

# Zelena infrastruktura poluotoka Pelješca

---

**Baletić, Doria**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:135792>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-10**



*Repository / Repozitorij:*

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

# **ZAVRŠNI RAD**

**DORIA BALETIĆ**

**Split, 2020.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

## **Zelena infrastruktura poluotoka Pelješca**

**Završni rad**

**Split, 2020.**

## **Zelena infrastruktura poluotoka Pelješca**

### ***Sažetak:***

U radu se opisuje zelena infrastruktura sa svojim prednostima i manama. Poseban fokus je na krškom području poluotoka Pelješca čija priroda i okoliš predstavljaju izvrstan temelj za zelenu infrastrukturu, plansko građenje i zbrinjavanje oborinskih voda. Zelena infrastruktura pruža bolji životni standard i osigurava simbiozu s prirodom.

### ***Ključne riječi:***

Zelena infrastruktura, poluotok Pelješac, zbrinjavanje oborinske vode, plansko građenje

## **Green infrastructrue of peninsula Pelješac**

### **Abstract:**

This paper discusses green infrastructure and its advantages and disadvantages. Main focus is on karst area of peninsula Pelješac in south od Croatia. Peninsula Pelješac and its wilderness is excellent base for green infrastructrue, planning construction and stormwater managment. Green infrastructrue provides better living standard and insures symbiossis with nature.

### **Keywords:**

Green infrastructrue, peninsula Pelješac, stormwater managment, construction planning

*Zahvaljujem mentoru prof.dr.sc Juri Margeti, na iskrenim savjetima i pomoći pri pisanju ovog rada.*

*Hvala mojoj obitelji na velikoj podršci tijekom studiranja.*

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

Split, Matice hrvatske 15

**STUDIJ: PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: DORIA BALETIĆ

BROJ INDEKSA: 4354

KATEDRA: **Katedra za gospodarenje vodama i zaštitu voda**

PREDMET: Vodoopskrba i kanalizacija

## **ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

Tema: Zelena infrastruktura poluotoka Pelješca

Opis zadatka: Kandidatkinja će ukratko opisati značajke i primjenu zelene infrastrukture u odvodnji oborinskih voda nekog naselja temeljem brošure koja joj je dana te drugih materijala koji se mogu naći na Internetu, biblioteci, predavanjima, itd., a sve u skladu s navedenim sadržajem.

Na kraju će temeljem priloga koji joj je dostavljen, opisati proces rada, prednosti i nedostatci primjene u krškim područjima Hrvatske, recimo na Pelješcu.

U Splitu, 04.04.2020.

Voditelj Završnog rada: Jure Margeta

## SADRŽAJ:

1. UVOD .....	6
2. PLANIRANA GRADNJA .....	9
3. URBANI VODNI SUSTAVI.....	10
4. SUSTAVI ODVODNJE .....	13
4.1. KLASIČNA IZGRADNJA .....	15
4.1.1. ELEMENI KLASIČNE IZGRADNJE .....	15
4.2. ODRŽIVA ODVODNJA I INTEGRALNI PROCES .....	17
4.2.1. SUSTAVI ODRŽIVE ODVODNJE.....	18
5. KRŠKI RELJEF KAO PRIJEMNIK OBORINSKIH VODA .....	21
6. UTJECAJ ZELENE INFRASTRUKTURE.....	24
6.1. SOCIJALNI ( DRUŠTVENI ) FAKTOR .....	24
6.2. EKONOMSKI FAKTOR.....	25
6.3. PRIRODA I OKOLIŠ .....	25
7. UTJECAJ ZELENE INFRASTRUKTURE NA PELJEŠAC .....	26
7.1. SOCIJALNI (DRUŠTVENI ) FAKTOR .....	27
7.2. EKONOMSKI FAKTOR.....	27
7.3. PRIRODA I DRUŠTVO.....	28
8. PREPORUKE ZA ŽUPU PELJEŠKU .....	29
9. ZAKLJUČAK.....	30
10. LITERATURA .....	31

# 1. UVOD

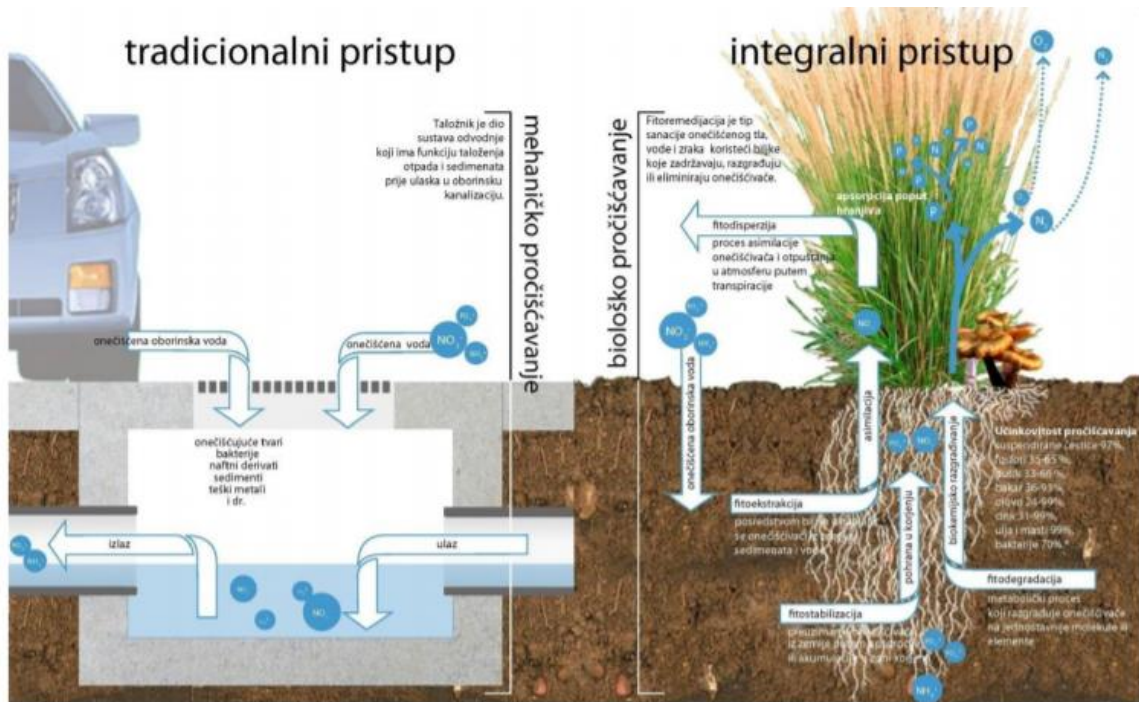
Zelena infrastruktura je široki pojam koji nema točnu definiciju. Poseban naglasak jest na planiranoj gradnji i očuvanju prirode i okoliša. Najveći fokus jest na iskorištavanju vodnih resursa koji su došli na Zemlju / u okoliš putem kiše i pljuskova. Potrebno je naglasiti da određene organizacije i skupine ljudi zelenu infrastrukturu tumače na drukčiji način, ovisno o publici kojoj se prezentira.

Zelena infrastruktura je globalni pokret koja može uvelike poboljšati životne uvjete određene regije, područja i sredine. Pokret obuhvaća sve zelene površine određenog područja: šume, polja, močvare, livade, parkovi... Sve nabrojeno se uvrštava u prirodnu zelenu infrastrukturu koja osigurava: kisik, čisti zrak, čistu vodu, zaštitu od poplava, ali i osigurava zdravlje ljudi i mogućnost rekreacije.

Ovaj pokret je nastao kao odgovor na veliki i često nekontrolirano širenje gradova i uništavanje prirodnog okoliša. Takav oblik gradnje je doveo do smanjenja lokalnih prirodnih resursa, ugrožavanja održivosti življenja i pogoršanja standarda življenja. Posljedice se odnose na ekonomiju, okoliš i društvo u cjelini. Glavni problem je uništavanje prirodnog pokriva zemljišta i time biocenoze i promjene u kruženju vode, u lokalnom hidrološkom ciklusu. Infrastruktura koja najviše utječe na hidrološki ciklus je sustav odvodnje oborinskih i površinskih voda izgrađenih sredina. Sustav odvodnje zamjenjuje lokani prirodni sustav odvodnje kako bi zaštitio izgrađenu sredinu od poplava. Oborinska odvodnja sakuplja lokalne površinske vode i ubrzano zatvorenim sustavom odvodi ih iz izgrađenih sredina do mjesta gdje se ispuštaju u vodne resurse. Takvim načinom odvodnje voda mijenja lokalni hidrološki ciklus, osiromašuje tlo i podzemne vode s vodom. Uz to oborinske vode izgrađenih sredina ispiru onečišćenje i transportiraju ga sustavom odvodnje u nizvodne vodne resurse gdje ugrožavaju život u vodama i upotrebljivost voda.

Cilj zelene izgradnje i infrastrukture je osigurati zaštitu okoliša, bolje ekonomske prilike i podići razinu života sa minimalnom reorganizacijom života, uporabom i razvojem eko – vozila i korištenjem obnovljivih izvora energije.





