3,30 - 1,08) \cdot 0,49 / 2 = 0,54 \text{ kN/m'}$$

$$z_{\Delta P1} = 0,16 \text{ m}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta resultantne sile aktivnog pritiska tla, te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja B iznose:

$$HPa = (P_1 + \Delta P_1) \cdot \cos(\delta'_1) = 1,01 \text{ kN/m'}$$

$$z_{HPa} = 0,20 \text{ m ,}$$

$$VPa = (P_1 + \Delta P_1) \cdot \sin(\delta'_1) = 0,37 \text{ kN/m'}$$

$$x_{VPa} = 0,50 \text{ m .}$$

1.2.4. Opterećenje valovima

Za proračun je mjerodavan dol vala. Prema poglavlju „Vjetrovalna klima i opterećenja na građevine“ za proračun stabilnosti i nosivosti obalnog zida referentan je val iz SE smjera povratnog perioda od 50 god. s visinom značajnog vala od $H_s = 0,70 \text{ m}$. Kako je za analizu mjerodavan maksimalni val, a dol vala je polovica njegove ukupne visine, visina dola vala iznosi $H_P^{dol} = H_s^{50} \cdot 1,86 / 2 \approx 0,70 \text{ m}$. Pritisak vala (usis) određen je, na strani sigurnosti, kao hidrostatski pritisak. Pritisak dola vala na koti -0,55 m do koje se val može spustiti iznosi:

$$p_{DOL} = h_{DOL} \cdot \gamma_W = 0,70 \cdot 10,08 = 7,06 \text{ kN/m}^2.$$

1.2.4.1. Opterećenje valovima za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

Sile uslijed djelovanja dola vala na obalni zid i njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja A iznose:

$$P1_{DOL} = p_{DOL} \cdot h_{DOL} / 2 = 7,06 \cdot 0,70 / 2 = 2,47 \text{ kN/m'}$$

$$z_{P1DOL} = 0,48 \text{ m}$$

$$P2_{DOL} = p_{DOL} \cdot h_W = 7,06 \cdot 0,25 = 1,77 \text{ kN/m'}$$

$$z_{P2DOL} = 0,13 \text{ m}$$

$$P_{DOL} = P1_{DOL} + P2_{DOL} = 2,47 + 1,77 = 4,24 \text{ kN/m'}$$

$$z_{PDOL} = 0,33 \text{ m}$$

$$PU_{DOL} = p_{DOL} \cdot B / 2 = 7,06 \cdot 1,00 / 2 = 3,53 \text{ kN/m'}$$

$$x_{PU_{DOL}} = 0,33 \text{ m .}$$

1.2.4.2. Opterećenje valovima za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

Za obalni zid na kontaktnoj plohi na koti +0,15 m nema utjecaja dola vala.

1.2.5. Zaostala voda iza obalnog zida

Usvaja se da iza obalnog zida može doći do pojave rezidualne (zaostale) vode na način da se voda iza obalnog zida nalazi na koti +0,45, m, što znači da razlika u nivou vode iznosi $h_{RW} = 0,30 \text{ m}$. Pritisak na obalni zid uslijed pojave zaostale vode iznosi:

$$p_{RW} = h_{RW} \cdot \gamma_W = 0,30 \cdot 10,08 = 3,02 \text{ kN/m}^2.$$

1.2.5.1. Zaostala voda iza obalnog zida za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

Sile rezidualne vode, resultantne sile i njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja A iznose:

$$P1_{RW} = p_{RW} \cdot h_{RW} / 2 = 3,02 \cdot 0,30 / 2 = 0,45 \text{ kN/m'}$$

$$z_{P1RW} = 1,05 \text{ m}$$

$$P2_{RW} = p_{RW} \cdot h_W = 3,02 \cdot 0,95 = 2,87 \text{ kN/m'}$$

$$z_{P2RW} = 0,48 \text{ m}$$

$$P_{RW} = P1_{RW} + P2_{RW} = 0,45 + 2,87 = 3,32 \text{ kN/m'}$$

$$z_{PRW} = 0,55 \text{ m ,}$$

$$PU_{RW} = p_{RW} \cdot B / 2 = 3,02 \cdot 1,00 / 2 = 1,51 \text{ kN/m'}$$

$$x_{PURW} = 0,67 \text{ m .}$$

1.2.5.2. *Zaostala voda iza obalnog zida za kontaktnu plohu na koti +0,15 m*

Sile rezidualne vode, resultantne sile i njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja B iznose:

$$P_{1RW} = p_{RW} \cdot h_{RW} / 2 = 3,02 \cdot 0,30 / 2 = 0,45 \text{ kN/m}' \quad Z_{P1RW} = 0,10 \text{ m}$$

$$P_{RW} = P_{1RW} = 0,45 \text{ kN/m}' \quad Z_{PRW} = 0,10 \text{ m} ,$$

$$P_{URW} = p_{RW} \cdot B / 2 = 3,02 \cdot 0,55 / 2 = 0,83 \text{ kN/m}' \quad X_{PURW} = 0,32 \text{ m} .$$

1.2.6. *Korisno opterećenje u zaleđu obalnog zida*

Usvaja se korisno opterećenje intenziteta $q = 3,00 \text{ kN/m}^2$. Ovo opterećenje djeluje na obalni zid kao dodatni pritisak tla.

1.2.6.1. *Korisno opterećenje u zaleđu obalnog zida za kontaktnu plohu na koti -0,80 m*

Usvaja se da korisno opterećenje djeluje na koti +0,64 m, kao i geostatsko naprezanje. Za koeficijente aktivnog pritiska tla, usvojene su iste vrijednosti kao i u Poglavlju 1.2.3. te iznose $k_{a1} = 0,201$ za nosivi sloj (tampon) te $k_{a2} = 0,184$ za kamenu prizmu.

Aktivni pritisci tla uslijed djelovanja korisnog opterećenja na parteru obalnog zida, iznose:

$$p_{q+0,64} = p_{q+0,15} = q \cdot k_{a1} = 3,00 \cdot 0,201 = 0,60 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{q+0,15'} = p_{q-0,80} = q \cdot k_{a2} = 3,00 \cdot 0,184 = 0,55 \text{ kN/m}^2$$

Na temelju aktivnih pritisaka tla, određene su sile pritiska tla te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja, A,:

$$P_{q1} = p_{q+0,64} \cdot v_1 = 0,60 \cdot 0,49 = 0,29 \text{ kN/m}' \quad Z_{Pq1} = 1,20 \text{ m}$$

$$P_{q2} = p_{q+0,15'} \cdot v_2 = 0,55 \cdot 0,95 = 0,52 \text{ kN/m}' \quad Z_{Pq3} = 0,48 \text{ m}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta resultantne sile aktivnog pritiska tla uslijed djelovanja korisnog opterećenja na parteru obalnog zida, te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja, A, iznose:

$$HP_q = (P_{q1}) \cdot \cos(\delta'_1) + (P_{q2}) \cdot \cos(\delta'_2) + (P_{q3}) \cdot \cos(\delta'_3) = 0,75 \text{ kN/m}' \quad Z_{HPq} = 0,73 \text{ m}$$

$$VP_q = (P_{q1}) \cdot \sin(\delta'_1) + (P_{q2}) \cdot \sin(\delta'_2) + (P_{q3}) \cdot \sin(\delta'_3) = 0,30 \text{ kN/m}' \quad X_{VPq} = 1,00 \text{ m} .$$

1.2.6.2. *Korisno opterećenje u zaleđu obalnog zida za kontaktnu plohu na koti +0,15 m*

Usvaja se da korisno opterećenje djeluje na koti +0,64 m, kao i geostatsko naprezanje. Za koeficijent aktivnog pritiska tla usvojena je ista vrijednost kao i u Poglavlju 1.2.3. te iznosi $k_{a1} = 0,201$.

Aktivni pritisci tla uslijed djelovanja korisnog opterećenja na parteru obalnog zida, iznose:

$$p_{q+0,64} = p_{q+0,15} = q \cdot k_{a1} = 3,00 \cdot 0,201 = 0,60 \text{ kN/m}^2$$

Na temelju aktivnih pritisaka tla, određene su sile pritiska tla te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja, B,:

$$P_{q1} = p_{q+0,64} \cdot v_1 = 0,60 \cdot 0,49 = 0,29 \text{ kN/m}' \quad Z_{Pq1} = 0,25 \text{ m}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta rezultantne sile aktivnog pritiska tla uslijed djelovanja korisnog opterećenja na parteru obalnog zida, te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja, B, iznose:

$$HP_q = (P_{q1}) \cdot \cos(\delta'_1) = 0,27 \text{ kN/m'}$$

$$z_{HPq} = 0,25 \text{ m}$$

$$VP_q = (P_{q1}) \cdot \sin(\delta'_1) = 0,10 \text{ kN/m'}$$

$$x_{VPq} = 0,50 \text{ m} .$$

1.2.7. Seizmička opterećenja

Seizmičko opterećenje određeno je prema talijanskim normama za projektiranje potpornih zidova [1] koje su bazirane na Eurokodu 8. Opterećenje se određuje, baš kao i prema Eurokodu, preko horizontalnog, k_h , i vertikalnog, k_v , seizmičkog koeficijenta, ali se zbog učestalosti pojave predimenzioniranih konstrukcija usvaja faktor redukcije vršnog ubrzanja tla. Kako bi se odredili prethodno navedeni koeficijenti, potrebno je definirati maksimalno horizontalno ubrzanje tla, a_{max} , te faktor redukcije, β_m , u ovisnosti o tipu tla. Maksimalno horizontalno ubrzanje tla određuje se na temelju horizontalnog poredbenog vršnog ubrzanja tla tipa A, a_g , za povratni period potresa od 500 godina, te parametara tla, S_S i S_T .

Horizontalni i vertikalni seizmički koeficijent određuju se na temelju sljedećih izraza:

$$k_h = \beta_m \cdot a_{max} / g ,$$

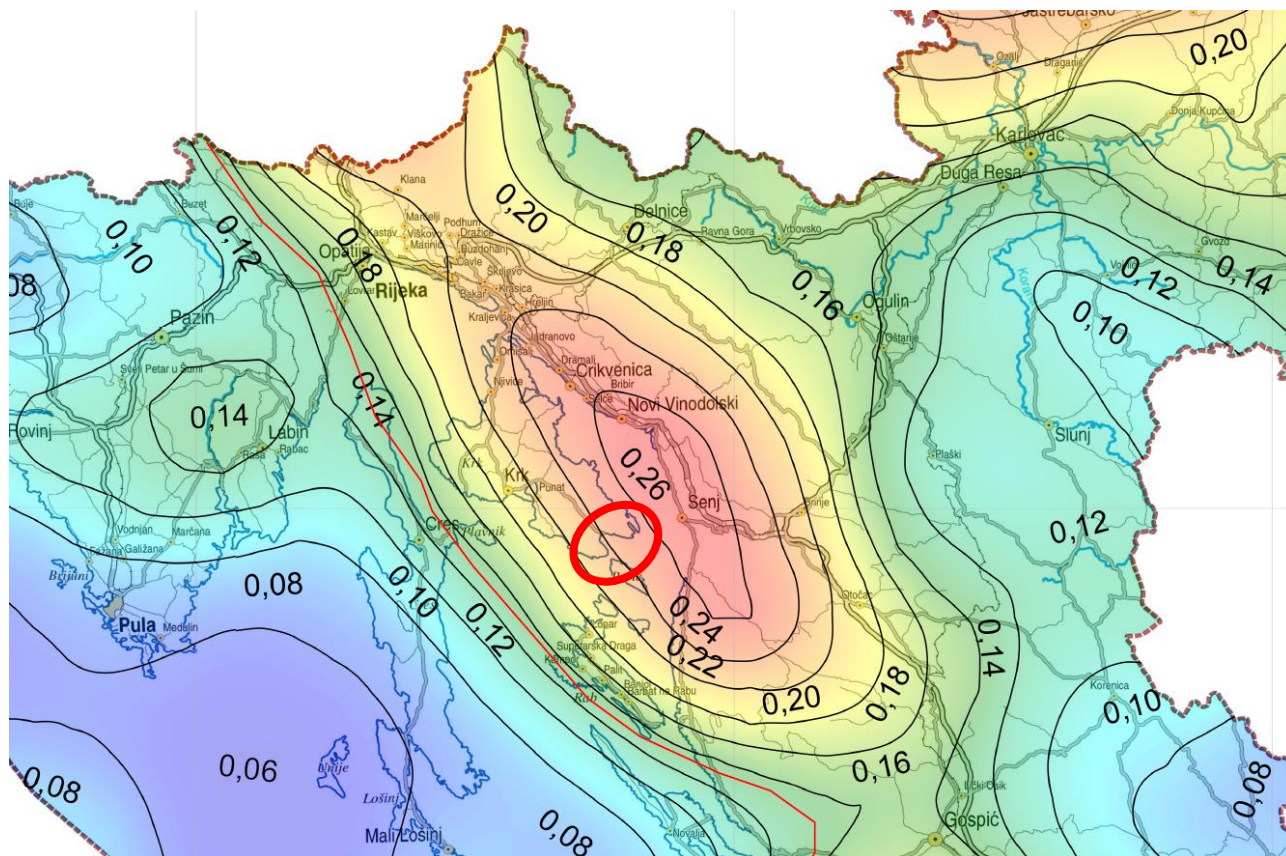
$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h .$$

Maksimalno horizontalno ubrzanje određuje se na temelju sljedećeg izraza:

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g .$$

Za obalni zid u području predmetnog zahvata, usvojene su sljedeće vrijednosti:

a_g	= 0,24 g	horizontalno poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A za povratni period $T_p = 475$ godina (Slika 4.),
S_S	= 1,00	parametar tla za tlo tipa A (najviše 5 m slabijeg materijala iznad stijene),
S_T	= 1,00	parametar tla koji opisuje utjecaj topografije (usvaja se horizontalan teren),
β_m	= 0,31	redukcijski faktor maksimalnog horizontalnog ubrzanja tla tipa A [2,3,4] .



Slika 4. Horizontalno poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A (<http://seizkarta.gfz.hr/karta.php>)

Na temelju prethodno definiranih parametara određeni su horizontalni i vertikalni seizmički koeficijent, k_h i k_v :

$$k_h = \beta_m \cdot a_g \cdot S_S \cdot S_T / g = 0,31 \cdot 0,24 \text{ g} \cdot 1,00 \cdot 1,00 / g = 0,074 ,$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot 0,078 = \pm 0,037 .$$

1.2.7.1. Seizmičke sile obalnog zida

Prema EN 1998-5:2004, komponente seizmičke inercijalne sile u horizontalnom, S_{ih} , i vertikalnom, S_{iv} , smjeru određuju se na temelju sljedećih izraza:

$$S_{ih} = k_h \cdot \Sigma G ,$$

$$S_{iv} = k_v \cdot \Sigma G .$$

1.2.7.1.1. Seizmičke sile obalnog zida za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

Težina potpornog zida po dužnom metru (Tablica 1.) iznosi:

$$\Sigma G = 40,33 \text{ kN/m} .$$

Stoga, intenziteti horizontalne i vertikalne seizmičke inercijalne sile te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja A iznose:

$$S_{ih} = 0,074 \cdot 40,33 = 2,98 \text{ kN/m}'$$

$$z_{Sih} = 0,83 \text{ m} ,$$

$$S_{iv} = \pm 0,037 \cdot 40,33 = \pm 1,49 \text{ kN/m}'$$

$$x_{Siv} = 0,49 \text{ m} .$$

1.2.7.1.2. Seizmičke sile obalnog zida za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

Težina potpornog zida po dužnom metru (Tablica 2.) iznosi:

$$\Sigma G = 9,43 \text{ kN/m'}$$

Stoga, intenziteti horizontalne i vertikalne seizmičke inercijalne sile te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja B iznose:

$$S_{ih} = 0,074 \cdot 9,43 = 0,70 \text{ kN/m'}$$

$$z_{Sih} = 0,35 \text{ m}$$

$$S_{iv} = \pm 0,037 \cdot 9,43 = \pm 0,35 \text{ kN/m'}$$

$$x_{Siv} = 0,23 \text{ m}$$

1.2.7.2. Seizmički pritisak tla iza obalnog zida

Prema Eurokodu 8 (EN 1998-5:2004, Annex E), seizmički pritisak tla određuje se pomoću pseudo-statičkog Mononobe-Okabe postupka. Ukupni, statički i dinamički, pritisak, p_s , određuje se prema sljedećem izrazu:

$$p_s = \gamma^* \cdot (1 \pm k_v) \cdot K \cdot h,$$

pri čemu je:

γ^* zapreminska težina tla,

k_v vertikalni seizmički koeficijent,

K koeficijent pritiska tla (statički + dinamički),

h visina zida.

Ukupni koeficijent pritiska tla, K , određuje se na temelju izraza:

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi'_d - \theta)}{\cos\theta \sin^2\psi \sin(\psi - \theta - \delta_d) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi'_d + \delta_d) \sin(\phi'_d - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta_d) \sin(\psi + \beta)}} \right]^2} \quad \text{kada je } \beta \leq \phi'_d - \theta$$

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos\theta \sin^2\psi \sin(\psi - \theta - \delta_d)} \quad \text{kada je } \beta > \phi'_d - \theta$$

pri čemu su:

ψ kut nagiba stražnjeg lica zida,

ϕ' efektivni kut unutarnjeg trenja tla iza zida,

δ' efektivni kut trenja između tla iza zida i stražnjeg lica zida,

β kut nagiba terena iza zida.

Kut θ se za slučaj kada je razina vode ispod potpornog zida određuje prema izrazu:

$$\tan\theta_{1,2} = k_h / (1 \pm k_v),$$

dok se za slučaj kada je dinamički propusno tlo ispod površine vode određuje prema izrazu:

$$\tan\theta_{1,2} = (\gamma_d / (\gamma' - \gamma_w)) \cdot (k_h / (1 \pm k_v)).$$

Hvatište sile dinamičkog pritiska tla nalazi se na polovici visine zida. Stoga će se odrediti ukupna, dinamička i statička, sila pritiska tla na zid i od nje oduzeti sila statičkog pritiska na zid, P_a , (Poglavlje 1.2.3.) kako bi se odredila samo dinamička (seizmička) sila aktivnog pritiska tla na zid.

1.2.7.2.1. Seizmički pritisak tla iza obalnog zida za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

Usvojeni su sljedeći geometrijski parametri i parametri tla:

ψ	$= 90^\circ$	kut nagiba stražnjeg lica zida,
β	$= 1^\circ$	kut nagiba terena iza zida,
φ'_1	$= 40^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja nosivog sloja (tampona) iza zida,
δ'_1	$= 25^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja između nosivog sloja (tampona) iza zida i nosivog sloja (tampona) u sastavu zida,
φ'_3	$= 42^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja kamene prizme iza zida,
δ'_3	$= 20^\circ$	efektivni kut trenja između kamene prizme iza zida i stražnjeg betonskog lica zida,
γ_1	$= 22,50 \text{ kN/m}^3$	prirodno vlažna zapreminska težina nosivog sloja (tampona) iza zida,
γ_3	$= 19,50 \text{ kN/m}^3$	prirodno vlažna zapreminska težina kamene prizme iza zida,
γ_{d3}	$= 17,90 \text{ kN/m}^3$	suha zapreminska težina kamene prizme iza zida,
γ'_3	$= 21,08 \text{ kN/m}^3$	saturirana zapreminska težina kamene prizme iza zida,
γ''_3	$= 11,00 \text{ kN/m}^3$	uronjena zapreminska težina kamene prizme iza zida,
γ_w	$= 10,08 \text{ kN/m}^3$	zapreminska težina morske vode.

Na temelju usvojenih vrijednosti, određeni su kutevi, θ_{11} i θ_{12} , te koeficijenti pritiska tla, K_{11} i K_{12} , za sloj nosivog sloja (tampona) koji je iznad razine vode:

$$\tan\theta_{11} = k_h / (1 + k_v) = 0,074 / (1 + 0,037) \rightarrow \theta_{11} = 4,082^\circ,$$

$$\tan\theta_{12} = k_h / (1 - k_v) = 0,074 / (1 - 0,037) \rightarrow \theta_{12} = 4,394^\circ,$$

$$K_{11} = 0,240,$$

$$K_{12} = 0,243.$$

Na temelju usvojenih vrijednosti, određeni su kutevi, θ_{21} i θ_{22} te koeficijenti pritiska tla, K_{21} i K_{22} , za sloj kamene prizme koji je ispod razine vode:

$$\begin{aligned} \tan\theta_{21} &= (\gamma_{d3} / (\gamma'_3 - \gamma_w)) \cdot (k_h / (1 + k_v)) = (17,90 / (21,08 - 10,08)) \cdot (0,074 / (1 + 0,037)) \\ &\rightarrow \theta_{21} = 6,624^\circ, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tan\theta_{22} &= (\gamma_{d3} / (\gamma'_3 - \gamma_w)) \cdot (k_h / (1 - k_v)) = (17,90 / (21,08 - 10,08)) \cdot (0,074 / (1 - 0,037)) \\ &\rightarrow \theta_{22} = 7,128^\circ, \end{aligned}$$

$$K_{21} = 0,245,$$

$$K_{22} = 0,251.$$

Geostatsko naprezanje na koti +0,64 m (Poglavlje 1.2.3.) iznosi:

$$\sigma_{+0,64} = 5,39 \text{ kN/m}^2.$$

Aktivni (statički + dinamički) pritisci tla za slučaj kada seizmička vertikalna inercijalna sila djeluje prema dolje ($+k_v$ i K_{X1}) iznose:

$$p_{S1+0,64} = \sigma_{+0,64} \cdot K_{11} \cdot (1 + k_v) = 5,39 \cdot 0,240 \cdot (1 + 0,037) = 1,34 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{S1+0,15} = (\sigma_{+0,64} + v_1 \cdot \gamma_1) \cdot K_{11} \cdot (1 + k_v) = (5,39 + 0,49 \cdot 22,50) \cdot 0,240 \cdot (1 + 0,037) = 4,09 \text{ kN/m}^2$$

$$ps_{1+0,15}' = (\sigma_{+0,64} + v_1 \cdot \gamma_1) \cdot K_{21} \cdot (1 + k_v) = (5,39 + 0,49 \cdot 22,50) \cdot 0,245 \cdot (1 + 0,037) = 4,17 \text{ kN/m}^2$$

$$ps_{1-0,80} = (\sigma_{+0,64} + v_1 \cdot \gamma_1 + v_2 \cdot \gamma_2'') \cdot K_{21} \cdot (1 + k_v) = (5,39 + 0,49 \cdot 22,50 + 0,95 \cdot 11,00) \cdot 0,245 \cdot (1 + 0,037) = 6,83 \text{ kN/m}^2$$

Na temelju aktivnih pritisaka, određene su sile aktivnog pritiska tla:

$$1Ps_1 = ps_{1+0,64} \cdot v_1 = 1,34 \cdot 0,49 = 0,66 \text{ kN/m'}$$

$$\Delta 1Ps_1 = (ps_{1+0,15} - ps_{1+0,64}) \cdot v_1 / 2 = (4,09 - 1,34) \cdot 0,49 / 2 = 0,67 \text{ kN/m'}$$

$$2Ps_1 = ps_{1+0,15}' \cdot v_2 = 4,17 \cdot 0,95 = 3,96 \text{ kN/m'}$$

$$\Delta 2Ps_1 = (ps_{1-0,80} - ps_{1+0,15}') \cdot v_2 / 2 = (6,83 - 4,17) \cdot 0,95 / 2 = 1,26 \text{ kN/m'}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta rezultantne sile aktivnog (statički + dinamički) pritiska tla, iznose:

$$HPS_1 = (1Ps_1 + \Delta 1Ps_1) \cdot \cos(\delta'_1) + (2Ps_1 + \Delta 2Ps_1) \cdot \cos(\delta'_2) = 6,11 \text{ kN/m'}$$

$$VPS_1 = (1Ps_1 + \Delta 1Ps_1) \cdot \sin(\delta'_1) + (2Ps_1 + \Delta 2Ps_1) \cdot \sin(\delta'_2) = 2,35 \text{ kN/m'}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta dinamičke rezultantne sile aktivnog pritiska tla iza zida na zid i njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja, A, za slučaj kada seizmička vertikalna inercijalna sila djeluje prema dolje ($+k_v$ i K_{X1}) iznose:

$$HPda_1 = HPS_1 - HPa \text{ (Poglavlje 3.2.3.)} = 6,11 - 4,52 = \mathbf{1,59 \text{ kN/m'}}$$

$$Z_{HPda1} = \mathbf{0,83 \text{ m}}$$

$$VPda_1 = VPS_1 - VPa \text{ (Poglavlje 3.2.3.)} = 2,35 - 1,75 = \mathbf{0,60 \text{ kN/m'}}$$

$$X_{VPda1} = \mathbf{1,00 \text{ m}}$$

Aktivni (statički + dinamički) pritisci tla za slučaj kada seizmička vertikalna inercijalna sila djeluje prema gore ($-k_v$ i K_{X2}) iznose:

$$ps_{2+0,64} = \sigma_{+0,64} \cdot K_{12} \cdot (1 - k_v) = 5,39 \cdot 0,243 \cdot (1 - 0,037) = 1,26 \text{ kN/m}^2$$

$$ps_{2+0,15} = (\sigma_{+0,64} + v_1 \cdot \gamma_1) \cdot K_{12} \cdot (1 - k_v) = (5,39 + 0,49 \cdot 22,50) \cdot 0,243 \cdot (1 - 0,037) = 3,84 \text{ kN/m}^2$$

$$ps_{2+0,15}' = (\sigma_{+0,64} + v_1 \cdot \gamma_1) \cdot K_{22} \cdot (1 - k_v) = (5,39 + 0,49 \cdot 22,50) \cdot 0,251 \cdot (1 - 0,037) = 3,97 \text{ kN/m}^2$$

$$ps_{2-0,80} = (\sigma_{+0,64} + v_1 \cdot \gamma_1 + v_2 \cdot \gamma_2'') \cdot K_{22} \cdot (1 - k_v) = (5,39 + 0,49 \cdot 22,50 + 0,95 \cdot 11,00) \cdot 0,251 \cdot (1 - 0,037) = 6,49 \text{ kN/m}^2$$

Na temelju aktivnih pritisaka, određene su sile aktivnog pritiska tla:

$$1Ps_2 = ps_{2+0,64} \cdot v_1 = 1,26 \cdot 0,49 = 0,62 \text{ kN/m'}$$

$$\Delta 1Ps_2 = (ps_{2+0,15} - ps_{2+0,64}) \cdot v_1 / 2 = (3,84 - 1,26) \cdot 0,49 / 2 = 0,63 \text{ kN/m'}$$

$$2Ps_2 = ps_{2+0,15}' \cdot v_2 = 3,97 \cdot 0,95 = 3,77 \text{ kN/m'}$$

$$\Delta 2Ps_2 = (ps_{2-0,80} - ps_{2+0,15}') \cdot v_2 / 2 = (6,49 - 3,97) \cdot 0,95 / 2 = 1,20 \text{ kN/m'}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta rezultantne sile aktivnog (statički + dinamički) pritiska tla, iznose:

$$HPS_2 = (1Ps_2 + \Delta 1Ps_2) \cdot \cos(\delta'_1) + (2Ps_2 + \Delta 2Ps_2) \cdot \cos(\delta'_2) = 5,80 \text{ kN/m'}$$

$$VPS_2 = (1Ps_2 + \Delta 1Ps_2) \cdot \sin(\delta'_1) + (2Ps_2 + \Delta 2Ps_2) \cdot \sin(\delta'_2) = 2,23 \text{ kN/m'}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta dinamičke rezultantne sile aktivnog pritiska tla iza zida na zid i njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja, A, za slučaj kada seizmička vertikalna inercijalna sila djeluje prema gore ($-k_v$ i K_{X2}) iznose:

$$HPda_2 = HPS_2 - HPa \text{ (Poglavlje 1.2.3.)} = 5,80 - 4,52 = \mathbf{1,28 \text{ kN/m'}}$$

$$Z_{HPda2} = \mathbf{0,83 \text{ m}}$$

$$\mathbf{VPda_2} = \mathbf{VPS_2} - \mathbf{VPa} \text{ (Poglavlje 1.2.3.)} = 2,23 - 1,75 = \mathbf{0,48 \text{ kN/m'}}$$

$$\mathbf{XVPda2} = \mathbf{1,00 \text{ m}} .$$

1.2.7.2.2. Seizmički pritisak tla iza obalnog zida za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

Usvojeni su sljedeći geometrijski parametri i parametri tla:

ψ	$= 90^\circ$	kut nagiba stražnjeg lica zida,
β	$= 1^\circ$	kut nagiba terena iza zida,
φ'_1	$= 40^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja nosivog sloja (tampona) iza zida,
δ'_1	$= 20^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja između nosivog sloja (tampona) iza zida i stražnjeg lica zida,
γ_1	$= 22,50 \text{ kN/m}^3$	prirodno vlažna zapreminska težina nosivog sloja (tampona) iza zida,

Na temelju usvojenih vrijednosti, određeni su kutevi, θ_{11} i θ_{12} , te koeficijenti pritiska tla, K_{11} i K_{12} , za sloj nosivog sloja (tampona) koji je iznad razine vode:

$$\tan\theta_{11} = k_h / (1 + k_v) = 0,074 / (1 + 0,037) \rightarrow \theta_{11} = 4,082^\circ ,$$

$$\tan\theta_{12} = k_h / (1 - k_v) = 0,074 / (1 - 0,037) \rightarrow \theta_{12} = 4,394^\circ ,$$

$$K_{11} = 0,239 , \quad K_{12} = 0,242 .$$

Geostatsko naprezanje na koti +0,64 m (Poglavlje 1.2.3.) iznosi:

$$\sigma_{+0,64} = 5,39 \text{ kN/m}^2 .$$

Aktivni (statički + dinamički) pritisci tla za slučaj kada seizmička vertikalna inercijalna sila djeluje prema dolje ($+k_v$ i K_{X1}) iznose:

$$ps_{1+0,64} = \sigma_{+0,64} \cdot K_{11} \cdot (1 + k_v) = 5,39 \cdot 0,239 \cdot (1 + 0,037) = 1,34 \text{ kN/m}^2$$

$$ps_{1+0,15} = (\sigma_{+0,64} + v_1 \cdot \gamma_1) \cdot K_{11} \cdot (1 + k_v) = (5,39 + 0,49 \cdot 22,50) \cdot 0,239 \cdot (1 + 0,037) = 4,07 \text{ kN/m}^2$$

Na temelju aktivnih pritisaka, određene su sile aktivnog pritiska tla:

$$1Ps_1 = ps_{1+0,64} \cdot v_1 = 1,34 \cdot 0,49 = 0,66 \text{ kN/m'}$$

$$\Delta 1Ps_1 = (ps_{1+0,15} - ps_{1+0,64}) \cdot v_1 / 2 = (4,07 - 1,34) \cdot 0,49 / 2 = 0,67 \text{ kN/m'}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta resultantne sile aktivnog (statički + dinamički) pritiska tla, iznose:

$$HPS_1 = (1Ps_1 + \Delta 1Ps_1) \cdot \cos(\delta'_1) = 1,25 \text{ kN/m'}$$

$$VPS_1 = (1Ps_1 + \Delta 1Ps_1) \cdot \sin(\delta'_1) = 0,45 \text{ kN/m'}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta dinamičke resultantne sile aktivnog pritiska tla iza zida na zid i njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja, B, za slučaj kada seizmička vertikalna inercijalna sila djeluje prema dolje ($+k_v$ i K_{X1}) iznose:

$$\mathbf{HPda_1} = \mathbf{HPS_1} - \mathbf{HPa} \text{ (Poglavlje 1.2.3.)} = 1,25 - 1,01 = \mathbf{0,24 \text{ kN/m'}}$$

$$\mathbf{ZHPda1} = \mathbf{0,35 \text{ m}} ,$$

$$\mathbf{VPda_1} = \mathbf{VPS_1} - \mathbf{VPa} \text{ (Poglavlje 1.2.3.)} = 0,45 - 0,37 = \mathbf{0,08 \text{ kN/m'}}$$

$$\mathbf{XVPda1} = \mathbf{0,50 \text{ m}} .$$

Aktivni (statički + dinamički) pritisci tla za slučaj kada seizmička vertikalna inercijalna sila djeluje prema gore ($-k_v$ i K_{X2}) iznose:

$$ps_{2+0,64} = \sigma_{+0,64} \cdot K_{12} \cdot (1 - k_v) = 5,39 \cdot 0,242 \cdot (1 - 0,037) = 1,26 \text{ kN/m}^2$$

$$ps_{2+0,15} = (\sigma_{+0,64} + v_1 \cdot \gamma_1) \cdot K_{12} \cdot (1 - k_v) = (5,39 + 0,49 \cdot 22,50) \cdot 0,242 \cdot (1 - 0,037) = 3,83 \text{ kN/m}^2$$

Na temelju aktivnih pritisaka, određene su sile aktivnog pritiska tla:

$$1Ps_2 = ps_{2+0,64} \cdot v_1 = 1,26 \cdot 0,49 = 0,62 \text{ kN/m'}$$

$$\Delta 1Ps_2 = (ps_{2+0,15} - ps_{2+0,64}) \cdot v_1 / 2 = (3,83 - 1,26) \cdot 0,49 / 2 = 0,63 \text{ kN/m'}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta rezultantne sile aktivnog (statički + dinamički) pritiska tla, iznose:

$$HPS_2 = (1Ps_2 + \Delta 1Ps_2) \cdot \cos(\delta'_1) = 1,17 \text{ kN/m'}$$

$$VPS_2 = (1Ps_2 + \Delta 1Ps_2) \cdot \sin(\delta'_1) = 0,43 \text{ kN/m'}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta dinamičke rezultantne sile aktivnog pritiska tla iza zida na zid i njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja, B, za slučaj kada seizmička vertikalna inercijalna sila djeluje prema gore ($-k_v$ i K_{x2}) iznose:

$$HPda_2 = HPS_2 - HPa \text{ (Poglavlje 1.2.3.)} = 1,17 - 1,01 = \mathbf{0,16 \text{ kN/m'}}$$

$$Z_{HPda2} = \mathbf{0,35 \text{ m}}$$

$$VPda_2 = VPS_2 - VP_a \text{ (Poglavlje 1.2.3.)} = 0,43 - 0,37 = \mathbf{0,06 \text{ kN/m'}}$$

$$X_{VPda2} = \mathbf{0,50 \text{ m}}$$

1.2.7.3. Seizmički pritisak vode

Seizmički inercijalni pritisak vode, E_{wd} , određuje se pomoću izraza:

$$E_{wd} = 7 / 12 \cdot k_h \cdot \gamma_w \cdot h_w^2 \quad [\text{kN/m'}], \quad \text{rezultanta seizmičkog pritiska vode}$$

$$z_A = 0,403 \cdot h_w \quad [\text{m}] \quad \text{krak } E_{wd} \text{ s obzirom na točku prevrtanja, A.}$$

1.2.7.3.1. Seizmički pritisak vode za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

Usvojene su sljedeće vrijednosti parametara:

$$k_h = 0,074 \quad \text{horizontalni seizmički koeficijent,}$$

$$\gamma_w = 10,08 \text{ kN/m}^3 \quad \text{zapreminska težina morske vode,}$$

$$h_w = 0,95 \text{ m} \quad \text{visina stupca morske vode koji djeluje na obalni zid.}$$

Seizmički pritisak vode, E_{wd} , iznosi:

$$E_{wd} = 7 / 12 \cdot 0,074 \cdot 10,08 \cdot 0,95^2 = 0,39 \text{ kN/m'}$$

S obzirom da se voda nalazi s obje strane obalnog zida, potrebno je udvostručiti pritisak vode te ukupna sila seizmičkog pritiska vode, ΣE_{wd} , i njezin krak s obzirom na točku prevrtanja A iznose:

$$\Sigma E_{wd} = 2 \cdot E_{wd} = 2 \cdot 0,39 = \mathbf{0,78 \text{ kN/m'}}$$

$$z_A = 0,403 \cdot h_w = 0,403 \cdot 0,95 = \mathbf{0,38 \text{ m}}$$

1.2.7.3.2. Seizmički pritisak vode za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

Seizmički pritisak vode za kontaktnu plohu na koti +0,15 m se ne analizira.

1.2.8. Rekapitulacija i kombinacije opterećenja

1.2.8.1. Rekapitulacija i kombinacije opterećenja za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

1.2.8.1.1. Rekapitulacija vrijednosti opterećenja

Rekapitulacija vrijednosti opterećenja koje djeluju na obalni zid za kontaktnu plohu na koti -0,80 m prikazana je u Tablici 4.

Tablica 4. Rekapitulacija opterećenja

OPTEREĆENJE	SILA [kN/m']	x_A [m]	z_A [m]	
1. ΣG	40,33	0,49	-	Vlastita težina
2. ΣU	9,58	0,50	-	Statički uzgon
3.a HP_a	4,52	-	0,60	Statički aktivni pritisak tla (horiz.)
3.b VP_a	1,75	1,00	-	Statički aktivni pritisak tla (vert.)
4.a P_{DOL}	4,24	-	0,33	Dol vala (horiz.)
4.b PU_{DOL}	3,53	0,33	-	Uzgon dola vala (vert.)
5.a P_{RW}	3,32	-	0,55	Horizontalni pritisak zaostale vode
5.b PU_{RW}	1,51	0,67	-	Uzgon zaostale vode
6.a HP_q	0,75	-	0,73	Korisno opterećenje u zaleđu zida (horiz.)
6.b VP_q	0,30	1,00	-	Korisno opterećenje u zaleđu zida (vert.)
7.1.a S_{ih}	2,98	-	0,83	Horizontalna komponenta seizm. sile
7.1.b S_{iv}	$\pm 1,49$	0,49	-	Vertikalna komponenta seizm. sile
7.2.1.a HP_{da_1}	1,59	-	0,83	Dinamički aktivni pritisak tla, var 1. (horiz.)
7.2.1.b VP_{da_1}	0,60	1,00	-	Dinamički aktivni pritisak tla, var 1. (vert.)
7.2.2.a HP_{da_2}	1,28	-	0,83	Dinamički aktivni pritisak tla, var 2. (horiz.)
7.2.2.b VP_{da_2}	0,48	1,00	-	Dinamički aktivni pritisak tla, var 2. (vert.)
7.3. ΣE_{wd}	0,78	-	0,38	Seizmički pritisak vode

x_A / z_A – krak sile u odnosu na Z-os / X-os koja prolazi kroz točku A

1.2.8.1.2. Kombinacije opterećenja

Analizirane su sljedeće kombinacija opterećenja:

1	1 + 2 + 3	stalno
2	1 + 2 + 3 + 5 + 6	stalno + zaostala voda + korisno
3	1 + 2 + 3 + 4 + 6	stalno + val(H) + korisno
4	1 + 2 + 3 + 7(1)	stalno + potres (varijanta 1.)
5	1 + 2 + 3 + 7(2)	stalno + potres (varijanta 2.)

1.2.8.2. **Rekapitulacija i kombinacije opterećenja za kontaktnu plohu na koti +0,15 m**

1.2.8.2.1. **Rekapitulacija vrijednosti opterećenja**

Rekapitulacija vrijednosti opterećenja koje djeluju na obalni zid za kontaktnu plohu na koti +0,15 m prikazana je u Tablici 5.

Tablica 5. Rekapitulacija opterećenja

OPTEREĆENJE	SILA	x_B	z_B	
	[kN/m']	[m]	[m]	
1. ΣG	9,43	0,23	-	Vlastita težina
3.a $H P_a$	1,01	-	0,20	Statički aktivni pritisak tla (horiz.)
3.b $V p_a$	0,37	0,50	-	Statički aktivni pritisak tla (vert.)
5.a P_{RW}	0,45	-	0,10	Horizontalni pritisak zaostale vode
5.b $P U_{RW}$	0,83	0,32	-	Uzgon zaostale vode
6.a $H P_q$	0,27	-	0,25	Korisno opterećenje u zaleđu zida (horiz.); osnovna sit.
6.b $V P_q$	0,10	0,50	-	Korisno opterećenje u zaleđu zida (vert.); osnovna sit.
7.1.a S_{ih}	0,70	-	0,35	Horizontalna komponenta seizm. sile
7.1.b S_{iv}	$\pm 0,35$	0,23	-	Vertikalna komponenta seizm. sile
7.2.1.a $H P_{da1}$	0,24	-	0,35	Dinamički aktivni pritisak tla, var 1. (horiz.)
7.2.1.b $V P_{da1}$	0,08	0,50	-	Dinamički aktivni pritisak tla, var 1. (vert.)
7.2.2.a $H P_{da2}$	0,16	-	0,35	Dinamički aktivni pritisak tla, var 2. (horiz.)
7.2.2.b $V P_{da2}$	0,06	0,50	-	Dinamički aktivni pritisak tla, var 2. (vert.)

x_B / z_B – krak sile u odnosu na Z-os / X-os koja prolazi kroz točku B

1.2.8.2.2. **Kombinacije opterećenja**

Analizirane su sljedeće kombinacija opterećenja:

1	1 + 3	stalno
2	1 + 3 + 5 + 6	stalno + zaostala voda + korisno
4	1 + 3 + 7(1)	stalno + potres (varijanta 1.)
5	1 + 3 + 7(2)	stalno + potres (varijanta 2.)

1.3. PRORAČUN STABILNOSTI I NOSIVOSTI

1.3.1. Kombinacija opterećenja 1: stalno

1.3.1.1. Kontaktna ploha na koti -0,80 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{\text{stb}} = \Sigma G \cdot x_{A,\Sigma G} + V_{Pa} \cdot x_{A,V_{Pa}} = 40,33 \cdot 0,49 + 1,75 \cdot 1,00 = 21,51 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{\text{dstb}} = \Sigma U \cdot z_{A,\Sigma U} + H_{Pa} \cdot z_{A,H_{Pa}} = 9,58 \cdot 0,50 + 4,52 \cdot 0,60 = 7,50 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{\text{PR}} = M_{\text{stb}} / M_{\text{dstb}} = 21,51 / 7,50 = 2,87 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između temeljnog kamenometa i *in situ* betonskog obalnog zida, usvojena je vrijednost $\mu = 0,65$.

$$V' = (\Sigma G - \Sigma U + V_{Pa}) \cdot \mu = (40,33 - 9,58 + 1,75) \cdot 0,65 = 21,13 \text{ kN/m'}$$

$$H = H_{Pa} = 4,52 = 4,52 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{\text{KL}} = V' / H = 21,13 / 4,52 = 4,67 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Kontaktna naprezanja i nosivost tla/stijene

Na strani veće sigurnosti, usvojeno je da se obalni zid temelji na temeljnom kamenometu, a ne na stijenskoj podlozi.

Parametri tla

$$\varphi' = 42,0^\circ \quad \text{efektivni kut unutarnjeg trenja temeljnog kamenometa}$$

$$c' = 0,00 \text{ kN/m}^2 \quad \text{efektivna kohezija temeljnog kamenometa}$$

$$\gamma'' = 11,50 \text{ kN/m}^3 \quad \text{uronjena zapreminska težina temeljnog kamenometa}$$

Geometrijske veličine

$$B = 1,00 \text{ m} \quad \text{širina obalnog zida, smjer X,}$$

$$L = 1,00 \text{ m} \quad \text{duljina obalnog zida, smjer Y,}$$

$$D = 0,00 \text{ m} \quad \text{dubina temeljenja.}$$

Stvarno naprezanje

$$M_e = M_{\text{stb}} - M_{\text{dstb}} = 21,51 - 7,50 = 14,01 \text{ kNm/m'}$$

$$V = \Sigma G - \Sigma U + V_{Pa} = 40,33 - 9,58 + 1,75 = 32,50 \text{ kN/m'}$$

$$x = M_e / V = 14,01 / 32,50 = 0,43 \text{ m}$$

$$B'' = 2 \cdot x = 2 \cdot 0,43 = 0,86 \text{ m}$$

$$\sigma_{\text{STV}} = V / (B'' \cdot L) = 32,50 / (0,86 \cdot 1,00) = 37,70 \text{ kN/m}^2$$

Nosivost tla (po Brinch – Hansenu [5])

$$X' \rightarrow B' = 0,86 \text{ m}$$

$$Y' \rightarrow L' = \infty \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 N_q &= 85,374, & N_c &= 93,706, & N_\gamma &= 113,956 \\
 s_q &= 1,000, & s_c &= 1,000, & s_\gamma &= 1,000 \\
 d_q &= 1,000, & d_c &= 1,000, & d_\gamma &= 1,000 \\
 i_q &= 0,806, & i_c &= 0,803, & i_\gamma &= 0,664 \\
 r_\gamma &= 1,000
 \end{aligned}$$

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot r_\gamma = 375,02 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{dop} = q_{ult} / FS^{NAP} = 375,02 / 2,5 = 150,01 \text{ kN/m}^2 > \sigma_{STV} = 37,70 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

1.3.1.2. Kontaktna ploha na koti +0,15 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{stb} = \Sigma G \cdot x_{A,\Sigma G} + VP_a \cdot x_{A,VP_a} = 9,43 \cdot 0,23 + 0,37 \cdot 0,50 = 2,31 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{dstb} = HP_a \cdot z_{A,HP_a} = 1,01 \cdot 0,20 = 0,20 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{PR} = M_{stb} / M_{dstb} = 2,31 / 0,20 = 11,42 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između *in situ* betonskog obalnog zida i betonskog serklaža, usvojena je vrijednost $\mu = 0,55$.

$$V' = (\Sigma G + VP_a) \cdot \mu = (9,43 + 0,37) \cdot 0,55 = 5,39 \text{ kN/m'}$$

$$H = HP_a = 1,01 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{KL} = V' / H = 5,39 / 1,01 = 5,34 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

1.3.2. Kombinacija opterećenja 2: stalno + zaostala voda + korisno

1.3.2.1. Kontaktna ploha na koti -0,80 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{stb} = \Sigma G \cdot x_{A,\Sigma G} + VP_a \cdot x_{A,VP_a} + VP_q \cdot x_{A,VP_q} = 40,33 \cdot 0,49 + 1,75 \cdot 1,00 + 0,30 \cdot 1,00 = 21,81 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{dstb} = \Sigma U \cdot z_{A,\Sigma U} + HP_a \cdot z_{A,HP_a} + P_{RW} \cdot z_{A,PRW} + P_{URW} \cdot z_{A,PURW} + HP_q \cdot z_{A,HP_q} = 9,58 \cdot 0,50 + 4,52 \cdot 0,60 + 3,32 \cdot 0,55 + 1,51 \cdot 0,67 + 0,75 \cdot 0,73 = 10,89 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{PR} = M_{stb} / M_{dstb} = 21,81 / 10,89 = 2,00 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između temeljnog kamenometa i *in situ* betonskog obalnog zida, usvojena je vrijednost $\mu = 0,65$.

$$V' = (\Sigma G - \Sigma U + VP_a - PU_{RW} + VP_q) \cdot \mu = (40,33 - 9,58 + 1,75 - 1,51 + 0,30) \cdot 0,65 = 20,34 \text{ kN/m'}$$

$$H = HP_a + P_{RW} + HP_q = 4,52 + 3,32 + 0,75 = 8,59 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{KL} = V' / H = 20,34 / 8,59 = 2,37 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Kontaktne naprezanja i nosivost tla/stijene

Na strani veće sigurnosti, usvojeno je da se obalni zid temelji na temeljnom kamenometu, a ne na stijenskoj podlozi.

Parametri tla

$\varphi' = 42,0^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja temeljnog kamenometa
$c' = 0,00 \text{ kN/m}^2$	efektivna kohezija temeljnog kamenometa
$\gamma'' = 11,50 \text{ kN/m}^3$	uronjena zapreminska težina temeljnog kamenometa

Geometrijske veličine

$B = 1,00 \text{ m}$	širina obalnog zida, smjer X,
$L = 1,00 \text{ m}$	duljina obalnog zida, smjer Y,
$D = 0,00 \text{ m}$	dubina temeljenja.

Stvarno naprezanje

$M_e = M_{stb} - M_{dstb} = 21,81 - 10,89 =$	10,92 kNm/m'
$V = \Sigma G - \Sigma U + VP_a - PU_{RW} + VP_q = 40,33 - 9,58 + 1,75 - 1,51 + 0,30 =$	31,29 kN/m'
$x = M_e / V = 10,92 / 31,29 =$	0,35 m
$B'' = 2 \cdot x = 2 \cdot 0,35 =$	0,70 m
$\sigma_{STV} = V / (B'' \cdot L) = 31,29 / (0,70 \cdot 1,00) =$	44,81 kN/m²

Nosivost tla (po Brinch – Hansenu [5])

$X' \rightarrow B' =$	0,70 m
$Y' \rightarrow L' =$	∞ m

$N_q = 85,374 ,$	$N_c = 93,706 ,$	$N_\gamma = 113,956$
$s_q = 1,000 ,$	$s_c = 1,000 ,$	$s_\gamma = 1,000$
$d_q = 1,000 ,$	$d_c = 1,000 ,$	$d_\gamma = 1,000$
$i_q = 0,642 ,$	$i_c = 0,638 ,$	$i_\gamma = 0,426$
$r_\gamma = 1,000$		

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot r_\gamma = 194,77 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{dop} = q_{ult} / FS^{NAP} = 194,77 / 2,5 = 77,91 \text{ kN/m}^2 > \sigma_{STV} = 44,81 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

1.3.2.2. Kontaktna ploha na koti +0,15 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{stb} = \Sigma G \cdot x_{A,\Sigma G} + VPa \cdot x_{A,VPa} + VP_q \cdot x_{A,VPq} = 9,43 \cdot 0,23 + 0,37 \cdot 0,50 + 0,10 \cdot 0,50 = 2,36 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{dstb} = HPa \cdot z_{A,HPa} + P_{RW} \cdot z_{A,PRW} + P_{URW} \cdot z_{A,PURW} + HP_q \cdot z_{A,HPq} = 1,01 \cdot 0,20 + 0,45 \cdot 0,10 + 0,83 \cdot 0,32 + 0,27 \cdot 0,25 = 0,58 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{PR} = M_{stb} / M_{dstb} = 2,36 / 0,58 = 4,07 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između *in situ* betonskog obalnog zida i betonskog serklaža, usvojena je vrijednost $\mu = 0,55$.

$$V' = (\Sigma G + VPa - P_{URW} + VP_q) \cdot \mu = (9,43 + 0,37 - 0,83 + 0,10) \cdot 0,55 = 4,99 \text{ kN/m'}$$

$$H = HPa + P_{RW} + HP_q = 1,01 + 0,45 + 0,27 = 1,73 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{KL} = V' / H = 4,99 / 1,73 = 2,88 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

1.3.3. Kombinacija opterećenja 3: stalno + val(H) + korisno

1.3.3.1. Kontaktna ploha na koti -0,80 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{stb} = \Sigma G \cdot x_{A,\Sigma G} + VPa \cdot x_{A,VPa} + VP_q \cdot x_{A,VPq} = 40,33 \cdot 0,49 + 1,75 \cdot 1,00 + 0,30 \cdot 1,00 = 21,81 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{dstb} = \Sigma U \cdot x_{A,\Sigma U} + HPa \cdot z_{A,HPa} + P_{DOL} \cdot z_{A,Pdol} + HP_q \cdot z_{A,HPq} = 9,58 \cdot 0,50 + 4,52 \cdot 0,60 + 4,24 \cdot 0,33 + 0,75 \cdot 0,73 = 9,45 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{PR} = M_{stb} / M_{dstb} = 21,81 / 9,45 = 2,31 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između temeljnog kamenometa i *in situ* betonskog obalnog zida, usvojena je vrijednost $\mu = 0,65$.

$$V' = (\Sigma G - \Sigma U + VPa + VP_q) \cdot \mu = (40,33 - 9,58 + 1,75 + 0,30) \cdot 0,65 = 21,32 \text{ kN/m'}$$

$$H = HPa + P_{DOL} + HP_q = 4,52 + 4,24 + 0,75 = 9,51 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{KL} = V' / H = 21,32 / 9,51 = 2,24 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Kontakt naprezanja i nosivost tla/stijene

Na strani veće sigurnosti, usvojeno je da se obalni zid temelji na temeljnom kamenometu, a ne na stijenskoj podlozi.

