

# Ugroženost i mogućnosti prilagodbe grada Novog Vinodolskog s obzirom na predviđene klimatske promjene

---

Mihelčić, Karolina

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:372709>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

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



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Karolina Mihelčić**

**UGROŽENOST I MOGUĆNOSTI PRILAGODBE GRADA NOVOG  
VINODOLSKOG ZA PREDVIĐENE KLIMATSKE PROMJENE**

**Diplomski rad**

**Rijeka, 2022.**

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Specijalistički diplomski stručni studij  
Hidrotehničke građevine urbanih područja**

**Karolina Mihelčić  
JMBAG: 0114030677**

**UGROŽENOST I MOGUĆNOSTI PRILAGODBE GRADA NOVOG  
VINODOLSKOG ZA PREDVIĐENE KLIMATSKE PROMJENE  
VULNERABILITY AND POSSIBILITIES OF ADAPTATION OF THE CITY  
OF NOVI VINODOLSKI FOR THE ANTICIPATED CLIMATE CHANGES**

**Diplomski rad**

**Rijeka, rujan 2022.**

## IZJAVA

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



---

Karolina Mihelčić

U Rijeci, 18. rujna 2022.

Rijeka, 2. rujna 2022.

Zavod: **Zavod za hidrotehniku i geotehniku**  
Predmet: **Hidrotehničke građevine urbanih područja**  
Grana: **2.05.03 hidrotehnika**

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 42

Pristupnik: **Karolina Mihelčić (0114030677)**  
Studij: Građevinarstvo; smjer: Graditeljstvo u priobalju i komunalni sustavi

Zadatak: **Ugroženost i mogućnosti prilagodbe grada Novog Vinodolskog s obzirom na predviđene klimatske promjene**

### Opis zadatka:

U radu je potrebno analizirati ugroženost i mogućnosti prilagodbe grada Novog Vinodolskog (NV) s obzirom na predviđeno povećanje razine mora.

Okvirni sadržaj rada:

1. Uvod
2. Predviđeno podizanje razine mora
3. Suha Ričina
4. Prirodna i kulturna osnova
5. Primjer ugroženih područja
6. Mogućnost prilagodbe ugroženih područja
7. Zaključak
8. Literatura
9. Grafički prilozi

Zadatak uručen pristupniku: 7. travnja 2022.

Rok za predaju rada: 11. rujna 2022.

Mentor:



---

Izv. prof. dr. sc. Igor Ružić

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentoru doc.dr.sc. Igor Ružić dipl.ing.građ. za pomoć, strpljenju i dostupnosti pri izradi diplomskog rada.

Također se zahvaljujem mojoj Obitelji i Zorici Milanović, ing.građ. na potpori i motivaciji tijekom cijelog studiranja.

Ovim zahvaljujem i svim predavačima, suradnicima na kolegijima koje sam pohađala građevinskog fakulteta u Rijeci, kao i posebno Hvala Vam kolege studenti.

## SAŽETAK RADA

Tema diplomskog rada je ugroženost i mogućnosti prilagodbe grada Novog Vinodolskog za predviđene klimatske promjene, konkretno povećanje intenziteta oborina, a time i plavljenje ugroženih područja. Najugroženija područja grada su magistralna državna cesta koja prolazi uz obalu Pod Baran- prostor luke i marine, te područje uspora Suhe Ričine uz trgovačke centre i poslovne zone urbanog područja. Proračunom max. protoka racionalnom metodom dobiveni su protoci za ugrožena područja 1. uz magistralu i područje 3. uz vodotok Suhe Ričine, te su ponuđena neka od mogućih rješenja smanjenja protoka. Za područje 3. proračun je izveden s mogućnošću izrade retencije izlaznog protoka 15,0 m<sup>3</sup>/s i bez retencije te je izvršena usporedba.

Primjena integralnih rješenja- kombinacija zelene i sive infrastrukture.

*Ključne riječi: klimatske promjene, poplava, intenzitet oborina, max. protok, razina mora, integralna infrastruktura*

## ABSTRACT

The topic of the diploma thesis is the threat and possibilities of adapting the city of Novi Vinodolski to the predicted climate changes, specifically the increase in the intensity of precipitation, and thus the flooding of threatened areas. The most threatened areas of the city are the main state road that runs along the coast of Pod Baran - the area of the harbor and marina, and the area of the Suha Ričina settlement next to shopping centers and business zones of the urban area. Calculation of max.flow rates for the threatened area 1. along the main road and area 3. along the watercourse Suha Ričina, were obtained using the rational method, and some of the possible solutions to reduce the flow were offered. For area 3, the calculation was carried out with the possibility of making retention with the output flow of 15.0 m<sup>3</sup>/s and without retention, and a comparison was made.

Application of integral solutions - a combination of green and gray infrastructure.

*Key words: climate change, flood, precipitation intensity, max. flow, sea level, integral infrastructure*

## Sadržaj:

|  |    |
|--|----|
| 1. UVOD .....  | 12 |
| 2. KLIMATSKE PROMJENE TE PREDVIĐENO PODIZANJE RAZINE MORA..... | 14 |
| 2.1. Razina mora u Jadranskom moru.....                        | 15 |
| 2.2. Mjere prilagodbi jačanja otpornost obalnog područja.....  | 16 |
| 2.2.1. Društvene mjere .....                                   | 18 |
| 2.2.2. Ekosustavne - zelene mjere.....                         | 18 |
| 2.2.3. Inženjerske mjere .....                                 | 19 |
| 3. SUHA RIČINA .....   | 29 |
| 3.1. Geografski položaj.....                                   | 29 |
| 3.2. Meteorološke i klimatske karakteristike.....              | 30 |
| 3.3. Vjetrovalna klima u Novom Vinodolskom.....                | 30 |
| 3.4. Geološka i geomorfološka obilježja .....                  | 31 |
| 3.5. Hidrološke značajke.....                                  | 33 |
| Opasnost od poplava - Zaštita voda i mora.....                 | 34 |
| 4. PRIRODNA I KULTURNA OSNOVA .....                            | 38 |
| 5. PRIMJER UGROŽENIH PODRUČJA.....                             | 40 |
| 5.1. Područje 1.....   | 41 |
| 5.1.1. Proračun oborinskih voda na kritično područje 1. ....   | 44 |
| 5.2. Područje 2.....   | 47 |
| 5.3. Područje 3.....   | 50 |
| 5.3.1. Proračun maksimalnih protoka za sliv Suhe Ričine .....  | 55 |
| 6. MOGUĆNOST PRILAGODBE UGROŽENIH PODRUČJA.....                | 60 |
| 6.1. Područje 1.....   | 60 |
| 6.2. Područje 3.....   | 64 |
| 6.3. Ostale mogućnosti prilagodbe .....                        | 67 |
| 7. ZAKLJUČAK.....  | 70 |



|    |                        |    |
|----|------------------------|----|
| 8. | LITERATURA .....       | 72 |
| 9. | GRAFIČKI PRILOZI ..... | 74 |

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1: Karakteristike vodnog tijela JKRN0140\_001 Suha Ričina Novljanska [5]

Tablica 2: Maksimalni protoci Suhe Ričine na pojedinim profilima [10]

Tablica 3: Visine razine mora po povratnim periodima za područje obale južne Istre [11]

Tablica 4: Prosječne vrijednosti racionalnoga koeficijenta C (prema V. T. Chow i dr., 1964.; S. Gavrilović, 1976.; K. N. Mutreja, 1986.)

Tablica 5: Rezultati proračuna Racionalnom metodom za područje 1. (izradio autor)

Tablica 6: Proračun srednjeg racionalnog koef. za profil I-I,  $C_{sr1}$  (izradio autor)

Tablica 7: Proračun srednjeg racionalnog koef. za profil II-II,  $C_{sr2}$  (izradio autor)

Tablica 8: Rezultati proračuna racionalnom metodom za PROFIL I-I (izradio autor)

Tablica 9: Rezultati proračuna racionalnom metodom za PROFIL II-II (izradio autor)

Tablica 10: Rezultati proračuna racionalnom metodom za PROFIL I-I sa retencijom (izradio autor)

Tablica 11: Analiza dobivenih protoka bez i sa retencijom na profilu I-I (izradio autor)

## POPIS SLIKA

- Slika 1: Odgovori na podizanje razine mora [3];
- Slika 2: Primjeri zelenih rješenja za odvodnju oborinskih voda u urbanim područjima [4];
- Slika 3: Primjeri tradicionalne zaštite obala [3];
- Slika 4: Konstrukcije za zaštitu obala i odgovarajuća rješenja na dinamiku plaže [3];
- Slika 5: Obalni zidovi, visina ovisna o lokalnim uvjetima [3];
- Slika 6: Izgradnja nove obale i proširenje obalnog pojasa [3];
- Slika 7: Primjeri izgradnje obala [4];
- Slika 8: Prikaz alternativnog rješenja plaža za stjenovitu obalu [3];
- Slika 9: Isječak karte Primorsko-goranske županije [6];
- Slika 10: Godišnja ruža vjetra za Crikvenicu (za vremensko razdoblje 2000. – 2009.) [8];
- Slika 11: Geološka karta šireg područja grada Novog Vinodolskog [9];
- Slika 12: Sliv Novljanske Ričine [5];
- Slika 13: Opasnost od poplava – scenarij srednje vjerojatnosti 2019.g. [12];
- Slika 14: Uvjeti korištenja i zaštite prostora (Isječak iz karte 3 - UPU naselja Novi Vinodolski);
- Slika 15: Prikaz tri najugroženijih poplavnih mjesta Novog Vinodolskog na DOF-u (foto autor);
- Slika 16: Bliži prikaz predmetnog područja 1. s vidljivim visinskim kotama (foto autor);
- Slika 17: Područje 1. poplavljeno od 15-16. rujna 2017.godine [13];
- Slika 18: Prikaz čvora stuba što se spuštaju iz stare jezgre grada na magistralu (foto autor);
- Slika 19: Odvodne rešetke (foto autor);
- Slika 20: Odvodni kanal na 1,90 mnv (foto autor);
- Slika 21: Prikaz sliva područja 1. na DOF-u (foto autor);
- Slika 22: Bliži prikaz područja 2. (foto autor);
- Slika 23: U Novom cesta poput bazena [16];
- Slika 24: Pogled na područje 2. iz smjera kružnog toka prema mostu (foto autor);
- Slika 25: Odvodni rubnjaci na području 2. (foto autor);
- Slika 26: Rubnjak s integriranim linijskim kanalom (<https://www.aco.hr/reference/case-study/dr%C5%BEavna-cesta-d-315-trogir---pantana>);
- Slika 27: Područje 3. predio dva bunara, te ulaza u Tommy i Plodine (foto autor)
- Slike 28 i 29: Dva bunara- Soline (foto autor)
- Slike 30 i 31: Poplavljeno područje glavne prometnice Novi-Bribir i trgovačkih centara Tommy i Plodine (<https://www.facebook.com/velibor.topolovec>);
- Slike 32 i 33: Područje glavne prometnice Novi-Bribir i trgovačkih centara Tommy i Plodine u normalnim uvjetima (foto autor);

Slika 34: Pogled nizvodno za vrijeme poplave u lipnju 2016. god.

(<https://www.facebook.com/velibor.topolovec>);

Slika 35: Pogled nizvodno na vodotok Suhe Ričine kraj Tommya (foto autor);

Slika 36: Pogled uzvodno na vodotok Suhe Ričine kraj Tommya (foto autor);

Slika 37: Prikaz otvorenog kanala oborinske vode s visinskim kotama, nizvodno od Tommy-a (foto autor);

Slike 38 i 39 : Područje odvodnog kanala obrastao i nedostupan (foto autor);

Slika 40: Sliv Novljanske Suhe Ričine (foto autor);

Slike 41 i 42 : Stube i ulice stare jezgre grada-služe za odvod kišnice (foto autor);

Slika 43: Pogled na bivšu plažu Pod Baran (foto autor);

Slika 44: Pogled na Pod Baran iz zraka (foto autor);

Slika 45: Shema mogućeg rješenja odvodnje oborinskih voda stare jezgre grada [18];

Slika 46: Situacija i snimak iz zraka prostora Pod Barana s označenim prostorom integriranja (foto autor);

Slika 47: Biciklistička staza i šetnica uz obalu, atraktivno rekreacijsko područje koje je vrlo popularno [19];

Slika 48: Situacija na geodetskoj podlozi (dionica 0+330.00 – 0+70.00) [5];

Slika 49: Karakteristični poprečni presjeci uređenja vodotoka Suha Ričina [5];

Slika 50: Karakteristični poprečni presjeci uređenja vodotoka Suha Ričina [5];

Slika 51: Sakupljač kišnice [20];

Slika 52: Moguće integralno rješenje za parkiralište u Novom Vinodolskom (foto autor);

Slika 53: Shema postavljanja travnatog parkinga od strukturnih saća

(<https://guttashop.hr/guttagarden-travna-resetka>)

## 1. UVOD

U radu je provedena analiza ugroženost i mogućnosti prilagodbe grada Novi Vinodolski s obzirom na predviđene klimatske promjene.

Početna teza rada zasnivala se na ugroženosti grada Novi Vinodolski zbog očekivanog rasta razine mora i povećanja intenziteta oborine.

Provedenim analizama pokazalo se da Novi Vinodolski nije značajno ugrožen predviđenim porastom razine mora koje neće izazvati plavljenja većih površina i infrastruktura. Utjecaj porasta srednje razine mora je na uspor Suhe Ričine Novljanske.

Dolazi do plavljenja magistrale zbog neadekvatnog zbrinjavanja oborinskih voda stare jezgre grada i nedostatne propusnosti postojećih odvodnih kanala na cesti za vrijeme obilnih i naglih pljuskova. Isto tako na donjem toku vodotoka Suhe Ričine dolazi do njezinog izlivanja iz korita i plavljenja okolnog urbanog prostora.

U prvom dijelu rada iz Izvještaja o procijenjenim mjerama prilagodbe klimatskih promjena u ranjivim sektorima i Prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu određene su procjene utjecaja klimatskih promjena na prostorno planiranje, predviđeni porast razine mora u Jadranskom moru te učinke koji utječu na ranjivost u sektoru hidrologije, vodnih i morskih resursa. Najveći izazovi u budućnosti su poplave.

Prikazane su mjere prilagodbe jačanja otpornosti obalnog područja koje su podijeljene na: društvene mjere; ekosustavne- zelene mjere i inženjerske – sive mjere.

U trećem i četvrtom poglavlju dani su podaci, neophodni za pristup prostornom planiranju te izvršenju mjera prilagodbe.

Trećim poglavljem je opisan vodotok Suha Ričina Novljanska i njegov sliv s obzirom na njegov položaj, klimu, utjecaj geoloških struktura slivnog područja na hidrogeološke i hidrološke značajke sliva kao i zaštita od štetnog djelovanja voda kako kopnenih tako i od djelovanja mora. Grafičkim prikazom, kartom opasnosti od poplava mora ili vodotoka prikazani su najugroženiji dijelovi grada Novog Vinodolskog izloženi poplavama.

Područje grada Novi Vinodolski karakterizira objedinjenje prirodnog i povijesno-kulturnog naslijeđa, srednjovjekovni utvrđeni grad smješten stepenasto na brežuljkastom području, smještaj koji ga je „zaštitio“ od ugroze na predviđeni porast razine mora.

Dijelovi ugroženih područja grada od klimatskih promjena- poplava su ujedno dijelovi koji su u zadnjem stoljeću oduzeti moru ili donjem toku- ušću Suhe Ričine.

Ustanovljena su tri najugroženija poplavna područja grada Novog Vinodolskog.

Za područje 1. proveden je proračun maksimalnih protoka oborinskih voda okvirnog sliva stare jezgre grada racionalnom metodom. Predložena su moguća rješenja saniranja i rekonstrukcije područja kao i izvedbe integralnog rješenja.

Na području 2. predložene su mjere za vidljivi kritični dio najnižeg dijela konveksnog dijela ceste.

Za područje 3. osim što su u planu izvođenje uređenja korita bujičnog vodotoka Novljanske Ričine proširenjem i produbljivanjem korita, predloženo je ovim radom izgradnja retencije u gornjem slivnom području toka. Retencijom bi se smanjio max. protok koji utječe na ugroženo područje. Proračunom max. protoka racionalnom metodom za profil I-I dobiveni su rezultati protoka sa i bez retencije. U proračun je uzet izlazni protok iz retencije 15 m<sup>3</sup>/s.

Cilj rada je istražiti mogućnosti prilagodbe grada Novog klimatskim promjenama, od uočavanja problema, te proračunom dokazati i ponuditi rješenja. Osnovni odgovori na klimatske promjene grada bi trebala biti integralna rješenja, gdje zelenom infrastrukturom dopunjujemo i upotpunjujemo sivu tradicionalnu infrastrukturu.

## **2. KLIMATSKE PROMJENE TE PREDVIĐENO PODIZANJE RAZINE MORA**

Temeljne pretpostavke svih nivoa prostornog planiranja su klimatski uvjeti i mikroklimatske situacije. Kompleksna problematika prilagodbe klimatskim promjenama sve više postaje sastavni dio prostornog uređenja i planiranja, gdje se propisanim planiranjem prostora želi pridonijeti smanjenju štetnih utjecaja sve većih klimatskih promjena.

Problem same prilagodbe klimatskim promjenama zahtjeva od planerske struke da se prilagodi novim ne izvjesnijim i nepouzdanim procjenama, te njihovim dugoročnim utjecajima.

Prema izvješću o procijenjenim mjerama prilagodbe klimatskim promjenama u ranjivim sektorima, kod prostornih planiranja i upravljanja obalnim područjem posebno značajni utjecaji klimatskih promjena za prostorno planiranje su:

1. Ekstremni rast razine mora i poplava obala, kao i opći rast srednje razine mora, sve rezultati ekstremnih vremenskih prilika i posljedica od klimatskih promjena, [1]

Procjenjuje se da na hrvatskoj obali rast srednje razine mora će se kretati u rasponu od 0,3 m - 1,1 m do kraja stoljeća, a kad se pribroje utjecaji povremenih ekstremnih razina mora u rasponu od 0,84 m - 1,15 m dolazi se do ekstremnih povremenih razina mora u rasponu od 1,4 m - 2,2 m. [2]

2. termičko opterećenje s negativnim utjecajem na život i zdravlje ljudi kao posljedica rasta maksimalnih dnevnih temperatura, posebno rasta broja vrućih dana i dana s temperaturom iznad 35° C (toplinski valovi), [1]

Najvjerojatniji element klimatskih promjena je rast temperature. Očituje se rastom broja dana s temperaturom većom od 35 °C. Očekuje se najveći rast od 3 do 5 dana do 2040. godine, a negdje i 100% u usporedbi na današnju klimu, u većim dijelovima sjeverne Hrvatske, sjevernog Primorja i srednje Dalmacije. Daljnje povećanje od 7-10 dana istih predjela Hrvatske se očekuje u periodu od 2041.-2070. godine. [1]

3. poplave u naseljima kao posljedica veće učestalosti i intenziteta ekstremnih vremenskih prilika koje obilježavaju velike količine oborina u kratkom razdoblju. [1]

Predviđa se umjereniji porast broja dana s ekstremnim padalinama u jesen i zimu naročito na srednjem i južnom Jadranu.