**SLIKA 1.** Tradicionalna odvodnja i zelena infrastruktura

Za razliku od klasičnog pristupa odvodnji oborinske vode, u obliku betona i sklopa isprepletenih cijevi, pristup zelene infrastrukture uvelike omogućava velebne prizore zelenih površina i u napućenim gradovima, Slika 1.

Održivost voda i pravilne zelene infrastrukture se očituje u što manjoj razlici između količine i kvalitete vode za korištenje i obrađene vode koja se vraća u ponovni ciklus za korištenje. Zelena infrastruktura oponaša prirodni ciklus odvodnje vode i sve njene prirodne funkcije u izgrađenom okolišu. Zato zelena infrastruktura mora sličiti prirodnom okolišu prostora na kojem se realizira/građi. Prirodni okoliš nekog područja i njen hidrološki ciklus određuje lokalna klima, prije svega oborine i evapotranspiracija, te topografske i hidrogeološke značajke prostora, nagib terena, infiltracija vode u podzemlje i značajke podzemlja u odnosu na kretanje i zadržavanje vode.

Prostor Dalmacije je krško područje karakteristično s velikom propusnošću terena, ali s dovoljno oborina i blagom temperaturom te je kao takovo područje pogodno za razvoj biljaka i životinja. No, problem se javlja zbog pukotina i nemogućnosti zadržavanja vode u tlu i brzog otjecanja u more. Otjecanjem se ispiru i otapaju suspenzije, kemijske i biološke tvari, koje se dalje prenose do mora ili nekog drugo recipijenta. U gradovima ispiru se nečistoće i opasne tvari. Raslinje nema dovoljno vlage u tlu te se suši, odnosno uspijevaju samo otporne biljke koje su se prilagodile takovim uvjetima življenja. Kod primjene zelenih rješenja o svemu ovome treba voditi računa i koristiti biljke i tlo koje najbolje odgovara prirodnim značajkama okoliša.

Bilo da se zelena infrastruktura planira u malim ruralnim područjima ili velikim urbanim, uvelike se mijenja način i kvaliteta života izgrađenih sredina te se povećava vrijednost života, građevina i samog područja lokalno, ali i regionalno, pa i globalno. Naime, biljke procesima fotosinteze troše CO<sub>2</sub> iz atmosfere i time umanjuju učinak stakleničkih

plinova a istovremeno ispuštaju kisik O<sub>2</sub> neophodan za život ljudi i životinja. Zbog toga je učinak biljaka važan za održivost življenja.

Područja na koja zelena infrastruktura ima najveći utjecaj, prikazani su na dijagramu 1.



**DIJAGRAM 1.** Povezanost zelene infrastrukture

Područja na koja se može zelena infrastruktura primijeniti su mnogobrojna, a svaki od njih ima određene posebnosti i obilježja. Konačna rješenja se razlikuju od područja do područja. Uspješnost implementacije zelene infrastrukture ovisi o pravilnom odabiru zelenila i biocenoze. Zelenilo kao takvo je osnova zelene infrastrukture – zadržava vlagu i poboljšava upijajuća svojstva zemlje i okoliša. Odabiru se pristupa studiozno u ovisnosti o klimatskim i hidrogeološkim čimbenicima. Zbog toga se svaki projekt zelene infrastrukture razlikuje, ali cilj – regeneracija autohtone biocenoze – ostaje glavna nit vodilja.

U ovom radu se razmatra problematika moguće primjene zelene odvodnje voda na području poluotoka Pelješac. To je područje karakteristično s Mediteranskom klimom i krškim hidrogeološkim značajkama terena.

## 2. PLANIRANA GRADNJA

Prilikom planiranja zelene izgradnje, inženjeri se vode temeljnim pravilima izgradnje:

- smanjiti potrošnju prirodnih materijala i sirovina okoliša u kojoj se planira gradnja
- pravilni odabir lokacije izgradnje (mjesto koja su manje rizična za poplave, urušavanja...)
- smanjiti ispuštanje štetnih planova
- povećavanje energetske učinkovitosti samog postrojenja, okolnih zgrada i okoliša.
- korištenje obnovljivih izvora, posebice onih na lokaciji gradnje
- restaurirati prirodni lokalni hidrološki sustav na način da se voda vraća u prirodne tokove kruženja te da se istovremeno vode u okolišu pročiste.

Gradnja vodnih sustava je kompleksan problem i nema šprance i točnog rješenja. Svakom problemu se pristupa individualno i svaki problem ima individualno rješenje.

Planiranje gradnje se ne odnosi samo na sadašnje potrebe, već se planira osigurati i normalna životna situacija za nadolazeće generacije, minimalno u periodu trajanja infrastrukture, odnosno projektnom periodu. Zbog toga je potrebno uravnotežiti tri glavna faktora održivosti: društveni (socijalni), ekonomski i prirodni-okoliš. Ekstreman fokus na jedan faktor, izaziva nesrazmjer i izostanak povoljnih rezultata čime se umanjuje održivost planiranog rješenja odvodnje voda. Podjednakom kontrolom faktora, osigurava se održivost sustava.

Temelj zelene izgradnje jest funkcionalni vodni sustav, koji se gradi po temeljnim principima gore navedenim. Poželjno je unaprijediti postojeće vodne sustave do razine funkcionalnosti ili ispočetka izgraditi uzimajući podjednako sve faktore u obzir.

Zelenom infrastrukturom, osigurava se povrat određene količine vode u prirodni sustav. U svakom sustavu, želi se osigurati povrat vode, sa što boljom kvalitetom. Što je bolja kvaliteta povratne vode, to je širi spektar korisnosti vode za okoliš i čovjeka.

Veći ekonomski i gospodarski rast, zahtijeva veće količine vode. Sve većom izgradnjom i uništavanjem zelenih površina, veća je potreba za zaštitom od plavljenja. Korištenjem zelene infrastrukture, zelenilo koristi vodu, proizvodi kisik i vraća vodu u prirodni ciklus kruženja. Iskorištena voda u sustavu odvodnje otpadnih voda se kemijskim i biološkim procesima pročišćava i vraća u sustav korištenja. Voda vraćena u sustav korištenja se koristi za ispiranje nužnika, zalijevanje poljoprivrede, pranje ulica i automobila... To je koncept ponovnog korištenja upotrijebljenih voda kojim se smanjuje korištenje prirodnih resursa te ispunjavaju ciljevi kružnog gospodarstva.

### 3. URBANI VODNI SUSTAVI

Vodni sustav je dio hidrološkog ciklusa određenog područja koji je čovjek sebi prilagodio zbog boljih životnih uvjeta i mogućnosti. Uključuje slivno područje sa izgrađenim i neizgrađenim dijelovima sustava koji se koriste za:

- zahvaćanje, transport, čišćenje, distribuciju vode
- prikupljanje, odvod i pročišćavanje otpadnih voda
- prikupljanje, odvod i pročišćavanje oborinskih voda
- kontrolu režima voda vodnih resursa na području grada.

Ovisno o mjestu gradnje, urbani vodni sustav može biti: urbanog, ruralnog, lokalnog, ili čak regionalnog karaktera. To su sustavi koji se nalaze u određenom području kao dio prirodnog vodnog sustava koji je izmijenjen i prilagođen ljudskim potrebama. Gradnjom vodnog sustava, prirodni sustav se mijenja ovisno o značajkama podsustava vodenog sustava.



**SLIKA 2.** Urbani vodni ciklus

Cilj zelene izgradnje jest omogućiti potrošačima korištenje vode za nove svrhe gdje su potrošači i prirodni okoliš zbrinuti sa svojim potrebama. Međutim, prilikom izgradnje je potrebno misliti na zbrinjavanje ljudskih potreba, bez prevelikog uništenja okoliša. Kroz prošlost, fokus je bio na prilagodbi za ljudsko življenje, a ekološki faktor je bio zanemaren. Time je održivost prirodnog okoliša postajala sve više ugrožena.

Poželjno je sve vode (oborinske i otpadne) vratiti u ponovni ciklus korištenja kako bi se smanjilo novo uzimanje vode iz okoliša. Razvoj postrojenja za pročišćavanje i održavanje

kvalitete je uvelike napredovao tako da i kvaliteta pročišćene vode osigurava sigurnu uporabu.

Funkcije urbanog vodnog sustava:

- opskrba vodom
- odvodnja i pročišćivanje otpadnih voda
- odvodnja i pročišćivanje oborinskih voda

Kroz prošlost, to su bile 3 odvojene radnje, kojima se pristupalo individualno. Razvojem zelene infrastrukture, te mjerama za smanjenje štetnog utjecaja na okoliš i klimu, sve se više pažnje posvećuje integraciji na nekoj razini koja bi zadovoljila brigu o prirodi i okolišu te doprinijela razvoju ljudskog života. To je koncept koji se danas zove „one water“.