Parametri tla

$$\varphi' = 42,0^\circ \quad \text{efektivni kut unutarnjeg trenja temeljnog kamenometa}$$

$$c' = 0,00 \text{ kN/m}^2 \quad \text{efektivna kohezija temeljnog kamenometa}$$

$$\gamma'' = 11,50 \text{ kN/m}^3 \quad \text{uronjena zapreminska težina temeljnog kamenometa}$$

Geometrijske veličine

$$\begin{aligned} B &= 1,00 \text{ m} && \text{širina temeljne ploče, smjer X,} \\ L &= 1,00 \text{ m} && \text{duljina temeljne ploče, smjer Y,} \\ D &= 0,00 \text{ m} && \text{dubina temeljenja.} \end{aligned}$$

Stvarno naprezanje

$$\begin{aligned} M_e &= M_{\text{stb}} - M_{\text{dstb}} = 21,81 - 9,45 = && 12,36 \text{ kNm} \\ V &= \Sigma G - \Sigma U + VP_a + VP_q = 40,33 - 9,58 + 1,75 + 0,30 = && 32,80 \text{ kN} \\ x &= M_e / V = 12,36 / 32,80 = && 0,38 \text{ m} \\ B'' &= 2 \cdot x = 2 \cdot 0,38 = && 0,75 \text{ m} \\ \sigma_{\text{STV}} &= V / (B'' \cdot L) = 32,80 / (0,75 \cdot 1,00) = && 43,51 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Nosivost tla (po Brinch – Hansenu [5])

$$\begin{aligned} X' &\rightarrow B' = && 0,75 \text{ m} \\ Y' &\rightarrow L' = && \infty \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_q &= 85,374, & N_c &= 93,706, & N_\gamma &= 113,956 \\ s_q &= 1,000, & s_c &= 1,000, & s_\gamma &= 1,000 \\ d_q &= 1,000, & d_c &= 1,000, & d_\gamma &= 1,000 \\ i_q &= 0,625, & i_c &= 0,621, & i_\gamma &= 0,404 \\ r_\gamma &= 1,000 \end{aligned}$$

$$q_{\text{ult}} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot r_\gamma = 199,46 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\text{dop}} = q_{\text{ult}} / FS^{\text{NAP}} = 199,46 / 2,5 = 79,78 \text{ kN/m}^2 > \sigma_{\text{STV}} = 43,51 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

1.3.4. Kombinacija opterećenja 4: stalno + potres (varijanta 1.)

1.3.4.1. Kontaktna ploha na koti -0,80 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{\text{stb}} = \Sigma G \cdot x_{A,\Sigma G} + VP_a \cdot x_{A,VP_a} + S_{iv} \cdot x_{A,S_{iv}} + VP_{da1} \cdot x_{A,VP_{da1}} = 40,33 \cdot 0,49 + 1,75 \cdot 1,00 + 1,49 \cdot 0,49 + 0,60 \cdot 1,00 = 22,84 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{\text{dstb}} = \Sigma U \cdot x_{A,\Sigma U} + HP_a \cdot z_{A,HP_a} + S_{ih} \cdot z_{A,S_{ih}} + HP_{da1} \cdot z_{A,HP_{da1}} + \Sigma E_{wd} \cdot z_{A,\Sigma E_{wd}} = 9,58 \cdot 0,50 + 4,52 \cdot 0,60 + 2,98 \cdot 0,83 + 1,59 \cdot 0,83 + 0,78 \cdot 0,38 = 11,58 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{\text{PR}} = M_{\text{stb}} / M_{\text{dstb}} = 22,84 / 11,58 = 1,97 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između temeljnog kamenometa i *in situ* betonskog obalnog zida, usvojena je vrijednost $\mu = 0,65$.

$$V' = (\Sigma G - \Sigma U + VP_a + S_{iv} + VP_{da1}) \cdot \mu = (40,33 - 9,58 + 1,75 + 1,49 + 0,60) \cdot 0,65 = 22,48 \text{ kN/m'}$$

$$H = HP_a + S_{ih} + HP_{da1} + \Sigma E_{wd} = 4,52 + 2,98 + 1,59 + 0,78 = 9,87 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{KL} = V' / H = 22,48 / 9,87 = 2,28 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Kontaktne naprezanja i nosivost tla/stijene

Na strani veće sigurnosti, usvojeno je da se obalni zid temelji na temeljnom kamenometu, a ne na stijenskoj podlozi.

Parametri tla

$\varphi' = 40,0^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja temeljnog kamenometa
$c' = 0,00 \text{ kN/m}^2$	efektivna kohezija temeljnog kamenometa
$\gamma'' = 11,50 \text{ kN/m}^3$	uronjena zapreminska težina temeljnog kamenometa

Geometrijske veličine

$B = 1,00 \text{ m}$	širina obalnog zida, smjer X,
$L = 1,00 \text{ m}$	duljina obalnog zida, smjer Y,
$D = 0,00 \text{ m}$	dubina temeljenja.

Stvarno naprezanje

$$M_e = M_{stb} - M_{dstb} = 22,84 - 11,58 = 11,26 \text{ kNm/m'}$$

$$V = \Sigma G - \Sigma U + VP_a + S_{iv} + VP_{da1} = 40,33 - 9,58 + 1,75 + 1,49 + 0,60 = 34,59 \text{ kN/m'}$$

$$x = M_e / V = 11,26 / 34,59 = 0,33 \text{ m}$$

$$B'' = 2 \cdot x = 2 \cdot 0,33 = 0,65 \text{ m}$$

$$\sigma_{STV} = V / (B'' \cdot L) = 34,59 / (0,65 \cdot 1,00) = 53,14 \text{ kN/m}^2$$

Nosivost tla (po Brinch – Hansenu [5])

$$X' \rightarrow B' = 0,65 \text{ m}$$

$$Y' \rightarrow L' = \infty \text{ m}$$

$N_q = 64,195$,	$N_c = 75,313$,	$N_\gamma = 79,541$
$s_q = 1,000$,	$s_c = 1,000$,	$s_\gamma = 1,000$
$d_q = 1,000$,	$d_c = 1,000$,	$d_\gamma = 1,000$
$i_q = 0,630$,	$i_c = 0,624$,	$i_\gamma = 0,410$
$r_\gamma = 1,000$		

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot r_\gamma = 121,96 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{dop} = q_{ult} / FS^{NAP} = 121,96 / 1,5 = 81,31 \text{ kN/m}^2 > \sigma_{STV} = 53,14 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

1.3.4.2. Kontaktna ploha na koti +0,15 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{\text{stb}} = \Sigma G \cdot x_{A,\Sigma G} + VP_a \cdot x_{A,VP_a} + S_{iv} \cdot x_{A,S_{iv}} + VP_{da1} \cdot x_{A,VP_{da1}} = 9,43 \cdot 0,23 + 0,37 \cdot 0,50 + 0,35 \cdot 0,23 + 0,08 \cdot 0,50 = 2,43 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{\text{dstb}} = HP_a \cdot Z_{A,HP_a} + S_{ih} \cdot Z_{A,S_{ih}} + HP_{da1} \cdot Z_{A,HP_{da1}} = 1,01 \cdot 0,20 + 0,70 \cdot 0,35 + 0,24 \cdot 0,35 = 0,53 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{\text{PR}} = M_{\text{stb}} / M_{\text{dstb}} = 2,43 / 0,53 = 4,57 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između *in situ* betonskog obalnog zida i betonskog serklaža, usvojena je vrijednost $\mu = 0,55$.

$$V' = (\Sigma G + VP_a + S_{iv} + VP_{da1}) \cdot \mu = (9,43 + 0,37 + 0,35 + 0,08) \cdot 0,55 = 5,63 \text{ kN/m'}$$

$$H = HP_a + S_{ih} + HP_{da1} = 1,01 + 0,70 + 0,24 = 1,95 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{\text{KL}} = V' / H = 5,63 / 1,95 = 2,89 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

1.3.5. Kombinacija opterećenja 5: stalno + potres (varijanta 2.)

1.3.5.1. Kontaktna ploha na koti -0,80 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{\text{stb}} = \Sigma G \cdot x_{A,\Sigma G} + VP_a \cdot x_{A,VP_a} + VP_{da2} \cdot x_{A,VP_{da2}} = 40,33 \cdot 0,49 + 1,75 \cdot 1,00 + 0,48 \cdot 1,00 = 21,99 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{\text{dstb}} = \Sigma U \cdot x_{A,\Sigma U} + HP_a \cdot Z_{A,HP_a} + S_{ih} \cdot Z_{A,S_{ih}} + S_{iv} \cdot x_{A,S_{iv}} + HP_{da2} \cdot Z_{A,HP_{da2}} + \Sigma E_{wd} \cdot Z_{A,\Sigma E_{wd}} = 9,58 \cdot 0,50 + 4,52 \cdot 0,60 + 2,98 \cdot 0,83 + 1,49 \cdot 0,49 + 1,28 \cdot 0,83 + 0,78 \cdot 0,38 = 12,06 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{\text{PR}} = M_{\text{stb}} / M_{\text{dstb}} = 21,99 / 12,06 = 1,82 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između temeljnog kamenometa i *in situ* betonskog obalnog zida, usvojena je vrijednost $\mu = 0,65$.

$$V' = (\Sigma G - \Sigma U + VP_a - S_{iv} + VP_{da2}) \cdot \mu = (40,33 - 9,58 + 1,75 - 1,49 + 0,48) \cdot 0,65 = 20,47 \text{ kN/m'}$$

$$H = HP_a + S_{ih} + HP_{da2} + \Sigma E_{wd} = 4,52 + 2,98 + 1,28 + 0,78 = 9,56 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{\text{KL}} = V' / H = 20,47 / 9,56 = 2,14 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Kontaktne naprezanja i nosivost tla/stijene

Na strani veće sigurnosti, usvojeno je da se obalni zid temelji na temeljnom kamenometu, a ne na stijenskoj podlozi.

Parametri tla

$\varphi' = 40,0^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja temeljnog kamenometa
$c' = 0,00 \text{ kN/m}^2$	efektivna kohezija temeljnog kamenometa
$\gamma'' = 11,50 \text{ kN/m}^3$	uronjena zapreminska težina temeljnog kamenometa

Geometrijske veličine

$B = 1,00 \text{ m}$	širina obalnog zida, smjer X,
$L = 1,00 \text{ m}$	duljina obalnog zida, smjer Y,
$D = 0,00 \text{ m}$	dubina temeljenja.

Stvarno naprezanje

$M_e = M_{\text{stb}} - M_{\text{dstb}} = 21,99 - 12,06 =$	9,93 kNm/m'
$V = \Sigma G - \Sigma U + VP_a - S_{iv} + VP_{da2} = 40,33 - 9,58 + 1,75 - 1,49 + 0,48 =$	31,49 kN/m'
$x = M_e / V = 9,93 / 31,49 =$	0,32 m
$B'' = 2 \cdot x = 2 \cdot 0,32 =$	0,63 m
$\sigma_{\text{STV}} = V / (B'' \cdot L) = 31,49 / (0,63 \cdot 1,00) =$	49,91 kN/m²

Nosivost tla (po Brinch – Hansenu [5])

$X' \rightarrow B' =$	0,63 m
$Y' \rightarrow L' =$	$\infty \text{ m}$

$N_q = 64,195 ,$	$N_c = 75,313 ,$	$N_\gamma = 79,541$
$s_q = 1,000 ,$	$s_c = 1,000 ,$	$s_\gamma = 1,000$
$d_q = 1,000 ,$	$d_c = 1,000 ,$	$d_\gamma = 1,000$
$i_q = 0,610 ,$	$i_c = 0,604 ,$	$i_\gamma = 0,385$
$r_\gamma = 1,000$		

$$q_{\text{ult}} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot r_\gamma = \mathbf{110,80 \text{ kN/m}^2}$$

$$q_{\text{dop}} = q_{\text{ult}} / FS^{\text{NAP}} = 110,80 / 1,5 = \mathbf{73,87 \text{ kN/m}^2} > \sigma_{\text{STV}} = 49,91 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \mathbf{ZADOVOLJAVA}$$

1.3.5.2. Kontaktna ploha na koti +0,15 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{\text{stb}} = \Sigma G \cdot x_{A,\Sigma G} + VP_a \cdot x_{A,VP_a} + VP_{da2} \cdot x_{A,VP_{da2}} = 9,43 \cdot 0,23 + 0,37 \cdot 0,50 + 0,06 \cdot 0,50 = \mathbf{2,34 \text{ kNm/m'}}$$

$$M_{\text{dstb}} = HP_a \cdot z_{A,HP_a} + S_{ih} \cdot z_{A,S_{ih}} + S_{iv} \cdot x_{A,S_{iv}} + HP_{da2} \cdot z_{A,HP_{da2}} = 1,01 \cdot 0,20 + 0,70 \cdot 0,35 + 0,35 \cdot 0,23 + 0,16 \cdot 0,35 = \mathbf{0,58 \text{ kNm/m'}}$$

$$FS^{\text{PR}} = M_{\text{stb}} / M_{\text{dstb}} = 2,34 / 0,58 = 4,02 > 1,20 \rightarrow \mathbf{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između *in situ* betonskog obalnog zida i betonskog serklaža, usvojena je vrijednost $\mu = 0,55$.

$$V' = (\Sigma G + V_{Pa} - S_{iv} + V_{Pda2}) \cdot \mu = (9,43 + 0,37 - 0,35 + 0,06) \cdot 0,55 = 5,23 \text{ kN/m'}$$

$$H = H_{Pa} + S_{ih} + H_{Pda2} = 1,01 + 0,70 + 0,16 = 1,87 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{KL} = V' / H = 5,23 / 1,87 = 2,80 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

1.3.6. Rezultati proračuna

U Tablicama 6. i 7. prikazani su rezultati proračuna: faktori sigurnosti na prevrtanje i klizanje te naprezanja na temeljnoj stopi ispod rubnih točaka obalnog zida A i A', odnosno B i B' za kontaktne plohe na kotama -0,80 m i +0,15 m.

1.3.6.1. Kontaktna ploha na koti -0,80 m

Tablica 6. Rezultati proračuna (kontaktna ploha na -0,80 m)

BROJ KOMB.	KOMBINACIJA OPTEREĆENJA	FAKTOR SIGURNOSTI PREVRTANJE	FAKTOR SIGURNOSTI KLIZANJE	EKSCENT. e [m]	JEZGRA P. P., B/6 [m]	σ_A [kN/m ²]	$\sigma_{A'}$ [kN/m ²]
1	1 + 2 + 3	2,87	4,67	0,07	0,17	45,94	19,06
2	1 + 2 + 3 + 5 + 6	2,00	2,37	0,12	0,17	59,61	2,97
3	1 + 2 + 3 + 4 + 6	2,31	2,24	0,12	0,17	57,02	8,58
4	1 + 2 + 3 + 7(1)	1,97	2,28	0,18	0,17	70,85	-
5	1 + 2 + 3 + 7(2)	1,82	2,14	0,19	0,17	66,36	-

Na temelju dobivenih rezultata proračuna, može se ustvrditi kako je obalni zid na kontaktnoj plohi na koti -0,80 m zadovoljio zahtjevima sigurnosti na prevrtanje i klizanje u svim mjerodavnim kombinacijama opterećenja. Također, maksimalno naprezanje ispod temeljne plohe iznosi $\sigma_{\max} = 70,85 \text{ kN/m}^2$ (kombinacija br. 4), što je značajno ispod maksimalno dopuštenog rubnog naprezanja za podlogu od zbijenog kamenog materijala ($\sigma_{\max, \text{dop}} = 240,00 \text{ kN/m}^2$).

1.3.6.2. Kontaktna ploha na koti +0,15 m

Tablica 7. Rezultati proračuna (kontaktna ploha na +0,15 m)

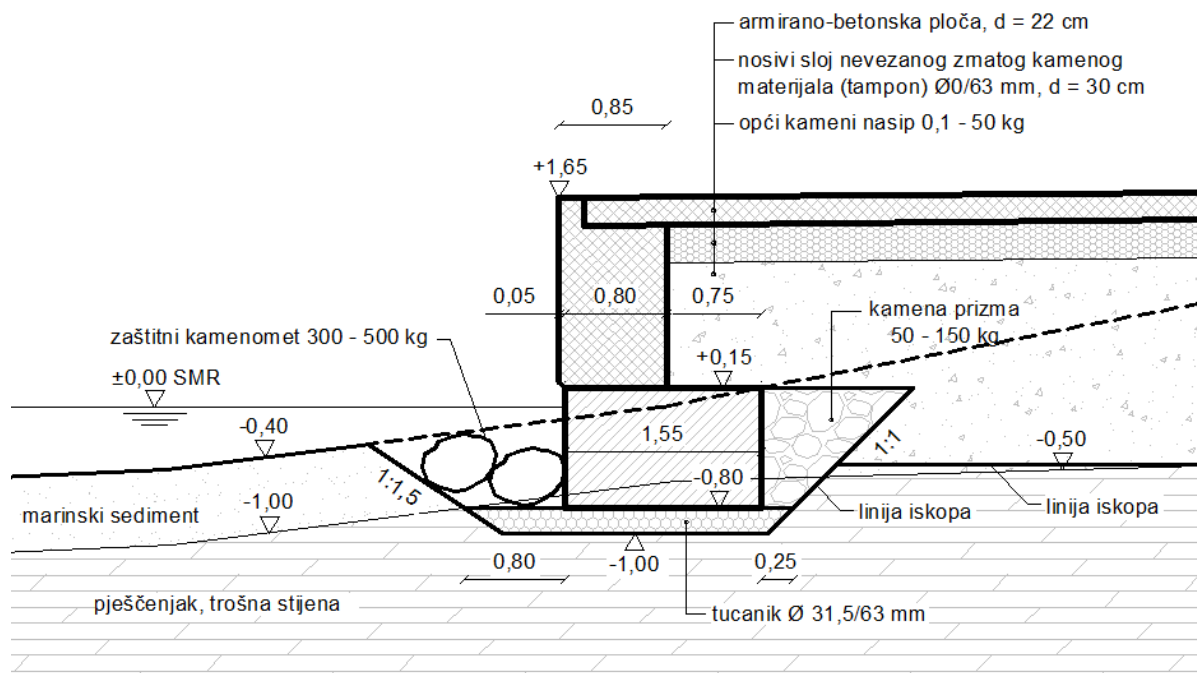
BROJ KOMB.	KOMBINACIJA OPTEREĆENJA	FAKTOR SIGURNOSTI PREVRTANJE	FAKTOR SIGURNOSTI KLIZANJE	EKSCENT. e [m]	JEZGRA P. P., B/6 [m]	σ_B [kN/m ²]	$\sigma_{B'}$ [kN/m ²]
1	1 + 3	11,42	5,34	0,04	0,08	27,89	11,31
2	1 + 3 + 5 + 6	4,07	2,88	0,05	0,08	29,89	6,39
4	1 + 3 + 7(1)	4,57	2,89	0,07	0,08	36,37	4,55
5	1 + 3 + 7(2)	4,02	2,80	0,07	0,08	33,96	4,08

Na temelju dobivenih rezultata proračuna, može se ustvrditi kako je obalni zid na kontaktnoj plohi na koti +0,15 m zadovoljio zahtjevima sigurnosti na prevrtanje i klizanje u svim mjerodavnim kombinacijama opterećenja te kako su naprezanja značajno manja od tlačne čvrstoće betona. Stoga, nije potrebno povezivanje podmorskog i nadmorskog dijela obalnog zida.

2. GEOSTATIČKI PRORAČUN OBALNOG ZIDA S KOTOM TEMELJENJA NA -0,80 m I OBALNIM RUBOM NA KOTI +1,65 m

2.1. GEOMETRIJA OBALNOG ZIDA

Analiza opterećenja na obalni zid napravljena je po dužnom metru zida za referentni poprečni presjek (Slika 5.) s hodnom površinom na koti +1,65 m. Radi jednostavnosti, a na strani veće sigurnosti, usvojena je projektna visina morske vode na koti + 0,15 m (SMR = $\pm 0,00$).



Slika 5. Referentni poprečni presjek obalnog zida s kotom temeljenja -0,80 m

2.2. OPTEREĆENJA NA OBALNI ZID

2.2.1. Vlastita težina obalnog zida

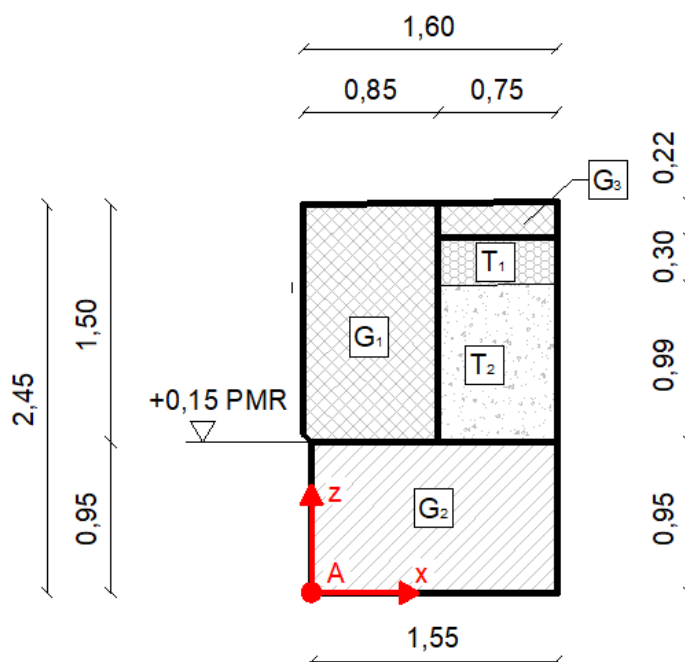
2.2.1.1. Vlastita težina obalnog zida za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

Vrijednosti vlastitih težina i njihovi krakovi u odnosu na točku prevrtanja A (Slika 6.) prikazane su u Tablici 8. Geometrija obalnog zida je za potrebe proračuna idealizirana i pojednostavljena.

Tablica 8. Vlastita težina obalnog zida za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

OPTEREĆENJE	DIMENZIJE		ZAPREM.	ZAPREM. TEŽINA	TEŽINA	x_A	z_A
	v [m]	\bar{s} [m]					
G_1	1,50	0,85	1,28	24,50	31,24	0,38	1,70
G_2	0,95	1,55	1,47	24,00	35,34	0,78	0,48
G_3	0,22	0,75	0,17	24,50	4,04	1,18	2,35
T_1	0,30	0,75	0,23	22,50	5,06	1,18	2,09
T_2	0,99	0,75	0,74	20,00	14,85	1,18	1,45
ΣG					90,53	0,74	1,23

x_A / z_A – krak vlastite težine u odnosu na Z-os / X-os koja prolazi kroz točku A



Slika 6. Shematski poprečni presjek obalnog zida s naznačenim vlastitim težinama (-0,80 m)

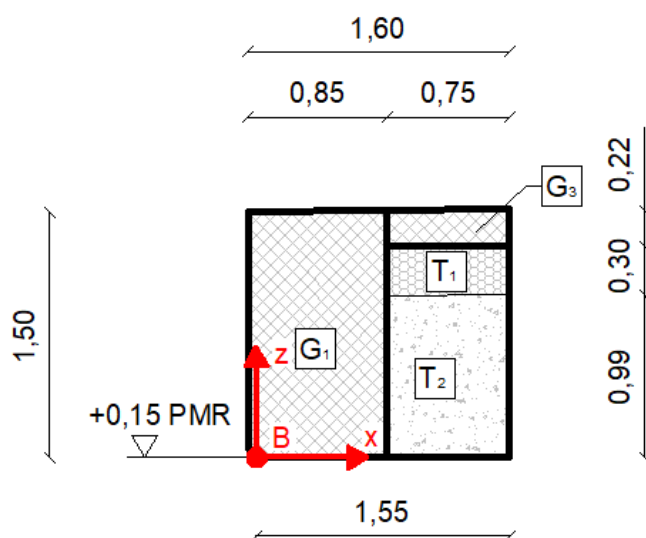
2.2.1.2. Vlastita težina obalnog zida za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

Vrijednosti vlastitih težina i njihovi krakovi u odnosu na točku prevrtanja B (Slika 7.) prikazane su u Tablici 9. Geometrija obalnog zida je za potrebe proračuna idealizirana i pojednostavljena.

Tablica 9. Vlastita težina obalnog zida za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

OPTEREĆENJE	DIMENZIJE		ZAPREM.	ZAPREM. TEŽINA	TEŽINA	x _A	z _A
	v [m]	š [m]	[m ³ /m']	[kN/m ³ /m']	[kN/m']	[m]	[m]
G ₁	1,50	0,85	1,28	24,50	31,24	0,38	0,75
ΣG					31,24	0,38	0,75

x_B/z_B – krak vlastite težine u odnosu na Z-os / X-os koja prolazi kroz točku B



Slika 7. Shematski poprečni presjek obalnog zida s naznačenom vlastitom težinom (+0,15 m)

2.2.2. Statički uzgon

2.2.2.1. Statički uzgon za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

Vrijednost statičkog uzgona i njegov krak u odnosu na točku prevrtanja A (Slika 6.) prikazani su u Tablici 10.

Tablica 10. Statički uzgon obalnog zida za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

OPTEREĆENJE	DIMENZIJE		ZAPREM.	ZAPREM. TEŽINA	TEŽINA	x_A
	v [m]	š [m]	[m ³ /m']	[kN/m ³ /m']	[kN/m']	[m]
U _{G2}	0,95	1,55	1,47	10,08	14,84	0,78
ΣU					14,84	0,78

x_A – krak vlastite težine u odnosu na Z-os koja prolazi kroz točku A

2.2.2.2. Statički uzgon za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

Za obalni zid na kontaktnoj plohi na koti +0,15 m nema pojave statičkog uzgona.

2.2.3. Pritisak tla iza obalnog zida

2.2.3.1. Pritisak tla iza obalnog zida za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

S obzirom na geometriju poprečnog presjeka obalnog zida (Slika 5.), usvojeno je da se plato iza obalnog zida nalazi na koti +1,66 m. Geostatska naprezanja od kamenog popločenja te armirano-betonske ploče na koti +1,44 m iznose:

$$\sigma_{+1,44} = h_{PLOČA} \cdot \gamma_{PLOČA} = 0,22 \cdot 24,50 = 5,39 \text{ kN/m}^2.$$

Za određivanje aktivnog pritiska tla iza obalnog zida usvojeni su sljedeći geometrijski parametri i parametri tla:

α	= 90°	kut nagiba stražnjeg lica zida,
β	= 1°	kut nagiba terena iza zida,
φ'_1	= 40°	efektivni kut unutarnjeg trenja nosivog sloja (tampona) iza zida,
δ'_1	= 25°	efektivni kut unutarnjeg trenja između nosivog sloja (tampona) iza zida i nosivog sloja u sastavu zida,
φ'_2	= 38°	efektivni kut unutarnjeg trenja općeg kamenog nasipa iza zida,
δ'_2	= 25°	efektivni kut unutarnjeg trenja između općeg kamenog nasipa iza zida i općeg kamenog nasipa u sastavu zida,
φ'_3	= 42°	efektivni kut unutarnjeg trenja kamene prizme iza zida,
δ'_3	= 20°	efektivni kut unutarnjeg trenja između kamene prizme iza zida i stražnjeg betonskog lica zida,
γ_1	= 22,50 kN/m ³	prirodno vlažna zapreminska težina nosivog sloja (tampona) iza zida,
γ_2	= 20,00 kN/m ³	prirodno vlažna zapreminska težina općeg kamenog nasipa iza zida,
γ''_3	= 11,00 kN/m ³	uronjena zapreminska težina kamene prizme iza zida,
γ_w	= 10,08 kN/m ³	zapreminska težina morske vode.

Koeficijenti aktivnog pritiska tla za gore usvojene parametre α , β , φ' i δ' iznose:

$$k_{a1} = 0,201 \text{ (nosivi sloj, tampon) ,} \quad k_{a2} = 0,219 \text{ (opći kameni nasip) ,}$$

$$k_{a3} = 0,184 \text{ (kamena prizma) .}$$

Aktivni pritisci tla iznose:

$$p_{+1,44} = \sigma_{+1,44} \cdot k_{a1} = 5,39 \cdot 0,201 = 1,08 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{+1,14} = (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1) \cdot k_{a1} = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50) \cdot 0,201 = 2,44 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{+1,14'} = (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1) \cdot k_{a2} = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50) \cdot 0,219 = 2,66 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{+0,15} = (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1 + v_2 \cdot \gamma_2) \cdot k_{a2} = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50 + 0,99 \cdot 20,00) \cdot 0,219 = 6,99 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{+0,15'} = (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1 + v_2 \cdot \gamma_2) \cdot k_{a3} = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50 + 0,99 \cdot 20,00) \cdot 0,184 = 5,88 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{-0,80} = (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1 + v_2 \cdot \gamma_2 + v_3 \cdot \gamma_3'') \cdot k_{a3} = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50 + 0,99 \cdot 20,00 + 0,95 \cdot 11,00) \cdot 0,184 = 7,80 \text{ kN/m}^2$$

Na temelju aktivnih pritisaka tla, određene su sile aktivnog pritiska tla te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja A:

$$P_1 = p_{+1,44} \cdot v_1 = 1,08 \cdot 0,30 = 0,32 \text{ kN/m'} \quad Z_{P1} = 2,09 \text{ m}$$

$$\Delta P_1 = (p_{+1,14} - p_{+1,44}) \cdot v_1 / 2 = (2,44 - 1,08) \cdot 0,30 / 2 = 0,20 \text{ kN/m'} \quad Z_{\Delta P1} = 2,04 \text{ m}$$

$$P_2 = p_{+1,14'} \cdot v_2 = 2,66 \cdot 0,99 = 2,63 \text{ kN/m'} \quad Z_{P2} = 1,45 \text{ m}$$

$$\Delta P_2 = (p_{+0,15} - p_{+1,14'}) \cdot v_2 / 2 = (6,99 - 2,66) \cdot 0,99 / 2 = 2,14 \text{ kN/m'} \quad Z_{\Delta P2} = 1,28 \text{ m}$$

$$P_3 = p_{+0,15'} \cdot v_3 = 5,88 \cdot 0,95 = 5,59 \text{ kN/m'} \quad Z_{P3} = 0,48 \text{ m}$$

$$\Delta P_3 = (p_{-0,80} - p_{+0,15'}) \cdot v_3 / 2 = (7,80 - 5,88) \cdot 0,95 / 2 = 0,91 \text{ kN/m'} \quad Z_{\Delta P3} = 0,32 \text{ m}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta resultantne sile aktivnog pritiska tla, te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja A iznose:

$$HPa = (P_1 + \Delta P_1) \cdot \cos(\delta'_1) + (P_2 + \Delta P_2) \cdot \cos(\delta'_2) + (P_3 + \Delta P_3) \cdot \cos(\delta'_3) = 10,90 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{HPa} = 0,90 \text{ m ,}$$

$$VPa = (P_1 + \Delta P_1) \cdot \sin(\delta'_1) + (P_2 + \Delta P_2) \cdot \sin(\delta'_2) + (P_3 + \Delta P_3) \cdot \sin(\delta'_3) = 4,46 \text{ kN/m'}$$

$$X_{VPa} = 1,55 \text{ m .}$$

2.2.3.2. Pritisak tla iza obalnog zida za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

S obzirom na geometriju poprečnog presjeka obalnog zida (Slika 5.), usvojeno je da se plato iza obalnog zida nalazi na koti +1,66 m. Geostatska naprezanja od kamenog popločenja te armirano-betonske ploče na koti +1,44 m iznose:

$$\sigma_{+1,44} = h_{PLOČA} \cdot \gamma_{PLOČA} = 0,22 \cdot 24,50 = 5,39 \text{ kN/m}^2 .$$

Za određivanje aktivnog pritiska tla iza obalnog zida usvojeni su sljedeći geometrijski parametri i parametri tla:

$$\alpha = 90^\circ \quad \text{kut nagiba stražnjeg lica zida,}$$

$$\beta = 1^\circ \quad \text{kut nagiba terena iza zida,}$$

$$\varphi'_1 = 40^\circ \quad \text{efektivni kut unutarnjeg trenja nosivog sloja (tampona) iza zida,}$$

$$\delta'_1 = 20^\circ \quad \text{efektivni kut unutarnjeg trenja između nosivog sloja (tampona) iza zida i stražnjeg lica zida,}$$

φ'_2	$= 38^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja općeg kamenog nasipa iza zida,
δ'_2	$= 20^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja između općeg kamenog nasipa iza zida i stražnjeg lica zida,
γ_1	$= 22,50 \text{ kN/m}^3$	prirodno vlažna zapreminska težina nosivog sloja (tampona) iza zida,
γ_2	$= 20,00 \text{ kN/m}^3$	prirodno vlažna zapreminska težina općeg kamenog nasipa iza zida.

Koeficijent aktivnog pritiska tla za gore usvojene parametre α , β , φ' i δ' iznosi:

$$k_{a1} = 0,201 \text{ (nosivi sloj, tampon)}, \quad k_{a2} = 0,219 \text{ (opći kameni nasip)}.$$

Aktivni pritisci tla iznose:

$$p_{+1,44} = \sigma_{+1,44} \cdot k_{a1} = 5,39 \cdot 0,201 = 1,08 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{+1,14} = (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1) \cdot k_{a1} = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50) \cdot 0,201 = 2,44 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{+1,14'} = (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1) \cdot k_{a2} = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50) \cdot 0,219 = 2,66 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{+0,15} = (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1 + v_2 \cdot \gamma_2) \cdot k_{a2} = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50 + 0,99 \cdot 20,00) \cdot 0,219 = 6,99 \text{ kN/m}^2$$

Na temelju aktivnih pritisaka tla, određene su sile aktivnog pritiska tla te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja B:

$$P_1 = p_{+1,44} \cdot v_1 = 1,08 \cdot 0,30 = 0,32 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{P1} = 1,14 \text{ m}$$

$$\Delta P_1 = (p_{+1,14} - p_{+1,44}) \cdot v_1 / 2 = (2,44 - 1,08) \cdot 0,30 / 2 = 0,20 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{\Delta P1} = 1,09 \text{ m}$$

$$P_2 = p_{+1,14'} \cdot v_2 = 2,66 \cdot 0,99 = 2,63 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{P2} = 0,50 \text{ m}$$

$$\Delta P_2 = (p_{+0,15} - p_{+1,14'}) \cdot v_2 / 2 = (6,99 - 2,66) \cdot 0,99 / 2 = 2,14 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{\Delta P2} = 0,33 \text{ m}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta resultantne sile aktivnog pritiska tla, te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja B iznose:

$$H_{Pa} = (P_1 + \Delta P_1) \cdot \cos(\delta'_1) + (P_2 + \Delta P_2) \cdot \cos(\delta'_2) = 4,97 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{HPa} = 0,49 \text{ m},$$

$$V_{Pa} = (P_1 + \Delta P_1) \cdot \sin(\delta'_1) + (P_2 + \Delta P_2) \cdot \sin(\delta'_2) = 1,81 \text{ kN/m'}$$

$$x_{VPa} = 0,80 \text{ m}.$$

2.2.4. Opterećenje valovima

Za proračun je mjerodavan dol vala. Prema poglavlju „Vjetrovalna klima i opterećenja na građevine“ za proračun stabilnosti i nosivosti obalnog zida referentan je val iz SE smjera povratnog perioda od 50 god. s visinom značajnog vala od $H_S = 0,50 \text{ m}$. Kako je za analizu mjerodavan maksimalni val, a dol vala je polovica njegove ukupne visine, visina dola vala iznosi $H_P^{\text{dol}} = H_S^{50} \cdot 1,86 / 2 \approx 0,50 \text{ m}$. Pritisak vala (usis) određen je, na strani sigurnosti, kao hidrostatski pritisak. Pritisak dola vala na koti -0,35 m do koje se val može spustiti iznosi:

$$p_{\text{DOL}} = h_{\text{DOL}} \cdot \gamma_W = 0,50 \cdot 10,08 = 5,04 \text{ kN/m}^2.$$

2.2.4.1. Opterećenje valovima za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

Sile uslijed djelovanja dola vala na obalni zid i njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja A iznose:

$$P1_{\text{DOL}} = p_{\text{DOL}} \cdot h_{\text{DOL}} / 2 = 5,04 \cdot 0,50 / 2 = 1,26 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{P1\text{DOL}} = 0,62 \text{ m}$$

$$P2_{\text{DOL}} = p_{\text{DOL}} \cdot h_W = 5,04 \cdot 0,45 = 2,27 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{P2\text{DOL}} = 0,23 \text{ m}$$

$$P_{\text{DOL}} = P1_{\text{DOL}} + P2_{\text{DOL}} = 1,26 + 2,27 = 3,53 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{P\text{DOL}} = 0,37 \text{ m}$$

$$PU_{\text{DOL}} = p_{\text{DOL}} \cdot B / 2 = 5,04 \cdot 1,55 / 2 = 3,91 \text{ kN/m'}$$

$$x_{PU\text{DOL}} = 0,52 \text{ m}.$$

2.2.4.2. Opterećenje valovima za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

Za obalni zid na kontaktnoj plohi na koti +0,15 m nema utjecaja dola vala.

2.2.5. Zaostala voda iza obalnog zida

Usvaja se da iza obalnog zida može doći do pojave rezidualne (zaostale) vode na način da se voda iza obalnog zida nalazi na koti +0,45, m, što znači da razlika u nivou vode iznosi $h_{RW} = 0,30$ m. Pritisak na obalni zid uslijed pojave zaostale vode iznosi:

$$p_{RW} = h_{RW} \cdot \gamma_W = 0,30 \cdot 10,08 = 3,02 \text{ kN/m}^2.$$

2.2.5.1. Zaostala voda iza obalnog zida za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

Sile rezidualne vode, resultantne sile i njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja A iznose:

$$P1_{RW} = p_{RW} \cdot h_{RW} / 2 = 3,02 \cdot 0,30 / 2 = 0,45 \text{ kN/m}^1 \quad Z_{P1RW} = 1,05 \text{ m}$$

$$P2_{RW} = p_{RW} \cdot h_W = 3,02 \cdot 0,95 = 2,87 \text{ kN/m}^1 \quad Z_{P2RW} = 0,48 \text{ m}$$

$$P_{RW} = P1_{RW} + P2_{RW} = 0,45 + 2,87 = 3,32 \text{ kN/m}^1 \quad Z_{PRW} = 0,55 \text{ m} ,$$

$$P_{URW} = p_{RW} \cdot B / 2 = 3,02 \cdot 1,55 / 2 = 2,34 \text{ kN/m}^1 \quad X_{PURW} = 1,03 \text{ m} .$$

2.2.5.2. Zaostala voda iza obalnog zida za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

Sile rezidualne vode, resultantne sile i njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja B iznose:

$$P1_{RW} = p_{RW} \cdot h_{RW} / 2 = 3,02 \cdot 0,30 / 2 = 0,45 \text{ kN/m}^1 \quad Z_{P1RW} = 0,10 \text{ m}$$

$$P_{RW} = P1_{RW} = 0,45 \text{ kN/m}^1 \quad Z_{PRW} = 0,10 \text{ m} ,$$

$$P_{URW} = p_{RW} \cdot B / 2 = 3,02 \cdot 0,85 / 2 = 1,28 \text{ kN/m}^1 \quad X_{PURW} = 0,52 \text{ m} .$$

2.2.6. Korisno opterećenje u zaleđu obalnog zida

Usvaja se korisno opterećenje intenziteta $q = 3,00 \text{ kN/m}^2$. Ovo opterećenje djeluje na obalni zid kao dodatni pritisak tla.

2.2.6.1. Korisno opterećenje u zaleđu obalnog zida za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

Usvaja se da korisno opterećenje djeluje na koti +1,44 m, kao i geostatsko naprezanje. Za koeficijente aktivnog pritiska tla, usvojene su iste vrijednosti kao i u Poglavlju 2.2.3. te iznose $k_{a1} = 0,201$ za nosivi sloj (tampon), $k_{a2} = 0,219$ za opći kameni nasip te $k_{a3} = 0,184$ za kamenu prizmu. Aktivni pritisci tla uslijed djelovanja korisnog opterećenja na parteru obalnog zida, iznose:

$$p_{q+1,44} = p_{q+1,14} = q \cdot k_{a1} = 3,00 \cdot 0,201 = 0,60 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{q+1,14'} = p_{q+0,15} = q \cdot k_{a2} = 3,00 \cdot 0,219 = 0,66 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{q+0,15'} = p_{q-0,80} = q \cdot k_{a3} = 3,00 \cdot 0,184 = 0,55 \text{ kN/m}^2$$

Na temelju aktivnih pritisaka tla, određene su sile pritiska tla te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja, A,:

$$P_{q1} = p_{q+1,44} \cdot v_1 = 0,60 \cdot 0,30 = 0,18 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{Pq1} = 2,09 \text{ m}$$

$$P_{q2} = p_{q+1,14'} \cdot v_2 = 0,66 \cdot 0,99 = 0,65 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{Pq2} = 1,45 \text{ m}$$

$$P_{q3} = p_{q+0,15'} \cdot v_3 = 0,55 \cdot 0,95 = 0,52 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{Pq3} = 0,48 \text{ m}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta rezultantne sile aktivnog pritiska tla uslijed djelovanja korisnog opterećenja na parteru obalnog zida, te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja, A, iznose:

$$HP_q = (P_{q1}) \cdot \cos(\delta'_1) + (P_{q2}) \cdot \cos(\delta'_2) + (P_{q3}) \cdot \cos(\delta'_3) = 1,24 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{HPq} = 1,16 \text{ m}$$

$$VP_q = (P_{q1}) \cdot \sin(\delta'_1) + (P_{q2}) \cdot \sin(\delta'_2) + (P_{q3}) \cdot \sin(\delta'_3) = 0,53 \text{ kN/m'}$$

$$x_{VPq} = 1,55 \text{ m}$$

2.2.6.2. **Korisno opterećenje u zaleđu obalnog zida za kontaktnu plohu na koti +0,15 m**

Usvaja se da korisno opterećenje djeluje na koti +1,44 m, kao i geostatsko naprezanje. Za koeficijente aktivnog pritiska tla usvojene su iste vrijednosti kao i u Poglavlju 2.2.3. te iznose $k_{a1} = 0,201$ za nosivi sloj (tampon) te $k_{a2} = 0,219$ za opći kameni nasip.

Aktivni pritisci tla uslijed djelovanja korisnog opterećenja na parteru obalnog zida, iznose:

$$p_{q+1,44} = p_{q+1,14} = q \cdot k_{a1} = 3,00 \cdot 0,201 = 0,60 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{q+1,14'} = p_{q+0,15} = q \cdot k_{a2} = 3,00 \cdot 0,219 = 0,66 \text{ kN/m}^2$$

Na temelju aktivnih pritisaka tla, određene su sile pritiska tla te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja, B,:

$$P_{q1} = p_{q+1,44} \cdot v_1 = 0,60 \cdot 0,30 = 0,18 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{Pq1} = 1,14 \text{ m}$$

$$P_{q2} = p_{q+1,14'} \cdot v_2 = 0,66 \cdot 0,99 = 0,65 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{Pq2} = 0,50 \text{ m}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta rezultantne sile aktivnog pritiska tla uslijed djelovanja korisnog opterećenja na parteru obalnog zida, te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja, B, iznose:

$$HP_q = (P_{q1}) \cdot \cos(\delta'_1) + (P_{q2}) \cdot \cos(\delta'_2) = 0,78 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{HPq} = 0,63 \text{ m}$$

$$VP_q = (P_{q1}) \cdot \sin(\delta'_1) + (P_{q2}) \cdot \sin(\delta'_2) = 0,28 \text{ kN/m'}$$

$$x_{VPq} = 0,80 \text{ m}$$

2.2.7. **Seizmička opterećenja**

Vrijednosti horizontalnog i vertikalnog koeficijenta, k_h i k_v , jednake su kao i za obalni zid s kotom temeljenja na -1,80 m (Poglavlje 1.2.7.) te iznose:

$$k_h = 0,074, \quad k_v = \pm 0,037$$

2.2.7.1. **Seizmičke sile obalnog zida**

Prema EN 1998-5:2004, komponente seizmičke inercijalne sile u horizontalnom, S_{ih} , i vertikalnom, S_{iv} , smjeru određuju se na temelju sljedećih izraza:

$$S_{ih} = k_h \cdot \Sigma G,$$

$$S_{iv} = k_v \cdot \Sigma G.$$

2.2.7.1.1. **Seizmičke sile obalnog zida za kontaktnu plohu na koti -0,80 m**

Težina potpornog zida po dužnom metru (Tablica 8.) iznosi:

$$\Sigma G = 90,53 \text{ kN/m'}$$

Stoga, intenziteti horizontalne i vertikalne seizmičke inercijalne sile te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja A iznose:

$$\begin{aligned} S_{ih} &= 0,074 \cdot 90,53 = \mathbf{6,70 \text{ kN/m}'} & z_{Sih} &= \mathbf{1,23 \text{ m}} , \\ S_{iv} &= \pm 0,037 \cdot 90,53 = \mathbf{\pm 3,35 \text{ kN/m}'} & x_{Siv} &= \mathbf{0,74 \text{ m}} . \end{aligned}$$

2.2.7.1.2. Seizmičke sile obalnog zida za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

Težina potpornog zida po dužnom metru (Tablica 9.) iznosi:

$$\Sigma G = 31,24 \text{ kN/m} .$$

Stoga, intenziteti horizontalne i vertikalne seizmičke inercijalne sile te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja B iznose:

$$\begin{aligned} S_{ih} &= 0,074 \cdot 31,24 = \mathbf{2,31 \text{ kN/m}'} & z_{Sih} &= \mathbf{0,75 \text{ m}} , \\ S_{iv} &= \pm 0,037 \cdot 31,24 = \mathbf{\pm 1,16 \text{ kN/m}'} & x_{Siv} &= \mathbf{0,38 \text{ m}} . \end{aligned}$$

2.2.7.2. Seizmički pritisak tla iza obalnog zida

Prema Eurokodu 8 (EN 1998-5:2004, Annex E), seizmički pritisak tla određuje se pomoću pseudo-statičkog Mononobe-Okabe postupka. Ukupni, statički i dinamički, pritisak, p_s , određuje se prema sljedećem izrazu:

$$p_s = \gamma^* \cdot (1 \pm k_v) \cdot K \cdot h ,$$

pri čemu je:

- γ^* zapreminska težina tla,
- k_v vertikalni seizmički koeficijent,
- K koeficijent pritiska tla (statički + dinamički),
- h visina zida.

Ukupni koeficijent pritiska tla, K , određuje se na temelju izraza:

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi'_d - \theta)}{\cos\theta \sin^2\psi \sin(\psi - \theta - \delta_d) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi'_d + \delta_d) \sin(\phi'_d - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta_d) \sin(\psi + \beta)}} \right]^2} \quad \text{kada je } \beta \leq \phi'_d - \theta ,$$

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos\theta \sin^2\psi \sin(\psi - \theta - \delta_d)} \quad \text{kada je } \beta > \phi'_d - \theta ,$$

pri čemu su:

- ψ kut nagiba stražnjeg lica zida,
- ϕ' efektivni kut unutarnjeg trenja tla iza zida,
- δ' efektivni kut trenja između tla iza zida i stražnjeg lica zida,
- β kut nagiba terena iza zida.

Kut θ se za slučaj kada je razina vode ispod potpornog zida određuje prema izrazu:

$$\tan\theta_{1,2} = k_h / (1 \pm k_v) ,$$

dok se za slučaj kada je dinamički propusno tlo ispod površine vode određuje prema izrazu:

$$\tan\theta_{1,2} = (\gamma_d / (\gamma' - \gamma_w)) \cdot (k_h / (1 \pm k_v)).$$

Hvatište sile dinamičkog pritiska tla nalazi se na polovici visine zida. Stoga će se odrediti ukupna, dinamička i statička, sila pritiska tla na zid i od nje oduzeti sila statičkog pritiska na zid, P_a , (Poglavlje 2.2.3.) kako bi se odredila samo dinamička (seizmička) sila aktivnog pritiska tla na zid.

2.2.7.2.1. Seizmički pritisak tla iza obalnog zida za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

Usvojeni su sljedeći geometrijski parametri i parametri tla:

ψ	$= 90^\circ$	kut nagiba stražnjeg lica zida,
β	$= 1^\circ$	kut nagiba terena iza zida,
φ'_1	$= 40^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja nosivog sloja (tampona) iza zida,
δ'_1	$= 25^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja između nosivog sloja (tampona) iza zida i nosivog sloja (tampona) u sastavu zida,
φ'_2	$= 38^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja općeg kamenog nasipa iza zida,
δ'_2	$= 25^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja između općeg kamenog nasipa iza zida i općeg kamenog nasipa u sastavu zida,
φ'_3	$= 42^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja kamene prizme iza zida,
δ'_3	$= 20^\circ$	efektivni kut trenja između kamene prizme iza zida i stražnjeg betonskog lica zida,
γ_1	$= 22,50 \text{ kN/m}^3$	prirodno vlažna zapreminska težina nosivog sloja (tampona) iza zida,
γ_2	$= 20,00 \text{ kN/m}^3$	prirodno vlažna zapreminska težina općeg kamenog nasipa iza zida,
γ_3	$= 19,50 \text{ kN/m}^3$	prirodno vlažna zapreminska težina kamene prizme iza zida,
γ_{d3}	$= 17,90 \text{ kN/m}^3$	suha zapreminska težina kamene prizme iza zida,
γ'_3	$= 21,08 \text{ kN/m}^3$	saturirana zapreminska težina kamene prizme iza zida,
γ''_3	$= 11,00 \text{ kN/m}^3$	uronjena zapreminska težina kamene prizme iza zida,
γ_w	$= 10,08 \text{ kN/m}^3$	zapreminska težina morske vode.

