

# (Re)generacija Žrnovnice

---

**Vukorepa, Lana**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*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:123:782874>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-22**



*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

STUDENT: Lana Vukorepa

(RE)GENERACIJA ŽRNOVNICE

AKADEMSKA GODINA

2020./2021.

MENTOR: izv.prof.art. Vanja Ilić, dipl.ing.arh.

**(RE)GENERACIJA DRUŠTVENOG I PRIRODNOG OKOLIŠA  
DONJEG TOKA RIJEKE ŽRNOVNICE**

## **SADRŽAJ**

### **01 IDENTITET MJESTA**

- 1.1. GEOGRAFSKI POLOŽAJ ZAHVATA
- 1.2. ADMINISTRACIJA I PLANOVI
  - 1.2.1. NAMJENA
  - 1.2.2. INFRASTRUKTURNI SUSTAV
  - 1.2.3. VODNOGOSPODARSKI SUSTAV
- 1.3. STATISTIČKI PODACI
- 1.4. POVIJEST ŽRNOVNICE

### **02 KRAJOBRAZ I KULTURNI KRAJOLIK**

- 2.1. VODOTOK RIJEKE ŽRNOVNICE
- 2.2. MIKROKLIMATSKE KARAKTERISTIKE
- 2.3. GEOLOŠKE I HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE
- 2.4. BIORAZNOLIKOST
  - 2.4.1. FAUNA
  - 2.4.2. FLORA
- 2.5. LOKALITETI KULTURNO POVIJESNE BAŠTINE
- 2.6. ISKORIŠTENOST POLJOPRIVREDNIH POTENCIJALA LOKACIJE

### **03 OKVIR ZA BUDUĆI RAZVOJ**

- 3.1. UVOD
- 3.2. KONCEPT ODRŽIVOG RAZVOJA
  - 3.2.1. NAČELA ODRŽIVOG RAZVOJA
  - 3.2.2. GLOBALNI CILJEVI ODRŽIVOG RAZVOJA
- 3.3. ODRŽIVA GRADNJA
  - 3.3.1. KORIŠTENJE ZEMLJIŠTA I OBLIKOVANJE ZEMLJIŠTA
  - 3.3.2. KORIŠTENJE ZEMLJIŠTA I OBLIKOVANJE ZEMLJIŠTA
  - 3.3.3. KORIŠTENJE VODE
  - 3.3.4. KORIŠTENJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE
  - 3.3.5. KORIŠTENJE MATERIJALA
  - 3.3.6. ARHITEKTONSKO PROJEKTIRANJE I ODRŽIVA GRADNJA
- 3.4. ZELENA GRADNJA
  - 3.4.1. EKOLOŠKI PRIHVATLJIVI MATERIJALI
- 3.5. ENERGETSKI ODRŽIVA GRADNJA
  - 3.5.1. DEFINICIJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI
  - 3.5.2. ENERGETSKA UČINKOVITOST U ZGRADARSTVU
  - 3.5.3. MJERE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI U ZGRADARSTVU
  - 3.5.4. PRIMJENA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI NA ELEMENTE ZGRADA
    - 3.5.4.1. PROZORI, STAKLENE STIJENE I VANJSKA VRATA
    - 3.5.4.2. TOPLINSKA IZOLACIJA VANJSKOG ZIDA
    - 3.5.4.3. TOPLINSKA IZOLACIJA KROVA ILI STROPA PREMA NEGRIJANOM PROSTORU
    - 3.5.4.4. TOPLINSKA IZOLACIJA PODA NA TLU ILI PODA PREMA NEGRIJANOM PROSTORU
    - 3.5.4.5. TOPLINSKI MOSTOVI
    - 3.5.4.6. ZAŠTITA OD SUNCA I PASIVNA SUNČANA ARHITEKTURA
    - 3.5.4.7. SUSTAVI GRIJANJA, VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE
    - 3.5.4.8. SUSTAV RASVJETE I ENERGETSKA TROŠILA
  - 3.4.5. ENERGETSKI EFIKASNI MATERIJALI
    - 3.4.5.1. ECO SANDWICH
    - 3.4.5.2. EKSPANDIRANI POLISTIREN

- 3.4.5.3. CELULOZNE PAHULJICE
- 3.4.5.4. PLUTO
- 3.4.5.5. KONOPLJA, LAN I KOKOS
- 3.4.5.6. OVČJA VUNA
- 3.4.5.7. ILOVAČA
- 3.5. AKTIVNO KORIŠTENJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U ZGRADAMA
- 3.6. TIPOVI ENERGETSKI UČINKOVITE GRADNJE
- 3.7. ODRŽIVA POLJOPRIVREDA
  - 3.7.1. RAZLIKA IZMEĐU KONVENCIONALNE I ODRŽIVE POLJOPRIVREDE
  - 3.7.2. EKOLOŠKA (ORGANSKA) POLJOPRIVREDA KAO STANDARDNO MJERILO ODRŽIVE POLJOPRIVREDE
  - 3.7.3. KORIŠTENJE VODE U ODRŽIVOJ POLJOPRIVREDI
    - 3.7.3.1. KVALITETA VODE ZA NAVODNJAVANJE
    - 3.7.3.2. KORISTI I PROBLEMI NAVODNJAVANJA
  - 3.7.4. NAČELA I PRAKSE ZA ODRŽIVO UPRAVLJANJE VODOM U POLJOPRIVREDI
    - 3.7.4.1. ODRŽIVI POLJOPRIVREDNI SUSTAV
  - 3.7.5. SUSTAVI ZA NAVODNJAVANJE
    - 3.7.5.1. LOKALIZIRANO NAVODNJAVANJE
    - 3.7.5.2. NAVODNJAVANJE MINIRASPRSKIVAČIMA
    - 3.7.5.3. NAVODNJAVANJE KAPANJEM
    - 3.7.5.4. NAVODNJAVANJE KIŠENJEM
    - 3.7.5.5. SOLARNI SUSTAV ZA NAVODNJAVANJE

### **04 KRAJOBRAZ KAO DIO ODRŽIVE ARHITEKTURE**

- 4.1. PRINCIPI ODRŽIVE ARHITEKTURE KRAJOBRAZA
  - 4.1.1. VRIJEDNOST TLA
  - 4.1.2. PRAVILNO TRETIRANJE VODE
  - 4.1.3. OČUVANJE I ODABIR BILJAKA
  - 4.1.4. ODABIR I PRIMJENA MATERIJALA
  - 4.1.5. ZDRAVLJE LJUDI
- 4.2. METODE ODRŽIVE ARHITEKTURE KRAJOBRAZA
  - 4.2.1. ZELENI KROVOVI
  - 4.2.2. ZELENI ZIDOVI
  - 4.2.3. KIŠNI VRTOVI
  - 4.2.4. PRIMJENA RECIKLIRANIH MATERIJALA U KRAJOBRAZU
  - 4.2.5. STVARANJE POVRŠINSKIH VODOSPREMIŠTA
  - 4.2.6. POVRŠINSKO NAVODNJAVANJE KRAJOBRAZA
  - 4.2.7. PRIMJERI SUSTAVA ZA NAVODNJAVANJE ISKORIŠTAVANJEM POTENCIJALA KRAJOBRAZA
- 4.3. REFERENTNI PRIMJERI ODRŽIVOG KRAJOBRAZA

### **05 ZAKLJUČAK**

### **06 IZVORI**

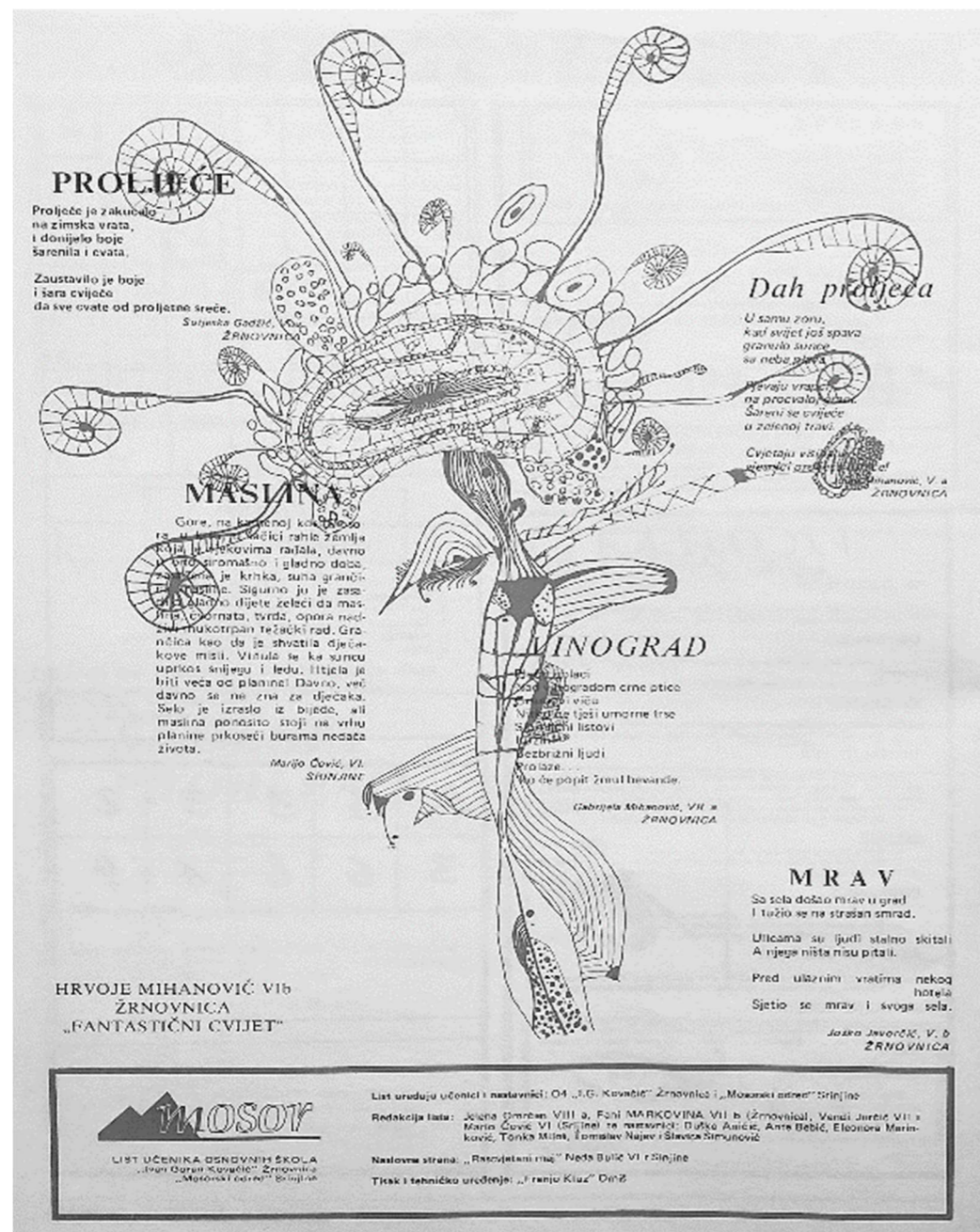
## 01 IDENTITET MJESTA

Mjesta su prožeta osobnim, socijalnim i kulturnim značenjima te stoga predstavljaju značajan okvir unutar kojeg se oblikuju i održavaju identiteti. Identitet nekog prostora često je povezano s nostalgичnim osjećajima, odnosno identitet se ne bazira samo na percepciji kakvo neko mjesto jest, nego i na percepciji kakvo bi ono trebalo biti, te mu se u tom smislu dodaju poželjne karakteristike. Temeljem analize različitih vrsta čimbenika koji su utjecali na formiranje prostornog identiteta (prostorno-arhitektonski, gospodarski, gospodarsko-poljoprivredni, kulturni, turistički i dr.) odredit će se kriteriji i smjernice za usmjeravanje očuvanja i unaprjeđenja prostornog identiteta mjesta Žrnovnice .

*Krajolik je rezultat ekonomske i socijalne transformacije određenog mjesta, ovisno o proizvodnim procesima i rezultirajućim značenjima kulturne aktivnosti stanovništva koja ga naseljava.*

*Ciceron , knjiga De natura Deorum ( 1967. )*

U tom kontekstu istraživanje zastupa holistički način razmišljanja o prostoru. Da bi se dizajniralo, potrebno je zamisliti i razmišljati o arhitektonskom prostoru koji nas okružuje dekodiranjem njegove prirode i otkrivanjem poruka u njegovim postojećim oblicima. Dekodiranje je priroda, odnosi se na međudnos ljudi i prirode odnosno mjesta te ovdje osobe i karakteristike fizičkog okruženja pridonose definiranju ambijenta i karaktera mjesta. Identitet utjelovljuje čvršću osnovu za razumijevanje potencijala mjesta, dok slabljenje identiteta mjesta dovodi do njegovog napuštanja, stoga razumijevanje i očuvanje identiteta mogu biti metoda za intenziviranje njegove uporabe i očuvanja kvaliteta prostora.