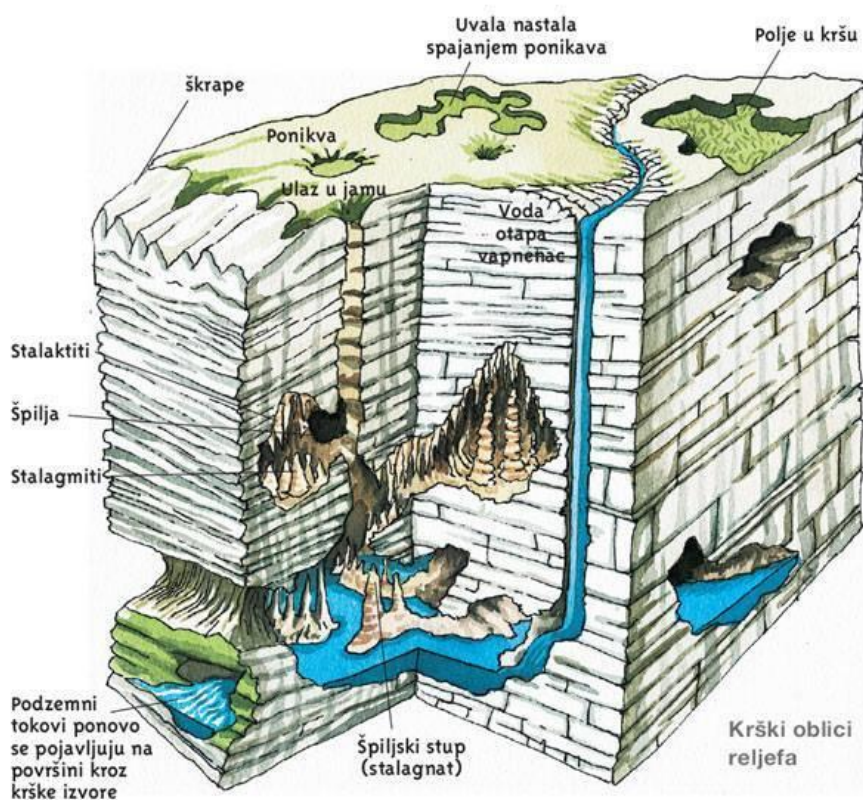
SLIKA 3. Hidrološki ciklus

Oborinske vode u urbanim, gusto izgrađenim sredinama, procesom ispiranja i upijanja nečistoća nataloženi na urbanim prostorima a posebno prometnicama, prolaze od čiste, do zagađene vode koja dotjecanjem u vodne resurse narušava sigurnost za okoliš i ljude. No, zbog jednostavnosti života, manjem prometu i manjim promjenama prirodne sredine u ruralnoj sredini, sama onečišćenja su manja i lakše ih je kontrolirati. Zbog povezanosti ruralne sredine sa okolišem, planiranje zelene izgradnje je jednostavnije, prirodnije i smislenije. Zato su manja slabije naseljena područja održivija.

Kod gradova, povezivanje i gradnja zelene infrastrukture je zahtjevnije, teže i skuplje. Otuđenost od okoliša i skupa infrastruktura traže posebne pristupe inovativnoj izgradnji.

Potrebno je sagledati širu sliku te naći rješenje koje zadovoljava potrebe, sa jedinstvenim rješenjem integracije svih elemenata sustava i procesa.

U ruralnim sredinama, jednostavnije je povezati zelenu infrastrukturu jer je to još uvijek ne izgrađeno područje koje živi u simbiozi sa okolišem. Najveći nedostatak/problem zelene infrastrukture na području Dalmacije je: krški teren koji relativno brzo upija vodu i usmjerava prema recipientu. U terenu punom pora, šupljina, špilja vodu se brzo kreće kroz podzemlje i izbija na brojenim manjim i većim lokacijama. S obzirom da je teren siromašan sa zemljanim materijalima filtracija vode je mala tako da su efekti pročišćavanja voda jednako tako mali posebno za vrijeme intenzivnih zimskih kiša kada su krške vode uglavnom dosta zamačene. Planiranje zelenih sustava odvodnje voda na ovim prostorima je stoga zahtjevnije. Manji je problem infiltracijski kapacitete terena koji je velik. a veći je relativno mali učinak pročišćavanja površinskih voda. Međutim, i u ovakvim prostorima je moguće uspješno integrirati urbane vode s prirodnim hidrološkim sustavom. Važno je što vjernije oponašati prirodni ciklus otjecanja voda.



**SLIKA 4.** Krški vodni sustavi

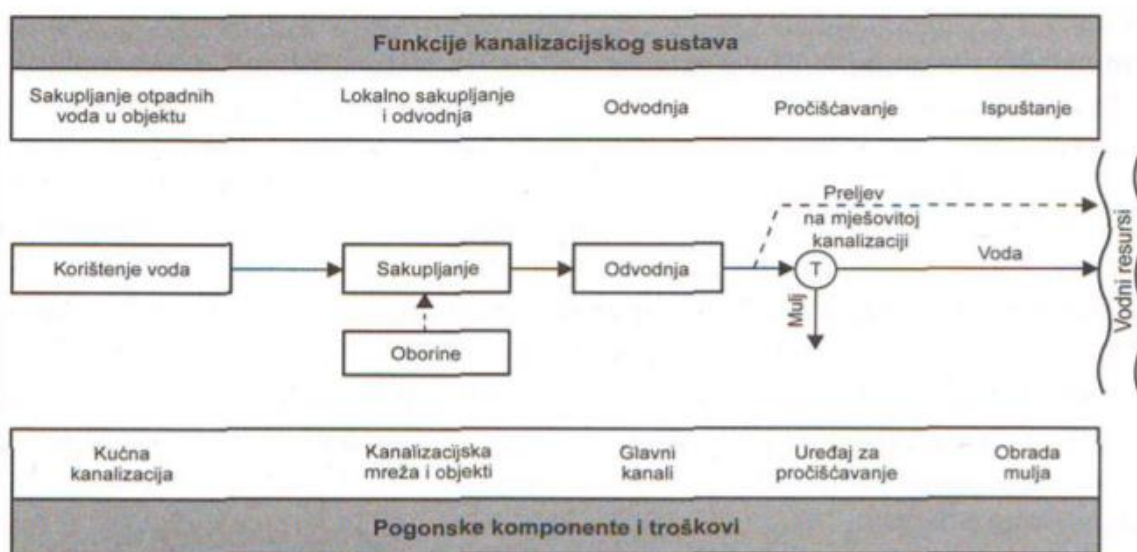
## 4. SUSTAVI ODVODNJE

Sustavi odvodnje oborinske vode služe za prihvatanje, odvodnju i pročišćivanje oborinskih voda. Sastoje se od brojnih elemenata koji su međusobno povezani u funkcionalnu sredinu. Fokus izgradnje jest na prihvatu što veće količine vode. Potom se voda obrađuje do tehnološki zadovoljavajuće razine te se ispušta u recipijent. Jedan od sekundarnih zadataka odvodnje je zbrinjavanje mulja koji nastane tokom pročišćivanja i obrade vode.

Odvodni sustav se sastoji od:

- kanalizacijske mreže – služe za skupljanje i prikupljanje vode koja se potom ispušta u prijemnik
- elementa kanalizacijske mreže – crpne stanice, retencijska okna, muljevite ispuste, preljevne građevine; osigurava se neprekidan tok odvodnog sustava
- uređaja za pročišćivanje – oborinska voda se obrađuje do razine koja je sigurna za okoliš

Sustav može biti razdjelni ili mješoviti, Slika 5. U slučaju razdjelnog sustava sustav odvodnje oborinskih voda nema miješanje sa otpadnim vodama. U mješovitom sustavu otpadne i oborinske vode se zajednički sakupljaju i odvođe. Danas se zbog potreba primjene zelene gradnje i recikliranja urbanih voda dozvoljava gradnja isključivo razdjelne kanalizacije.