Na temelju usvojenih vrijednosti, određeni su kutevi, θ_{11} i θ_{12} , te koeficijenti pritiska tla, K_{11} i K_{12} , za sloj nosivog sloja (tampona) koji je iznad razine vode:

$$\tan\theta_{11} = k_h / (1 + k_v) = 0,074 / (1 + 0,037) \rightarrow \theta_{11} = 4,082^\circ ,$$

$$\tan\theta_{12} = k_h / (1 - k_v) = 0,074 / (1 - 0,037) \rightarrow \theta_{12} = 4,394^\circ ,$$

$$K_{11} = 0,240 ,$$

$$K_{12} = 0,243 .$$

Na temelju usvojenih vrijednosti, određeni su kutevi, θ_{21} i θ_{22} , te koeficijenti pritiska tla, K_{11} i K_{12} , za sloj općeg kamenog nasipa koji je iznad razine vode:

$$\tan\theta_{21} = k_h / (1 + k_v) = 0,074 / (1 + 0,037) \rightarrow \theta_{21} = 4,082^\circ ,$$

$$\tan\theta_{22} = k_h / (1 - k_v) = 0,074 / (1 - 0,037) \rightarrow \theta_{22} = 4,394^\circ ,$$

$$K_{21} = 0,260 ,$$

$$K_{22} = 0,263 .$$

Na temelju usvojenih vrijednosti, određeni su kutevi, θ_{31} i θ_{32} te koeficijenti pritiska tla, K_{21} i K_{22} , za sloj kamene prizme koji je ispod razine vode:

$$\tan\theta_{31} = (\gamma_{d3} / (\gamma'_3 - \gamma_w)) \cdot (k_h / (1 + k_v)) = (17,90 / (21,08 - 10,08)) \cdot (0,074 / (1 + 0,037))$$

$$\rightarrow \theta_{31} = 6,624^\circ,$$

$$\tan\theta_{32} = (\gamma_{d3} / (\gamma'_3 - \gamma_w)) \cdot (k_h / (1 - k_v)) = (17,90 / (21,08 - 10,08)) \cdot (0,074 / (1 - 0,037))$$

$$\rightarrow \theta_{32} = 7,128^\circ,$$

$$K_{31} = 0,245,$$

$$K_{32} = 0,251.$$

Geostatsko naprezanje na koti +1,44 m (Poglavlje 2.2.3.) iznosi:

$$\sigma_{+1,44} = 6,98 \text{ kN/m}^2.$$

Aktivni (statički + dinamički) pritisci tla za slučaj kada seizmička vertikalna inercijalna sila djeluje prema dolje ($+k_v$ i K_{X1}) iznose:

$$ps_{1+1,44} = \sigma_{+1,44} \cdot K_{11} \cdot (1 + k_v) = 5,39 \cdot 0,240 \cdot (1 + 0,037) = 1,34 \text{ kN/m}^2$$

$$ps_{1+1,14} = (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1) \cdot K_{11} \cdot (1 + k_v) = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50) \cdot 0,240 \cdot (1 + 0,037) = 3,02 \text{ kN/m}^2$$

$$ps_{1+1,14}' = (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1) \cdot K_{21} \cdot (1 + k_v) = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50) \cdot 0,260 \cdot (1 + 0,037) = 3,27 \text{ kN/m}^2$$

$$ps_{1+0,15} = (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1 + v_2 \cdot \gamma_2) \cdot K_{21} \cdot (1 + k_v) = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50 + 0,99 \cdot 20,00) \cdot 0,260 \cdot (1 + 0,037) = 8,61 \text{ kN/m}^2$$

$$ps_{1+0,15}' = (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1 + v_2 \cdot \gamma_2) \cdot K_{31} \cdot (1 + k_v) = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50 + 0,99 \cdot 20,00) \cdot 0,245 \cdot (1 + 0,037) = 8,11 \text{ kN/m}^2$$

$$ps_{1-0,80} = (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1 + v_2 \cdot \gamma_2 + v_3 \cdot \gamma''_3) \cdot K_{31} \cdot (1 + k_v) = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50 + 0,99 \cdot 20,00 + 0,95 \cdot 11,00) \cdot 0,245 \cdot (1 + 0,037) = 10,77 \text{ kN/m}^2$$

Na temelju aktivnih pritisaka, određene su sile aktivnog pritiska tla:

$$1Ps_1 = ps_{1+1,44} \cdot v_1 = 1,34 \cdot 0,30 = 0,40 \text{ kN/m'}$$

$$\Delta 1Ps_1 = (ps_{1+1,14} - ps_{1+1,44}) \cdot v_1 / 2 = (3,02 - 1,34) \cdot 0,30 / 2 = 0,25 \text{ kN/m'}$$

$$2Ps_1 = ps_{1+1,14}' \cdot v_2 = 3,27 \cdot 0,99 = 3,24 \text{ kN/m'}$$

$$\Delta 2Ps_1 = (ps_{1+0,15} - ps_{1+1,14}') \cdot v_2 / 2 = (8,61 - 3,27) \cdot 0,99 / 2 = 2,64 \text{ kN/m'}$$

$$3Ps_1 = ps_{1+0,15}' \cdot v_3 = 8,11 \cdot 0,95 = 7,70 \text{ kN/m'}$$

$$\Delta 3Ps_1 = (ps_{1-0,80} - ps_{1+0,15}') \cdot v_3 / 2 = (10,77 - 8,11) \cdot 0,95 / 2 = 1,26 \text{ kN/m'}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta rezultantne sile aktivnog (statički + dinamički) pritiska tla, iznose:

$$HPS_1 = (1Ps_1 + \Delta 1Ps_1) \cdot \cos(\delta'_1) + (2Ps_1 + \Delta 2Ps_1) \cdot \cos(\delta'_2) + (3Ps_1 + \Delta 3Ps_1) \cdot \cos(\delta'_3) = 14,34 \text{ kN/m'}$$

$$VPS_1 = (1Ps_1 + \Delta 1Ps_1) \cdot \sin(\delta'_1) + (2Ps_1 + \Delta 2Ps_1) \cdot \sin(\delta'_2) + (3Ps_1 + \Delta 3Ps_1) \cdot \sin(\delta'_3) = 5,82 \text{ kN/m'}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta dinamičke rezultantne sile aktivnog pritiska tla iza zida na zid i njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja, A, za slučaj kada seizmička vertikalna inercijalna sila djeluje prema dolje ($+k_v$ i K_{X1}) iznose:

$$HPda_1 = HPS_1 - HPa \text{ (Poglavlje 2.2.3.)} = 14,34 - 10,90 = 3,44 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{HPda1} = 1,23 \text{ m},$$

$$VPda_1 = VPS_1 - VPa \text{ (Poglavlje 2.2.3.)} = 5,82 - 4,46 = 1,36 \text{ kN/m'}$$

$$X_{VPda1} = 1,55 \text{ m}.$$

Aktivni (statički + dinamički) pritisci tla za slučaj kada seizmička vertikalna inercijalna sila djeluje prema gore ($-k_v$ i K_{X2}) iznose:

$$ps_{2+1,44} = \sigma_{+1,44} \cdot K_{12} \cdot (1 - k_v) = 5,39 \cdot 0,243 \cdot (1 - 0,037) = 1,26 \text{ kN/m}^2$$

$$ps_{2+1,14} = (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1) \cdot K_{12} \cdot (1 - k_v) = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50) \cdot 0,243 \cdot (1 - 0,037) = 2,84 \text{ kN/m}^2$$

$$ps_{2+1,14}' = (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1) \cdot K_{22} \cdot (1 - k_v) = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50) \cdot 0,263 \cdot (1 - 0,037) = 3,07 \text{ kN/m}^2$$

$$ps_{2+0,15} = (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1 + v_2 \cdot \gamma_2) \cdot K_{22} \cdot (1 - k_v) = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50 + 0,99 \cdot 20,00) \cdot 0,263 \cdot (1 - 0,037) = 8,09 \text{ kN/m}^2$$

$$ps_{2+0,15}' = (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1 + v_2 \cdot \gamma_2) \cdot K_{32} \cdot (1 - k_v) = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50 + 0,99 \cdot 20,00) \cdot 0,251 \cdot (1 - 0,037) = 7,72 \text{ kN/m}^2$$

$$ps_{2-0,80} = (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1 + v_2 \cdot \gamma_2 + v_3 \cdot \gamma_3) \cdot K_{32} \cdot (1 - k_v) = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50 + 0,99 \cdot 20,00 + 0,95 \cdot 11,00) \cdot 0,251 \cdot (1 - 0,037) = 10,25 \text{ kN/m}^2$$

Na temelju aktivnih pritisaka, određene su sile aktivnog pritiska tla:

$$1Ps_2 = ps_{2+1,44} \cdot v_1 = 1,26 \cdot 0,30 = 0,38 \text{ kN/m'}$$

$$\Delta 1Ps_2 = (ps_{2+1,14} - ps_{2+1,44}) \cdot v_1 / 2 = (2,84 - 1,26) \cdot 0,30 / 2 = 0,24 \text{ kN/m'}$$

$$2Ps_2 = ps_{2+1,14}' \cdot v_2 = 3,07 \cdot 0,99 = 3,04 \text{ kN/m'}$$

$$\Delta 2Ps_2 = (ps_{2+0,15} - ps_{2+1,14}') \cdot v_2 / 2 = (8,09 - 3,07) \cdot 0,99 / 2 = 2,48 \text{ kN/m'}$$

$$3Ps_2 = ps_{2+0,15}' \cdot v_3 = 7,72 \cdot 0,95 = 7,33 \text{ kN/m'}$$

$$\Delta 3Ps_2 = (ps_{2-0,80} - ps_{2+0,15}') \cdot v_3 / 2 = (10,25 - 7,72) \cdot 0,95 / 2 = 1,20 \text{ kN/m'}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta rezultantne sile aktivnog (statički + dinamički) pritiska tla, iznose:

$$HPS_2 = (1Ps_2 + \Delta 1Ps_2) \cdot \cos(\delta'_1) + (2Ps_2 + \Delta 2Ps_2) \cdot \cos(\delta'_2) + (3Ps_2 + \Delta 3Ps_2) \cdot \cos(\delta'_3) = 13,58 \text{ kN/m'}$$

$$VPS_2 = (1Ps_2 + \Delta 1Ps_2) \cdot \sin(\delta'_1) + (2Ps_2 + \Delta 2Ps_2) \cdot \sin(\delta'_2) + (3Ps_2 + \Delta 3Ps_2) \cdot \sin(\delta'_3) = 5,51 \text{ kN/m'}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta dinamičke rezultantne sile aktivnog pritiska tla iza zida na zid i njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja, A, za slučaj kada seizmička vertikalna inercijalna sila djeluje prema gore ($-k_v$ i K_{X2}) iznose:

$$HPda_2 = HPS_2 - HPa \text{ (Poglavlje 2.2.3.)} = 13,58 - 10,90 = 2,68 \text{ kN/m'} \quad Z_{HPda2} = 1,23 \text{ m}$$

$$VPda_2 = VPS_2 - VPa \text{ (Poglavlje 2.2.3.)} = 5,51 - 4,46 = 1,05 \text{ kN/m'} \quad X_{VPda2} = 1,55 \text{ m}$$

2.2.7.2.2. Seizmički pritisak tla iza obalnog zida za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

Usvojeni su sljedeći geometrijski parametri i parametri tla:

ψ	$= 90^\circ$	kut nagiba stražnjeg lica zida,
θ	$= 1^\circ$	kut nagiba terena iza zida,
φ'_1	$= 40^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja nosivog sloja (tampona) iza zida,
δ'_1	$= 20^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja između nosivog sloja (tampona) iza zida i stražnjeg lica zida,
φ'_2	$= 38^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja općeg kamenog nasipa iza zida,
δ'_2	$= 20^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja između općeg kamenog nasipa iza zida i stražnjeg lica zida,

$$\begin{aligned}\gamma_1 &= 22,50 \text{ kN/m}^3 && \text{prirodno vlažna zapreminska težina nosivog sloja (tampona) iza zida,} \\ \gamma_2 &= 20,00 \text{ kN/m}^3 && \text{prirodno vlažna zapreminska težina općeg kamenog nasipa iza zida,}\end{aligned}$$

Na temelju usvojenih vrijednosti, određeni su kutevi, θ_{11} i θ_{12} , te koeficijenti pritiska tla, K_{11} i K_{12} , za sloj nosivog sloja (tampona) koji je iznad razine vode:

$$\begin{aligned}\tan\theta_{11} &= k_h / (1 + k_v) = 0,074 / (1 + 0,037) \rightarrow \theta_{11} = 4,082^\circ, \\ \tan\theta_{12} &= k_h / (1 - k_v) = 0,074 / (1 - 0,037) \rightarrow \theta_{12} = 4,394^\circ, \\ K_{11} &= 0,239, && K_{12} = 0,242.\end{aligned}$$

Na temelju usvojenih vrijednosti, određeni su kutevi, θ_{11} i θ_{12} , te koeficijenti pritiska tla, K_{11} i K_{12} , za sloj općeg kamenog nasipa koji je iznad razine vode:

$$\begin{aligned}\tan\theta_{11} &= k_h / (1 + k_v) = 0,074 / (1 + 0,037) \rightarrow \theta_{11} = 4,082^\circ, \\ \tan\theta_{12} &= k_h / (1 - k_v) = 0,074 / (1 - 0,037) \rightarrow \theta_{12} = 4,394^\circ, \\ K_{21} &= 0,258, && K_{22} = 0,262.\end{aligned}$$

Geostatsko naprezanje na koti +1,44 m (Poglavlje 2.2.3.) iznosi:

$$\sigma_{+1,44} = 5,39 \text{ kN/m}^2.$$

Aktivni (statički + dinamički) pritisci tla za slučaj kada seizmička vertikalna inercijalna sila djeluje prema dolje ($+k_v$ i K_{X1}) iznose:

$$\begin{aligned}ps_{1+1,44} &= \sigma_{+1,44} \cdot K_{11} \cdot (1 + k_v) = 5,39 \cdot 0,239 \cdot (1 + 0,037) = 1,34 \text{ kN/m}^2 \\ ps_{1+1,14} &= (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1) \cdot K_{11} \cdot (1 + k_v) = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50) \cdot 0,239 \cdot (1 + 0,037) = 3,01 \text{ kN/m}^2 \\ ps_{1+1,14}' &= (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1) \cdot K_{21} \cdot (1 + k_v) = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50) \cdot 0,258 \cdot (1 + 0,037) = 3,25 \text{ kN/m}^2 \\ ps_{1+0,15} &= (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1 + v_2 \cdot \gamma_2) \cdot K_{21} \cdot (1 + k_v) = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50 + 0,99 \cdot 20,00) \cdot 0,258 \cdot (1 + 0,037) = 8,55 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Na temelju aktivnih pritisaka, određene su sile aktivnog pritiska tla:

$$\begin{aligned}1Ps_1 &= ps_{1+1,44} \cdot v_1 = 1,34 \cdot 0,30 = 0,40 \text{ kN/m}' \\ \Delta 1Ps_1 &= (ps_{1+1,14} - ps_{1+1,44}) \cdot v_1 / 2 = (3,01 - 1,34) \cdot 0,30 / 2 = 0,25 \text{ kN/m}' \\ 2Ps_1 &= ps_{1+1,14}' \cdot v_2 = 3,25 \cdot 0,99 = 3,22 \text{ kN/m}' \\ \Delta 2Ps_1 &= (ps_{1+0,15} - ps_{1+1,14}') \cdot v_2 / 2 = (8,55 - 3,25) \cdot 0,99 / 2 = 2,62 \text{ kN/m}'\end{aligned}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta rezultantne sile aktivnog (statički + dinamički) pritiska tla:

$$\begin{aligned}HPS_1 &= (1Ps_1 + \Delta 1Ps_1) \cdot \cos(\delta'_1) + (2Ps_1 + \Delta 2Ps_1) \cdot \cos(\delta'_2) = 6,10 \text{ kN/m}' \\ VPS_1 &= (1Ps_1 + \Delta 1Ps_1) \cdot \sin(\delta'_1) + (2Ps_1 + \Delta 2Ps_1) \cdot \sin(\delta'_2) = 2,22 \text{ kN/m}'\end{aligned}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta dinamičke rezultantne sile aktivnog pritiska tla iza zida na zid i njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja, B, za slučaj kada seizmička vertikalna inercijalna sila djeluje prema dolje ($+k_v$ i K_{X1}) iznose:

$$\begin{aligned}HPda_1 &= HPS_1 - HPa \text{ (Poglavlje 2.2.3.)} = 6,10 - 4,97 = \mathbf{1,13 \text{ kN/m}'} && Z_{HPda1} = \mathbf{0,75 \text{ m}}, \\ VPda_1 &= VPS_1 - VPa \text{ (Poglavlje 2.2.3.)} = 2,22 - 1,81 = \mathbf{0,41 \text{ kN/m}'} && X_{VPda1} = \mathbf{0,80 \text{ m}}.\end{aligned}$$

Aktivni (statički + dinamički) pritisci tla za slučaj kada seizmička vertikalna inercijalna sila djeluje prema gore ($-k_v$ i K_{X2}) iznose:

$$p_{s_{2+1,44}} = \sigma_{+1,44} \cdot K_{12} \cdot (1 - k_v) = 5,39 \cdot 0,242 \cdot (1 - 0,037) = 1,26 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{s_{2+1,14}} = (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1) \cdot K_{12} \cdot (1 - k_v) = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50) \cdot 0,242 \cdot (1 - 0,037) = 2,83 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{s_{2+1,14}'} = (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1) \cdot K_{22} \cdot (1 - k_v) = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50) \cdot 0,262 \cdot (1 - 0,037) = 3,06 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{s_{2+0,15}} = (\sigma_{+1,44} + v_1 \cdot \gamma_1 + v_2 \cdot \gamma_2) \cdot K_{22} \cdot (1 - k_v) = (5,39 + 0,30 \cdot 22,50 + 0,99 \cdot 20,00) \cdot 0,262 \cdot (1 - 0,037) = 8,06 \text{ kN/m}^2$$

Na temelju aktivnih pritisaka, određene su sile aktivnog pritiska tla:

$$1Ps_2 = p_{s_{2+1,44}} \cdot v_1 = 1,26 \cdot 0,30 = 0,38 \text{ kN/m'}$$

$$\Delta 1Ps_2 = (p_{s_{2+1,14}} - p_{s_{2+1,44}}) \cdot v_1 / 2 = (2,83 - 1,26) \cdot 0,30 / 2 = 0,24 \text{ kN/m'}$$

$$2Ps_2 = p_{s_{2+1,14}'} \cdot v_2 = 3,06 \cdot 0,99 = 3,03 \text{ kN/m'}$$

$$\Delta 2Ps_2 = (p_{s_{2+0,15}} - p_{s_{2+1,14}'}) \cdot v_2 / 2 = (8,06 - 3,06) \cdot 0,99 / 2 = 2,48 \text{ kN/m'}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta rezultantne sile aktivnog (statički + dinamički) pritiska tla:

$$HPS_2 = (1Ps_2 + \Delta 1Ps_2) \cdot \cos(\delta'_1) + (2Ps_2 + \Delta 2Ps_2) \cdot \cos(\delta'_2) = 5,76 \text{ kN/m'}$$

$$VPS_2 = (1Ps_2 + \Delta 1Ps_2) \cdot \sin(\delta'_1) + (2Ps_2 + \Delta 2Ps_2) \cdot \sin(\delta'_2) = 2,10 \text{ kN/m'}$$

Horizontalna i vertikalna komponenta dinamičke rezultantne sile aktivnog pritiska tla iza zida na zid i njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja, B, za slučaj kada seizmička vertikalna inercijalna sila djeluje prema gore ($-k_v$ i K_{x2}) iznose:

$$HPda_2 = HPS_2 - HPa \text{ (Poglavlje 2.2.3.)} = 5,76 - 4,97 = \mathbf{0,79 \text{ kN/m'}}$$

$$Z_{HPda2} = \mathbf{0,75 \text{ m}}$$

$$VPda_2 = VPS_2 - VP_a \text{ (Poglavlje 2.2.3.)} = 2,10 - 1,81 = \mathbf{0,29 \text{ kN/m'}}$$

$$X_{VPda2} = \mathbf{0,80 \text{ m}}$$

2.2.7.3. Seizmički pritisak vode

Seizmički inercijalni pritisak vode, E_{wd} , određuje se pomoću izraza:

$$E_{wd} = 7 / 12 \cdot k_h \cdot \gamma_w \cdot h_w^2 \quad [\text{kN/m'}], \quad \text{rezultanta seizmičkog pritiska vode}$$

$$z_A = 0,403 \cdot h_w \quad [\text{m}] \quad \text{krak } E_{wd} \text{ s obzirom na točku prevrtanja, A.}$$

2.2.7.3.1. Seizmički pritisak vode za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

Usvojene su sljedeće vrijednosti parametara:

$$k_h = 0,074 \quad \text{horizontalni seizmički koeficijent,}$$

$$\gamma_w = 10,08 \text{ kN/m}^3 \quad \text{zapreminska težina morske vode,}$$

$$h_w = 0,95 \text{ m} \quad \text{visina stupca morske vode koji djeluje na obalni zid.}$$

Seizmički pritisak vode, E_{wd} , iznosi:

$$E_{wd} = 7 / 12 \cdot 0,074 \cdot 10,08 \cdot 0,95^2 = 0,39 \text{ kN/m'}$$

S obzirom da se voda nalazi s obje strane obalnog zida, potrebno je udvostručiti pritisak vode te ukupna sila seizmičkog pritiska vode, ΣE_{wd} , i njezin krak s obzirom na točku prevrtanja A iznose:

$$\Sigma E_{wd} = 2 \cdot E_{wd} = 2 \cdot 0,39 = \mathbf{0,78 \text{ kN/m'}}$$

$$z_A = 0,403 \cdot h_w = 0,403 \cdot 0,95 = \mathbf{0,38 \text{ m}}$$

2.2.7.3.2. Seizmički pritisak vode za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

Seizmički pritisak vode za kontaktnu plohu na koti +0,15 m se ne analizira.

2.2.8. Rekapitulacija i kombinacije opterećenja

2.2.8.1. Rekapitulacija i kombinacije opterećenja za kontaktnu plohu na koti -0,80 m

2.2.8.1.1. Rekapitulacija vrijednosti opterećenja

Rekapitulacija vrijednosti opterećenja koje djeluju na obalni zid za kontaktnu plohu na koti -0,80 m prikazana je u Tablici 11.

Tablica 11. Rekapitulacija opterećenja

OPTEREĆENJE	SILA [kN/m']	x_A [m]	z_A [m]	
1. ΣG	90,53	0,74	-	Vlastita težina
2. ΣU	14,84	0,78	-	Statički uzgon
3.a HPa	10,90	-	0,90	Statički aktivni pritisak tla (horiz.)
3.b VPa	4,46	1,55	-	Statički aktivni pritisak tla (vert.)
4.a P_{DOL}	3,53	-	0,37	Dol vala (horiz.)
4.b PU_{DOL}	3,91	0,52	-	Uzgon dola vala (vert.)
5.a P_{RW}	3,32	-	0,55	Horizontalni pritisak zaostale vode
5.b PU_{RW}	2,34	1,03	-	Uzgon zaostale vode
6.a HP_q	1,24	-	1,16	Korisno opterećenje u zaleđu zida (horiz.)
6.b VP_q	0,53	1,55	-	Korisno opterećenje u zaleđu zida (vert.)
7.1.a S_{ih}	6,70	-	1,23	Horizontalna komponenta seizm. sile
7.1.b S_{iv}	±3,35	0,74	-	Vertikalna komponenta seizm. sile
7.2.1.a $HPda_1$	3,44	-	1,23	Dinamički aktivni pritisak tla, var 1. (horiz.)
7.2.1.b $VPda_1$	1,36	1,55	-	Dinamički aktivni pritisak tla, var 1. (vert.)
7.2.2.a $HPda_2$	2,68	-	1,23	Dinamički aktivni pritisak tla, var 2. (horiz.)
7.2.2.b $VPda_2$	1,05	1,55	-	Dinamički aktivni pritisak tla, var 2. (vert.)
7.3. ΣE_{wd}	0,78	-	0,38	Seizmički pritisak vode

x_A / z_A – krak sile u odnosu na Z-os / X-os koja prolazi kroz točku A

2.2.8.1.2. Kombinacije opterećenja

Analizirane su sljedeće kombinacija opterećenja:

1	1 + 2 + 3	stalno
2	1 + 2 + 3 + 5 + 6	stalno + zaostala voda + korisno
3	1 + 2 + 3 + 4 + 6	stalno + val(H) + korisno
4	1 + 2 + 3 + 7(1)	stalno + potres (varijanta 1.)
5	1 + 2 + 3 + 7(2)	stalno + potres (varijanta 2.)

2.2.8.2. Rekapitulacija i kombinacije opterećenja za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

2.2.8.2.1. Rekapitulacija vrijednosti opterećenja

Rekapitulacija vrijednosti opterećenja koje djeluju na obalni zid za kontaktnu plohu na koti +0,15 m prikazana je u Tablici 12.

Tablica 12. Rekapitulacija opterećenja

OPTEREĆENJE	SILA	x_B	z_B	
	[kN/m']	[m]	[m]	
1. ΣG	31,24	0,38	-	Vlastita težina
3.a HPa	4,97	-	0,49	Statički aktivni pritisak tla (horiz.)
3.b Vpa	1,81	0,80	-	Statički aktivni pritisak tla (vert.)
5.a P_{RW}	0,45	-	0,10	Horizontalni pritisak zaostale vode
5.b PU_{RW}	1,28	0,52	-	Uzgon zaostale vode
6.a HP_q	0,78	-	0,63	Korisno opterećenje u zaleđu zida (horiz.); osnovna sit.
6.b VP_q	0,28	0,80	-	Korisno opterećenje u zaleđu zida (vert.); osnovna sit.
7.1.a S_{ih}	2,31	-	0,75	Horizontalna komponenta seizm. sile
7.1.b S_{iv}	±1,16	0,38	-	Vertikalna komponenta seizm. sile
7.2.1.a $HPda_1$	1,13	-	0,75	Dinamički aktivni pritisak tla, var 1. (horiz.)
7.2.1.b $VPda_1$	0,41	0,80	-	Dinamički aktivni pritisak tla, var 1. (vert.)
7.2.2.a $HPda_2$	0,79	-	0,75	Dinamički aktivni pritisak tla, var 2. (horiz.)
7.2.2.b $VPda_2$	0,29	0,80	-	Dinamički aktivni pritisak tla, var 2. (vert.)

x_B / z_B – krak sile u odnosu na Z-os / X-os koja prolazi kroz točku B

2.2.8.2.2. Kombinacije opterećenja

Analizirane su sljedeće kombinacija opterećenja:

1	1 + 3	stalno
2	1 + 3 + 5 + 6	stalno + zaostala voda + korisno
4	1 + 3 + 7(1)	stalno + potres (varijanta 1.)
5	1 + 3 + 7(2)	stalno + potres (varijanta 2.)

2.3. PRORAČUN STABILNOSTI I NOSIVOSTI

2.3.1. Kombinacija opterećenja 1: stalno

2.3.1.1. Kontaktna ploha na koti -0,80 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{\text{stb}} = \Sigma G \cdot x_{A,\Sigma G} + V_{Pa} \cdot x_{A,V_{Pa}} = 90,53 \cdot 0,74 + 4,46 \cdot 1,55 = 73,91 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{\text{dstb}} = \Sigma U \cdot z_{A,\Sigma U} + H_{Pa} \cdot z_{A,H_{Pa}} = 14,84 \cdot 0,78 + 10,90 \cdot 0,90 = 21,31 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{\text{PR}} = M_{\text{stb}} / M_{\text{dstb}} = 73,91 / 21,31 = 3,47 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između temeljnog kamenometa i *in situ* betonskog obalnog zida, usvojena je vrijednost $\mu = 0,65$.

$$V' = (\Sigma G - \Sigma U + V_{Pa}) \cdot \mu = (90,53 - 14,84 + 4,46) \cdot 0,65 = 52,10 \text{ kN/m'}$$

$$H = H_{Pa} = 10,90 = 10,90 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{\text{KL}} = V' / H = 52,10 / 10,90 = 4,78 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Kontaktna naprezanja i nosivost tla/stijene

Na strani veće sigurnosti, usvojeno je da se obalni zid temelji na temeljnom kamenometu, a ne na stijenskoj podlozi.

Parametri tla

$$\varphi' = 42,0^\circ \quad \text{efektivni kut unutarnjeg trenja temeljnog kamenometa}$$

$$c' = 0,00 \text{ kN/m}^2 \quad \text{efektivna kohezija temeljnog kamenometa}$$

$$\gamma'' = 11,50 \text{ kN/m}^3 \quad \text{uronjena zapreminska težina temeljnog kamenometa}$$

Geometrijske veličine

$$B = 1,55 \text{ m} \quad \text{širina obalnog zida, smjer X,}$$

$$L = 1,00 \text{ m} \quad \text{duljina obalnog zida, smjer Y,}$$

$$D = 0,00 \text{ m} \quad \text{dubina temeljenja.}$$

Stvarno naprezanje

$$M_e = M_{\text{stb}} - M_{\text{dstb}} = 73,91 - 21,31 = 52,59 \text{ kNm/m'}$$

$$V = \Sigma G - \Sigma U + V_{Pa} = 90,53 - 14,84 + 4,46 = 80,15 \text{ kN/m'}$$

$$x = M_e / V = 52,59 / 80,15 = 0,66 \text{ m}$$

$$B'' = 2 \cdot x = 2 \cdot 0,66 = 1,31 \text{ m}$$

$$\sigma_{\text{STV}} = V / (B'' \cdot L) = 80,15 / (1,31 \cdot 1,00) = 61,07 \text{ kN/m}^2$$

Nosivost tla (po Brinch – Hansenu [5])

$$X' \rightarrow B' = 1,31 \text{ m}$$

$$Y' \rightarrow L' = \infty \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 N_q &= 85,374, & N_c &= 93,706, & N_\gamma &= 113,956 \\
 s_q &= 1,000, & s_c &= 1,000, & s_\gamma &= 1,000 \\
 d_q &= 1,000, & d_c &= 1,000, & d_\gamma &= 1,000 \\
 i_q &= 0,810, & i_c &= 0,807, & i_\gamma &= 0,670 \\
 r_\gamma &= 1,000
 \end{aligned}$$

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot r_\gamma = 576,17 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{dop} = q_{ult} / FS^{NAP} = 576,17 / 2,5 = 230,47 \text{ kN/m}^2 > \sigma_{STV} = 61,07 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

2.3.1.2. Kontaktna ploha na koti +0,15 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{stb} = \Sigma G \cdot x_{A,\Sigma G} + VP_a \cdot x_{A,VP_a} = 31,24 \cdot 0,38 + 1,81 \cdot 0,80 = 13,16 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{dstb} = HP_a \cdot z_{A,HP_a} = 4,97 \cdot 0,49 = 2,44 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{PR} = M_{stb} / M_{dstb} = 13,16 / 2,44 = 5,41 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između *in situ* betonskog obalnog zida i betonskog serklaža, usvojena je vrijednost $\mu = 0,55$.

$$V' = (\Sigma G + VP_a) \cdot \mu = (31,24 + 1,81) \cdot 0,55 = 18,18 \text{ kN/m'}$$

$$H = HP_a = 4,97 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{KL} = V' / H = 18,18 / 4,97 = 3,66 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

2.3.2. Kombinacija opterećenja 2: stalno + zaostala voda + korisno

2.3.2.1. Kontaktna ploha na koti -0,80 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{stb} = \Sigma G \cdot x_{A,\Sigma G} + VP_a \cdot x_{A,VP_a} + VP_q \cdot x_{A,VP_q} = 90,53 \cdot 0,74 + 4,46 \cdot 1,55 + 0,53 \cdot 1,55 = 74,73 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{dstb} = \Sigma U \cdot z_{A,\Sigma U} + HP_a \cdot z_{A,HP_a} + P_{RW} \cdot z_{A,PRW} + PU_{RW} \cdot z_{A,PURW} + HP_q \cdot z_{A,HP_q} = 14,84 \cdot 0,78 + 10,90 \cdot 0,90 + 3,32 \cdot 0,55 + 2,34 \cdot 1,03 + 1,24 \cdot 1,16 = 26,99 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{PR} = M_{stb} / M_{dstb} = 74,73 / 26,99 = 2,77 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između temeljnog kamenometa i *in situ* betonskog obalnog zida, usvojena je vrijednost $\mu = 0,65$.

$$V' = (\Sigma G - \Sigma U + VP_a - PU_{RW} + VP_q) \cdot \mu = (90,53 - 14,84 + 4,46 - 2,34 + 0,53) \cdot 0,65 = 50,92 \text{ kN/m'}$$

$$H = HP_a + P_{RW} + HP_q = 10,90 + 3,32 + 1,24 = 15,46 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{KL} = V' / H = 50,92 / 15,46 = 3,29 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Kontaktne naprezanja i nosivost tla/stijene

Na strani veće sigurnosti, usvojeno je da se obalni zid temelji na temeljnom kamenometu, a ne na stijenskoj podlozi.

Parametri tla

$\varphi' = 42,0^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja temeljnog kamenometa
$c' = 0,00 \text{ kN/m}^2$	efektivna kohezija temeljnog kamenometa
$\gamma'' = 11,50 \text{ kN/m}^3$	uronjena zapreminska težina temeljnog kamenometa

Geometrijske veličine

$B = 1,55 \text{ m}$	širina obalnog zida, smjer X,
$L = 1,00 \text{ m}$	duljina obalnog zida, smjer Y,
$D = 0,00 \text{ m}$	dubina temeljenja.

Stvarno naprezanje

$$M_e = M_{stb} - M_{dstb} = 74,73 - 26,99 = 47,74 \text{ kNm/m'}$$

$$V = \Sigma G - \Sigma U + VP_a - PU_{RW} + VP_q = 90,53 - 14,84 + 4,46 - 2,34 + 0,53 = 78,34 \text{ kN/m'}$$

$$x = M_e / V = 47,74 / 78,34 = 0,61 \text{ m}$$

$$B'' = 2 \cdot x = 2 \cdot 0,61 = 1,22 \text{ m}$$

$$\sigma_{STV} = V / (B'' \cdot L) = 78,34 / (1,22 \cdot 1,00) = 64,28 \text{ kN/m}^2$$

Nosivost tla (po Brinch – Hansenu [5])

$$X' \rightarrow B' = 1,22 \text{ m}$$

$$Y' \rightarrow L' = \infty \text{ m}$$

$N_q = 85,374$,	$N_c = 93,706$,	$N_\gamma = 113,956$
$s_q = 1,000$,	$s_c = 1,000$,	$s_\gamma = 1,000$
$d_q = 1,000$,	$d_c = 1,000$,	$d_\gamma = 1,000$
$i_q = 0,732$,	$i_c = 0,729$,	$i_\gamma = 0,552$
$r_\gamma = 1,000$		

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot r_\gamma = 440,39 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{dop} = q_{ult} / FS^{NAP} = 440,39 / 2,5 = 176,15 \text{ kN/m}^2 > \sigma_{STV} = 64,28 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

2.3.2.2. Kontaktna ploha na koti +0,15 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{\text{stb}} = \Sigma G \cdot x_{A,\Sigma G} + VPa \cdot x_{A,VPa} + VP_q \cdot x_{A,VPq} = 31,24 \cdot 0,38 + 1,81 \cdot 0,80 + 0,28 \cdot 0,80 = 13,39 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{\text{dstb}} = HPa \cdot z_{A,HPa} + P_{RW} \cdot z_{A,PRW} + P_{URW} \cdot z_{A,PURW} + HP_q \cdot z_{A,HPq} = 4,97 \cdot 0,49 + 0,45 \cdot 0,10 + 1,28 \cdot 0,52 + 0,78 \cdot 0,63 = 3,64 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{PR} = M_{\text{stb}} / M_{\text{dstb}} = 13,39 / 3,64 = 3,68 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između *in situ* betonskog obalnog zida i betonskog serklaža, usvojena je vrijednost $\mu = 0,55$.

$$V' = (\Sigma G + VPa - P_{URW} + VP_q) \cdot \mu = (31,24 + 1,81 - 1,28 + 0,28) \cdot 0,55 = 17,63 \text{ kN/m'}$$

$$H = HPa + P_{RW} + HP_q = 4,97 + 0,45 + 0,78 = 6,20 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{KL} = V' / H = 17,63 / 6,20 = 2,84 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

2.3.3. Kombinacija opterećenja 3: stalno + val(H) + korisno

2.3.3.1. Kontaktna ploha na koti -0,80 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{\text{stb}} = \Sigma G \cdot x_{A,\Sigma G} + VPa \cdot x_{A,VPa} + VP_q \cdot x_{A,VPq} = 90,53 \cdot 0,74 + 4,46 \cdot 1,55 + 0,53 \cdot 1,55 = 74,73 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{\text{dstb}} = \Sigma U \cdot x_{A,\Sigma U} + HPa \cdot z_{A,HPa} + P_{DOL} \cdot z_{A,Pdol} + HP_q \cdot z_{A,HPq} = 14,84 \cdot 0,78 + 10,90 \cdot 0,90 + 3,53 \cdot 0,37 + 1,24 \cdot 1,16 = 24,06 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{PR} = M_{\text{stb}} / M_{\text{dstb}} = 74,73 / 24,06 = 3,11 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između temeljnog kamenometa i *in situ* betonskog obalnog zida, usvojena je vrijednost $\mu = 0,65$.

$$V' = (\Sigma G - \Sigma U + VPa + VP_q) \cdot \mu = (90,53 - 14,84 + 4,46 + 0,53) \cdot 0,65 = 52,44 \text{ kN/m'}$$

$$H = HPa + P_{DOL} + HP_q = 10,90 + 3,53 + 1,24 = 15,67 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{KL} = V' / H = 52,44 / 15,67 = 3,35 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Kontaktna naprezanja i nosivost tla/stijene

Na strani veće sigurnosti, usvojeno je da se obalni zid temelji na temeljnom kamenometu, a ne na stijenskoj podlozi.

Parametri tla

$$\varphi' = 42,0^\circ \quad \text{efektivni kut unutarnjeg trenja temeljnog kamenometa}$$

$$c' = 0,00 \text{ kN/m}^2 \quad \text{efektivna kohezija temeljnog kamenometa}$$

$$\gamma'' = 11,50 \text{ kN/m}^3 \quad \text{uronjena zapreminska težina temeljnog kamenometa}$$

Geometrijske veličine

$$\begin{aligned} B &= 1,55 \text{ m} && \text{širina temeljne ploče, smjer X,} \\ L &= 1,00 \text{ m} && \text{duljina temeljne ploče, smjer Y,} \\ D &= 0,00 \text{ m} && \text{dubina temeljenja.} \end{aligned}$$

Stvarno naprezanje

$$\begin{aligned} M_e &= M_{\text{stb}} - M_{\text{dstb}} = 74,73 - 24,06 = && 50,67 \text{ kNm} \\ V &= \Sigma G - \Sigma U + VP_a + VP_q = 90,53 - 14,84 + 4,46 + 0,53 = && 80,68 \text{ kN} \\ x &= M_e / V = 50,67 / 80,68 = && 0,63 \text{ m} \\ B'' &= 2 \cdot x = 2 \cdot 0,63 = && 1,26 \text{ m} \\ \sigma_{\text{STV}} &= V / (B'' \cdot L) = 80,68 / (1,26 \cdot 1,00) = && 64,23 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Nosivost tla (po Brinch – Hansenu [5])

$$\begin{aligned} X' &\rightarrow B' = && 1,26 \text{ m} \\ Y' &\rightarrow L' = && \infty \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_q &= 85,374, & N_c &= 93,706, & N_\gamma &= 113,956 \\ s_q &= 1,000, & s_c &= 1,000, & s_\gamma &= 1,000 \\ d_q &= 1,000, & d_c &= 1,000, & d_\gamma &= 1,000 \\ i_q &= 0,736, & i_c &= 0,733, & i_\gamma &= 0,557 \\ r_\gamma &= 1,000 \end{aligned}$$

$$q_{\text{ult}} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot r_\gamma = 458,71 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\text{dop}} = q_{\text{ult}} / FS^{\text{NAP}} = 458,71 / 2,5 = 183,48 \text{ kN/m}^2 > \sigma_{\text{STV}} = 64,23 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

2.3.4. Kombinacija opterećenja 4: stalno + potres (varijanta 1.)

2.3.4.1. Kontaktna ploha na koti -0,80 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{\text{stb}} = \Sigma G \cdot x_{A,\Sigma G} + VP_a \cdot x_{A,VP_a} + S_{iv} \cdot x_{A,S_{iv}} + VP_{da1} \cdot x_{A,VP_{da1}} = 90,53 \cdot 0,74 + 4,46 \cdot 1,55 + 3,35 \cdot 0,74 + 1,36 \cdot 1,55 = 78,49 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{\text{dstb}} = \Sigma U \cdot x_{A,\Sigma U} + HP_a \cdot z_{A,HP_a} + S_{ih} \cdot z_{A,S_{ih}} + HP_{da1} \cdot z_{A,HP_{da1}} + \Sigma E_{wd} \cdot z_{A,\Sigma E_{wd}} = 14,84 \cdot 0,78 + 10,90 \cdot 0,90 + 6,70 \cdot 1,23 + 3,44 \cdot 1,23 + 0,78 \cdot 0,38 = 34,06 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{\text{PR}} = M_{\text{stb}} / M_{\text{dstb}} = 78,49 / 34,06 = 2,30 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između temeljnog kamenometa i *in situ* betonskog obalnog zida, usvojena je vrijednost $\mu = 0,65$.

$$V' = (\Sigma G - \Sigma U + VP_a + S_{iv} + VP_{da1}) \cdot \mu = (90,53 - 14,84 + 4,46 + 3,35 + 1,36) \cdot 0,65 = 55,16 \text{ kN/m'}$$

$$H = HP_a + S_{ih} + HP_{da1} + \Sigma E_{wd} = 10,90 + 6,70 + 3,44 + 0,78 = 21,82 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{KL} = V' / H = 55,16 / 21,82 = 2,53 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Kontaktne naprezanja i nosivost tla/stijene

Na strani veće sigurnosti, usvojeno je da se obalni zid temelji na temeljnom kamenometu, a ne na stijenskoj podlozi.

Parametri tla

$\varphi' = 40,0^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja temeljnog kamenometa
$c' = 0,00 \text{ kN/m}^2$	efektivna kohezija temeljnog kamenometa
$\gamma'' = 11,50 \text{ kN/m}^3$	uronjena zapreminska težina temeljnog kamenometa

Geometrijske veličine

$B = 1,55 \text{ m}$	širina obalnog zida, smjer X,
$L = 1,00 \text{ m}$	duljina obalnog zida, smjer Y,
$D = 0,00 \text{ m}$	dubina temeljenja.

Stvarno naprezanje

$$M_e = M_{stb} - M_{dstb} = 78,49 - 34,06 = 44,43 \text{ kNm/m'}$$

$$V = \Sigma G - \Sigma U + VP_a + S_{iv} + VP_{da1} = 90,53 - 14,84 + 4,46 + 3,35 + 1,36 = 84,86 \text{ kN/m'}$$

$$x = M_e / V = 44,43 / 84,86 = 0,52 \text{ m}$$

$$B'' = 2 \cdot x = 2 \cdot 0,52 = 1,05 \text{ m}$$

$$\sigma_{STV} = V / (B'' \cdot L) = 84,86 / (1,05 \cdot 1,00) = 81,04 \text{ kN/m}^2$$

Nosivost tla (po Brinch – Hansenu [5])

$$X' \rightarrow B' = 1,05 \text{ m}$$

$$Y' \rightarrow L' = \infty \text{ m}$$

$N_q = 64,195$,	$N_c = 75,313$,	$N_\gamma = 79,541$
$s_q = 1,000$,	$s_c = 1,000$,	$s_\gamma = 1,000$
$d_q = 1,000$,	$d_c = 1,000$,	$d_\gamma = 1,000$
$i_q = 0,662$,	$i_c = 0,656$,	$i_\gamma = 0,452$
$r_\gamma = 1,000$		

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot r_\gamma = 216,72 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{dop} = q_{ult} / FS^{NAP} = 216,72 / 1,5 = 144,48 \text{ kN/m}^2 > \sigma_{STV} = 81,04 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

2.3.4.2. Kontaktna ploha na koti +0,15 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{\text{stb}} = \Sigma G \cdot x_{A,\Sigma G} + VP_a \cdot x_{A,VP_a} + S_{iv} \cdot x_{A,S_{iv}} + VP_{da1} \cdot x_{A,VP_{da1}} = 31,24 \cdot 0,38 + 1,81 \cdot 0,80 + 1,16 \cdot 0,38 + 0,41 \cdot 0,80 = 13,93 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{\text{dstb}} = HP_a \cdot Z_{A,HP_a} + S_{ih} \cdot Z_{A,S_{ih}} + HP_{da1} \cdot Z_{A,HP_{da1}} = 4,97 \cdot 0,49 + 2,31 \cdot 0,75 + 1,13 \cdot 0,75 = 5,02 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{\text{PR}} = M_{\text{stb}} / M_{\text{dstb}} = 13,93 / 5,02 = 2,78 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između *in situ* betonskog obalnog zida i betonskog serklaža, usvojena je vrijednost $\mu = 0,55$.

$$V' = (\Sigma G + VP_a + S_{iv} + VP_{da1}) \cdot \mu = (31,24 + 1,81 + 1,16 + 0,41) \cdot 0,55 = 19,04 \text{ kN/m'}$$

$$H = HP_a + S_{ih} + HP_{da1} = 4,97 + 2,31 + 1,13 = 8,41 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{\text{KL}} = V' / H = 19,04 / 8,41 = 2,26 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

2.3.5. Kombinacija opterećenja 5: stalno + potres (varijanta 2.)

2.3.5.1. Kontaktna ploha na koti -0,80 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{\text{stb}} = \Sigma G \cdot x_{A,\Sigma G} + VP_a \cdot x_{A,VP_a} + VP_{da2} \cdot x_{A,VP_{da2}} = 90,53 \cdot 0,74 + 4,46 \cdot 1,55 + 1,05 \cdot 1,55 = 75,53 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{\text{dstb}} = \Sigma U \cdot x_{A,\Sigma U} + HP_a \cdot Z_{A,HP_a} + S_{ih} \cdot Z_{A,S_{ih}} + S_{iv} \cdot x_{A,S_{iv}} + HP_{da2} \cdot Z_{A,HP_{da2}} + \Sigma E_{wd} \cdot Z_{A,\Sigma E_{wd}} = 14,84 \cdot 0,78 + 10,90 \cdot 0,90 + 6,70 \cdot 1,23 + 3,35 \cdot 0,74 + 2,68 \cdot 1,23 + 0,78 \cdot 0,38 = 35,61 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{\text{PR}} = M_{\text{stb}} / M_{\text{dstb}} = 75,53 / 35,61 = 2,12 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između temeljnog kamenometa i *in situ* betonskog obalnog zida, usvojena je vrijednost $\mu = 0,65$.

$$V' = (\Sigma G - \Sigma U + VP_a - S_{iv} + VP_{da2}) \cdot \mu = (90,53 - 14,84 + 4,46 - 3,35 + 1,05) \cdot 0,65 = 50,60 \text{ kN/m'}$$

$$H = HP_a + S_{ih} + HP_{da2} + \Sigma E_{wd} = 10,90 + 6,70 + 2,68 + 0,78 = 21,06 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{\text{KL}} = V' / H = 50,60 / 21,06 = 2,40 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Kontaktne naprezanja i nosivost tla/stijene

Na strani veće sigurnosti, usvojeno je da se obalni zid temelji na temeljnom kamenometu, a ne na stijenskoj podlozi.

Parametri tla

$\varphi' = 40,0^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja temeljnog kamenometa
$c' = 0,00 \text{ kN/m}^2$	efektivna kohezija temeljnog kamenometa
$\gamma'' = 11,50 \text{ kN/m}^3$	uronjena zapreminska težina temeljnog kamenometa

Geometrijske veličine

$B = 1,55 \text{ m}$	širina obalnog zida, smjer X,
$L = 1,00 \text{ m}$	duljina obalnog zida, smjer Y,
$D = 0,00 \text{ m}$	dubina temeljenja.

Stvarno naprezanje

$M_e = M_{stb} - M_{dstb} = 75,53 - 35,61 =$	39,92 kNm/m'
$V = \Sigma G - \Sigma U + VP_a - S_{iv} + VP_{da2} = 90,53 - 14,84 + 4,46 - 3,35 + 1,05 =$	77,85 kN/m'
$x = M_e / V = 39,92 / 77,85 =$	0,51 m
$B'' = 2 \cdot x = 2 \cdot 0,51 =$	1,03 m
$\sigma_{STV} = V / (B'' \cdot L) = 77,85 / (1,03 \cdot 1,00) =$	75,91 kN/m²

Nosivost tla (po Brinch – Hansenu [5])

$X' \rightarrow B' =$	1,03 m
$Y' \rightarrow L' =$	$\infty \text{ m}$

$N_q = 64,195 ,$	$N_c = 75,313 ,$	$N_\gamma = 79,541$
$s_q = 1,000 ,$	$s_c = 1,000 ,$	$s_\gamma = 1,000$
$d_q = 1,000 ,$	$d_c = 1,000 ,$	$d_\gamma = 1,000$
$i_q = 0,647 ,$	$i_c = 0,641 ,$	$i_\gamma = 0,432$
$r_\gamma = 1,000$		

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot r_\gamma = \mathbf{202,63 \text{ kN/m}^2}$$

$$q_{dop} = q_{ult} / FS^{NAP} = 202,63 / 1,5 = \mathbf{135,09 \text{ kN/m}^2} > \sigma_{STV} = 75,91 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \mathbf{ZADOVOLJAVA}$$

2.3.5.2. Kontaktna ploha na koti +0,15 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{stb} = \Sigma G \cdot x_{A,\Sigma G} + VP_a \cdot x_{A,VP_a} + VP_{da2} \cdot x_{A,VP_{da2}} = 31,24 \cdot 0,38 + 1,81 \cdot 0,80 + 0,29 \cdot 0,80 = \mathbf{13,40 \text{ kNm/m'}}$$

$$M_{dstb} = HP_a \cdot z_{A,HP_a} + S_{ih} \cdot z_{A,S_{ih}} + S_{iv} \cdot x_{A,S_{iv}} + HP_{da2} \cdot z_{A,HP_{da2}} = 4,97 \cdot 0,49 + 2,31 \cdot 0,75 + 1,16 \cdot 0,38 + 0,79 \cdot 0,75 = \mathbf{5,20 \text{ kNm/m'}}$$

$$FS^{PR} = M_{stb} / M_{dstb} = 13,40 / 5,20 = 2,58 > 1,20 \rightarrow \mathbf{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između *in situ* betonskog obalnog zida i betonskog serklaža, usvojena je vrijednost $\mu = 0,55$.

$$V' = (\Sigma G + VP_a - S_{iv} + VP_{da2}) \cdot \mu = (31,24 + 1,81 - 1,16 + 0,29) \cdot 0,55 = 17,70 \text{ kN/m'}$$

$$H = HP_a + S_{ih} + HP_{da2} = 4,97 + 2,31 + 0,79 = 8,07 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{KL} = V' / H = 17,70 / 8,07 = 2,19 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

2.3.6. Rezultati proračuna

U Tablicama 13. i 14. prikazani su rezultati proračuna: faktori sigurnosti na prevrtanje i klizanje te naprezanja na temeljnoj stopi ispod rubnih točaka obalnog zida A i A', odnosno B i B' za kontaktne plohe na kotama -0,80 m i +0,15 m.

2.3.6.1. Kontaktna ploha na koti -0,80 m

Tablica 13. Rezultati proračuna (kontaktne plohe na -0,80 m)

BROJ KOMB.	KOMBINACIJA OPTEREĆENJA	FAKTOR SIGURNOSTI PREVRTANJE	FAKTOR SIGURNOSTI KLIZANJE	EKSCENT. e [m]	JEZGRA P. P., B/6 [m]	σ_A [kN/m ²]	$\sigma_{A'}$ [kN/m ²]
1	1 + 2 + 3	3,47	4,78	0,12	0,26	75,49	27,93
2	1 + 2 + 3 + 5 + 6	2,77	3,29	0,17	0,26	82,94	18,14
3	1 + 2 + 3 + 4 + 6	3,11	3,35	0,15	0,26	81,66	22,44
4	1 + 2 + 3 + 7(1)	2,30	2,53	0,25	0,26	108,03	1,46
5	1 + 2 + 3 + 7(2)	2,12	2,40	0,26	0,26	101,21	-

Na temelju dobivenih rezultata proračuna, može se ustvrditi kako je obalni zid na kontaktnoj plohi na koti -0,80 m zadovoljio zahtjevima sigurnosti na prevrtanje i klizanje u svim mjerodavnim kombinacijama opterećenja. Također, maksimalno naprezanje ispod temeljne plohe iznosi $\sigma_{\max} = 108,03 \text{ kN/m}^2$ (kombinacija br. 4), što je značajno ispod maksimalno dopuštenog rubnog naprezanja za podlogu od zbijenog kamenog materijala ($\sigma_{\max, \text{dop}} = 240,00 \text{ kN/m}^2$).

2.3.6.2. Kontaktne plohe na koti +0,15 m

Tablica 14. Rezultati proračuna (kontaktne plohe na +0,15 m)

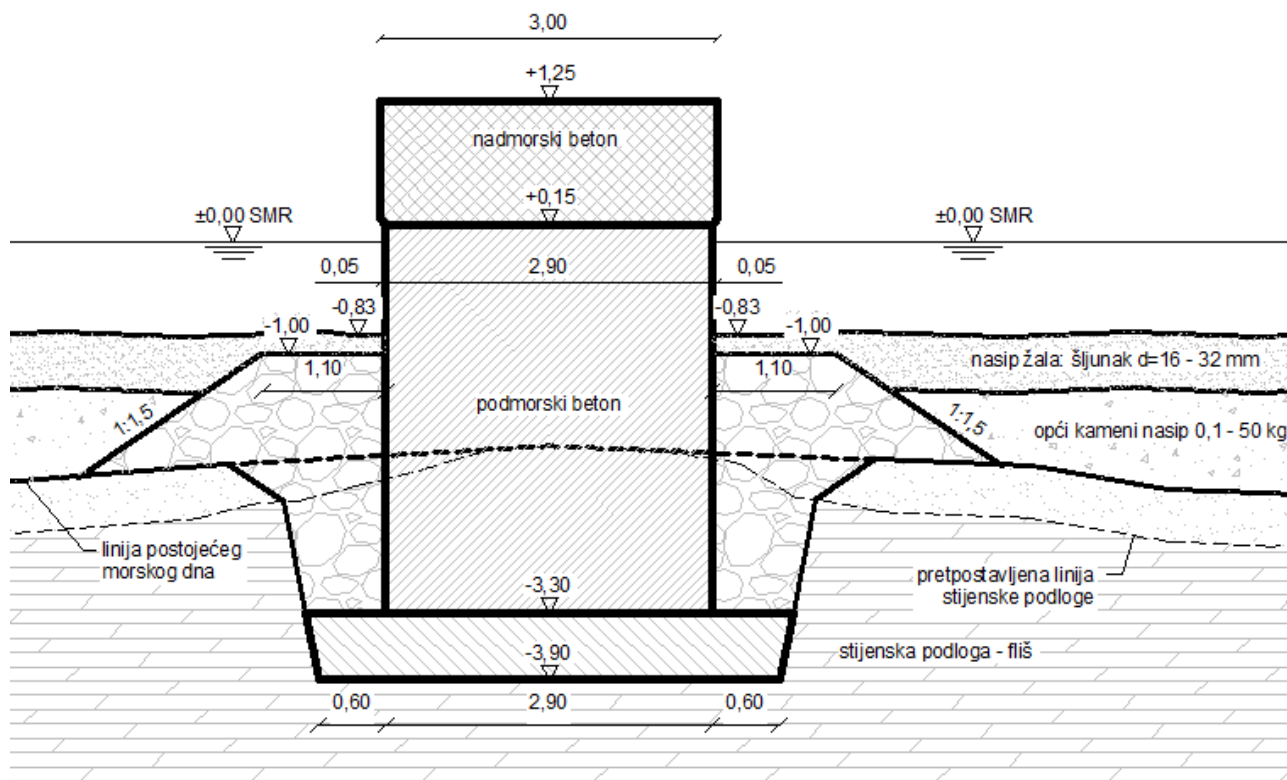
BROJ KOMB.	KOMBINACIJA OPTEREĆENJA	FAKTOR SIGURNOSTI PREVRTANJE	FAKTOR SIGURNOSTI KLIZANJE	EKSCENT. e [m]	JEZGRA P. P., B/6 [m]	σ_B [kN/m ²]	$\sigma_{B'}$ [kN/m ²]
1	1 + 3	5,41	3,66	0,08	0,14	64,68	17,95
2	1 + 3 + 5 + 6	3,68	2,84	0,10	0,14	68,85	11,28
4	1 + 3 + 7(1)	2,78	2,26	0,14	0,14	89,67	-
5	1 + 3 + 7(2)	2,58	2,19	0,15	0,14	84,19	-

Na temelju dobivenih rezultata proračuna, može se ustvrditi kako je obalni zid na kontaktnoj plohi na koti +0,15 m zadovoljio zahtjevima sigurnosti na prevrtanje i klizanje u svim mjerodavnim kombinacijama opterećenja te kako su naprezanja značajno manja od tlačne čvrstoće betona. Stoga, nije potrebno povezivanje podmorskog i nadmorskog dijela obalnog zida.

3. GEOSTATIČKI PRORAČUN REPREZENTATIVNOG ZAŠITNOG PERA

3.1. GEOMETRIJA ZAŠITNOG PERA

Analiza opterećenja na zaštitno pero napravljena je po dužnom metru pera za referentni poprečni presjek (Slika 8.) s hodnom površinom na koti +1,25 m. Radi jednostavnosti, a na strani izrazito veće sigurnosti, usvojena je projektna visina morske vode na koti + 0,40 m (SVVŽR = $\pm 0,00$) te je zanemaren utjecaj kamenog materijala s obje strane pera.