žrvanj u Žrnovnici

*Neobično mjesto susreta - kamenolom, neobičan motiv - jegulja zbog svoje migoljivosti pretvorena u slovo Ž, čija pak kvačica predstavlja žrvanj, zatvara međusobno povezani simbolični niz asocijacija na Žrnovnicu, slikovito mjesto u blizini Splita.*

izvor: facebook stanica udruge Žrvanj



izvor: <https://www.facebook.com/zrvanj/>



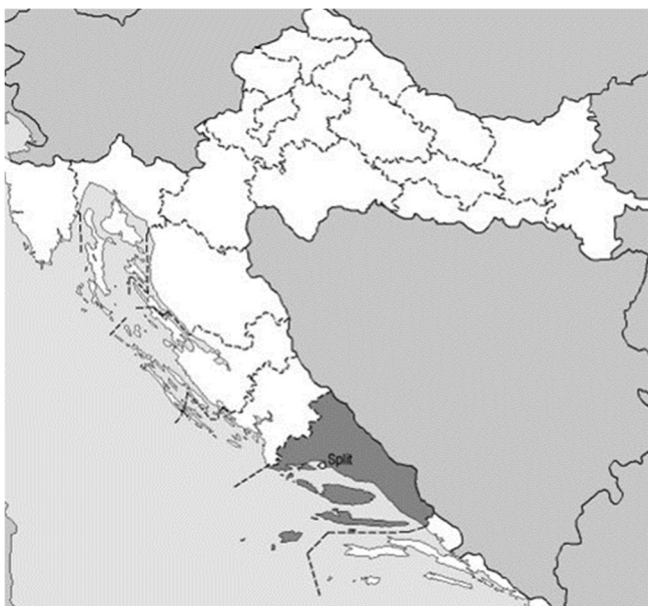
### MRAV

*Sa sela došao mrav u grad  
I tužio se na strašan smrad.  
Ulicama su ljudi stalno skitali  
A njega ništa nisu pitali.  
Pred ulaznim vratima nekog hotela  
Sjetio se mrav i svoga sela.  
Sjetio se mrav i svoga sela.*

*J.Javorčić ( V.b Žrnovnica )*

Izvor: časopis "MOSOR", 1987 god., broj: 11, str.20

## 1.1. GEOGRAFSKI POLOŽAJ ZAHVATA



Zahvat koji se analizira diplomskim radom je područje sliva rijeke Žrnovnice s fokusom na donji tok rijeke. Zahvat je planiran na području naselja Stobreč, unutar administrativnih granica Grada Splita u Splitsko-dalmatinskoj županiji o čemu ćemo više pričati u sljedećem poglavlju.

teritorij Splitsko-dalmatinske županije  
izvor: www.google.com



Žrnovnica, udaljena 11 km od Splita, smjestila se u dolini istoimene riječice, između slikovitih proplanaka zapadnog Mosora i onih poljičko-primorske kose. Žrnovnica je sa juga zaštićena strmim pristrancima Peruna, po kojima raste borova šuma. Žila kucavica sela je riječica Žrnovnica. Selo Žrnovnica smješteno je ispod planine Mosora ( vrh Ljuti kamen 1340 n/m) sa sjevera Markovače - kako ovdje zovu najzapadniji vrh Poljičkog brda Sridivice ( 328 m n/m) s jugoistoka, te Peruna ( 441 m.n.m.) s juga, iz povijesnih razloga važan je brežuljak Gračić ( 131 m.n.m.) na sjeveroistoku, dok se na sjeverozapadu smjestilo brdo Drobnuš.

Izvor: www.google.com



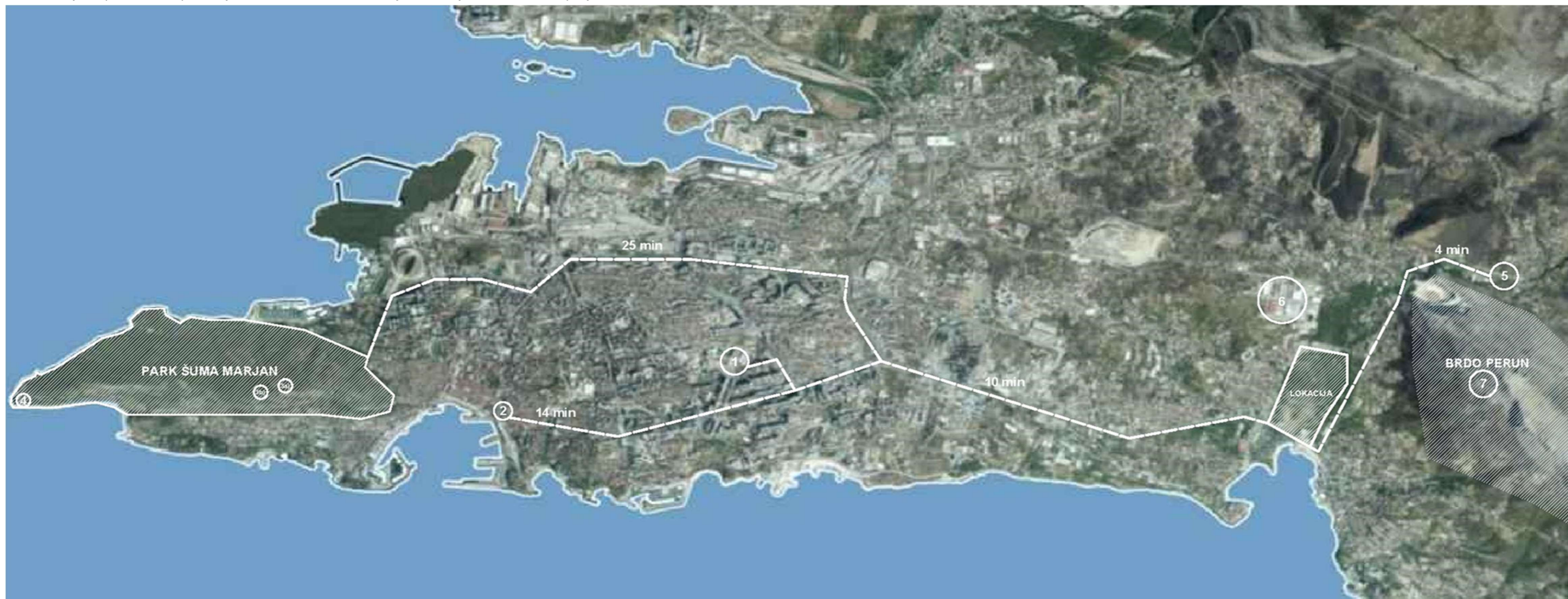
izvor: <https://geoportal.d>



Izvor: <https://www.google.hr/intl/hr/earth/>



Šira situacija sa prikazom uspostavljenih odnosa između lokacije i sadržaja od važnosti za projekt.



#### 1. SVEUČILIŠTE U SPLITU / Prirodoslovno-matematički fakultet

Lokaciju možemo definirati kao epicentar akademskih događanja u gradu Splitu. Do lokacije u Stobreču moguće je automobilom doći za 10 minuta, dok bi vrijeme za dolazak do park šume Marjan bilo skoro dvostruko, tome pogoduju prometne gužve u centru grada te loša komunikacijska povezanost zapadnog dijela grada sa istokom. Kada bismo u vremensku jednadžbu još uvrstili lokacije unutar park šume Marjan koje su od interesa za prirodne znanosti, od sveučilišta do Instituta za oceanografiju i ribarstvo (4) trebalo bi vam oko pola sata, dok bi za posjet zoološkom i botaničkom vrtu (3) trebalo izdvojiti 25 minuta za vožnju automobilom te još dodatnih 20 minuta pješke od vidilice.

#### 2. PRIRODOSLOVNI MUZEJ GRADA SPLITA

Zgrada uprave Prirodoslovnog muzeja nalazi se u centru grada, dok se kompleks zoološkog vrta nalazi u park šumi Marjan. Vrijeme potrebno za dolazak do zoološkog vrta iznosi oko 10 minuta automobilom, uz pretpostavku da imate propusnicu za prolazak automobilom kroz park šumu. U suprotnom, u vremensku jednadžbu je potrebno uvrstiti dodatnih 20 minuta pješice. Važno je napomeniti da bitan utjecaj na promet u gradu ima i sezona. Za vrijeme ljetnih mjeseci, zbog neuređenih prometnih tijekova u centru i gužvi, vrijeme potrebno za dolazak do park šume može se iznimno odužiti. Vrijeme potrebno za dolazak od Prirodoslovnog muzeja do lokacije u Stobreču iznosi 14 minuta bez većih oscilacija za vrijeme ljetnog perioda.

#### 3.a) ZOOLOŠKI VRT

Zoološki vrt smješten je na brdu Marjan. Nakon tri godine od zatvaranja, u rujnu 2018. ponovno je otvorio vrata za posjetitelje. Trenutno se u njemu nalazi 40 jedinki izvornih i tradicijskih pasmina domaćih životinja. Vrt je pod upravom Prirodoslovnog muzeja. Stanje samog kompleksa je jako loše te zbog neuređene dokumentacije uprava gubi sva prava na poticaje iz Europske unije.

#### 3.b) BOTANIČKI VRT

Osnovan na južnim padinama Marjana. Na površini od oko 2 ha, u vrtu su bile zasađene brojne biljke tropskih i suptropskih područja, dok se u sjevernom dijelu nalazila se autohtona mediteranska flora. Botanički vrt nije bio samo pedagoška ustanova, već je promicao uzgoj i njegovu biljaka i početkom šezdesetih godina prošlog stoljeća uspješno surađivao sa brojnim botaničkim ustanovama širom svijeta. Ovaj vrt je napredovao i funkcionirao do 1980-ih godina, kada počinje njegovo zapuštanje i propadanje. U novije vrijeme Odjel za biologiju PMF-a angažiran je na njegovoj obnovi.

#### 4. INSTITUT ZA OCEANOGRAFIJU I RIBARSTVO

Osnovan u Splitu 1930. godine kao prva nacionalna znanstveno - istraživačka institucija koja se bavi istraživanjem mora. Institut provodi veoma kompleksna istraživanja iz područja biološke, kemijske i fizičke oceanografije, sedimentologije, te ribarstvene biologije i marikulture. Institut među brojnim istraživanjima provodi i ona s fokusom na prijelazne i priobalne vode. Vrijeme potrebno za dolazak do lokacije u Stobreču je oko 40 minuta automobilom.

#### 5. CENTAR ŽRNOVNICE

Žrnovnica je naselje koje se nalazi istočno/sjeveroistočno od Splita. Nalazi se u sastavu Grada Splita. Nalazi se u prolazu podno Mosora, s njegove južne strane i sa zapadne/sjeverne strane brda Peruna, uz istoimenu rijeku. Naselje je okarakterizirano nedostatkom društveno-socijalne infrastrukture zbog koje postoji veliki broj dnevnih migranata koji gravitiraju prema potrebnom sadržaju. Do lokacije u Stobreču, odnosno donjem toku rijeke Žrnovnice potrebno je 4 minute automobilom, dok je pješačka ruta od sat vremena djelomično uređena uz rijeku te je omiljena lokalnom stanovništvu.

#### 6. TTTS

Trgovačko transportni terminal Split. Područje se definira kao industrijska zona te je bilo zamišljeno da bude glavno trgovačko središte Splita s trgovačkom lukom u blizini, ali danas se samo djelomično koristi. Danas to područje predstavlja problem za rijeku zbog odlaganja otpada iz zone ttts-a i obližnjih naselja.

#### 7. BRDO PERUN

Brdo Perun se nalazi uz obale Jadranskog mora. Proteže se od rijeke Žrnovnice, nadomak Splitu, do ušća Cetine kod Omiša u dužini od 17 km. Dobilo je ime prema staroslavenskom božanstvu Perunu.

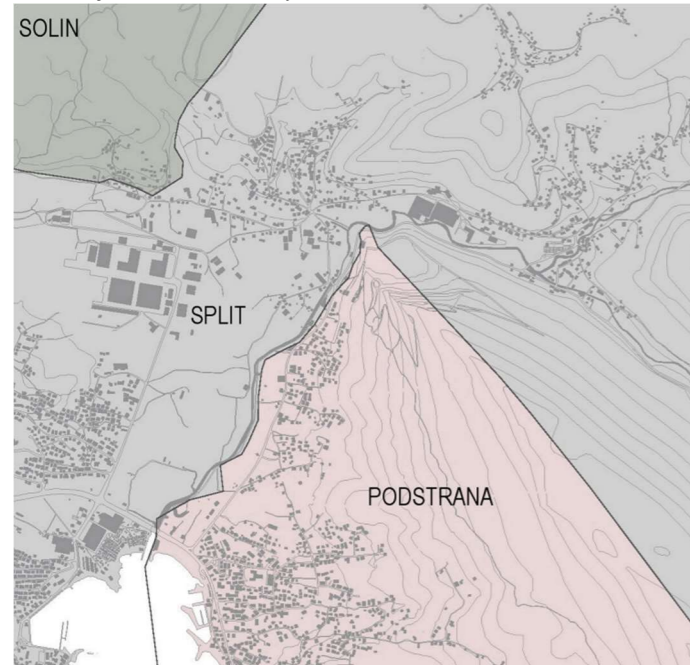
## 1.2. ADMINISTRACIJA I PLANOVI

Područje zahvata nalazi se na istočnoj periferiji grada Splita te se može definirati kao rubna kontaktna zona sa teritorijalnom lokalnom samoupravom općine Podstrana. Prema administrativnom ustroju Republike Hrvatske područje pripada lokalnoj samoupravi grada Splita, a prema teritoriju gradskih i prigradskih naselja područje se dijelom nalazi na teritoriju Kamen i Stobreč.

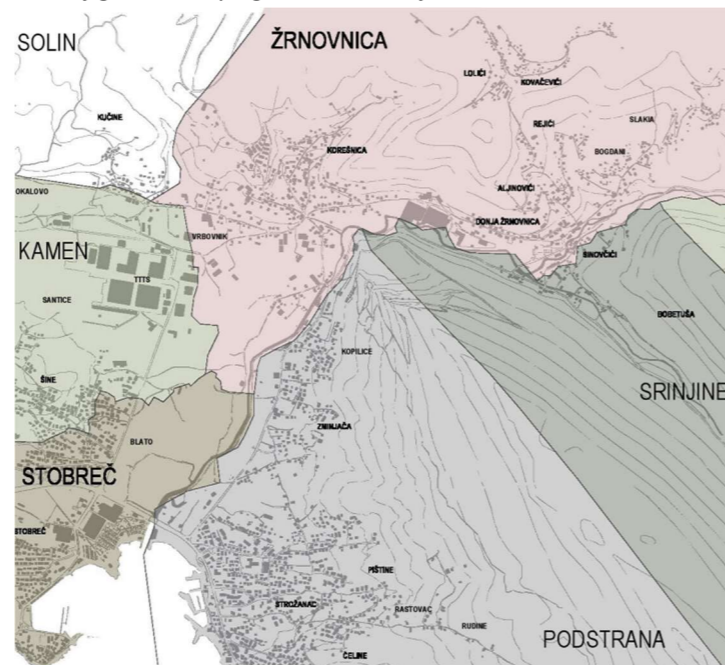
Način planiranja i uređenja prostora određen je sljedećim dokumentima prostornog uređenja :

- prostorni plan Splitsko-dalmatinske županije ( službeni glasnik Splitsko-dalmatinske županije br. 001/ 2003, 008/2004, 005/2006, 013/2007 )
- prostorni plan uređenja općine Podstrana
- prostorni plan uređenja općine Solin
- generalni urbanistički plan grada Splita