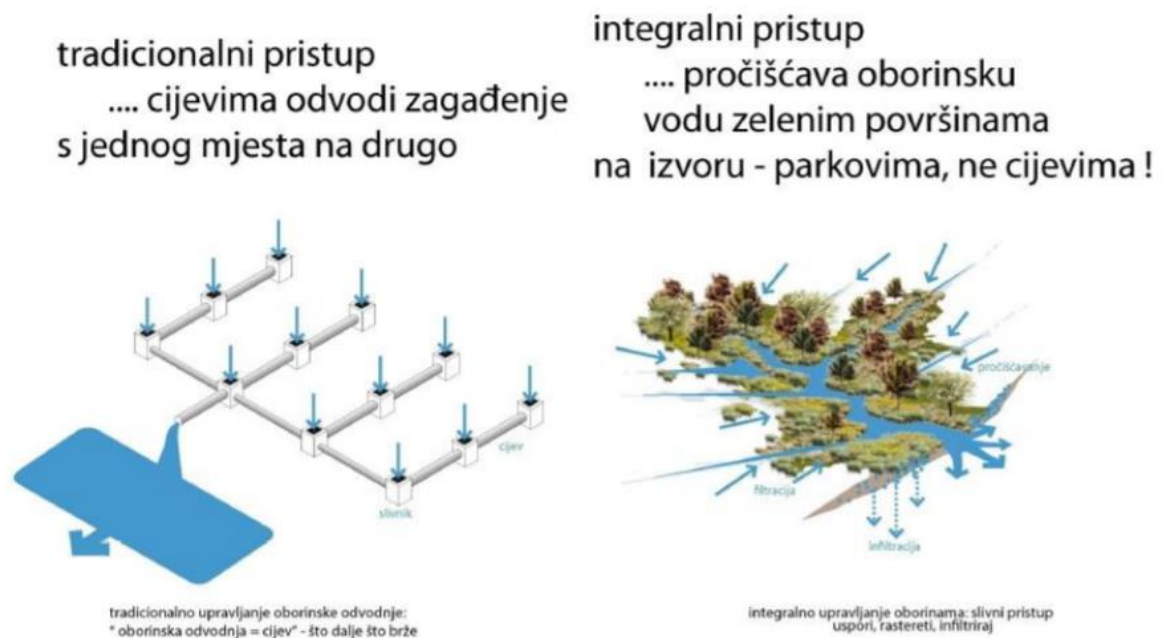
SLIKA 5. Općeniti prikaz odvodnog sustava

Na slici je prikazan tlocrtni prikaz općenitog slučaja sustava odvodnje.

Najveći problem kod dimenzioniranja i izgradnje sustava odvodnje jest procjena projektne veličine oborinske voda. Naime, oborine su stohastička varijabla tako da se količine definiraju u odnosu na određeni povratni period javljanja određene veličine kiše, mjerodavnog intenzitet.

U slučaju mješovitog sustava zbog neujednačenosti, razlikujemo sušni i kišni period. U sušnom periodu, nema dovoljno vode, odvodni sustavi su većinom prazni i neiskorišteni. U kišnim razdobljima, nastaju veće količine vode. Dolazi povremeno kod velikih kiša do prepunjenosti odvodnog sustava i prijamnika. Ovisno o količini vode koja se nalazi u sustavu, da bi se riješili prevelike količine vode, neobrađena se voda putem kišnih preljeva pušta u recipijent. Također, dolazi do površinskog otjecanja. Površinskim otjecanjem, ispiru se sve nečistoće i na taj način se dolazi do zagađenja okoliša. Količina nečistoća ovisi o zagađenju dijela okoliša u kojem kiša pada.

U prošlosti, odvodnji se pristupalo principom žurnog odvođenja vode, dok se u novije doba želi vratiti suživotu s prirodom, te se gradi po principima zelene izgradnje, kruženja vode kroz što prirodniji ciklus otjecanja, Slika 6.



**SLIKA 6.** Konvencionalni i zeleni-integralni koncept odvodnje oborinskih voda



## 4.1. KLASIČNA IZGRADNJA

Princip klasične izgradnje je što brža i bezbolnija odvodnja oborinske vode sa površine na koju pada. Najjednostavniji pristup je bio ugradba cijevi velikih promjera, da se u što kraćem roku prikupi i odnese što više vode.

Kod klasične izgradnje, problemi se rješavaju u trenutku potrebe, ne planira se unaprijed nego se čeka da problem postane nemoguć. Fokus je na provedbu cijevi i ostalih dijelova na što jednostavniji i brži način, zaštitom vlasništva.

Uporaba uređaja za pročišćavanje osigurava bolju kvalitetu vode prije puštanja u odvodnu mrežu. Time se osigurava veća trajnost cijevi i spremnika u koji voda ulazi. Problem su razlike između kišnih i sušnih razdoblja koji onemogućavaju jednaku brigu o oborinskim vodama. U kišnim razdobljima, povećava se dotok, pa se samim time povećava cijena pročišćavanja vode.

Korištena voda odlazi u odvod, a kasnije se prelijeva u vlastiti spremnik otpadne vode ili kombinirani spremnik.

Postoje podzemni spremnici koji skupljaju određeni količinu vode, prije nego se voda ispusti u recipijent. Voda se skuplja u spremnike da bi se spriječile poplave područja i preopterećenje recipijenata. Razvojem tehnologije, može se djelovati na način da se prva, najzagađenija, kiša dodatno pročisti, pa se samim time smanjuju daljnja onečišćenja i smanjuje se pritisak na pročišćivače.

U kombiniranim spremnicima, voda se najčešće obrađuje pred otpuštanje iz spremnika, a na jednostrukim spremnicima, voda se najčešće pušta bez prethodne obrade.

Klasična izgradnja ima najmanju poveznicu za zelenom izgradnjom.

### 4.1.1. ELEMENTI KLASIČNE IZGRADNJE

**KROV** je element koji ima većina objekata. Krov je najčešće napravljen od nepropusnih materijala te omogućava jednostavno sakupljanje voda. Krov može biti ravan ili sa kosinom. Ukoliko se radi ravan krov, riskira se stajanje vode te kasniji prodor u konstrukciju, ako nešto nije pravilno izgrađeno. Prednosti krova su: dostupnost materijala, jednostavno skupljanje vode, dok su nedostaci: nemogućnost ponovne upotrebe, osim ako se voda skuplja u bunar.



**KOLNIK** je dio površine namijenjen za prometovanje automobila, bicikli, pješaka. Obično su izrađeni od nepropusnih materijala sa kosinom prema slivniku. Prednosti korištenja kolnika su: brzo odvođenje vode sa prometnih površina, dostupnost materijala izrade i korišteni su diljem svijeta. Nedostaci su: manja kvaliteta vode koja ulazi u sustav, velika količina koju ni sustavi ne mogu prikupiti, mogu izazvati poplavu zbog zakrčenja ulaza u šahte.



**CIJEVI** su dio klasične gradnje koji se ugrađuju ispod zemlje i nisu vidljivi golim okom. Služe za prihvatanje vode za vanjskih površina koji su ušli u sustav odvodnje. Sustav odvodnje može biti:

- mješoviti – u sustav odvodnje ulaze oborinske vode, vode iz kućanstava i otpadne vode koje se skupljaju i tretiraju u spremnicima prije puštanja natrag u prirodu
- odvojeni – oborinska voda se skuplja i najčešće bez ikakve obrade pušta natrag u prirodu

Cijevi su elementi koji se koriste stoljećima u svim državama jednako, poprilično su jeftine i materijali izrade variraju, jednostavno se upotrebljavaju i mogu otpremiti velike količine vode. Nedostatak je mogućnost poplave, nemogućnost korištenja oborinskih voda, neobrađenost voda prije ispuštanja u okoliš.

## 4.2. ODRŽIVA ODVODNJA I INTEGRALNI PROCES

Hrvatska je država koja je bogata vodnim resursima i izvorima. Unatoč tome, ljudsko djelovanje je sve razornije. Klimatske promjene, betonizacija i loša briga o zbrinjavanju otpada su problemi koji će ostaviti najviše traga na kvalitetu vode. Ipak, sve više ljudi se okreće zelenoj izgradnji.

Održiva odvodnja je princip koji se najviše slaže sa temeljnim vrijednostima zelene izgradnje. Temelji se na potpunoj iskoristivosti i reintegraciji cijele vodene mase u okoliš. Voda se kontrolirano skladišti, obrađuje i vraća natrag u proces. Korištenjem iste vode, obavljamo iste poslove, ali uz veće očuvanje okoliša.