Slika 8. Referentni poprečni presjek zaštitnog pera s kotom temeljenja -3,90 m

3.2. OPTEREĆENJA NA ZAŠITNO PERO

3.2.1. Vlastita težina zaštitnog pera

3.2.1.1. Vlastita težina zaštitnog pera za kontaktnu plohu na koti -3,90 m

Vrijednosti vlastitih težina i njihovi krakovi u odnosu na točku prevrtanja A (Slika 9.) prikazane su u Tablici 15. Geometrija zaštitnog pera je za potrebe proračuna idealizirana i pojednostavljena.

OPTEREĆENJE	DIMENZIJE		ZAPREM.	ZAPREM. TEŽINA	TEŽINA	x _A	z _A
	v [m]	š [m]	[m³/m']	[kN/m³/m']	[kN/m']	[m]	[m]
G₁	1,10	3,00	3,30	24,00	79,20	2,05	4,60
G₂	3,45	2,90	10,01	24,00	240,12	2,05	2,33
G₃	0,60	4,10	2,46	24,00	59,04	2,05	0,30
ΣG					378,36	2,05	2,49

Diagrama de uma parede de gravidade com três níveis de solo (G1, G2, G3) e suas respectivas dimensões e cargas.

- Nível G1 (Topo):** Altura de 1,10 m. Carga horizontal de +0,40 PMR. Carga vertical de +1,25. Largura total de 3,00 m.
- Nível G2 (Meio):** Altura de 3,45 m. Carga horizontal de 0,05 m em cada lado. Largura total de 2,90 m.
- Nível G3 (Base):** Altura de 0,60 m. Carga horizontal de 0,60 m em cada lado. Largura total de 4,10 m.

As dimensões totais da parede são 5,15 m de altura e 4,10 m de largura na base.

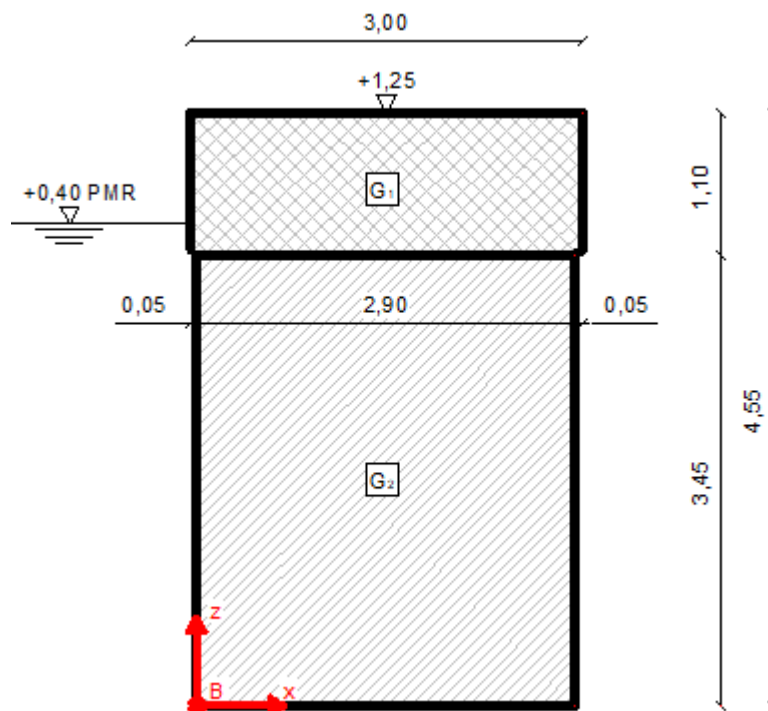
3.2.1.2. Vlastita težina zaštitnog pera za kontaktnu plohu na koti -3,30 m

MareCon d.o.o. Rijeka

Tablica 16. Vlastita težina zaštitnog pera za kontaktnu plohu na koti -3,30 m

OPTEREĆENJE	DIMENZIJE		ZAPREM.	ZAPREM. TEŽINA	TEŽINA	x_B	z_B
	v [m]	š [m]	[m ³ /m']	[kN/m ³ /m']	[kN/m']	[m]	[m]
G₁	1,10	3,00	3,30	24,00	79,20	1,45	4,00
G₂	3,45	2,90	10,01	24,00	240,12	1,45	1,73
ΣG					319,32	1,45	2,29

x_B/z_B – krak vlastite težine u odnosu na Z-os / X-os koja prolazi kroz točku B



Slika 10. Shematski poprečni presjek zaštitnog pera s naznačenim vlastitim težinama (-3,30 m)

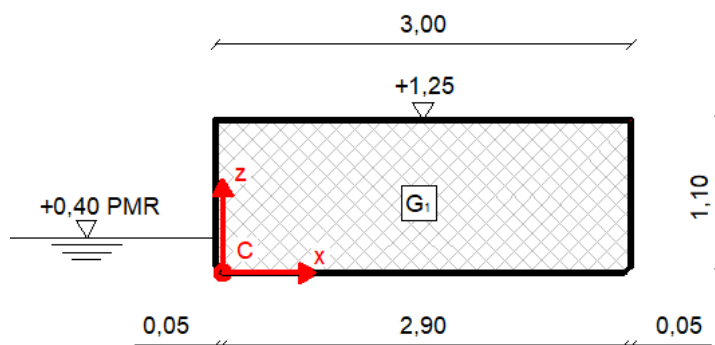
3.2.1.3. Vlastita težina zaštitnog pera za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

Vrijednosti vlastitih težina i njihovi krakovi u odnosu na točku prevrtanja C (Slika 11.) prikazane su u Tablici 17. Geometrija zaštitnog pera je za potrebe proračuna idealizirana i pojednostavljena.

Tablica 17. Vlastita zaštitnog pera za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

OPTEREĆENJE	DIMENZIJE		ZAPREM.	ZAPREM. TEŽINA	TEŽINA	x_C	z_C
	v [m]	š [m]	[m ³ /m']	[kN/m ³ /m']	[kN/m']	[m]	[m]
G₁	1,10	3,00	3,30	24,00	79,20	1,45	0,55
ΣG					79,20	1,45	0,55

x_C/z_C – krak vlastite težine u odnosu na Z-os / X-os koja prolazi kroz točku C



Slika 11. Shematski poprečni presjek obalnog zida s naznačenom vlastitom težinom (+0,10 m)

3.2.2. Statički uzgon

3.2.2.1. Statički uzgon za kontaktnu plohu na koti -3,90 m

Vrijednost statičkog uzgona i njegov krak u odnosu na točku prevrtanja A (Slika 9.) prikazani su u Tablici 18.

Tablica 18. Statički uzgon zaštitnog pera za kontaktnu plohu na koti -3,90 m

OPTEREĆENJE	DIMENZIJE		ZAPREM.	ZAPREM. TEŽINA	TEŽINA	x_A
	v [m]	š [m]				
U_{G1}	0,25	3	0,75	10,08	7,56	2,05
U_{G2}	3,45	2,90	10,01	10,08	100,85	2,05
U_{G3}	0,60	4,10	2,46	10,08	24,80	2,05
ΣU					133,21	2,05

x_A – krak vlastite težine u odnosu na Z-os koja prolazi kroz točku A

3.2.2.2. Statički uzgon za kontaktnu plohu na koti -3,30 m

Vrijednost statičkog uzgona i njegov krak u odnosu na točku prevrtanja B (Slika 10.) prikazani su u Tablici 19.

Tablica 19. Statički uzgon zaštitnog pera za kontaktnu plohu na koti -3,30 m

OPTEREĆENJE	DIMENZIJE		ZAPREM.	ZAPREM. TEŽINA	TEŽINA	x_B
	v [m]	š [m]				
U_{G1}	0,25	3	0,75	10,08	7,56	1,45
U_{G2}	3,45	2,90	10,01	10,08	100,85	1,45
ΣU					108,41	1,45

x_B – krak vlastite težine u odnosu na Z-os koja prolazi kroz točku B

3.2.2.3. Statički uzgon za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

Vrijednost statičkog uzgona i njegov krak u odnosu na točku prevrtanja C (Slika 11.) prikazani su u Tablici 20.

Tablica 20. Statički uzgon zaštitnog pera za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

OPTEREĆENJE	DIMENZIJE		ZAPREM.	ZAPREM. TEŽINA	TEŽINA	x_c
	v [m]	š [m]	[m ³ /m']	[kN/m ³ /m']	[kN/m']	[m]
UG1	0,25	3	0,75	10,08	7,56	1,45
ΣU					7,56	1,45

x_c – krak vlastite težine u odnosu na Z-os koja prolazi kroz točku C

3.2.3. Opterećenje valovima

Analiza opterećenja valovima na zaštitno pero za pojedine kontaktne plohe detaljno je iskazana u poglavlju „Vjetrovalna klima i opterećenja na građevine“, stoga će se u ovom proračunu navesti vrijednosti dobivenih sila s kojima se ulazi u analizu stabilnosti i nosivosti pera.

3.2.3.1. Opterećenje valovima za kontaktnu plohu na koti -3,90 m

Sile uslijed djelovanja dola vala na zaštitno pero i njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja A iznose:

$$P_{DOL} = 86,81 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{PDOL} = 2,85 \text{ m}$$

$$PU_{DOL} = 11,49 \text{ kN/m'}$$

$$X_{PUDOL} = 1,93 \text{ m}$$

3.2.3.2. Opterećenje valovima za kontaktnu plohu na koti -3,30 m

Sile uslijed djelovanja dola vala na zaštitno pero i njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja B iznose:

$$P_{DOL} = 80,09 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{PDOL} = 2,47 \text{ m}$$

$$PU_{DOL} = 13,31 \text{ kN/m'}$$

$$X_{PUDOL} = 1,93 \text{ m}$$

3.2.3.3. Opterećenje valovima za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

Sile uslijed djelovanja dola vala na zaštitno pero i njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja C iznose:

$$P_{DOL} = 22,22 \text{ kN/m'}$$

$$Z_{PDOL} = 0,53 \text{ m}$$

$$PU_{DOL} = 24,66 \text{ kN/m'}$$

$$X_{PUDOL} = 2,00 \text{ m}$$

3.2.4. Seizmička opterećenja

Vrijednosti horizontalnog i vertikalnog koeficijenta, k_h i k_v , jednake su kao i za obalni zid s kotom temeljenja na -1,80 m (Poglavlje 1.2.7.) te iznose:

$$k_h = 0,074, \quad k_v = \pm 0,037$$

3.2.4.1. Seizmičke sile zaštitnog pera

Prema EN 1998-5:2004, komponente seizmičke inercijalne sile u horizontalnom, S_{ih} , i vertikalnom, S_{iv} , smjeru određuju se na temelju sljedećih izraza:

$$S_{ih} = k_h \cdot \Sigma G,$$

$$S_{iv} = k_v \cdot \Sigma G.$$

3.2.4.1.1. Seizmičke sile zaštitnog pera za kontaktnu plohu na koti -3,90 m

Težina potpornog zida po dužnom metru (Tablica 15.) iznosi:

$$\Sigma G = 378,36 \text{ kN/m'}$$

Stoga, intenziteti horizontalne i vertikalne seizmičke inercijalne sile te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja A iznose:

$$S_{ih} = 0,074 \cdot 378,36 = 28,00 \text{ kN/m'}$$

$$z_{Sih} = 2,49 \text{ m}$$

$$S_{iv} = \pm 0,037 \cdot 378,36 = \pm 14,00 \text{ kN/m'}$$

$$x_{Siv} = 2,05 \text{ m}$$

3.2.4.1.2. Seizmičke sile zaštitnog pera za kontaktnu plohu na koti -3,30 m

Težina potpornog zida po dužnom metru (Tablica 16.) iznosi:

$$\Sigma G = 319,32 \text{ kN/m'}$$

Stoga, intenziteti horizontalne i vertikalne seizmičke inercijalne sile te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja A iznose:

$$S_{ih} = 0,074 \cdot 319,32 = 23,63 \text{ kN/m'}$$

$$z_{Sih} = 2,29 \text{ m}$$

$$S_{iv} = \pm 0,037 \cdot 319,32 = \pm 11,81 \text{ kN/m'}$$

$$x_{Siv} = 1,45 \text{ m}$$

3.2.4.1.3. Seizmičke sile zaštitnog pera za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

Težina potpornog zida po dužnom metru (Tablica 17.) iznosi:

$$\Sigma G = 79,20 \text{ kN/m'}$$

Stoga, intenziteti horizontalne i vertikalne seizmičke inercijalne sile te njihovi krakovi s obzirom na točku prevrtanja B iznose:

$$S_{ih} = 0,074 \cdot 79,20 = 5,86 \text{ kN/m'}$$

$$z_{Sih} = 0,55 \text{ m}$$

$$S_{iv} = \pm 0,037 \cdot 79,20 = \pm 2,93 \text{ kN/m'}$$

$$x_{Siv} = 1,45 \text{ m}$$

3.2.4.2. Seizmički pritisak vode

Seizmički inercijalni pritisak vode, E_{wd} , određuje se pomoću izraza:

$$E_{wd} = 7 / 12 \cdot k_h \cdot \gamma_w \cdot h_w^2 \quad [\text{kN/m'}], \quad \text{rezultanta seizmičkog pritiska vode}$$

$$z_A = 0,403 \cdot h_w \quad [\text{m}] \quad \text{krak } E_{wd} \text{ s obzirom na točku prevrtanja, A.}$$

3.2.4.2.1. Seizmički pritisak vode za kontaktnu plohu na koti -3,90 m

Usvojene su sljedeće vrijednosti parametara:

$$k_h = 0,074 \quad \text{horizontalni seizmički koeficijent,}$$

$$\gamma_w = 10,08 \text{ kN/m}^3 \quad \text{zapreminska težina morske vode,}$$

$h_w = 4,30 \text{ m}$ visina stupca morske vode koji djeluje na zaštitno pero.

Seizmički pritisak vode, E_{wd} , iznosi:

$$E_{wd} = 7 / 12 \cdot 0,074 \cdot 10,08 \cdot 4,30^2 = 8,05 \text{ kN/m' ,}$$

S obzirom da se voda nalazi s obje strane zaštitnog pera, potrebno je udvostručiti pritisak vode te ukupna sila seizmičkog pritiska vode, ΣE_{wd} , i njezin krak s obzirom na točku prevrtanja A iznose:

$$\Sigma E_{wd} = 2 \cdot E_{wd} = 2 \cdot 8,05 = \mathbf{16,09 \text{ kN/m' ,}}$$

$$z_A = 0,403 \cdot h_w = 0,403 \cdot 4,30 = \mathbf{1,73 \text{ m .}}$$

3.2.4.2.2. Seizmički pritisak vode za kontaktnu plohu na koti -3,30 m

Usvojene su sljedeće vrijednosti parametara:

$k_h = 0,074$ horizontalni seizmički koeficijent,

$\gamma_w = 10,08 \text{ kN/m}^3$ zapreminska težina morske vode,

$h_w = 3,70 \text{ m}$ visina stupca morske vode koji djeluje na zaštitno pero.

Seizmički pritisak vode, E_{wd} , iznosi:

$$E_{wd} = 7 / 12 \cdot 0,074 \cdot 10,08 \cdot 3,70^2 = 5,96 \text{ kN/m' ,}$$

S obzirom da se voda nalazi s obje strane zaštitnog pera, potrebno je udvostručiti pritisak vode te ukupna sila seizmičkog pritiska vode, ΣE_{wd} , i njezin krak s obzirom na točku prevrtanja B iznose:

$$\Sigma E_{wd} = 2 \cdot E_{wd} = 2 \cdot 5,96 = \mathbf{11,91 \text{ kN/m' ,}}$$

$$z_B = 0,403 \cdot h_w = 0,403 \cdot 3,70 = \mathbf{1,49 \text{ m .}}$$

3.2.4.2.3. Seizmički pritisak vode za kontaktnu plohu na koti +0,15 m

Usvojene su sljedeće vrijednosti parametara:

$k_h = 0,074$ horizontalni seizmički koeficijent,

$\gamma_w = 10,08 \text{ kN/m}^3$ zapreminska težina morske vode,

$h_w = 0,25 \text{ m}$ visina stupca morske vode koji djeluje na zaštitno pero.

Seizmički pritisak vode, E_{wd} , iznosi:

$$E_{wd} = 7 / 12 \cdot 0,074 \cdot 10,08 \cdot 0,25^2 = 0,03 \text{ kN/m' ,}$$

S obzirom da se voda nalazi s obje strane zaštitnog pera, potrebno je udvostručiti pritisak vode te ukupna sila seizmičkog pritiska vode, ΣE_{wd} , i njezin krak s obzirom na točku prevrtanja C iznose:

$$\Sigma E_{wd} = 2 \cdot E_{wd} = 2 \cdot 0,03 = \mathbf{0,06 \text{ kN/m' ,}}$$

$$z_C = 0,403 \cdot h_w = 0,403 \cdot 0,25 = \mathbf{0,10 \text{ m .}}$$

3.2.5. Rekapitulacija i kombinacije opterećenja

3.2.5.1. Rekapitulacija i kombinacije opterećenja za kontaktnu plohu na koti -3,90 m

3.2.5.1.1. Rekapitulacija vrijednosti opterećenja

Rekapitulacija vrijednosti opterećenja koje djeluju na zaštitno pero za kontaktnu plohu na koti -3,90 m prikazana je u Tablici 21.

Tablica 21. Rekapitulacija opterećenja

OPTEREĆENJE	SILA	x_A	z_A	
	[kN/m']	[m]	[m]	
1. ΣG	378,36	2,05	-	Vlastita težina
2. ΣU	133,21	2,05	-	Statički uzgon
3.a P	86,81	-	2,85	Dol vala (horiz.)
3.b PU	11,49	1,93	-	Uzgon dola vala (vert.)
4.1.a S_{ih}	28,00	-	2,49	Horizontalna komponenta seizm. sile
4.1.b S_{iv}	$\pm 14,00$	2,05	-	Vertikalna komponenta seizm. sile
4.3. ΣE_{wd}	16,09	-	1,73	Seizmički pritisak vode

x_A / z_A – krak sile u odnosu na Z-os / X-os koja prolazi kroz točku A

3.2.5.1.2. Kombinacije opterećenja

Analizirane su sljedeće kombinacija opterećenja:

1	1 + 2	stalno
2	1 + 2 + 3	stalno + val
3	1 + 2 + 4(1)	stalno + potres (varijanta 1.)
4	1 + 2 + 4(2)	stalno + potres (varijanta 2.)

3.2.5.2. Rekapitulacija i kombinacije opterećenja za kontaktnu plohu na koti -3,30 m

3.2.5.2.1. Rekapitulacija vrijednosti opterećenja

Rekapitulacija vrijednosti opterećenja koje djeluju na zaštitno pero za kontaktnu plohu na koti -3,30 m prikazana je u Tablici 22.

Tablica 22. Rekapitulacija opterećenja

OPTEREĆENJE	SILA	x_B	z_B	
	[kN/m']	[m]	[m]	
1. ΣG	319,32	1,45	-	Vlastita težina
2. ΣU	108,41	1,45	-	Statički uzgon
3.a P	80,09	-	2,47	Dol vala (horiz.)
3.b PU	13,31	1,93	-	Uzgon dola vala (vert.)
4.1.a S_{ih}	23,63	-	2,29	Horizontalna komponenta seizm. sile
4.1.b S_{iv}	$\pm 11,81$	1,45	-	Vertikalna komponenta seizm. sile
4.3. ΣE_{wd}	11,91	-	1,49	Seizmički pritisak vode

x_B / z_B – krak sile u odnosu na Z-os / X-os koja prolazi kroz točku B

3.2.5.2.2. Kombinacije opterećenja

Analizirane su sljedeće kombinacija opterećenja:

2	1 + 2 + 3	stalno + val
3	1 + 2 + 4(1)	stalno + potres (varijanta 1.)
4	1 + 2 + 4(2)	stalno + potres (varijanta 2.)

3.2.5.3. *Rekapitulacija i kombinacije opterećenja za kontaktnu plohu na koti +0,15 m*

3.2.5.3.1. **Rekapitulacija vrijednosti opterećenja**

Rekapitulacija vrijednosti opterećenja koje djeluju na zaštitno pero za kontaktnu plohu na koti +0,15 m prikazana je u Tablici 23.

Tablica 23. Rekapitulacija opterećenja

OPTEREĆENJE	SILA	x_C	z_C	
	[kN/m']	[m]	[m]	
1. ΣG	79,20	1,45	-	Vlastita težina
2. ΣU	7,56	1,45	-	Statički uzgon
3.a P	22,22	-	0,53	Dol vala (horiz.)
3.b PU	24,66	2,00	-	Uzgon dola vala (vert.)
4.1.a S_{ih}	5,86	-	0,55	Horizontalna komponenta seizm. sile
4.1.b S_{iv}	±2,93	1,45	-	Vertikalna komponenta seizm. sile
4.3. ΣE_{wd}	0,06	-	0,10	Seizmički pritisak vode

x_C/z_C – krak sile u odnosu na Z-os / X-os koja prolazi kroz točku C

3.2.5.3.2. **Kombinacije opterećenja**

Analizirane su sljedeće kombinacija opterećenja:

2	1 + 2 + 3	stalno + val
3	1 + 2 + 4(1)	stalno + potres (varijanta 1.)
4	1 + 2 + 4(2)	stalno + potres (varijanta 2.)

3.3. PRORAČUN STABILNOSTI I NOSIVOSTI

3.3.1. Kombinacija opterećenja 1: stalno

Za ovu kombinaciju opterećenja nije potrebna provjera stabilnosti na prevrtanje i klizanje, stoga se odmah pristupa provjeri nosivosti temeljnog tla.

3.3.1.1. Kontaktna ploha na koti -3,90 m

Kontaktna naprezanja i nosivost tla/stijene

Na strani veće sigurnosti, usvojeno je da se pero temelji na temeljnom kamenometu iako je realno da će se sva pera osim najistočnijeg, temeljiti direktno na stijenskoj podlozi. Također, usvojeno je da glava pera (za koju se i radi proračun i dimenzioniranje) s bočnih strana nije ukopana iako će se s obje strane ukopati u temeljnu podlogu i zaštititi zaštitinim kamenometom i podmorskim pragom.

Parametri tla

$\varphi' = 42,0^\circ$	efektivni kut unutarnjeg trenja temeljnog kamenometa
$c' = 0,00 \text{ kN/m}^2$	efektivna kohezija temeljnog kamenometa
$\gamma'' = 11,50 \text{ kN/m}^3$	uronjena zapreminska težina temeljnog kamenometa

Geometrijske veličine

$B = 1,00 \text{ m}$	širina obalnog zida, smjer X,
$L = 1,00 \text{ m}$	duljina obalnog zida, smjer Y,
$D = 0,00 \text{ m}$	dubina temeljenja.

Stvarno naprezanje

$M_e = M_{stb} - M_{dstb} = 775,64 - 273,08 =$	502,56 kNm/m'
$V = \Sigma G - \Sigma U = 378,36 - 133,21 =$	245,15 kN/m'
$x = M_e / V = 502,56 / 245,15 =$	2,05 m
$B'' = 2 \cdot x = 2 \cdot 2,05 =$	4,10 m
$\sigma_{STV} = V / (B'' \cdot L) = 245,15 / (4,10 \cdot 1,00) =$	59,79 kN/m²

Nosivost tla (po Brinch – Hansenu [5])

X'	→	B' =	4,10 m
Y'	→	L' =	∞ m
N _q = 85,374 ,		N _c = 93,706 ,	N _γ = 113,956
s _q = 1,000 ,		s _c = 1,000 ,	s _γ = 1,000
d _q = 1,000 ,		d _c = 1,000 ,	d _γ = 1,000
i _q = 1,000 ,		i _c = 1,000,	i _γ = 1,000
r _γ = 0,922			

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot r_\gamma = \mathbf{2477,12 \text{ kN/m}^2}$$

$$q_{dop} = q_{ult} / FS^{NAP} = 2477,12 / 2,5 = \mathbf{990,85 \text{ kN/m}^2} > \sigma_{STV} = 59,79 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \mathbf{ZADOVOLJAVA}$$

3.3.2. Kombinacija opterećenja 2: stalno + val

3.3.2.1. Kontaktna ploha na koti -3,90 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{\text{stb}} = \Sigma G \cdot x_{A,\Sigma G} = 378,36 \cdot 2,05 = 775,64 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{\text{dstb}} = \Sigma U \cdot x_{A,\Sigma U} + P \cdot z_{A,P} + PU \cdot z_{A,PU} = 133,21 \cdot 2,05 + 86,81 \cdot 2,85 + 11,49 \cdot 1,93 = 542,66 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{\text{PR}} = M_{\text{stb}} / M_{\text{dstb}} = 775,64 / 542,66 = 1,43 < 1,50 \rightarrow \text{NE ZADOVOLJAVA !}$$

Usvojeno je da je dobiveni faktor **ZADOVOLJAVAJUĆI** obzirom da je u geometriji zaštitnog pera u cjelosti zanemareno ukopavanje temeljne ploče i zaštitni kamenomet koji sprječava prevrtanje.

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između temeljnog kamenometa i *in situ* temeljne ploče pera, usvojena je vrijednost $\mu = 0,65$.

$$V' = (\Sigma G - \Sigma U - PU) \cdot \mu = (378,36 - 133,21 - 11,49) \cdot 0,65 = 151,88 \text{ kN/m'}$$

$$H = P = 86,81 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{\text{KL}} = V' / H = 151,88 / 86,81 = 1,75 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Kontaktna naprezanja i nosivost tla/stijene

Na strani veće sigurnosti, usvojeno je da se pero temelji na temeljnom kamenometu iako je realno da će se sva pera osim najistočnijeg, koje je i najmanje opterećeno djelovanjem vala, temeljiti direktno na stijenskoj podlozi. Također, usvojeno je da glava pera (za koju se i radi proračun i dimenzioniranje) s bočnih strana nije ukopana iako će se s obje strane ukopati u temeljnu podlogu i zaštititi zaštitnim kamenometom i podmorskim pragom.

Parametri tla

$$\varphi' = 42,0^\circ \quad \text{efektivni kut unutarnjeg trenja temeljnog kamenometa}$$

$$c' = 0,00 \text{ kN/m}^2 \quad \text{efektivna kohezija temeljnog kamenometa}$$

$$\gamma'' = 11,50 \text{ kN/m}^3 \quad \text{uronjena zapreminska težina temeljnog kamenometa}$$

Geometrijske veličine

$$B = 4,10 \text{ m} \quad \text{širina temeljne ploče, smjer X,}$$

$$L = 1,00 \text{ m} \quad \text{duljina temeljne ploče, smjer Y,}$$

$$D = 0,00 \text{ m} \quad \text{dubina temeljenja.}$$

Stvarno naprezanje

$$M_e = M_{\text{stb}} - M_{\text{dstb}} = 775,64 - 542,66 = 232,97 \text{ kNm}$$

$$V = \Sigma G - \Sigma U - PU = 378,36 - 133,21 - 11,49 = 233,66 \text{ kN}$$

$$x = M_e / V = 232,97 / 233,66 = 1,00 \text{ m}$$

$$B'' = 2 \cdot x = 2 \cdot 1,00 = 1,99 \text{ m}$$

$$\sigma_{\text{STV}} = V / (B'' \cdot L) = 233,66 / (1,99 \cdot 1,00) = 117,17 \text{ kN/m}^2$$

Nosivost tla (po Brinch – Hansenu [5])

$$X' \rightarrow B' = 1,99 \text{ m}$$

$$Y' \rightarrow L' = \infty \text{ m}$$

$$N_q = 85,374, \quad N_c = 93,706, \quad N_\gamma = 113,956$$

$$s_q = 1,000, \quad s_c = 1,000, \quad s_\gamma = 1,000$$

$$d_q = 1,000, \quad d_c = 1,000, \quad d_\gamma = 1,000$$

$$i_q = 0,540, \quad i_c = 0,534, \quad i_\gamma = 0,300$$

$$r_\gamma = 1,000$$

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot r_\gamma = 391,66 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{dop} = q_{ult} / FS^{NAP} = 391,66 / 2,5 = 156,66 \text{ kN/m}^2 > \sigma_{STV} = 117,18 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

3.3.2.2. Kontaktna ploha na koti -3,30 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{stb} = \Sigma G \cdot x_{B,\Sigma G} = 319,32 \cdot 1,45 = 463,01 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{dstb} = \Sigma U \cdot x_{B,\Sigma U} + P \cdot z_{B,P} + PU \cdot z_{B,PU} = 108,41 \cdot 1,45 + 80,09 \cdot 2,47 + 13,31 \cdot 1,93 = 380,71 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{PR} = M_{stb} / M_{dstb} = 463,01 / 380,71 = 1,22 < 1,50 \rightarrow \text{NE ZADOVOLJAVA !}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između temeljne ploče i *in situ* podmorskog dijela zaštitnog pera, usvojena je vrijednost $\mu = 0,55$.

$$V' = (\Sigma G - \Sigma U - PU) \cdot \mu = (319,32 - 108,41 - 13,31) \cdot 0,55 = 108,68 \text{ kN/m'}$$

$$H = P = 80,09 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{KL} = V' / H = 108,68 / 80,09 = 1,36 < 1,50 \rightarrow \text{NE ZADOVOLJAVA !}$$

3.3.2.3. Kontaktna ploha na koti +0,15 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{stb} = \Sigma G \cdot x_{C,\Sigma G} = 79,20 \cdot 1,45 = 114,84 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{dstb} = \Sigma U \cdot x_{C,\Sigma U} + P \cdot z_{C,P} + PU \cdot z_{C,PU} = 7,56 \cdot 1,45 + 22,22 \cdot 0,53 + 24,66 \cdot 2,00 = 72,06 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{PR} = M_{stb} / M_{dstb} = 114,84 / 72,06 = 1,59 > 1,50 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između *in situ* podmorskog i nadmorskog dijela zaštitnog pera, usvojena je vrijednost $\mu = 0,55$.

$$V' = (\Sigma G - \Sigma U - P_U) \cdot \mu = (79,20 - 7,56 - 24,66) \cdot 0,55 = 25,84 \text{ kN/m'}$$

$$H = P = 22,22 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{KL} = V' / H = 25,84 / 22,22 = 1,16 < 1,50 \rightarrow \text{NE ZADOVOLJAVA !}$$

3.3.3. Kombinacija opterećenja 3: stalno + potres (varijanta 1.)

3.3.3.1. Kontaktna ploha na koti -3,90 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{\text{stb}} = \Sigma G \cdot x_{A,\Sigma G} + S_{iv} \cdot x_{A,S_{iv}} = 378,36 \cdot 2,05 + 14,00 \cdot 2,05 = 804,34 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{\text{dstb}} = \Sigma U \cdot x_{A,\Sigma U} + S_{ih} \cdot z_{A,S_{ih}} + \Sigma E_{wd} \cdot z_{A,\Sigma E_{wd}} = 133,21 \cdot 2,05 + 28,00 \cdot 2,49 + 16,09 \cdot 1,73 = 370,64 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{PR} = M_{\text{stb}} / M_{\text{dstb}} = 804,34 / 370,64 = 2,17 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između temeljnog kamenometa i *in situ* temeljne ploče pera, usvojena je vrijednost $\mu = 0,65$.

$$V' = (\Sigma G - \Sigma U + S_{iv}) \cdot \mu = (378,36 - 133,21 + 14,00) \cdot 0,65 = 168,45 \text{ kN/m'}$$

$$H = S_{ih} + \Sigma E_{wd} = 28,00 + 16,09 = 44,09 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{KL} = V' / H = 168,45 / 44,09 = 3,82 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Kontaktna naprezanja i nosivost tla/stijene

Na strani veće sigurnosti, usvojeno je da se pero temelji na temeljnom kamenometu iako je realno da će se sva pera osim najistočnijeg, temeljiti direktno na stijenskoj podlozi. Također, usvojeno je da glava pera (za koju se i radi proračun i dimenzioniranje) s bočnih strana nije ukopana iako će se s obje strane ukopati u temeljnu podlogu i zaštititi zaštitinim kamenometom i podmorskim pragom.

Parametri tla

$$\varphi' = 40,0^\circ \quad \text{efektivni kut unutarnjeg trenja temeljnog kamenometa}$$

$$c' = 0,00 \text{ kN/m}^2 \quad \text{efektivna kohezija temeljnog kamenometa}$$

$$\gamma'' = 11,50 \text{ kN/m}^3 \quad \text{uronjena zapreminska težina temeljnog kamenometa}$$

Geometrijske veličine

$$B = 4,10 \text{ m} \quad \text{širina obalnog zida, smjer X,}$$

$$L = 1,00 \text{ m} \quad \text{duljina obalnog zida, smjer Y,}$$

$$D = 0,00 \text{ m} \quad \text{dubina temeljenja.}$$

Stvarno naprezanje

$$\begin{aligned} M_e &= M_{stb} - M_{dstb} = 804,34 - 370,64 = & 433,70 \text{ kNm/m'} \\ V &= \Sigma G - \Sigma U + S_{iv} = 378,36 - 133,21 + 14,00 = & 259,15 \text{ kN/m'} \\ x &= M_e / V = 433,70 / 259,15 = & 1,67 \text{ m} \\ B'' &= 2 \cdot x = 2 \cdot 1,67 = & 3,35 \text{ m} \\ \sigma_{STV} &= V / (B'' \cdot L) = 259,15 / (3,35 \cdot 1,00) = & 77,42 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Nosivost tla (po Brinch – Hansenu [5])

$$\begin{aligned} X' &\rightarrow B' = & 3,35 \text{ m} \\ Y' &\rightarrow L' = & \infty \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{lll} N_q = 64,195, & N_c = 75,313, & N_\gamma = 79,541 \\ s_q = 1,000, & s_c = 1,000, & s_\gamma = 1,000 \\ d_q = 1,000, & d_c = 1,000, & d_\gamma = 1,000 \\ i_q = 0,766, & i_c = 0,762, & i_\gamma = 0,602 \\ r_\gamma = 0,944 & & \end{array}$$

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot r_\gamma = 870,49 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{dop} = q_{ult} / FS^{NAP} = 870,49 / 1,5 = 580,33 \text{ kN/m}^2 > \sigma_{STV} = 77,42 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

3.3.3.2. Kontaktna ploha na koti -3,30 m

Stabilnost na prevrtanje

$$\begin{aligned} M_{stb} &= \Sigma G \cdot x_{B,\Sigma G} + S_{iv} \cdot x_{B,Siv} = 319,32 \cdot 1,45 + 11,81 \cdot 1,45 = & 480,14 \text{ kNm/m'} \\ M_{dstb} &= \Sigma U \cdot x_{B,\Sigma U} + S_{ih} \cdot z_{B,Sih} + \Sigma E_{wd} \cdot z_{B,\Sigma Ewd} = 108,41 \cdot 1,45 + 23,63 \cdot 2,29 + 11,91 \cdot 1,49 = & 229,05 \text{ kNm/m'} \end{aligned}$$

$$FS^{PR} = M_{stb} / M_{dstb} = 480,14 / 229,05 = 2,10 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između temeljne ploče i *in situ* podmorskog dijela zaštitnog pera, usvojena je vrijednost $\mu = 0,55$.

$$\begin{aligned} V' &= (\Sigma G - \Sigma U + S_{iv}) \cdot \mu = (319,32 - 108,41 + 11,81) \cdot 0,55 = & 122,50 \text{ kN/m'} \\ H &= S_{ih} + \Sigma E_{wd} = 23,63 + 11,91 = & 35,54 \text{ kN/m'} \end{aligned}$$

$$FS^{KL} = V' / H = 122,50 / 35,54 = 3,45 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

3.3.3.3. Kontaktna ploha na koti +0,15 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{stb} = \Sigma G \cdot x_{C,\Sigma G} + S_{iv} \cdot x_{C,Siv} = 79,20 \cdot 1,45 + 2,93 \cdot 1,45 = 119,09 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{dstb} = \Sigma U \cdot x_{C,\Sigma U} + S_{ih} \cdot z_{C,Sih} + \Sigma E_{wd} \cdot z_{C,\Sigma Ewd} = 7,56 \cdot 1,45 + 5,86 \cdot 0,55 + 0,06 \cdot 0,10 = 14,19 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{PR} = M_{stb} / M_{dstb} = 119,09 / 14,19 = 8,39 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između *in situ* podmorskog i nadmorskog dijela zaštitnog pera, usvojena je vrijednost $\mu = 0,55$.

$$V' = (\Sigma G - \Sigma U + S_{iv}) \cdot \mu = (79,20 - 7,56 + 2,93) \cdot 0,55 = 41,01 \text{ kN/m'}$$

$$H = S_{ih} + \Sigma E_{wd} = 5,86 + 0,06 = 5,92 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{KL} = V' / H = 41,01 / 5,92 = 6,93 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

3.3.4. Kombinacija opterećenja 4: stalno + potres (varijanta 2.)

3.3.4.1. Kontaktna ploha na koti -3,90 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{stb} = \Sigma G \cdot x_{A,\Sigma G} = 378,36 \cdot 2,05 = 775,64 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{dstb} = \Sigma U \cdot x_{A,\Sigma U} + S_{ih} \cdot z_{A,Sih} + S_{iv} \cdot x_{A,Siv} + \Sigma E_{wd} \cdot z_{A,\Sigma Ewd} = 133,21 \cdot 2,05 + 28,00 \cdot 2,49 + 14,00 \cdot 2,05 + 16,09 \cdot 1,73 = 399,34 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{PR} = M_{stb} / M_{dstb} = 775,64 / 399,34 = 1,94 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između temeljnog kamenometa i *in situ* temeljne ploče pera, usvojena je vrijednost $\mu = 0,65$.

$$V' = (\Sigma G - \Sigma U - S_{iv}) \cdot \mu = (378,36 - 133,21 - 14,00) \cdot 0,65 = 150,25 \text{ kN/m'}$$

$$H = S_{ih} + \Sigma E_{wd} = 28,00 + 16,09 = 44,09 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{KL} = V' / H = 150,25 / 44,09 = 3,41 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Kontaktna naprezanja i nosivost tla/stijene

Na strani veće sigurnosti, usvojeno je da se pero temelji na temeljnom kamenometu iako je realno da će se sva pera osim najistočnijeg, temeljiti direktno na stijenskoj podlozi. Također, usvojeno je da glava pera (za koju se i radi proračun i dimenzioniranje) s bočnih strana nije ukopana iako će se s obje strane ukopati u temeljnu podlogu i zaštititi zaštitinim kamenometom i podmorskim pragom.

Parametri tla

$\varphi' =$	40,0°	efektivni kut unutarnjeg trenja temeljnog kamenometa
$c' =$	0,00 kN/m²	efektivna kohezija temeljnog kamenometa
$\gamma'' =$	11,50 kN/m³	uronjena zapreminska težina temeljnog kamenometa

Geometrijske veličine

B = 4,10 m	širina obalnog zida, smjer X,
L = 1,00 m	duljina obalnog zida, smjer Y,
D = 0,00 m	dubina temeljenja.

Stvarno naprezanje

$M_e = M_{stb} - M_{dstb} = 775,64 - 399,34 =$	376,30 kNm/m'
$V = \Sigma G - \Sigma U - S_{iv} = 378,36 - 133,21 - 14,00 =$	231,15 kN/m'
$x = M_e / V = 376,30 / 231,15 =$	1,63 m
$B'' = 2 \cdot x = 2 \cdot 1,63 =$	3,26 m
$\sigma_{STV} = V / (B'' \cdot L) = 231,15 / (3,26 \cdot 1,00) =$	70,99 kN/m²

Nosivost tla (po Brinch – Hansenu [5])

$X' \rightarrow B' =$	3,26 m
$Y' \rightarrow L' =$	∞ m

$N_q = 64,195$,	$N_c = 75,313$,	$N_\gamma = 79,541$
$s_q = 1,000$,	$s_c = 1,000$,	$s_\gamma = 1,000$
$d_q = 1,000$,	$d_c = 1,000$,	$d_\gamma = 1,000$
$i_q = 0,740$,	$i_c = 0,736$,	$i_\gamma = 0,564$
$r_\gamma = 0,947$		

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot r_\gamma = \mathbf{795,00 \text{ kN/m}^2}$$

$$q_{dop} = q_{ult} / FS^{NAP} = 795,00 / 1,5 = \mathbf{530,00 \text{ kN/m}^2} > \sigma_{STV} = 70,99 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \mathbf{ZADOVOLJAVA}$$

3.3.4.2. Kontaktna ploha na koti -3,30 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{stb} = \Sigma G \cdot x_{B,\Sigma G} = 319,32 \cdot 1,45 = 463,01 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{dstb} = \Sigma U \cdot x_{B,\Sigma U} + S_{ih} \cdot z_{B,Sih} + S_{iv} \cdot x_{B,Siv} + \Sigma E_{wd} \cdot z_{B,\Sigma Ewd} = 108,41 \cdot 1,45 + 23,63 \cdot 2,29 + 11,81 \cdot 1,45 + 11,91 \cdot 1,49 = 246,18 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{PR} = M_{stb} / M_{dstb} = 463,01 / 246,18 = 1,88 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između temeljne ploče i *in situ* podmorskog dijela zaštitnog pera, usvojena je vrijednost $\mu = 0,55$.

$$V' = (\Sigma G - \Sigma U - S_{iv}) \cdot \mu = (319,32 - 108,41 - 11,81) \cdot 0,55 = 109,51 \text{ kN/m'}$$

$$H = S_{ih} + \Sigma E_{wd} = 23,63 + 11,91 = 35,54 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{KL} = V' / H = 109,51 / 35,54 = 3,08 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

3.3.4.3. Kontaktna ploha na koti +0,15 m

Stabilnost na prevrtanje

$$M_{stb} = \Sigma G \cdot x_{C,\Sigma G} = 79,20 \cdot 1,45 = 114,84 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{dstb} = \Sigma U \cdot x_{C,\Sigma U} + S_{ih} \cdot z_{C,Sih} + S_{iv} \cdot x_{C,Siv} + \Sigma E_{wd} \cdot z_{C,\Sigma Ewd} = 7,56 \cdot 1,45 + 5,86 \cdot 0,55 + 2,93 \cdot 1,45 + 0,06 \cdot 0,10 = 18,44 \text{ kNm/m'}$$

$$FS^{PR} = M_{stb} / M_{dstb} = 114,84 / 18,44 = 6,23 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Stabilnost na klizanje

Za koeficijent trenja između *in situ* podmorskog i nadmorskog dijela zaštitnog pera, usvojena je vrijednost $\mu = 0,55$.

$$V' = (\Sigma G - \Sigma U - S_{iv}) \cdot \mu = (79,20 - 7,56 - 2,93) \cdot 0,55 = 37,79 \text{ kN/m'}$$

$$H = S_{ih} + \Sigma E_{wd} = 5,86 + 0,06 = 5,92 \text{ kN/m'}$$

$$FS^{KL} = V' / H = 37,79 / 5,92 = 6,38 > 1,20 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

3.3.5. Rezultati proračuna

U Tablicama 24., 25. i 26. prikazani su rezultati proračuna: faktori sigurnosti na prevrtanje i klizanje te naprezanja na temeljnoj stopi ispod rubnih točaka zaštitnog pera A i A', B i B' te C i C' za kontaktne plohe na kotama -3,90 m, -3,30 m i +0,15 m.

3.3.5.1. Kontaktna ploha na koti -3,90 m

Tablica 24. Rezultati proračuna (kontaktna ploha na -3,90 m)

BROJ KOMB.	KOMBINACIJA OPTEREĆENJA	FAKTOR SIGURNOSTI PREVRTANJE	FAKTOR SIGURNOSTI KLIZANJE	EKSCENT. e [m]	JEZGRA P. P., B/6 [m]	σ_A [kN/m ²]	$\sigma_{A'}$ [kN/m ²]
2	1 + 2 + 3	1,43	1,75	1,05	0,68	156,23	-
3	1 + 2 + 4(1)	2,17	3,82	0,38	0,68	98,03	28,39
4	1 + 2 + 4(2)	1,94	3,41	0,42	0,68	91,20	21,56

Na temelju dobivenih rezultata proračuna, može se ustvrditi kako je reprezentativno zaštitno pero na kontaktnoj plohi na koti -3,90 m uvjetno zadovoljilo zahtjevima sigurnosti na prevrtanje i klizanje u svim mjerodavnim kombinacijama opterećenja. Naime, kombinacija opterećenja br. 2 načelno nije zadovoljila zahtjevima sigurnosti na prevrtanje, ali kako je već ranije rečeno, uvjeti temeljenja, geometrija pera, gdje je u potpunosti zanemareno ukopavanje u temeljnu podlogu, te pozitivni utjecaj zaštitnog kamenometa kojim se s obje strane štiti analizirana glava pera u potpunosti su zanemareni u proračunima. Također, maksimalno naprezanje ispod temeljne plohe iznosi $\sigma_{\max} = 156,23 \text{ kN/m}^2$ (kombinacija br. 2), što je ispod maksimalno dopuštenog rubnog naprezanja za podlogu od zbijenog kamenog materijala ($\sigma_{\max, \text{dop}} = 240,00 \text{ kN/m}^2$).

3.3.5.2. Kontaktna ploha na koti -3,30 m

Tablica 25. Rezultati proračuna (kontaktna ploha na -3,30 m)

BROJ KOMB.	KOMBINACIJA OPTEREĆENJA	FAKTOR SIGURNOSTI PREVRTANJE	FAKTOR SIGURNOSTI KLIZANJE	EKSCENT. e [m]	JEZGRA P. P., B/6 [m]	σ_B [kN/m ²]	$\sigma_{B'}$ [kN/m ²]
2	1 + 2 + 3	1,22	1,36	1,03	0,48	316,25	-
3	1 + 2 + 4(1)	2,10	3,45	0,32	0,48	128,07	25,53
4	1 + 2 + 4(2)	1,88	3,08	0,36	0,48	119,92	17,39

Na temelju dobivenih rezultata proračuna, može se ustvrditi kako zaštitno pero na kontaktnoj plohi na koti -3,30 m u proračunskoj situaciji br. 2 nije zadovoljilo zahtjevima sigurnosti na prevrtanje i klizanje te je stoga potrebno konstruktivno povezivanje s temeljnom pločom pera. Potrebna armatura te njezin raspored ugradnje za povezivanja ova dva betonska elementa definirati će se u izvedbenom projektu. U svim mjerodavnim kombinacijama opterećenja naprezanja su značajno manja od tlačne čvrstoće betona.

3.3.5.3. Kontaktna ploha na koti +0,15 m

Tablica 26. Rezultati proračuna (kontaktna ploha na +0,15 m)

BROJ KOMB.	KOMBINACIJA OPTEREĆENJA	FAKTOR SIGURNOSTI PREVRTANJE	FAKTOR SIGURNOSTI KLIZANJE	EKSCENT. e [m]	JEZGRA P. P., B/6 [m]	σ_c [kN/m ²]	σ_c' [kN/m ²]
2	1 + 2 + 3	1,59	1,16	0,59	0,50	34,39	-
3	1 + 2 + 4(1)	8,39	6,93	0,09	0,50	29,50	20,22
4	1 + 2 + 4(2)	6,23	6,38	0,10	0,50	27,35	18,46

Na temelju dobivenih rezultata proračuna, može se ustvrditi kako zaštitno pero na kontaktnoj plohi na koti +0,15 m u proračunskoj situaciji br. 2 nije zadovoljilo zahtjevima sigurnosti na prevrtanje i klizanje te je stoga potrebno konstruktivno povezivanje s podmorskim dijelom pera. Potrebna armatura te njezin raspored ugradnje za povezivanja ova dva betonska elementa definirati će se u izvedbenom projektu. U svim mjerodavnim kombinacijama opterećenja naprezanja su značajno manja od tlačne čvrstoće betona.

LITERATURA

- [1] Norme tecniche per le costruzioni 2008 (NTC 2008)
- [2] GRASA PROJEKT d.o.o.: Dogradnja i rekonstrukcija luke otvorene za javni promet – luke Baška k.č. 4096/1, 4096/2 i obalno more, k.o. Baška Nova; Geotehnički elaborat; br. elaborata: G-161/2015; Zagreb, travanj 2015. g.
- [3] Rijekaprojekt-geotehničko istraživanje d.o.o.: Uređenje obalnog pojasa u Baški; Geotehnički izvještaj; br. elaborata: 17-021; Rijeka, travanj 2017.
- [4] Rijekaprojekt-geotehničko istraživanje d.o.o.: Trajektno pristanište Baška; Inženjerskogeološki izvještaj; br. elaborata: 17-074; Rijeka, studeni 2017.
- [5] Bowles, Joseph E.; Foundation analysis and design; Fifth edition; McGraw-Hill companies, Inc.; International Edition, 1997

Projektant:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Ivan Žigo
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5545

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.

MareCon

Marecon d.o.o.
J.P. Kamova 15
51000 Rijeka
tel.: +385/51/218336
e-mail: marecon@ri.t-com.hr
www.marecon.hr

BROJ PROJEKTA: 25G/17-GP-2

INVESTITOR: OPĆINA BAŠKA
51523 BAŠKA, Palada 88

GRAĐEVINA: UREĐENJE OBALNOG POJASA NASELJA BAŠKA – ETAPA 2A

13. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

PROJEKTANT:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Ivan Žigo
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5545

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.

PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KAKVOĆE

1. OPĆENITO

1.1. Primjena općih tehničkih uvjeta

Ovi tehnički uvjeti i program kontrole i osiguranja kvalitete (u daljnjem tekstu: Tehnički uvjeti) sadrže tehničke uvjete za izvođenje radova, tehnologiju izvođenja, način ocjenjivanja kvalitete. Tehnički uvjeti vrijede za radove na konstrukciji i za radove koji se naknadno odrede na gradilištu, a koji su neophodni za potpuno dovršenje predmetne građevina.

Primjena ovih Tehničkih uvjeta je obavezna. Ovi tehnički uvjeti izrađeni su sukladno Zakonu o gradnji. Svi sudionici u građenju (investitor, izvođač i dr.) dužni su pridržavati se odredbi navedenog zakona.

1.2. Norme i propisi za osiguranje kvalitete

1.2.1. Općenito

Kad je riječ o građevinskim materijalima i elementima konstrukcija oni su isti kao u ostalim granama graditeljstva, pa se mogu primjenjivati hrvatske norme, osim ako je izričito navedeno da se trebaju primijeniti neke druge norme (standardi) ili pravila struke, ili ako materijali i postupci propisani ovim Tehničkim uvjetima odstupaju od HRN, ili pak Nadzorni Inženjer (u daljnjem tekstu: NI) pismeno odobri uporabu alternativnih normi (standarda) ili pravila struke. S druge strane ne postoje hrvatske norme za pomorske konstrukcije. Stoga se primjenjuju opće hrvatske norme, ili one za slične konstrukcije.

1.2.2. Alternativne norme

Mogu se primijeniti i ekvivalentne važeće norme koje se koriste van Republike Hrvatske (u daljnjem tekstu: RH), ali samo ukoliko se zadovolje slijedeći uvjeti:

- da su norme koje se predlažu najmanje jednako stroge kao one važeće u RH;
- da je Izvoditelj već kod nuđenja izrazio želju da upotrijebi te alternativne norme;
- da NI odobri uporabu tih normi.

S obzirom da ni u svijetu nije učestala pojava izdavanja normi isključivo za pomorske gradnje (iznimka je npr. Japanski tehnički standard za lučke gradnje), primjenjivati će se i neke, u struci često citirane, preporuke kao što su:

- Shore protection Manual Izdan od US Coastal Engineering Center (CERC);
- Empfehlungen der Arbeitsausschusses Ufereinfassungen (EAU) izdan od Njemačkog komiteta za obalne konstrukcije;
- Manual of the use of rock in coastal and shoreline engineering izdan od Construction Industry Research and Information Association UK (CIRIA).

1.2.3. Norme koje se odnose na ispitivanje kamena u pomorskim gradnjama

HRN B.B8.002/89 Ispitivanje postojanosti;
HRN B.B8.010/80 Ispitivanje upijanja vode;
HRN B.B8.045/78 Ispitivanje habanja i drobljenja LA test;
HRN B.B8.032/80 Ispitivanje prostorne mase;
HRN B.B8.012/87 Ispitivanje pritisne čvrstoće;
HRN B.B8.017 Ispitivanje čvrstoće na savijanje.

1.2.4. Norme koje se odnose na kontrolu izrade kamenih nasipa

HRN U.B1.010/79 Uzimanje uzoraka tla;
HRN U.B1.012/79 Određivanje vlažnosti uzoraka tla;
HRN U.B1.014/68 Određivanje specifične težine tla;
HRN U.B1.016/68 Određivanje zapreminske težine tla;
HRN U.B1.018/80 Određivanje granulometrijskog sastava;
HRN U.B1.020/80 Određivanje granica konzistencije tla. Aterbergove granice;
HRN U.B1.024/68 Određivanje sadržaja sagorljivih i organskih materija tla;
HRN U.B1.038/68 Određivanje optimalnog sadržaja vode;
HRN U.E1.010/81 Zemljani radovi na izgradnji putova;
HRN U.E8.010/81 Nosivost i ravnost na nivou posteljice;
HRN U.B1.046/68 Određivanje modula stišljivosti kružnom pločom.