### **2.1. Razina mora u Jadranskom moru.**

Procjenjuje se prema rezultatima istraživačkih studija da će razina mora u Jadranskom moru do kraja 21. st. porasti od 40 – 65 cm, s time da u obzir treba uzeti znatne nepredvidivosti vezane za tektonskim pokretima, brzini promjena razina svjetskih mora te nedovoljnih istraživanja Jadrana u kontekstu klimatskih modela ili oceanskih i sl. [1]

Globalni utjecaj klimatskih promjena na razinu oceana i mora kao i visoki udio prekograničnih i međugraničnih vodotoka uvelike utječu na stanje vodnih i morskih resursa na teritoriju Hrvatske. Pogoršanje hidroloških prilika uslijed klimatskih promjena povećat će učestalost i trajanje sušnih razdoblja s jedne strane, te učestalost i intenzitet poplavnih situacija s druge strane. [1]

Prema prosječnoj vodnoj bilanci, Hrvatska obiluje vodom, ali međugodišnji raspored količina vode nije povoljan zbog značajne prostorne i vremenske nejednakosti u raspodjeli vodnih resursa. Osim toga, Hrvatska ima veliki udio krških struktura i veliku prostorno-vremensku heterogenost otjecanja. Kraška područja zauzimaju oko polovicu teritorija i imaju mali kapacitet akumulacije vode za dulja sušna razdoblja. [1]

Uočeni učinci koji dovode do visokog stupnja ranjivosti u sektoru hidrologije, vodnih i morskih resursa su:

- smanjivanje vodostaja u jezerima i drugim prirodnim ili izgrađenim sustavima jezerskog tipa
- salinizacija obalnih vodonosnika i vodnih sustava
- povećana učestalost i intenzitet poplava u osjetljivim područjima



- povećanje intenziteta i učestalosti bujica
- povećanje intenziteta i učestalosti plavljenja oborinskih voda u urbanim područjima
- opasnost o poplava na ušćima zbog porasta razine mora
- smanjivanje učinkovitosti obalne infrastrukture [1]

U budućnosti najveći izazovi biti će poplave, kako s mora, tako i u kombinaciji s bujičnim vodama i vodama iz zaleđa. [3]

## **2.2. Mjere prilagodbi jačanja otpornost obalnog područja**

Procjena mogućih šteta od podizanja razine mora za Republiku Hrvatsku izrađena je u okviru projekta „MedPartnership“. Plavljenje nekretnina pod utjecajem mora i ostalih voda, te nelegalnih i nekontroliranih gradnja u poplavnim izloženim područjima bez odgovarajućih zaštita su glavni problemi koje treba rješavati u cjelovitosti, mjerama prostornog upravljanja i primjenama mjera za zaštitu od djelovanja mora i kopnenih voda. Procjenom se ukazalo na problem otežanog procesa određivanja prioriteta kod investiranja za prilagodbu jer područja s očekivanim najvećim štetama nisu i ona s najvećim brojem stanovnika, a uzrok je što je veliki broj nekretnina izgrađen za turizam, a ne za stanovanje i koristi se samo nekoliko mjeseci godišnje. [3]

Posljedica klimatskih promjena koju ne možemo zaustaviti, ali možemo usporiti je podizanje razine mora. Zato su glavni zadatci prilagodbe naseljena niska i nezaštićena obalna područja. [3]

Procjenom se predlažu izrade programa prilagodbe obalnih područja koji predviđaju različite mjere s obzirom na okolnosti u datom vremenu, s postepenom realizacijom predloženih rješenja koji bi bili u skladu s najnovijim saznanjima i utvrđenim potrebama. [3]

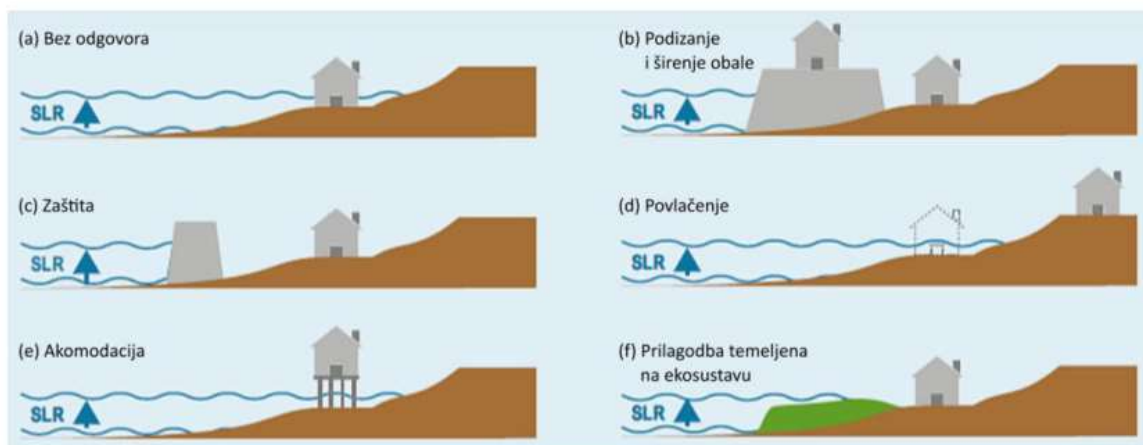
Poseban izazov niskih obalnih područja je jačanje otpornosti u uvjetima porasta razine mora, jer usporavanje rasta razine mora uslijediti će dugo nakon smanjenja emisija stakleničkih plinova. [3]

U narednim desetljećima izvjesno je da će doći do porasta razine mora, samo je pitanje kojom brzinom i koliko će rasti srednja razina mora. Broj poplavljenih obalnih područja se višestruko povećava i kod tek malog porasta srednje razine mora. U izvještaju SROCC (IPCC, 2019) određena su šest moguća svjetska odgovora na podizanje razine mora koje treba prilagoditi lokalnim okolnostima, odnosno izloženosti i osjetljivosti određenih obala. Pri odabiru kriterija prilagodbe ključno je za adekvatno rješenje uzeti u obzir vode koje dolaze s kopna na obalu i vode koje se slijevaju s nepropusnih površina urbanih sredina. [3]

Mjere prilagodbe možemo podijeliti u tri skupine:

- društvene mjere
- ekosustavne - zelene mjere i
- inženjerske - sive mjere.

Na slici 1. su prikazana neka od mogućih rješenja jačanja otpornosti obalnih područja za podizanje razine mora, osim prve- ne činiti ništa. Ta rješenja općenito su skupa, a ovisit će o željenom i planiranom nivou zaštite. [3]



Slika 1: Odgovori na podizanje razine mora [3]

Kod jako urbaniziranih, gusto naseljenih obalnih područja i izgrađenih obala, konačan odabir biti će inženjerske mjere označenih slovima (b), (c) ili (e) sa slike 1. Faktori poput topografije obale i batimetrije morskog dna imat će važnu ulogu kod odabira rješenja. Obalnim gradovima u području plitkog mora, ušća i delta, preporučuju se rješenja temeljena na ekosustavu (f), koje mogu odgoditi poplave s mora. Troškovno

najučinkovitije rješenje- organizirano povlačenje (d) stvaranjem gradova i obala budućnosti. [3]

### **2.2.1. Društvene mjere**

Mjere za društvo su mjere koje uključuju aktivnosti odlučivanja o razvoju, planiranju i upravljanju razvojem, zakonodavstva, institucija, obrazovanja i podizanja svijesti, a to su:

1. Governance je dugoročan projekt koji se bazira na izgrađivanju odnosa i povjerenja građana uz potporu lokalne zajednice, provedbom usvojenih programa i planova koji će se realizirati bez obzira na političke promjene, jedna zajednička i stabilna platforma za izgradnju partnerstva i kredibiliteta.
2. planiranje i upravljanje, uključujući i sustave specifičnog upravljanja i ranog upozoravanja o nadolazećim nevoljama (požari, poplave i slično);
3. prostorno uređenje/planiranje teritorija države, uključujući i zonu odmaka, odnosno zabrane gradnje u uskom obalnom pojasu i konačno organizirano povlačenje kao odgovor na podizanje razine mora;
4. Socijetalne mjere educiranja, podizanja razine svijesti te individualnim promjenama ponašanja. [3]

### **2.2.2. Ekosustavne - zelene mjere**

Ekosustavne - zelene mjere, bazirana su na prirodnim rješenjima, sa širokim izborom rješenja adaptacije klimatskim promjenama.

Zelene mjere obalnog područja podrazumijevaju ekološko očuvanje i ekološku obnovu same obale ali i zaleđa. Možemo ih podijeliti na:

- Mjere za obalne gradove i naselja (slika 2): zadržavanje vode; infiltracija; prirodno pročišćavanje....



Slika 2: Primjeri zelenih rješenja za odvodnju oborinskih voda u urbanim područjima [4]

- Mjere za područja duž obalne linijske urbanizacije
- Mjere za zaobalna područja: zadržavanje brdskih bujičnih voda i zahvaćanje vode za razne namjene (vodonepropusnim retencijama), skretanje otjecanja bujičnih voda izvan niskih urbanih priobalnih zona; zadržavanje vodnog vala (pregradama i propusnim retencijama); jačanje otpornosti na požare
- Mjere za prirodne obale: ekološko očuvanje i obnova; rano otkrivanje štetnih organizama...
- Mjere za uski obalni pojas: povećanje volumena zelenila uz obalu; učvršćivanje i gradnja dina; zaštita i obnova obalnih močvarnih područja; gradnja umjetnih, montažnih grebena; odvodnja oborinskih voda s plaža; zaštita i upravljanje stjenovitim obala- klifova; zaštita morskih cvjetnica....
- Mjere za obalne vodonosnike .... [3]

### 2.2.3. Inženjerske mjere

Klimatske promjene utječu na funkcionalne i strukturne učinkovitosti obalne infrastrukture, na njihovu trajnost i troškove kako održavanja postojećih tako i na projektiranje novih. [3]

Postojeće konstrukcije će trebati adaptirati novim okolnostima, a nove planirati i projektirati po novim smjernicama da bi ispunili svoje zadatke u uvjetima plavljenja i

erozija izazvanih klimatskim promjenama i podizanjem razine mora. Prilagodba se odnosi na tehnološka i inženjerska načela za poboljšanje prilagodbe teritorija, infrastrukture i čovjeka na utjecaje klimatskih promjena, koje uključuju mjere:

- zaštite obale,
- zaštita od poplava,
- podizanja i proširenje obalnog tla,
- prilagodbe komunalne obalne infrastrukture i
- osiguravanja otpornosti urbaniziranih obala.

Kod planiranja zaštite obalnih područja od poplava treba uzeti u obzir:

- porast razine mora,
- ekstremne vremenske događaje: olujne uspore, jake kiše
- plima
- niski tlak zraka
- vjetar
- valove
- bujične vode [3]

Visoka razina mora negativno utječe i na sustav odvodnje vode iz zaleđa.

Obalne poplave traju kratko, ali nastupaju brzo. Javljaju se kod visokih plima izazvane niskim tlakom i jakim vjetrom koji puše prema obali (jugom).

Zbog klimatskih promjena poplave obala postaju sve češće i većih razmjera, s većim štetama zbog kombinacije visokih razina mora, dugotrajnih oborina, porasta razine podzemnih voda te otjecanja površinskih voda prema obali. Visoke razine mora s jakim vjetrom prema obali izaziva dublje zapljuskivanje obale, štete na obalnim objektima, što povećava eroziju obala, podlokavanja niskih obala, klizanja i urušavanja postojećih objekata. [3]

Valobrani i obalni nasipi zaustavljaju utjecaj valova na obalu, ali ne i porast razine mora i utjecaj vjetra na zapljuskivanje obale morskom vodom. [3]

Plavljenje obale složen je problem. Kod proračuna zaštita mora se primijeniti zaštita je od stogodišnjih velikih voda mora kao i lokalna stogodišnja visina udara mora i

valova. Zaštita obala treba se skupno rješavati s odvodnjom površinskih voda koje teku prema obali, uključujući i razinu podzemnih voda. [3]

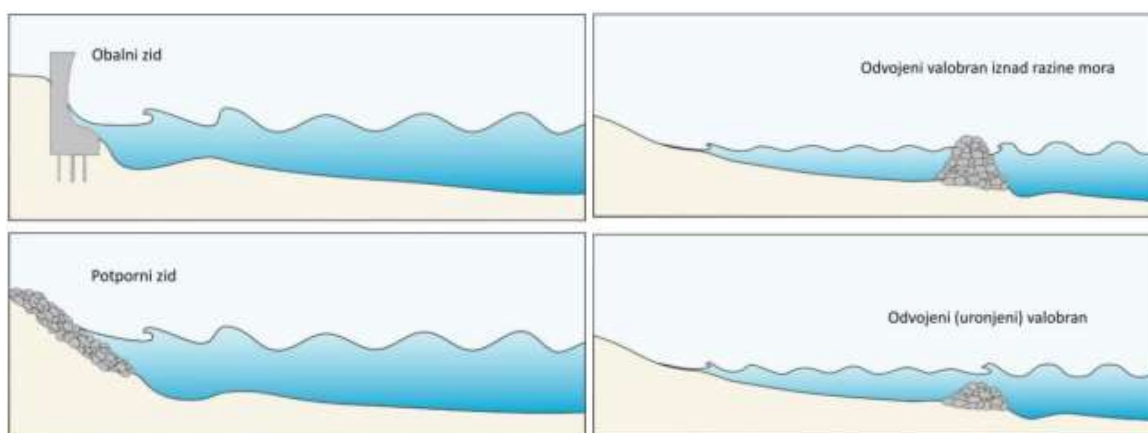
Pošto nema jasnih pravila i smjernica, kao inženjerska rješenja uglavnom se koriste:

- izgradnja čvrstih zaštitnih konstrukcija oko područja koje se štiti uz izvedbu sustava odvodnje;
- podizanje razine obala i visine građevina uz obalu kroz izmjenu urbanističkih planova i ostale dokumentacije;
- stabilizacija obalnih građevina (dublje temeljenje i slično). [3]

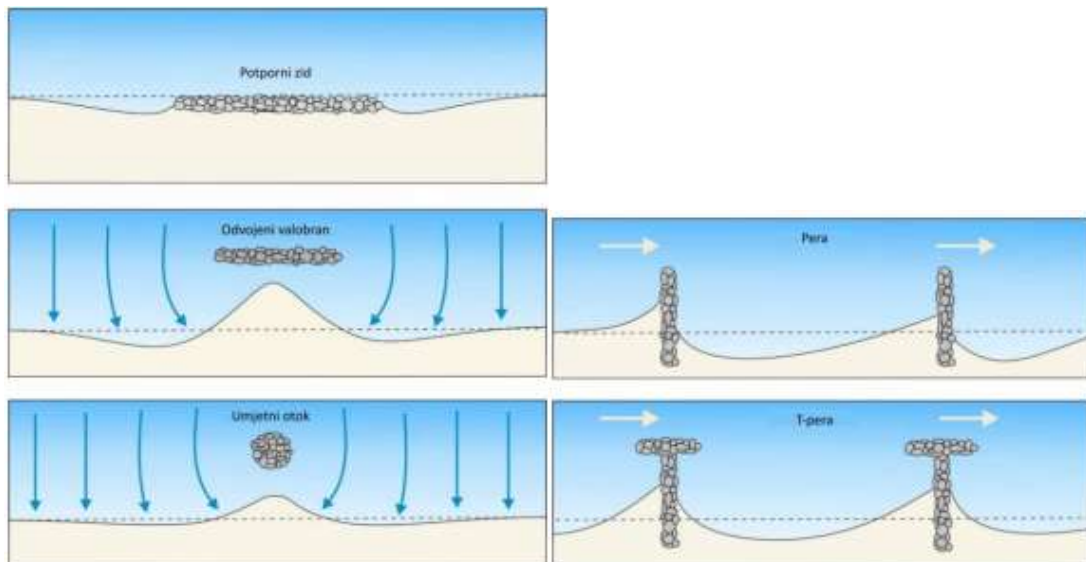
Moguće zaštite od poplave su i **zapornice - pregrade** za obranu od olujnih uspora i protupoplavne barijere za zaštitu urbanih područja i infrastruktura. To su fiksni uređaji koji omogućavaju prolaz vode u normalnim okolnostima i imaju pregrade koje se zatvaraju prilikom olujnih uspora ili visokih plima s osnovnom svrhom sprečavanja poplava. Iziskuju visoke troškove pa su zato rijetke. Najpoznatiji primjer i najveća konstrukcija ovog tipa su protupoplavne barijere u Veneciji (sustav „Mose“), kao i mobilne barijere „Porte Vinciane“ na obalnom području Cesenatica. [3]

### Građevine za zaštitu i obranu obale

Svaka plaža, obala je drugačija, a mjere zaštite se moraju prilagoditi lokaciji, s obzirom na morfologiju, sedimentologiju, energiju valova, kulturne, društvene i gospodarske prilike. [3]



Slika 3: Primjeri tradicionalne zaštite obala [3]



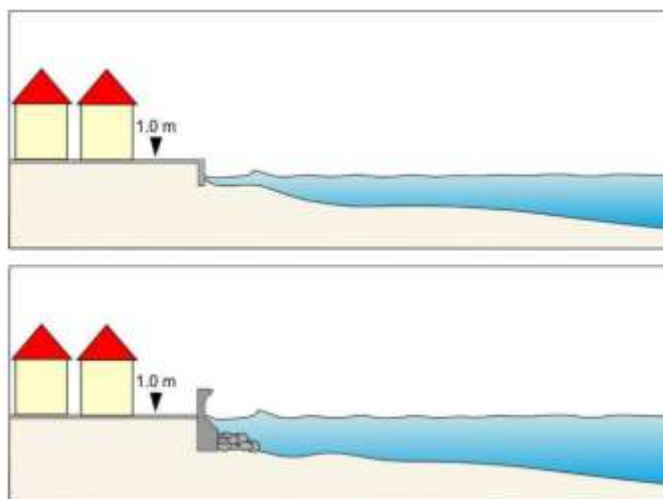
Slika 4: Konstrukcije za zaštitu obala i odgovarajuća rješenja na dinamiku plaže [3]

#### **a) Obalni zidovi, zidići i slične konstrukcije**

Obalni zidovi su strukture od čvrstog materijala (kamena, betona, zidanih ispuna...), najčešće masivne građevine, izgrađene sa svrhom zaštite obalnog područja od utjecaja valova i smanjenja obalne erozije. Oni služe za stabilizaciju obalnih strmaca koji erodiraju, te za zaštitu obalnih prometnica i naselja. Izvode se usporedno s obalom na prijelazu između plaža i kopna ili dina (sipina). Mogu biti konkavni i dovoljno visoki da brane kopno valova, hrapavih površina ili stepenasti profili radi smanjenja brzine povratnog ispiranja. Stepnasti profili mogu biti i u funkciji sunčališta, obalnih šetnica ili biciklističkih staza. Vertikalni obalni zidovi odbijaju, a ne rasipaju energiju valova što može dovesti do erozije, zato se odnedavno izvode da imaju nagib. [3]

Prednost obalnih zidova u odnosu na druge konstrukcije je da zauzimaju manje prostora, moguća je postupna nadogradnja- povišenje obalnog zida radi zaštite obale i zaleđa od podizanja razine mora, s time da se ne ugrozi stabilnost konstrukcije.

Obalni zidovi nerijetko sprečavaju prirodne procese što smanjuje staništa u međuplimnoj zoni, zato se raspoređuju šuplji i hrapavi montažni blokovi koji služe za pričvršćivanje morskih biljaka i životinja. [3]



Slika 5: Obalni zidovi, visina ovisna o lokalnim uvjetima [3]

### ***b) Odvojeni valobrani***

Odvojeni valobrani (iznad razine mora) najčešće su zaštitne konstrukcije duž talijanske strane jadranske obale. Imaju za posljedicu slabiji protok vode, a time i slabiju kvalitetu morske vode. Novi valobrani se izvode potopljeni ispod razine mora da se poboljša kvaliteta morske vode i smanji utjecaj na vizuru krajolika, ali mogu izazvati nastajanje jakih struja, što dovodi do pronosa pijeska izvan zaštićenog područja i nesigurnosti tog područja. Često se postavljaju uronjena pera radi smanjenja utjecaja morskih struja. [3]

Valobrani iznad površine ili uronjeni mogu biti prirodni stjenoviti ili izgrađeni od betonskih elemenata. U urbanim sredinama veće betonske strukture su povezane s molom i kopnom i služe kao šetnice ili sunčališta. [3]

### ***c) Pera (iznad i ispod razine mora)***

Pera su konstrukcije za zaštitu obale izvedene okomito na obalu služe da zadrži se sediment i smanjivanje pronosa materijala. Radi zaštite plaže potrebno ih je često graditi u nizu- sustav pera da se smanji domino -efekt širenja plaže uzvodno, a erozije nizvodno. [3]

Pera su učinkovitija ako je niz pera duž priobalja dulji; u slučaju da sedimenti koji se kreću duž obale prijeđu zaštitnu liniju, gotovo će svi ostati zahvaćeni. Poželjno je i dohranjivanje plaže da bi se postigao maksimum pozitivnih učinaka. [3]



Među dionicima pera su jedna od najpopularnije obalne zaštitne građevine, jer ne ometaju aktivnosti ribolova, sunčanja ili šetanja na vrhu. Treba biti na oprezu kod izgradnje pera, osobito većih, jer imaju dalekosežan i često nejasno djelovanje na same obalne procese. [3]

Uronjena pera su alternativa klasičnim perima jer imaju manji utjecaj na krajobraz, a nakon formiranja rampe ne ometaju prijenos sedimenata. Brzina morske struje se smanjuje po protjecanju preko krune pera pa se sedimenti talože nizvodno. [3]

**Lukobrani** ne predstavljaju mjere prilagodbe i zaštita obala nije njihova primarna funkcija, ali u sklopu s obalnim zidovima ili drugim čvrstim obalnim građevinama mogu služiti kao zaštita obale. Lukobrani utječu na pronos sedimenata u priobalju, kao i na ekološki sustav, a što je dulji to je njegov utjecaj veći. [3]

#### ***d) Dohranjivanje plaže***

Dohranjivanje plaže je dodavanje pijeska ili šljunka da se ublaže posljedice erozije obale, materijal zadržati na obali, a područje zaštititi od olujnih uspora. Često je razlog dohranjivanja održavanje ili proširenje plaža u turističke i rekreacijske svrhe. Dohranjivanje je potrebno oprezno planirati. Materijal koji se nasipava treba odgovarati prirodnim i lokalnim uvjetima obale svojim karakteristikama tj. boji, mineralnom sastavu, veličini zrna i sl.). Sedimenti koji odgovaraju izvornom sedimentu neće promijeniti kvalitetu plaže jer će se materijal na isti način širiti od obale i zadržavati isti nagib. Kod dohranjivanja sitnijim sedimentom od izvornog, veći dio pijeska taloži se uz obalu, a koristi za suhi dio plaže su ograničene. Povećanu disperziju materijala korištenjem sitnijeg materijala nadopunjuje se brojnim ispunama, koje je potrebno pažljivo provoditi da se ne zaguše morska staništa nanosima, ne uzrokuje zamućenje mora i ne utječe na susjedne plaže. Krupniji materijali dohrane u odnosu na izvorni, stabilniji su na djelovanje velikih valova, stvaraju veći nagib, veći dio može ostati i na kopnu. Isto treba paziti na primjenu ovakvog materijala zbog mogućih negativnih utjecaja na obalni i morski okoliš. [3]

Dohrana plaže se najčešće provodi redovito, a porastom razine mora i ekstremnih vremenskih pojava dovode do sve kraćeg trajanja projekta dohrane.