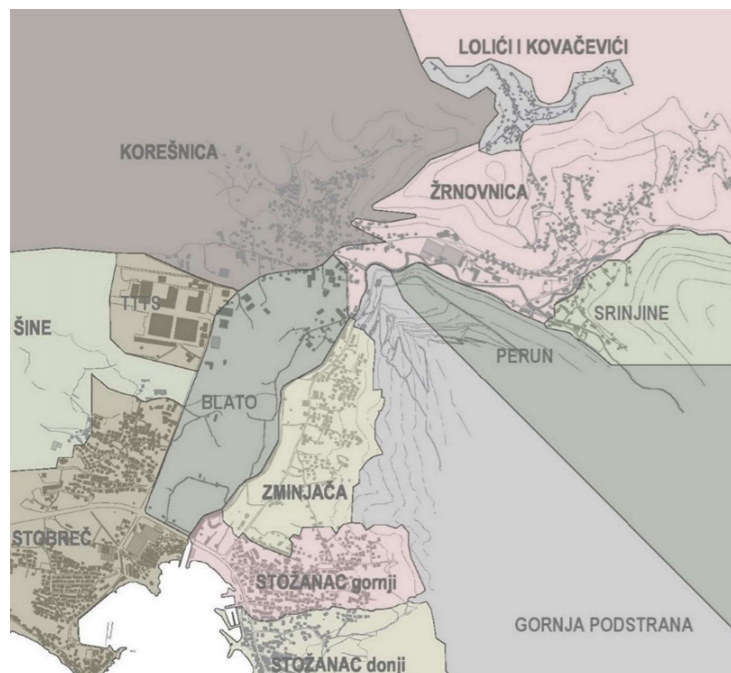
teritorij lokalne samouprave



teritorij gradskih i prigradskih naselja



teritorij granica prema kolektivnoj memoriji stanovnika

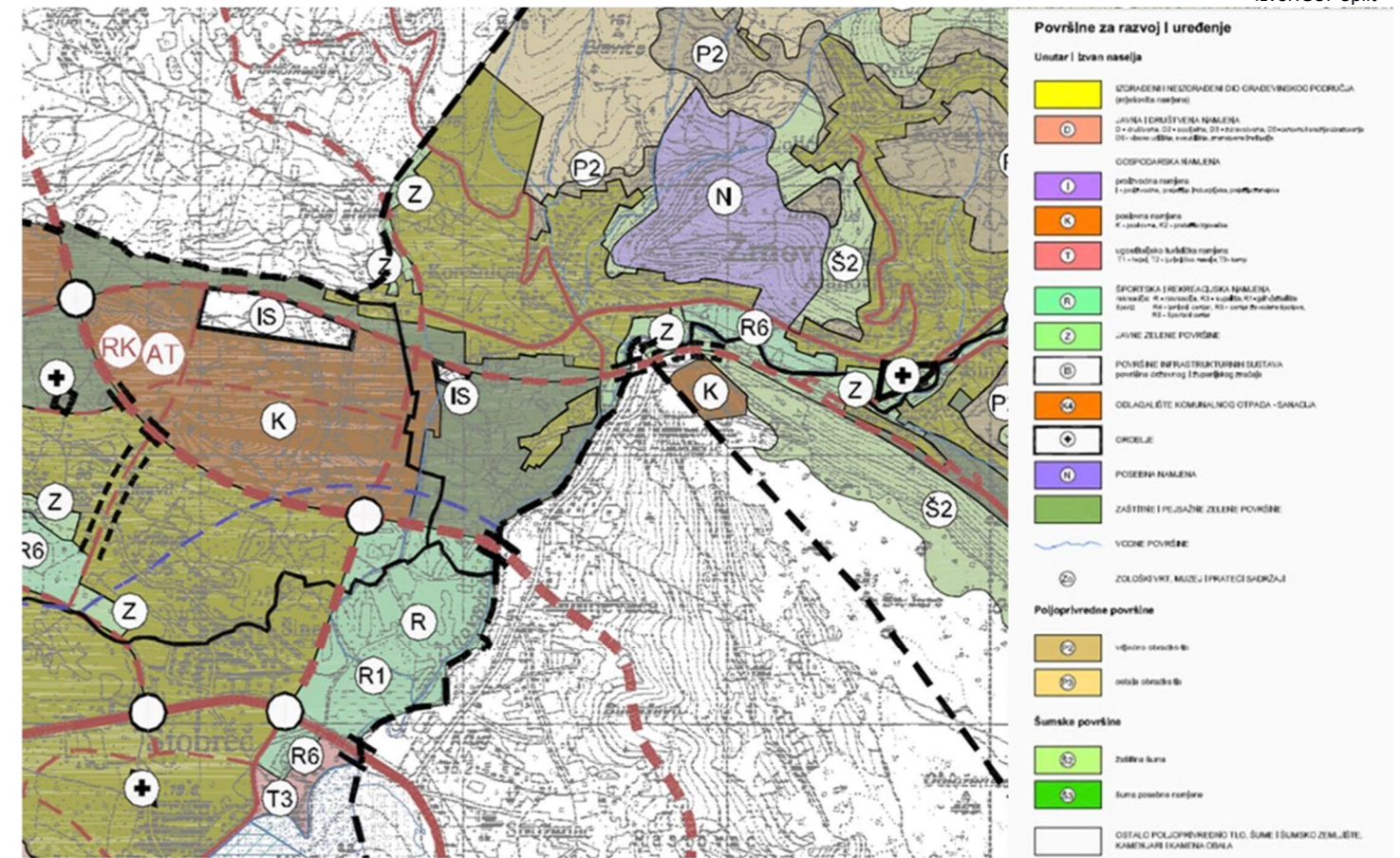


Bazirajući se na sociološkim aspektima percepcije prostora administrativne granice na ovoj karti svedene su na pojedine cjeline koje su zabilježene u kolektivnoj memoriji stanovnika. Takve se cjeline razlikuju od administrativno-upravnih granica.

## 1.2.1. NAMJENA

Trenutna usvojena namjena za područje donjeg toka rijeke Žrnovnice prema Generalnom urbanističkom planu grada Splita je rekreacijski potez na potezu Stobreč-Žrnovnica ( R, R1 ). Športska i rekreacijska namjena su posebno izdvojene Prostornim planom i obuhvaćaju sadržaje u naselju i izvan naselja.

Izvor:GUP Split



Površine za rekreaciju obuhvaćaju:

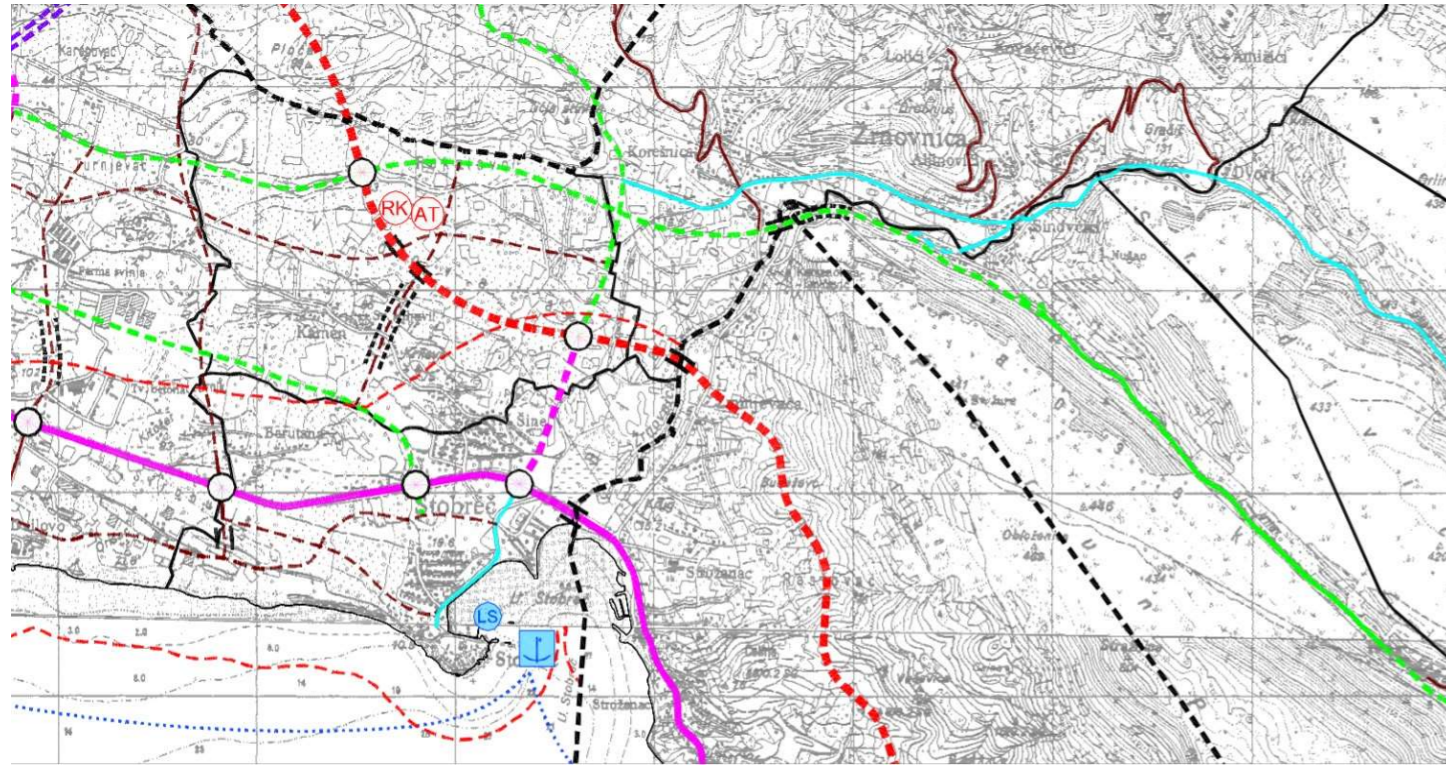
-rekreacijska namjena na potezu Stobreč-Žrnovnica (R, R1), prvenstveno je namijenjena rekreaciji i otvorenim igralištima uz mogućnost zadržavanja postojećeg golf vježbališta. Ukoliko se zadrži postojeće golf vježbalište nije dopuštena upotreba pesticida i drugih štetnih kemikalija, koje mogu zagaditi tlo, rijeku Žrnovnicu i priobalno more namijenjeno za kupanje.

-športski centar (R6), Žrnovnica, Srinjine i Sitno Gornje, su područja primarno sportskih sadržaja naselja (zatvorenih i otvorenih igrališta), ugostiteljskih i zabavnih sadržaja, smještajnih kapaciteta (do 40 ležajeva). Prateći ugostiteljski, zabavni, smještajni kapaciteti ne mogu se graditi prije gradnje sportskih sadržaja. U obuhvatu športskog centra Žrnovnica dopušta se zadržavanje postojećih građevina ili njihova rekonstrukcija i prenamjena u ugostiteljsko turističke namjene.