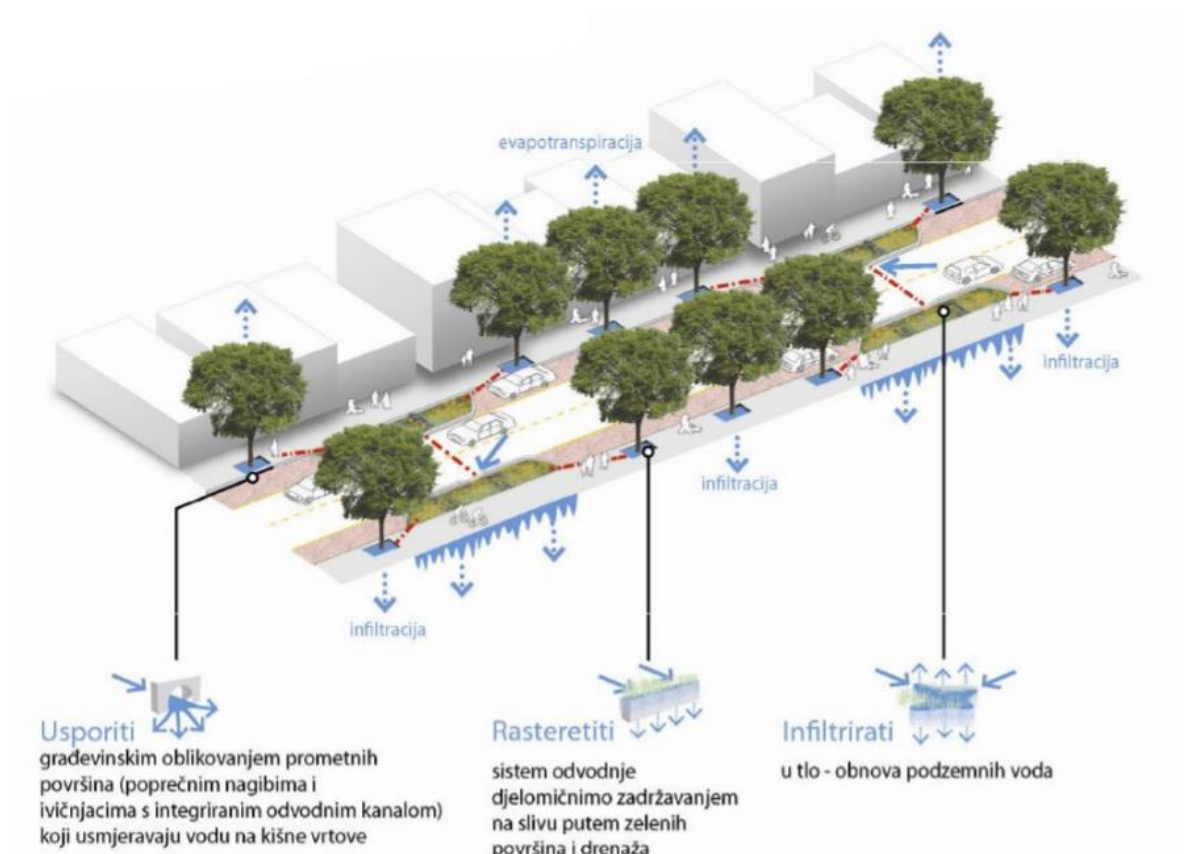
Zahvati koji pripremaju područje za održivu odvodnju mogu biti na mikro-lokaciji ili makro-lokaciji, ovisno o financijskim sredstvima i željama investitora te mogućnostima obrade prirodnog područja. Najisplativija opcija je uređenje područja u cijelosti po pravilima zelene izgradnje. Naknadno prebacivanje i dodatno uređenje nikada ne može biti jedna funkcionalno i financijski isplativa cjelina.

Integralni proces se oslanja na prirodne i biološke procese evaporacije, transpiracije, fotosinteze bez narušavanja biološke ravnoteže. Osigurava se potrebna voda i najugroženijim prostorima.

Integralni pristup omogućuje sagledavanje šire slike i odabir najboljeg za određenu situaciju. Smanjuje se negativno djelovanje površinskih onečišćenja. Sva vodena masa se iskorištava na najbolji mogući način, bez straha od oštećenja prirode, u urbanim sredinama pruža bijeg iz betona i hladnoće. Pruža veću količinu kisika te time povećava bolju kvalitetu života. Smanjuju se zagađenja okoliša i ozonskog omotača, a što je najvažnije smanjuju se troškovi života.

Za razliku od klasične izgradnje, zelena izgradnja koristi podzemne spremnike kao zaštićeno izvorište voda. Povećava se socijalna vrijednost zelenih površina i zaštićuju se budući recipijenti.

Zelena izgradnja djeluje tako da se dio oborinske vode infiltrira na licu mjesta, dio vlage evapotranspiracijom odlazi u zrak, a uvelike se usporava tok površinske vode pa samim time voda sporije ulazi u odvodne sustave, Slika 7.



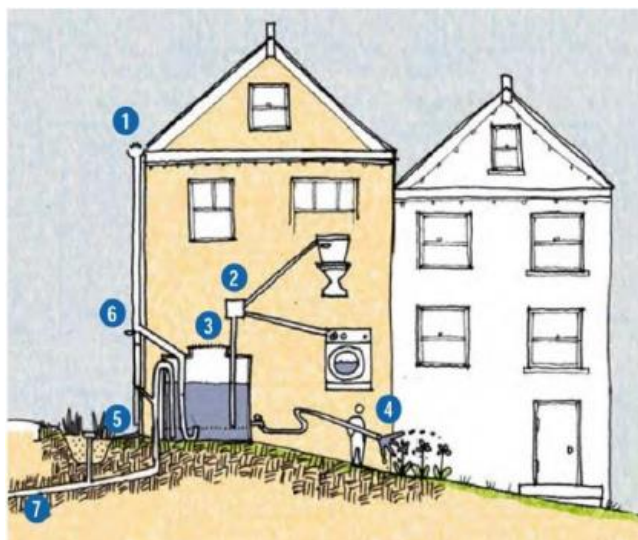
SLIKA 7. Ključni procesi zelenog sustava odvodnje

#### 4.2.1. SUSTAVI ODRŽIVE ODVODNJE

SUSTAVI „UBIRANJA“ KIŠE se odnose na sakupljanje vode sa krovova i ostalih nepropusnih površina. Voda nije pitka, skladišti se u spremnike i koristi se na imanju i u kućanstvu. Koristi se za ispiranje nužnika, zalijevanje nasada, pranje auta...

Prednosti su: očuvanje pitke vode, održava se relativna čistoća i kvaliteta vode, mali rizik od poplava zbog prevelike količine vode, dobro za lokacije u kojima nije moguća infiltracija.

Nedostaci su: limitirana veličina spremnika, cijena, potrebni su i drugi dodaci (pumpe, pročišćivači).



**SLIKA 8.** Sustav „ubiranja“ kiše

**VODENE BAČVE** su jednostavniji princip ubiranja vode. Voda se skuplja sa krova, ali u spremnike manjeg kapaciteta. Zbog toga se brže napune i ne ostavljaju dovoljno mjesta za skladištenje.

Prednosti su: jednostavna instalacija, smanjuje se konzumacija pitke vode na mjestima na kojima nije prijeko potrebno, smanjuje se mogućnost poplave, dok su nedostaci: mali kapacitet spremnika, rizik od kasnijih poplava, greška u instalaciji...

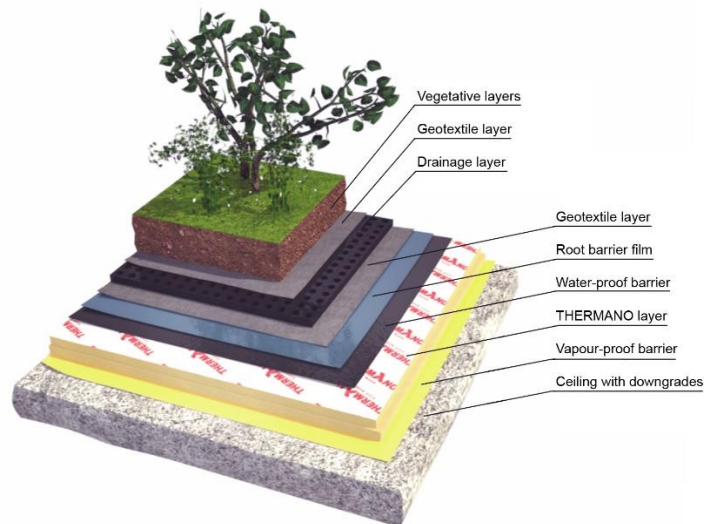
Spremanjem vode u spremnike sprječava se daljnje otjecanje u urbanoj sredini i time opterećenje sustav odvodnje.

**ZELENI KROVOVI** su najpoznatiji oblik održive izgradnje. Sve su češće viđeni na krovovima zgrada u napučenim gradovima. Izvode se tako da se na vodo-zaštitu i termo-zaštitu postavi sloj zemlje u koji se sade bilje.

Krovovi mogu biti:

- Intenzivni – veća i teža vegetacija se sadi, može primiti više vode, ali zbog toga su i dodatno opterećenje na zgradu, koje se mora uzeti u obzir
- Ekstenzivni – sadi se niža i lakša vegetacija

Dio vode, upijaju biljke, a dio ostane ležati na krovu. Kako vrijeme odmiče, biljke dio upiju, a dio ispari zbog insolacije. Voda koju biljke upije s vremenom, biološkim procesima ispari. Također, biljke na krovovima čuvaju toplinu u stanovima za vrijeme hladnih dana, ispuštaju kisik a ljeti hlade zrak.



**SLIKA 9.** Presjek zelenog krova

Prednosti zelenog krova se najviše očituju u smanjenim računima za grijanje i hlađenje stanova unutar zgrade. Također, produkuje se životni vijek krova. Povećava se zvučna izolacija i potiče se bioraznolikost u gradovima.

Nedostaci su dodatno opterećenje na zgradu što znači skuplju građevinu, potrebno je dodatno navodnjavanje tokom sušnih perioda. Potrebno je osigurati osobu koja će se brinuti o vegetaciji te ona neće biti zapostavljena.

**PROPUSNI PLOČNIK** je vrsta pločnika za motorna vozila i pješake koji osigurava brzo upijanje vode, u okoliš ili u određene ugrađene tankove.

Vrste su:

- prohodan asfalt i prohodan beton – uklanja se sitni agregat iz betona, gornji slojevi su napravljeni od veće zgusnutog agregata.
- propusni finišeri – postavljaju se blokovi od betona koji su sebi sadrži porozan agregat, koji upija vodu

Prednosti su: prolaskom kroz slojeve povećava se kvaliteta vode koja s vraća u okoliš, bolja sigurnost vožnje, cijena je slična normalnoj izgradnji.