Ograničavajući čimbenici dohranjivanja plaža su:

- da imaju različit utjecaj na morski ekosustav, prouzročiti promjene u zajednicama organizama, poremetiti prehrambeni lanac, negativno utjecati na bentoske organizme izazivajući markantne promjene u sastavu zajednica, brojnosti vrsta i biološkoj različitosti.
- potencijalna mogućnost zatrpavanja biota, a time gubitka staništa na okolnim pješčanim sprudovima ili morskome dnu. Sitniji sedimenti mogu izazvati zamućenje i zagušenje vode izazivajući: začepjenja ribljih škrga, štetni utjecaj na ličinke planktona, mekušce itd. Značajni štetni utjecaj uzrokuju čestice manje od 0,063 mm koje plutaju i pokrivaju široko područje oko plaže.
- Dohranjivanje je potrebno ograničiti u područjima gdje može imati značajni utjecaj na zaštićene vrste (*Pinna nobilis*) i bitna morska staništa (livade vrste *Posidonia oceanica*).
- Dohranjivanje se obično provodi u proljeće, poslije zimskih oluja koje mogu erodirati plažu, a prije ljeta.
- Kao kontinuirani proces dohranjivanje s vremenom dovodi do većih troškova i ponavljajućih poremećaja u ekosustavu.
- Izazov može predstavljati i nalazište i dostupnost izvora s dovoljnom količinom i kvalitetom materijala koji bi trebao odgovarati izvornom materijalu (veličini, boji i mineralnom sastavu) plaža koje se dohranjuju.
- Dohranjivanje plaža dugoročno mora se integrirati u širi pristup, organiziranim povlačenjem, definiranjem obalnog odmaka, ponovnim planiranjem i zoniranjem obalnih područja. [3]

Čimbenici uspjeha dohranjivanja plaža su:

- Dohranjivanje plaža je prilagodljiv i brz način zaštite od erozije u odnosu na čvrste konstrukcije i lako se adaptira promjenjivim okolnostima.
- Sama priprema ne iziskuje velika ulaganja radi kratkoročnog planiranja, a ako dođe do pogoršanja uvjeta samo se pristupi dodatnom dohranjivanju.

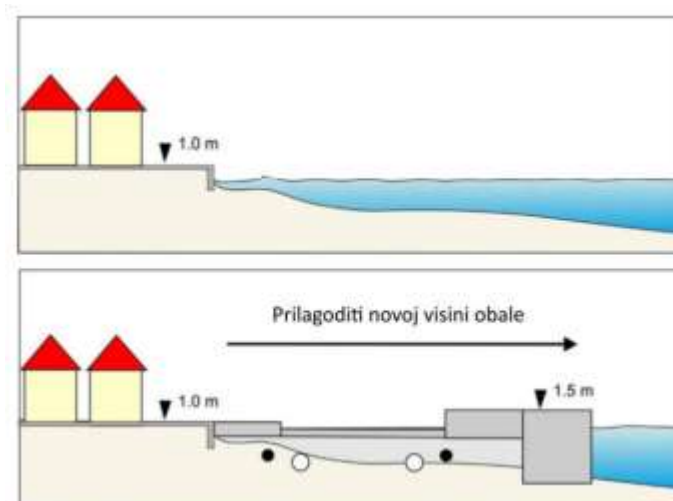
- Može služiti kao dopuna inženjerskih mjera (obalnih zidova, pera) i zelenih ekosustavnih mjera (ojačanja dina).
- Doprinosi obalnom turizmu i rekreacijskim aktivnostima. [3]

### ***e) Podizanje i proširenje obale***

Formiranjem novog povišenog područja u smjeru mora smanjuju se štete izazvane morskim olujama i utjecajem poplava, a prilikom njihovog planiranja i izvođenja projekata treba jako voditi računa o obalnim i morskim ekosustavima. Ovakvi projekti imaju smisla u izgrađenim područjima gdje nedostaje javnog prostora na rivi (slika 5), a kod netaknutih prirodnih obala pogoršava njihovu okolišnu i krajobrazno obilježje.

U članku 8., stavku 3. Protokola o integralnom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja, gdje se navodi da bi otvoreni prostori u kojima je ograničen ili zabranjen urbanistički razvoj i druge aktivnosti trebaju biti isključeni iz proširenja plaža. [3]

Proširenje obale također može uključivati nasipavanje plaža. Nasipavanje plaža nije isto što i dohranjivanje. Dohranjivanje je zamjena, dodavanje istrošenog plažnog materijala (zbog djelovanja mora i vjetra) unutar unaprijed određenih granica plaže, a nasipavanjem se plažni materijal širi izvan površine postojeće plaže. [3]



Slika 6: Izgradnja nove obale i proširenje obalnog pojasa [3]

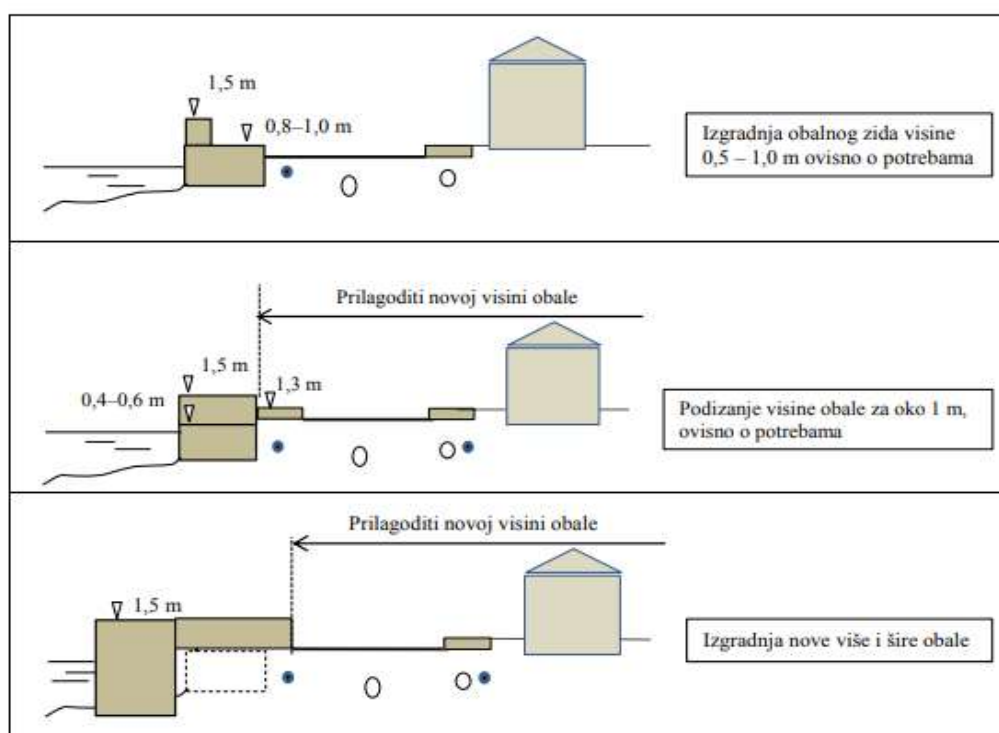
Razvoj turizma je ponovno pokrenuo praksu širenja obale prema moru da bi se osigurao prostor za nove turističke infrastrukture čime se preobražuje prirodna

obala. U svrhu konkurentnosti na turističkom tržištu bi isto tako onda trebalo sačuvati obilježje prirodnog krajolika, ugođaj prostora, plaža i biorazličitosti.

Nažalost, krajobrazne vrijednosti obala su dosta smanjene jer se individualni građevinski zahvati provode stihijski i bez odgovarajućih dozvola. [3]

Danas se takve odluke o proširenju ili podizanju obale trebaju donositi prema drukčijim mjerilima, uzimajući u obzir negativne utjecaje uzrokovane klimatskim promjenama, tj. porastom razine mora i olujnim udarima. Zbog visokih ekonomskih troškova takve mjere zaštite od poplava kod gusto naseljene obale ili području visoke kulturne vrijednosti treba u manjim slučajevima razmatrati. [3]

Klasično rješenje: obalni zidovi s razbijačima valova kod proširenja obala i zaštitom od zapljuskivanja prostora iza zida prikazano je na slici 7. [3]



Slika 7: Primjeri izgradnje obala [4]

Alternativa proširenju zemljišta u obalnim područjima zaštićenim od djelovanja valova su plutajuće kuće (primjeri u Amsterdamu, Hamburgu, Kopenhagenu...), a slično tome bi se moglo razmatrati i o alternativnim plažama prikazano na slici 8.



- |                                  |                              |                                     |
|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| ① plutajući pontoni - sunčališta | ③ priobalni šumski pojas     | ⑤ porozne staze i suhozidi          |
| ② montažni drveni plato          | ④ drvoređ uz priobalnu stazu | ⑥ sunčalište - autohtona vegetacija |

Slika 8: Prikaz alternativnog rješenja plaža za stjenovitu obalu [3]

### 3. SUHA RIČINA

Vodotok Novljanska Ričina ili Suha Ričina Novljanska protječe smjerom sjeverozapad –jugoistok uz desni rub Vinodolskog Velog i Malog polja - Pavlomir. Polje Pavlomir je meliorirano i sve se vode odvodnim kanalom Brzet odvede u Novljansku Ričinu, na st. 1+264,60. Ukupna dužina vodotoka Novljanska Ričina iznosi 7,5 km, od izvora koji se nalazi podno naselja Bribir do utoka u more u Novom Vinodolskom. [5]

#### 3.1. Geografski položaj

Donji tok i ušće Novljanske Ričine nalazi se u Gradu Novi Vinodolski koji je smješten u Primorsko-goranskoj županiji u njenom jugoistočnom dijelu (slika 1.), ispod obronaka šumovite Kapele uz plodnu Vinodolsku dolinu i na razvedenoj obali Podvelebitskog kanala.



Slika 9: Isječak karte Primorsko-goranske županije [6]

Obilježuju ga zone priobalja, prijelazne padine, te brdski predjeli. Navedene zone odlikuju se svojim osobitim prirodnim, reljefnim i gospodarskim vrijednostima. Površina Grada iznosi 261,33 km<sup>2</sup>. [7]

### 3.2. Meteorološke i klimatske karakteristike

Podneblje je to s povoljnim položajem u kojem se izmjenjuju morski i kontinentalni klimatska 3 tipa:

1. **U priobalju** je umjereno topla mediteranska kišna klima, suha i vruća ljeta sa srednjom mjesečnom temperaturom iznad 22 °C, a u zimskim mjesecima kreće se oko 10 °C. Srednja godišnja količina oborina je od 1.250 mm do 2.000 mm, a prostire se do cca 700 m n.v.
2. **Prijelazni tip šumske klime** je umjereno topla kišna klima sa srednjom godišnjom temperaturom 7 °C. Nema beskišnih perioda, padaline su jednoliko raspodijeljene tijekom cijele godine s najmanje u ljetnim mjesecima. Srednja količina oborina se kreće od 2.500 do 3.000 mm godišnje.
3. **Planinski borealni tip klime** iznad 1.200 m n.v. Temperature se kreću od -3°C zimi (oštre zime) i iznad 10°C ljeti. Srednja godišnja količina oborina je od 3.000 mm godišnje i ima više zračne vlage kao niska naoblaka i magla. [7]

Donji tok Novljanske Ričine se nalazi u obalnom području s blagom i stabilnom klimom mediteranskoga tipa. Srednja godišnja temperatura iznosi 14,3°C, gdje je najtopliji prosjek za srpanj 23,7°C, a najhladniji u siječnju sa prosjekom 6,3°C.

Prosječna godišnja količina oborina iznosi 1237 mm/m<sup>2</sup>. Prosječna godišnja relativna vlažnost zraka iznosi 71,3%, najniža u srpnju - 64,3%, a najviša u siječnju - 76,2%. [7]

### 3.3. Vjetrovalna klima u Novom Vinodolskom

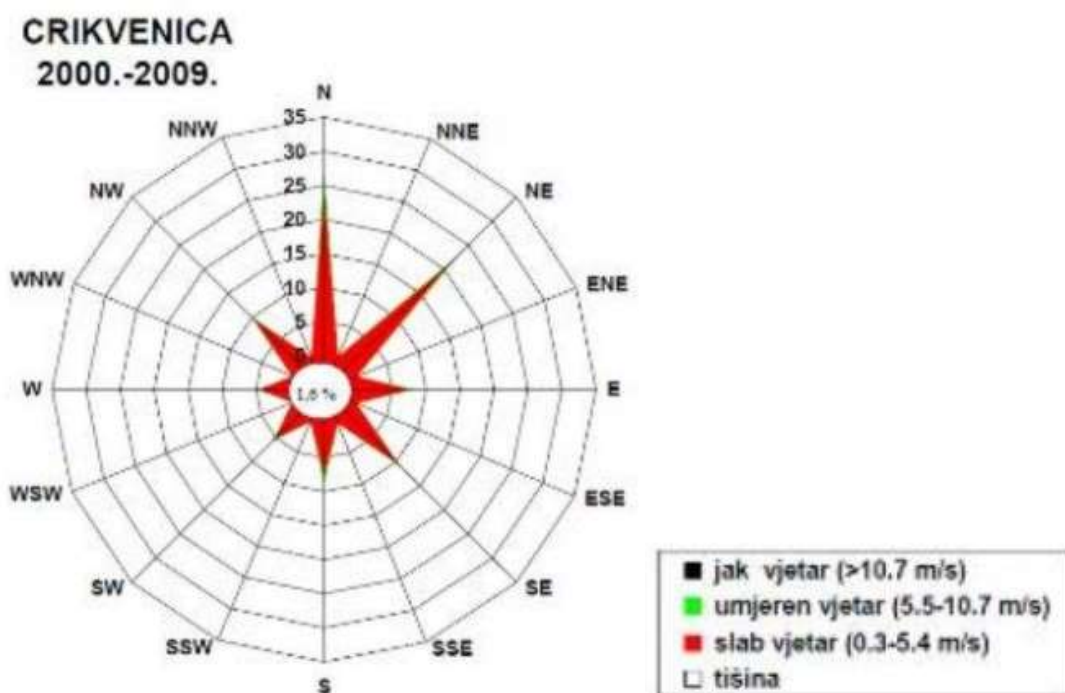
Vjetrovi su sjeverni i sjeveroistočni „bura“ te jugoistočni „jugo“ gdje je iznimno značajna bura koja je vrlo hladna zimi.

Bura je hladan, silazan vjetar, puše na mahove- refule, a u podnožju primorskih planina postiže maksimalnu snagu. Silinom svojih udara može uzrokovati štete na gospodarskim i drugim objektima, kao i na vegetaciji.

Jugo je topao i vlažan vjetar, koji puše uz obalu. [8]

Najbliža meteorološka postaja je Crikvenica, čiji se podaci o vjetru mogu uzeti kao mjerodavni i za grad Novi Vinodolski. Prosječno godišnji broj dana s jakim vjetrom iznosi 13,1. Broj dana s jakim vjetrom varira od 3 do 67 dana godišnje. U Crikvenici je u prosjeku 1,7 dana godišnje s vjetrom olujne jakosti. [8]

Iz prikaza godišnje ruže vjetra (slika 10) uočava se da najčešće puše bura (N i NE smjer), a od ostalih vjetrova tramontana (NW), jugo (SE), oštro (S) i levant (E). [8]



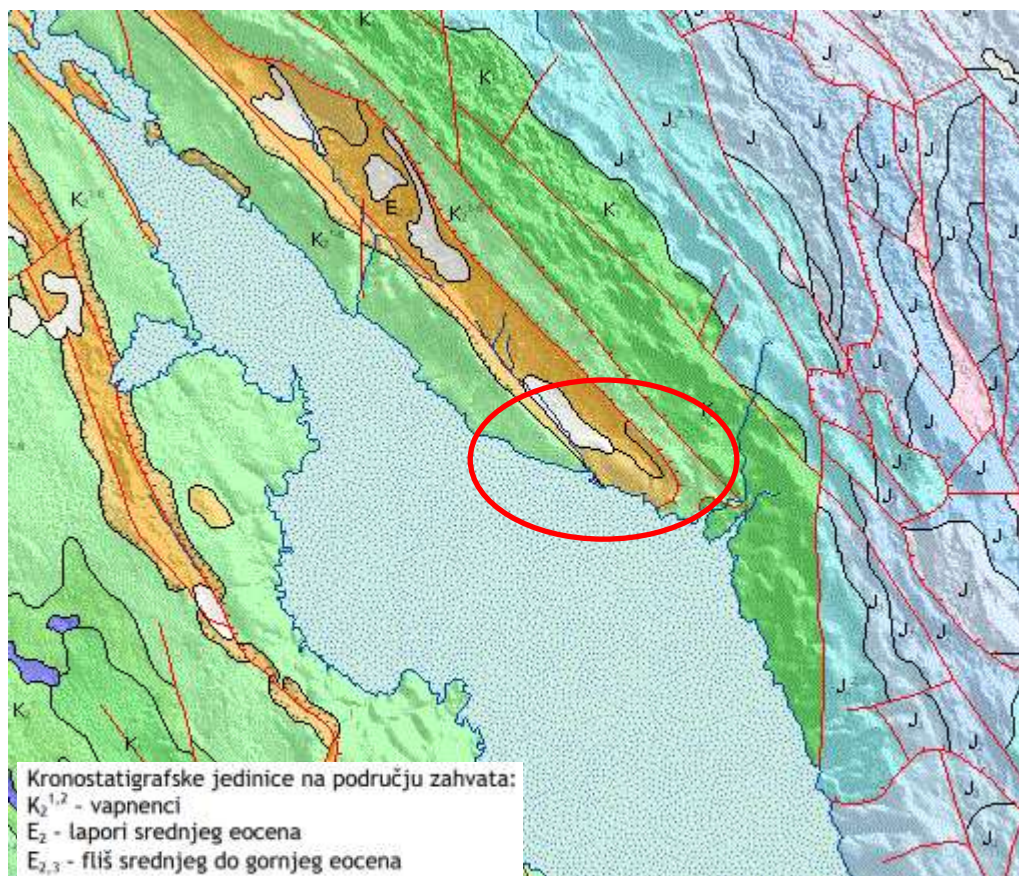
Slika 10: Godišnja ruža vjetra za Crikvenicu (za vremensko razdoblje 2000. – 2009.) [8]

### 3.4. Geološka i geomorfološka obilježja

Na promatranom području geomorfološki izdvajamo tri cjeline: uska obalna zona; više područje odvojeno od flišne zone (bila); planinski lanci u unutrašnjost.

Obalni pojas i podmorje je građeno od vapnenaca gornje krede i naslaga fliša, a klastiti su zastupljeni od paleogenskih naslaga. Dominiraju karbonatne naslage koje izgrađuju osnovnu stijensku masu, koje su na kopnu dijelom pokrivene mlađim tvorevinama. Na području između naselja Bribir i Novi Vinodolski slojevi gornje krede i starijeg eocena su ustrmljene i prebačene. [8]





Slika 11: Geološka karta šireg područja grada Novog Vinodolskog [9]

More predmetnog području pripada akvatoriju Vinodolskog kanala. Obala se pretežito sastoji od karbonata (vapnenaca i dolomita) koji su podložni kemijskom trošenju (otapanju), a manje mehaničkom trošenju. Pod utjecajem valova i organizama more razgrađuje obalni pojas, pa dominiraju kamene-erozijske obale iznad međuplimne (litoralne) zone. Karakteriziraju je supralitoralne stijene, šljunkovite i pjeskovite obale, razvedena obalna linija i bogatstvo mikroreljefa. Podloga podmorja akvatorija se geološki dijeli na četiri tipa:

- kamenito dno (infralitoral- zajednice fotofilnih algi, dubine > 10 m -koraligenska biocenoza),
- šljunak i kršje,
- pjeskoviti sedimenti i
- muljeviti sedimenti

Vinodolski kanal većinom je prekriven pjeskovitim muljem i muljem. [8]

### 3.5. Hidrološke značajke

Površinska hidrografska mreža na području Grada Novi Vinodolski je slabo razvijena, uzrokovano ponajviše propusnom geološkom podlogom i uglavnom to su površinski povremeni tokovi.