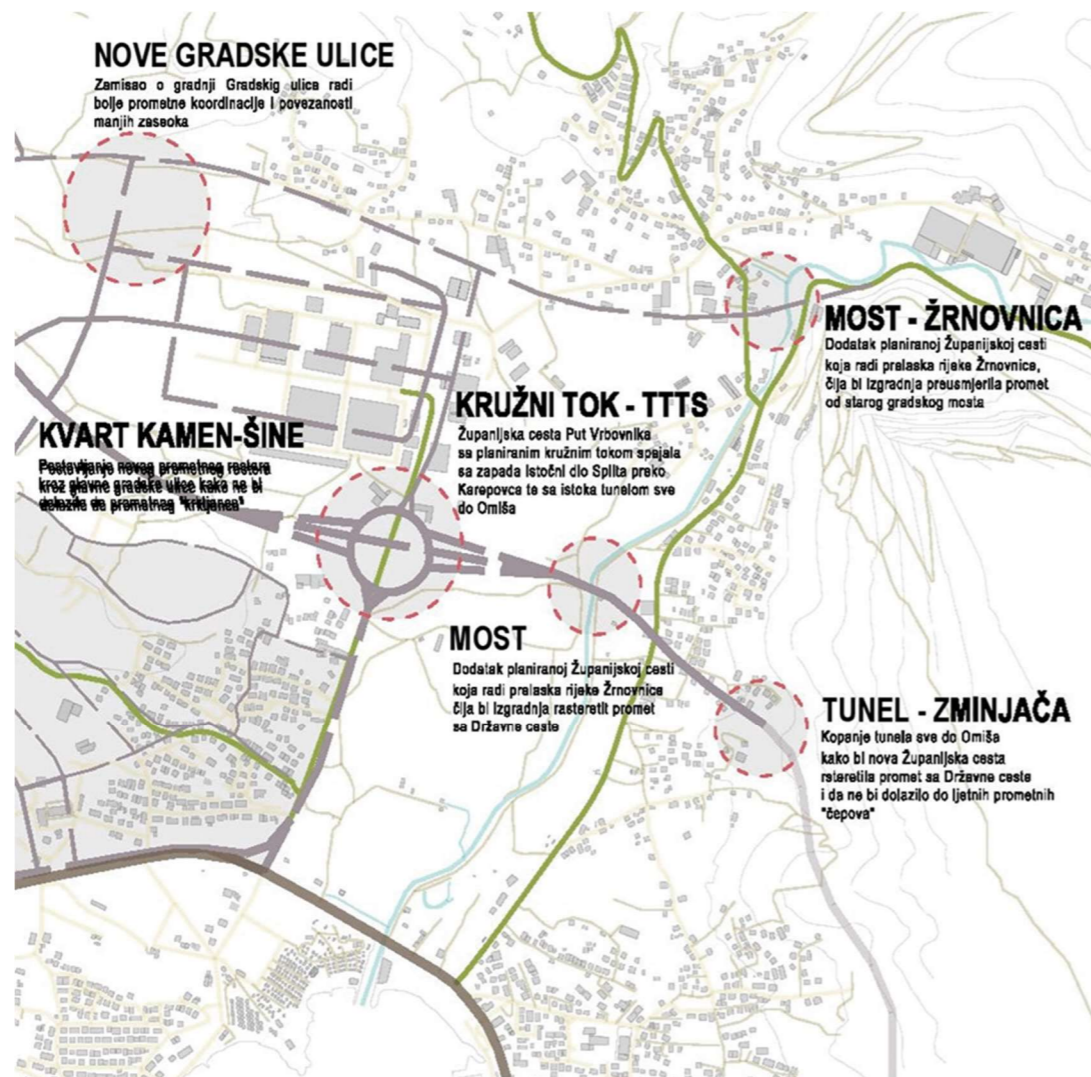


### 1.2.2. INFRASTRUKTURNI SUSTAV

izvor: PPU Split

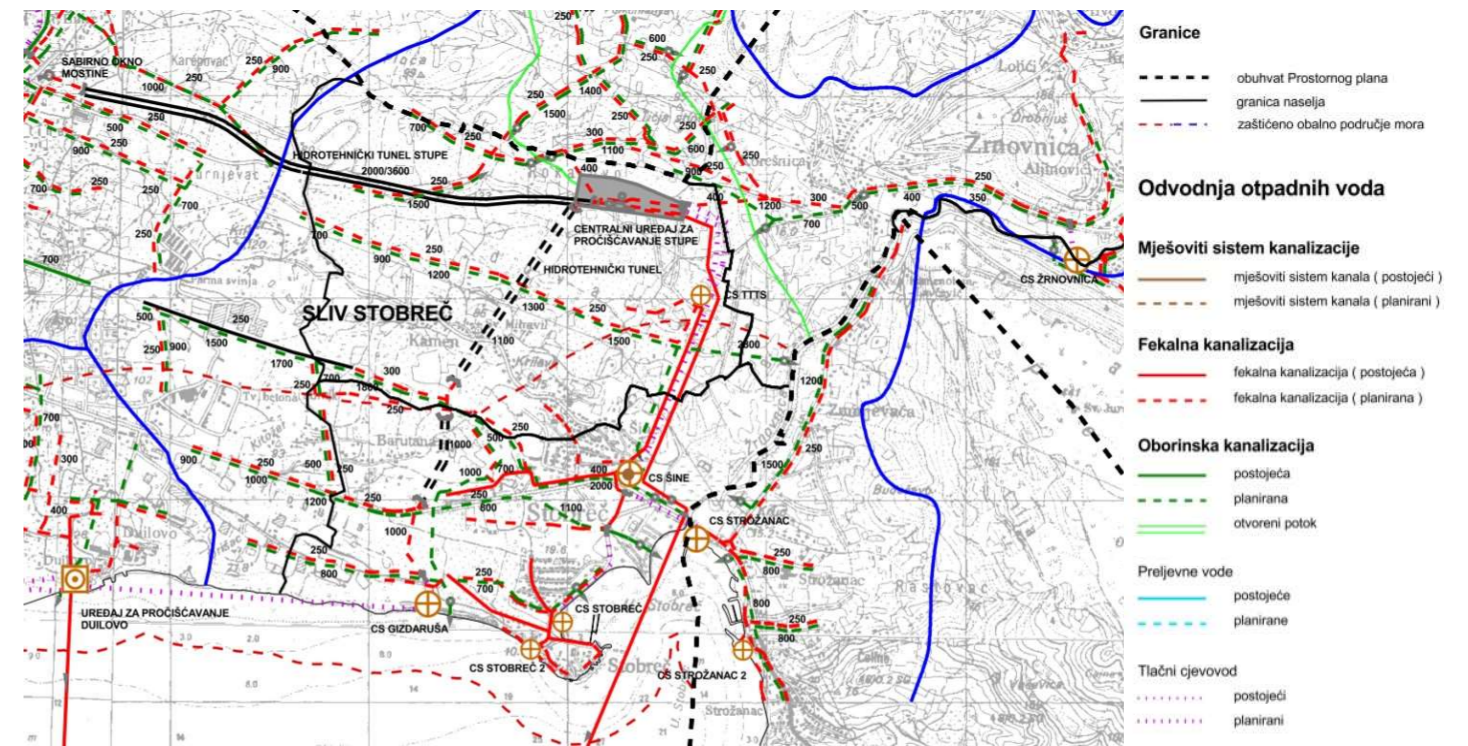


Prometne okosnice obuvata su postojeća državna cesta Ul. kralja Stjepana Držislava koja je trenutno glavna prometna komunikacija između centra grada Splita i Podstrane, na zapadnom rubu obuhvata granicu uspostavlja županijska cesta Put Vrbovnika. Predviđa se izgradnja brze državne ceste na sjeveru obuhvata koja se spaja na Put Vrbovnika kružnim tokom TTTS kao dio planiranog prometnog rješenja spajanja zapadnog dijela Splita sa istočnim preko Karepovca te nadalje tunelom sve do Omiša.



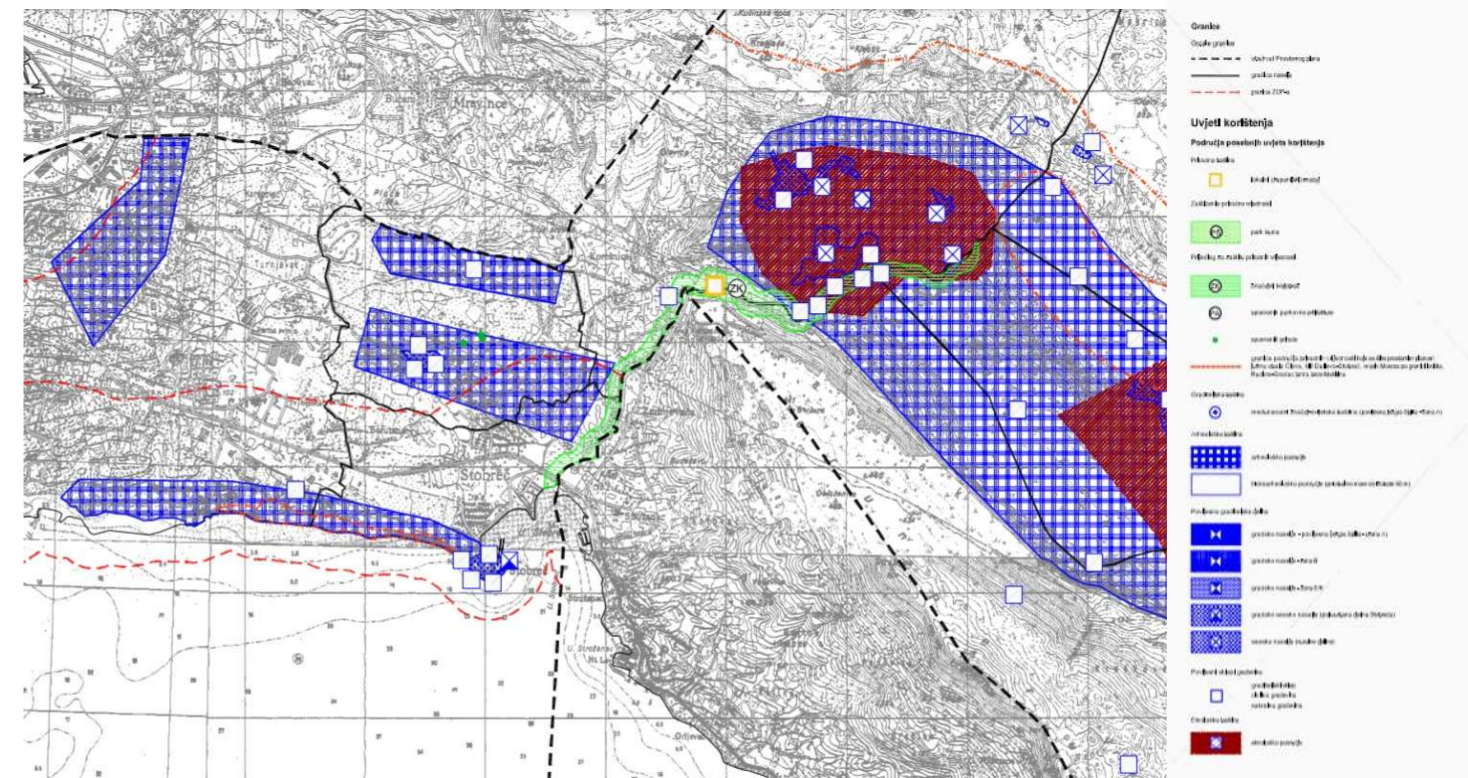
### 1.2.3. VODNOGOSPODARSKI SUSTAV

Uz zapadni rub obuhvata proteže se postojeća fekalna kanalizacija koja se spaja na crpnu stanicu Šine, a predviđa se povezivanje sa planiranom crpnom stanicom TTTS, dok je uz sjeverni rubni dio obuhvata predviđena zatvorena oborinska kanalizacija.



Izvor: PPU Split

### 1.2.4. UVJETI ZA KORIŠTENJE, UREĐENJE I ZAŠTITU PROSTORA

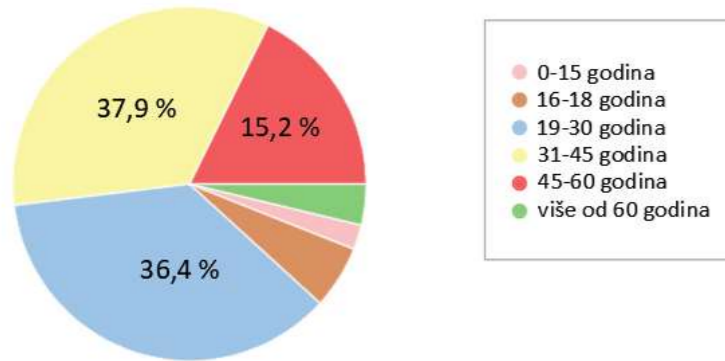


Izvor: PPU Split

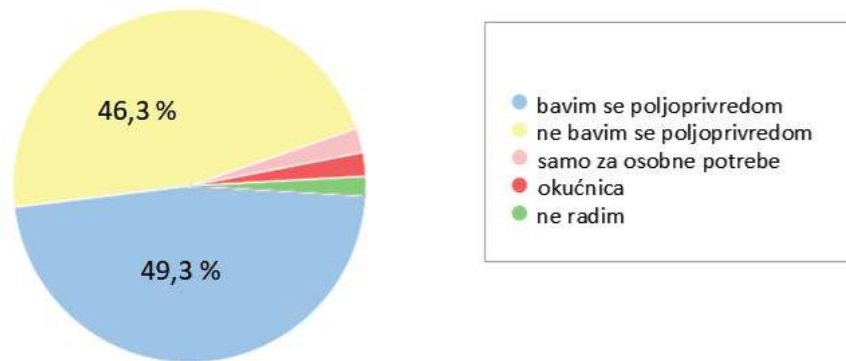
### 1.3. STATISTIČKI PODACI

Žrnovnica se iskazuje kao samostalno naselje tek od 1981.godine, nastalo izdvajanjem iz naselja Split. 1991. područje je povećano za naselje Sitno Gornje, a istovremeno smanjeno za dio naselja koji je pripojen Srinjinama. Od 1857. do 1931. sadrži dio podataka za naselje Split. U grafičkom prilogu statistike broja stanovništva možemo primjetiti da je u naselju Split od 1991. zabilježen blagi pad broja stanovništva, dok je u Žrnovnici u posljednjih 10 godina zabilježen porast broja stanovništva od 30%. Posljednjih godina na tom području uglavnom se doseljavaju mlade obitelji. Mladi ljudi se odlučuju na život u periferiji zbog brojnih pogodnosti kao što su život bez gužve, velike okućnice koje im omogućavaju svježu hranu za vlastite potrebe te svjež zrak i priroda, a uz to prosječna cijena kvadrata stana u Splitu iznosi u prosjeku 2700 eura po m2, dok je u Žrnovnici i Stobreču prosječna cijena 1700 eura po kvadratu. Većina njih slobodno vrijeme provodi uz rijeku ili na planini, a ističu kako im nije nikakav problem udaljenost od centra grada do kojeg automobilom mogu stići za svega 15 minuta.

#### STAROSNA DOB

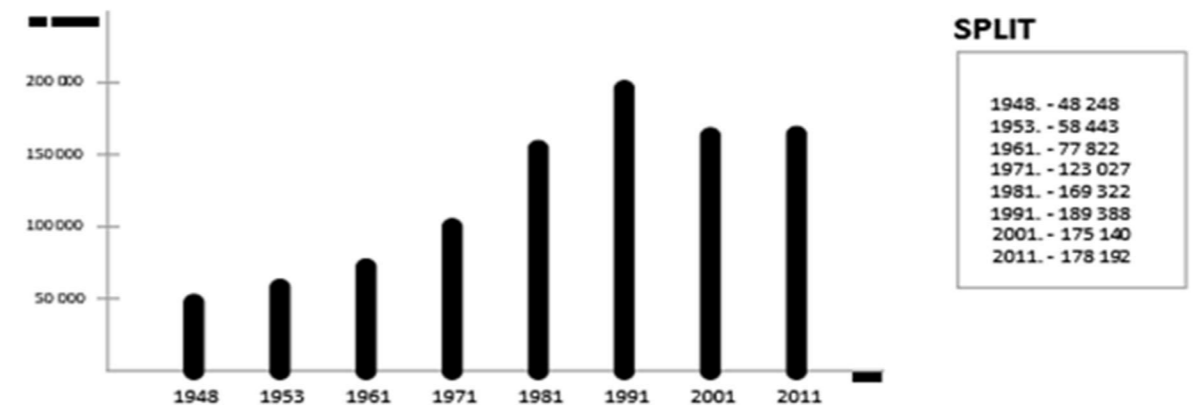


#### POLJOPRIVREDA I GOSPODARSTVO



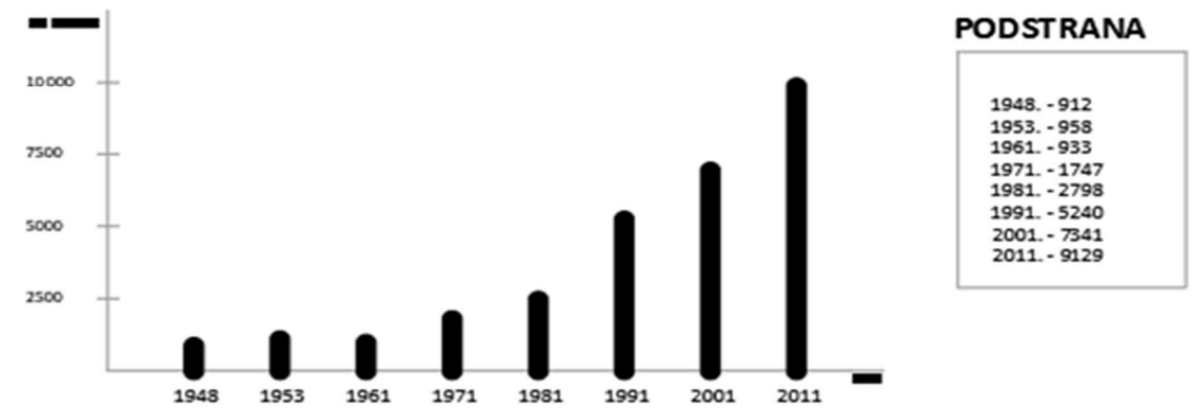
Izvor: Državni zavod za statistiku

Grafička prikaz broja stanovništva  
Izvor: Državni zavod za statistiku



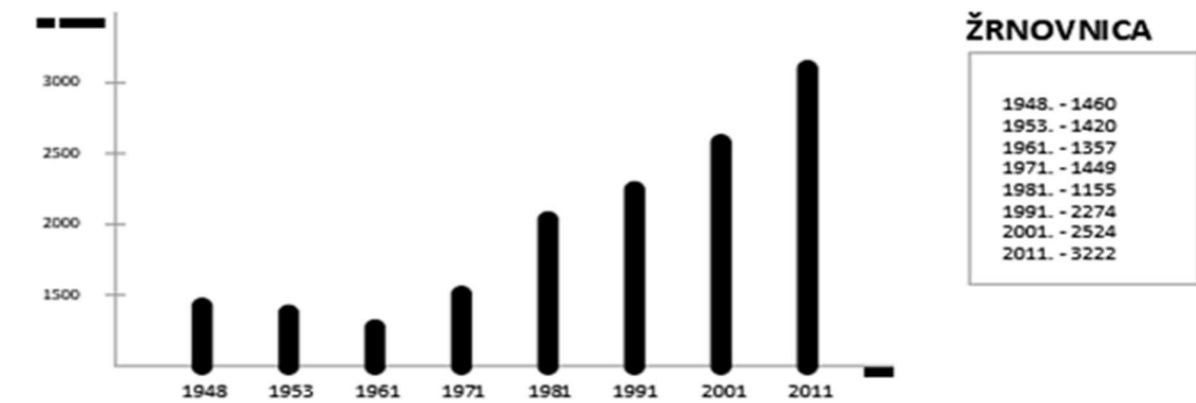
#### SPLIT

1948. - 48 248  
1953. - 58 443  
1961. - 77 822  
1971. - 123 027  
1981. - 169 322  
1991. - 189 388  
2001. - 175 140  
2011. - 178 192