1.2.5. Norme na osnovu kojih se obavljaju tekuća i kontrolna ispitivanja nasipa

HRN U.B1.010/79 Uzimanje uzoraka tla;
HRN U.B1.012/79 Određivanje vlažnosti uzoraka tla;
HRN U.B1.016/68 Određivanje zapreminske težine tla;
HRN U.B1.046/68 Određivanje modula stišljivosti kružnom pločom;
Europske i međunarodne norme za ispitivanje tehničkih svojstava polimernih geotekstila i geomreža:
HRN EN 965 Geotekstili i geotekstilu srodni proizvodi - Određivanje mase po jedinici površine;
HRN EN ISO 10319 Geotekstili – Vlažno ispitivanje na širokim trakama;
HRN EN ISO 12236 Ispitivanje statičkim probijanjem;
HRN EN 964-1 Određivanje debljine pri određenom tlaku;
HRN EN ISO 12956 Određivanje karakteristične veličine otvora;
DIN 53 384/postupak B UV-postojanost;

1.2.6. Norme na osnovu kojih se obavljaju tekuća i kontrolna ispitivanja betona

HRN EN 206-1:2006 Beton–1.dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000);
HRN EN 206-1/A1:2004 Beton–1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost Amandman A1(EN 206-1:2000/A1:2004);
HRN EN 206-1/A2 :2005 Beton–1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost Amandman A2(EN 206-1:2000/A2:2005);
HRN 1128 :2007 Beton – Smjernice za primjenu norme HRN EN 206-1;
HRN EN 12350-1 Ispitivanje svježeg betona–1. dio: Uzorkovanje;
HRN EN 12350-2 Ispitivanje svježeg betona–2. dio: Ispitivanje slijeganjem;
HRN EN 12350-3 Ispitivanje svježeg betona–3. dio: VeBe ispitivanje;
HRN EN 12350-4 Ispitivanje svježeg betona–4. dio: Stupanj zbijenosti;
HRN EN 12350-5 Ispitivanje svježeg betona–5. dio: Ispitivanje rasprostiranjem
HRN EN 12350-6 Ispitivanje svježeg betona – 6. dio: Gustoća
HRN EN 12350-7 Ispitivanje svježeg betona–7. dio: Sadržaj pora – Tlačne metode;
HRN EN 12390-1 Ispitivanje očvrslulog betona–1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe;
HRN EN 12390-2 Ispitivanje očvrslulog betona–2. dio: Izradba i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće;
HRN EN 12390-3 Ispitivanje očvrslulog betona–3. dio: Tlačna čvrstoća uzoraka;
HRN EN 12390-6 Ispitivanje očvrslulog betona–6. dio: Vlačna čvrstoća cijepanjem uzoraka;
HRN EN 12390-7 Ispitivanje očvrslulog betona–7. dio: Gustoća očvrslulog betona;
HRN EN 12390-8 Ispitivanje očvrslulog betona–8. dio: Dubina prodiranja vode pod tlakom;
prCEN/TS 12390-9 Ispitivanje očvrslulog betona–9. dio: otpornost na smrzavanje ljuštenjem;
ISO 2859-1 Plan uzorkovanja za atributni nadzor–1. dio: Plan uzorkovanja indeksiran prihvatljivim nivoom kvalitete (AQL) za nadzor količine po količine;

ISO 3951 Postupci uzorkovanja i karta nadzora s varijablama nesukladnosti;
HRN U.M1.057 Granulometrijski sastav mješavina agregata za beton;
HRN U.M1.016 Beton. Ispitivanje otpornosti na djelovanje mraza;
HRN EN 480-11 Dodaci betonu, mortu i injekcijskim smjesama – Metode ispitivanja – 11. dio: Utvrđivanje karakteristika zračnih pora u očvrslom betonu;
HRN EN 12504-1 Ispitivanje betona u konstrukcijama–1. dio: Izvaneni uzorci – Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće;
HRN EN 12504-2 Ispitivanje betona u konstrukcijama–2. dio: Nerazorno ispitivanje –Određivanje veličine odskoka;
HRN EN 12504-3 Ispitivanje betona u konstrukciji–3. dio: Određivanje sile čupanja;
HRN EN 12504-4 Ispitivanje betona u konstrukciji–4. dio: Određivanje brzine ultrazvuka;
prEN 13791:2003 Ocjena tlačne čvrstoće betona u konstrukcijama ili u konstrukcijskim elementima;

1.2.7. Norme na osnovu kojih se obavljaju tekuća i kontrolna ispitivanja čelika za armiranje

HRN 1130-1:2008 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 1. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A;
HRN 1130-2:2008 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B;
HRN 1130-3:2008 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C;
HRN 1130-4:2008 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih mreža;
HRN 1130-5:2008 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 5. dio: Tehnički uvjeti isporuke rešetkastih nosača;
HRN EN 10080:2005 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – Općenito (EN 10080:2005);
HRN EN 10020:1999 Definicije i razredba vrsta čelika (EN 10020:1988);
HRN EN 10025:2002 Toplovaljani proizvodi od nelegiranih konstrukcijskih čelika –Tehnički uvjeti isporuke (EN 10025:1990+A1:1993);
HRN EN 10027-1:2007 Sustavi označivanja čelika – 1. dio: Nazivi čelika (EN 10027:2005);
HRN EN 10027-2:1999 Sustavi označivanja čelika – 2. dio: Brojčani sustav (EN 10027:1992);
HRN EN 10079:2008 Definicije čeličnih proizvoda (EN 10079:2007);
HRN EN 10204 Metalni proizvodi – Vrste dokumenata o ispitivanju (uključuje dopunu A1:1995);
HRN EN ISO 17660-1:2008 Zavarivanje – Zavarivanje čelika za armiranje – 1. dio: Nosivi zavareni spojevi (ISO 17660-1:2006; EN ISO 17660-1:2006);
HRN EN ISO 17660-2:2008 Zavarivanje – Zavarivanje čelika za armiranje – 2. dio: Nenosivi zavareni spojevi (ISO 17660-2:2006; EN ISO 17660-2:2006);
HRN EN 287-1:2004 Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje taljenjem – 1. dio: Čelici;
HRN EN 287-1:2004/AC:2007 Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje taljenjem – 1. dio: Čelici (EN 287-1:2004/AC:2004);
HRN EN 287-1:2004/A2:2008 Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje taljenjem – 1. dio: Čelici (EN 287-1:2004/A2:2006);
HRN EN ISO 4063:2001 Zavarivanje i srodni postupci – Nomenklatura postupaka i referentni brojevi (ISO 4063:1998; EN ISO 4063:2000);
HRN EN ISO 377 Čelik i čelični proizvodi – Položaj i priprema uzoraka i ispitnih uzoraka za mehanička ispitivanja;
HRN EN 10002-1 Metalni materijali – Vlačni pokus – 1. dio: Metoda ispitivanja (pri sobnoj temperaturi);
HRN EN ISO 15630-1 Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Ispitne metode – 1. dio: Armaturne šipke i žice;

HRN EN ISO 15630-2 Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Ispitne metode – 2. dio: Zavarene mreže.

1.2.8. Ostale norme

CEM The Coastal Engineering Manual;
BSI British Standard Code of practice for Maritime structures;
EAU Empfehlungen der Arbeitsausschusses Ufereinfassungen;
CIRIA Construction Industry Research and Information Association UK;
HRN ENV 1991-1 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 1. dio: Osnove projektiranja (ENV 1991-1:1994);
HRN ENV 1991-2-1 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-1. dio: Djelovanja na konstrukcije – Prostorne težine, vlastite težine, uporabna opterećenja (ENV 1991-2-1:1995);
HRN ENV 1991-2-4 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-4. dio: Djelovanja na konstrukcije – Opterećenje vjetrom (ENV 1991-2-4:1995);
HRN ENV 1991-2-5 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-5. dio: Djelovanja na konstrukcije – Toplinska djelovanja (ENV 1991-2-5:1997);
HRN ENV 1991-2-6 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-6. dio: Djelovanja na konstrukcije – Djelovanja tijekom izvedbe (ENV 1991-2-6:1997);
HRN ENV 1991-2-7 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2-7. dio: Djelovanja na konstrukcije – Izvanredna djelovanja prouzročena udarom i eksplozijom HRN ENV 1991-3 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 3. dio: Prometna opterećenja mostova (ENV 1991-3:1995);
HRN ENV 1991-5 Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 5. dio: Djelovanja prouzročena kranovima i drugim strojevima (ENV 1991-5:1998);
HRN ENV 1992-1-1:2004 Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija – dio 1.1: Opće pravila i pravila za zgrade (ENV 1992-1-1:1991);
HRN ENV 1992-1-3:2004 Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija – dio 1-3: Opća pravila – Predgotovljeni betonski elementi i konstrukcije (ENV 1992-1-3:1994);
HRN ENV 1992-1-6:2004 Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija – 1-6. dio: Opća pravila – Nearmirane betonske konstrukcije (ENV 1992-1-6:1994);
HRN ENV 1992-2:2004 Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija – 2. dio: Betonski mostovi (ENV 1992-2:1996);
HRN ENV 1997-1:2001 Eurokod 7: Geotehničko projektiranje – 1. dio: Opća pravila (ENV 1997-1:1994);
HRN ENV 1997-3:2001 Eurokod 7: Geotehničko projektiranje – 3. dio: Projektiranje uporabom terenskih ispitivanja (ENV 1997-3:1999);
HRN ENV 1998-1-1:2005 Eurokod 8: Projektiranje konstrukcija otpornih na potres – 1-1. dio: Opća pravila – Potresna djelovanja i opći zahtjevi za konstrukcije (ENV 1998-1-1:2005);
HRN ENV 1998-5:2005 Eurokod 8: Projektiranje konstrukcija otpornih na potres – 5. dio: Temelji, potporne konstrukcije i geotehnička pitanja (ENV 1998-5:1994);

1.2.9. Certifikati, proizvođačke specifikacije, dokazi o uporabljivosti, dokazi o sukladnosti i izvještaji o ispitivanju svojstava materijala i elemenata

Materijali i elementi koji se ugrađuju bit će podložni pregledima i ispitivanjima prema općim uvjetima ugovora.

Za sve materijale i gotove elemente koji se ugrađuju na gradilište, Izvoditelj je dužan dostaviti odgovarajuće certifikate, proizvođačke specifikacije, dokaze o uporabljivosti ugrađenih građevnih proizvoda, dokaze o sukladnosti ugrađene opreme prema posebnom zakonu, isprave o sukladnosti određenih dijelova građevine, bitnim zahtjevima za građevinu i od ovlaštenih tijela izdane dokaze kvalitete (rezultati ispitivanja, zapisi o provedenim procedurama kontrole kvalitete i dr.) za koje je obveza prikupljanja tijekom izvođenja građevinskih i drugih radova za sve izvedene dijelove građevine i za radove koji su u tijeku određena ovim Zakonom, posebnim

propisom ili projektom. Ovlaštene organizacije i institucije za ocjenjivanje sukladnosti su na listi u Glasniku Zavoda kojeg izdaje Državni zavod za normizaciju i graditeljstvo. Svu navedenu dokumentaciju Izvoditelj je dužan dostaviti na odobrenje NI-u dovoljno prije isporuke i planirane ugradnje na gradilištu da bi se izbjegla zakašnjenje u programu izgradnje. Certifikati i izvještaji o ispitivanju ne oslobađaju Izvoditelja od obveze da isporuči zadovoljavajuće materijale, ako se naknadnim ispitivanjem ustanovi da materijali nisu zadovoljili uvjete projekta.

Nadzorni inženjer dužan je, između ostalog, odrediti provedbu kontrolnih postupaka u pogledu ocjenjivanja sukladnosti, odnosno dokazivanja kvalitete određenih dijelova građevine putem ovlaštene osobe koja nije sudjelovala u provedbi postupka izdavanja isprava i dokaza za sve izvedene dijelove građevine i za radove koji su u tijeku u slučajevima kada je ovim Zakonom, propisom donesenim na temelju ovoga Zakona, posebnim propisom ili projektom određena takva obveza te je dužan za tehnički pregled prirediti završno izvješće o izvedbi građevine.

1.3. Kvaliteta materijala, proizvoda i izrade

Kvaliteta materijala, ugrađenih proizvoda i izrade mora biti u potpunosti u skladu sa zahtjevima ugovora, projektom, normama i propisima i bit će u svakom trenutku i u svakom pogledu podložni pregledu i pismenom odobrenju NI-a. NI će imati ovlaštenje da odbaci sve materijale i izradu koji po njegovom mišljenju ne budu u skladu sa gornjim zahtjevom.

Treba koristiti provjerene materijale, proizvode i opremu čija se kakvoća i usklađenost s normama i propisima dokazuje odgovarajućim ispravama o sukladnosti (potvrdama i/ili izjavama o sukladnosti). Treba osigurati dokaze o kvaliteti radova u skladu s normama i propisima. NI ima ovlaštenje odbaciti sve materijale, proizvode, opremu i izradu koji po njegovom mišljenju ne budu u skladu sa gornjim zahtjevima.

Tehnička svojstva građevnog proizvoda moraju biti takva da uz propisanu ugradnju sukladno namjeni građevine, uz propisano, odnosno projektom određeno održavanje podnose sve utjecaje uobičajene uporabe i utjecaja okoline, tako da građevina u koju je ugrađen tijekom projektiranog roka uporabe ispunjava bitne zahtjeve za građevinu. Građevni proizvod može se staviti na tržište, distribuirati i rabiti samo ako je dokazana njegova uporabljivost te ako je označen i popraćen tehničkim uputama u skladu s Zakonom o građevnim proizvodima te propisima donesenim na temelju tog Zakona.

Da bi se osigurala stalna kakvoća sastavnih materijala za proizvodnju, potrebno je kontrolirati kakvoću materijala, osigurati odgovarajuću dokumentaciju o kakvoći upotrijebljenog materijala, a za sama ispitivanja materijala i proizvoda primjenjivati metode ocjenjivanja sukladnosti propisane hrvatskim normama i važećom zakonskom regulativom.

U postupku ocjenjivanja sukladnosti građevnog proizvoda provode se radnje ispitivanja građevnog proizvoda i radnje nadzora proizvodnje građevnih proizvoda.

Radnje ispitivanja građevnog proizvoda su:

- početno ispitivanje tipa građevnog proizvoda koje provodi proizvođač, odnosno početnog ispitivanja tipa građevnog proizvoda od strane pravne osobe ovlaštene za ocjenjivanje sukladnosti,
- ispitivanje uzoraka iz proizvodnje prema utvrđenom planu ispitivanja od strane proizvođača ili pravne osobe ovlaštene za ocjenjivanje sukladnosti, i
- ispitivanje slučajnih uzoraka uzetih iz proizvodnje iz skupine pripremljene za isporuku, odnosno na tržištu ili na gradilištu iz isporučene skupine od strane pravne osobe ovlaštene za ocjenjivanje sukladnosti.

Radnje nadzora proizvodnje građevnog proizvoda su:

- stalna tvornička kontrola proizvodnje koju provodi proizvođač,
- početni nadzor tvornice i početni nadzor tvorničke kontrole proizvodnje koju provodi pravna osoba ovlaštena za ocjenjivanje sukladnosti, i
- stalni nadzor, procjena i ocjenjivanje tvorničke kontrole proizvodnje koju provodi pravna osoba ovlaštena za ocjenjivanje sukladnosti.

Radnjama ispitivanja građevnih proizvoda utvrđuju se tehnička svojstva građevnih proizvoda.

Nadzor proizvodnje građevnih proizvoda provodi se pregledavanjem, nadziranjem i ocjenjivanjem proizvodnje i stalne tvorničke kontrole proizvodnje.

O provedenim radnjama ispitivanja i nadzora građevnih proizvoda te rezultatima tih radnji ovlaštena osoba odnosno proizvođač izdaje odgovarajući dokument i to o:

- radnjama ispitivanja građevnog proizvoda izdaje izvještaj o ispitivanju građevnog proizvoda,
- provođenju stalnog nadzora, procjeni i ocjenjivanju tvorničke kontrole proizvodnje izdaje izvještaj o provedenom nadzoru,
- provedenom početnom nadzoru tvornice i početnom nadzoru tvorničke kontrole proizvodnje izdaje izvještaj o provedenom početnom nadzoru.

Obavljanje poslova izdavanja potvrda o svojstvima obuhvaća provedbu radnji ocjenjivanja sukladnosti građevnih proizvoda, vrednovanje i/ili završno ocjenjivanje rezultata radnji ocjenjivanja sukladnosti (potvrđivanje) i izdavanje potvrde o svojstvima.

Vrednovanje i/ili završno ocjenjivanje rezultata radnji ocjenjivanja sukladnosti provodi se pregledom izvještaja o ispitivanju građevnog proizvoda te pregleda izvještaja o provedenom nadzoru i o provedenom početnom nadzoru tvorničke kontrole proizvodnje.

U postupku ocjenjivanja sukladnosti građevnog proizvoda moraju se provesti skupine radnji označene kao sustavi ocjenjivanja 1+, 1, 2+, 2, 3 i 4 sukladnosti i to:

- prije izdavanja potvrde o svojstvima – skupine radnji označene kao sustavi ocjenjivanja sukladnosti oznake 1+ i 1;
- prije izdavanja potvrde o tvorničkoj kontroli proizvodnje – skupine radnji označene kao sustavi ocjenjivanja sukladnosti oznake 2+ i 2;
- prije izdavanja izjave o svojstvima – skupine radnji označene kao sustavi ocjenjivanja sukladnosti oznake 1+, 1, 2+, 2, 3 i 4.

Sustavi ocjenjivanja sukladnosti koji se u postupku ocjenjivanja sukladnosti moraju provesti za pojedini građevni proizvod, odnosno pojedinu skupinu građevnih proizvoda, prije izdavanja potvrde o svojstvima i izjave o sukladnosti, određen je tehničkom specifikacijom.

Potvrdu o svojstvima izdaje osoba ovlaštena za izdavanje potvrde o svojstvima na zahtjev proizvođača, ovlaštenog zastupnika ili uvoznika građevnog proizvoda ako su provedeni i/ili se provode skupine radnji određene za ocjenjivanje sukladnosti građevnog proizvoda, za koji se izdaje potvrda o svojstvima, te ako je sukladnost dokazana.

Potvrda o svojstvima obavezno sadrži:

- tvrtku i sjedište ovlaštene osobe koja je izdala potvrdu o svojstvima građevnog proizvoda,
- tvrtku i sjedište, odnosno ime i adresu proizvođača, ovlaštenog zastupnika ili uvoznika,
- naziv, kratki opis i namjeravanu uporabu građevnog proizvoda,
- referencijske oznake tehničkih specifikacija koje su mjerodavne za ocjenjivanje sukladnosti građevnog proizvoda,
- oznaku sustava ocjenjivanja sukladnosti koji je proveden ili se provodi,
- identifikacijsku oznaku i datum izdavanja potvrde o svojstvima,
- ime i potpis odgovorne osobe ovlaštene za potpisivanje potvrde o svojstvima

Potvrdu o svojstvima trajno čuva osoba koja ju je izdala, te proizvođač, ovlašteni zastupnik ili uvoznik.

Izjavom o svojstvima proizvođač, ovlašteni zastupnik odnosno uvoznik potvrđuje da su provedene i/ili da se provode skupine radnji određene za ocjenjivanje sukladnosti građevnog proizvoda za koji se daje izjava, te da je dokazana sukladnost građevnih proizvoda s tehničkom specifikacijom.

Izjava o svojstvima obavezno sadrži:

- tvrtku i sjedište, odnosno ime i adresu osobe koja daje izjavu (proizvođač, ovlašteni zastupnik ili uvoznik),
- tvrtku i sjedište, odnosno ime i adresu proizvođača u slučaju da izjavu o svojstvima izdaje ovlašteni zastupnik ili uvoznik,
- naziv, kratki opis i namjeravanu uporabu građevnog proizvoda,
- izjavu da je građevni proizvod sukladan tehničkoj specifikaciji određenoj za taj proizvod s referencijskom oznakom te tehničke specifikacije,
- referencijske oznake tehničkih specifikacija koje su mjerodavne za ocjenjivanje sukladnosti građevnog proizvoda,
- oznaku sustava ocjenjivanja sukladnosti koji je proveden ili se provodi,
- identifikacijsku oznaku potvrde odnosno dokumenta temeljem kojih se izjava izdaje:
 - a) potvrde o svojstvima, za građevne proizvode koji podliježu sustavu ocjenjivanja sukladnosti 1 ili 1+, odnosno
 - b) potvrde o tvorničkoj kontroli proizvodnje, za građevne proizvode koji podliježu sustavu ocjenjivanja sukladnosti 2 ili 2+, odnosno
 - c) dokumenata o ocjenjivanju sukladnosti za građevne proizvode koji podliježu sustavu ocjenjivanja sukladnosti 3 ili 4,
- identifikacijska oznaka i datum izdavanja izjave,
- ime, svojstvo i potpis osobe koja je ovlaštena za potpisivanje u ime osobe koja daje izjavu.

Izjavu o svojstvima trajno čuva proizvođač, ovlašteni zastupnik ili uvoznik.

1.3.1. Kontrola kakvoće i sukladnosti

Kontrola kakvoće materijala i proizvoda se sastoji od ispitivanja pogodnosti materijala, tekuće kontrole, kontrolnog ispitivanja, kao i provjere kakvoće uskladištenih materijala.

Za materijale i elemente koji se ugrađuju na gradilištu, Izvoditelj će provoditi kontrolu sukladnosti, odnosno ispitivanja u svrhu ocjenjivanja sukladnosti kvalitete ugrađenih materijala sa zahtijevanim svojstvima. U sklopu izvedbenog projekta će se izraditi program kontrole sukladnosti kojim će se odrediti učestalost i opseg ispitivanja u ovisnosti o količini upotrijebljenih materijala. Programom kontrole ispitivanja će se predvidjeti i prethodna ispitivanja za materijale i sustave za koje je to potrebno.

1.3.2. Ispitivanje pogodnosti

Pogodnost materijala s obzirom na njegovu namjenu utvrđuje se prethodnim laboratorijskim ispitivanjima. Svojstva materijala moraju zadovoljiti zahtjeve propisane hrvatskim normama i važećom zakonskom regulativom. Uzorkovanje i ispitivanje svojstava obavljaju ovlaštene pravne osobe, kojima je jedna od djelatnosti i kontrola kakvoće.

1.3.3. Tekuća kontrola

Tekuća kontrola obavlja se radi kontrole tehnološkog procesa. Tekuća ispitivanja obavlja proizvođač u vlastitom laboratoriju ili ih obavlja o njegovu trošku, pravna osoba registrirana za kontrolu kakvoće.

Vrste tekućih ispitivanja, kao i njihova učestalost, propisana su hrvatskim normama i važećom zakonskom regulativom i to ovisno o vrsti, količini i namjeni materijala.

1.3.4. Kontrolno ispitivanje

Kontrolno ispitivanje obavlja se radi provjere usklađenosti kakvoće proizvoda sa svojstvima i karakteristikama propisanim hrvatskim normama i važećom zakonskom regulativom. Kontrolna ispitivanja kao i uzorkovanje materijala može obavljati jedino pravna osoba koja je registrirana za te poslove. Vrste i učestalosti ispitivanja propisani su hrvatskim normama i važećom zakonskom regulativom i to ovisno o vrsti i namjeni materijala.

1.3.5. Provjera kakvoće uskladištenog materijala

Ispitivanjem se utvrđuje kakvoća uskladištenog materijala (na deponijama, u silosima, cisternama i sl.) u ovim slučajevima:

- kada svojstva i karakteristike materijala nisu praćeni u tijeku proizvodnje
- radi provjere svojstava i karakteristika prema posebnom zahtjevu ili potrebi.

Uzorkovanje i ispitivanje obavlja tvrtka ovlaštena za kontrolu kakvoće.

1.3.6. Dokumentacija ispitivanja i kontrole

A) Izvještaj o pogodnosti materijala mora sadržavati ove podatke:

- opći dio: naziv materijala, mjesto uzorkovanja, podatke o naručiocu ili proizvođaču, datum uzorkovanja i završetka ispitivanja, namjenu materijala i laboratorijsku ocjenu uzorka,
- rezultate svih laboratorijskih ispitivanja propisanih za tu vrstu materijala,
- ocjenu kakvoće materijala s obzirom na vrstu i namjenu,
- mišljenje o pogodnosti materijala s obzirom na namjenu.

B) Izvještaj o tekućoj kontroli: Rezultati tekućih ispitivanja moraju se redovito upisivati u laboratorijsku dokumentaciju (laboratorijski dnevnik, knjigu ili slično). Uz dokumentaciju koja prati isporuku proizvoda, proizvođač je dužan priložiti rezultate tekućih ispitivanja koji se odnose na isporučene količine.

C) Izvještaj o kontrolnom ispitivanju mora sadržavati:

- naziv proizvoda, podatke o proizvođaču i naručiocu;
- mjesto, način i datum uzorkovanja, količinu uzorka, završetak.

1.3.7. Uzorci

Gdje je to prikladno i kad NI to zatraži, Izvoditelj će dostaviti NI-u na odobrenje uzorke materijala ili elemenata koje kani ugrađivati, i nijedan materijal ili element neće se naručiti niti ugraditi prije nego to odobri NI na osnovu dostavljenih uzoraka. Materijali i elementi koji se ugrađuju moraju u najmanju ruku po kvaliteti biti jednaki uzorcima koji su dostavljeni i koje je NI odobrio.

1.3.8. Pregledi i ispitivanja

Materijali i elementi koji se ugrađuju bit će podložni pregledima i ispitivanjima prema općim uvjetima ugovora. Isprave o svojstvima potrebne za dokazivanje udovoljavanja propisanih uvjeta materijala i ispitivanja i laboratorijsku oznaku uzorka; - rezultate laboratorijskih ispitivanja; - ocjenu kakvoće materijala s obzirom na vrstu i namjenu.

1.3.9. Isprave o svojstvima

Građevni proizvod proizveden u tvornici izvan gradilišta smije se ugraditi u građevinu ako ispunjava zahtjeve propisane Tehnički propisom za građevne proizvode i ako je za njega izdana isprava o svojstvima u skladu s odredbama posebnog propisa.

Građevni proizvod izrađen na gradilištu za potrebe toga gradilišta, smije se ugraditi u građevinu ako je za njega dokazana uporabljivost u skladu s projektom građevine i Tehnički propisom za građevne proizvode.

1.3.10. Uvjerjenje o kakvoći proizvoda

Izdaje se poslije najmanje tri uzastopna kontrolna ispitivanja proizvoda, kojima je ustanovljena propisana kakvoća. Uvjet za izdavanje uvjerenja o kakvoći je redovita evidencija rezultata tekuće

kontrole. Rok važenja uvjerenja o kakvoći proizvoda može biti najviše jedna godina. Uvjerenja o kakvoći proizvoda moraju sadržavati opći dio:

- naziv proizvoda, deklaraciju, mjesto, podatke o proizvođaču i naručiocu, datum uzorkovanja te laboratorijske oznake uzorka;
- pregledni prikaz rezultata kontrolnih ispitivanja na osnovu kojih se izdaje uvjerenje;
- ocjenu kakvoće i mišljenje o upotrebljivosti s obzirom na stalnost kakvoće proizvoda, namjenu materijala i svojstva primarne sirovine;
- rok važenja uvjerenja.

Stalnost kakvoće proizvoda do istekla roka važenja uvjerenja o kakvoći prati se kontrolnim ispitivanjima.

1.3.11. Uvjerenje o kakvoći sirovine

Kakvoća i svojstva sirovine koja se koristi za proizvodnju pojedinih vrsta sastavnih materijala (primjerice asfaltna mješavina) utvrđuju se laboratorijskim ispitivanjem. Po završetku ispitivanja izdaje se uvjerenje o kakvoći i upotrebljivosti sirovine s obzirom na namjenu. Uvjerenje o kakvoći primarne sirovine mora sadržavati opći dio:

- naziv materijala, mjesto, podatke o naručiocu, datum uzorkovanja i završetka ispitivanja, te laboratorijsku oznaku uzorka;
- rezultate laboratorijskih ispitivanja;
- ocjenu kakvoće i mišljenje o upotrebljivosti sirovina s obzirom na vrstu i namjenu;
- rok važenja uvjerenja.

1.3.12. Izvještaj o provjeri kakvoće uskladištenog materijala

Izvještaj o provjeri kakvoće materijala deponiranog na deponijama ili uskladištenog u silose, cisterne i sl., izdaje se na temelju laboratorijskih ispitivanja i mora sadržavati ove podatke:

- opći dio: naziv materijala, mjesto uzorkovanja, podatke o naručiocu ili proizvođaču, datum uzorkovanja i završetka ispitivanja, namjenu materijala te laboratorijsku oznaku uzorka;
- približnu količinu uskladištenog materijala;
- rezultate laboratorijskih ispitivanja propisanih za tu vrstu materijala;
- način uzorkovanja i približnu količinu skupnog uzorka,
- ocjenu kakvoće,

Mišljenje o kakvoći i upotrebljivosti uskladištenog materijala s obzirom na namjenu elemenata za ugrađivanje, trebaju se podnijeti NI-u na odobrenje dovoljno prije isporuke materijala i planirane ugradbe na gradilištu da bi se, u slučaju neispunjenja traženog kvaliteta, izbjegla zakašnjenja u programu izgradnje.

Svaku ispravu o suglasnosti mora potpisati ovlaštena osoba proizvođača, a mora sadržavati ime i adresu Izvoditelja, ime i mjesto gradilišta te količinu i datume isporuka za koje se suglasnost izdaje.

Kopije laboratorijskih izvještaja o ispitivanjima moraju imati ime i adresu laboratorija koji vrši ispitivanja i datum odnosno datume ispitivanja na koje se izvještaji odnose. Isprave o svojstvima se ne smiju shvatiti tako kao da oslobađaju Izvoditelja od obveze da isporuči zadovoljavajuće materijale, ako se naknadnim ispitivanjem ustanovi da ti materijali ne zadovoljavaju uvjete.

1.4. Imena proizvođača i kopije narudžbi

Prije naručivanja materijala i elemenata za ugrađivanje, Izvoditelj će dati na uvid i odobrenje NI-u imena proizvođača ili isporučitelja, i nakon toga, bude li to od njega traženo, dostavit će kopije narudžbi. Ako isporučitelj ili proizvođač naručuje materijal za svoj podugovor, gore opisanim zahtjevima udovoljit će posredstvom glavnog Izvoditelja. Ako isporučitelj ili proizvođač moraju napraviti radne nacрте za materijale i radove koje trebaju izvesti, dostavit će posredstvom

glavnog Izvoditelja tri kopije ovih nacрта NI-u. Ove nacрте NI mora pismeno odobriti prije početka radova.

1.5. Uputstva isporučitelja

Prilikom rukovanja skladištenja, ugrađivanja ili instaliranja materijala isporučenih Izvoditelj će se strogo držati uputstva isporučitelja osim ako ne dobije drukčiji nalog od NI-a. Izvoditelj mora kod davanja narudžbe osigurati dobivanje i ovih uputstava.

1.6. Rukovanje i skladištenje materijala i elemenata za ugrađivanje

Postupci kod rukovanja i skladištenja materijala i elemenata za ugrađivanje moraju se provesti na način da se izbjegne oštećivanje i mora dobiti odobrenje NI-a. Skladištenje mora biti takvo da omoguću jednostavnu provjeru i kontrolu, kao i takvo da dijelovi budu na raspolaganju onako kako se bude za njima ukazivala potreba, a različite robe treba držati odvojeno.

1.7. Oštećeni i defektni materijal

Čim se otkrije neko oštećenje ili defekt na materijalima ili elementima, napraviti će se pismeni izvještaj NI-u, a od njega će se tražiti pismeni nalog za daljnji postupak. Oštećeni ili defektni materijali ili elementi prikladno će se označiti u skladištu ili slagalištu kako u tom stanju ne bi bili ugrađeni. Ukoliko se popravci budu mogli izvršiti na licu mjesta, i NI ih bude zahtijevao, tako popravljeni dijelovi moći će se ugraditi tek poslije njegovog pregleda i odobrenja.

1.8. Oprema

Izvoditelj će se držati odgovornim za dobavu, korištenje i održavanje odgovarajuće građevinske opreme, a koja će se održavati na način da bude osiguran njen djelotvoran rad.

NI može odrediti da se oprema koja nije djelotvorna, a može negativno utjecati na kvalitetu radova, ukloni s gradilišta, te zamjeni drugom, zadovoljavajućom.

1.9. Podizvođači

Izvoditelj će biti odgovoran za sve podizvođače i pobrinut će se da njihova radna snaga i oprema zadovolje tražene standarde.

1.10. Osoblje

Izvoditeljevo rukovodno i tehničko osoblje mora biti iskusno u vrsti radova koji se izvode pod njihovim rukovodstvom i mora biti sposobno osigurati da se radovi izvrše efikasno i kvalitetno.

2. PRIPREMNI RADOVI

Koncepcija organizacije izgradnje građevinskih objekata pretpostavlja da se prije početka gradnje predvide i planiraju sve aktivnosti koje su potrebne da se građevina izgradi u skladu sa važećim zakonima i propisima, u ugovorenom roku i uz poštivanje ugovorenih ekonomsko-financijskih uvjeta. Zbog opsežnosti radova, dužine gradnje, sudjelovanja velikog broja izvršitelja te zbog drugih specifičnosti građevine, priprema gradnje je zahtjevan i odgovoran posao. U tom smislu, potrebno je prethodno izraditi projekt organizacije građenja (POG).

2.1. Čišćenje terena

Kontrolu kakvoće obavljati u svemu prema važećoj normi HRN U.E1.010.

Radove izvoditi uz primjenu higijensko-tehničkih zaštitnih mjera, bez nanošenja štete susjednim objektima, posjedima uz trasu i imovini uopće. Rušenjem stabala ne smiju se oštetiti stabla koja nisu predviđena za rušenje.

2.2. Iskolčenje trase i objekata

Izvođač radova dužan je za vrijeme građenja stalno održavati iskolčenje, osiguranje svih točaka, postavljenih profila, repera i poligonskih točaka. Iskolčenje objekata treba neprestano nadzirati i po potrebi obnavljati. Izvođač je sve vrijeme građenja dužan obnavljati iskolčenje i sve oznake na terenu, bez obzira na uzroke štete. Geodetskom kontrolom utvrđuje se visinski i položajno početno stanje ili stanje izvedenog posla. Točnost mjerenja mora biti u skladu s geodetskim normama za pojedine vrste mjerenja i u skladu sa zahtjevima za kakvoću pojedinih radova prema ovim ili posebnim tehničkim uvjetima. Investitor je dužan najkasnije na dan tehničkog pregleda dati na uvid povjerenstvu za tehnički pregled, uz ostalu dokumentaciju propisanu Zakonom o gradnji i:

- Situacijski nacrt izgrađene građevine kao dio geodetskog elaborata, koji je ovjerilo nadležno državno tijelo za katastar i geodetske poslove, a izradila osoba registrirana za obavljanje te djelatnosti po posebnom propisu;
- Geodetski snimak izvedenog stanja nakon završetka radova radi legaliziranja izvedenog stanja građevine u katastru i zemljišnoj knjizi i prema traženju investitora radi konačnog obračuna radova.

Pri izradi snimka izvedenog stanja treba se držati važećih zakona i propisa.

3. ZEMLJANI RADOVI

3.1. Općenito

3.1.1. Materijali na koje se odnose zemljani radovi

Zemljani radovi odnose se na prirodnu stijenu zemaljske površine. Prednjoj geološkoj definiciji sva mineralna tvar zemaljske površine naziva se stijenom. Za razliku od toga ovi zemljani radovi iste mineralne tvari nazivaju se drukčije: zemljani materijal i kamen.

Pod zemljanim materijalom podrazumijevaju se sitnozrne koherentne i nekoherentne stijene koje se mogu iskapati bez miniranja.

Pod kamenim materijalom podrazumijevaju se čvrste vezane kompaktne stijene koje se radi iskopa moraju minirati, a kod nasipa moraju se koristiti manje ili više usitnjene.

3.1.2. Način rada

Prije početka rada Izvoditelj mora pribaviti od NI-a suglasnost za metode i postupke koji će se primjenjivati za privremene radove, te redoslijed rada i opremu koja će se upotrijebiti.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole kvalitete, projektom organizacije gradilišta, zahtjevima NI i priznatim normama i tehničkim propisima.

Na gradilištu se bez pismene dozvole NI-a neće vršiti nikakvi iskopi ili nasipi osim onih predviđenih projektom.

3.1.3. Konačne dimenzije

Zemljani radovi po dovršetku moraju odgovarati svim visinama, dimenzijama i nagibima iz projekta ili uputama NI-a. Svi radovi koji ne budu u skladu s gornjim moraju se popraviti na zadovoljstvo NI-a.

Radovi se neće smatrati dovršenima tamo gdje Izvoditelj ne predvidi potrebne mjere za slijevanje, skupljanje, te druge predradnje ili mjere predostrožnosti.

3.1.4. Geodetska snimanja radi obračuna

NI i Izvoditelj će zajednički geodetski snimiti cijelu zonu na kopnu i na moru gdje će se izvoditi zemljani radovi, a Izvoditelj će načiniti odgovarajuće obračunske snimke u dvije kopije, za NI-a i za sebe. Sve kopije moraju supotpisati NI i Izvoditelj i time izraziti svoju suglasnost sa snimkama. U odsustvu takve suglasnosti NI može narediti obustavu relevantnih radova dok se suglasnost ne postigne. NI može zatražiti i dodatna zajednička snimanja.

3.1.5. Zaštita od utjecaja mora i nevremena

Izvoditelj mora radove zaštititi od oštećenja uslijed utjecaja nevremena, valova, plime i oseke, te spriječiti eroziju postojećeg nasipa i novoizrađenog iskopa odnosno nasipnog materijala za sve vrijeme dok su tim utjecajima izloženi. U tom smislu na gradilištu treba osigurati efikasne mjere za sprječavanje neželjenih posljedica. Izvoditelj mora zaštititi od oštećenja susjedne objekte, ako bi im se ovim radovima bilo kako moglo naštetiti. Sva oštećenja proizašla iz neadekvatnih mjera zaštite, uključujući i zapreke stvorene depozitima ispranog materijala sanirat će se na trošak Izvoditelja.

3.2. Iskopi

3.2.1. Općenito

Iskopni radovi kod izgradnje pomorsko građevinskih objekata po ovom projektu obuhvaćaju: podmorski iskop postojećih molića i obalnog zida koji se djelomično ili u cijelosti ruše, te kamenog kršja i stijene na mjestu gdje se temelje i izvode nove pomorske građevine.

3.2.2. Tehnologija rada

Određivanje načina kopanja, kao i izbor mehaničkih sredstava, zavisi s jedne strane od materijala iskopa, opsega rada, dužine, izloženosti položaja, ograničenosti prostora, namjeni iskopane površine i povezanosti iskopnih radova s ostvarenjem plana nastavnog građenja, a s druge strane o raspoloživoj mehanizaciji Izvođača. Plan i tehnologiju iskopa mora odobriti NI.

3.2.3. Tolerancije

Iskop mora biti u skladu s projektiranim. Kontrola usklađenosti podmorskog iskopa s projektom vrši se na bazi snimljenih profila prije početka i nakon završetka radova. Nadzorno tijelo može po svom

nahođenju kontrolirati iskop i u "međuprofilima".

Nadomjestak prekopanog materijala nasipom, ili betonom, obavezan je na svoj teret obaviti Izvoditelj ako se na mjestu iskopa temelji neka gradnja.

3.2.4. Uporaba materijala iz iskopa

Uporaba materijala iz iskopa u bilo koju svrhu podložna je odobrenju NI-a. Kontrola kakvoće iskopanog materijala za ponovnu upotrebu obavljati prema važećim standardima.

3.2.5. Zaštita iskopa

Izvoditelj je dužan osigurati zaštitu iskopa: oplatu i druga odobrena sredstva za pridržavanje bočnih

strana iskopa, kako rovova tako i jama. Kod koncipiranja zaštite treba voditi računa da se spriječi bilo kakvo pomicanje tla na bočnim stranama ili šteta na susjednim objektima, a u obzir se mora uzeti i utjecaj iskopanog materijala deponiranog uz rubove iskopa.

3.2.6. Podmorski iskop maritimnih nanosa i općih kamenih nasipa

Podmorski iskop mora biti u skladu s projektiranim. Kontrola usklađenosti podmorskog iskopa s projektom vrši se na bazi snimljenih profila prije početka i nakon završetka radova. Nadzorno tijelo može po svom nahođenju kontrolirati iskop i u "međuprofilima". Slijedećoj fazi gradnje pristupa se tek kad NI prihvati obavljeni iskop.

Iskope za betonska pera i obalne zidove treba izvesti s naročitom pažnjom kako se ne bi ugrozila stabilnost postojećih susjednih građevina koje se zadržavaju. Slijedećoj fazi gradnje pristupa se tek kad NI prihvati obavljeni iskop.

Nadomjestak prekopanog materijala nasipom, ili betonom, obavezan je na svoj teret obaviti Izvoditelj.

3.3. Nasipi

3.3.1. Općenito

Za nasip se može koristiti samo kameni materijal specifične mase $> 2.600,0 \text{ kg/m}^3$ otporan na habanje, smrzavanje i more, kompaktan bez pukotina i uslojenosti.

Kontrola kvalitete kamenog materijala za izradu nasipa vrši se na uzorcima iz pozajmišta kamena: kamenolom, ili drugi izvori kamena. Provodi se na pozajmištu ili u laboratoriju prije odvoza na ugradnju.

Nasipi moraju uključivati nadvišenje zbog slijeganja.

3.3.2. Standardna specifikacija i pravila struke

Osim kada se drugi zahtjevi izrijekom navode u specifikacijama, sav materijal, izvođenje, uzorkovanje i ispitivanje mora se uskladiti sa preporukama i smjernicama danim u "Priručniku za korištenje stijena u obalnom i priobalnom Inženjerstvu", Posebnoj publikaciji 83 (CIRIA - *Construction Industry Research and Information Association*) i u Izvještaju 154 (CUR- *Centre for Civil Engineering Research and Codes*). Pozivanje na CIRIA-u u ovoj Tehničkoj specifikaciji značit će upućivanje na ovaj dokument.

3.3.3. Materijal

Kameni materijal od kojeg se izvode podmorski i nadmorski nasipi u pomorskim gradnjama treba biti od zdravog i kompaktnog vapnenca ili eruptiva otpornog na djelovanje morske vode, smrzavanje, upijanje vode, habanje i drobljenje. Osim toga mora imati propisanu gustoću mase i pritisnu čvrstoću:

1. postojanost u morskoj vodi: gubitak mase $<5\%$
2. postojanost na smrzavanje: gubitak mase $<5\%$
3. upijanje vode $<0,60\%$ mase
4. habanje i drobljenje LA testom: gubitak mase $<25\%$
5. odsutnost pukotina: vizualna kontrola
6. prostorna masa $f_{\text{kam}} > 2.600 \text{ (kg/m}^3\text{)}$
7. prisutna čvrstoća u suhom stanju $\sigma_{\text{kamtlak}} > 80 \text{ (Mpa)}$

Gore dane granice za kontrolu kakvoće kamenog materijala moraju biti potvrđene prethodnim ispitivanjem u vidu isprave o svojstvima koju daje isporučitelj kamena. Kontrolna ispitivanja moraju se obaviti u jednoj seriji na 10.000 t isporučenog kamena prema sljedećim normama:

- ad 1 i 2 ispitivanje opće postojanosti pomoću zasićene otopine Na_2SO_4 , HRN B.B8.002, na uzorku 5 kocki $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}$
- ad 3 ispitivanje upijanja vode, HRN B.B8.010, na uzorku 5 kocki $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}$

- ad 4 ispitivanje habanja i drobljenja LA testom HRN B.B8.045, za krupne frakcije kakve se koriste u pomorskim gradnjama nema standarda. Ovdje se određuje ispitivanje kamene gradacije E (5 kg promjera zrna 50-63 mm + 5kg promjera zrna 31-50 mm) dobivene od kamenih blokova koji se ugrađuju u nasipne pomorske konstrukcije,
- ad 6 - ispitivanje prostorne mase, Ispitivanje HRN B.B8.032, na uzorku 5 kocki 5x5x5 cm
- ad 7 - ispitivanje pritiskne čvrstoće, RN B.B8.012, na uzorku 5 kocki 5x5x5 cm

Kameni materijali skladište se na gradilištu ili deponiji odvojeno po granulometrijskim frakcijama kad je riječ o tučencima i drobljencima, a po težinskim frakcijama kad je riječ o kamenim blokovima. Nadzorni inženjer mora kontrolirati krupnoću i veličinu kamenih blokova bilo na deponiji ili prilikom transporta te preuzeti svaku novu partiju. Ovo svakodnevno unositi u građevinski knjigu.

Sav materijal za zaštitni kameni nasip (školjeru) i filterske slojeve ne smije sadržavati više od 50% kamena s omjerom duljine i debljine (l / d) većim od 2 kao ni drugo kamenje sa istim omjerom većim od 3.

Duljina, l , definirana je kao najveća udaljenost između dvije točke na kamenu (npr. dijametralno suprotni kutovi kubičnog bloka), a debljina, d , kao minimalna udaljenost između dvije paralelne ravne linije kroz koje kamen može nesmetano proći.

Kamen koji se koristi za izradu žala je riječni kamen, kvarcitni šljunak, u nadmorskom i u plićem podmorju sivo-bijele boje, dublje od 1 m i šareniji (kao dravski) frakcije kako je navedeno u projektu, indeksa oblika SI_{20} , nasipne gustoće veće od $1,55 \text{ Mg/m}^3$, gustoće zrna veće od $2,6 \text{ Mg/m}^3$, upijanje vode manje od 0,7%, bez sumpora i humusa.

3.3.4. Dokazi i ispitivanje kakvoće materijala

Kameni materijal predviđen za nasipe mora imati isprave o svojstvima prema hrvatskim propisima i normama. Isprave o svojstvima pribavlja Izvođač. Sve isporuke kamenog materijala za nasipanje moraju biti, u najmanju ruku jednake onima u ispravi o svojstvima. Ako nadzorni inženjer to zatraži Izvoditelj je dužan staviti na raspolaganje uzorke materijala za nasipe i to dovoljno unaprijed da se mogu izvršiti potrebna ispitivanja prije planiranog početka rada.

Za materijale podmorskih radova velikog volumena koji sadrže krupnu granulaciju treba provesti vizualnu kontrolu granulometrije materijala prema donjim kriterijima za svaku pojedinu kategoriju kamenog nasipa. Ako se nasip radi od kamenog materijala dobivenog miniranjem, potrebna kontrola granulometrijskog sastava u laboratoriju obavlja se na materijalu do najvećeg zrna od 10 cm, a udio pojedinih frakcija iznad 10 cm određuje se vizualnom kontrolom i procjenom.

Tekuća kontrola ugradnje (geometrija, tolerancije, slog, čistoća iskopa) vrši se na kontrolnim profilima svakih 15 metara.

3.3.5. Neodgovarajući materijal za temeljenje

Neodgovarajućim materijalom smatrat će se površinski materijal ili materijal na projektiranoj dubini kojeg NI ocijeni neadekvatnim za temeljenje objekta koji se na njemu nadograđuje. Takav se materijal treba ukloniti uz poštivanje stabilитета iskopa, zamijeniti odgovarajućim, ako je nad morem, zbiti ga do odgovarajuće zbijenosti, i na traženu kotu sve u skladu sa NI-ovim uputama.

3.3.6. Nadvišenja

Uslijed slijeganja kamenog nasipa na stijeni treba računati s 3%-tnim nadvišenjem nasipa u fazi gradnje. Kod nasipa na marinskom sedimentu, treba izvesti nadvišenje nasipa prema geotehničkim proračunima.

3.3.7. Priprema za podmorske kamene nasipe

Podmorski nasipi moraju biti otporni protiv oštećenja valnom klimom te djelovanja brodskih propelera. To se na nacrtima u projektu definira granulacijama jezgre, filtera i zaštitnih kamenih obloga.

3.3.8. Opći kameni nasip u moru (0,1-50kg) u području podloge žala. Pod materijalom se podrazumijeva kameni materijal dobiven miniranjem.

Materijal mora zadovoljavati slijedeće uvjete.

- Maksimalni sadržaj čestica manjih od 0,074 mm je 5%
- Maksimalna veličina zrna iznosi 27 cm ili mase 50 kg
- Koeficijent nejednolikosti d_{60}/d_{10} mora biti veći od 4
- Prosječno zrno d_{50} mora biti veće od 50 mm
- Postojanost mase s gubitcima manjim od 10%

Gradi se s plovila (ugradnja prevrtaljkama, klapetama ili grajferom). Podmorski nasip mora geometrijski biti u skladu s projektiranim. Kontrola usklađenosti podmorskog iskopa s projektom vrši se na bazi snimljenih profila prije početka i nakon završetka radova. Nadzorni inženjer može po svom nahođenju kontrolirati nasip i "međuprofilima".

Tekuće ispitivanje granulometrije kamenog materijala vrši se na svakih 5000 m³ ugrađenog materijala dok se kontrolno ispitivanje vrši na svakih 8000 m³.

Ispitivanja vrši tvrtka neovisna o Izvođaču radova i dobavljaču materijala.

Kontrole granulometrije se obavljaju na bazi uzoraka koji se ispituju gradilištu. Za „velike“ uzorke ne postoje hrvatski standardi ispitivanja, pa je ovdje već prethodno definiran način obavljanja kontrole u t. 3.4.4. Za „male“ uzorke koristiti će se naprijed navedene postojeće hrvatske norme.

Čistoća iskopa namijenjenom općem kamenom nasipu

Čistoća iskopa se kontrolira nakon izrade „velikog uzorka“ – uklanjanja većeg kamena, na način da se provjeri granulometrijski sastav za dio materijala koji bi prošao kroz sito $\phi 100\text{mm}$. Način preuzimanja rada od strane NI i njegovo odobrenje za slijedeću fazu rada.

NI za tekuće kontrole materijala preuzima zapisnik nakon ugrađene ovdje propisane partije, a provjerava ga na bazi gore propisanih kriterija. Tek kada pregleda dokumentirane dokaze o kvaliteti materijala i prihvati ih može odobriti sljedeću fazu rada.

Izrada općeg kamenog nasipa izvoditi će se prema tehnološkom projektu nasipavanja, kojeg izvođač treba dati na odobrenje NI.

Definiranje postupka NI ako kontrola ne zadovoljava

Ako kvaliteta izvedenog rada materijala ne zadovoljava nadzorni inženjer ne smije dopustiti daljnju izvedbu sve dok izvođač ne popravi neprihvaćeni rad. Način popravljivanja treba definirati projektant uz vršenje kontrolnih ispitivanja prilikom popravljivanja. Nadzorni inženjer dužan je o tome napisati izvještaj i predati ga investitoru, projektantu i izvođaču.

Nastavku radova nad općim nasipom može se prići tek kad NI pregleda i odobri kakvoću i geometriju njegove izvedbe.

3.3.9. Izvedba filterskih i zaštitnih kamenih slojeva

3.3.9.1. Referentni uzorak kamena

Prije prve isporuke na lokaciju, reprezentativni uzorci svih klasa/gradacije materijala od donjeg sloja do zaštitnog kamenog nasipa bit će ispitani te će im biti utvrđena prikladnost u svakom pogledu. Dva kompletna seta odobrenih uzoraka moraju biti čitko identificirani pomoću neizbrisivih oznaka koje označavaju specifičnu gradaciju ili težinu; jedan set mora se zadržati za usporedbu na mjestu utovara (kamenolom), dok će drugi set biti referentan na mjestu istovara (mjesto izvođenja radova).

Naknadno isporučeni materijali moraju biti u skladu sa kvalitetom uzoraka odobrenih od strane nadzornog inženjera.

3.3.9.2. Prijevoz, rukovanje i polaganje

Prijevoz i rukovanje kamenjem moraju se obaviti na način da se minimizira segregacija kamenja. Kamenje za zaštitni kameni nasip ne smije se bacati kao ni postavljati vrhom na svoje mjesto. Ono će biti postavljeno od samog dna nagiba i to komad po komad u strukturu kako bi se postigle najmanje "tri uporišne točke" i bilo stabilno po linijama i razinama prikazanim na nacrtima. Zaštitni kameni nasip mora biti postavljena u gustoj konfiguraciji s dobro definiranim i ujednačenom površinom profila.

Zrna kamena moraju biti položena posebnom pažnjom („specijalno položena“), maksimalne veličine zrna po proračunu. NI će vršiti kontinuirani ronilački nadzor pri izvođenju radova.

3.3.10. Primarna zaštitna kamena obloga pokosa nasipa (školjera)

Školjera se gradi u vidu kamenometa koji predstavlja pojedinačno mehaničko postavljanje kamenih blokova na pokosu nasipa. Može se ugrađivati bilo sa plovila odozdo prema gore ili sa kopna. Prilikom ugradnje u moru ne smiju biti ronionci. Blokovi se ugrađuju odvojeno po težinskim grupama prema projektu. Minimalni nagib školjere je 1:1,5. Širina krune glave pera i praga treba izvesti prema nacrtima iz izvedbenog projekta. Tolerance geometrije su dane u donjoj tablici. Kontrolira se geometrija školjere pomoću snimljenih profila i vizualne kontrole ronionca nakon ugradnje.

Dubina postavljanja kamena	Kamenomet mase veće od 300kg	
	Pojedinačno mjerenje	odstupanje izgrađenog profila prema projektiranom
Iznad vode	$\pm 0,3_5 \%$	$+0,3_{50\%}$ i $-0,25D_{50\%}$
± 0 do -5 m	$\pm 0,5_{50\%}$	$+0,6D_{50\%}$ i $-0,4D_{50\%}$
-5 do -15 m		
dublje od -15 m		

Tolerance za ugradnju kamenometa na oblogama pokosa, prema CIRIA. STR 506

Gornja tablica za kamenomete vrijedi ako tolerance na dva susjedna izgrađena profila pokosa nisu negativne. Usprkos akumulaciji pozitivnih toleranci podslojeva, debljina pokrovnih slojeva ne smije biti manje od 80% projektirane debljine sloja.