Vodotok Suha Ričina proteže se od sela Podgori u Vinodolskoj općini, prima bujične pritoke Podgori i Kosavin u gornjem toku, u donjem toku spaja se prtok Brzet te nastavlja teći prema ušću u Novom Vinodolskom. Odvodnja Velog i Malog Polja spojena je na Brzet. Granice sliva vidljivi su na slici 12., gdje je površina sliva cca 21,30 km<sup>2</sup> (dužina 7 km i širine 3 - 3,6 km). [5]



Slika 12: Sliv Novljanske Ričine [5]

Na jugoistoku sliva Suhe Ričine nastavlja se zaseban sliv Malog polja, površine 1,707 km<sup>2</sup>, zatvoren sliv koji se odvodnjava u ponor na sjeveroistočnom dijelu polja. Na h.s. Brzet bilježe se vodostaji Novljanske Ričine, smještena je nizvodno od ušća odvodnog kanala Brzet kod kamenog nadsvođenog mosta. [5]

Prema izvratku iz Registra vodnih tijela Plana upravljanja vodnim područjima 2016.-2021. (*Narodne novine, broj 66/16*), vodno tijelo je oznake JKRN0140\_001 Suha ričina Novljanska, čije su karakteristike dane u tablici 1.

*Tablica 1: Karakteristike vodnog tijela JKRN0140\_001 Suha ričina Novljanska [5]*

| <b>OPĆI PODACI VODNOG TIJELA JKRN0140_001</b> |   |
|---|---|
| Šifra vodnog tijela:                          | JKRN0140_001  |
| Naziv vodnog tijela                           | Suha ričina Novljanska  |
| Kategorija vodnog tijela                      | Tekućica / River  |
| Ekotip  | Nizinske male povremene tekućice (16B)                                    |
| Dužina vodnog tijela                          | 4.49 km + 29.5 km   |
| Izmjenjenost                                  | Prirodno (natural)  |
| Vodno područje:                               | Jadransko   |
| Podsliv:                                      | Kopno   |
| Ekoregija:                                    | Dinaridska  |
| Države  | Nacionalno (HR)   |
| Obaveza izvješćivanja                         | EU  |
| Tijela podzemne vode                          | JKGI-05   |
| Zaštićena područja                            | HR1000019, HR2000200*, HR5000019*, HROT_71005000* (* - dio vodnog tijela) |
| Mjerne postaje kakvoće                        | 30082 (, Suha Novljanska Ričina)  |

### ***Opasnost od poplava - Zaštita voda i mora***

#### **Zaštita od štetnog djelovanja voda**

Plavljenje Novljanske Ričine u donjem toku uzrokuje opasnost od poplava u Gradu Novom Vinodolskom, izrazito kada su područje zahvatile obilne i dugotrajne kiše, a tlo je prezasićeno vodom te samim visokim vodostajem Novljanske Ričine.

U strategiji zaštite od štetnog djelovanja voda na prostoru grada Novi Vinodolski nalazi se donji dio toka i sliva Suhe Ričine Novljanske. Strategija obuhvaća mjere zaštite od poplava i erozije tla, te intervencije na širem području sliva, kao i prirodne i uređene dijelove vodotoka koji prolazi kroz grad. [10]

Zaštita na prostoru grada se zasniva na uređenju korita glavnog vodotoka kao i pritoka da se osigura protok malih i srednjih voda. Do poplava poljoprivrednih površina, prometnica i nižih dijelova uz Suhu Ričinu dolazi kod velikih voda (za duži

povratni period) jer zaštita nije u potpunosti osigurana. U tablici 2. vidljivi su maksimalni protoci Suhe Ričine za određene povratne periode. [10]

*Tablica 2: Maksimalni protoci Suhe Ričine na pojedinim profilima [10]*

| Profil<br>Povratni period | Utok u<br>more                        | Utok<br>Brzeta | Most za<br>Sv. Mikulu |
|---------------------------|---------------------------------------|----------------|-----------------------|
| Godina                    | Maksimalni protok u m <sup>3</sup> /s |                |                       |
| 1,11                      | 13,5                                  | 10,6           | 9,7                   |
| 5                         | 30,5                                  | 24,9           | 23,6                  |
| 10                        | 38,9                                  | 32,1           | 30,6                  |
| 20                        | 48,2                                  | 40,1           | 38,6                  |
| 50                        | 62,5                                  | 52,0           | 49,8                  |
| 100                       | 75,1                                  | 62,3           | 59,6                  |

Sustav obrane od poplava Suhe Ričine Novljanske određeni Planom obrane od poplava na lokalnim vodama Primorsko-goranske županije, sektor II – Slivno područje Kvarnersko primorje i otoci sastoji se od:

- 1) Pripremnog stanja (P) koji se proglašava se na osnovi prognoze padalina,
- 2) Izvanrednog stanja, koje se proglašava kada se izlije voda iz korita Suhe Ričine u st. 0+527 (DI Vinodol) na visini od 0,60 mm i st. 0+680 na visini od 2,69 mm. [10]

### **Zaštita od štetnog djelovanja mora**

Srednja amplituda morskih mijena na sjevernom Jadranu se kreće oko 0,68 m.

Sniženje morske razine do 0,60 m na sjevernom Jadranu, kao i kašnjenje nastupa vode, uzrokuje povećanje tlaka zraka, te jaki dugotrajan sjeverni vjetar bura ili tramontana. Dugotrajni južni vjetar jugo ili lebić, te smanjeni tlak zraka može izazvati porast morske razine do 1,50 m, što izaziva poplave nekih luka.

Na području Vinodolskog kanala morske mijene su vrlo slične onima na otvorenom Jadranu, osim kod perioda jakih i dugotrajnih vjetrova kad se razina mora može povisiti (jugo) ili spustiti (bura) u odnosu na otvoreno more Jadrana.

Taj prosječan rast je do 1,4 m, a pad do 0,3 m vodenog stupca u odnosu na hidrografsku nulu na predmetnom području.

Prema elaboratu 'Poplave mora na priobalnim područjima' (Split, ožujak 2013.) metodom ekspertne procjene procijenjene su maksimalne visine razine mora u odnosu na HVR571.

*Tablica 3: Visine razine mora po povratnim periodima za područje obale južne Istre [11]*

| <b>Povratni period (god)</b> | <b>H (cm)</b> |
|------------------------------|---------------|
| <b>50</b>                    | 115-124       |
| <b>100</b>                   | 115-124       |
| <b>1000</b>                  | ≥ 125         |

Apsolutni maksimum visine vala na području otvorenog mora sjevernog Jadrana zabilježen je 1986.g. za vrijeme dugotrajnog juga i iznosi  $H_{max} = 10,8$  m. Za situacije s burom maksimalna registrirana visina vala u sjevernom Jadranu iznosi  $H_{max} = 7,2$  m. Procijenjena 100-godišnja povratna vrijednost vala u Jadranu iznosi 13,5 m. Navedene vrijednosti odnose se na otvoreni Jadran, dok se u obalnom području javljaju bitno manji valovi ovisno o topografskim karakteristikama i otvorenosti akvatorija prema dominantnim smjerovima vjetra. [11]

Mjerodavne visine poplava mora na obalnom području velike, srednje i male vjerojatnosti pojave, temeljem kojih je potrebno dati smjernice vezano za korištenje tog prostora, mogućnosti gradnje i potreba za mjerama zaštite. [11]

Grafički prikaz, karta opasnosti od poplava mora ili vodotoka (male, srednje i velike vjerojatnosti pojavljivanja) prikazan je na slici 13. te iz njega možemo vidjeti najugroženije dijelove grada Novog Vinodolskog koji su izloženi poplavama.

## Tumač znakova:

### Scenarij srednje vjerojatnosti (Kopasnosti) 2019

Opasnosti od poplava, srednja vjerojatnost pojavljivanja

- Dubina < 0,5 m
- Dubina 0,5 m - 1,5 m
- Dubina 1,5 m - 2,5 m
- Dubina > 2,5 m

Stalne vodene površine

Područje izvan potencijalno značajnih rizika od poplava

Područje izvan PFZRP

Područja sa potencijalno značajnim rizikom od poplava

PFZRP

Nasipi 2019

Nasipi

Granice vodnih područja

Granica vodnih područja

Granica RH

Granica RH



Slika 13: Karta opasnosti od poplava – scenarij srednje vjerojatnosti 2019.g. [12]

#### 4. PRIRODNA I KULTURNA OSNOVA

Područje grada Novi Vinodolski karakterizira objedinjenje prirodnog i povijesno-kulturnog naslijeđa. Tu je nastao 1288. godine Vinodolski zakonik - najstariji hrvatski pravni dokument, a poznat je i po obitelji Mažuranić od kuda su potekli poznati hrvatski književnici te prvi ban pučanin Ivan Mažuranić.

Novi Vinodolski smjestio se 47 km jugoistočno od Rijeke na brežuljku iznad ušća Suhe Ričine na obali Vinodolskog kanala.

Grad je srednjovjekovno, utvrđeno naselje smješteno stepenasto na brežuljku Osap. Stariji ostaci (srušeni pavlinski samostan) su i danas vidljivi. Stari dio grada ima tipično primorske ulice što se strmo spuštaju (veće strmine nadomješčuju stepenice) u dolinu Suhe Ričine.

Prvi put se spominje 1163. godine kao „ PAROCHIA VALLIS VINEARIAE“ (prijevod Vinodol) u sustavu srednjovjekovne Liburnije.

Krčki knezovi – Frankopani, iza kojih je ostala bogata povijesno-kulturna baština izgradili su Novigrad, današnji Novi Vinodolski, utvrđeno gradsko naselje koje se razvilo oko Frankapanskoga kaštela, sagrađenog sredinom XIII. st. radi obrane jugoistočnoga ulaza u Vinodolsku nizinu. Povijesno tu su se nalazile vrijedne solane, razvila se poljoprivredna struktura u Velom polju, području Suhe Ričine i ribolov.

Danas je to turistički gradić koji privlači svojom povijesno-kulturnim zdanjima kao i odličnom klimom, brojnim plažama povezanih šetnicama, ugodnim šumovitim okruženjem kao i specifičnosti miješanog morskog zraka s onim iz planinskog zaleđa.

Prirodni vrijedni resursi grada su i flora i fauna, šuma zauzima oko 77 % područja grada gdje se nalaze mnogobrojne životinjske i biljne vrste, neke su i zaštićene. Na prostoru grada nalazi se zaštićeno područje Bijelih i Samarskih stijena (strogi rezervat). Tu su još zaštićeni dijelovi prirode u kategoriji:

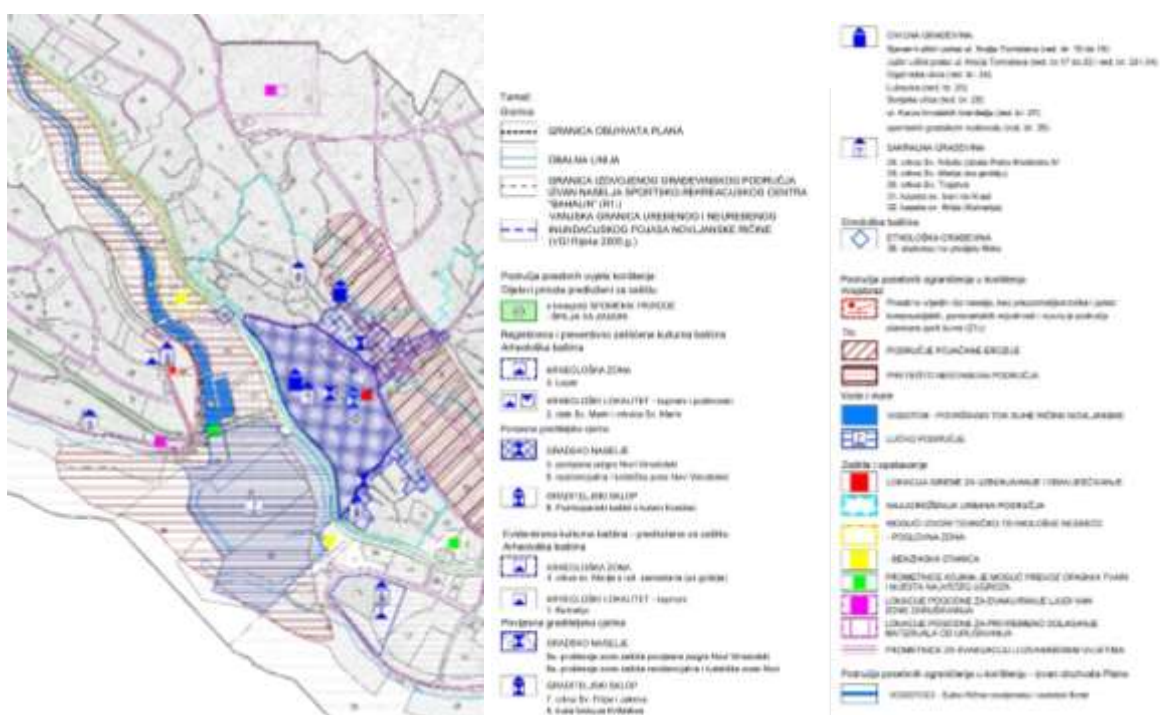
- park prirode; planina Bjelolasica (obuhvaća samo krajnje sjeverne dijelove područja grada)
- rezervat; Tomišina, Bukova i Vodna Draga (4,99 km<sup>2</sup>), Padine Velog vrha iznad Tomišine drage (1,06 km<sup>2</sup>), Kolovratske stijene (1,9 km<sup>2</sup>)

- zaštićeni krajobraz; Vinodol (5,52 km<sup>2</sup>), Pleteno (4,03 km<sup>2</sup>)
- spomenik prirode; špilja Va Zagori, vrulja u uvali Žrnovnica

te područja koja pripadaju Ekološkoj mreži Natura 2000:

- područja očuvanja značajna za ptice – POP i
- područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove – POVS

Prostornim planom uređenja Grada Novi Vinodolski (Sl. novine PGŽ br. 55/06, 23/10, 36/10, 1/13, 19/13, 13/14, 16/14, 41/15, 18/17 i 32/17) i UPU naselja Novi Vinodolski (Sl. novine PGŽ br. 23/10, 36/10, 40/10, 19/13, 18/14, 21/16, 18/17, 19/18, 5/22 i 14/22) utvrđuje se svrhovito korištenje, namjena i oblikovanje građevinskog i drugog zemljišta, zaštita okoliša, zaštita osobito vrijednih dijelova prirode, te zaštita graditeljske baštine na području grada Novog Vinodolskog. Na karti dolje (slika 14) vidimo da područje pretežito nestabilnog tla je poplavno područje uz Suhu Ričinu kao i prostor luke i marine Novi Vinodolski koji se nalazi podno Starog Grada predjela registrirane i preventivno zaštićene kulturno-povijesne baštine.



Slika 14: Uvjeti korištenja i zaštite prostora (Isječak iz karte 3 - UPU naselja Novi Vinodolski)



## 5. PRIMJER UGROŽENIH PODRUČJA

Jedna od najčešćih negativnih posljedica klimatski promjena su poplave uslijed snažnih i obilnih pljuskova od oborinskih voda ili mora u urbanim sredinama s vrlo malim udjelom upojnih površina, neodržavanim postojećim sustavom površinske odvodnje ili nepostojanja takvog sustava uopće.

Na slici 15. prikazana su tri najugroženija mjesta u Novom Vinodolskom za vrijeme olujnih juga popraćenih obilnim i naglim pljuskovima, kao i uslijed uzastopnih obilnih pljuskova kada je zemlja zasićena, a Suha Ričina dosegne visoku razinu te dolazi do njenog izlivanja.



Slika 15: Prikaz tri najugroženijih poplavnih mjesta Novog Vinodolskog na DOF-u

## 5.1. Područje 1

Područje 1. obuhvaća područje Jadranske magistrale (2,20-2,30 mnv- metara nadmorske visine) podno stare jezgre grada gdje se spuštaju i sijeku stube što se spuštaju iz grada (slika 16).



Slika 16: Bliži prikaz predmetnog područja 1. s vidljivim visinskim kotama

U rujnu 2017. godine nakon obilnih kiša došlo je do izbacivanja šahta odvodnje i plavljenja magistrale (slika 17), glavne prometnice kroz Novi.



Slika 17: Područje 1. poplavljeno od 15-16. rujna 2017.godine [13]

To je područje gdje tijekom velikih kiša sva oborinska voda iz tog dijela starog grada se spušta po stubama na magistralu (slika 18), gdje se tek nalaze šahte oborinske kanalizacije koja se upušta u more, te uslijed obilnih kiša, jakog juga i velike plime dolazi do njezinih izbacivanja.



Slika 18: Prikaz čvora stuba što se spuštaju iz stare jezgre grada na magistralu

Na slici 18. vidljivo je da u donjem dijelu nema nikakvih šahta s rešetkama za prihvatanje oborinske vode iz starog grada kao niti duž cijelog dijela stubišta od vrha prema dnu.

Prihvatne oborinske šahte nalaze se tek na magistrali vidljivo na slici 19., gdje je jedna spojena u oborinsku kanalizaciju, a druga ima direktni odvod na betoniranu plažu (slika 20), koja u ovakvim slučajevima jakog juga i visoke plime isto bude poplavljena.



Slika 19: Odvodne rešetke



Slika 20: Odvodni kanal na 1,90 mnv

Obala Pod Barana je zaštićena od utjecaja velikih valova izgradnjom luke nautičkog turizma-marine sa sekundarnim lukobranom i produženjem postojećeg lukobrana. Valovi unutar luke Novi Vinodolski zadovoljavaju kriterij  $H_{s20g} = 0,30$  m za luku nautičkog turizma i  $H_{s20g} = 0,50$  m za turističke i ribarske brodove ( $H_s$  -značajna visina vala).

Koristeći mjerodavne podatke s mareografa u Bakru, na poprečnom presjeku 1-1 u grafičkim priložima str. 2. označene su:

- srednja viša visoka živa razina mora (SVVŽR) na visini +0,55 m u odnosu na generalni nivelman,
- maksimalna razina mora +1,27 m (izmjerena u Bakru 2019. g.)
- očekivani ekstrem 2100 , +60 cm , kota  $1,27+0,6 = +1,87$  m.

Iz presjeka možemo uočiti da kod maksimalnih morskih razina može doći do plavljenja prva dva nivoa obale, a ostali dio obale, državna cesta D8 i prvi red kuća uz cestu nisu ugrožena. U slučaju očekivanog ekstrema 2100 g. doći će do plavljenja cijele obale Pod Baran, a državna cesta D8 kao i prvi red kuća do ceste neće biti ugroženi.

### 5.1.1. Proračun oborinskih voda na kritično područje 1.

U ovom radu proveden je preliminarni proračun maksimalnog protoka oborinskih voda na kritičnom području 1. racionalnom metodom.

$$Q_{Mp} = C_{sr} * i_p * A \quad (1)$$

gdje je:

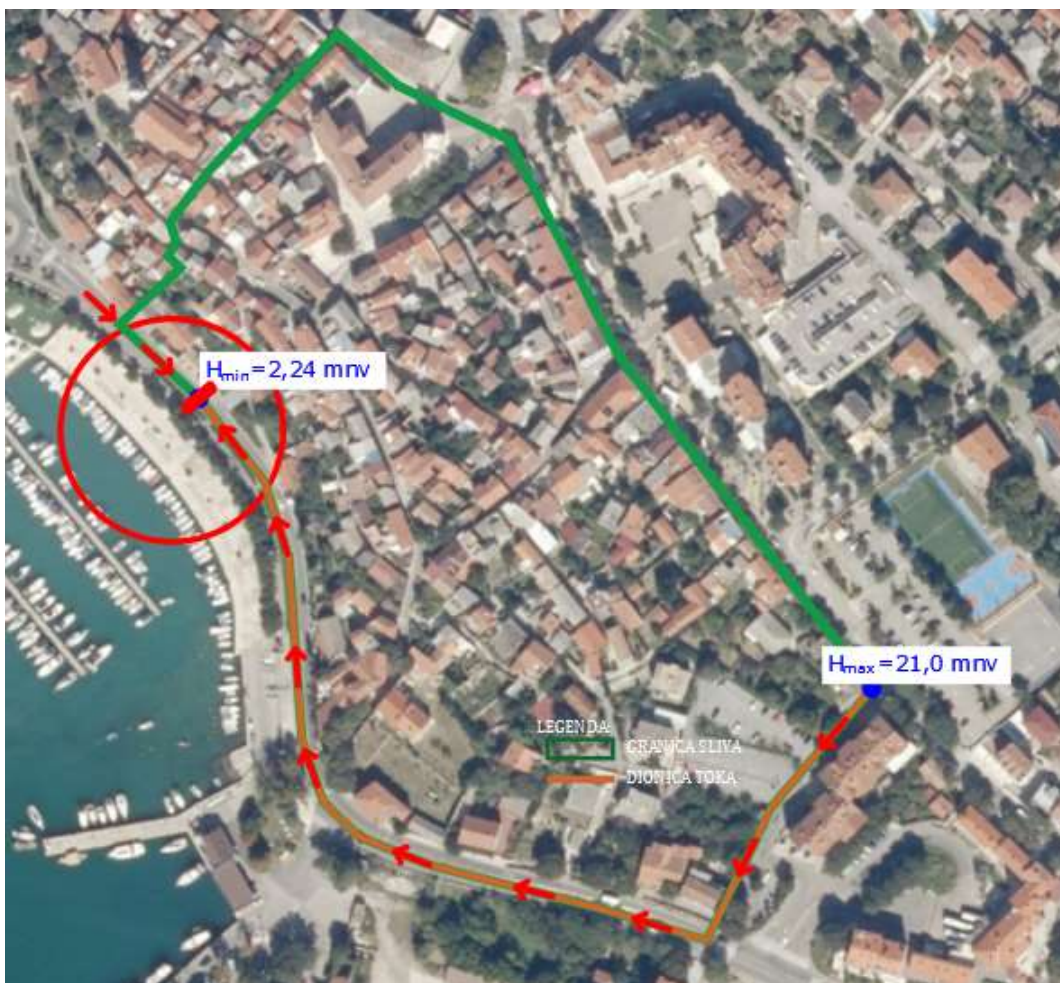
$Q_{Mp}$  - maksimalni protok (m<sup>3</sup>/s)

$C_{sr}$  - racionalni koeficijent

$i_p$  - intezitet kiše (mm/sat) ili (mm/min)

$A$  - površina sliva (km<sup>2</sup>) [14]

Na slici 21. je prikazan okvirni sliv. Površina sliva nije se mogla točno odrediti iz razloga što nije poznata točna shema oborinskog otjecanja u urbanoj zoni grada Novi Vinodolski.