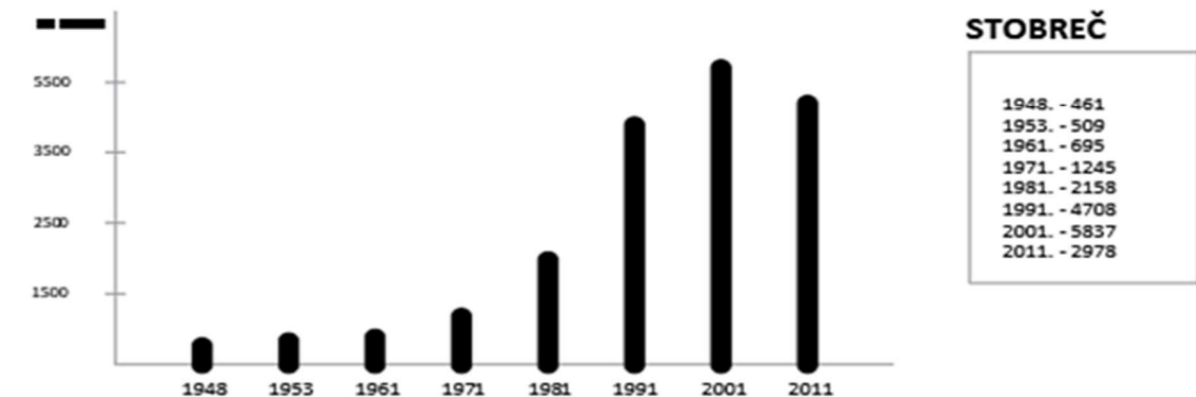
#### PODSTRANA

1948. - 912  
1953. - 958  
1961. - 933  
1971. - 1747  
1981. - 2798  
1991. - 5240  
2001. - 7341  
2011. - 9129



#### ŽRNOVNICA

1948. - 1460  
1953. - 1420  
1961. - 1357  
1971. - 1449  
1981. - 1155  
1991. - 2274  
2001. - 2524  
2011. - 3222



#### STOBREČ

1948. - 461  
1953. - 509  
1961. - 695  
1971. - 1245  
1981. - 2158  
1991. - 4708  
2001. - 5837  
2011. - 2978

#### 1.4. POVIJEST ŽRNOVNICE

Imenom Žrnovnica nazivao se u srednjem vijeku i početkom novoga čitav kraj oko rijeke, uključujući i njezino ušće, pa tako i područje kasnijeg Stobreča, na zapadu, te najzapadniji dio Podstrane, na istoku. U gornjem toku rijeke, približno do Kamene i Pete Peruna smjestila su se stara žrnovska sela sa sjedištem u župnoj crkvi na mjestu sadašnje, ondje je konačno oblikovano današnje selo nakon odlaska Turaka krajem 17.stoljeća, te su i međe katastarske općine Žrnovnica, ucrtane od austrijske vlasti oko 1830.godine. Oko 1080.godine se prvi put navodi slavensko, odnosno hrvatsko ime Žrnovnica, doduše samo za odnosnu rijeku i kraj oko nje. Korijen toga imena je praslavenska imenica žr'ny, u značenju »ručni mlin, žrvanj«, odnosno »mlinski kamen«, a potječe još iz indoeuropskog prajezika. Ova Žrnovnica nije jedina, postoje još brojni toponimi i lokaliteti izvedeni od praslavenskog žrny, koji nemaju veze s nekom rijekom, pa prema tome ni s mlinskim kamenjem u doslovnom smislu. Očito je neodgovarajuća mjesna predaja (zabilježena još u 18.st) da ime ove rječice i sela dolazi od mlinica, vjerojatnije će biti mišljenje da je naziv metaforičan i odnosi se na kraške formacije kamenja koje podsjećaju na žrvnjeve. Ipak ostaje nejasno kakve bi to točno formacije bile, a time i točna etimologija, tj. korijen imena rijeke i naselja. Slavensko-hrvatskom doseobom u 7.-8.stoljeću na ovom području se imenuju toponimi koji jasno pokazuju da su naši preci bili pogani: brdo Perun koje s juga zatvara gornji tok Žrnovnice nosi ime po staroslavenskom bogu-gromoviku. Osobito je sjeverna strana ovog brda, ona prema Žrnovnici, veličanstvena po strmini i obliku vrha, pa je od prapovijesti služila poganskom bogoštovlju. Potok Vilar koji na istoj strani Peruna uvire u Žrnovnicu nosi ime po vilama, dok se u imenu Tribišće krije trjeba, slavenski naziv za pogansku žrtvu. Krajem 15.stoljeća prvi put se spominje selo Žrnovnica, što je prema iznesenim povijesnim podacima ranije bilo naziv za rijeku i kraj oko nje. Glavnina današnjeg naselja, na sjeverozapadnoj obali rijeke, pripadala je splitskoj općini te je selo u njoj ostalo sve do danas, ne računajući stogodišnji period turske vladavine 1576.godine. Riječicu Žrnovnicu koja je dala ime današnjem selu mještani zovu jednostavno Rika, tj. „rijeka“, a rikom je zove i Poljički statut kada 1482. određuje zapadne poljičke granice.



granice Poljičke Republike

izvor: <http://www.almissa.com/poljickarepublika.htm>



U slavenskoj, kao i u nordijskoj mitologiji svijet je prikazivan kao sveto stablo, obično hrast, čije grane i kora predstavljaju živi svijet nebesa i smrtnika, nebo i zemlju, a njegovo korijenje podzemlje, svijet mrtvih. Bilo je to drvo života. Perun je bio vladar svijeta živih, neba i zemlje, a često simboliziran orlom koji je sjedio na najvišoj grani i promatrao cijeli svijet.



Tok rijeke Žrnovnice u doba Poljičke Republike

izvor: <https://www.gkmm.hr/stranica/split-i-poljica-odnosi-kroz-povijest>

## 02 KRAJOBRAZ I KULTURNI KRAJOLIK

“Architecture means to visualize the 'genius loci', and the task of the architect is to create meaningful places, whereby he helps man to dwell.”

Christian Norberg-Schulz - Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture



Pojam krajobraz odnosi se na vizualnu pojavnost površine koja utječe na formu, oblik i boje, ali isto tako odražava način na koji se te komponente kombiniraju u stvaranju različitih uzoraka i slika koje su specifične za određeno područje. Pri tome valja naglasiti da krajobraz nije samo vizualna pojava jer njegova obilježja ovise o fiziografiji te njegovoj povijesti. Na stvaranje krajolika utječu razni činjenici (geologija, reljef, tlo, ekologija, arheologija, arhitektura...)



izvor: www.google.com

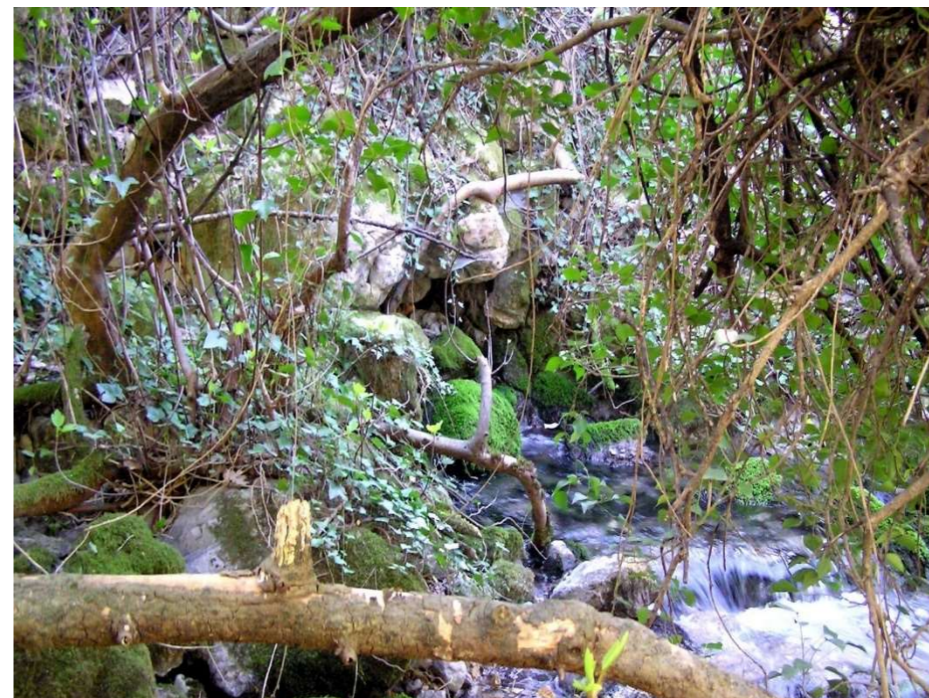
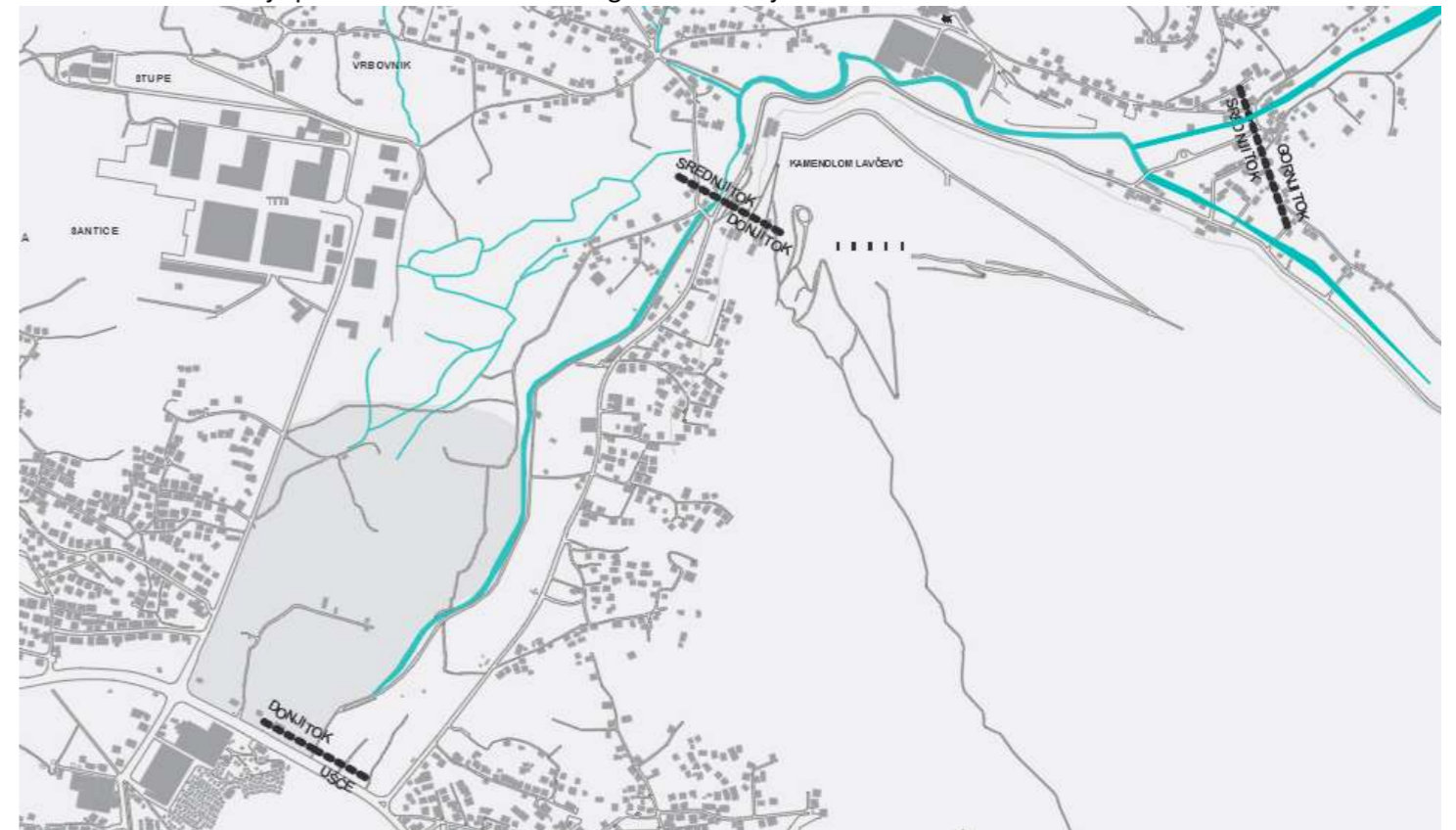
### 2.1. VODOTOK RIJEKE ŽRNOVNICE

Vodotok rijeke Žrnovnice, ujedno predložen za zaštitu kao posebni (ihtiološki) rezervat od izvora do ušća (uključujući i ušće) prema PPU grada Splita (većim dijelom na području Grada Splita i manjim dijelom na području općine Podstrana), definira se kao značajan krajobraz te predstavlja područje rijeke i kopna od osobitog značaja zbog svoje jedinstvenosti, rijetkosti, reprezentativnosti i staništa ugrožene divlje svojte te je od osobitog znanstvenog značenja i namjene. Na području veličine 37,3 ha nisu dopušteni zahvati i radnje koje narušavaju obilježja zbog kojega je proglašen.