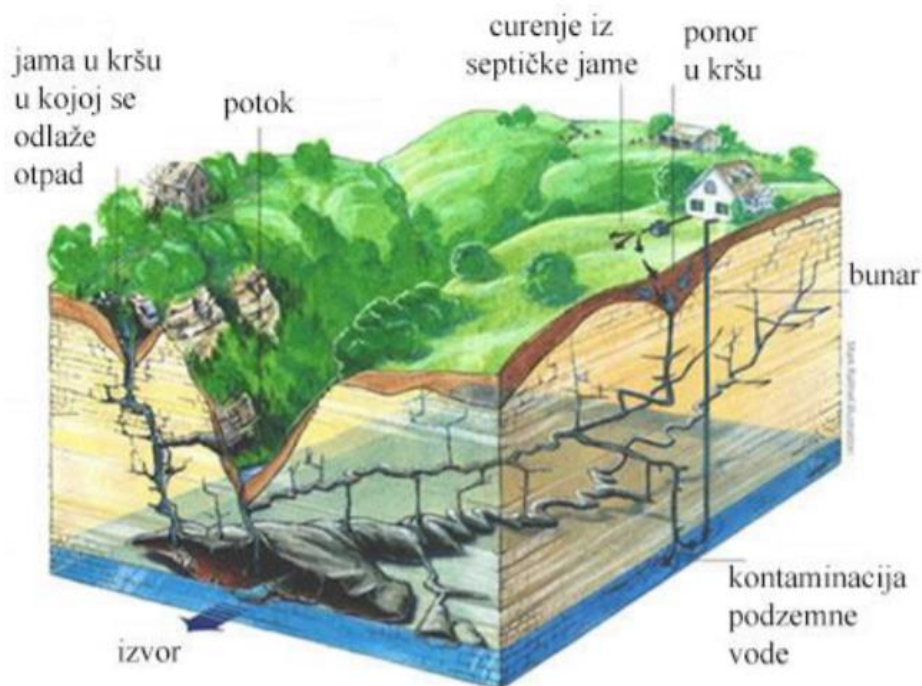
Nedostaci su: održavanje je poprilično skupo i ne zna se prava mogućnost upijanja do trenutka ugradnje i izgradnje.

## 5. KRŠKI RELJEF KAO PRIJEMNIK OBORINSKIH VODA

Na našem obalnom području, najzastupljeniji je krš. Krš je specifičan reljef kojeg karakterizira brza infiltracija, mala sposobnost akumulacije, osim u posebnim situacijama nastajanja povremenih akumulacija u područjima velikih pukotina. Otjecanje vode je nepravilno zbog podzemnih oblika, te ovisi o količini vode i podzemnim oblicima.

Krš je pun podzemnih i nadzemnih oblika koji su nastali agresivnim djelovanjem vode i karbonatne kiseline. Djelovanjem dolazi do razaranja krša i stvaranja pukotina raznih oblika i veličina. Na samoj površini se zadržava mala količina vode, dok je u podzemlju sačuvana velika količina vode. Rijeke su najčešće ponornice – dijelom teku na površini, a zatim poniru duboko u podzemlje.

Problemi očuvanja vode u kršu nastaju zbog čovjekovog djelovanja. Zbog svoje poroznosti, krš ima brzu infiltraciju bez dovoljne filtracije. U kršu nalazimo brojne crne jame – septičke jame spojene na divlje, nailazimo na špilje prepunjene smeće i otpadom raznog sastava (baterije, građevinski otpad, kupaonski otpad...). Prilikom oborina voda pada na tlo i poviše zelenog polja isto kao i zagađene špilje. Voda topi dio nečistoća i infiltracijom odvodi sa sobom u podzemlje. Specifičnost slabe filtracije prolaskom kroz krško područje, osigurava prolazak onečišćenih komponenti i zagađenje cijele vodne zalihe u podzemlju.

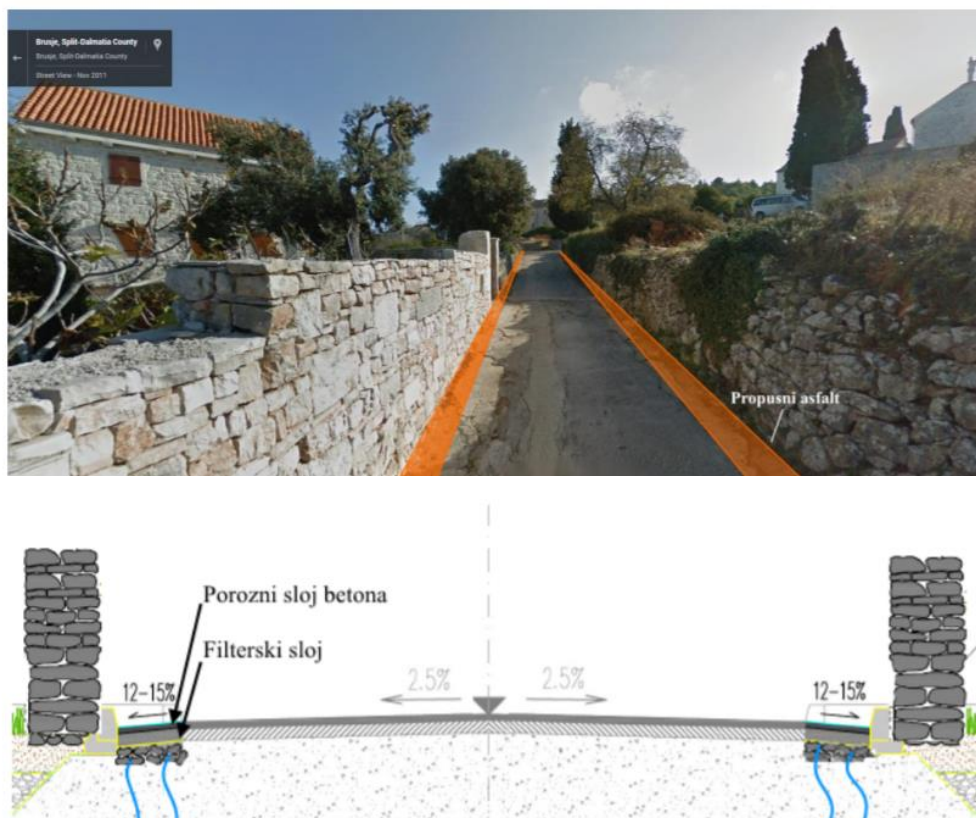


**SLIKA 10.** Osjetljivost krškog područja na onečišćenja

Zbog onečišćenja prikazanih na slici 10., nije moguće uvijek koristiti velike zalihe vode. Dodatno na to, u ljetnim vremenima nerijetko se dogodi da količina vode nije dovoljna za potrebe stanovništva. Akumulacijom vode za kišnih razdoblja, dijelom se nadomjesti potrebna količina vode, ali rijetko kada je i to dovoljno.

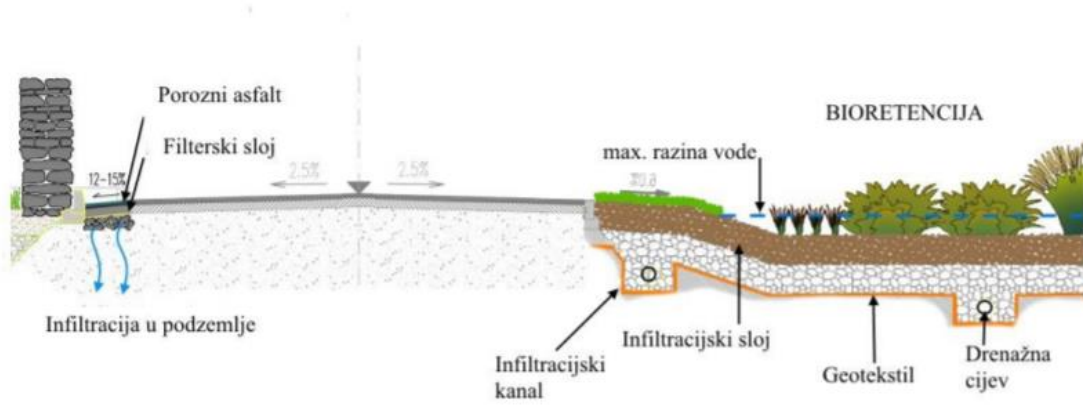
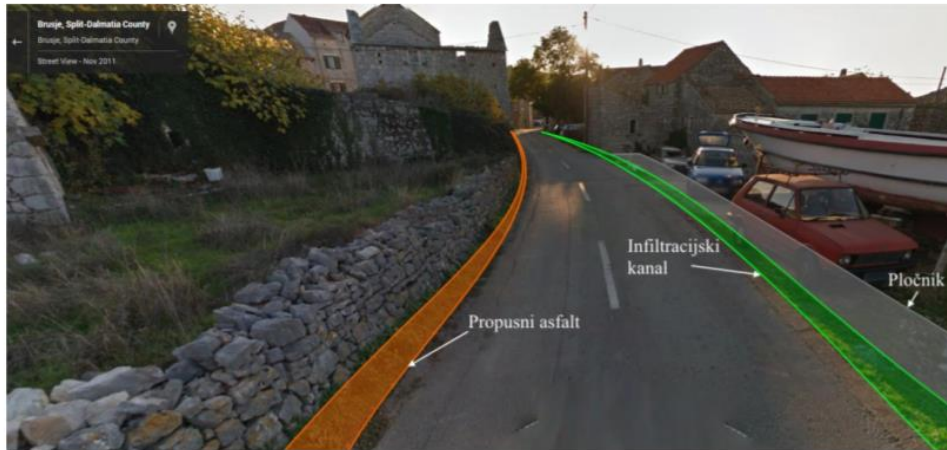
Krški vodonosnici su razvijeni spremnici u podzemlju. Njihovu veličinu i smjer kretanja vode izuzetno je teško odrediti, pa samim time i naći odgovarajući način upotrebe. Crpljenje vode iz podzemlja, organizirano navodnjavanje te ponovno korištenje pročišćene vode jest način da se očuva i osigura potrebna količina vode za sve ljudske potrebe i u primorskim krškim područjima.