Slika 21: Prikaz sliva područja 1. na DOF-u

$$A = 55596,20 \text{ m}^2 = 0,056 \text{ km}^2$$

- površina sliva

$$L = 456,0 \text{ m} = 0,456 \text{ km}$$

- najveća duljina putovanja vode (m),

$$H_{\max} = 21,0 \text{ mnv}$$

- najviša točka ceste

$$H_{\min} = 2,24 \text{ mnv}$$

- najniža točka ceste

$$I_{\max} = \frac{\Delta H}{L} = \frac{21,0 \text{ mnv} - 2,24 \text{ mnv}}{456 \text{ m}} = 0,0411$$

- nagib terena

Na temelju tablice 4. određen je koeficijent otjecanja na osnovi topografskih uvjeta i vegetacije različitih vrsta tla na slivu te su izračunati srednji racionalni koeficijenti  $C_{sr}$ .

$$C_{sr} = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + \dots + C_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2)$$

Tablica 4: Prosječne vrijednosti racionalnoga koeficijenta  $C$  (prema V. T. Chow i dr., 1964.; S. Gavrilović, 1976.; K. N. Mutreja, 1986.)

| Vegetacija i topografski uvjeti |  |          | pijesak                    | mulj,<br>glina | zbijena<br>glina |
|---------------------------------|--|----------|----------------------------|----------------|------------------|
| 1. šumska zemljišta             | a) ravnice   | 0 - 5%   | 0,10                       | 0,30           | 0,40             |
|                                 | b) brežuljci   | 5 - 15%  | 0,25                       | 0,35           | 0,50             |
|                                 | c) brda  | 15 - 30% | 0,30                       | 0,50           | 0,60             |
| 2. pašnjaci i trava             | a) ravnice   | 0 - 5%   | 0,10                       | 0,30           | 0,40             |
|                                 | b) brežuljci   | 5 - 15%  | 0,16                       | 0,36           | 0,55             |
|                                 | c) brda  | 15 - 30% | 0,22                       | 0,42           | 0,60             |
| 3. obradiva zemljišta           | a) ravnice   | 0 - 5%   | 0,30                       | 0,50           | 0,60             |
|                                 | b) brežuljci   | 5 - 15%  | 0,40                       | 0,60           | 0,70             |
|                                 | c) brda  | 15 - 30% | 0,52                       | 0,72           | 0,82             |
| 4. naselja                      | a) ravnice   | 0 - 5%   | nepropusnost zemljišta:    |                |                  |
|                                 |  |          | 30%                        | 50%            | 70%              |
|                                 | b) brežuljci   | 5 - 15%  | 0,40                       | 0,55           | 0,65             |
|                                 |  |          | 0,50                       | 0,65           | 0,80             |
| 5.                              | parkovi, groblja   |          | 0,10 - 0,25                |                |                  |
|                                 | igrališta  |          | 0,20 - 0,35                |                |                  |
|                                 | rezidencijalne stambene površine   |          | 0,30 - 0,70                |                |                  |
|                                 | industrijske zone  |          | 0,50 - 0,90                |                |                  |
|                                 | terase, krovovi za vožnju i prolazanje<br>gradovi u ravnici, asfalt, beton, kosi krovovi |          | 0,75 - 0,85<br>0,75 - 0,95 |                |                  |

Određen je srednji racionalni koeficijenti za predmetno područje  $C_{sr} = 0,95$ .

Vrijeme koncentracije  $t_c$  izračunata je prema iskustvenom izrazu Z.P. Kirpicha (1940.):

$$t_c = 0,00032 * L^{0,77} * I_{\max}^{-0,385} \text{ (sati)} \quad (3)$$

gdje je:

$t_c$  - vrijeme koncentracije (sati),

$L$  - najveća duljina putovanja vode (m),

$I_{max} - \Delta H/L$ , pad vodotoka,

$\Delta H$  - visinska razlika između najviše točke na slivu i protjecajnoga profila (m). [14]

Mjerodavni intenzitet kratkotrajnih kiša, ITP krivulja definirana je na temelju meteoroloških podataka postaje Rijeka, prema podacima od 1958. - 2012. godine. [15]

Dobivena funkcijska veza između mjerodavnih intenziteta oborina ( $i$ ), izraženo u (mm/min) i trajanja oborina ( $t$ ), u minutama za različite vjerojatnosti, odnosno povratne periode (PP) prikazana je:

|                                    |                       |      |
|------------------------------------|-----------------------|------|
| PP = 2 godine (vjerojatnost 50%),  | $i = 6,22 t^{-0,565}$ |      |
| PP = 5 godine (vjerojatnost 20%),  | $i = 7,21 t^{-0,513}$ |      |
| PP = 10 godina (vjerojatnost 10%), | $i = 6,97 t^{-0,454}$ |      |
| PP = 20 godina (vjerojatnost 5%),  | $i = 6,37 t^{-0,388}$ |      |
| PP = 50 godina (vjerojatnost 2%),  | $i = 5,33 t^{-0,290}$ |      |
| PP = 100 godina (vjerojatnost 1%), | $i = 4,52 t^{-0,212}$ | [15] |

Rezultati proračuna racionalnom metodom na zadanom profilu toka, za povratne periode 2, 5, 10, 20, 50 i 100 godina dani su u tablici 5.

Tablica 5: Rezultati proračuna Racionalnom metodom za područje 1.

| Povratni period | $C_{sr}$ | A               | $t_c$ | i      | Q                 | q                                 |
|-----------------|----------|-----------------|-------|--------|-------------------|-----------------------------------|
| god.            |          | km <sup>2</sup> | min   | mm/min | m <sup>3</sup> /s | m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> |
| 2               | 0.95     | 0.056           | 6.71  | 2.12   | <b>1.88</b>       | 33.59                             |
| 5               | 0.95     | 0.056           | 6.71  | 2.71   | <b>2.41</b>       | 42.98                             |
| 10              | 0.95     | 0.056           | 6.71  | 2.94   | <b>2.60</b>       | 46.49                             |
| 20              | 0.95     | 0.056           | 6.71  | 3.04   | <b>2.70</b>       | 48.18                             |
| 50              | 0.95     | 0.056           | 6.71  | 3.07   | <b>2.72</b>       | 48.58                             |
| 100             | 0.95     | 0.056           | 6.71  | 3.02   | <b>2.68</b>       | 47.80                             |

Maksimalni protok s pretpostavljenog sliva je oko 2,60 m<sup>3</sup>/s za povratni period od 10 godina. Značajni dio tog protoka otječe prema području 1.

Rješenje je rekonstruirati postojeću razdjelnu odvodnju na magistrali, ugradnjom sigurnosnog preljeva sa separatorom, koji bi dio oborinske vode direktno ispuštao u more, uz redovito održavanje postojećih odvodnih kanala i rešetki.

## 5.2. Područje 2

Područje 2. obuhvaća područje Jadranske magistrale od mosta koji prelazi preko ušća Suhe Ričine Novljanske i kružnog toka podno starog grada (slika 22).



Slika 22: Bliži prikaz područja 2.

Područje u kojem za vrijeme kišnih nevremena zbog oborinskih voda koje se spuštaju iz smjera mosta stvori se bazen na glavnoj prometnici što uzrokuje poteškoće ili potpunu obustavu prometa, što je vidljivo na slici 23. snimljene u listopadu 2020. god.





Slika 23: U Novom cesta poput bazena [16]

Taj dio prometnice je najniži dio konveksne linije (slika 24) koja je strmo spušta do mosta (4,46-2,29 mnv) zatim u blagom nagibu do predmetnog dijela na 1,88 mnv i zatim se lagano podiže do kružnog toka na 2,46 mnv.



Slika 24: Pogled na područje 2. iz smjera kružnog toka prema mostu

U najnižem dijelu (slika 25) nalazi se po jedan odvodni rubnjak s jedne i druge strane prometnice, što nije dovoljno za prihvat velike količine oborinske vode kod velikih kiša.



Slika 25: Odvodni rubnjaci na području 2.

Za predmetno područje nije proveden proračun.

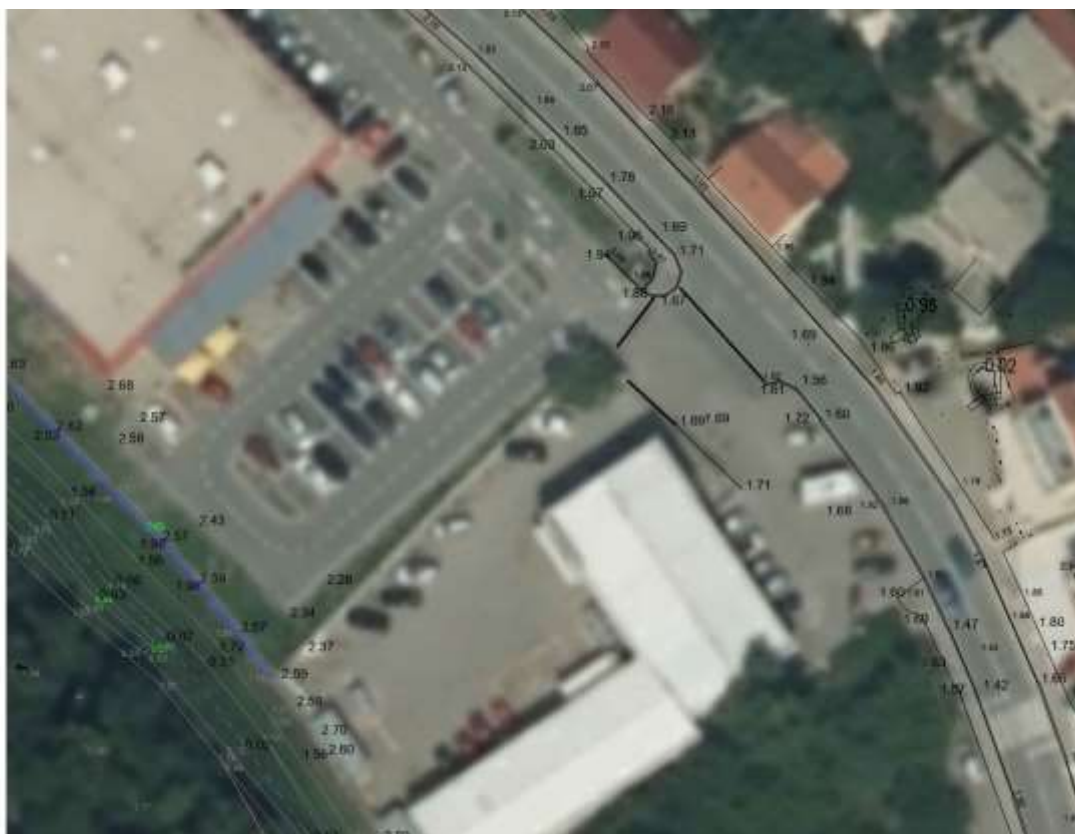
Vidljivo je kritično područje s točkastim rješenjem odvodnje koje nije dostatno. Njegovom sanacijom tj. ugradnjom većeg broja odvodnih rubnjaka (linijska odvodnja) kao na slici 26. brže bi se sanirala voda sa prometnice i odvela kanalom na daljnju obradu.



Slika 26: Rubnjak s integriranim linijskim kanalom (<https://www.aco.hr/reference/case-study/dr%C5%BEavna-cesta-d-315-trogir---pantana>)

### 5.3. Područje 3

Područje 3. pobliže prikazano na slici 27. jedan je od najugroženijih područja grada gdje konstantno uslijed obilnih kiša i nevremena dolazi do plavljenja što samo ceste ili cijelog predmetnog područja. To je najniže područje (1,40 mnv ) gradskog dijela Novog Vinodolskog, glavna prometnica iz Novog za Bribir koja prati tok Suhe Ričine i obuhvaća područje poslovne namjene, trgovačkih centara Tommy i Plodine koji se nalaze između vodotoka i prometnice.



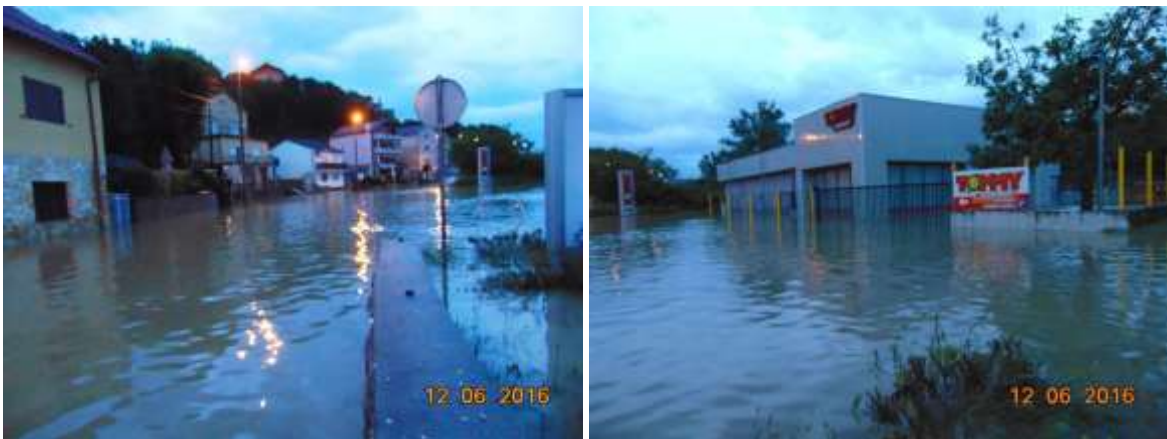
Slika 27: Područje 3. predio dva bunara, te ulaza u Tommy i Plodine

Područje 3. obuhvaća i zatrpane bunare Soline (slike 28 i 29) čije dno je sada na -0,02 mnv. To su dva bunara bočate vode ispod brda Malog Bočka, gdje se u prošlosti napajala stoka.



Slike 28 i 29: Dva bunara- Soline

Poplave većih razmjera desile su se u kolovozu 2014 i lipnju 2016 godine, kada je u samo nekoliko sata na području grada palo oko 140 litara kiše po četvornom metru ( $l/m^2$ ). Tad je vodotok Suha Ričina dosegla svoje najviše razine i izlila se iz korita, te poplavila predmetno područje vidljivo na slikama 30. i 31. , a na slikama 32. i 33. prikazano je isto područje u normalnim uvjetima.



Slike 30 i 31: Poplavljeno područje glavne prometnice Novi-Bribir i trgovačkih centara Tommy i Plodine (<https://www.facebook.com/velibor.topolovec>)



Slike 32 i 33: Područje glavne prometnice Novi-Bribir i trgovačkih centara Tommy i Plodine u normalnim uvjetima

Područje uz vodotok kraj Tommy-a za vrijeme visoke razine u lipnju 2016. godine. (slika 34), dok isto to područje vidimo i na slikama 35. i 36. snimano u sušnom razdoblju, lipanj 2022. godine.



Slika 34: Pogled nizvodno za vrijeme poplave u lipnju 2016. god.  
(<https://www.facebook.com/velibor.topolovec>)

Vidljivo je da korito vodotoka Suhe Ričine uz Tommy je usko, neodrživano i zaraslo trstikom i šašem, stoga ne čudi da za vrijeme velikih oborina dolazi na predmetnom području do izlivanja iz korita Suhe Ričine i poplave.

Ujedno to područje vodotoka je stalno pod vodom, slika nizvodno, dok na slici 42. koja prikazuje uzvodno korito je suho, te možemo zaključiti da je pod utjecajem i mora.

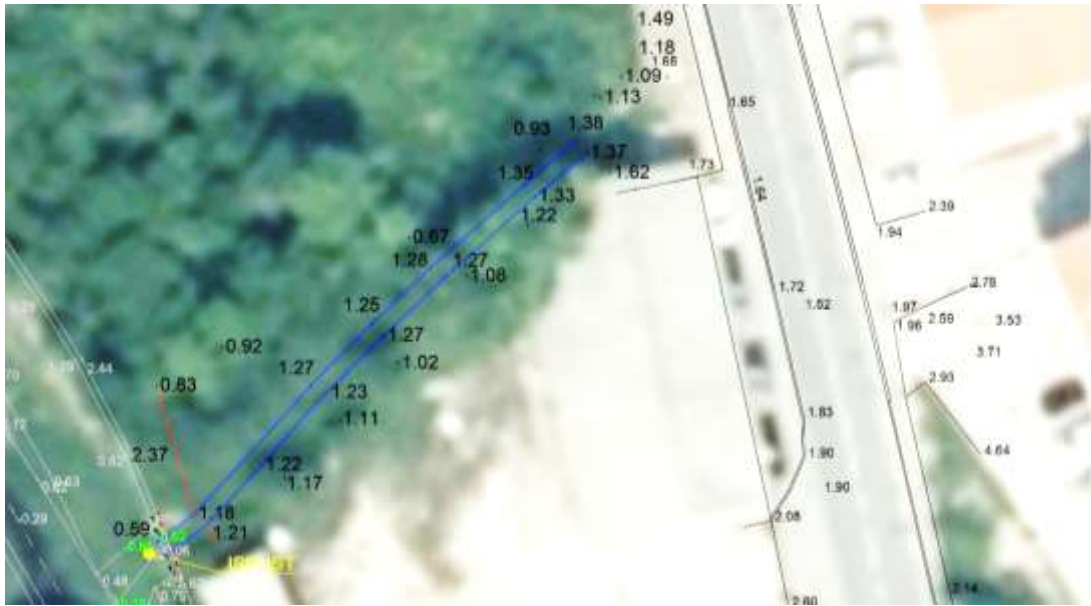


Slika 35: Pogled nizvodno;

Slika 36: Pogled uzvodno

na vodotok Suhe Ričine kraj Tommya

Na istom tom području nizvodno od Tommy-a se nalazi i odvodni otvoreni kanal za oborinsku vodu koji se upušta u Suhu Ričinu (slika 37). Svrha mu je da velike oborinske vode koje se spuštaju s brda Malog Bočka brzo usmjere u korito Suhe Ričine za vrijeme niskog vodostaja i tako spriječi plavljenje predmetnog područja od bujičnih oborinskih voda.



Slika 37: Prikaz otvorenog kanala oborinske vode s visinskim kotama, nizvodno od Tommy-a

Područje kanala je neodrživano, pun otpada, obraslo grmljem i drvećem, pristup mu je onemogućen vidljivo na slikama 38 i 39.