Kada se govori o prirodnoj osnovi prostora, treba spomenuti i samu rijeku Žrnovnicu. Žila kucavica cijelog područja je riječica Žrnovnica. Izvire iz jugozapadnog podnožja Gradačke Bore, koja je sastavljena od foraminifernog vapnenca srednjoeocenske starosti. Njeno korito, dugo 5 km, usječeno je u flišu osim na dva mjesta gdje se provlači kroz eocenske gromače. Žrnovnica je tipična krška rijeka bržeg toka s manjim slapovima i dosta brzaka. Izvire iz pećinskih šupljina, teče kroz istoimeno mjesto, kratkog je tijeka i ulijeva se u more svega nekoliko kilometara od Solita u smjeru Omiša. Zanimljivo je naglasiti, da podzemno korito rijeke ima svoja podzemna razgranjenja čak do depresija, koje se nalaze na sjevernom pristranku centralnog Mosora. Rijeka je u prošlosti znala i presušivati, no to se nije dogodilo otkad je u Zakučcu na Cetini kod Omiša 1962. godine podignuta hidroelektrana. Vjeruje se da je gradnja hidroelektrane poremetila podzemne vodne tokove u Podmosorju, umjesto Žrnovnice presušili su manje-više trajno (izuzev jačih kiša) njezini pritoci: Slatka, Šip-potok,

Korešnica i Vrbovnik, na desnoj, te Brisnik (Sitanski potok) i Vilar (Srinjinski potok), na lijevoj obali, dok su kaptirana vrela Sedrenik, Tribišće i Vrdojačka voda oslabila. Bujični pritoci suhi su veći dio godine, a od najvećih to su bujice Vilar i Korešnica. Protok značajno i brzo varira ovisno o količini oborina u slivu. Rijeka Žrnovnica se do 17. stoljeća ulijevala u more u dva kraka, a njezino je ušće u davni bili dosta dublje u kopnu nego što je to danas. Srednji godišnji protok iznosi 1,8 m<sup>3</sup>/s, a srednji mjesečni protoci su najmanji u srpnju i kolovozu.

Tok rijeke Žrnovnice dijeli se na 5 cjelina: izvor, gornji dio toka, srednji dio toka, donji dio toka i ušće. Žrnovnica u svom gornjem toku prolazi kroz kanjon koji je slabo dostupan ljudima, pa je zato taj dio najočuvaniji. Donjim dijelom obale rijeke napravljena je šetnica, a ostatak obale obrasao je vrbom i smokvom s malo vodene vegetacije. Kao vrlo plitka krška rijeka u ruralnom području, Žrnovnica je podložna jačem utjecaju čovjeka. Voda iz Žrnovnice napaja i jedan dio vodovoda na području Splita i Podstrane te je potrebno raditi ispitivanja kakvoće vode. Na području rijeke Žrnovnice djeluje i ribolovno društvo Žrnovnica te je potrebno raditi i monitoring ihtiofaune rijeke Žrnovnice.



Izvorište Žrnovnice nalazi se oko 2 km sjeveroistočno od naselja Žrnovnica, a sastoji se od nekoliko manjih izvora koji se javljaju na širem području u visinskom rasponu od 77,0 do 88,0 m.n.m. Minimalna izmjerena izdašnost ovog izvorišta iznosi 250 l/s (1993. god.), a maksimalna 19 100 l/s (2004. god.). Dio izvorišta je kaptiran za potrebe vodoopskrbe naselja Sitno Donje i Žrnovnica, a dio se koristi za navodnjavanje. Postoje tvrdnje o presušivanju izvorišta Žrnovnice prije izgradnje akumulacije Prančevići, ali zabilježenih i mjerenih podataka o tome nema.

Izvor rijeke Žrnovnice, izvor: www.prirodoslovni.hr

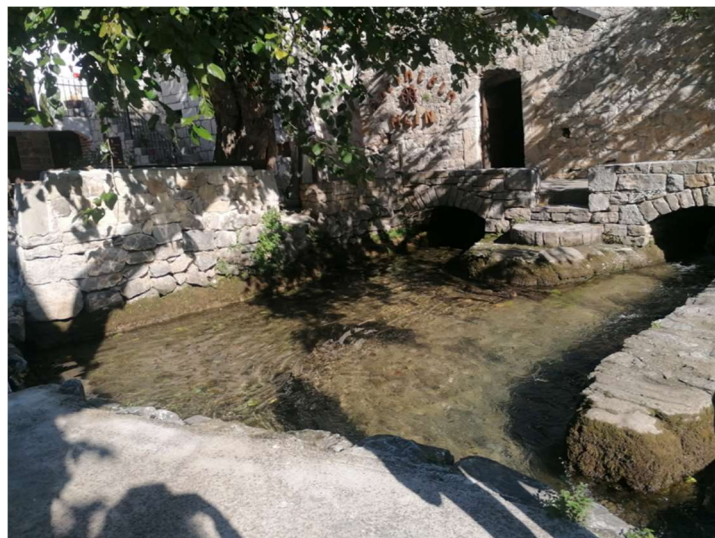


Rijeka Žrnovnica u svom gornjem toku prolazi kroz kanjon koji je slabo dostupan ljudima, pa je zato taj dio najočuvaniji. Donjim dijelom gornjeg toka rijeke postoji neuređena šetnica, a ostatak obale obrasao je vrbom i smokvom s malo vodene vegetacije. U gornjem toku nastaje znatna količina vučenog nanosa koji se taloži u srednjem i donjem toku. Veći dio toka Žrnovnice je reguliran.

Gornji tok rijeke

izvor: <https://www.dinarskogorje.com/>

Srednji tok Žrnovnice je izložen snažnoj eroziji korita i dna, pa su se u prošlosti vršili djelomični regulacijski radovi u cilju smanjenja erozije korita i zaštite od plavljenja okolnih poljoprivrednih površina i postojećih objekata. Duž cijele dionice protjecajni profil korita je značajno smanjen zbog istaloženog riječnog nanosa, mjestimične pojave erozije pokosa i vrlo bujne vegetacije uz rubove korita. Srednji tok prolazi kroz centar naselja.



srednji tok rijeke

izvor: privatni snimak

U donjem dijelu toka rijeke Žrnovnice regulacijski radovi su vršeni u više navrata i s dužim vremenskim prekidima. Tu je korito rijeke mjestimično vrlo plitko i izloženo zapunjavanju znatnim količinama nataloženog pijeska, te sklono obrastanju bujnom vegetacijom koja smanjuje protočnost korita. Na dijelu tog područja trenutno se nalazi golf. Šetnica se nalazi na granici općine Podstrana i grada Splita, te se proteže kroz obje administrativne granice. Uređeniji je podstranski dio gdje je staza široka nekoliko metara i proteže se od ušća do "pete Peruna" odnosno okuke ispod bivšeg kamenoloma. Prema sjeveroistoku se splitski, odnosno žrnovački dio šetnice koji je zapravo obična stazica uz samu rijeku.



donji tok

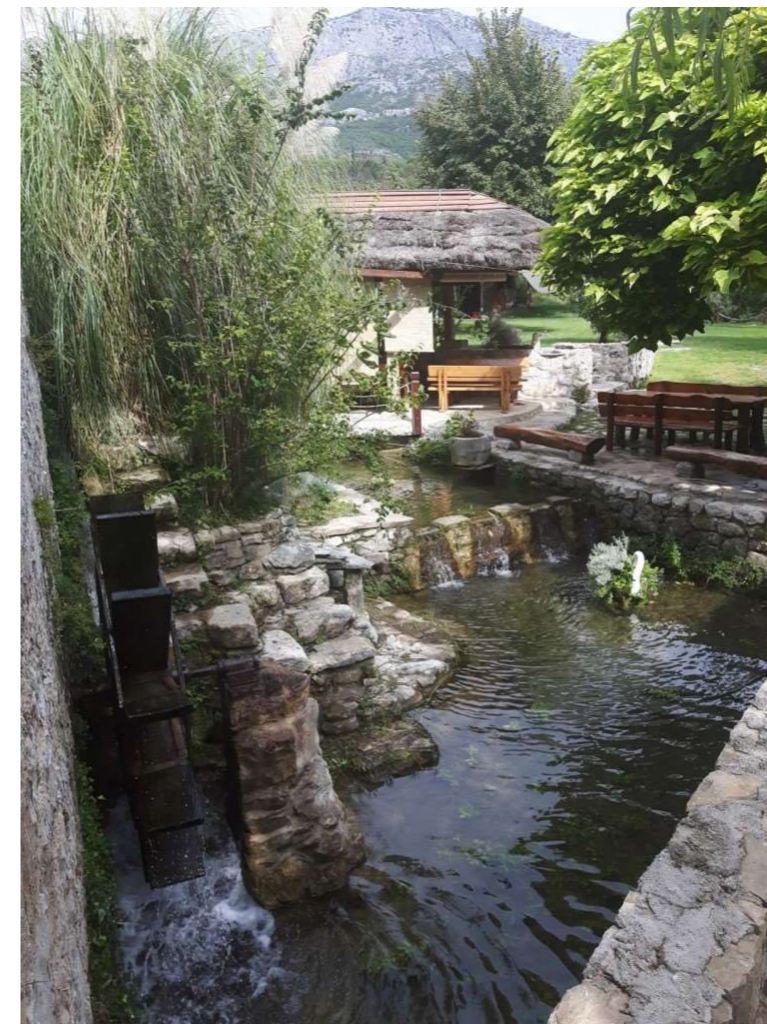
izvor: [www.google.com](http://www.google.com)



ušće

izvor: [www.prirodoslovni.hr](http://www.prirodoslovni.hr)

Tijekom 2009. godine napravljeni su idejni projekti regulacije korita rijeke Žrnovnice u srednjem i donjem dijelu toka na 25-godišnju veliku vodu. Plavljenja na slivu Žrnovnice uzrokovana su obilnim oborinama na slivu kada osim vrela Žrnovnice prorade i bujice, čija su korita neodržavana i zapunjena. Pri tome su najugroženije kuće na predjelu Perun, a često i prometnica u centru Žrnovnice.



Antoničin mlin u srednjem toku

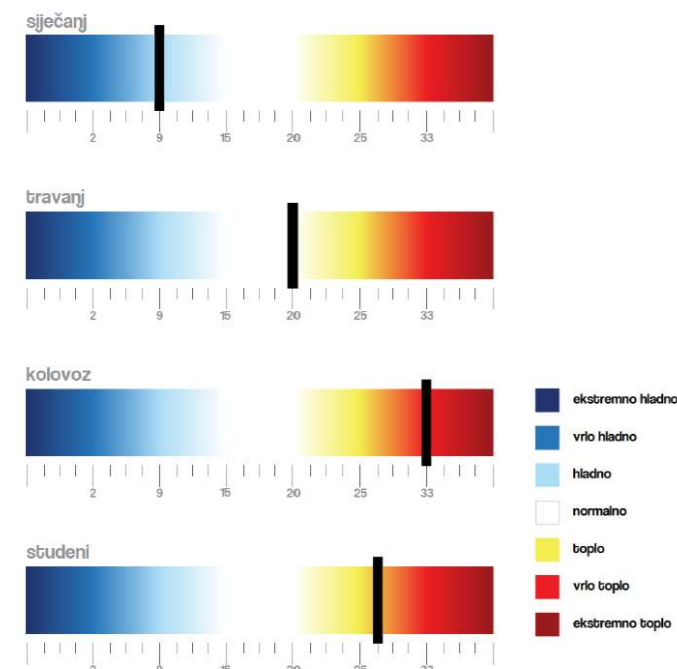
izvor: <https://www.gastrobajter.com/>

Ne zna se točno kad je izgrađen taj mlin. Prvi pisani trag o njemu datira iz 1685. godine, a po predaji star je oko 600 godina. Vodenica je podignuta na ostacima još starijeg mlina. Posljednjih 200-ak godina mlin je u posjedu obitelji Aljinović, nosi ime Antoničin, a nekad je bio poznat kao Benzona mlin.

Još od davnih dana mještani su koristili rijeku, kao glavni izvor svih aktivnosti što dokazuje položaj naselja Žrnovnica. Gradili su mlinove, vrtove koji su navodnjavani direktno iz rijeke, a velik postotak hrane su lovili upravo u rijeci. Danas su te aktivnosti prisutne u manjoj mjeri, no ipak i danas mještani iskorištavaju vodu na način da su sami izgradili vodovod koji navodnjava cijelo mjesto. No tu je problem što je takav vodovod ilegalan i nekontroliran stoga dolazi do onečišćenja rijeke koje se dalje prenosi do mora. Izvori onečišćenja su kanalizacija, ispusti iz kuća i otpadne vode, odlaganje otpada uz rijeku ili u blizini rijeke te otpadne vode iz vrtova koje sadržavaju pesticide.