Za školjeru se može upotrijebiti samo čisti kameni materijal projektirane mase. Školjere su u principu uske (uniformne) granulometrijske s odstupanjem $\pm 25\%$ od prosječnog bloka. Prema pravilu struke ugrađena školjera mora biti usko graduirana: $pg\checkmark < 1,35$ (za usporedbu široko graduirana školjera je $1,35 < pg\checkmark < 2$, a vrlo široko graduirana $pg\checkmark > 2$). Pritom je parametar granulometrijske širine: $pg\checkmark = D_{85\%} / D_{15\%}$. CERC7-205. Raspon mase ugrađenih kamenih blokova

školjere daje se u odnosu na proračunatu veličinu $W_{50\%}$, $W_{\min}=0,75 W_{50\%}$ i $W_{\max}=1,25 W_{50\%}$. No u manjem postotku dopuštena su odstupanja i od min i max veličine. Vidi donju tablicu 3.CERC7-205,CIRIA97,98. Temeljenjem ove tablice daju se nacrtati granične granulometrijske krivulje između kojih se moraju naći granulometrijske krivulje ugrađene školjere.

Lokacija blokova školjere		W_{\min}^{dop}	W_{\min}	$W_{50\%}$	W_{\max}	W_{\max}^{dop}
pero	donja granica (W)	2%	10%		100%	
	gornja granica(W)		0%		70%	97%
prag	donja granica (W)	2%	10%		100%	0%
	gornja granica(W)		0%		70%	97%

Granulometrijski raspon mase školjere, CERC7-205, CIRIA97,98

Prosječan porozitet školjere treba biti 38%, a izgradnjom postignuti porozitet se određuje izrazom CERC7-234&237, CIRIA105,154&540:

$$p[\%] = 1 - \frac{N_r}{A \cdot n \cdot k_{\Delta} \cdot \left(\frac{\rho^{\text{kam}}}{W_{50\%}} \right)^{2/3}}$$

gdje je :

- p [%] - porozitet školjere
- A [m²] - površina pokosa koji se ispituje
- $n=2$ - broj blokova u ispitnom sloju školjere
- $k_{\Delta}=1$ - koeficijent sloja CERC7-234
- $\rho^{\text{kam}}=2,60$ [t/m³] - gustoća mase kamena
- $W_{50\%}$ [t] - masa 50%-tnog zrna iz granulometrijske krivulje
- N_r - broj kamenih blokova ugrađen na ispitnoj površini

Prosječna zapreminska masa školjere, prema pravilu struke CIRIA 154, treba biti $\gamma_{\text{zapr}}^{\text{kam}}=1,60$ [t/m³] $\pm 0,10$ [t/m³], a određuje se prema izrazu:

$$\gamma_{\text{zapr}}^{\text{kam}} = \left(1 - \frac{p}{100} \right) \cdot \rho^{\text{kam}}$$

gdje je:

- $\gamma_{\text{zapr}}^{\text{kam}}$ [t/m³] - zapreminska masa školjere
- ρ^{kam} [t/m³] - gustoća mase kamena školjere

Donja tablica daje dopuštene raspone poroziteta p [%] i zapreminske mase $\gamma_{\text{zapr}}^{\text{kam}}$ [t/m³] školjere.

Profil	Propisi	
	p [%]	$\gamma_{\text{zapr}}^{\text{kam}}$ [t/m ³]
Glava i tijelo pod i nad morem	35 - 42	1,5 - 1,7

Raspon poroziteta p [%] i zapreminske gustoće mase $\gamma_{\text{zapr}}^{\text{kam}}$ [t/m³] školjere CERC7-234&237, CIRIA 105,154&540

Kontrolom ovlaštenog ronioca i proračunom poroziteta potrebno je ustanoviti uklještenost i gustoću blokova obloge te geodetski dokazati nagib njegovog pokosa. Ovo svakodnevno unositi u građevinski dnevnik. Dionica školjere se smatra završenom tek kad NI pregleda i odobri kakvoću izvedbe, te ju preuzme. To se konstatira u građevinskom dnevniku. Obračun s vrši po m³ ugrađene obloge, na temelju snimka prije i poslije ugradnje.

4. BETONSKI I ARMIRANOBETONSKI RADOVI

Općenito

Ovim su dani kriteriji kvaliteta i ispitivanja osnovnih materijala, tehnološki uvjeti i kontrola izvedbe armiranobetonskih radova, prethodna i kontrolna ispitivanja svježeg i očvrslog betona, sve prema Tehničkim propisima za građevinske konstrukcije, te prema pravilima struke koja se odnose na radove specifične za pomorsko građevinarstvo.

Beton se mora proizvoditi samo iz prethodno ispitanih materijala na betonari, koja treba biti funkcionalno projektirana. U betonaru trebaju u pravilu dolaziti samo oni materijali koji odgovaraju kriterijima kvalitete određeni ovim tehničkim uvjetima. Ako taj uvjet nije ispunjen, Izvođač mora deponiranje i manipulaciju u betonari organizirati tako da može sa sigurnošću isključiti iz korištenja eventualno prispjele materijale koji ne odgovaraju postavljenim tehničkim uvjetima. Kapacitet proizvodnje, transporta i ugradbe betona trebaju biti usklađeni. Za slučaj kvara bilo kojeg elementa u tehnološkom procesu, treba predvidjeti odgovarajuću rezervu ili zamjenu, koja će osigurati nastavak tehnološkog procesa bez štetnih posljedica po kvaliteti objekta. Ne smije doći do nepredviđenih prekida u izvedbi armiranobetonskih radova.

Kontrola ispitivanja, koju organizira i provodi Izvođač u laboratoriju betonare i gradilišta, obuhvaćaju prije svega ispitivanje osnovnih materijala, koja se vrše po brzim metodama, prije upotrebe materijala, te svakodnevna ispitivanja svježeg betona.

Rad laboratorija Izvođača na ispitivanju osnovnih materijala, svježeg, stvrdnjavajućeg i očvrslog betona, kontrolira Nadzorni inženjer Investitora.

Uzimanje uzoraka u svrhu atestiranja mora vršiti ovlaštena organizacija ili Izvođač radova u prisustvu Nadzornog inženjera. O uzimanju uzoraka mora se odmah sastaviti zapisnik s potpunim podacima.

4.1. Materijali za beton

A) Cement

Cement koji će se upotrebljavati za pripremu betona je CEM II/A-M 42,5N uz minimalnu količinu cementa od 340 kg/m³. Cement će se na gradilište isporučivati u čvrstim prikladno zatvorenim vrećama, te će se kod transporta do miješalice zaštititi od vremenskih utjecaja odgovarajućom zaštitom. Izvoditelju se dozvoljava upotreba samo jedne vrste cementa za cijelo vrijeme izvođenja radova (CEM II/A-M 42,5N).

Cement se mora isporučivati i skladištiti u prikladnim skladištima, koja moraju biti zaštićena od vlage i s odgovarajućom ventilacijom, te sa podignutim podom izrađenim od drvene građe ili betona. Sav se cement mora upotrijebiti u roku od tri mjeseca od dana proizvodnje. Ako prilike ovo ne dopuste NI može dozvoliti uporabu cementa starosti i veće od tri mjeseca, ako je prethodno ispitivanjem utvrđeno da kvalitetom odgovara propisanim uvjetima. Nijedna pošiljka cementa ne smije se uporabiti u radovima dok NI ne ustanovi da je njegova kvaliteta zadovoljavajuća, a sav cement nezadovoljavajuće kvalitete treba hitno ukloniti s gradilišta o trošku Izvoditelja.

Iznimno u dogovoru s Nadzornim inženjerom može se za podmorske i nadmorske NE ARMIRANE BETONSKE radove koristiti sulfatno-otporni cement s manje od 5% C3A (trikalcijski aluminat) i manje od 50% C3S (alit), gornja granična vrijednost sadržaja sufata SO₃ iznosi 4,5%. Prijevoz cementa mora se vršiti u kamionima ili vagonima cisternama, ili pakiran u prikladnim vrećama. Svaka pošiljka cementa mora imati popratni dokument sa slijedećim podacima:

- oznaka cementa
- proizvođač cementa
- datum meljave
- datum otpreme
- količina cementa

Za sve vrijeme izvođenja betonskih radova, u silose betonare smiju se uskladištiti samo vrste cementa odabrane prema recepturi za beton.

Kontrolna ispitivanja cementa vrši Izvođač u laboratoriji betonare. Ova ispitivanja vrše se za svaku pošiljku cementa, a najmanje jedanput na svakih 25 tona. Kontroliraju se slijedeća svojstva:

- standardna konzistencija
- vrijeme vezivanja
- postojanost volumena
- temperatura cementa u silosu.

Ako se kontrolnim ispitivanjem utvrdi da neki od uvjeta kakvoće nije ispunjen, odgađa se upotreba takvog cementa dok se ne dobije atest ovlaštene organizacije za atestiranje cementa. Ispitivanje cementa treba obaviti u svemu prema Tehničkim propisima za građevinske konstrukcije na gradilištu i u laboratoriji ovlaštene organizacije.

B) Agregati

Za pripremu betona mogu se upotrebljavati kopani ili drobljeni agregati koji u svemu odgovaraju uvjetima kvalitete propisanim u Tehničkim propisima za betonske konstrukcije i dodatnim kriterijima propisanim ovim tehničkim uvjetima. Svaka frakcija agregata mora se deponirati odvojeno, tako da se izbjegne bilo kakovo njihovo miješanje. U slučaju da se upotrebljavaju dvije ili više istoimenih frakcija obzirom na granulaciju, ili iz raznih izvora, ne smije se dozvoliti njihovo nekontrolirano i nesistematsko miješanje. Svaku pošiljku agregata prije istovara treba vizualno ocijeniti. Za vrijeme izvođenja betonskih radova u prostor za uskladištenje pojedinih frakcija agregata smije se uskladištiti samo one vrste agregata koje su odabrane prema recepturi za beton.

Volumenski koeficijent po FAURY-u za pojedine frakcije i za ukupni sastav agregata trebaju biti jednaki ili veći od 0,20. Nazivne frakcije trebaju biti 0/4, 4/8, 8/16, 16/31,5 i eventualno 31,5/63. Ako frakcija 0 do 4 mm ne odgovara granulometrijski, naročito u pogledu uvjeta za vodopropusnost i sklonost betona k segregaciji u toku manipulacije, mora se razdvojiti u dvije podfrakcije (npr. 0-2 mm i 2-4 mm). Također dolazi u obzir dodavanje frakcije s maksimalnim zrnom 1 ili 2 mm ili kameno brašno (max. 5%). Pojedine frakcije ne smiju odstupati u pogledu granulometrijskih sastava od onih koje su usvojene kod recepture betona. Pored uvjeta prema Pravilniku za beton i armirani beton, da frakcija može imati najviše 15% podzrna i 10% nadzrna, propisuje se da u području zrna od 0,09-0,5 mm krivulje prosijavanja pojedinih frakcija ne smiju varirati više od +/- 2%. Promjer maksimalnog zrna treba odrediti u ovisnosti od veličine presjeka i njegove armiranosti.

Zrna agregata ne smiju biti površinski obavijena prahom, a naročito ne glinom ili drugim koloidnim supstancama. Gustoća zrna agregata mora biti jednaka ili veća od 2,6 g/cm³. Na temelju rezultata prethodnih ispitivanja agregata donosi se konačna odluka o njegovoj primjenjivosti za beton. Kontrolu ispitivanja agregata vrši Izvođač u laboratoriji betonare. Ovo ispitivanje vrši se uvijek kada se prilikom vizualne ocjene posumnja u ispravnost neke od osobina agregata. Za svaki uzorak vrše se slijedeća ispitivanja:

- granulometrijski sastav
- sadržaj čestica manjih od 0,09 mm.

Ako se kontrolnim ispitivanjem utvrdi da granulometrijski sastav ili sadržaj čestica manjih od 0,09 mm ne odgovara uvjetima prema recepturi za beton, odgovorna osoba mora dati pismenu uputu o modificiranju sastava betona ili donijeti odluku o uklanjanju nekvalitetnih isporuka agregata.

Mješavina agregata mora biti odgovarajućeg granulometrijskog sastava od najvećeg do najmanjeg zrna. Izvoditelj će najkasnije 30 dana prije planiranog početka bilo kakvih radova na betoniranju dostaviti NI-u na odobrenje uzorke agregata svih frakcija koje namjerava koristiti u radovima.

C) Voda

Ukoliko se za pripremu betona ne upotrebljava pitka voda, uzorak vode mora se slati na ispitivanje mjesec dana prije početka betoniranja i zatim svakih mjesec dana po jedan uzorak za sve vrijeme betoniranja.

D) Dodaci betonu

Radi postizanja određenih svojstava, betonu se dodaju određeni dodaci (aditivi). Najčešće vrste dodataka koji se primjenjuju za poboljšanje određene osobine betona jesu:

- plastifikatori
- superplastifikator
- aeratori (uvlačivači zraka)
- usporivači vezanja (retarderi)
- ubrzivači vezanja
- ubrzivači očvršćivanja
- zaptivači (zgušćivači)
- dodaci betonu za betoniranje pri niskim temperaturama
- sredstva za bojenje svijetlog betona
- specijalni dodaci kao plasto-aerant, aerant-usporivač,
- inhibitori korozije armature itd.

Dodaci se mogu u nekim slučajevima i kombinirati, tj. betonu dodati istovremeno i dva dodatka.

Iz uvjerenja o ispitivanju mora biti vidljiva efikasnost djelovanja aditiva, kao i utjecaj aditiva na ostale bitne osobine betona izgrađenog sa cementom s kojim je dodatak atestiran.

Izvođač je dužan pribaviti odgovarajuću potvrdu o kvaliteti svake pošiljke dodatka i utjecaja dodatka na osnovne osobine betona. Potvrda o kvaliteti dodatka mora sadržavati oznaku i porijeklo dodatka, podatke o proizvođaču, podatke o materijalima upotrijebljenim pri ispitivanju dodatka, podatke o ispitivanju dodatka, podatke o ispitivanju utjecaja dodatka na svojstva cementnog morta, svježeg i očvrstlog betona i mišljenje o upotrebljivosti dodatka. Potvrda o kvaliteti isporučene pošiljke mora sadržavati i datum proizvodnje dodatka, te količinu i datum isporuke.

Izvođač je dužan za svaki dodatak betonu (aditiv) pribaviti od isporučioaca upute o primjeni dodatka, u kojem moraju biti definirane granice doziranja, vrste cementa s kojim se može upotrebljavati, način uskladištenja i doziranja i trajnost upotrebe. Kod dodataka na čije djelovanje utječe temperatura betona (npr. ubrzivači, usporivači) mora biti definirano područje primjene s obzirom na taj utjecaj.

Doziranje dodatka mora biti precizno. Dodaci se smiju dodavati isključivo dozatorima, koji se moraju ugraditi u miješalicu, ako miješalica već nema takav uređaj u svom sastavu. Na miješalici moraju biti dva dozatora, kako bi se moglo istovremeno primijeniti dva dodatka. Ručno doziranje dodataka nije dopušteno. Dodaci se doziraju u razrijeđenom stanju, i to posredno u vodi za izradu betona. Ako se upotrijebi dodatak u prahu, on mora biti prethodno rastvoren u vodi. Uređaj za doziranje dodataka moraju biti otporni na korozivne utjecaje koje mogu izazvati neki dodaci.

Za povećanje vodonepropusnosti i protiv utjecaja soli, za neke se betone primjenjuje umjetno mikroaeriranje. Sadržaj i struktura mikropora u gotovom betonu mora odgovarati propisanim kriterijima. Doziranje izabranog i ispitanog aeranta Izvođač mora odrediti prethodnim ispitivanjem, posebno za svaki pojedini sastav svježeg betona, te za svaki način pripremanja, manipuliranja, prijevoza i ugrađivanja svježeg betona, sa cementom koji će se upotrebljavati.

Doziranje aeranta mora biti neprekidno kontrolirano. Na sadržaj mikropora u svježem betonu kod istog doziranja aeranta velik utjecaj imaju ovi činioci:

- vrsta i sastav kamenog agregata, oblik i površinska svojstva zrna i količina zrna ispod 0,2 mm,
- količina i vrsta cementa, osobito sastav zrnatosti, oblik i površinska svojstva zrna,
- konzistencija svježeg betona,
- vrijeme i način miješanja svježeg betona,
- temperatura svježeg betona.

Tehnološki je mjerodavan sadržaj mikropora u svježem betonu, a odnosi se na ugrađeno stanje. Sadržaj i struktura umjetne mikroporoznosti moraju biti obavezno kontrolirani i ocijenjeni, kako na laboratorijski izrađenim uzorcima tako i na uzorcima uzetim iz gotovog betona objekta. U okviru prethodnih ispitivanja ta se ispitivanja obavljaju metodom mikroskopiranja. Pri tome se određuje ukupan sadržaj mikro-pora promjera do 1×10^{-4} m, koji mora biti najmanje 1,5%, i faktor raspoređenja (razmaka pora, koji smije biti najviše 0,2 mm).

Dodaci se ispituju prema namjeni:

- ispitivanja u svrhu atestiranja
- ispitivanja u svrhu produžetka vrijednosti atesta
- ispitivanja u svrhu provjere standardnosti kvalitete
- tekuća kontrola na gradilištu.

Dodaci se atestiraju s cementom CEM II/A-M 42,5N.

Ako je u deklaraciji proizvođača navedeno da je dodatak betonu namijenjen za primjenu samo s određenom vrstom cementa, atestiranje se obavlja samo s tom vrstom cementa.

Atestiranje može obavljati samo hrvatska organizacija registrirana za atestiranje dodataka. Rok vrijednosti atesta dodataka betonu jeste 6 mjeseci (iznimno 1 godinu).

Ispitivanje u svrhu provjere standardnosti ispituje proizvođač, o tome vodi knjige i dužan ih je dati na uvid organizaciji koja obavlja atestiranje.

Izvođač betonskih radova, prije upotrebe dodataka betonu, mora provjeriti svaku preuzetu količinu isporučenog dodatka. Ispituju se ove osobine:

- standardna konzistencija cementne kaše
- vrijeme vezanja standardne kaše
- tlačna čvrstoća betonskih uzoraka.

Na osnovu predloženih atesta, te usporednih ispitivanja sa cementom s kojim će se obavljati betonski radovi, Izvođač bira dodatke i predlaže ih na odobrenje Investitoru.

E) Armatura

Kao armatura za armirani beton upotrebljavat će se vruće valjane čelične šipke. Ako mu se drukčije ne odredi Izvoditelj će upotrebljavati:

B500B - rebrastu armaturu

B500B - mrežastu armaturu

Svaka pošiljka armature mora imati atest proizvođača o zadovoljavanju važećeg standarda. Armatura se mora uskladištiti na način koji će spriječiti njeno propadanje.

4.2. Beton

4.2.1. Općenito

Izvoditelj mora osigurati suvremeno i pouzdano postrojenje za potpuno miješanje agregata, cementa i vode u jednoliku masu unutar odgovarajućeg vremena, te pražnjenje bez segregacije. Prije nego li počne proizvodnja betona, a nakon toga svaka tri mjeseca, ili kad god to NI zatraži Izvoditelj će bit dužan:

- provjeriti i baždari sve vage kao i ostale mjerne instrumente od nule do maksimalne nosivosti,
- provjeriti učinak miješalice pregledom svježeg betona.

Izvoditelj treba obavijestiti NI-a najmanje 2 dana unaprijed o svojoj namjeri da izvrši provjere. Izvoditelj će svakodnevno provjeravati točnost svake vage na poziciji nula i na barem još jednoj prikladnoj poziciji.

Površine uređaja za mjerenje, miješanje i transport betona koje dolaze u dodir s betonom trebaju prije početka miješanja biti čiste.

Pripremu betona kao i pripremu kontrolnih uzoraka treba vršiti pod nadzorom kvalificiranog poslovođe kojemu će to biti prioritetan posao.

Ručno miješanje betona nije dozvoljeno osim za manje količine betona i u slučajevima kad to odobri NI.

Sve komponente betona (agregat, cement, voda, dodaci), te beton kao materijal, trebaju udovoljavati zahtjevima važećih normi, propisa i pravila struke. Izvoditelj je dužan izraditi projekt betona u skladu s projektom konstrukcije i dostaviti ga na suglasnost projektantu objekta.

Kontrola kvalitete betona sastoji se od kontrole proizvodnje i kontrole suglasnosti s uvjetima projekta konstrukcije i projekta betona.

Betonski radovi moraju se izvoditi prema projektu konstrukcije i projektu betona, a u svemu sukladno s Tehničkim propisima za građevinske konstrukcije, te svim pratećim normativima.

Kod projektiranog betona u projektu mora biti specificiran razred tlačne čvrstoće (klasa betona) i to kao karakteristična vrijednost 95%-tne vjerojatnosti s kriterijima sukladnosti prema normi HRN EN 206-1. Sastavni materijali od kojih se beton proizvodi, ili koji mu se pri proizvodnji dodaju, moraju ispunjavati zahtjeve normi na koje upućuje norma HRN EN 206-1 i zahtjeve prema Tehničkom propisu za betonske konstrukcije.

Zahtjevi za isporuku betona i informacije proizvođača betona korisniku moraju sadržavati podatke prema normi HRN EN 206-1.

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava svježeg betona provodi se prema normama niza HRN EN 12350, a ispitivanje svojstava očvrslulog betona prema normama niza HRN EN 12390.

Eventualna vremenski ubrzana proizvodnja betonskih elemenata, u cilju ubrzanja građenja, dopuštena je samo uz poseban projekt tehnologije izvođenja i dokaz zahtijevanih svojstava prethodnim ispitivanjima.

Za svako odstupanje od projekta, nadzorni inženjer je dužan izvijestiti Projektanta i Investitora. Nužna je njega ugrađenog betona da se ne pojave štetne pukotine, a u svemu prema projektu betona, važećim propisima i pravilima struke.

4.2.2. Doziranje

Materijali se moraju odmjeravati na način da daju tražene razmjere mješavine. Cement i agregat se moraju dozirati težinski gdje se agregat može vagati kumulativno - dok se voda može mjeriti težinski ili zapreminski. Dodaci se moraju dozirati putem odgovarajućeg spremnika. Izvoditelj će mjeriti sadržaj vlage u agregatu onoliko često koliko bude potrebno, ali najmanje jedanput dnevno za vrijeme proizvodnje betona, te će, ukoliko bude potrebno prilagoditi količinu vode u mješavini rezultatima tih ispitivanja.

U slučaju da se za ispitivanje koriste metoda posude sa sifonom ili metoda uzgona, točnost tih metoda treba provjeravati metodom sušenja u pećnici barem jednom mjesečno. Praćenje vlažnosti agregata mora biti dovoljno učestalo i točno da omogući da se količina vode u dozi zadrži u okviru propisanih vrijednosti. Isporuka materijala iz dozatorske opreme mora biti u okviru sljedećih tolerancija:

- Cement $\pm 2\%$
- Voda i agregati $\pm 3\%$
- Dodaci $\pm 5\%$

Izvoditelj će svakodnevno provjeravati granulometriju agregata koje bude upotrebljavao u mješavini. Jednom tjedno provjerit će sadržaj organskih nečistoća, sadržaj gline, mulja i prašine.

4.2.3. Miješanje

Beton će se miješati u miješalici dok se sastojci betona jednoliko ne rasporede u mješavini. Miješalica će se potpuno isprazniti prije nego li se ponovno napuni. Osim ako NI drugačije ne odredi, vrijeme miješanja će biti od 1.5 do 2 minute nakon što se svi sastojci ubace u miješalicu i pod uvjetom da se sva potrebna količina vode za miješanje doda u prvih pola minute miješanja. Nešto vode će se dodati prije nego li se dodaju čvrsti dijelovi.

4.2.4. Tehnički uvjeti kakvoće betona

Beton mora zadovoljiti uvjete kakvoće u svježem i očvrslom stanju. U svježem stanju beton mora imati osobine da se može transportirati do mjesta ugradbe i u oplati bez pojavnosti odvajanja pojedinih sastojaka i da prilikom zbijanja ispunji prostor u oplati.

U očvrslom stanju beton mora zadovoljiti uvjete propisane projektom konstrukcije; projektom betona te projektom građenja objekta.

Na osnovi Projekta konstrukcije vidljivo je da će se za izgradnju građevina uporabiti beton projektiranog sastava kategorije B-II (transportni beton) razreda tlačne čvrstoće normalnog betona i to: C 35/45, a sve prema Tehničkim propisima za građevinske konstrukcije.

4.3. Kontrola betona

4.3.1. Općenito

Kontrolna ispitivanja treba provoditi prema *Planu kontrole* koji sačinjava Izvoditelj radova, a ovjerava nadzorni inženjer.

Kontrolna ispitivanja betona koju vrši Izvođač radova u laboratoriji betonare su slijedeća:

- konzistencija betona metodom određivanja slijeganja (slump)
- analiza svježeg betona koji se sastoji od određivanja V/C faktora, volumena pora, zapreminske težine i granulometrijskog sastava. Analiza betona vrši se na svakih 300 m³ betona.
- mjerenje temperature svježeg betona koje se vrši svakodnevno tri puta
- izrada i njega uzoraka za ispitivanje očvrslog betona.

Kontrola kvalitete propisana je Tehničkim propisima za građevinske konstrukcije, a sastoji se od:

- kontrole proizvodnje betona i
- kontrole suglasnosti s uvjetima projekta konstrukcije i projekta betona.

Kontrolu proizvodnje dužni su obavljati:

- Proizvođač betona do vremena predaje betona izvođaču radova na gradilištu ili u prijevozno sredstvo i
- izvođač betonskih radova od vremena preuzimanja betona do završetka njegovanja ugrađenog betona.

Kontrolu suglasnosti dužna je obavljati nadzorna služba investitora, koja za to u većini slučajeva zaduži ovlaštenu organizaciju. Kontrolom suglasnosti provjerava se, da li je za neku partiju iste vrste betona postignuta projektom propisana klasa betona ili neko drugo svojstvo.

4.3.2. Konzistencija

Obzirom da obradivost betona vremenom opada, konzistencija mjerena slijeganjem (prema HRN EN 12350-2) na mjestu proizvodnje kretat će se oko 21 cm, a na mjestu ugradnje kretat će se od 16 do 21 cm (betoni razreda čvrstoće C35/45). Na pad obradivosti utječe niz faktora (vremenske okolnosti, duljina transporta, kombinacija dodataka betonu), pa je stoga od slučaja do slučaja treba korigirati.

Ovu korekciju može izvršiti samo odgovorni tehnolog za beton. Ovo je bitna veza, jer propusti značajno utječu na konačnu kakvoću betona građevine.

Za konzistenciju mjerenu slijeganjem (prema HRN EN 12350-2) dopušteno je odstupanje ± 30 mm u odnosu na projektirano slijeganje utvrđeno u postupku prethodnih ispitivanja betona.

4.3.3. Količina cementa i v/c faktor

Vodocementni faktor betona izračunati na osnovi utvrđene količine cementa i efektivne količine vode.

Apsorpciju vode normalnog agregata treba utvrditi prema EN 1097-6.

4.3.4. Količina zraka

Količinu zraka u betonu mjeriti prema HRN EN 12350-7. Količina zraka uvjetovana je minimalnom vrijednošću, a gornja granica ne smije biti veća od + 4% apsolutne vrijednosti.

3.3.5. Maksimalna veličina zrna u agregatu

Maksimalnu gornju veličinu agregata u svježem betonu treba mjeriti prema EN 933-1.

4.3.5. Očvrsli beton

Zahtjeva se provedba ispitivanja na uzorcima betona, a u svrhu dokazivanja traženih svojstava.

Kontrolni uzorci na kojima će se provjeravati tražena svojstva očvrslog betona su kocke brida 150 mm ili valjci dimenzija 150 x 300 mm, sukladni HRN EN 12390-1, izrađeni i njegovani prema HRN EN 12350-1 i HRN EN 12390-2. Uzorci se uzorkuju na mjestu ugradnje. Ugrađivanje uzoraka betona vršiti vibratorima $\varnothing 25$ mm ili nabijanjem metalnom šipkom i gumenim čekićem.

Uzorke označavati odabranom oznakom, a osnovne podatke o uzimanju istih upisivati u za to određene tiskanice za kontrolu kvalitete betona, koje trebaju supotpisivati predstavnik izvođača radova i predstavnik ovlaštene organizacije. Sve potrebne radnje kod uzimanja uzoraka do dopreme istih u laboratorij ispitivača vršit će radnik-laborant izvođača radova. Izvođač radova mora osigurati stručnu osobu, koja će voditi brigu o kontroli betona i dokumentaciji na građevini. Tlačnu čvrstoću betona treba izraziti kao f_{ck} kad se određuje na uzorcima kocke i kao f_{ct} valj kad se određuje na uzorcima valjka. Tlačnu čvrstoću treba utvrditi na uzorcima ispitanim pri starosti od 28 dana, a u posebnim slučajevima uvjetuje se tlačna čvrstoća betona pri starosti manjoj od 28 dana (tehnološki uvjeti, npr. skidanje oplata).

4.3.6. Kriterij identičnosti i tlačne čvrstoće

Rezultati ispitivanja tlačne čvrstoće betona se obrađuju u grupama od po 3 rezultata i vrednuju prema kriteriju identičnosti tlačne čvrstoće norme HRN EN 206-1 za beton certificirane kontrole proizvodnje, odnosno za beton necertificirane kontrole proizvodnje. Ispitivanje vodonepropusnosti betona treba provesti prema HRN EN 12390-8. U pravilu srednja vrijednost prodora vode iz serije uzetih uzoraka mora biti manja od 30 mm.

4.3.7. Kontrola proizvodnje betona

a) Tekuća kontrola klase betona

Tekuća kontrola klase betona obavlja se po partijama. Partija u tekućoj kontroli obuhvaća proizvodnju betona ne dužu od jednog mjeseca ili određenu količinu betona koja ne smije biti veća od 2000 m³. Broj kontrolnih uzoraka u jednoj partiji je max. 30. Preuzimanje kvalitete betona u tekućoj kontroli po partijama obavlja se prema kriterijima TPBK.

4.3.8. Kontrola suglasnosti

Kontrola suglasnosti se provodi na mjestu ugradnje betona u konstrukciji, s ciljem da se utvrdi da li postignuta kvaliteta betona ugrađenog u konstruktivne dijelove ili u objekt, u nekom periodu građenja, zadovoljava projektom propisanu marku betona ili druga zahtijevana svojstva. Ocjena postignute marke betona obavlja se po partijama.

U kontroli suglasnosti partija betona je količina iste klase i vrste koja se spravlja i ugrađuje uz jednake uvjete u iste ili više različitih konstrukcijskih elemenata na objektu, ili na količinu betona ugrađenog u elemente objekta u određenom razdoblju.

4.3.9. Beton koji ne zadovolji

U slučaju kada rezultati ispitivanja čvrstoće ne budu zadovoljavali zahtjeve navedene u normi, pristupa se naknadnom dokazu kvalitete ugrađenog betona u konstrukciji. Ako se naknadnim ispitivanjem dokaže da je karakteristična tlačna čvrstoća na dan ispitivanja manja od tražene sigurnost konstrukcije treba procijeniti naknadnim proračunom. Ako računski dokaz sigurnosti konstrukcije ne zadovoljava, konstrukciju treba sanirati ili, ako postoji mogućnost smanjiti dopušteno opterećenje. Odluku o mjerama sanacije donijeti uz suglasnost i odobrenje projektanta konstrukcije.

Svaka sanacija, rušenje ili rekonstrukcija nezadovoljavajućeg betona izvršit će se na teret Izvoditelja.

4.4. Transport i ugradnja

Trajanje manipulacije i transporta svježeg betona treba svesti na minimum i uvjetovano je na osnovu kriterija da u tom vremenu smije doći do bitne promjene konzistencije betona.

Kod ovog zahvata nije moguć pristup motornim vozilima s kopna te će transport se morati obavljati uz pomoć plovnog objekta. Transportna sredstva trebaju biti takva da spriječe bilo kakvu segregaciju od mjesta spravljanja betona do mjesta ugradnje. To su betonske pumpe,

automikseri i kamioni kiperi za prijevoz do 1 km. Moguće je da izvođač ima i tvornicu betona na plovnom objektu. Ista mora imati sve ateste kao i isti takvi fiksni pogoni na kopnu.

Beton će se prevoziti iz miješalice do oplata te ugrađivati na način kako je propisano u važećim propisima uz slijedeća ograničenja:

Beton koji se ugrađuje ručno, tokom oblaganja kamenom, deponirati što je moguće bliže oplati na način da se izbjegne segregacija zbog rukovanja ili razlijevanja. Za beton koji se ugrađuje direktno iz miješalice visina pada ne smije biti veća od 1,5 m, osim ukoliko se ne osigura odgovarajuća oprema koja će spriječiti segregaciju ili se veća visina izričito dozvoli.

Beton se mora ugrađivati takvim tempom koji će omogućiti odgovarajuće zbijanje.

Ne dozvoljava se ugradba betona nakon što se isti počeo stvrdnjavati, ili nakon što je bio onečišćen ili pak prije nego li je oplata potpuno dovršena i ukrućena.

Beton svake sekcije između odobrenih prekida betoniranja mora se ugraditi u jednoj kontinuiranoj operaciji, tako da se novi beton naslanja na plastični prethodni beton da bi zajedno formirali monolitnu masu. Lice spojnice se mora obraditi prema propisu.

Dozvoljena visina slobodnog pada betona je 1,0 m. Za veće visine vertikalnog transporta betona treba osigurati dovoljan broj vertikalnih lijevaka-kontraktora. Transportna sredstva ne smiju se oslanjati na oplatu ili armaturu kako ne bi dovela u pitanje njihov projektirani položaj.

Tamo gdje se očekuje gubitak morta iz betona pri početku betoniranja ili gdje je armatura pregusta, ugradit će se sloj morta koji sadržava iste odnose cementa i pijeska kao i beton ali bez krupnih frakcija te koji ima sličnu konzistenciju kao mješavina. Položit će se u sloju debljine od 3 cm neposredno prije nego se počne ugrađivati mješavina, a beton koji nastane miješanjem sloja morta i betona zbijat će se koliko je potrebno da se dobije monolitna masa.

Mora se osigurati odgovarajuća zaštita svježeg betona od iznenadnih padavina. Ako se očekuju jaki vjetrovi, moraju se osigurati dodatne mjere predostrožnosti radi sprječavanja nanošenja kiše i prašine, te erozije svježeg betona.

Beton ispod površine mora može se ugrađivati samo uz pomoć lijevka za ugradnju betona pod vodom - "kontraktor"; tj. nikad ne smije slobodno padati kroz vodu kako se ne bi isprao cement i desila hidraulička segregacija agregata. Stoga je obavezna ugradnja betona pomoću kontraktora. Za uspješan rad na betoniranju pomoću kontraktora treba težiti da se upotrebljava, kao agregat, prirodni šljunak kuglastog oblika zrna, uz obavezno postizanje propisanog granulometrijskog sastava veličine zrna max. 31,5 mm, s tim da udaljenost oplata od kontraktorske cijevi ne bude veća od 3 m. Kraj cijevi za ugradnju betona u svakom trenutku mora biti uronjen u masu prethodno ugrađenog svježeg betona. Na početku betoniranja dno lijevka (početak cijevi) mora biti zatvoren kuglom od stišljive gume, koja mora biti promjera jednakog unutarnjem promjeru cijevi. Ovakav postupak mora se ponoviti poslije svakog prekida betoniranja iz bilo kojeg razloga. Kontraktorska cijev mora biti uvijek ispunjena betonskom smjesom sve do lijevka. Spojevi (nastavci) kontraktorskih cijevi moraju biti hermetički zatvoreni. Skraćivanje cijevi mora se obavljati što brže, bez pražnjenja preostalog dijela cijevi utopljene u betonsku masu, kako bi se time osigurao nesmetan nastavak betoniranja. Moguće je ugrađivati beton pod morem pomoću pumpe za transport betona. Pritom treba poštivati sva gore navedena pravila za ugradnju betona kontraktorom. Nije dopuštena neposredna ugradnja pomoću posuda za prijenos betona. Betoniranje pod morem dozvoljeno je samo uz stalnu kontrolu stručnog ronioca. Po završetku podmorskog betoniranja sa gornje slobodne površine betona, koja je tokom betoniranja bila u kontaktu s vodom, mora se ukloniti sloj ispranog nekvalitetnog betona. Rad na betoniranju ne smije se prekidati sve do postignuća projektiranog nivoa s izvjesnom rezervom u visini, radi skidanja gornjeg sloja betona slabije kvalitete. Treba strogo paziti na transport betonske mase od miksera do kontraktora kako ne bi došlo do segregacije agregata. Kod veće dužine transporta mora se upotrijebiti pumpa za beton. NI može uskratiti dozvolu za početak betoniranja dok se ne uvjeri da su poduzete sve potrebne mjere za pravilnu ugradnju betona.

Definitivni plan transporta betona s popisom svih sredstava, mora Izvođač predložiti pismeno Nadzornom inženjeru na odobrenje. Prekidi u betoniranju dopušteni su samo na mjestima kako je to predviđeno u nacrtima ili izričito dopušteno od Nadzornog inženjera. Prekidi u betoniranju određuju se na način kako je to propisano ovim tehničkim uvjetima.

4.4.1. Zbijanje

Sav beton osim podvodnog treba tijekom ugradnje temeljito zbijati uronjavajućim vibratorima te pažljivo ugrađivati oko armature i ugrađenih dijelova te u uglove oplata. Sav nadmorski beton mora biti dobro i jednoliko sabijen pogodnim pervibratorima i vibratorima koji imaju minimalnu frekvenciju od 8000 ciklusa u minuti. Kod vibriranja jednog sloja betona, koji dolazi na prethodni sloj koji još nije vezao, pervibratori moraju ući u donji sloj betona za dužinu igle. Beton treba ubaciti što bliže njegovom konačnom položaju u konstrukciji, da se izbjegne segregacija. Smije se vibrirati samo dobro naliveni beton, a nikako se ne smije transportirati beton pomoću pervibratora. Od mjesta ubacivanja do definitivnog položaja beton smije prijeći najviše 1,5 m. Ploče treba betonirati u slojevima debljine do 50 cm. Za sve vrijeme betoniranja na gradilištu treba dežurati stručno osoblje koje može otkloniti manje kvarove na postrojenju za spravljanje betona, transportnim sredstvima i sredstvima za ugradbu betona.

Nije dozvoljena uporaba oplatnih vibratora, od ove odredbe izuzimaju se armiranobetonski montažni elementi. Broj vibratora treba biti 3 komada za količinu od maksimalno 50 m³ betona. Na raspolaganju uvijek trebaju biti najmanje 2 rezervna vibratora. Promjeri vibratora moraju biti:

Za debljinu zida, ploče, temelja ili nosača:

od 20 – 50cm - 50 promjer vibratora

od 50-150 - 75 promjer vibratora

preko >150 - 100 promjer vibratora

ako NI ne odredi drukčije u ovisnosti od brzine ugrađivanja, te dimenzija betonskih elemenata i armature. Vibriranje se mora vršiti sve dok se zračni mjehuri ne prestanu pojavljivati na površini, a prestati odmah nakon pojave curenja te se nikako ne smije vršiti do stupnja da u betonu prouzrokuje segregaciju. Neće se dozvoliti guranje betona vibratorima.

4.4.2. Tehnološki prekidi u betoniranju

Prekidi betoniranja moraju se vršiti uz niže navedena ograničenja:

Mjesta prekida betoniranja moraju se odrediti i oblikovati onako kako je naznačeno u projektu ili kako je specificirano. Mjesta i način izvedbe dodatnih prekida betoniranja može odobriti NI na obrazloženi zahtjev izvoditelja.

Prije nego li se svjež beton ugradi uz već otvrdlu betonsku površinu na spojnici nastavka betoniranja, istu treba ohrapaviti i očistiti tako da se odstrani sav mekani ili labavi materijal, slobodna voda, strana tijela, cementna kora, te ovlaži već otvrdli beton.

Elementi koji strše kroz oplatu spojnice kao što su armatura, ubetonirani elementi, waterstop trake, moždanici, umetci, čelični elementi, cijevi i si. moraju biti učvršćeni i zabrtvljeni u oplati spojnice. Bez dozvole NI-a neće se dopustiti izrada vodilica (tzv. "koleta"), a u svakom slučaju iste će se morati izraditi istodobno sa betonom ispod njih.

Oplata se mora usko priljubiti uz postojeći beton da se spriječi stvaranje skokova (hrbata) te curenje morta na izloženoj površini.

4.4.3. Dilatacijske reške

Dilatacijske spojnice će se izvesti na mjestima i na način kako je opisano u projektu. Nikakav metalni predmet ne smije prolaziti kroz dilatacijsku spojnicu, osim ako to nije detaljno riješeno projektom inspekcije i odobrenja.

Izvoditelj mora na vrijeme izvijestiti NI-a o svojoj namjeri da počne betoniranje. Prije svakog betoniranja Izvoditelj mora pribaviti odobrenje od NI-a u pogledu spremnosti oplata i armature za betoniranje.

4.5. Njega i zaštita

4.5.1. Temperatura

Razlika u temperaturi između središnjih dijelova nosača/ploča i površine ne smije prelaziti 20°C. Temperatura betona će se, na mjestima i učestalošću koje odredi NI, mjeriti tijekom cijelog trajanja radova.

4.5.2. Zaštita

Zaštita betona od isušivanja mora biti efikasna već u prvim satima nakon ugradbe, odmah kada stanje površine betona to dozvoljava. Tijekom prve faze otvrdnjavanja beton se mora zaštititi od štetnog utjecaja sunčevog zračenja, vjetra, hladnoće, kiše ili tekuće vode. Intenzivna zaštita mora trajati najmanje 7 dana. Ukoliko se zaštita od isušivanja vrši polijevanjem, voda ne smije biti hladnija od temperature površine betona, kako ne bi došlo do ubrzavanja hlađenja i diferencijalnih termičkih stezanja betona, koja mogu izvesti stvaranje pukotina. Ukoliko se zaštita od isušivanja vrši postupkom zatvaranja betonskih površina prskanjem kemijskim sredstvima, njihovo djelovanje na beton treba provjeriti u toku prethodnih ispitivanja betona.

Tijekom perioda njegovanja, beton treba zaštititi od štetnih mehaničkih utjecaja, kao što su opterećenja, jaki udari ili pretjerane vibracije. Sve gotove betonske površine treba zaštititi od oštećenja građevinskom opremom, materijalima ili postupcima kao i od posljedica njegovanja, te kiše i tekuće vode. Noseće konstrukcije ne smiju se opteretiti na način da prenapregnu beton.

4.5.3. Betoniranje kod vrućeg i hladnog vremena

Betoniranje pri vrućem vremenu mora se odvijati uz slijedeća ograničenja:

Trebaju se poduzeti mjere predostrožnosti za izbjegavanje preranog otvrdnjavanja svježe mješavine, te smanjiti gubitke vode uslijed apsorpcije i isparavanja.

Ako je temperatura zraka prilikom betoniranja između 32° i 35° C, ukoliko NI ne odredi drugačije, poduzet će se slijedeće mjere:

(i) oplata će se neprestano močiti hladnom vodom, a višak vode će se ukloniti neposredno prije ugradbe betona.

(ii) armatura i oplata, ukoliko je ova metalna, trebaju se zaštititi od direktnog zračenja sunca te toplog vjetra

(iii) moraju se osigurati odgovarajući paravani da se svježe ugrađeni beton zaštititi od vjetra, dok se dovoljno ne stvrdne da bi se mogao zaštititi kako je opisano u točki (v)

(iv) prilikom ugradbe temperatura betona mora se održavati ispod 30°C: uporabom hladne vode za miješanje, ili prskanjem krupnog agregata hladnom vodom (te s tim u vezi korigiranje dozirane vode u betonu), ili pokrivanjem posude kojom se beton prenosi do oplata, ili betoniranjem rano ujutro, ili kombinacijom ovih metoda.

(v) Beton će se miješati, prevesti i ugraditi što je moguće brže, a onda će se pokriti nepromočivom membranom najmanje 48 sati, poslije čega počinje njega vlaženjem.

(vi) Kad se membrana ukloni, isušivanje betona će se spriječiti zaštitnim premazom ili drugim odgovarajućim postupkom za njegovanje po odobrenju NI-a.

(vii) Betoniranje pri vanjskoj temperaturi većoj od 35°C vršit će se isključivo uz dozvolu NI-a.

Pri ugrađivanju betona pri hladnom vremenu, kad je temperatura zraka ispod 5°C, beton se mora zaštititi s tim da se temperatura okolnog zraka održava višom od 5°C kroz 72 sata nakon završetka betoniranja.

4.5.4. Voda za njegovanje

Za njegovanje betona može se upotrijebiti voda koja ne djeluje štetno na vezivanje i očvršćavanje cementa u betonu.

4.6. Obrada betonskih površina

4.6.1. Površine u oplati

Sve površine koje su bile u oplati moraju, nakon skidanja iste imati obradu u skladu sa propisanom kategorijom te biti jednolike i glatke.

4.6.2. Površine bez oplata

Manje površine koje nisu bile plaćene moraju se poravnati tako da im tekstura bude koliko je moguće više usklađena sa susjednim plaćenim površinama. Sve se ostale horizontalne gornje površine - vidljive i skrivene - trebaju poravnati da se dobiju točne visine ili padovi. Višak betona mora se odstraniti ravnjačem (stazom) odmah poslije konsolidacije.

Ukoliko se drugačije ne odredi, gornje vidljive površine betona trebaju se obraditi drvenom ravnjačem do jednolike teksture i bez tragova strukture drveta. Ovaj se posao mora obaviti čim se površina malo stvrdne i nestane vlažni film.

4.6.3. Izloženi rubovi

Vidljivi rubovi moraju se zaobliti s $r = 5$ cm, ili zarubiti 2,5 na 2,5 cm, osim ako u projektu nije naznačeno drugačije.

4.6.4. Popravci betona

Bez odobrenja NI-a neće se dozvoliti krpanje, zapunjenje ili premazivanje cementom gnijezda ili površinskih pukotina. Ovo odobrenje neće biti potrebno za krpanje rupa koje su posljedica vađenja oplata, zatega ili rupa od uzorkovanja. Suha mješavina će se uporabiti za krpanje rupa kojima je barem jedna površinska dimenzija kraća od dubine. Težinski, mješavina se treba sastojati od 1 dijela cementa na 2,5 dijela pijeska koji prođe kroz sito 1 mm i koji će biti toliko suh da se iz njega neće iscijediti voda kad se stisne rukom. Površina koja se krpa mora se prije nanošenja suhe mješavine ovlažiti ili po potrebi namazati ljepljivom smolom, a onda ovu nakon nanošenja zbiti čeličnom šipkom i čekićem. Ostali površinski defekti mogu se popraviti istjecanjem defektnog betona u vidu lastinog repa do dubine koju odredi NI i zamjenom betonom istih osobina te zaglađivanjem istog.

4.6.5. Oplata

Općenito

Ovim uvjetima propisuje se način izrade i osobine materijala, kojih se treba pridržavati kod izrade i postavljanja oplata.

Oplata, kao i razna razupiranja, moraju imati takvu sigurnost i krutost da bez slijeganja i štetnih deformacija mogu primati opterećenja i utjecaje koji nastaju za vrijeme izvedbe radova. Te konstrukcije moraju biti tako izvedene da osiguravaju punu sigurnost radnika i sredstava rada, kao i sigurnost prolaznika, prometa, susjednih objekata i okolice.

Materijal

Za izradu oplata koristiti daske, gredice i letve od jelove rezane grane, odnosno tesanu gradnju od četinarara. Ako se upotrebljava grana IV klase, dozvoljeno višestruko, korištenje je:

- daske 24 mm za oplatu 3 puta
- daske 48 mm za oplatu 5 puta
- gredice za oplatu 5 puta
- daske 24 mm za podgradu 5 puta
- gredice za podgradu 10 puta

Kada se upotrebljava bolja kvaliteta grane od IV klase, višestrukost upotreba može se povećati

za oko 25%. Rok trajnosti drvene skele koja je u korištenju na otvorenom prostoru je približno 700 dana.

Sav materijal potreban za izradu skela i oplata treba pravovremeno dostaviti na gradilište, u dovoljnoj količini. Svaka oplata bilo da je drvena, od šperploče ili čelična, a koja se upotrebljava višekratno, mora se obnoviti kada po mišljenju Ni-a toliko propadne da štetno djeluje na kvalitetu površinske obrade ili kvalitetu betona ili oboje.

Projektiranje

Projektiranje i izrada oplata mora biti u skladu sa normama. Oplata mora biti stabilna, otporna i dovoljno poduprta da se ne bi izvila ili popustila u bilo kojem pravcu. Oplate moraju biti tako projektirane da se mogu skidati lako i bez oštećenja konstrukcije.

Izrada

Oplate moraju biti izrađene točno po mjerama označenim u crtežima projekta oplata sa svim potrebnim podupiračima. Mogu se upotrijebiti sredstva za učvršćivanje i ukrućivanje oplata jedino od potvrđenih proizvođača kao i odgovarajuće zatezne šipke (tiranti) te distanceri. Zatezne šipke moraju završavati najmanje 5 cm ispod površine betona. Vezači na krajevima šipki moraju biti takvi da nakon njihovog uklanjanja ostanu rupe pravilnog oblika. Rupe će se zapunjavati suhom mješavinom prema gornjem opisu. Paneli moraju imati ravne rubove da omoguće točno poravnavanje i priljubljivanje uz susjedne panele i sa spojnicama prekida u betoniranju. Paneli se moraju pričvrstiti tako da im spojnice budu ili horizontalne ili vertikalne osim ako nije drukčije specificirano ili odobreno. Ako se stavljaju letve za zarubljivanje, iste moraju biti pravilne i točnih dimenzija da se osigura glatko i neprekinuto zarubljivanje.

Unutarnje površine oplata moraju biti ravne, bilo da su horizontalne, vertikalne ili nagnute, prema tome kako je to u crtežima predviđeno. Nastavci pojedinih dasaka ne smiju izlaziti iz ravnine, tako da nakon njihovog skidanja vidljive površine betona budu ravne i s oštrim rubovima, da se osigura dobro brtvljenje i spriječi deformacija.

Oplate moraju biti tako izvedene da se mogu skidati lako i bez potresa i oštećenja konstrukcije.

Za oplatu se ne smiju upotrijebiti takvi premazi koji se ne bi mogli oprati s gotovog betona, ili bi nakon pranja ostale mrlje na betonskim površinama. Oplatu za površine betonskih konstrukcija koje će ostati vidljive, potrebno je izvesti u glatkoj, blanjanoj ili profiliranoj oplati, a prema nacrtu. Ako se u projektu traži blanjana oplata, onda treba koristiti daske istih širina, osim ako nije predviđeno drugačije, s vidljivom strukturom drveta, a slaganje dasaka prema projektu ili uputama projektanta. Oplate betona koji se ne žbukaju ne smiju se vezati kroz beton limovima ili žicom.

Kada su u betonskim konstrukcijama predviđeni otvori, ili umetci treba ih još prije betoniranja izvesti i učvrstiti u oplatu.

Tolerancije

Tolerancije za površine armiranog betona lijevanog u oplati na licu mjesta su kako slijedi:

- Dimenzije poprečnog presjeka nosača, ploča, zidova itd.: od 0 mm do +20 mm.
- Uzdužne dimenzije za gore navedene elemente kraće od 30 m : ± 10 mm.
- Položaj i dimenzije prodora, udubina itd.: ± 10 mm.
- Položaj građevine u odnosu na ustanovljene referentne pravce, modulske pravce i visine: ± 20 mm.
- Umetci, sidrene ploče, čelični elementi koji su u nacrtu prikazani u ravnini sa betonskom površinom: ± 1 mm ili kako se drukčije odredi.

Čišćenje i obrada lica oplata

Prije nego li se pristupi betoniranju mora se ukloniti sva nečistoća iz unutrašnjosti oplata, te površine koje dolaze u kontakt s betonom moraju biti čiste i gdje je potrebno obrađene premazom za lakše odljepljivanje. Premaz oplata ne smije biti štetan za beton, ne smije utjecati na promjenu boje vidljivog betona i ne smije štetno djelovati na materijale koji se naknadno nanose na beton.

Skidanje oplata

Oplata se smije skidati tek pošto ugrađeni beton postigne odgovarajuću čvrstoću. Oplata se mora skidati bez oštećivanja ili udaranja po betonu. Pod skidanjem oplata podrazumijeva se njeno odstranjivanje sa zidova ili konstrukcija, sa svim njenim elementima, kao i slaganje i sortiranje grane na određenim mjestima. Također je uključeno i čišćenje dasaka, gredica, potpora i drugog, vađenje čavala, sječenje vezne žice, vađenje klanfi i zavrtnja, kao i čišćenje tih elemenata od eventualnih ostataka stvrdnutog betona. Rovovi dubine do 1 m' po pravilu se ne razupiru. Kod dubina rova ili sondažnih jama preko 4,0 m' s jakim pritiskom zemlje treba raditi nabijenu oplatu. Bočne strane dubljih rovova razupiru se daskama debljine barem 48 mm, te oblim i tesanim gredama i klinovima.

Kad se radi nabijena oplata, razupiranje vršiti daskama debljine barem 48 mm, klinovima i okvirima za ukrućivanje od oblih i tesanih greda. Za iste svrhe mogu se koristiti patentirane mehaničke oplata.