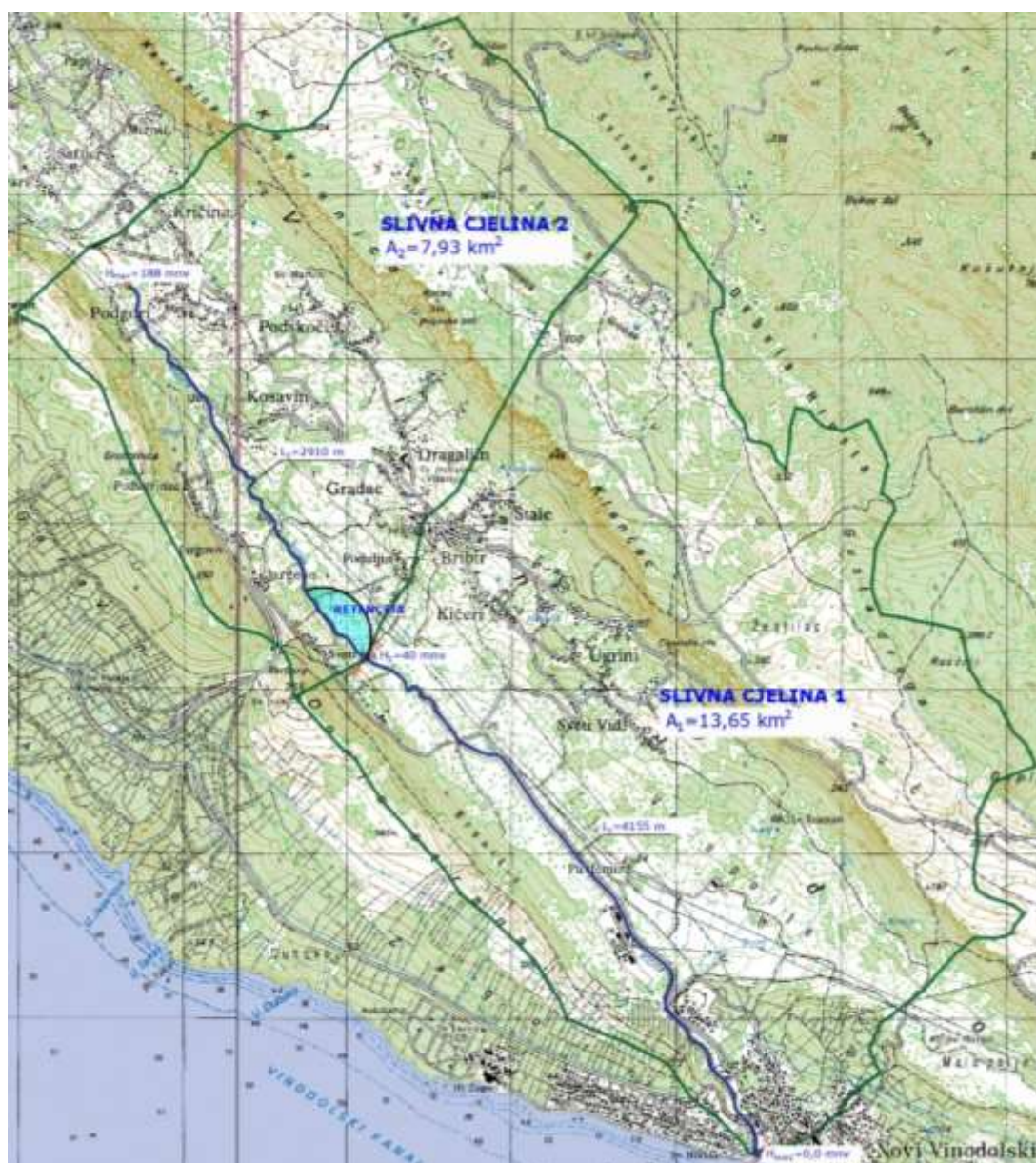
Slike 38 i 39 : Područje odvodnog kanala obrastao i nedostupan

Moguće rješenje -izgradnja retencije u gornjem dijelu sliva.

### 5.3.1. Proračun maksimalnih protoka za sliv Suhe Ričine

Proveden je proračun max. protoka za cijeli tok Suhe Ričine, koji je podijeljen na dvije dionice sa 2 profila. Prvi profil je na ušću Suhe Ričine, a drugi na prostoru Svetog Mikule gdje je predviđena retencija. Površina i granice ukupnog orografskog sliva, kao i slivnih cjelina određena je pomoću topografske karte 1:25 000 (slika 40).

U gornjem toku- slivna cjelina 2. moguće je izgraditi retenciju, koja bi značajno smanjila maksimalne protoke nizvodno. Za potrebe proračuna uzeto je da iz retencije izlazi protok od 15 m<sup>3</sup>/s.



Slika 40: Sliv Novljanske Suhe Ričine



Podaci potrebni za proračun racionalnom metodom:

$$Q_{Mp} = C_{sr} * i_p * A \quad (4)$$

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| $A_{ukupno} = 21,58 \text{ km}^2$  | - površina cijelog sliva             |
| $L = 7065 \text{ m} = 7,07 \text{ km}$   | - ukupna dužina vodotoka             |
| $A_1 = 13,65 \text{ km}^2$   | - površina slivne cjeline 1          |
| $A_2 = 7,93 \text{ km}^2$  | - površina slivne cjeline 2          |
| $L_1 = 4155 \text{ m} = 4,16 \text{ km}$   | - dužina vodotoka od I-I do II-II    |
| $L_2 = 2910 \text{ m} = 2,91 \text{ km}$   | - dužina vodotoka od II-II do izvora |
| $H_{max} = 188,0 \text{ mnv}$  | - najviša točka vodotoka             |
| $H_2 = 40,0 \text{ mnv}$   | - visinska kota profila II-II        |
| $H_{min} = 0,00 \text{ mnv}$   | - visinska kota profila I-I          |
| $I_{max} = \Delta H/L = (188 \text{ mnv} - 0,0 \text{ mnv}) / (7065 \text{ m}) = 0,0266$   | - nagib terena cijelog sliva         |
| $I_{max1} = \Delta H/L_1 = (40 \text{ mnv} - 0,0 \text{ mnv}) / (4155 \text{ m}) = 0,0096$ | - nagib terena SC 1                  |
| $I_{max2} = \Delta H/L_2 = (188 \text{ mnv} - 40 \text{ mnv}) / (2910 \text{ m}) = 0,0509$ | - nagib terena SC 2                  |

U tablicama 6 i 7 prikazano je utvrđivanje srednjeg racionalnog koeficijenta  $C_{sr}$  za pojedine profile. Racionalni koef.  $C$  određen prema tablici 4. na osnovi vegetacije i topografskih uvjeta na slivu.

Tablica 6: Proračun srednjeg racionalnog koef. za profil I-I,  $C_{sr1}$

| PROFIL I-I                         |                 |       |                  |                 |
|------------------------------------|-----------------|-------|------------------|-----------------|
| Ukupna površina slivnog područja 1 |                 | 13.65 | km <sup>2</sup>  |                 |
| Zaštitni pokrov                    | km <sup>2</sup> | %     | C                | C <sub>sr</sub> |
| Šume                               | 6.47            | 47.40 | 0.25             | 0.12            |
| Livade                             | 1.44            | 10.55 | 0.30             | 0.03            |
| Pašnjaci                           | 4.27            | 31.28 | 0.45             | 0.14            |
| Obrađena zemljišta                 | 0.92            | 6.74  | 0.40             | 0.03            |
| Urbana područja                    | 0.55            | 4.03  | 0.70             | 0.03            |
|                                    |                 |       | C <sub>sr1</sub> | 0.35            |

Tablica 7: Proračun srednjeg racionalnog koef. za profil II-II,  $C_{sr2}$

| PROFIL II-II                       |                 |       |                  |                 |
|------------------------------------|-----------------|-------|------------------|-----------------|
| Ukupna površina slivnog područja 2 |                 | 7.93  | km <sup>2</sup>  |                 |
| Zaštitni pokrov                    | km <sup>2</sup> | %     | C                | C <sub>sr</sub> |
| Šume                               | 3.89            | 49.05 | 0.25             | 0.12            |
| Livade                             | 0.87            | 10.97 | 0.30             | 0.03            |
| Pašnjaci                           | 2.46            | 31.02 | 0.45             | 0.14            |
| Obrađena zemljišta                 | 0.49            | 6.18  | 0.40             | 0.02            |
| Urbana područja                    | 0.22            | 2.77  | 0.70             | 0.02            |
|                                    |                 |       | C <sub>sr2</sub> | 0.34            |

Za proračun  $t_c$  - vrijeme koncentracije,  $i$  - mjerodavnih intenziteta oborina korištena je formula 3. i mjerodavni podaci iz poglavlja 5.1.1.

Proračunom racionalnom metodom izračunati su maksimalni protoci -  $Q$  u m<sup>3</sup>/s na zadanim profilima vodotoka, za PP (povratni period) 2, 5, 10, 20, 50 i 100 godina. Ulazni podaci proračuna su srednji racionalni koeficijent  $C_{sr}$ , površina sliva  $A$  u km<sup>2</sup>, vrijeme koncentracije  $t_c$  u min, mjerodavni intenzitet oborina  $i$  u mm/min.

U tablicama 8 i 9 prikazani su rezultati proračuna racionalnom metodom bez retencije za svaki odabrani profil.

Tablica 8: Rezultati proračuna racionalnom metodom za PROFIL I-I

| PROFIL I-I      |                 |                 |                |        |                   |
|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|--------|-------------------|
| Povratni period | C <sub>sr</sub> | A               | t <sub>c</sub> | i      | Q                 |
| god.            |                 | km <sup>2</sup> | min            | mm/min | m <sup>3</sup> /s |
| 2               | 0.35            | 21.58           | 64.71          | 0.59   | 74.24             |
| 5               | 0.35            | 21.58           | 64.71          | 0.85   | 106.88            |
| 10              | 0.35            | 21.58           | 64.71          | 1.05   | 132.14            |
| 20              | 0.35            | 21.58           | 64.71          | 1.26   | 159.02            |
| 50              | 0.35            | 21.58           | 64.71          | 1.59   | 200.23            |
| 100             | 0.35            | 21.58           | 64.71          | 1.87   | 235.06            |

Tablica 9: Rezultati proračuna racionalnom metodom za PROFIL II-II

| PROFIL II-II    |                 |                 |                |        |                   |
|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|--------|-------------------|
| Povratni period | C <sub>sr</sub> | A               | t <sub>c</sub> | i      | Q                 |
| god.            |                 | km <sup>2</sup> | min            | mm/min | m <sup>3</sup> /s |
| 2               | 0.34            | 7.93            | 25.89          | 0.99   | <b>44.47</b>      |
| 5               | 0.34            | 7.93            | 25.89          | 1.36   | <b>61.03</b>      |
| 10              | 0.34            | 7.93            | 25.89          | 1.59   | <b>71.49</b>      |
| 20              | 0.34            | 7.93            | 25.89          | 1.80   | <b>80.99</b>      |
| 50              | 0.34            | 7.93            | 25.89          | 2.07   | <b>93.22</b>      |
| 100             | 0.34            | 7.93            | 25.89          | 2.27   | <b>101.89</b>     |

Proračun sa retencijom protoka od 15 m<sup>3</sup>/s na profilu II-II prikazan je u tablici 10.

Tablica 10: Rezultati proračuna racionalnom metodom za PROFIL I-I sa retencijom

| PROFIL I-I SA RETENCIJOM |                 |                 |                |        |                   |                     |
|--------------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------|-------------------|---------------------|
| Povratni period          | C <sub>sr</sub> | A               | t <sub>c</sub> | i      | Q                 | Q <sub>ukupno</sub> |
| god.                     |                 | km <sup>2</sup> | min            | mm/min | m <sup>3</sup> /s | m <sup>3</sup> /s   |
| 2                        | 0.35            | 13.65           | 61.87          | 0.60   | 48.16             | <b>63.16</b>        |
| 5                        | 0.35            | 13.65           | 61.87          | 0.87   | 69.17             | <b>84.17</b>        |
| 10                       | 0.35            | 13.65           | 61.87          | 1.07   | 85.30             | <b>100.30</b>       |
| 20                       | 0.35            | 13.65           | 61.87          | 1.29   | 102.35            | <b>117.35</b>       |
| 50                       | 0.35            | 13.65           | 61.87          | 1.61   | 128.30            | <b>143.30</b>       |
| 100                      | 0.35            | 13.65           | 61.87          | 1.89   | 150.10            | <b>165.10</b>       |

Usporedbom maksimalnih protoka (tablica 11) dobivenih u tablicama 8 i 10 vidimo da se izgradnjom retencije u gornjem toku vodotoka Suhe Ričine smanjio protok na profilu I-I.

Tablica 11: Analiza dobivenih protoka bez i sa retencijom na profilu I-I

| Povratni period | Q- protok bez retencije | Q- protok sa retencijom | Razlika protoka   |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| god.            | m <sup>3</sup> /s       | m <sup>3</sup> /s       | m <sup>3</sup> /s |
| 2               | 74.24                   | 63.16                   | <b>11.08</b>      |
| 5               | 106.88                  | 84.17                   | <b>22.70</b>      |
| 10              | 132.14                  | 100.30                  | <b>31.84</b>      |
| 20              | 159.02                  | 117.35                  | <b>41.67</b>      |
| 50              | 200.23                  | 143.30                  | <b>56.92</b>      |
| 100             | 235.06                  | 165.10                  | <b>69.96</b>      |

## 6. MOGUĆNOST PRILAGODBE UGROŽENIH PODRUČJA

Prilagodba grada Novog Vinodolskog na klimatske promjene započela je inženjerskim mjerama. U toku je realizacija i izrada niz projekata, a neki su već i realizirani:

- Uređenje vodotoka Novljanske Ričine u Novom Vinodolskom
- Sustav odvodnje otpadnih voda u naseljima Novi Vinodolski i Povile (aglomeracija Novi Vinodolski)
- Fotonaponska elektrana SE Donji Zagon snage 9,99 MW na području Grada Novog Vinodolskog, Primorsko – goranska županija
- Obilaznica, čvor Novi Vinodolski – Bribir sa spojnou cestom na autocesti A7: dionica Selce – Novi Vinodolski, Primorsko-goranska županija

### 6.1. Područje 1

Izgradnjom luke nautičkog turizma Marine Novi, budućom rekonstrukcijom i dogradnjom (planovi u izradi) glavnog lukobrana u novljanskoj luci, te uređenjem i proširenjem ušća Suhe Ričine Novljanske, smanjili su se utjecaji mora na područje 1. i 2. prikazanog u prethodnom naslovu. Ono što je i dalje najveći problem su oborinske vode tijekom velikih kiša koje se slijevaju iz stare jezgre grada (slike 41 i 42) na prometnicu, te neadekvatno rješenje, malo propusta za oborinske vode na području 2. iz prethodnog naslova.



Slike 41 i 42 : Stube i ulice stare jezgre grada-služe za odvod kišnice

Jedno od mogućih rješenja je izvedba kišnog vrta i šetnice na području obale Pod Baran, do izgradnje marine bila je šetnica i plaža, a danas je ta prostor dosta zapušten vidljivo na slikama 43 i 44.



Slika 43: Pogled na bivšu plažu Pod Baran

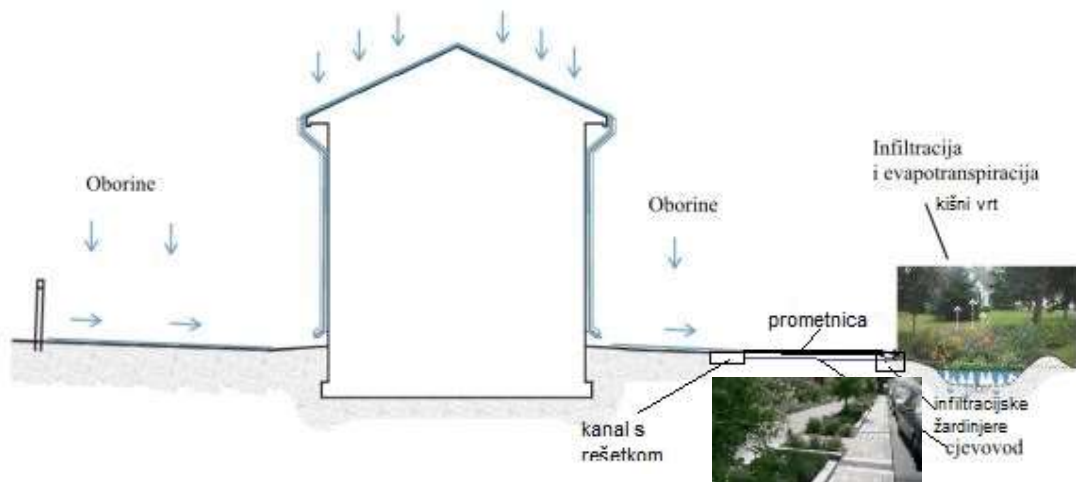


Slika 44: Pogled na Pod Baran iz zraka

Integralnim pristupom smanjio bi se negativni utjecaj površinskih i oborinskih voda na gradski prostor - konkretno prostor Pod Baran, a povećala bi se ambijentalna vrijednost kao i zaštitu prostora u cjelini. Integralni pristup podrazumijeva upravljanje površinskih i oborinskih voda, vodi se načelom planiranja i projektiranja odvodnje prirodnim načinom otjecanja, koristeći tehnike retencioniranja, infiltracije u podzemlje, evaporaciju i filtraciju kod projektiranja [17].

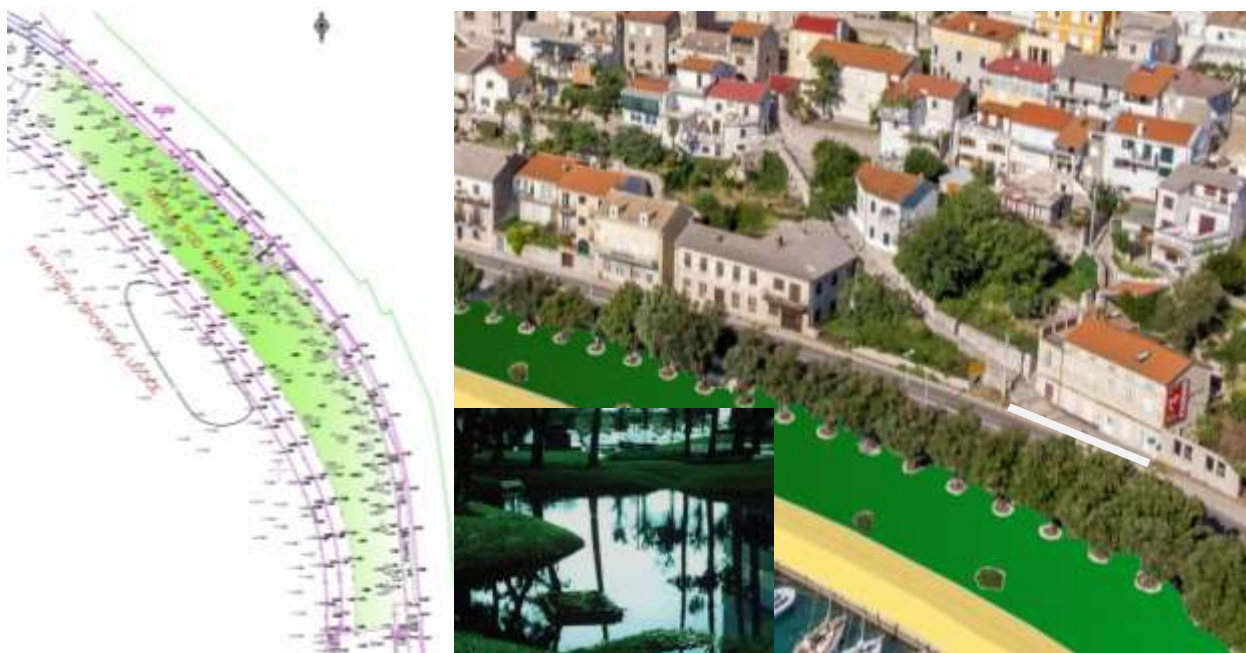
Oborinske vode iz stare jezgre grada na području 1. prema shemi mogućeg rješenja odvodnje prikazane na slici 45. bi se sakupljale u kanalu sa rešetkama na dnu stuba te

cjevovodom ispod prometnice odvele u kišni vrt- retenciju, a površinske vode s prometnice u infiltracijske žardinjere iz kojih bi se višak vode proveo u kišni vrt gdje bi se u ovom slučaju infiltrirala voda u more.



Slika 45: Shema mogućeg rješenja odvodnje oborinskih voda stare jezgre grada [18]

Prostor integriranja kišnog vrta sa šetnicom mogao bi zauzimati prostor obale Pod Baran koji pripada pod upravom grada Novi Vinodolski i sadašnji nogostup cca 2500 m<sup>2</sup> prostora na slici dolje prostor označen zelenom bojom.



Slika 46: Situacija i snimak iz zraka prostora Pod Barana s označenim prostorom integriranja

U bliskoj budućnosti izgradnjom zaobilaznice moguća bi bila i rekonstrukcija magistralne glavne ceste od kružnog toka do ulaza u luku u smislu da se jedan trak

koristi za jednosmjerni promet smanjene brzine, a da drugi služi kao dio biciklističke staze, šetnice... Za primjer možemo uzeti rješenje grada Kopra iz susjedne nam države Slovenije koji je projektom Organiziranog povlačenja obalne državne ceste Koper-Izola i prenamjenom korištenja obale prema održivosti u tri faze, treća faza se završava osigurao:

- modernu cestovnu vezu između gradova Kopra i Izole u sklopu državne brze ceste Koper (Slavček)-Lucija,
- preuredio degradirano obalno područje u poželjno i zanimljivo, zeleno rekreacijsko područje, uklopljeno s mrežom zaštićenih područja Rezervata prirode Škocjanski zatok i Pejzažnog parka Strunjan,
- osigurao prirodno uređenje otporno na sadašnje i buduće klimatske promjene.[19]



Slika 47: Biciklistička staza i šetnica uz obalu, atraktivno rekreacijsko područje koje je vrlo popularno [19]



## 6.2. Područje 3

Uređenjem bujičnog vodotoka Novljanske Ričine predio područja 3. spomenutog u prethodnom naslovu će se zaštititi od poplava nastale izlijevanjem predmetnog vodotoka iz korita.