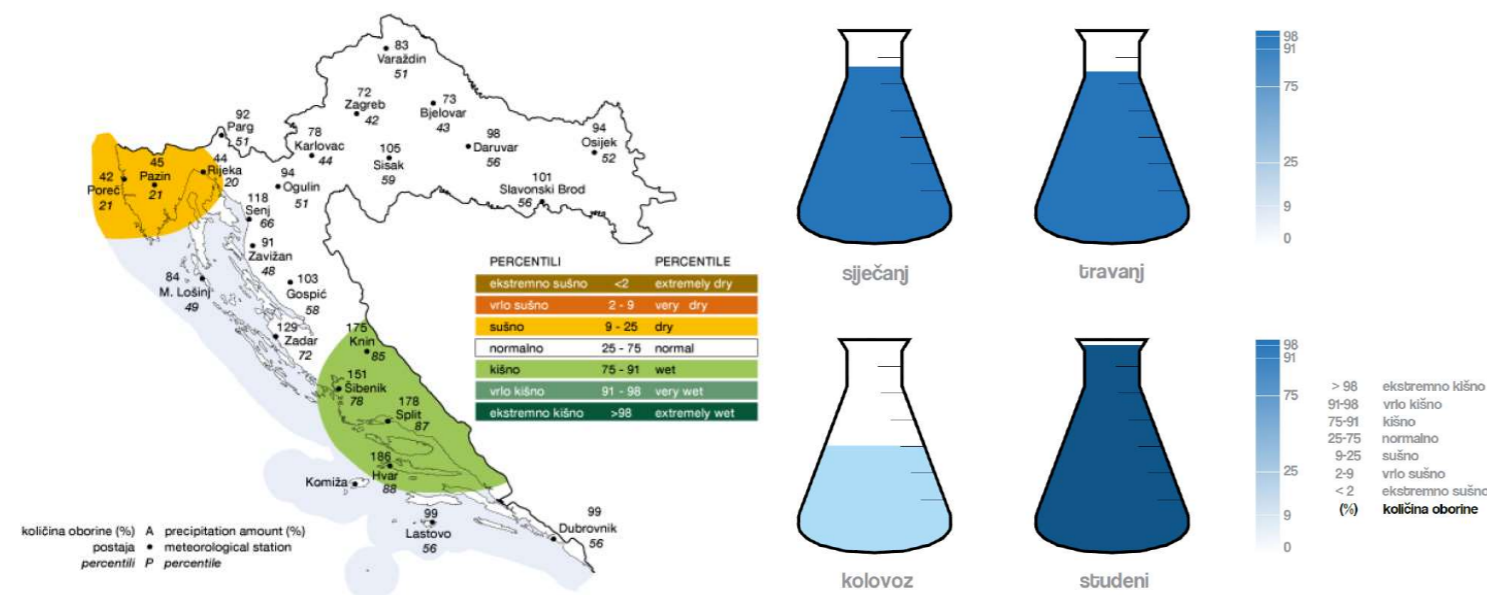
## 2.2. MIKROKLIMATSKE KARAKTERISTIKE

Prema Köppenovoj klasifikaciji klime, područje zahvata ima umjereno toplu vlažnu klimu s vrućim ljetom. Odluka te klime je srednja mjesečna temperatura najhladnijeg mjeseca viša od -3 °C i niža od 18 °C. U takvim područjima nema sušnih razdoblja, a najviše oborine padne u mjesecu hladnog dijela godine. Također, najtopliji mjesec u godini ima srednju temperaturu višu od 22 °C i više od četiri mjeseca u godini imaju srednju mjesečnu temperaturu višu od 10°.



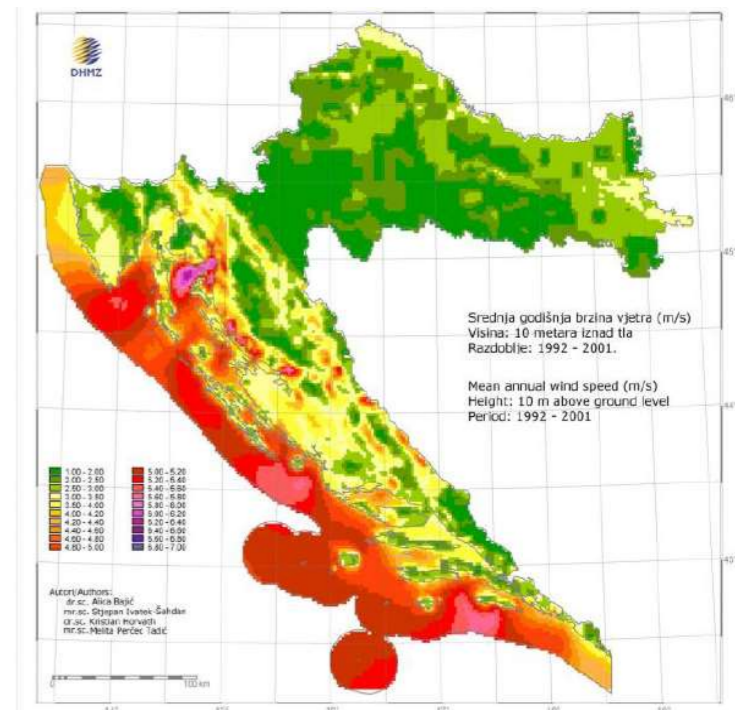
izvor informacija: <https://meteo.hr/index.php>

Srednja godišnja količina oborine iznosila je 782,8 mm, dok je maksimalna dnevna količina oborine iznosila 131,6 mm (u kolovozu). Srednji godišnji broj dana s količinom oborine ≥ 1 mm je bio 80,9, a s ≥ 20 mm je bio 9,8 (najviše u studenom i prosincu).



izvor informacija: <https://meteo.hr/index.php>

Čestina pojavljivanja pojedinog smjera i brzine vjetra na meteorološkoj postaji Split – Marjan za pedesetdvogodišnje razdoblje (1948.-1999.) ukazuje da su tijekom godine najčešći vjetrovi-bura (NNE, NE – 33,0%), jugo (ESE, SE, SSE, S – 21,4%) i jugozapadnjak (SSW, SW, WSW – 18,3%), dok su drugi smjerovi relativno slabo zastupljeni. Tišine su dosta rijetke (oko 4,8% termina motrenja). Tri najjača udara vjetra u promatranom razdoblju izmjerena su iz smjera sjever-sjeveristok (NNE - bura) i iznosila su: 48,5, 45,4 i 45,1 m/s. Ipak, vjetrovi iz toga smjera imaju manju prosječnu brzinu (6,0 m/s) od onih koji pušu iz smjera istok-jugoistok (ESE) i jugoistok (SE) (riječ je o jugu), koji dostižu 7,2 m/s.

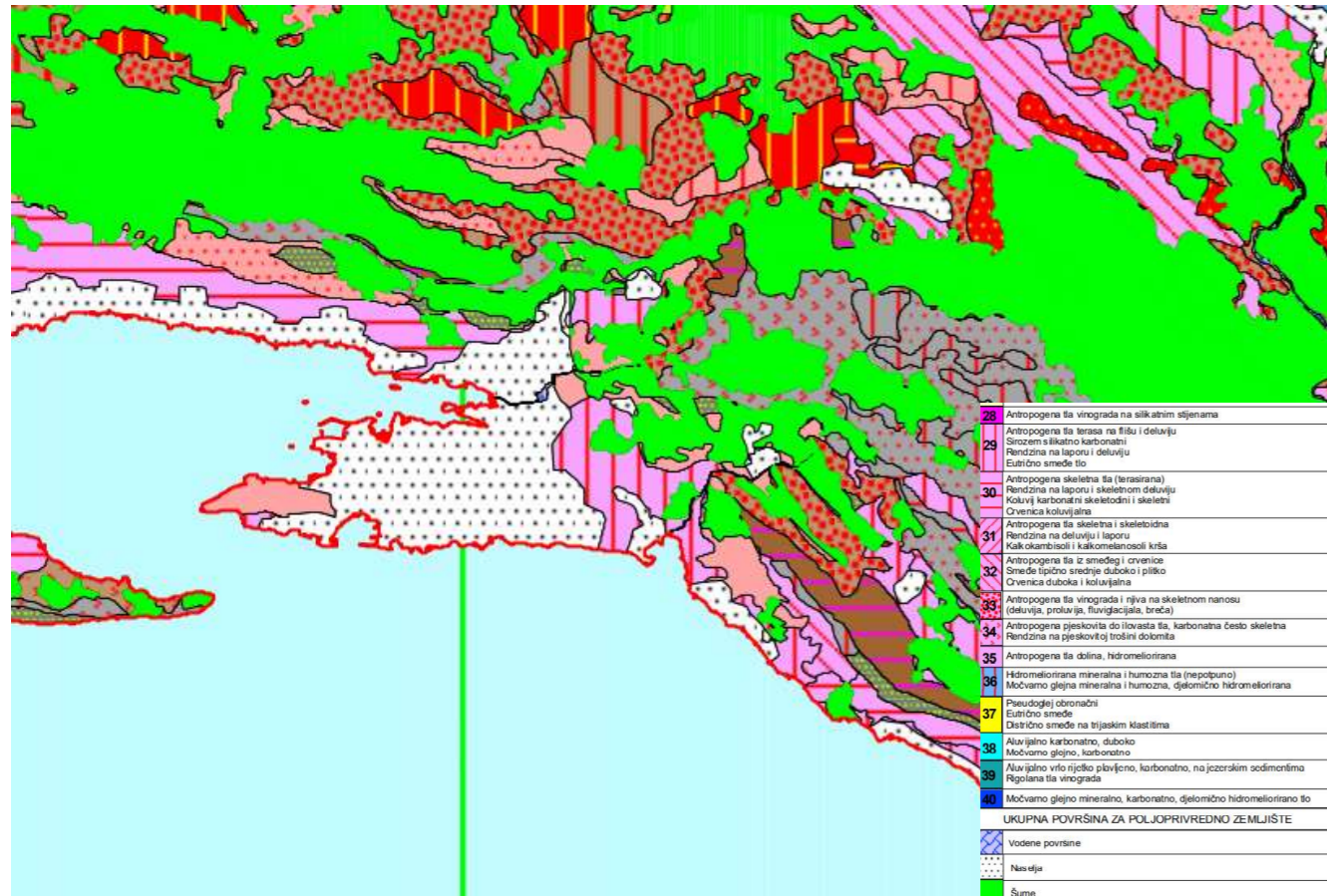


izvor informacija: <https://meteo.hr/index.php>

Klimatske promjene i njihov utjecaj teško je procjenjiv. Ipak, meteorološki podaci koji se još od 19. stoljeća prate s niza postaja u Hrvatskoj omogućuju pouzdanu dokumentaciju dugoročnih klimatskih trendova. U 20. stoljeću na području Hrvatske, porast prosječne temperature vidljiv je u čitavoj zemlji, osobito izražen u posljednjih 20 godina. Primijećen je trend laganog pada stope godišnje količine oborina tijekom 20. stoljeća, koji se na početku 21. stoljeća nastavlja te povećanje broja suhih dana u cijeloj Hrvatskoj. Također, povećala se učestalost sušnih razdoblja, odnosno broj uzastopnih dana bez oborina. Pomoću simulacija utvrđeni su okvirni podaci promjena mikroklimatskih karakteristika. Prema projekcijama promjene temperature zraka na području zahvata, najveće promjene su temperaturne u razdoblju 2011.-2040. Ljeti se očekuje porast temperature od oko 0,8-1,0°C u odnosu na razdoblje 1961. – 1990. godine. U jesen očekivana promjena temperature zraka iznosi oko 0,8°C, a zimi i u proljeće 0,2°C-0,4°C. U drugom razdoblju (2041.-2070.) očekuje se porast temperature 2,0- 2,5°C tijekom zime i 3,0-3,5°C tijekom ljeta, a u trećem razdoblju (2071.-2099.) 3,0-3,5°C tijekom zime i 4,0-4,5°C tijekom ljeta. Što se tiče oborina, promjene u sezonskoj količini oborine u bližoj budućnosti (2011.-2040.) projicirane su za proljeće i ljeto kada se može očekivati smanjenje od oko -5% u odnosu na razdoblje 1961. – 1990. godine, dok u ostalim sezonama model ne projicira promjene. Već 2041. za zimu i jesen očekuje se porast količine oborine između 5% i 15%, a smanjenje oborine od -15% do -25% očekuje se tijekom ljeta. U razdoblju 2071.-2099., tijekom zime je također projiciran porast količine oborine između 5% i 15% te znatnije smanjenje oborine tijekom ljeta od -25% do -35%.

Klimatološki, ovaj je prostor jako pogodan za život. Karakterizira ga blaga, mediteranska klima. Ljeta su topla, a zimi Primorska kosa štiti od hladnih, sjevernih vjetrova. Zbog karakterističnog položaja terena, insolacija je velika, a uz to i sama blizina mora povoljno utječe na klimu. Zimi tako ovaj dio obale ima povoljniju klimu nego što je to slučaj u prosijeku s ostatkom Dalmacije. Takve klimatske okolnosti utjecale su na vegetaciju, koja je u prošlosti u višim predjelima obuhvaćala hrastove šume, a u prigrorskom i obalnom dijelu šume češvine. Dio vegetacije također su činile i tipične mediteranske kulture poput masline, vinove loze i voća. Sve navedeno ukazuje na to da je područje Žrnovnice ruralni prostor koji je svoju egzistenciju u različitim povijesnim razdobljima temeljio, između ostaloga, i na jako pogodnim elementima prirodne osnove, kao što su plodno flišno tlo, izvori vode te blaga, mediteranska klima.