U ovakvim uvjetima je moguće primijeniti zelene sustave odvodnje i tako zaštititi podzemne vode od onečišćenja a urbana područja od velikih količina površinskih voda, Slika 11. i 12.



**SLIKA 11.** Odvodnja manjih prometnica u krškim terenima





**SLIKA 12.** Odvodnja veće prometnice u krškim terenima

## 6. UTJECAJ ZELENE INFRASTRUKTURE



**DIJAGRAM 2.** Utjecaj zelene infrastrukture

Zelena infrastruktura je princip gradnje koji povezuje ekonomiju, društvo i prirodu i okoliš. Planiranom gradnjom, optimizira se trošak, društvena dobrobit i očuvanje prirode. Zelena izgradnja je dugotrajni proces koji se fokusira na dobrobit ljudi i životnog stila trenutno i za dulji vremenski period.

### 6.1. SOCIJALNI ( DRUŠTVENI ) FAKTOR

Socijalni (društveni) faktor ima najveće beneficije zelene izgradnje. Zelena izgradnja osigurava dovoljno zelenih površina za fizičku aktivnost, druženja, šetnju, a samim time i bolje zdravlje. Zelene površine i zelena izgradnja potiču ljude na kupnju, pa zajednice rastu i nema praznih naselja. Znanstveno je dokazano da u zelenijim okruženjima životni vijek je dulji, a vjerojatnost srčanih bolesti je manja. Zelene površine su povoljne za životinjski svijet i očuvanje bioraznolikosti.

## 6.2. EKONOMSKI FAKTOR

Zbog pozitivnog okruženja, povoljnog estetskog okruženja i otvorenosti prema ljudima, objekti i zajednice su ispunjene ljudima i životinjama. Time se osigurava ekonomska važnost zelene infrastrukture. Izgrađeni objekti su većinom prodani i korišteni zadovoljnim kupcima.

S druge strane vegetacija (šume, parkovi, polja...) zadržava velike količine vode koja bi se drukčije morala zbrinuti drenažnim sustavima ispod zemlje. Daljnjim procesima, ta voda bi se morala ispustiti u jezera, močvare, rijeke... Količina ispuštene vode bi uvelike nadišla kapacitete pojedinih recipijenata, a ekonomski gubici nadležnih tijela bi bila neopravdano velika.

Velike dobiti od zelenih površina u urbani sredinama su čistoća i kvaliteta zraka. Biljke su prirodni filteri koji obnavljaju zrak umjesto pročišćivača koji su financirani iz državnih blagajni.

## 6.3. PRIRODA I OKOLIŠ

Posljednjih godina, pojačano je onečišćenje atmosfere ugljičnim dioksidom. Ugljični dioksid je normalni plin u Zemljinoj atmosferi. Drveće i ostalo zeleno raslinje procesom fotosinteze pretvaraju ugljični dioksid u kisik koji dišemo. Međutim, agresivnim djelovanjem čovjeka (krčenje šuma, iskopavanje i gorenje fosilnih goriva), količina drveća koja je ostala nije dovoljna za pretvorbu ugljičnog dioksida u kisik. U urbanim sredinama, rješenju problema se doskočilo izgradnjom zelenih otoka, zelenih krovova, parkova, šuma...

Izniman problem u urbanim sredinama su površine koje ne upijaju vodu. Voda na njima stoji ili se slijeva u drenažni sustav. Rešetke kroz koje se zaprima voda su kritične točke sustava. Rešetke su često puta nepravilno zbrinute, zapunjene travom, muljem od prošle kiše te voda ne može normalno utjecati u sustave. Kako voda ne otječe pravilno, nastaju poplave i najčešće se blokira cijelo područje. Korištenjem pravilno izabrane vegetacije osigurava se sporije otjecanje površinske vode te se smanjuje vjerojatnost prepunjenosti odvodnih cjevovoda.

## 7. UTJECAJ ZELENE INFRASTRUKTURE NA PELJEŠAC

Pelješac je poluotok na samom jugu Hrvatske. Krškog je tipa, prekriven stijenama, kamenjem, borovim šumama i poljima vinove loze. Fokusno područje će biti Pelješka župa (Pijavičino, Potomje, Kuna, Oskorušno i Trstenik).

Gledajući povijesno, ljudi su dolazili trbuhom za kruhom raditi u tvornicu inox-a i na dnevnicu na polja vinove loze. Pojavom bolesti vinove loze, popriličan broj stalnog stanovništva je odučilo odseliti u prekooceanske države. Tom prirodnom migracijom, doseljenici prvog kruga su počeli dobivati mogućnosti krčenja šuma i pretvorbe u poljoprivredno zemljište koje je neoštećenom bolesti vinove loze.

Krčenje šuma je bilo neplansko i na „divlje“. Također, zbog stanja u državi, nisu se gradili parkovi i ostala mjesta za druženje. Nakon što je rat dodatno usporio kakav takav razvoj Pelješca, mnoga novoiskrčena područja su bila zapuštena. Pelješac do dan danas, ostaje netaknuta divljina sa velikim potencijalom.

Najveću štetu, Pelješka župa proživljava 2015., kada je razornim požarom uništeno 3500 hektara borove šume.



**SLIKA 13.** Posljedice razornog požara 2015.

## **7.1. SOCIJALNI (DRUŠTVENI) FAKTOR**

Trenutno, većinsko stanovništvo pripada srednjoj životnoj dobi (35-50 godina) bez obrazovanja o novim mogućnostima i načinima gradnje. Glavno zanimanje je uzgoj vinove loze. Zbog drastičnog rasta zanimanja za Pelješka vina (Plavac od sorte Plavac mali), sve više preostalih šuma se krči da bi se mogla povećati poljoprivredna površina.

Ljudi i dalje ne misle na iskoristivost i mogućnost planske gradnje, već misle samo na vlastitu dobit. Zelene površine se većinom svode na polja vinove loze, ostatak šume i nisko raslinje koje se polako obnavlja nakon požara.

Parkovi su iznimni, i povezuju se uz škole i vrtić. Bilo je pokušaja uređenja površina za druženje, ali i dalje je sve ostalo samo na pokušajima. Mala količina parkova i neuređenost postojećih parkova, udaljuje ljude.

Krčenjem šuma došlo je do povećanja broja čagljeva i divljih svinja. Zbog gubitka prirodnog staništa i neprijatelja, slobodniji su i približavaju se kućama i uništavaju nasade i imanja. Ljudi se osjećaju nesigurno, pa zajednica nije povoljna za prodaju i povratak iseljenika. Zatvorene kuće zarastaju u zelenilo.

Određeni broj domaćinstava nema spojenu potrebnu infrastrukturu – vodovod, kanalizaciju, struju. Voda se većinom skladišti u bunare koji se nalaze pokraj kuća. Bunari se slabo održavaju, a voda koja se pije puna je kamenca te oštećuje određene kućanske aparate. Pojava crnih jama tj. nepropisno urađenih kanalizacijskih jama je čest slučaj. Odvodnja tvari iz jama je nekontrolirana i infiltracijom utječe negativno na čistoću i kvalitetu zaliha podzemnih voda.

## **7.2. EKONOMSKI FAKTOR**

Pelješka župa pripada Općini Orebić. Iako se svake godine izglasa novi urbanistički plan za Župu, većina sredstava odlazi za uređenje Orebića, središta općine. Ekonomski utjecaj je potpuno nevidljiv u razvoju Pelješke Župe.

Čisti zrak i netaknuta priroda su bili odskočna daska za agrarni turizam, ali zbog poreza, prireza i visokih cijena te neulaganja, bili su mnogima razlog odustajanja.