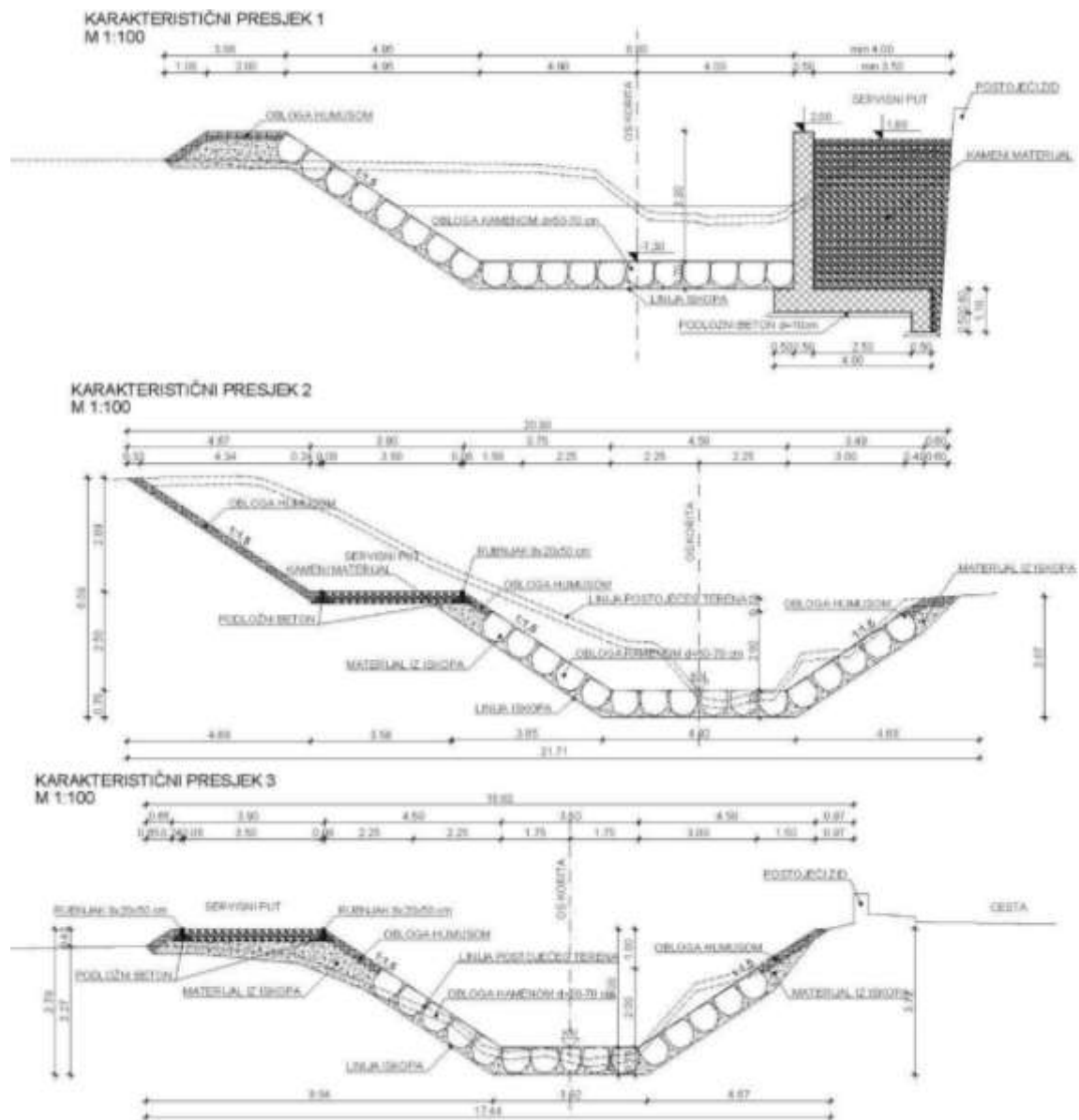
Na situaciji - slici 48. vidimo područje 3. uz trgovačke centre Plodine i Tommy koje je obuhvaćeno projektom uređenja vodotoka, gdje će se korito proširiti i produbiti, izvesti će se novi potporni zid, odmaknut od postojećeg sa servisnom cestom (detalji vidljivi na karakterističnom presjeku 1 – slika 49.) i urediti će se postojeći ispusti sa žabljim poklopcima.



Slika 48: Situacija na geodetskoj podlozi (dionica 0+330.00 – 0+70.00) [5]

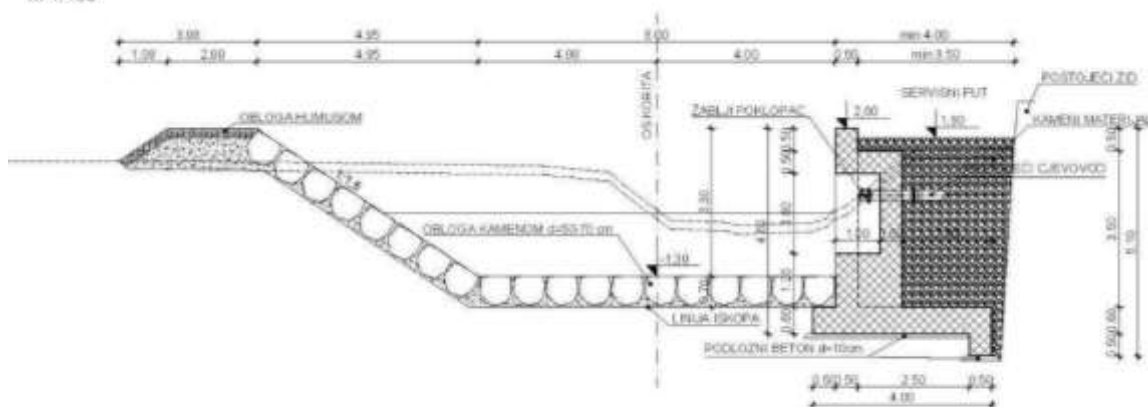
Samom realizacijom projekta uređenja vodotoka koje je u tijeku, regulirati će se korito, proširiti i produbiti, izvesti će se na lijevoj obali armirano betonski potporni zidovi, na desnoj obali nadvišenja postojećih obala, s ciljem sigurne evakuacije vodnog vala u 50 g. povratnog perioda. Isto tako predviđena je izvedba servisne ceste za pristup vodotoku, rekonstrukcija postojećih ispusta i izvedba pješačkog mosta koji bi povezivao lijevu i desnu obalu.

Regulacija korita sastoji se od proširenja korita nizvodno planirane širine dna korita do 8,0 m i dovoljne dubine da se osigura plovnost te će se linearno uzvodno smanjivati na 5,0 m. Korito će biti trapeznog oblika s nagibom pokosa 1:1,5, obala i dno korita će se obložiti kamenom oblogom  $d = 70$  cm, zračna strana nasipa će se humusirati osim dijelova gdje su predviđeni armiranobetonski potporni zidovi (slike 49 i 50).

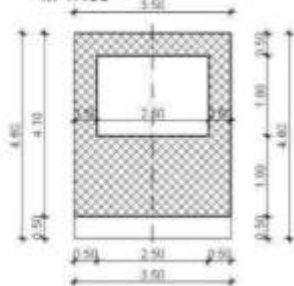


Slika 49: Karakteristični poprečni presjeci uređenja vodotoka Suha Ričina [ 5]

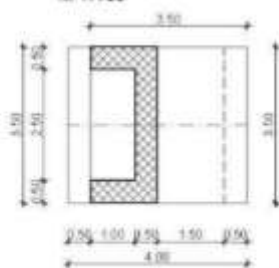
KARAKTERISTIČNI PRESJEK  
KROZ ISPUST  
M 1:100



PRESJEK 1-1  
M 1:100



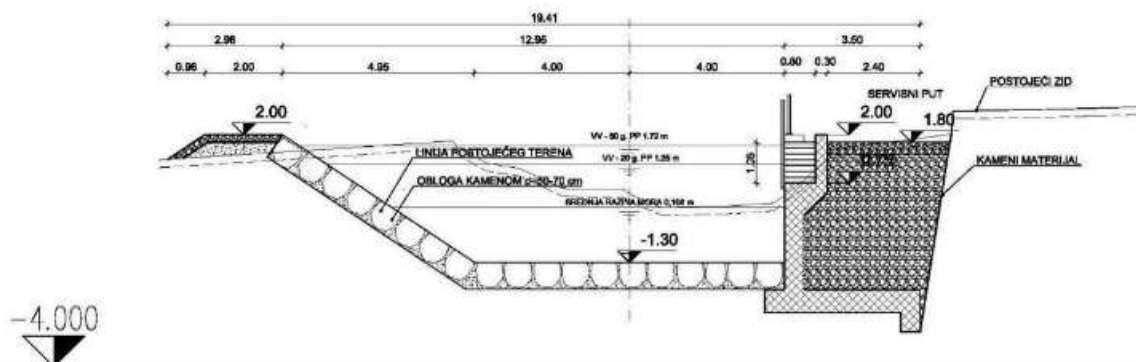
PRESJEK 2-2  
M 1:100



TLOCRT ISPUSTA  
M 1:100



KARAKTERISTIČNI PRESJEK ZIDA ZA PRISTUP BRODICA  
M 1:100



Slika 50: Karakteristični poprečni presjeci uređenja vodotoka Suha Ričina [5]

Na gradu ili javnoj službi koja je nadležna za održavanje kanala oborinskih voda je da ih redovito održavaju, te spomenuti odvodni kanal u prethodnom naslovu (slike 38 i 39) dovedu u stanje za koje je namijenjeno, raskrče, očiste i rekonstruiraju sam kanal.

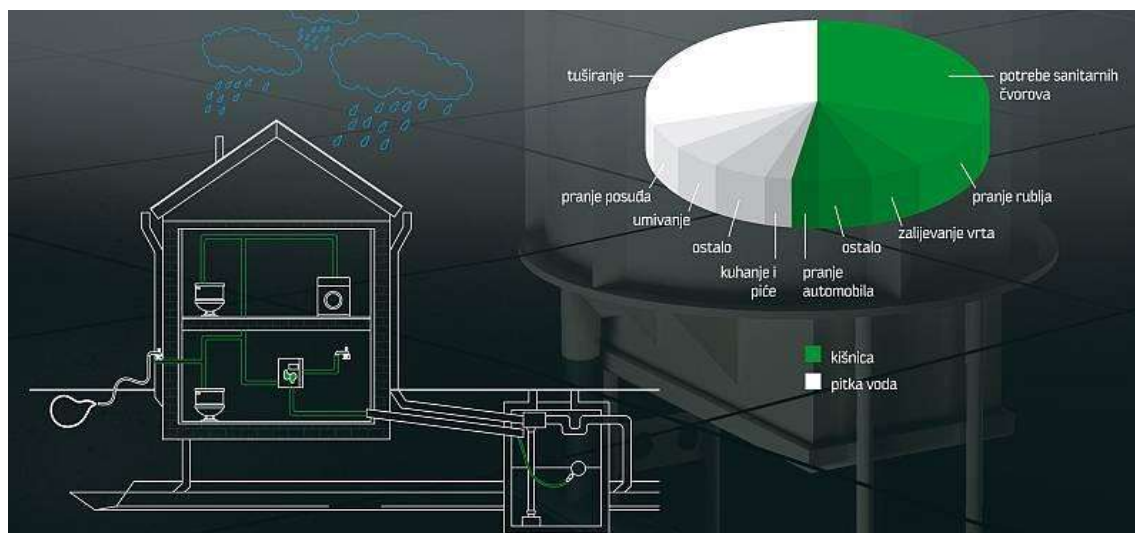
### 6.3. Ostale mogućnosti prilagodbe

Socijetalnim mjerama, governancama Grad Novi Vinodolski treba građane poticati da se brinu za okoliš, usmjeravati ih kako da se sami zaštite od utjecaja klimatskih promjena, održavanjem radionica, dijeljenjem letaka, brošura- vodiča, osiguranjem pomoći pri provođenju nekih mjera i sl. Primjere koje grad može dijeliti je izrađeni vodič: Vodič za građane – zaštita od bujičnih poplava ili letak: Jačanje otpornosti obala Jadrana (<https://adriadapt.eu/hr/guideline-category/vodici/>).

Grad Novi Vinodolski je manji gradić sa manjim naseljima oko njega gdje su većinom individualne stambene građevine sa okućnicom. Kod izgradnje novih kuća uređenje okućnice i način zbrinjavanja oborinskih voda mora se definirati projektom (prema regulativi i propisima) za dobivanje građevinske te tako i izvesti da bi se dobila uporabne dozvola. Problem su postojeće preizgrađene parcele, s vrlo malo visokog zelenila (jer im lišće pada), velikim betonskim terasama po terenu, stazama i parkirnim mjestima, gdje odvodnja oborinskih voda s krovova i terasa nije riješena, većinom ilegalno se upušta u sustav kanalizacije koji nije predviđen za to ili na javne prometnice.

Jeftinim rješenjima uz osvještavanje građana možemo ublažiti posljedice klimatskih promjena: poplave, vrućine, suše i toplinskih udara, osiguranjem samoniklog bilja u dijelu vrta, vodopropusnim pokrovima za staze i parkirališta, zelenim krovovima, prikupljanjem kišnice, vrtnim ustavima i branama, vrtnim kompostiranjem, kišnim vrtovima, očuvanjem postojećih stabala i sadnjom novih...

Primjer: Izgradnjom sustava odvodnje otpadnih voda (aglomeracija Novi Vinodolski) većina kuća je danas spojena na sustav, a do jučer je koristila septičke jame. Danas te septičke jame možemo očistiti, rekonstruirati te ih koristiti (slika 51) kao vodospreme za kišnicu koju možemo koristiti za zalijevanje vrta, pranje auta, terasa i sl.



Slika 51: Sakupljač kišnice [20]

Mogući daljnji odgovori na klimatske promjene Grada Novog Vinodolskog su integralnim rješenjima, zelenom infrastrukturom, rješenjima temeljena na prirodi za ljudsku dobrobit i poboljšanu kvalitetu života.

Zelena infrastruktura pruža više mogućnosti i pogodnosti na istom prostoru, od ambijatalnih, društvenih i ekonomskih. Njome možemo sivu tradicionalnu infrastrukturu upotpuniti.

Prirodnom sposobnošću vegetacije i tla da zadržava i apsorbira vodu koristimo je za smanjenje količine oborinskih voda kao na prethodnim primjerima. Osim toga može služiti za povećano vezivanje ugljika, poboljšanu kvalitetu zraka, smanjenju gradskih toplinskih otoka, kao dodatni prostori za rekreaciju ili staništa divljih životinja. [21]

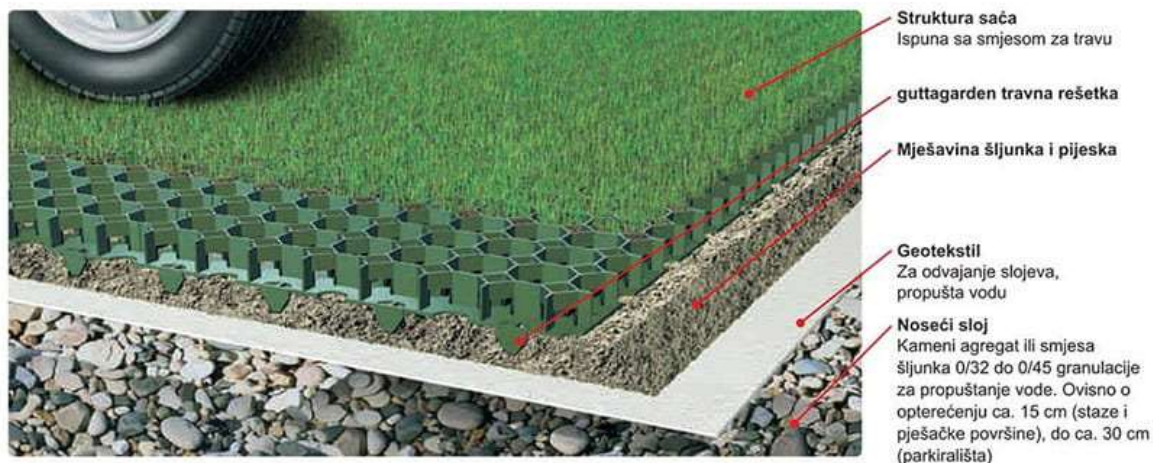
Sve izraženije klimatske promjene uzrokuju osim poplava, sušu uslijed dužih vremenskih perioda bez oborina pogotovo ljeti, prebrzo otjecanje vode s gradskih ulica, trgova, parkirališta, krovova i sl., te velike temperaturne oscilacije.

Tako jedno od rješenja prilagodbe grada Novog može biti i rekonstrukcija postojećeg glavnog gradskog parkirališta u centru grada, ali i primjer za izvedbu daljnjih novih parkirališta. Planiranjem zelenih propusnih površina na parkirališnom prostoru prikazano na slici 52. poboljšala bi se kvaliteta zraka, povećao upojni prostor (apsorpcija i infiltracija), te stvorila povoljna mikroklima koja bi smanjila nastajanje toplinskih otoka za velikih vrućina. Ovim rješenjem bi se povećao zeleni prostor u samom centru za cca 1800 m<sup>2</sup>.



Slika 52: Moguće integralno rješenje za parkiralište u Novom Vinodolskom

Jednostavno, jeftinije rješenje izvedbe travnatog parkinga prikazano je u presjeku na slici 53. Mogu se osim prikazanih strukturnih saća koristiti betonske travnate rešetke.



Slika 53: Shema postavljanja travnatog parkinga od strukturnih saća  
(<https://guttashop.hr/guttagarden-travna-resetka>)

Veća rekonstrukcija mogla bi obuhvaćati izvedbu zadržavanja vode u podzemnim tankovima koja bi služila za zalijevanje i napajanje ozelenjenog parkirališta.

## 7. ZAKLJUČAK

U posljednja desetljeća globalna se klima uvelike promijenila što utječe na ljudsko društvo i prirodu koja ga okružuje. Posljedice klimatskih promjena su povećani rizik od poplava i suša, topljenje ledenjaka, povećanje razine mora, gubitak bioraznolikosti, prijetnje ljudskom zdravlju i održivi razvoj.

Početnu tezu ugroženosti grada Novog Vinodolskog zbog očekivanog rasta razine mora provedenom analizom se osporilo. Grad nije značajno ugrožen predviđenim porastom razine mora i neće izazvati veća plavljenja površina i infrastrukture. Zaključak je da se u ekstremnim uvjetima ispred obale Pod Baran izgradnjom marine sa sekundarnim lukobranom i produženjem postojećeg lukobrana može pojaviti značajni val do 0,30 m. Maksimalna razina mora zabilježena je +1,27 m, a očekivani ekstrem za 2100 godinu je +1,87 m (podizanje za 60 cm). Uočeno je da dolazi do plavljenja dijela obale pri max. razini mora, a cijele obale Pod Baran za očekivani ekstrem. Utjecaj će biti na uspor Suhe Ričine.

Ustanovljena tri ugrožena poplavna područja grada Novog Vinodolskog su najniži dijelovi grada koji su u zadnjem stoljeću nasipavanjem oduzeti moru ili donjem toku-ušću Suhe Ričine.

Za područje 1. proveden je proračun maksimalnih protoka oborinskih voda okvirnog sliva stare jezgre grada racionalnom metodom. Za predmetni sliv izračunat je maksimalni protok od oko 2,60 m<sup>3</sup>/s za povratni period od 10 godina. Značajni dio tog protoka otječe prema području 1. i uzrokuje plavljenje u najnižem dijelu.

Nužna je rekonstrukcija postojeće oborinske odvodnje na magistrali ugradnjom odgovarajućeg sigurnosnog preljeva sa separatorom koji bi osigurao odvodnju oborina sa prometnice i za vrijeme naglih i intenzivnih kiša. Isto tako u donjem dijelu stubišta koji vodi iz stare jezgre grada na prometnicu treba izvesti linijski kanal sa rešetkom i spojiti ga na oborinsku kanalizaciju. U slučaju neadekvatnog rješenja voda sa preljeva bi se mogla preko separatora direktno ispuštati u more. Ponuđena je i opcija integralnih rješenja ugradnjom infiltracijskih žardinjera uz prometnicu, te integriranja kišnog vrta- retencije sa šetnicom na prostoru obale Pod Baran.

Za područje 2. nije rađen proračun, već su predložene mjere za vidljivi kritični dio najnižeg dijela konveksnog dijela ceste ugradnjom odgovarajuće linijske odvodnje.

Na području 3. u planu izvođenje uređenja korita bujičnog vodotoka Suhe Ričine proširenjem i produbljivanjem korita, a ovim radom predložena je izvedba retencije u neurbanom dijelu gornjeg slivnog područja toka. Retencijom se želi smanjiti nagli dotok na ugroženo područje u donjem toku. Proračunom max. protoka racionalnom metodom za profil I-I dobiveni su rezultati max. protoka za određene povratne periode i izvršena je usporedba protoka sa i bez retencije. U proračun je uzet izlazni protok iz retencije  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dobivenom analizom dokazao se pozitivan učinak retencije na smanjenje max. protoka. Primjer na proračunu za povratni period od 20 godina max. protok  $Q_{20} = 159.02 \text{ m}^3/\text{s}$  bez retencije bi se smanjio za  $41.67 \text{ m}^3/\text{s}$  na max. protok sa retencijom od  $Q_{20} = 117.35 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Ono što je uočeno terenskim pregledom ugroženih područja je zapuštenost i neodržavanje postojećih odvodnih kanala i rešetki, te se naglasak daje na važnosti redovitog održavanja i saniranja.