Podmorska oplata

Oplatu za radove pod morem treba izraditi od glatkih dasaka sa spojevima koji hermetički zatvaraju a mora biti dimenzionirana tako da može izdržati pritisak svježeg betona od 60 kN/m². Na drvenu oplatu moraju se staviti opteživači protiv isplivavanja. Nalegnuće oplata na dno mora se izvesti tako da onemogući procurivanje svježeg betona. Ukoliko postoji mogućnost brtvljenje, izvesti je sa vrećama pijeska pomoću ronilaca izvana. Skidanje oplata vertikalnih zidova, ili stupova nakon betoniranja ne prije od 4 dana. Ovaj rok treba svakako produljiti ako beton nije stvrdnuo. Za ovu vrst radova može se upotrijebiti i čelična oplata, a koja zadovoljava gornje uvjete.

Pregledi i odobrenja

NI-u se mora dati odgovarajući rok kojeg će on usuglasiti sa izvoditeljem na početku radova za pregled ploča, zidova, nosača itd. prije nago li armatura bude zaklonjena oplatom.

Osim ako se ne odredi drugačije, Izvoditelj mora NI-u predati skice oplata i podupiranja 2 tjedna prije nego li se ista planira upotrijebiti po prvi put. U tim skicama moraju biti navedeni broj kompleta i učestalost korištenja oplata u svakom pojedinom slučaju. NI-u mora biti omogućen pregled radi odobrenja izrađene oplata i načina njenog podupiranja. Odobrenje NI-a neće međutim osloboditi Izvoditelja odgovornosti za sigurnost oplata i podupiranja.

4.7. Armatura

4.7.1. Općenito

Izvoditelj treba dobiti, izravnati, isjeći, saviti i montirati svu armaturu po vrstama, količinama i kvaliteti navedenim u projektu.

4.7.2. Betonski čelik

Betonski čelik treba udovoljavati zahtjevima važećih propisa.

Za čelik za armiranje primjenjuju se norme nHRN EN 10080-1 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 1. dio: Opći zahtjevi (prEN 10080-1:1999), nHRN EN 10080-2 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A (prEN 10080-2:1999), nHRN EN 10080-3 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B (prEN 10080-3:1999), nHRN EN 10080-4 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C (prEN 10080-4:1999), nHRN EN 10080-5 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 5. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih armaturnih mreža (prEN 10080-5:1999), nHRN EN 10080-6 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 6. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih rešetki za gredice (prEN 10080-6:1999).

Potvrđivanje sukladnosti čelika za armiranje provodi se prema odredbama Dodataka A norme nHRN EN 10080-1 i odredbama posebnog propisa.

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava čelika za armiranje odnosno čelika za prednapinjanje, provodi se prema normama nizova nHRN EN 10080, odnosno nHRN EN 10138, i prema normama niza HRN EN ISO 15630 i prema normi HRN EN 10002-1.

Preklopi se izvode prema odredbama priznatim tehničkim pravilima iz Priloga H Tehničkog propisa za betonske konstrukcije, odnosno prema normi HRN ENV 1992-1-1:2004.

Sva armatura je iz čelika B500B u obliku šipki ili mreža. Osobito poštivati projektom predviđene razmake i zaštitne slojeve armature. Ni jedno betoniranje elementa ne može započeti bez prethodnog detaljnog pregleda armature od strane nadzornog inženjera i njegove dozvole.

4.7.3. Savijanje armature

Armatura se mora izravnati, isjeći i saviti prema planovima armature. Isječena i savijena šipka mora imati odgovarajuću identifikacijsku pločicu da bi NI mogao ustanoviti gdje se dotična šipka namjerava ugraditi.

4.7.4. Ugradba i fiksiranje

U trenutku betoniranja armatura mora biti očišćena od labave hrđe, ulja, morta, soli, masti i svih drugih nečistoća koje bi mogle narušiti vezu između armature i betona. Hrđa se neće smatrati labavom ukoliko nakon trljanja prstom na prstu ostane samo mrlja.

Broj, veličina, oblik, i pozicija svih čeličnih šipki, vilica, veza i zatega i drugih dijelova armature moraju biti u potpunosti prema nacrtima i zadržavati se u traženoj poziciji unutar oplata bez pomicanja tijekom ugradbe i vibriranja.

Izvoditelj će na vlastiti trošak osigurati sve potrebne distancere, podmetače itd. koji su potrebni za zadržavanje armature u ispravnom položaju. Ti dijelovi moraju biti od takvog materijala i takve izrade da budu trajni i ne uzrokuju koroziju armature niti otpadanje betonske obloge. Mješavina za podmetače izrađene od cementa, pijeska i sitnog agregata, mora koliko je god to moguće biti sličnija okolnom betonu sa ciljem da mu se što više približi u pogledu čvrstoće, trajnosti i izgleda. Sve vilice, veze ili zatege koje povezuju šipke moraju se ugraditi na način da šipke budu pravilno ukružene, a da unutarnja strana njihovih zakrivljenih dijelova bude zaista u kontaktu sa šipkama koje moraju pridržavati. Šipke se moraju povezati barem na svakoj drugoj točki presijecanja kvalitetnom paljenom žicom ili drugim odobrenim sredstvom za povezivanje. Žica za povezivanje zakriviti će se prema unutra.

Minimalni zaštitni sloj do armature uključujući i vilice mora u svakom slučaju biti u skladu sa normama, odnosno i veći ukoliko je tako određeno projektom. Izuzetno od gornjeg zaštitni sloj mora biti 5,5 cm za obalne konstrukcije.

Razmak armature u presjecima elemenata mora biti u skladu sa pravilnikom.

Položaj šipki ne smije bočno odstupati od predviđene pozicije za više od polovine dopuštenog razmaka između šipki, niti zadirati u obložni beton, osim ako to NI dozvoli radi izbjegavanja ugrađenih elemenata. Skraćivanje šipki i promjene položaja preklopa odobrava NI prije montiranja armature u oplatu.

4.7.5. Inspekcije

Svu ugrađenu armaturu NI mora pregledati i odobriti prije početka betoniranja.

4.7.6. Ugrađeni elementi

Svi ugrađeni elementi kao što su umetci, sidreni vijci, okviri, sidrene ploče, žljebovi, cijevi itd. moraju se postaviti točno na predviđeno mjesto i osigurati protiv pomicanja tijekom betoniranja, a projektom predviđena udubljenja u betonu moraju se zaštititi od začepeljivanja. Proizvođači čiji je rad na bilo koji način vezan za beton ili ugrađivanje dijelova u beton moraju biti obaviješteni dovoljno unaprijed, da bi mogli na vrijeme izvršiti poslove ili isporučiti materijale prije ugrađivanja betona.

4.7.7. Evidencija

Izvoditelj će evidentirati sve operacije vezane za betonaru te sva ispitivanja koje bude vršio. Naročito će se pratiti količina dnevne proizvodnje, vrste betona koje se proizvedu, veličina mješavine i težine sastojaka, sadržaj vlage agregata, temperatura betona, izvori materijala sa naznakom primijenjenih pokusa na cementu i agregatima kao i mjesto ugradnje betona. Evidentirat će se općenite informacije o vremenu, dinamici ugradnje, te svi zastoji koji se dogode tijekom rada, bilo zbog kvara opreme ili drugih razloga. Izvoditelj će NI-u predati kopiju naprijed navedene evidencije u roku od najviše tri dana.

4.8. Posebni betonski radovi kod pomorskih gradnji na ovoj građevini

A) Podmorski kalupni beton

Beton ispod površine mora može se ugrađivati samo uz pomoć lijevka za ugradnju betona pod vodom - "kontraktor"; tj. nikad ne smije slobodno padati kroz vodu kako se ne bi isprao cement i desila hidraulička segregacija agregata. Stoga je obavezna ugradnja betona pomoću kontraktora.

Za uspješan rad na betoniranju pomoću kontraktora treba težiti da se upotrebljava, kao agregat, prirodni šljunak kuglastog oblika zrna, uz obavezno postizanje propisanog granulometrijskog sastava veličine zrna max. 31,5 mm, s tim da udaljenost oplata od kontraktorske cijevi ne bude veća od 3 m.

Kraj cijevi za ugradnju betona u svakom trenutku mora biti uronjen u masu prethodno ugrađenog svježeg betona. Na početku betoniranja dno lijevka (početak cijevi) mora biti zatvoren kuglom od stišljive gume, koja mora biti promjera jednakog unutarnjem promjeru cijevi. Ovakav postupak mora se ponoviti poslije svakog prekida betoniranja iz bilo kojeg razloga. Kontraktorska cijev mora biti uvijek ispunjena betonskom smjesom sve do lijevka. Spojevi (nastavci) kontraktorskih cijevi moraju biti hermetički zatvoreni. Skraćivanje cijevi mora se obavljati što brže, bez pražnjenja preostalog dijela cijevi utopljene u betonsku masu, kako bi se time osigurao nesmetan nastavak betoniranja. Moguće je ugrađivati beton pod morem pomoću pumpe za transport betona. Pritom treba poštivati sva gore navedena pravila za ugradnju betona kontraktorom. Nije dopuštena neposredna ugradnja pomoću posuda za prijenos betona. Betoniranje pod morem dozvoljeno je samo uz stalnu kontrolu stručnog ronioca. Po završetku podmorskog betoniranja sa gornje slobodne površine betona, koja je tokom betoniranja bila u kontaktu s vodom, mora se ukloniti sloj ispranog nekvalitetnog betona. Rad na betoniranju ne smije se prekidati sve do postignuća projektiranog nivoa s izvjesnom rezervom u visini, radi skidanja gornjeg sloja betona slabije kvalitete. Treba strogo paziti na transport betonske mase od miksera do kontraktora kako ne bi došlo do segregacije agregata. Kod veće dužine transporta mora se upotrijebiti pumpa za beton. NI može uskratiti dozvolu za početak betoniranja dok se ne uvjeri da su poduzete sve potrebne mjere za pravilnu ugradnju betona

5. OPREMA

5.1. Mornarske ljestve

Pod opremom na predmetnoj građevini podrazumijevaju se mornarske ljestve. Odabrane mornarske ljestve izvede se od nehrđajućeg čelika AISI 316. Montaža i ugradnja mornarskih ljestava izvršit će se po preporukama i specifikacijama proizvođača uz obvezno odobrenje Nadzornog inženjera, a sve prema projektu.

Projektant:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Ivan Žigo
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5545

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.

MareCon

Marecon d.o.o.
J.P. Kamova 15
51000 Rijeka
tel.: +385/51/218336
e-mail: marecon@ri.t-com.hr
www.marecon.hr

BROJ PROJEKTA: 25G/17-GP-2

INVESTITOR: OPĆINA BAŠKA
51523 BAŠKA, Palada 88

GRAĐEVINA: UREĐENJE OBALNOG POJASA NASELJA BAŠKA – ETAPA 2A

14. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI GRADNJE I GOSPODARENJE OTPADOM

PROJEKTANT:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Ivan Žigo
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5545

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.

POSEBNI TEHNIČKI UVJETI GRADNJE I GOSPODARENJE OTPADOM

Ovim projektom predviđeno je uređenje obalnog pojasa naselja Baška, a sve prema uvjetima iz važeće prostorno-planske dokumentacije.

Tehnički uvjeti gradnje pomorskih građevina uobičajeni su za takvu vrstu građevina.

U projektu je predviđeno maksimalno korištenje postojećih materijala pomorskih građevina koje se uklanjaju iz iskopa za izgradnju, a višak će se odvesti na deponiju u dogovoru s investitorom, predstavnicima lokalne samouprave, nadzornim inženjerom te zbrinuti u skladu s važećom regulativom. Investitor radova treba prije početka izvođenja radova precizno snimiti sadašnje stanje radi obračuna po završetku radova.

Svi prostori potrebni za organizaciju gradilišta (kancelarija, prostor za radnike sa sanitarnim čvorom, skladišta, mehanizacija i dr.) postaviti će se u dogovoru s Općinom Baška i nadzornom službom na samom gradilištu, na dijelu postojeće luke, u bližem okolišu, ili djelom u raspoložive postojeće objekte.

U tijeku svih radova izvođač je dužan brinuti da se pri svim dovozima/odvozima materijala, opreme i strojeva ne oštećuje okoliš, u ovom slučaju ceste, površine obale, postojeće luke i planirane pomorske građevine, te da iste ostanu čiste. Radovi se izvode većinom na moru a dijelom i na kopnu.

Nakon izvođenja radova i uklanjanja eventualnih nedostataka, potrebno je izvršiti sanaciju okoliša gradilišta, kako bi se građevina što više uklopila u postojeće stanje okoliša. Prema ovom je projektu planirano da se cijela površina gradilišta dovede u stanje što sličnije sadašnjem. Izvedbom izgradnje ovog projekta zahvatiti će se podmorski i nadmorski okoliš. Radi toga je potrebno sve iskope, nasipe i ostale površine stabilizirati tehničkim mjerama predviđenim u projektu građevine. Potrebno je izvesti i biološku sanaciju, gdje je to moguće.

Prilikom sanacije okoliša gradilišta potrebno je posebnu pozornost obratiti na slijedeće:

- Sve privremene putne prilaze gradilištu urediti prema vizualnim zahtjevima okoliša, a one putove koji trajno ostaju u funkciji sanirati te urediti prema postojećem stanju.
- Prethodno оформljene deponije i pozajmišta za potrebe izgradnje ove građevine urediti i isplanirati, kako bi se u što većoj mjeri uklopili s prirodnim okolišem u moru te na kopnu, a u što manjoj mjeri ugrozile bliže susjedne građevine.
- Sve građevine privremenog karaktera, opremu gradilišta, neutrošeni materijal, otpad i sl., na kopnu i u moru, treba ukloniti, a predmetno zemljište adekvatno sanirati i dovesti u prvobitno stanje.
- Cijelo područje devastirano zahvatom treba dovesti u uredno stanje, tj. najmanje na razinu prvobitnog stanja.

Projektant:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Ivan Žigo
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5545

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.

MareCon

Marecon d.o.o.
J.P. Kamova 15
51000 Rijeka
tel.: +385/51/218336
e-mail: marecon@ri.t-com.hr
www.marecon.hr

BROJ PROJEKTA: 25G/17-GP-2

INVESTITOR: OPĆINA BAŠKA
51523 BAŠKA, Palada 88

GRAĐEVINA: UREĐENJE OBALNOG POJASA NASELJA BAŠKA – ETAPA 2A

15. ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA GRAĐENJA

PROJEKTANT:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Ivan Žigo
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5545

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.

ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA IZGRADNJE

Procijenjeni troškovi izgradnje uređenja obalnog pojasa naselja Baška – etapa 2A prema ovoj mapi projekta iznose: **15.000.000,00 HRK**

U cijeni nije sadržan porez na dodanu vrijednost.

MareCon

Marecon d.o.o.
J.P. Kamova 15
51000 Rijeka
tel.: +385/51/218336
e-mail: marecon@ri.t-com.hr
www.marecon.hr

BROJ PROJEKTA: 25G/17-GP-2

INVESTITOR: OPĆINA BAŠKA
51523 BAŠKA, Palada 88

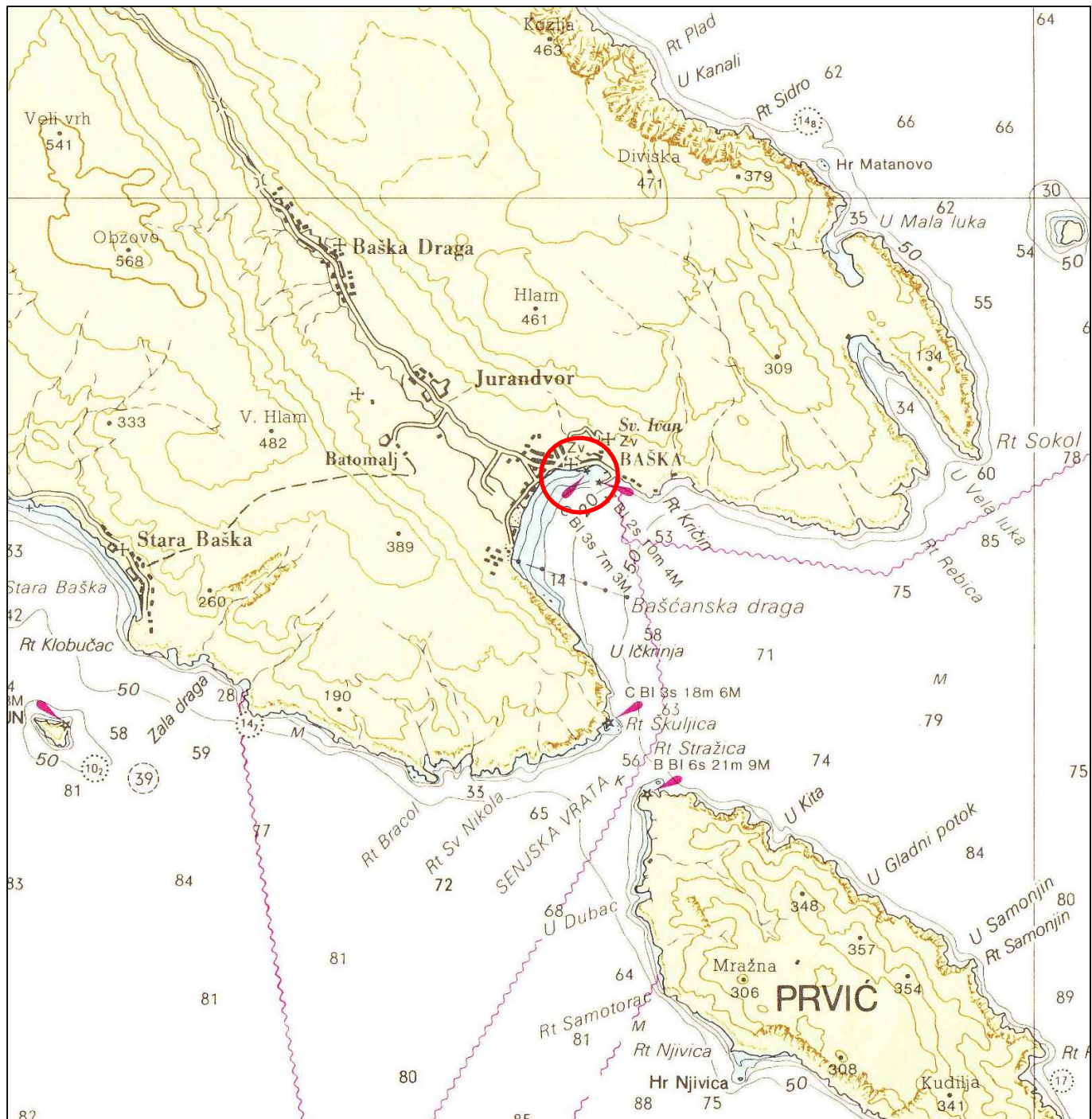
GRAĐEVINA: UREĐENJE OBALNOG POJASA NASELJA BAŠKA – ETAPA 2A


16. NACRTI

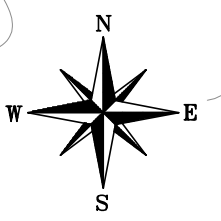
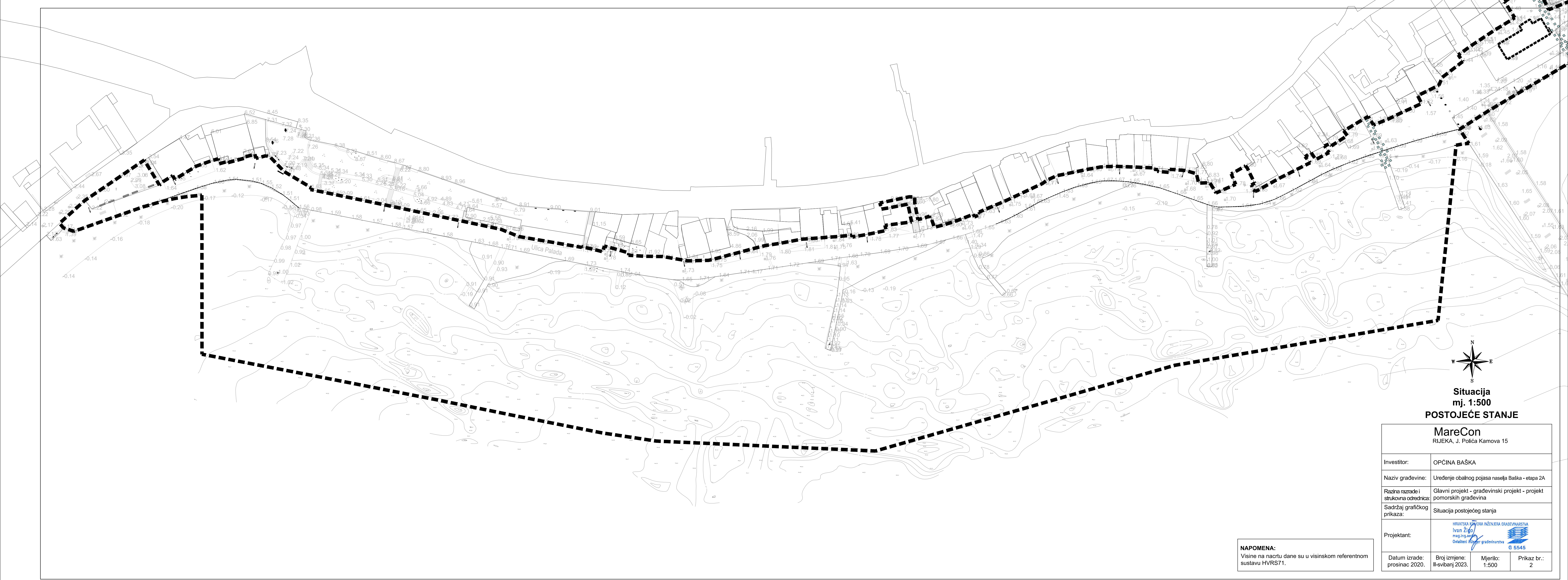
PROJEKTANT:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Ivan Žigo
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5545

Ivan Žigo, mag.ing.aedif.



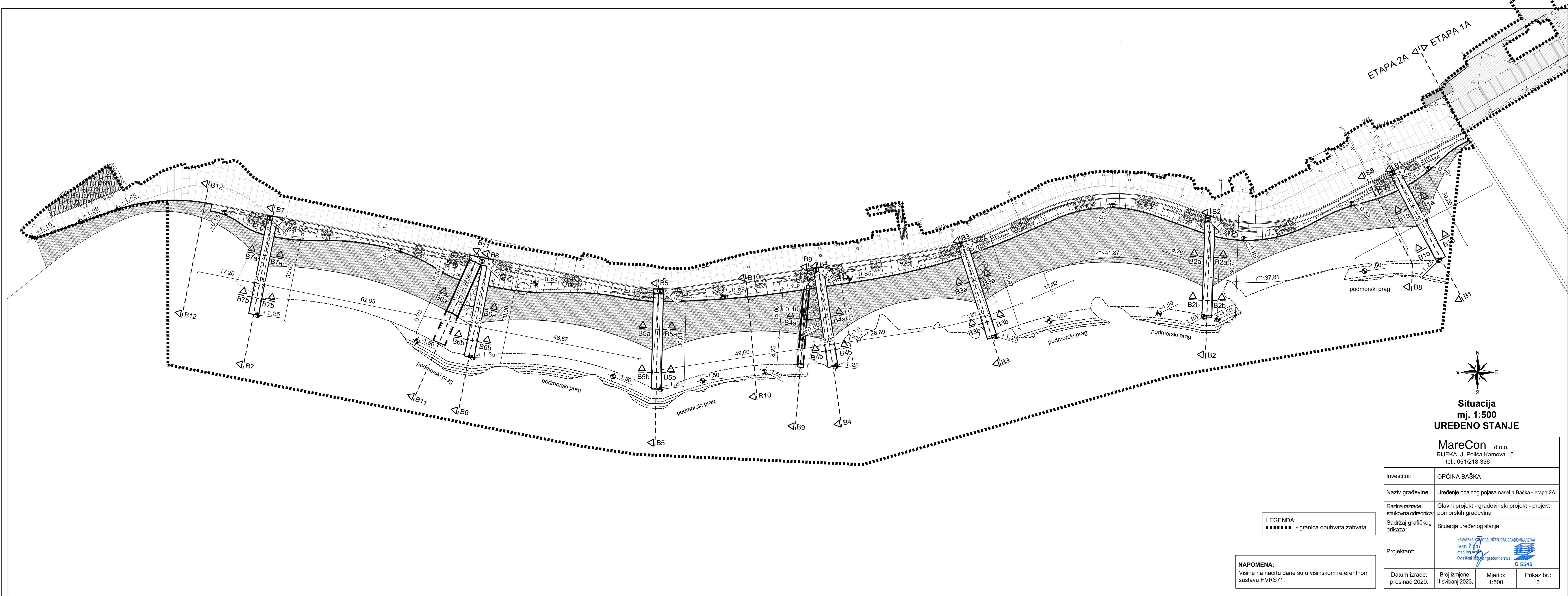
MareCon d.o.o. RIJEKA, J. Polića Kamova 15 tel./fax.: 051/218-336			
Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Situacija šireg područja		
Projektant:	HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Ivan Žigo mag.ing.aed.f. Ovlašteni inženjer građevinarstva  G 5545		
Datum izrade:	Broj izmjene:	Mjerilo:	Prikaz br.:
prosinac 2020.	II-svibanj 2023.	-	1



Situacija
mj. 1:500
POSTOJEĆE STANJE

NAPOMENA:
Visine na nacrtu dane su u visinskom referentnom sustavu HVRST1.

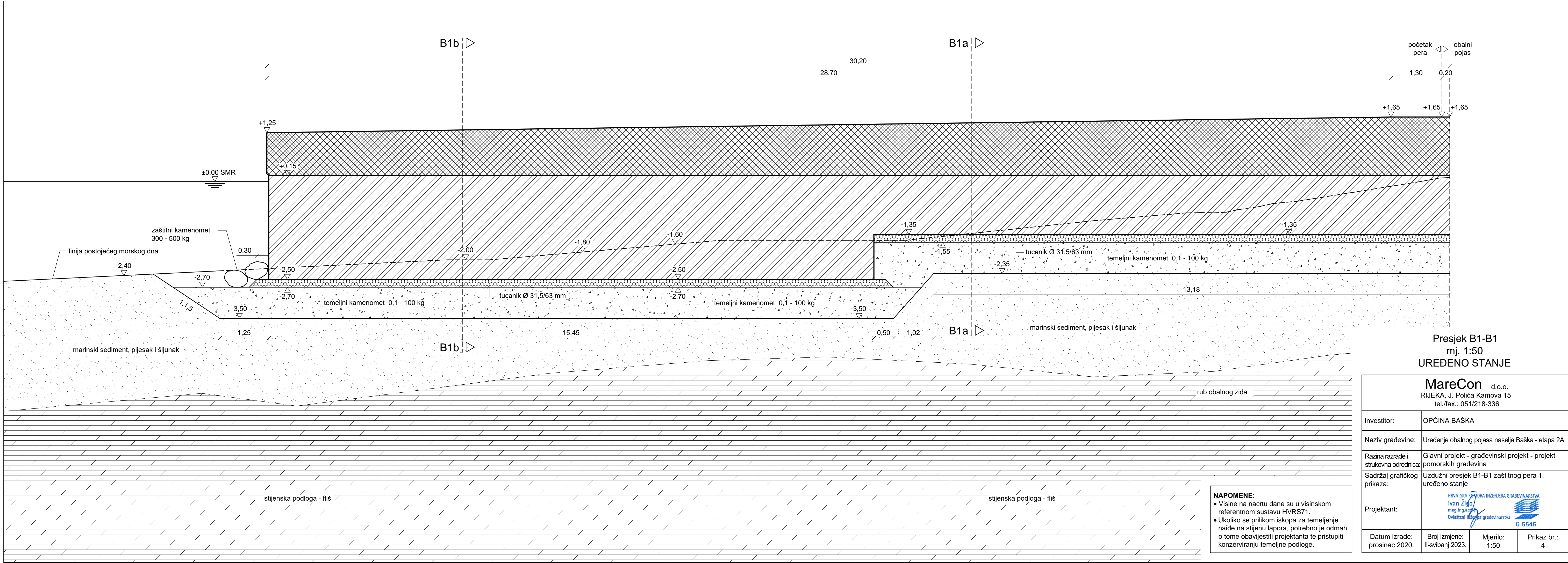
MareCon RIJEKA, J. Polića Kamova 15			
Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Situacija postojećeg stanja		
Projektant:	<div><div><div>Hrvatska Republika</div><div>IZVORNA INŽENJERSKA GRAĐEVINARSTVA</div><div>Ivan Žiglo</div><div>mag.ing.arch.</div><div>Ovlašten izvođač građevinarstva</div></div><div></div><div>G 5545</div></div>		
Datum izrade: prosinac 2020.	Broj izmjene: II-svibanj 2023.	Mjerilo: 1:500	Prikaz br.: 2

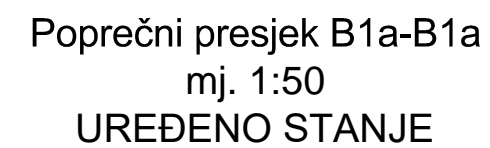



LEGENDA:
- granica obuhvata zahvata

NAPOMENA:
Visine na nacrtu dane su u visinskom referentnom sustavu HVR571.

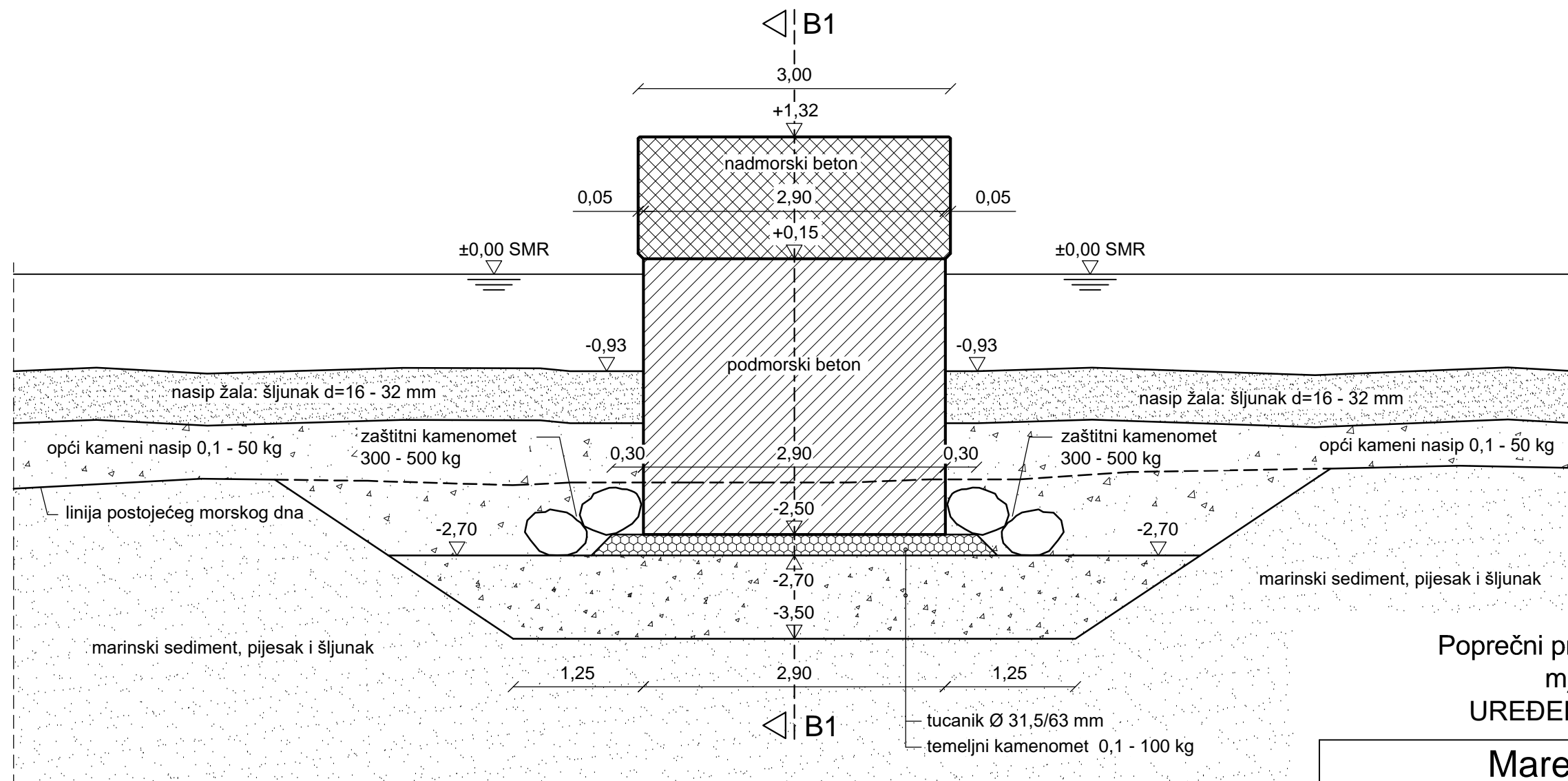
MareCon d.o.o. RIJEKA, J. Polića Kamova 15 tel.: 051/218-336			
Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Situacija uređenog stanja		
Projektant:	<div>HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA</div> <div>Ivan Žiglo</div> <div>mag.ing.arch.</div> <div>Ovlašten inženjer građevinarstva</div> <div>G 5545</div>		
Datum izrade: prosinac 2020.	Broj izmjene: II-svibanj 2023.	Mjerilo: 1:500	Prikaz br.: 3






Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Poprečni presjek B1a-B1a zaštitnog pera 1, uređeno stanje		
Projektant:	<div style="text-align: center;">  <p>HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Ivan Žiglo mag.ing.aedn Ovlašteni inženjer građevinarstva G 5545</p> </div>		
Datum izrade: prosinac 2020.	Broj izmjene: II-svibanj 2023.	Mjerilo: 1:50	Prikaz br.: 5

- Visine na nacrtu dane su u visinskom referentnom sustavu HVRS71.
- Ukoliko se prilikom iskopa za temeljenje nađe na stijenu lapora, potrebno je odmah o tome obavijestiti projektanta te pristupiti konzerviranju temeljne podloge.



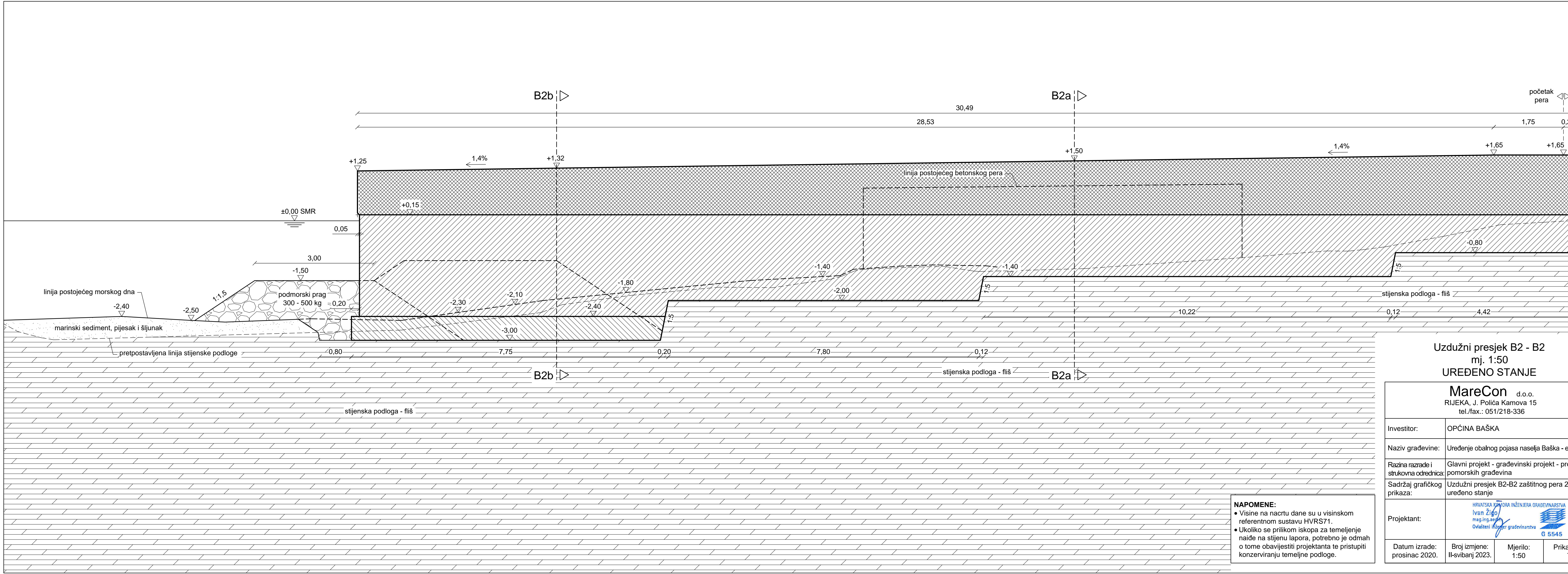
Poprečni presjek B1b-B1b
mj. 1:50
UREĐENO STANJE

MareCon d.o.o.
RIJEKA, J. Polića Kamova 15
tel./fax.: 051/218-336

Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Poprečni presjek B1b-B1b zaštitnog pera 1, uređeno stanje		
Projektant:	<div> <div> HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Ivan Žigo mag.ing.aedn. Ovlašteni inženjer građevinarstva </div> <div>  G 5545 </div> </div>		
Datum izrade:	Broj izmjene:	Mjerilo:	Prikaz br.:
prosinac 2020.	II-svibanj 2023.	1:50	6

NAPOMENE:

- Visine na nacrtu dane su u visinskom referentnom sustavu HVR571.
- Ukoliko se prilikom iskopa za temeljenje naiđe na stijenu lapora, potrebno je odmah o tome obavijestiti projektanta te pristupiti konzerviranju temeljne podloge.

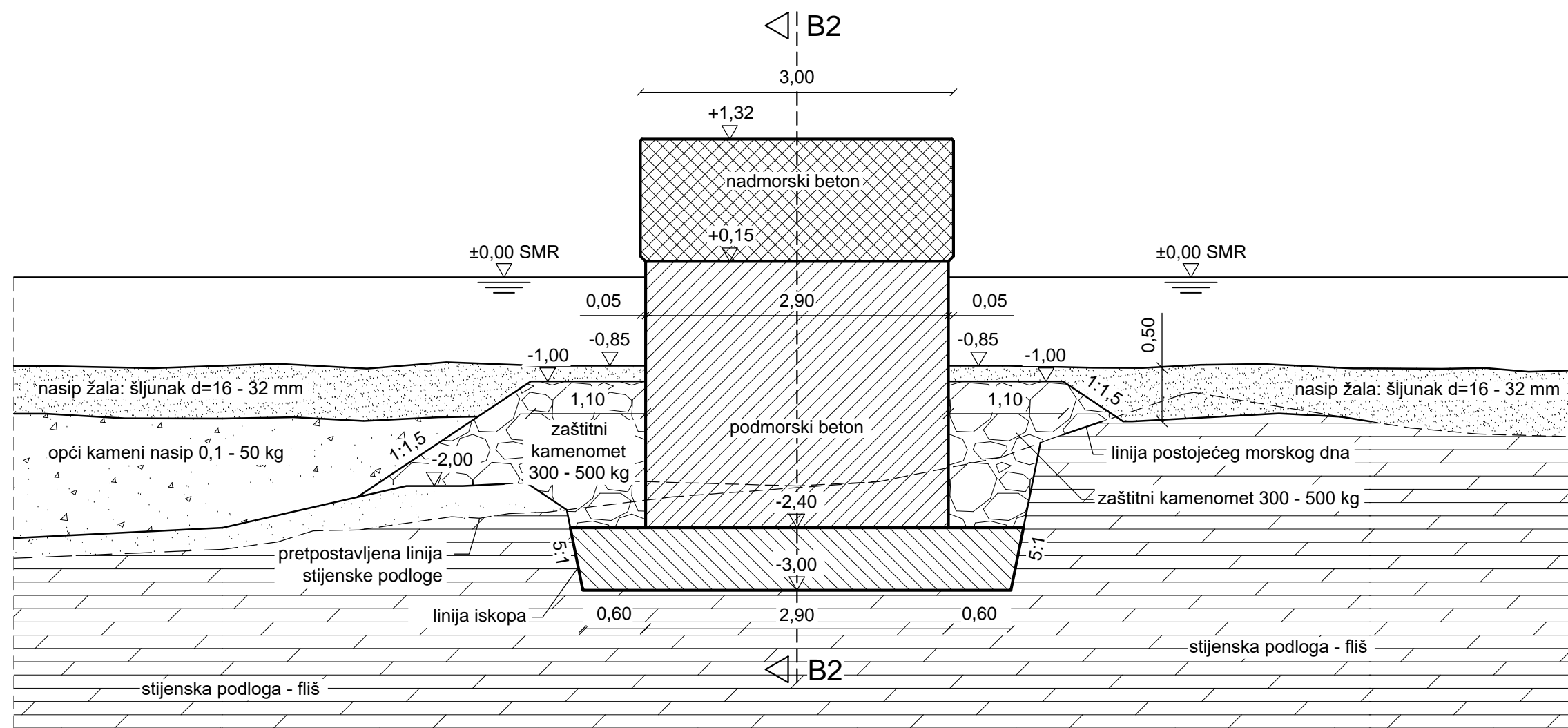


Uzdužni presjek B2 - B2
mj. 1:50
UREĐENO STANJE

Investitor:				OPĆINA BAŠKA			
Naziv građevine:				Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A			
Razina razrade i strukovna odrednica:				Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina			
Sadržaj grafičkog prikaza:				Uzdužni presjek B2-B2 zaštitnog pera 2, uređeno stanje			
Projektant:				<div><div><div>HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA</div><div>Ivan Žig</div><div>mag.ing.aed</div><div>Ovlašteni inženjer građevinarstva</div></div><div><div>G 5545</div></div></div>			
Datum izrade: prosinac 2020.		Broj izmjene: II-svibanj 2023.		Mjerilo: 1:50		Prikaz br.: 7	


NAPOMENE:

- Visine na nacrtu dane su u visinskom referentnom sustavu HVRS71.
- Ukoliko se prilikom iskopa za temeljenje naide na stijenu lapora, potrebno je odmah o tome obavijestiti projektanta te pristupiti konzerviranju temeljne podloge.



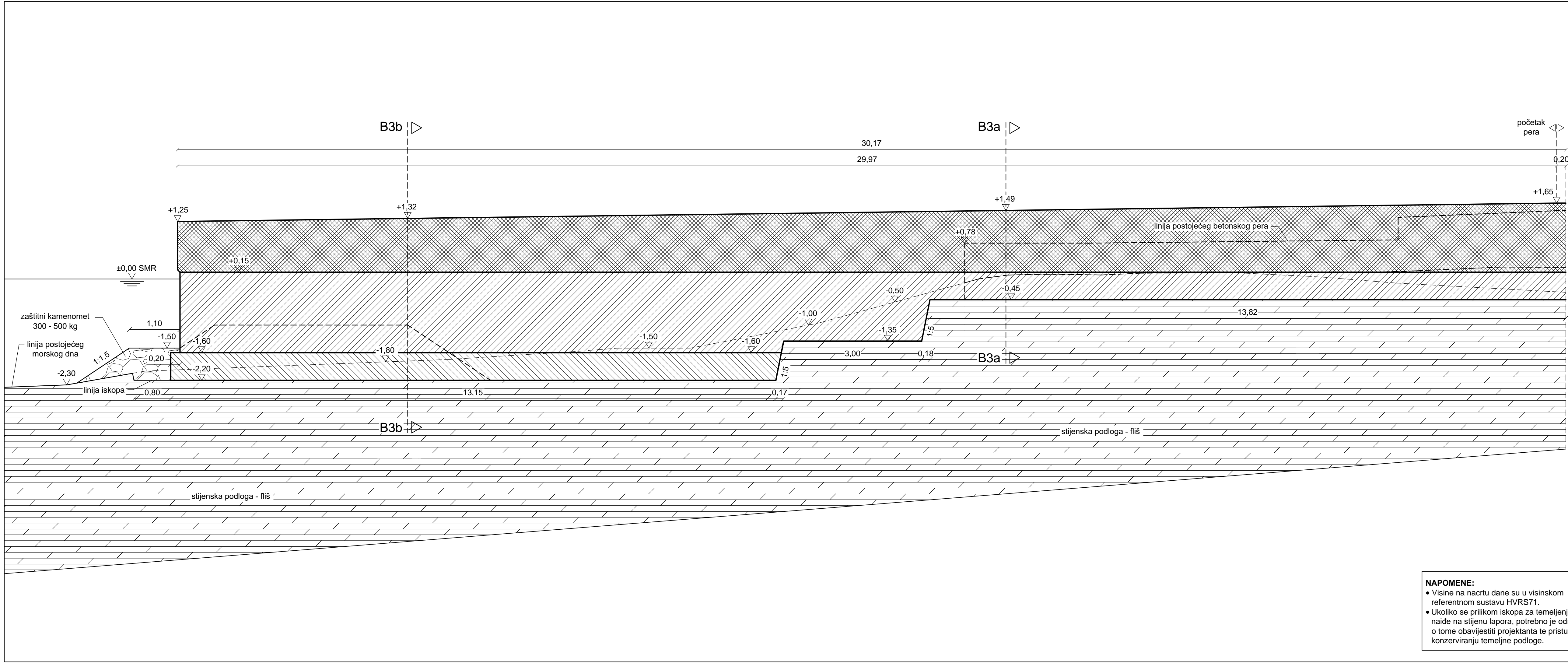
Poprečni presjek B2b-B2b
mj. 1:50
UREĐENO STANJE

MareCon d.o.o.
RIJEKA, J. Polića Kamova 15
tel./fax.: 051/218-336

Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Poprečni presjek B2b-B2b zaštitnog pera 2, uređeno stanje		
Projektant:	<div><div><div>HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA</div><div>Ivan Žigo</div><div>mag.ing.aedn.</div><div>Ovlašteni inženjer građevinarstva</div></div><div><div>G 5545</div></div></div>		
Datum izrade:	Broj izmjene:	Mjerilo:	Prikaz br.:
prosinac 2020.	II-svibanj 2023.	1:50	9

NAPOMENE:

- Visine na nacrtu dane su u visinskom referentnom sustavu HVRS71.
- Ukoliko se prilikom iskopa za temeljenje nađe na stijenu lapora, potrebno je odmah o tome obavijestiti projektanta te pristupiti konzerviranju temeljne podloge.

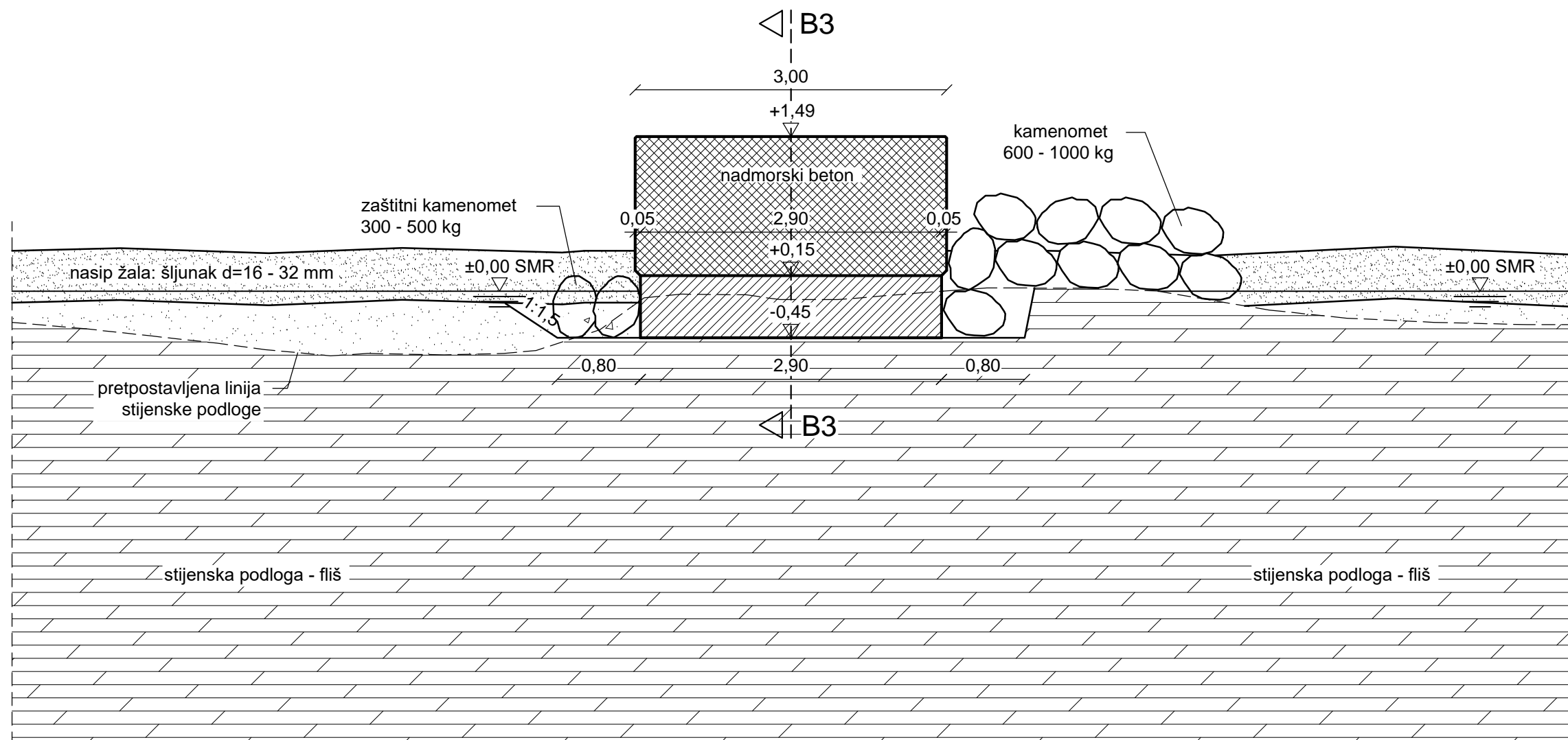


Presjek B3-B3
mj. 1:50
UREĐENO STANJE

MareCon d.o.o. RIJEKA, J. Polića Kamova 15 tel./fax.: 051/218-336			
Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Uzdužni presjek B3-B3 zaštitnog pera 3, uređeno stanje		
Projektant:	<div><div><div>HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA</div><div>Ivan Žig</div><div>mag.ing.aed</div><div>Ovlašteni inženjer građevinarstva</div></div><div><div>G 5545</div></div></div>		
Datum izrade: prosinac 2020.	Broj izmjene: II-svibanj 2023.	Mjerilo: 1:50	Prikaz br.: 10


NAPOMENE:

- Visine na nacrtu dane su u visinskom referentnom sustavu HVRS71.
- Ukoliko se prilikom iskopa za temeljenje naide na stijenu lapora, potrebno je odmah o tome obavijestiti projektanta te pristupiti konzerviranju temeljne podloge.



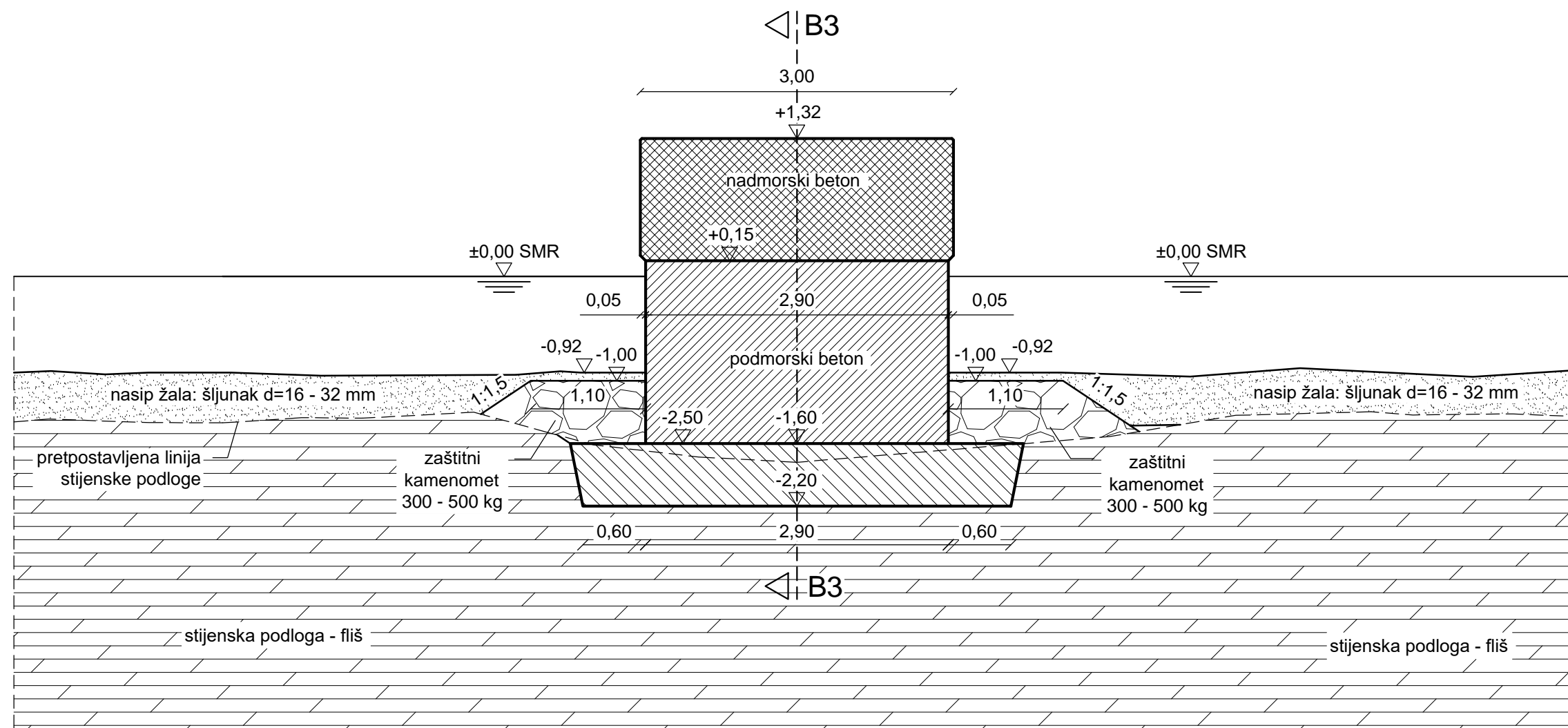
Presjek B3a-B3a
mj. 1:50
UREĐENO STANJE

MareCon d.o.o.
RIJEKA, J. Polića Kamova 15
tel./fax.: 051/218-336

Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Poprečni presjek B3a-B3a zaštitnog pera 3, uređeno stanje		
Projektant:	<div> <div> HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Ivan Žigo mag.ing.aedn. Ovlašteni inženjer građevinarstva </div> <div>  G 5545 </div> </div>		
Datum izrade:	Broj izmjene:	Mjerilo:	Prikaz br.:
prosinac 2020.	II-svibanj 2023.	1:50	11

NAPOMENE:

- Visine na nacrtu dane su u visinskom referentnom sustavu HVRS71.
- Ukoliko se prilikom iskopa za temeljenje naiđe na stijenu lapora, potrebno je odmah o tome obavijestiti projektanta te pristupiti konzerviranju temeljne podloge.