Ulaganje u zelenu infrastrukturu ne nailazi na odobravanje zbog velikih početnih troškova iako bi život trenutno bio bolji. Daljnjim razvojem infrastrukture, Pelješac bi uvelike profitirao.

### 7.3. PRIRODA I DRUŠTVO

Nakon požara 2015. i gubitka velike borove šume, područje Župe je izloženo velikim erozijama tla. Zbog nedostatka drveća da upija vodu, voda ispire i odnosi zemlju sa visina u nizine. Odnoseći vodu i zemlju, također odnosi i kamenje i nisko raslinje koje više nema gdje pružiti korijenje.

Jedan od velikih problema su ilegalna odlagališta otpada. Odlazu se prirodni materijali, ali i kemijski opasne supstance. Dugim stajanjem na suncu i isparavanjem, nastaju novi spojevi koji se infiltriraju u zemlju kada kiša pada. Podzemnim putem, voda dolazi i do vinove loze. Loza crpi vodu za rast, ali crpi i nečistoće. Dodatno, zbog nepostojanja urbanog plana, prisutna je gradnja kanalizacije „na divlje“. Istim procesom, sami sebi trujemo vodu i hranu.

Ne postojanjem drenažnih sustava, voda otječe gdje nađe put. Time se narušava postojeći oblik prirode stvaraju se korita povremenih rječica koja zakrče put.

Napredovanjem tehnologije sa teškim gorivima, koji ispuhuju štetne tvari u okoliš, sve je veća prisutnost kiselih kiša koje negativno utječu na uzgoj i bavljenje poljoprivredom.

## 8. PREPORUKE ZA ŽUPU PELJEŠKU

Župa Pelješka je središnji dio poluotoka Pelješca. Gledajući širu sliku, to je dio koji ima veliki potencijal. Trenutno stanje pokazuje da je izgrađeno bez plana i promišljanja. Veliki prostori iskrčenih šuma, poljoprivrednih zemljišta i izgorenih područja narušavaju ljepotu, ali ostavljaju veliki prostor za napredak.

Područje je izgrađeno od krša, sa svim podzemnim i nadzemnim oblicima. Nažalost, ne mali broj špilja, ponikava i jama, ispunjen je brojnim otpadom. Otpad je građevinskog, vinskog, željeznog, životinjskog porijekla. Oborinskim djelovanjem, tvari se tope i infiltriraju se u podzemlje.

Izgoreno područje nije bilo planski pošumljavano. Velika količina zemlje, isprana je sa područja pa nova vegetacija nema dovoljno zemlje da se učvrsti za započeti novi rast.

Nepostojanje oborinske i komunalne odvodnje, pospješuje ubrzano površinsko otjecanje te nastanak klizišta, odrona i uništenja vegetacijskog korijena.

Župa Pelješka ima veliki potencijal u zelenoj izgradnji. Iako neplanski građena, velika površina osigurava dovoljan manevarski prostor. Izgradnjom odvodnog sustava i kontrolom aktivnih korisnika sustava, može se smanjiti broj zagađenja podzemnih voda. Kontroliranom akumulacijom otpadnih voda u posebne spremnike i ugradnjom pročišćivača, može se osigurati voda sekundarne kvalitete za zalijevanje poljoprivrede. Ukoliko je izgradnja takvog sustava zahtjevna, može se poticati osobna domaćinstva na izgradnju vlastitih pročišćivača i sustava.

Pošumljavanjem opožarenih područja uz planske preinake u zelene parkove, otvara se prilika za nastanak zelenih područja za druženje.

Stvaranjem akumulacijskih jezera ili područja za javno napajanje vodom, osigurava se voda za navodnjavanje u sušnim područjima. Osiguranom vodom potiče se razvoj i uzgoj drugih biljaka osim vinove loze. Otvaranjem novih tržišta, postoji mogućnost ponovnog naseljavanja područja.

Smanjenjem naknada za odvoz komunalnog otpada i krupnog otpada, se smanjit će se broj prekršitelja koji bacaju smeće u okoliš. Edukacijom stanovništva o razlaganju otpada, smanjit će se emisija štetnih plinova na lokalnom odlagalištu plinova.

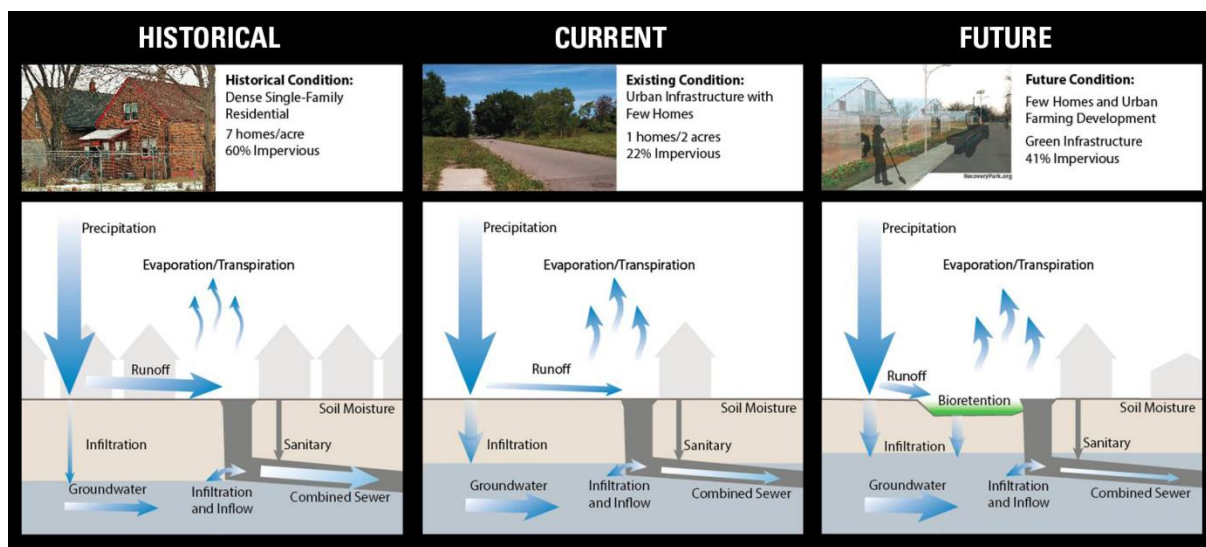
Prilikom ponovnog asfaltiranja, koji će se odviti do kraja iduće godine, umjesto standardnog asfalta, može se ugraditi propusni asfalt koji je ekološki prihvatljiviji.

## 9. ZAKLJUČAK

Poluotok Pelješac je tipični primjer krškog krajolika. Prepun nadzemnih (škrape, ponikve, jame..) i podzemnih (špilje..) oblika. Problematika je brza infiltracija površinske vode u podzemlje. Infiltracijom vode, upijaju se i štetne tvari koje onečišćuju vodu u podzemlju. Onečišćenjem vode u podzemlju, onečišćujemo i potencijalni izvor vode u sušnim područjima.

Situacija se svodi na staru poslovicu – „Koliko para, toliko muzike“. To bi značilo da u idealnim uvjetima, u kojima imamo neograničena financijska sredstva, svu potrebnu aparaturu, mašineriju i školovane ljude, mi možemo i ugrađujemo najnapredniji sustav odvodnje i pročišćivanja, po principima zelene izgradnje i zaštite okoliša.

No, stvarnost je drukčija. U stvarnosti, mi moramo uzeti puno faktora u obzir. Uzima se u obzir financijsko stanje općine kao investitora, uzima se povratni kišni period za planiranje odvodnih cjevovoda, uzima se u obzir potrebna individualna infrastruktura koju pojedinac mora osigurati, uzimaju se u obzir studije isplativosti izgradnje... Uzimajući sve to u obzir, na primjeru Župe Pelješke, dolazimo do zaključka da je najbolje izgraditi uređaj za pročišćivanje vode koja se nakupila u spremnicima otpadnih i oborinskih voda, te tu vodu kasnije koristiti za poljoprivredne svrhe. Izgradnjom takvog sustava, poštuju se pravila zelene izgradnje i osigurava se održivi razvoj. Takvo stanje ima povoljan utjecaj na ruralnu sredinu i ljude koji u njoj žive.



**SLIKA 13.** Očekivani trend promjena odvodnje oborinskih voda

Cilj je u Župi Pelješkoj ostvariti koncept „one water“ koji zagovara upravljanje svim vodama, vodoopskrbe, odvodnje otpadnih voda i odvodnje oborinskih voda kao jedan resurs.



## 10. LITERATURA

- Report on stormwater management – E<sup>2</sup> STORMED PROJECT; Torres, Momparler, Jefferies, Domemech
- Green Infrastructure Guidelines – LVCP
- Integralni koncept odvodnje urbanih oborinskih voda u krškim područjima – diplomski rad Hrvoja Penića
- Zelena infrastruktura: bolji život uz rješenja koja se temelje na prirodnim načelima – Europska agencija za okoliš - <https://www.eea.europa.eu/hr/articles/zelena-infrastruktura-bolji-zivot-uz>
- ZELENA INFRASTRUKTURA - <https://green-in.hr/hr/>