Klimatske promjene uzrokuju osim poplava, sušu (pogotovo ljeti), prebrzo otjecanje vode s gradskih ulica, trgova, parkirališta i krovova, te velike temperaturne oscilacije. Osnovne odgovore na ove probleme možemo naći u integralnim rješenjima zelenom infrastrukturuom. Sposobnosti vegetacije i tla da zadržava i apsorbira vodu: smanjenjem štetnih utjecaja oborinskih voda, povećanjem podzemnih zaliha voda, te skupljanjem za kasniju upotrebu. Zelena infrastruktura smanjuje udio  $\text{CO}_2$ , poboljšava kvalitetu zraka, smanjuje gradske toplinske otoke...

Velika važnost grada Novi Vinodolski treba biti usmjerena na osvješćivanju i upućivanju građana, poticati ih da se brinu za okoliš, usmjeravati ih kako da se sami zaštite od utjecaja klimatskih promjena, održavanjem radionica, dijeljenjem letaka i osiguranjem pomoći.



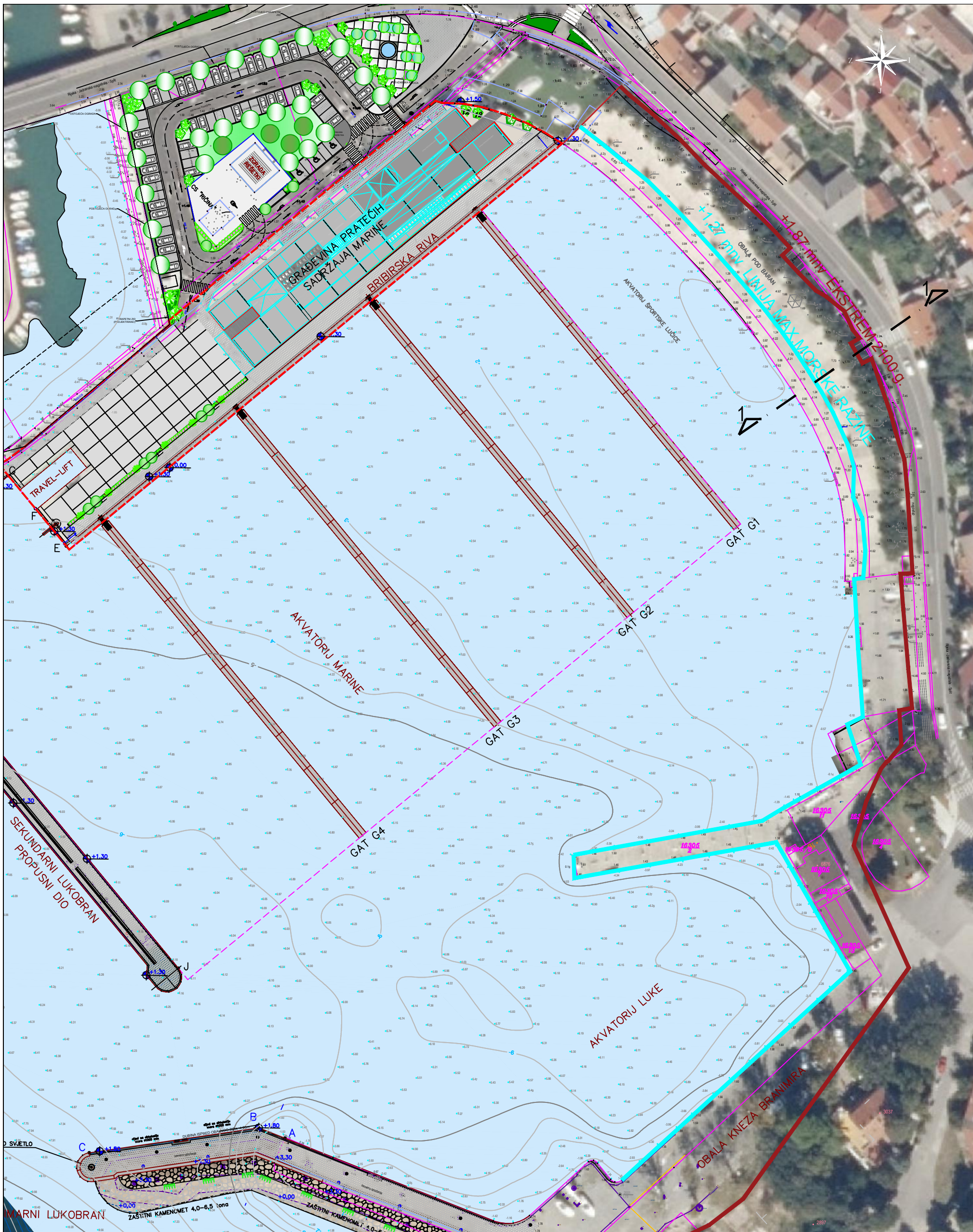
## 8. LITERATURA

- [1] Izvještaj o procijenjenim mjerama prilagodbe k.p. u ranjivim sektorima
- [2] Prilagodbe klimatskim promjenama u Republici, Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu. NN46/2020. Preuzeto sa: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020\\_04\\_46\\_921.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_04_46_921.html).
- [3] PAP/RAC (2021) „Priručnik za jačanje otpornosti obala Jadrana“, INTERREG AdriAdapt projekt, Split.
- [4] *Plan upravljanja obalnim područjem Grada Kaštela*, Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split, 2019.
- [5] *Elaborat zaštite okoliša, Uređenje vodotoka Novljanske Ričine u Novom Vinodolskom*, EKONERG – Institut za energetiku i zaštitu okoliša d.o.o., Zagreb, 2019.
- [6] Primorsko-goranska županija: *Gradovi i općine*, <https://www.pgz.hr/ozupaniji/gradovi-i-opcine/>, pristup 22.05.2022.
- [7] Grad Novi Vinodolski: *Strategija razvoja Grada Novog Vinodolskog 2015. – 2020.*, <https://novi-vinodolski.hr/wp-content/uploads/2019/12/Strategija-razvoja-Grada-Novog-Vinodolskog-2015-2020.pdf>, pristup 22.05.2022.
- [8] *Elaborat zaštite okoliša, Sustav odvodnje otpadnih voda - aglomeracije Novi Vinodolski, Crikvenica i Selce*, Institut IGH d.d., Kukuljanovo, 2016.
- [9] Web aplikacija: *Geološka karta Hrvatske 1:300.000*, <http://webgis.hgi-cgs.hr/gk300/default.aspx>, pristup 24.05.2022.
- [10] *Prostorni plan uređenja Grada Novi Vinodolski* (Sl. novine PGŽ br. 55/06)
- [11] *Izješće o stanju u prostoru Grada Novog Vinodolskog za razdoblje od 2016. do 2020. godine* (Sl. novine PGŽ br. 5/22)
- [12] Hrvatske vode, *Geoportal Hrvatskih voda*, <https://preglednik.voda.hr/gis-web/rest/services/short/iY4>, pristup 06.06.2022.
- [13] [https://www.novolist.hr/storage/images/media/images/img\\_1214/113018\\_24-1-cro-HR/IMG\\_1214.jpg](https://www.novolist.hr/storage/images/media/images/img_1214/113018_24-1-cro-HR/IMG_1214.jpg)), pristup 02.07.2022.
- [14] Ružić I. *Vježbe iz kolegija Hidrotehničke građevine urbanih područja*, Građevinski fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci
- [15] Gajić-Čapka M., Ožanić N., i Krvavica N. (2014). 'ESTIMATION OF MAXIMUM SHORT-TERM PRECIPITATION OVER THE RIJEKA REGION', *Electronic Journal*



- of the Faculty of Civil Engineering Osijek-e-GFOS, 5(9), str. 49-59.  
<https://doi.org/10.13167/2014.9.6>, pristup 10.09.2022.
- [16] Novinet.hr, *U Novom ceste poput bazena*, <https://www.novinet.hr/objava/u-novom-prometnice-poput-bazena->, pristup 02.07.2022.
- [17] [https://www.pula.hr/site\\_media/media/typo3/fileadmin/sadrzaji/dokumenti/Sjednice GV 2009-2013/19. sjednica GV/Sustav odvodnje oborinskih voda.pdf](https://www.pula.hr/site_media/media/typo3/fileadmin/sadrzaji/dokumenti/Sjednice_GV_2009-2013/19._sjednica_GV/Sustav_odvodnje_oborinskih_voda.pdf), pristup 12.08.2022.
- [18] Penić H. *Integralni koncept odvodnje urbanih oborinskih voda u krškim područjima*: diplomski rad [Diplomski rad]. Split: Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije; 2016,  
<https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:668560>, pristup 13.08.2022.
- [19] Adriadapt.eu,<https://adriadapt.eu/hr/https://adriadapt.eu/hr/case-studies/organizirano-povlacenje-obalne-drzavne-ceste-koper-izola-i-prenamjena-koristenja-obale-prema-odrzivosti-2/>, pristup 16.08.2022.
- [20] Emajstor.hr, *Štedimo vodu: sakupljač kišnice*,  
[https://www.emajstor.hr/clanak/158/Stedimo vodu sakupljac kisnice](https://www.emajstor.hr/clanak/158/Stedimo_vodu_sakupljac_kisnice), pristup 16.08.2022.
- [21] <https://www.eea.europa.eu/highlights/can-nature-help-reduce-the>, pristup 23.08.2022.

## 9. GRAFIČKI PRILOZI

- |   |            |
|---|------------|
| 1. TLOCRT PODRUČJA LUKE NOVI VINODOLSKI,  | M 1:1000   |
| 2. POPREČNI PRESJEK 1-1,  | M 1:200    |
| 3. PODRUČJE 1. -SLIV,   | M 1:1500   |
| 4. SITUACIJA I SNIMAK IZ ZRAKA PODRUČJA OBALE<br>POD BARANA, INTEGRIRANJE KIŠNOG VRTA SA ŠETNICOM | M 1:1000   |
| 5. SLIV NOVLJANSKE SUHE RIČINE  | M 1:25 000 |

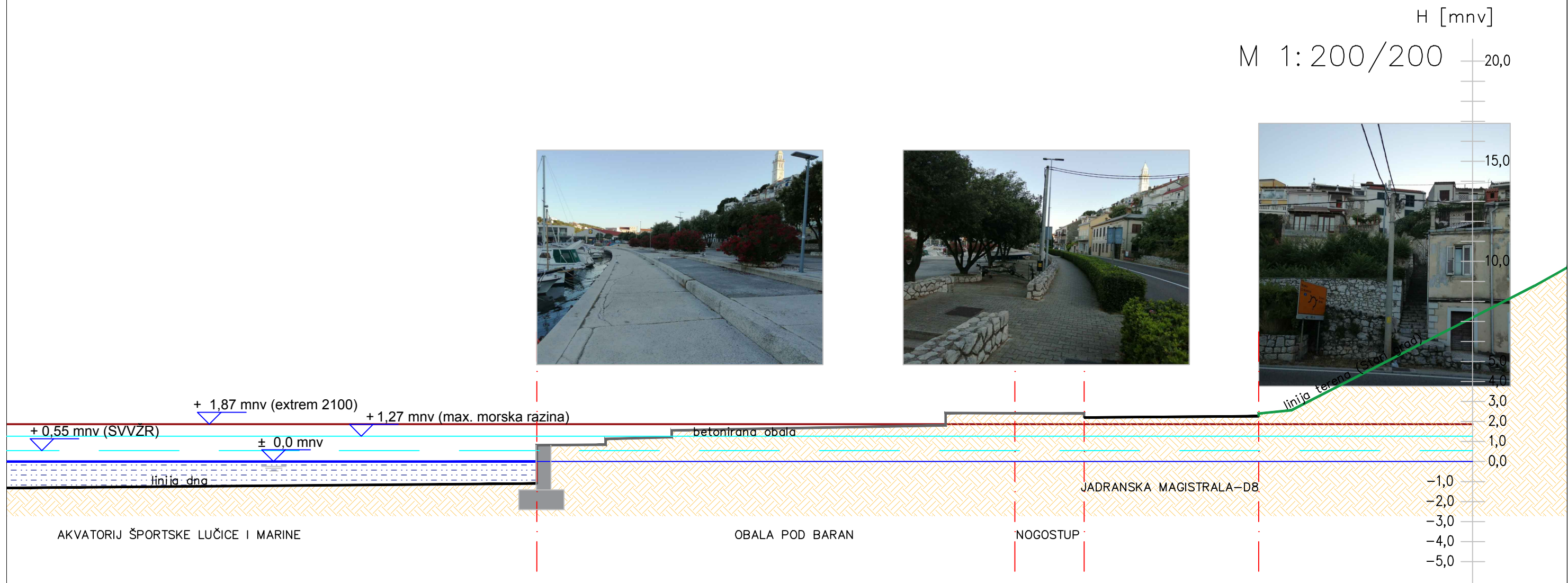


**LEGENDA:**

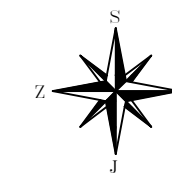
|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
|  | +1,27 mnv -LINIJA MAX.MORSKE RAZINE |
|  | +1,87 mnv -LINIJA EKSTREM 2100 g.   |

|   |  |   |                     |            |
|---|--|---|---------------------|------------|
| <b>G</b><br><b>F</b>  |  | <b>GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI</b>                     |                     |            |
| Diplomski rad<br><b>UGROŽENOST I MOGUĆNOSTI<br/>         PRILAGODBE GRADA NOVOG<br/>         VINODOLSKOG ZA PREDVIĐENE<br/>         KLIMATSKJE PROMJENE</b> |  | Sadržaj nacрта:<br>TLOCRT PODRUČJA LUKE NOVI<br>VINODOLSKI            |                     |            |
| Student:<br><b>Karolina Mihelčić</b>  |  | Kolegij: <b>HIDROTEHNIČKE<br/>         GRAĐEVINE URBANIH PODRUČJA</b> |                     |            |
| Mentor:<br><b>doc.dr.sc.Igor Ružić dipl.ing.građ.</b>   |  | Datum:<br>Rujan, 2022.  | Mjerilo:<br>1: 1000 | List:<br>1 |

# POPREČNI PRESJEK 1-1

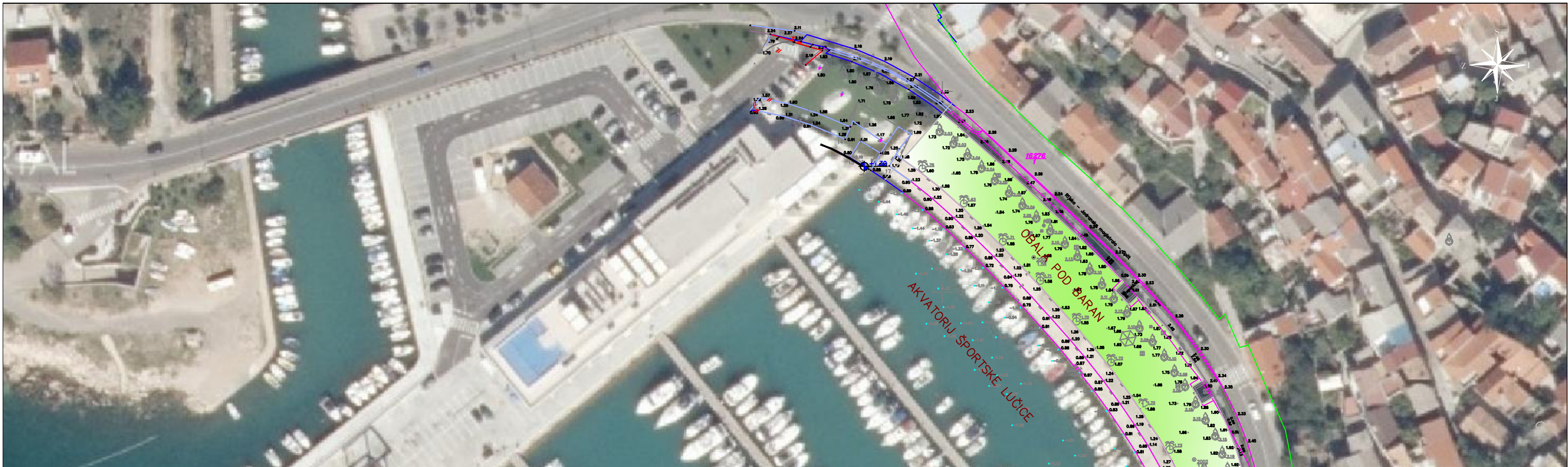


|  |  |                        |  |   |  |            |  |
|--|--|------------------------|--|---|--|------------|--|
| <b>G</b><br><b>F</b>   |  |                        |  | <b>GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI</b>                     |  |            |  |
| Diplomski rad<br><b>UGROŽENOST I MOGUĆNOSTI<br/>         PRILAGODBE GRADA NOVOG<br/>         VINODOLSKOG ZA PREDVIĐENE<br/>         KLIMATSKE PROMJENE</b> |  |                        |  | Sadržaj nacрта:<br>POPREČNI PRESJEK 1-1                               |  |            |  |
| Student:<br><b>Karolina Mihelčić</b>   |  |                        |  | Kolegij: <b>HIDROTEHNIČKE<br/>         GRAĐEVINE URBANIH PODRUČJA</b> |  |            |  |
| Mentor:<br>doc.dr.sc.Igor Ružić dipl.ing.građ.   |  | Datum:<br>Rujan, 2022. |  | Mjerilo:<br>1: 200  |  | List:<br>2 |  |



- LEGENDA:
- GRANICA SLIVA
  - DIONICA TOKA

|   |                        |  |            |
|---|------------------------|--|------------|
| <b>G</b><br><b>F</b> GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI   |                        |  |            |
| Diplomski rad<br>UGROŽENOST I MOGUĆNOSTI<br>PRILAGODBE GRADA NOVOG<br>VINODOLSKOG ZA PREDVIĐENE<br>KLIMATSKE PROMJENE |                        | Sadržaj nacрта:<br>PODRUČJE 1- SLIV                  |            |
| Student:<br>Karolina Mihelčić   |                        | Kolegij: HIDROTEHNIČKE<br>GRAĐEVINE URBANIH PODRUČJA |            |
| Mentor:<br>doc.dr.sc.Igor Ružić dipl.ing.građ.  | Datum:<br>Rujan, 2022. | Mjerilo:<br>1: 1500                                  | List:<br>3 |



|  |  |                        |   |            |  |
|--|--|------------------------|---|------------|--|
| <b>G</b><br><b>F</b>   |  |                        | <b>GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI</b>   |            |  |
| Diplomski rad<br><b>UGROŽENOST I MOGUĆNOSTI<br/>         PRILAGODBE GRADA NOVOG<br/>         VINODOLSKOG ZA PREDVIĐENE<br/>         KLIMATSKE PROMJENE</b> |  |                        | Sadržaj nacрта:<br>SITUACIJA I SNIMAK IZ ZRAKA PROSTORA<br>OBALE POD BARAN<br>INTEGRIRANJE KIŠNOG VRTA SA<br>ŠETNICOM |            |  |
| Student:<br><b>Karolina Mihelčić</b>   |  |                        | Kolegij: <b>HIDROTEHNIČKE<br/>         GRAĐEVINE URBANIH PODRUČJA</b>   |            |  |
| Mentor:<br>doc.dr.sc.Igor Ružić dipl.ing.građ.   |  | Datum:<br>Rujan, 2022. | Mjerilo:<br>1: 1000   | List:<br>4 |  |



**SLIVNA CJELINA 2**  
 $A_2 = 7,93 \text{ km}^2$

$L_2 = 2910 \text{ m}$

**RETENCIJA**

$H_2 = 40 \text{ mnv}$

**SLIVNA CJELINA 1**  
 $A_1 = 13,65 \text{ km}^2$

$L_1 = 4155 \text{ m}$

$H_{\text{min}} = 0,0 \text{ mnv}$

- LEGENDA:**
- GRANICA SLIVA I SLIVNIH CJELINA
  - VODOTOCI
  - RETENCIJA
  - I, II  II PROFILI
  - IZVOR

|  |  |              |
|--|--|--------------|
| <b>G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI</b>  |  |              |
| Diplomski rad  | Sadržaj nacрта:  |              |
| <b>UGROŽENOST I MOGUĆNOSTI PRILAGODBE GRADA NOVOG VINODOLSKOG ZA PREDVIĐENE KLIMATSKE PROMJENE</b> | SLIV NOVLIANSKE RIČINE                                   |              |
| Student:   | Kolegij: <b>HIDROTEHNIČKE GRAĐEVINE URBANIH PODRUČJA</b> |              |
| Karolina Mihelčić  | Datum:   | Mjerilo:     |
| Mentor:  | doc.dr.sc.Igor Ružić dipl.ing.građ.                      | Rujan, 2022. |
|  |  | List:        |
|  |  | 5            |