Presjek B3b-B3b
mj. 1:50
UREĐENO STANJE

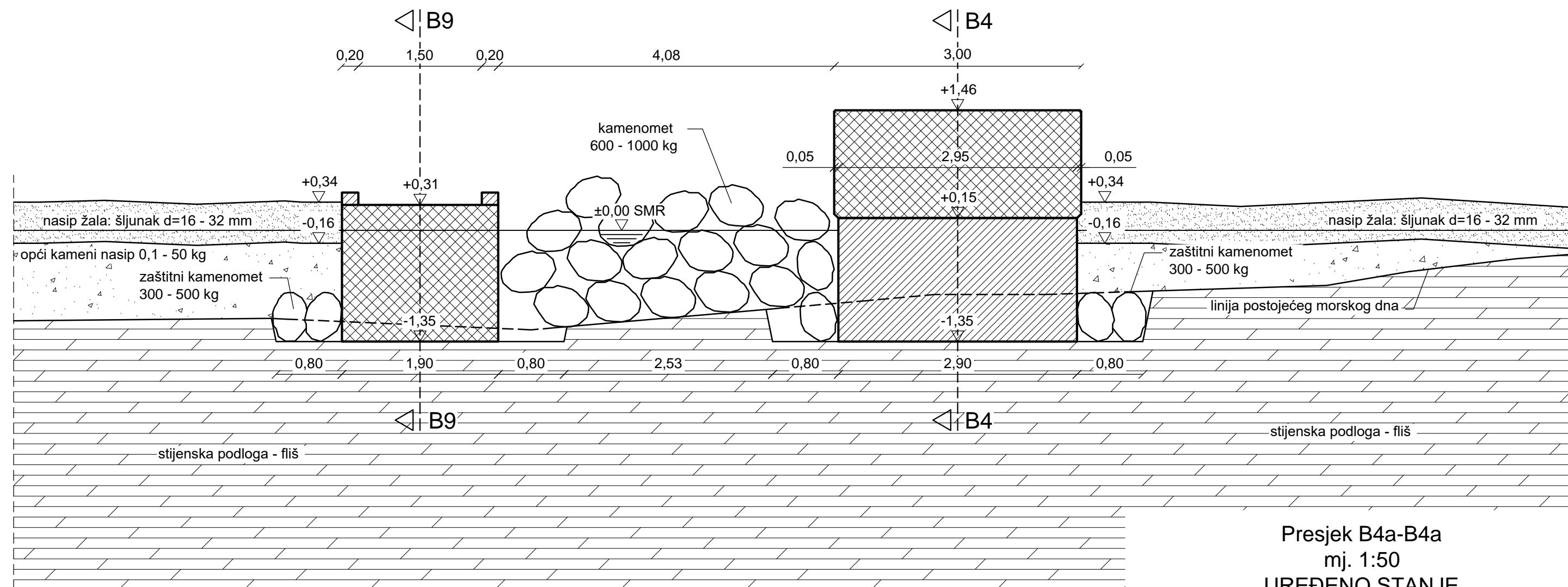
MareCon d.o.o.
RIJEKA, J. Polića Kamova 15
tel./fax.: 051/218-336

Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Poprečni presjek B3b-B3b zaštitnog pera 3, uređeno stanje		
Projektant:	<div>HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Ivan Žigo mag.ing.aedn. Ovlašteni inženjer građevinarstva G 5545</div>		
Datum izrade:	Broj izmjene:	Mjerilo:	Prikaz br.:
prosinac 2020.	II-svibanj 2023.	1:50	12

NAPOMENE:


- Visine na nacrtu dane su u visinskom referentnom sustavu HVRS71.
- Ukoliko se prilikom iskopa za temeljenje nađe na stijenu lapora, potrebno je odmah o tome obavijestiti projektanta te pristupiti konzerviranju temeljne podloge.



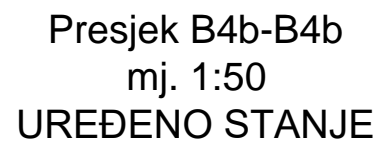


Presjek B4a-B4a
mj. 1:50
UREĐENO STANJE


MareCon d.o.o.
RIJEKA, J. Polića Kamova 15
tel./fax.: 051/218-336

Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Poprečni presjek B4a-B4a zaštitnog pera 4, uređeno stanje		
Projektant:	<div><div><div>HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA</div><div>Ivan Žigo</div><div>mag.ing.aedn.</div><div>Ovlašteni inženjer građevinarstva</div></div><div><div>G 5545</div></div></div>		
Datum izrade:	Broj izmjene:	Mjerilo:	Prikaz br.:
prosinac 2020.	II-svibanj 2023.	1:50	14

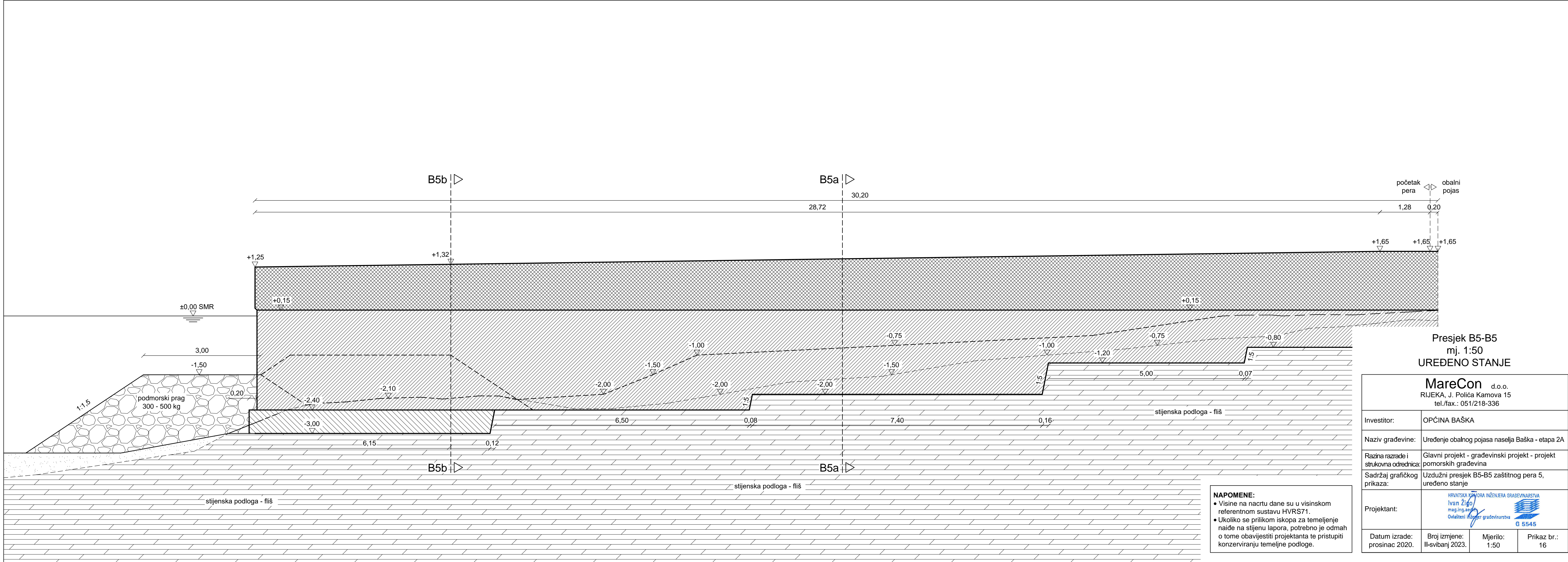
- NAPOMENE:**
- Visine na nacrtu dane su u visinskom referentnom sustavu HVR71.
 - Ukoliko se prilikom iskopa za temeljenje nađe na stijenu lapora, potrebno je odmah o tome obavijestiti projektanta te pristupiti konzerviranju temeljne podloge.



RIJEKA, J. Polića Kamova 15
tel./fax.: 051/218-336

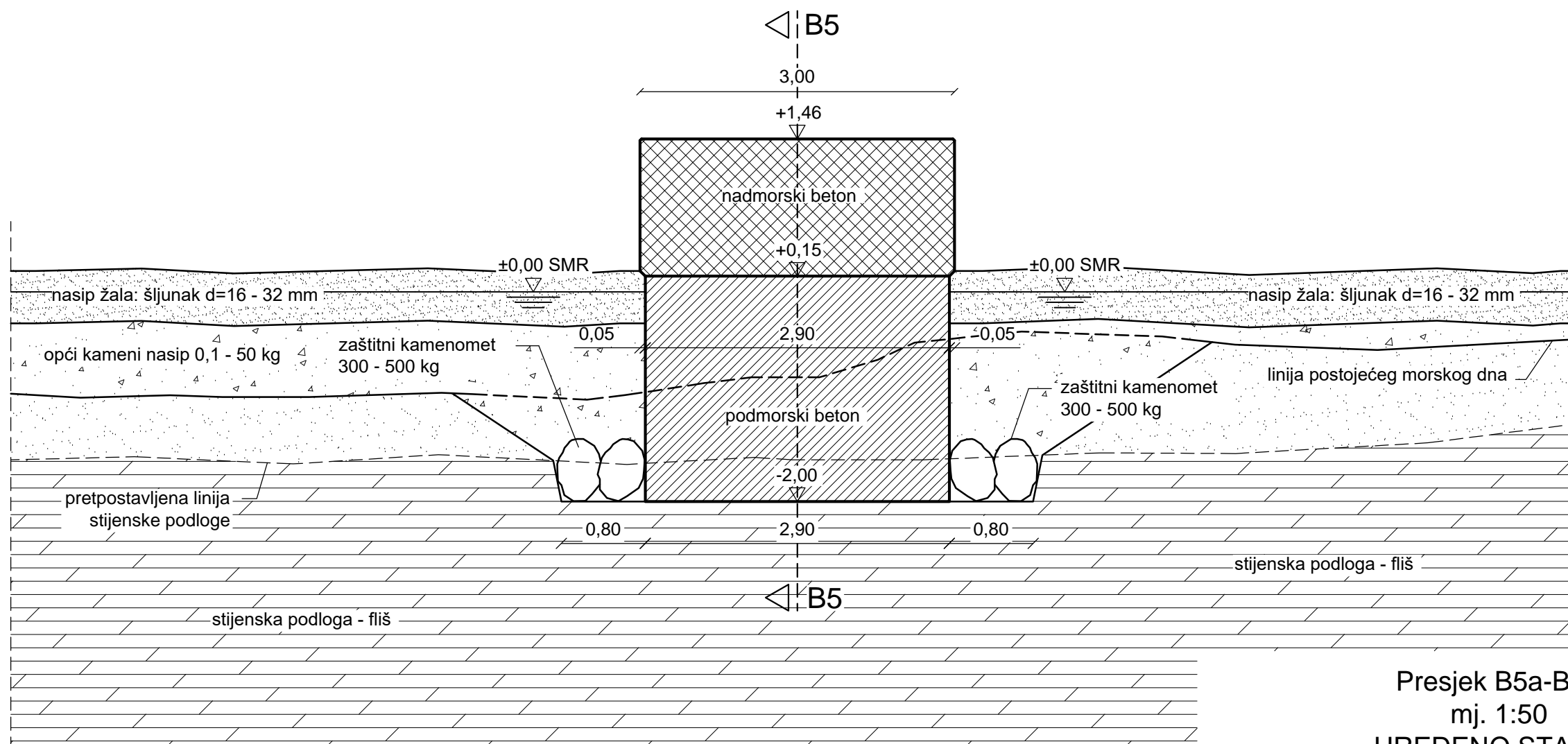
Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Poprečni presjek B4b-B4b zaštitnog pera 4, uređeno stanje		
Projektant:	<div style="text-align: center;">  <p>HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Ivan Žig mag.ing.aedn Ovlašteni inženjer građevinarstva G 5545</p> </div>		
Datum izrade: prosinac 2020.	Broj izmjene: II-svibanj 2023.	Mjerilo: 1:50	Prikaz br.: 15

- Visine na nacrtu dane su u visinskom referentnom sustavu HVRS71.
- Ukoliko se prilikom iskopa za temeljenje naide na stijenu lapora, potrebno je odmah o tome obavijestiti projektanta te pristupiti konzerviranju temeljne podloge.



Presjek B5-B5
mj. 1:50
UREĐENO STANJE

Investitor:				OPĆINA BAŠKA			
Naziv građevine:				Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A			
Razina razrade i strukovna odrednica:				Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina			
Sadržaj grafičkog prikaza:				Uzdužni presjek B5-B5 zaštitnog pera 5, uređeno stanje			
Projektant:				<div><div><div>HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA</div><div>Ivan Žig</div><div>mag.ing.aed</div><div>Ovlašteni inženjer građevinarstva</div></div><div><div>G 5545</div></div></div>			
Datum izrade: prosinac 2020.		Broj izmjene: II-svibanj 2023.		Mjerilo: 1:50		Prikaz br.: 16	

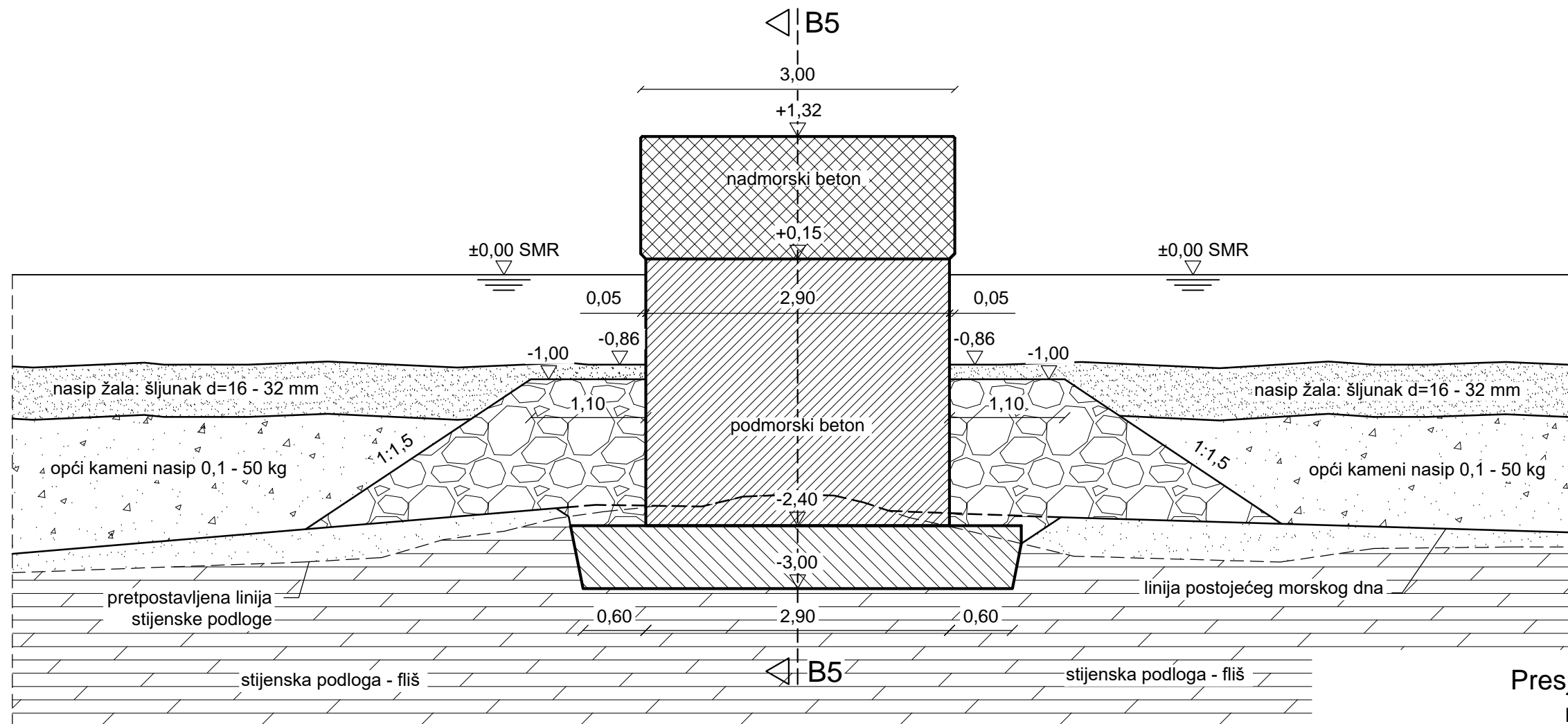


Presjek B5a-B5a
mj. 1:50
UREĐENO STANJE

MareCon d.o.o.
RIJEKA, J. Polića Kamova 15
tel./fax.: 051/218-336


Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Poprečni presjek B5a-B5a zaštitnog pera 5, uređeno stanje		
Projektant:	<div>HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA</div> <div>Ivan Žigo</div> <div>mag.ing.aedn.</div> <div>Ovlašteni inženjer građevinarstva</div> <div>G 5545</div>		
Datum izrade:	Broj izmjene:	Mjerilo:	Prikaz br.:
prosinac 2020.	II-svibanj 2023.	1:50	17

- NAPOMENE:**
- Visine na nacrtu dane su u visinskom referentnom sustavu HVR571.
 - Ukoliko se prilikom iskopa za temeljenje nađe na stijenu lapora, potrebno je odmah o tome obavijestiti projektanta te pristupiti konzerviranju temeljne podloge.



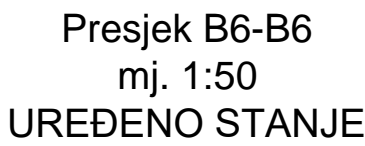
Presjek B5b-B5b
mj. 1:50
UREĐENO STANJE

MareCon d.o.o.
RIJEKA, J. Polića Kamova 15
tel./fax.: 051/218-336



Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Poprečni presjek B5b-B5b zaštitnog pera 5, uređeno stanje		
Projektant:	<div> <div> HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Ivan Žigo mag.ing.aedn. Ovlašteni inženjer građevinarstva </div> <div>  G 5545 </div> </div>		
Datum izrade:	Broj izmjene:	Mjerilo:	Prikaz br.:
prosinac 2020.	II-svibanj 2023.	1:50	18

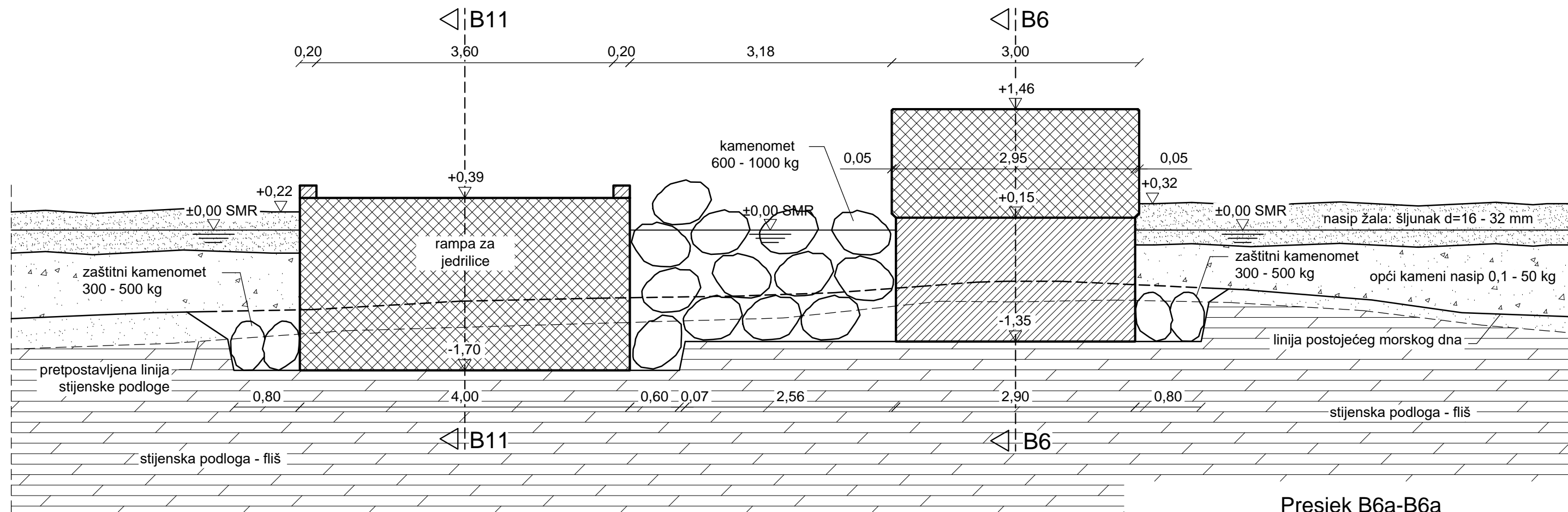
NAPOMENE:

- Visine na nacrtu dane su u visinskom referentnom sustavu HVR571.
- Ukoliko se prilikom iskopa za temeljenje naiđe na stijenu lapora, potrebno je odmah o tome obavijestiti projektanta te pristupiti konzerviranju temeljne podloge.



MareCon d.o.o.
RIJEKA, J. Polića Kamova 15
tel./fax.: 051/218-336

Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Uzdužni presjek B6-B6 zaštitnog pera 6, uređeno stanje		
Projektant:	<div style="text-align: center;">  <p>HRVATSKA KONTOR INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Ivan Žigo mag.ing.aedn Ovlašteni inženjer građevinarstva</p> </div> <div style="text-align: right;">  <p>G 5545</p> </div>		
Datum izrade: prosinac 2020.	Broj izmjene: II-svibanj 2023.	Mjerilo: 1:50	Prikaz br.: 19



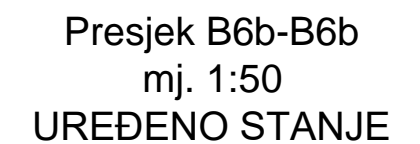
Presjek B6a-B6a
mj. 1:50
UREĐENO STANJE



MareCon d.o.o.
RIJEKA, J. Polića Kamova 15
tel./fax.: 051/218-336

Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Poprečni presjek B6a-B6a zaštitnog pera 6, uređeno stanje		
Projektant:	<div>HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA</div> <div>Ivan Žigo</div> <div>mag.ing.aedn.</div> <div>Ovlašteni inženjer građevinarstva</div> <div>G 5545</div>		
Datum izrade:	Broj izmjene:	Mjerilo:	Prikaz br.:
prosinac 2020.	II-svibanj 2023.	1:50	20

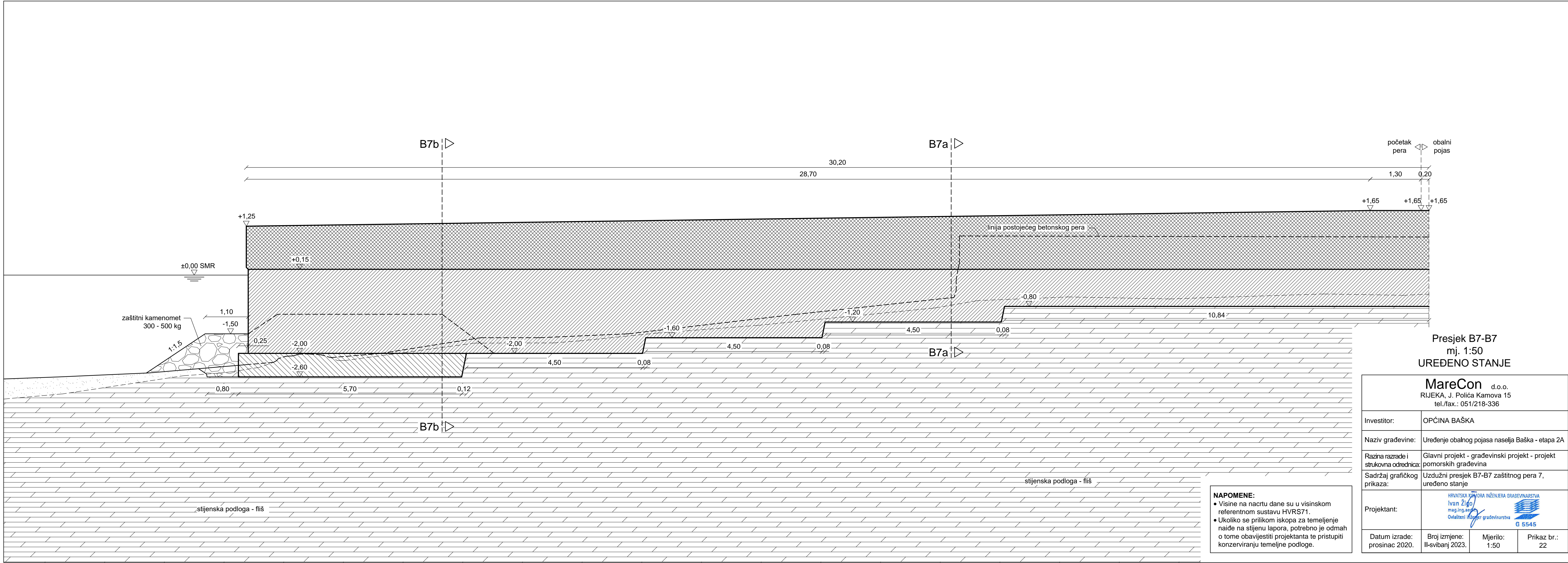
NAPOMENE:

- Visine na nacrtu dane su u visinskom referentnom sustavu HVRS71.
- Ukoliko se prilikom iskopa za temeljenje nađe na stijenu lapora, potrebno je odmah o tome obavijestiti projektanta te pristupiti konzerviranju temeljne podloge.



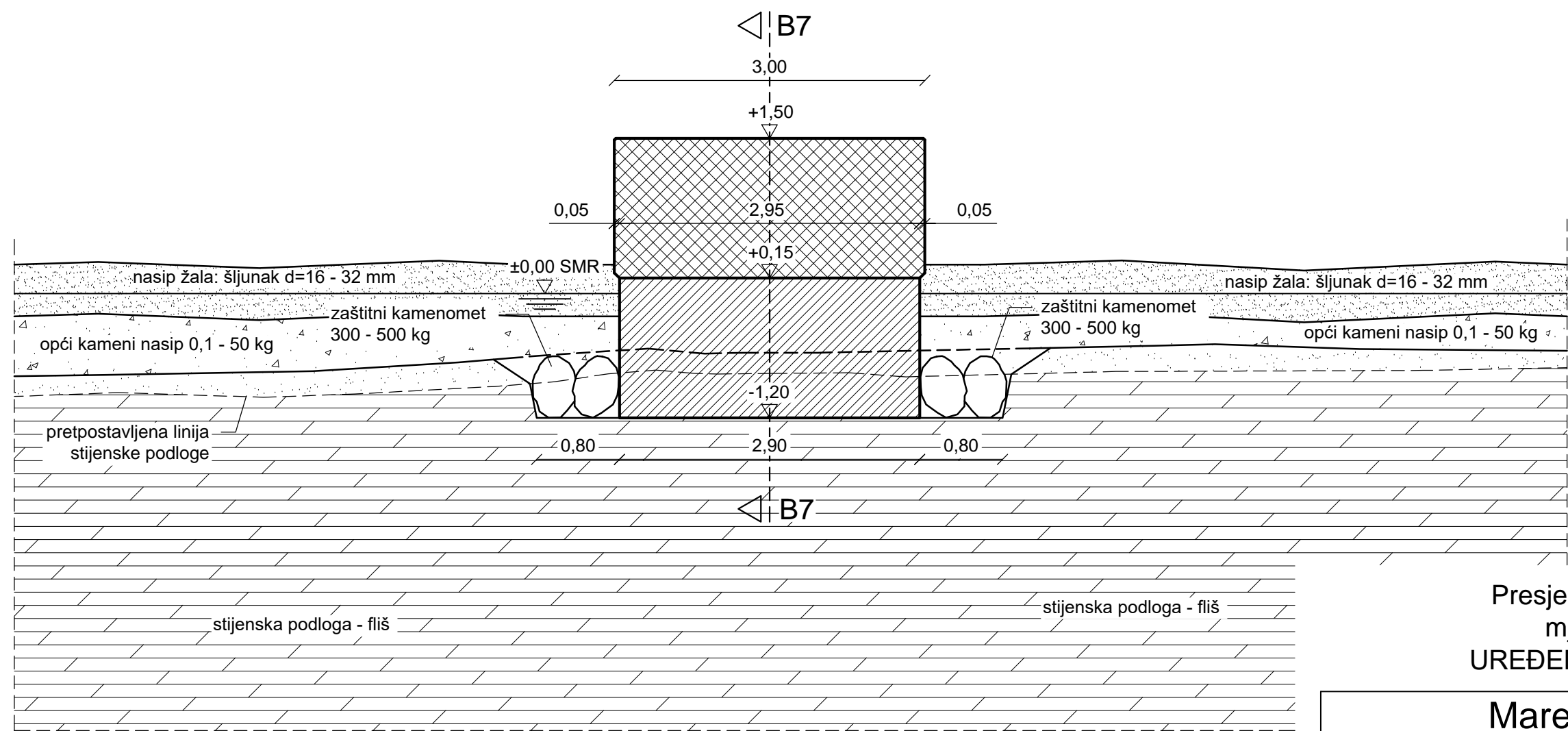
Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Poprečni presjek B6b-B6b zaštitnog pera 6, uređeno stanje		
Projektant:	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA</p> <p>Ivan Žigorić</p> <p>mag.ing.aedn.</p> <p>Ovlašteni inženjer građevinarstva</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  <p>G 5545</p> </div> </div>		
Datum izrade: prosinac 2020.	Broj izmjene: II-svibanj 2023.	Mjerilo: 1:50	Prikaz br.: 21

- Visine na nacrtu dane su u visinskom referentnom sustavu HVRS71.
- Ukoliko se prilikom iskopa za temeljenje nađe na stijenu lapora, potrebno je odmah o tome obavijestiti projektanta te pristupiti konzerviranju temeljne podloge.




Presjek B7-B7
mj. 1:50
UREĐENO STANJE

MareCon d.o.o. RIJEKA, J. Polića Kamova 15 tel./fax.: 051/218-336			
Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Uzdužni presjek B7-B7 zaštitnog pera 7, uređeno stanje		
Projektant:	<div><div><div>HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA</div><div>Ivan Žig</div><div>mag.ing.aed</div><div>Ovlašteni inženjer građevinarstva</div></div><div><div>G 5545</div></div></div>		
Datum izrade: prosinac 2020.	Broj izmjene: II-svibanj 2023.	Mjerilo: 1:50	Prikaz br.: 22



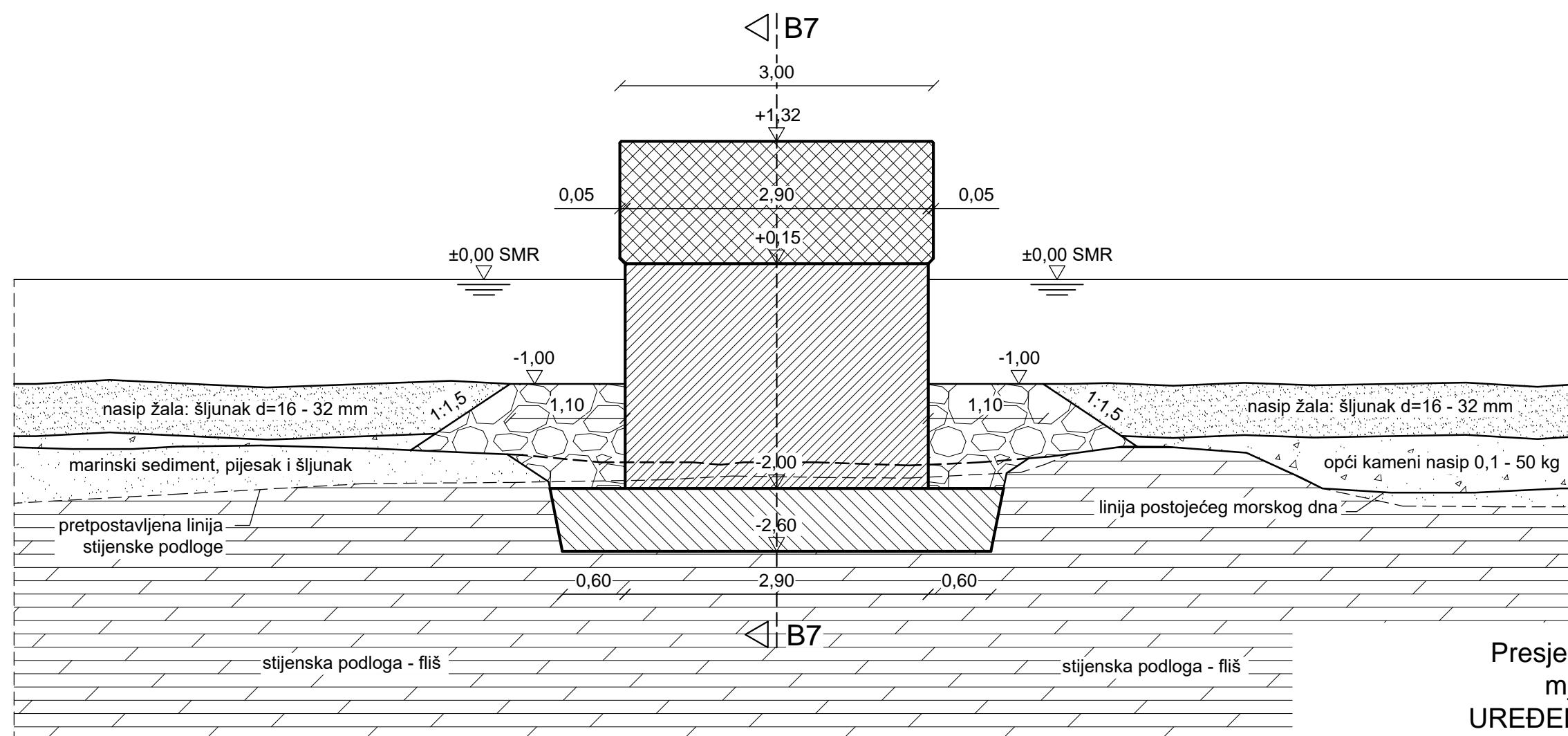
Presjek B7a-B7a
mj. 1:50
UREĐENO STANJE

MareCon d.o.o.
RIJEKA, J. Polića Kamova 15
tel./fax.: 051/218-336

Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Poprečni presjek B7a-B7a zaštitnog pera 7, uređeno stanje		
Projektant:	<div> <div> HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Ivan Žigo mag.ing.aedn. Ovlašteni inženjer građevinarstva </div> <div>  G 5545 </div> </div>		
Datum izrade:	Broj izmjene:	Mjerilo:	Prikaz br.:
prosinac 2020.	II-svibanj 2023.	1:50	23


NAPOMENE:

- Visine na nacrtu dane su u visinskom referentnom sustavu HVRS71.
- Ukoliko se prilikom iskopa za temeljenje naiđe na stijenu lapora, potrebno je odmah o tome obavijestiti projektanta te pristupiti konzerviranju temeljne podloge.



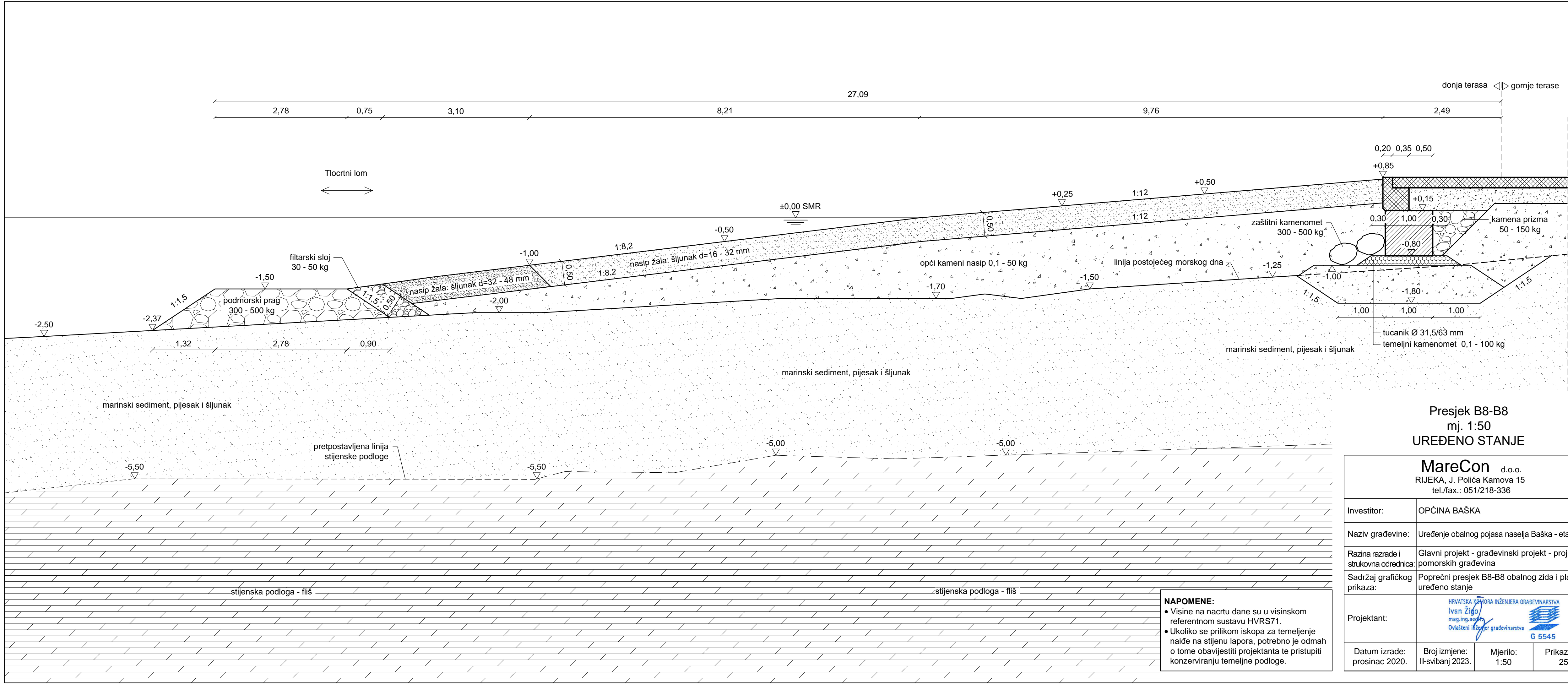
Presjek B7b-B7b
mj. 1:50
UREĐENO STANJE

MareCon d.o.o.
RIJEKA, J. Polića Kamova 15
tel./fax.: 051/218-336


Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Poprečni presjek B7b-B7b zaštitnog pera 7, uređeno stanje		
Projektant:	<div><div><div>HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA</div><div>Ivan Žigo</div><div>mag.ing.aedn.</div><div>Ovlašteni inženjer građevinarstva</div></div><div><div>G 5545</div></div></div>		
Datum izrade:	Broj izmjene:	Mjerilo:	Prikaz br.:
prosinac 2020.	II-svibanj 2023.	1:50	24

NAPOMENE:

- Visine na nacrtu dane su u visinskom referentnom sustavu HVRS71.
- Ukoliko se prilikom iskopa za temeljenje nađe na stijenu lapora, potrebno je odmah o tome obavijestiti projektanta te pristupiti konzerviranju temeljne podloge.



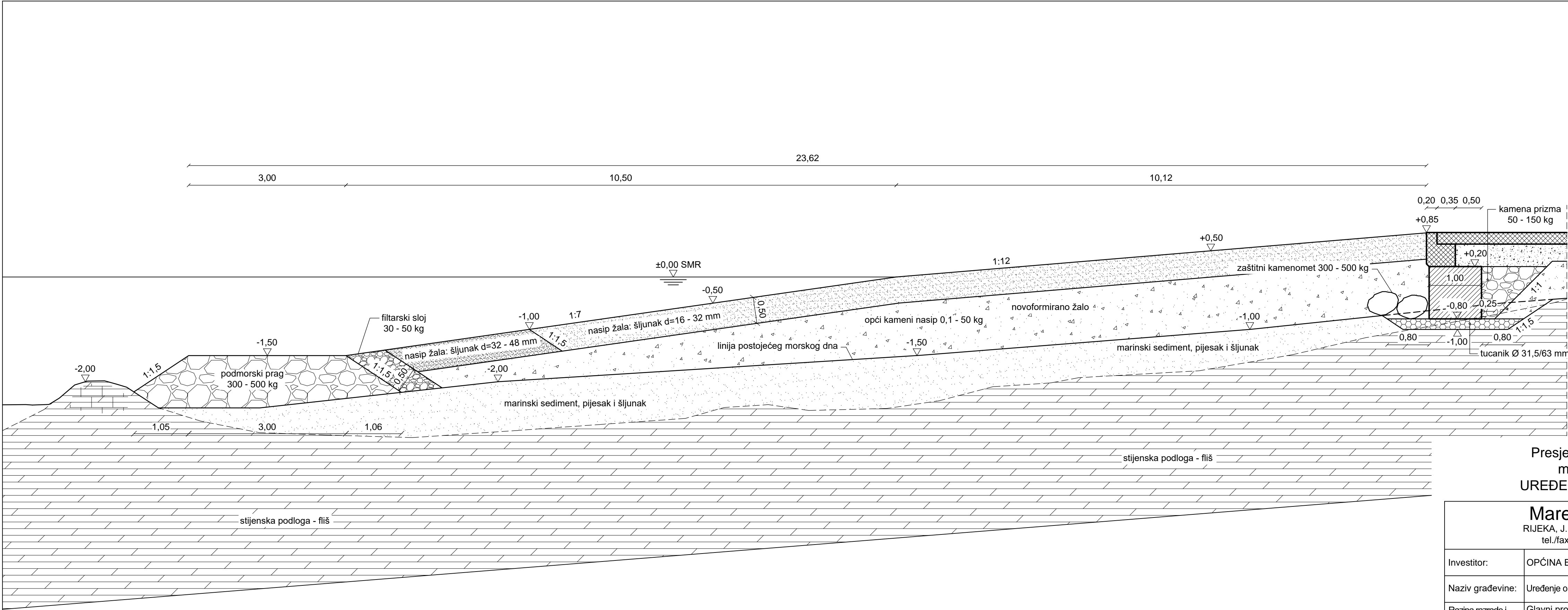
Presjek B8-B8
mj. 1:50
UREĐENO STANJE

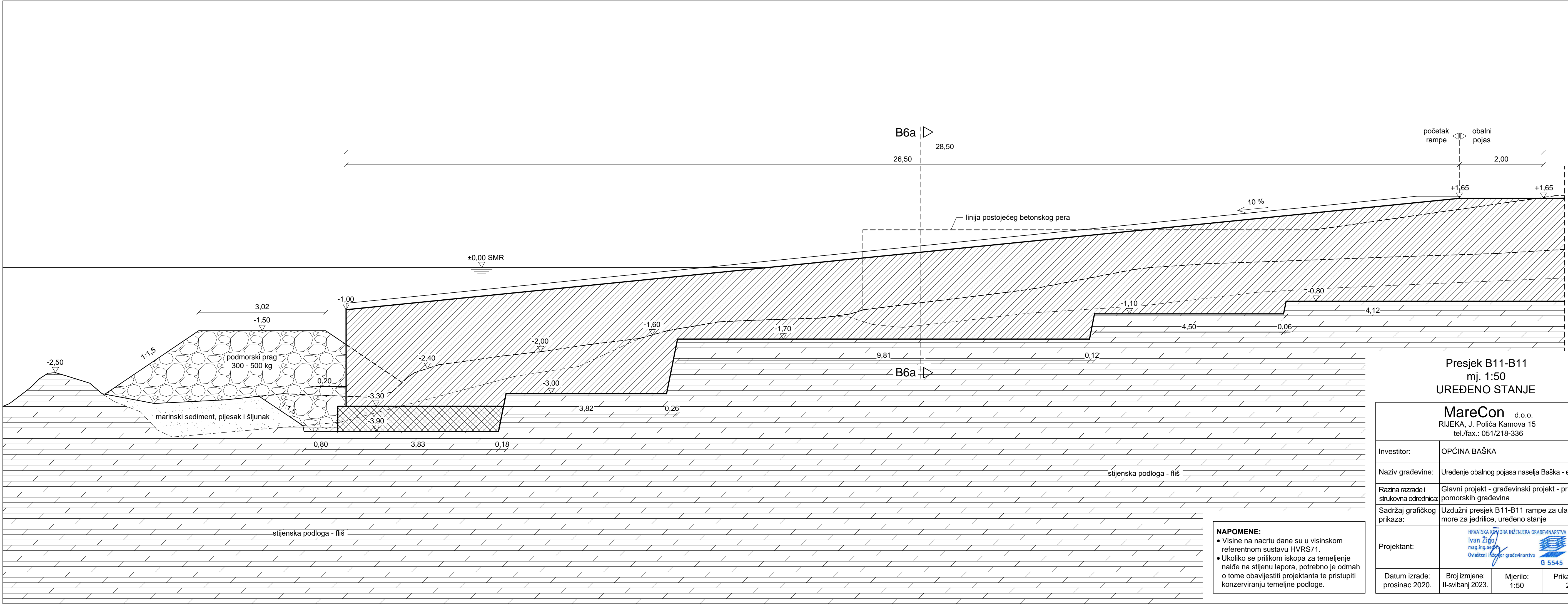
MareCon d.o.o. RIJEKA, J. Polića Kamova 15 tel./fax.: 051/218-336			
Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Poprečni presjek B8-B8 obalnog zida i plaže, uređeno stanje		
Projektant:	<div><div><div>HRVATSKA KAMIONA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA</div><div>Ivan Žigo</div><div>mag.ing.aedem</div><div>Ovlašteni inženjer građevinarstva</div></div><div><div>G 5545</div></div></div>		
Datum izrade: prosinac 2020.	Broj izmjene: II-svibanj 2023.	Mjerilo: 1:50	Prikaz br.: 25

NAPOMENE:


- Visine na nacrtu dane su u visinskom referentnom sustavu HVR571.
- Ukoliko se prilikom iskopa za temeljenje naide na stijenu lapora, potrebno je odmah o tome obavijestiti projektanta te pristupiti konzerviranju temeljne podloge.





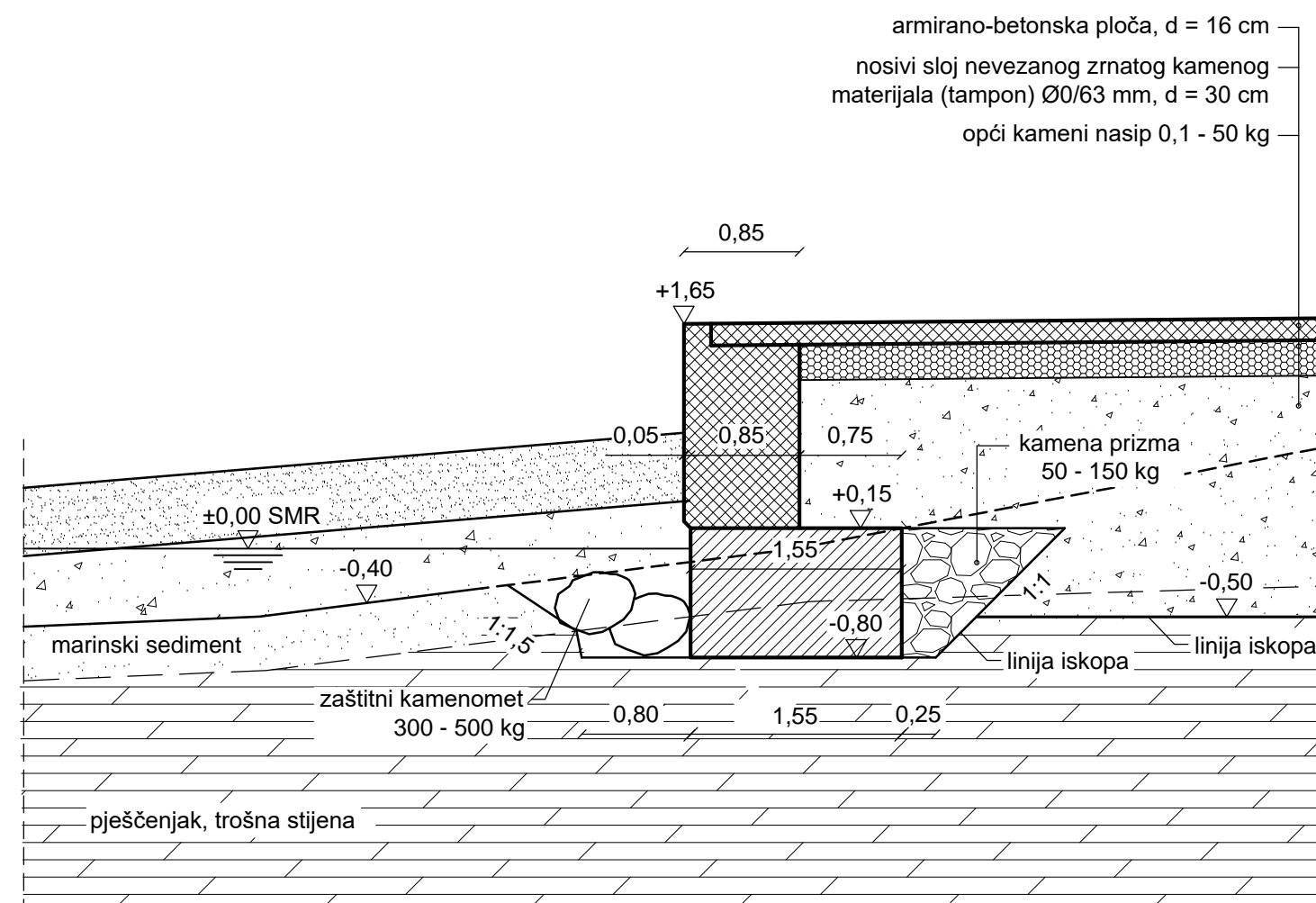


Presjek B11-B11
mj. 1:50
UREDENO STANJE

MareCon d.o.o. RIJEKA, J. Polića Kamova 15 tel./fax.: 051/218-336			
Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Uzdužni presjek B11-B11 rampe za ulaz u more za jedrilice, uređeno stanje		
Projektant:	<div><div><div>HRVATSKA KAMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA</div><div>Ivan Žigo</div><div>mag.ing.aedg</div><div>Ovlašteni inženjer građevinarstva</div></div><div><div>G 5545</div></div></div>		
Datum izrade: prosinac 2020.	Broj izmjene: II-svibanj 2023.	Mjerilo: 1:50	Prikaz br.: 28

NAPOMENE:

- Visine na nacrtu dane su u visinskom referentnom sustavu HVRST71.
- Ukoliko se prilikom iskopa za temeljenje naide na stijenu lapora, potrebno je odmah o tome obavijestiti projektanta te pristupiti konzerviranju temeljne podloge.



Presjek B12-B12
mj. 1:50
UREĐENO STANJE

MareCon d.o.o. RIJEKA, J. Polića Kamova 15 tel./fax.: 051/218-336			
Investitor:	OPĆINA BAŠKA		
Naziv građevine:	Uređenje obalnog pojasa naselja Baška - etapa 2A		
Razina razrade i strukovna odrednica:	Glavni projekt - građevinski projekt - projekt pomorskih građevina		
Sadržaj grafičkog prikaza:	Poprečni presjek B12-B12 obalnog zida, uređeno stanje		
Projektant:	<div>HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA</div> <div>Ivan Žigo</div> <div>mag.ing.aedn.</div> <div>Ovlašteni inženjer građevinarstva</div> <div>G 5545</div>		
Datum izrade:	Broj izmjene:	Mjerilo:	Prikaz br.:
prosinac 2020.	II-svibanj 2023.	1:50	29

NAPOMENA:

- Visine na nacrtu dane su u visinskom referentnom sustavu HVR571.