### 2.3. GEOLOŠKE I HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE

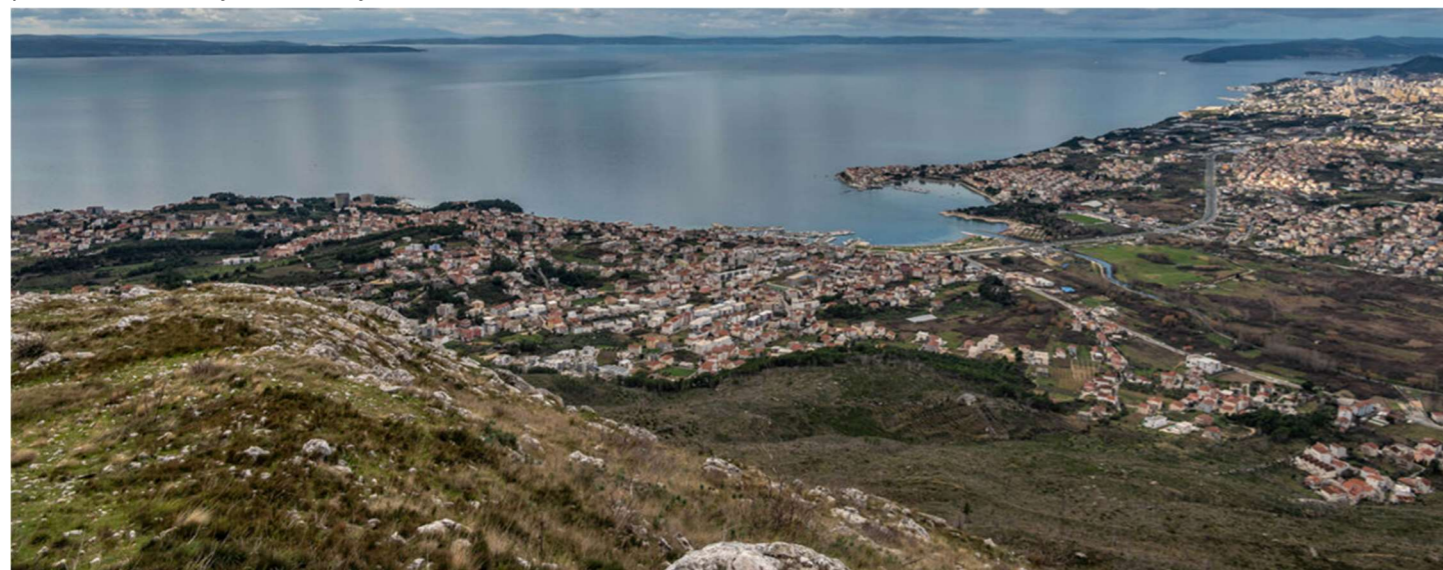


Izvor: [https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/plan\\_navodnjavanja\\_za\\_podrucje\\_splitsko\\_dalmatinske\\_zupanije.pdf](https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/plan_navodnjavanja_za_podrucje_splitsko_dalmatinske_zupanije.pdf)

Sliv izgrađuju stijene taložene na karbonatnoj platformi. Na području zahvata nalazimo umjereno pogodna tla s ograničenjima koja umjereno ugrožavaju produktivnost, dobit i primjenu navodnjavanja. Raniji prirodni uvjetima istjecanja podzemne vode na izvorima Žrnovnice promijenjeni su izgradnjom akumulacija na rijeci Cetini. Primjerice, nakon izgradnje akumulacije Prančevići izvor Žrnovnice više ne presušuje. Prirodna ranjivost cjeline podzemnih voda na području zahvata je niska, a rizik cjeline podzemnih voda je procijenjen kao „nema rizika“ (HGI, 2006).

Što se tlo više spušta prema moru, javljaju se niski kameniti brežuljci, te naslage fliša zbog kojih u drugoj, tzv. "podgorskoj" zoni postoje izvori vode te površinski tokovi čiji nanosi čine priobalnu zonu. Na mjestima gdje je tlo izgrađeno od vapnenca nema površinskih voda, ali na mjestima gdje je flišno tlo ima. Zbog toga je flišna zona izuzetno pogodna za život, jer voda, pored tla i klime, utječe na relativno dobru naseljenost tog područja. Ta fliška padina prelazi u usku ravnicu kako se približava morskoj obali i donjem toku Žrnovnice.

Izvor: [www.slobodnadalmacija.hr](http://www.slobodnadalmacija.hr)



izvor informacija: [https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/plan\\_navodnjavanja\\_za\\_podrucje\\_splitsko\\_dalmatinske\\_zupanije.pdf](https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/plan_navodnjavanja_za_podrucje_splitsko_dalmatinske_zupanije.pdf)

#### VRSTE ZASTUPLJENIH TLA NA LOKACIJI:

##### -KOLUVIJ

Heterogena mješavina tla i fragmenata stijene u rasponu od čestica gline do metarskih dimenzija. Obično se nalaze u podnožjima padina gdje prolaze prometnice, tako da ih je potrebno zasijecati, pri čemu se pojavljuju problemi nestabilnosti.

##### -EUTRIČNO SMEĐE TLO

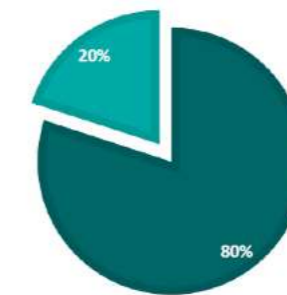
Ili eutrični kambisol je kambično tlo koje na području Županije dolazi u nizu s rendzinom, regosolom i koluvijskim. Razvija se na silikatnim bazama bogatim stijenama, te na laporu (flišu) i deluvijalnim (koluvijskim) derivati.

##### -FLIŠ

Pojam za redosljed slojeva sedimentnih stijena taloženi u dubokom bazenu formiranom na kontinentalnom rubu planinskog masiva. Karakteristika fliških naslaga je progresivno taloženje dubokovodnih turbiditnih slojeva do plitkovodnih šejlova (glinjaka i prahovnjaka) i pješčenjaka. Na stabilnost fliša utiču nagib i debljina slojeva, izmjena slojeva šejlova i pješčenjaka, tektonska poremećenost, intenzitet djelovanja atmosferične i podzemne i procjedne vode. Naslage fliša sastavljene od šejlova, uslijed intenzivnog trošenja djelovanjem atmosferične i procjedne vode postepeno poprimaju karakteristike muljeviteg tla – sedimentata gline i praha, a koje često uzrokuju diferencijalna slijeganja tla, dok na padinama i pokosima često tvore klizišta.

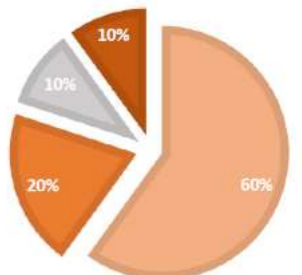
#### ZELENILO/ŠUME

- koluvijski eutrični sa prevagom sitnice
- smeđe na vapnencu, duboko i koluvijsko



#### FLIŠ/DELUVIJ

- antropogena tla terasa na flišu i deluviju
- sirozem silikatno karbonatni
- rendzina na laporu i deluviju
- eutrično smeđe tlo



## 2.4. BIORAZNOLIKOST

Bioraznolikost se tradicionalno definira kao raznolikost života na Zemlji u svim njegovim oblicima. Obuhvaća različite vrste, njihove genetske varijacije i interakciju tih oblika života u složenim ekosustavima. Međutim, bioraznolikost je ugrožena u cijelom svijetu. Biljke i životinje izumiru, i to uglavnom kao rezultat djelovanja ljudi. Kad jednom nestane bioraznolikosti, više ju nećemo moći vratiti. U izvještaju UN-a objavljenom 2019. znanstvenici upozoravaju da milijunu, od ukupno procijenjenih osam milijuna vrsta prijeti izumiranje. Neki čak smatraju da smo usred šestog masovnog izumiranja u povijesti Zemlje. Kroz prethodna masovna izumiranja nestalo je između 60 i 95 posto svih vrsta, a potrebni su milijuni godina da se ekosustav oporavi od takvih događaja.

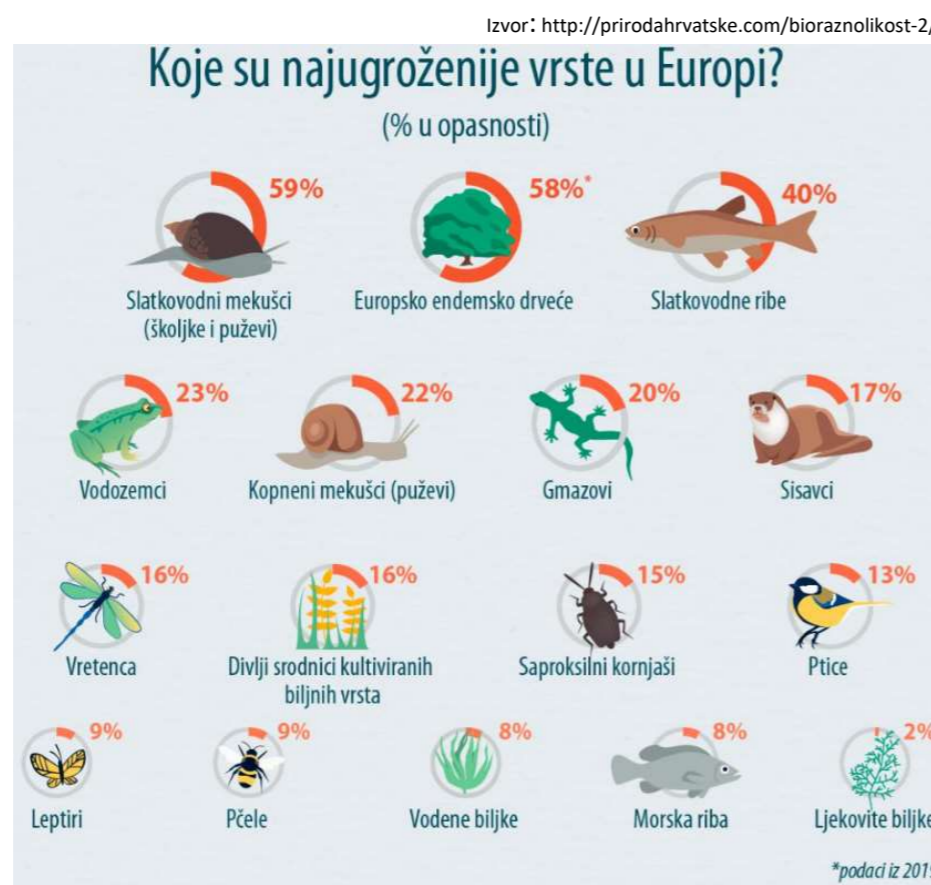
Zašto je bioraznolikost važna? Zdravi ekosustavi omogućavaju procese koje uzimamo zdravo za gotovo. Biljke uzimaju energiju iz sunca i čine je dostupnom drugim oblicima života. Bakterije i drugi živi organizmi razgrađuju organske tvari i time stvaraju hranjive sastojke koji osiguravaju zdravo tlo na kojem rastu biljke. Oprašivači su ključni za razmnožavanje biljaka i proizvodnju hrane, biljke i oceani važni su ponori ugljika, a vodeni ciklus uvelike se oslanja na žive organizme. Ukratko, bioraznolikost nam osigurava čisti zrak, svjež vodu, kvalitetno tlo i oprašivanje usjeva. Pomaže nam u borbi protiv klimatskih promjena i ublažava prirodne katastrofe.

Glavni razlozi gubitka bioraznolikosti:

- prenamjena zemljišta (krčenje šuma, intenzivna poljoprivreda, urbanizacija)
- izravno iskorištavanje (lov i prekomjerni ribolov)
- klimatske promjene
- onečišćenje
- invazivne strane vrste

Republika Hrvatska ističe se kao europska zemlja sa zavidnim brojem vrsta u odnosu na svoju površinu. Dosad je u Hrvatskoj zabilježeno oko 40 000 vrsta živih bića, no dobre su pretpostavke da je taj broj znatno veći; procjenjuje se čak do 100 000. Biljaka u našoj zemlji ima gotovo 9000 vrsta, no pretpostavlja se da čak 15 % vrsta hrvatske flore još nije zabilježeno. Često zanemarenih (u znanstvenom pogledu) gljiva ima oko 4500 vrsta, a samo manji broj su poznate jestive gljive. Na popisu je i više od 1000 vrsta lišajeva. U Hrvatskoj živi oko 24 000 vrsta životinja, a najviše je beskralježnjaka, među kojima su kukci, pauzi, rakovi i ostale životinje. Od toga je kopnenih beskralježnjaka više od 15 000, slatkovodnih oko 1850, a morskih oko 5650. Mnogo poznatiji kralježnjaci manje su brojni. Tako morskih riba ima 442

vrste, slatkovodnih oko 130, vodozemaca 20 vrsta, gmazova 39, ptica 399 (od kojih su 246 vrste gnjezdarice) i 116 sisavaca. Tako velikom broju vrsta doprinose različiti klimatski uvjeti kao i različita staništa kojima naša zemlja obiluje. Područje vodotoka rijeke Žrnovnice ima iznimno veliku bioraznolikost, no ona je vrlo ugrožena zbog ljudskih aktivnosti. Postoje brojni ekološki, ekonomski, socijalni i etički razlozi za njezinu zaštitu i očuvanje. Njezinim gubitkom, ne samo da gubimo raznolikost biosfere, već ugrožavamo cijele ekosustave i činimo ih ranjivijima. Neodgovornim ponašanjem grada i njegovih građana cijelo područje je u direktnoj prijetnji gubitka ribljih fondova, plodnog tla te izumiranja populacije pčela. Dok mi iscrpljujemo naš ekosustav i uzimamo ga zdravo za gotovo, pitanje je hoće li naša djeca imati priliku uživati u njemu.



Kontrastne situacije zatečene na lokaciji

izvor: [www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com), obilazak terena



### 2.4.1. FAUNA

U kontekstu ornitologije, rijeku Žrnovnicu treba promatrati kao jedinstvenu cjelinu s plitkom lagunom, tzv. Stobrečkom valom. Kroz različita godišnja doba u neposrednoj blizini rijeka opažane su u manjem broju vrste: razne vrste patki, mali gnjurac, bijela čaplja, mlakuša, liska, mala prutka, vodomar, bijela pastirica, siva pastirica i veliki trstenjak. Na širem području ušća u većem su broju zastupljeni galeb klaukavac (kroz cijelu godinu) te riječki galeb (u dijelu godine), a manje zastupljeni su mali gnjurac, ćubasti gnjurac, morski vranac, veliki vranac, mala bijela čaplja, siva čaplja, liska, vlastelica i mala prukta. Unatoč očitom padu ornitoloških vrsta u odnosu na starijim podacima, ipak bi se češćim istraživanjem i obilascima terena u dužem razdoblju zabilježile i još neke vrste.

Od gmazova i vodozemaca, uz rijeku se često nalaze smeđa krastača i velika zelena žaba (koja naseljava kanale i rukavce Žrnovnice). Kućni macaklin najčešće se viđa po zidovima u naselju, ali je također zabilježen u području izvora. Blavor, zajedno s primorskom guštericom, najčešći je pripadnik herpetofaune, a uz velikog zelembača i najveći gušter ovog područja. Veliki zelembač nastanjuje područje oko izvora rijeke Žrnovnice. Primorska gušterica najčešća je vrsta od ušća do mjesta Žrnovnica. Šara poljarica i ribarica (pravi pripadnik herpetofaune rijeke Žrnovnice) su jedine zmiје dosada zabilježene tijekom istraživanja. Žutouha kornjača invazivna je vrsta donjeg i srednjeg toka rijeke. Kada preraste okvire akvarija, ljudi je puštaju u tok rijeke ne znajući da time nanose veliki štetu. Ova vrsta potiskuje domaću barsku kornjaču, a na jelovniku joj se znaju naći jaja i punoglavci autohtonih vrsta vodozemaca.

U rijeci Žrnovnici je do sada zabilježeno više vrsta riba. U dijelu gdje nema utjecaja mora, može se pronaći autohtona vrsta jegulja te dvije vrste koje su u Žrnovnicu implementirane od strane čovjeka: jako ugrožena mekousna pastrva solinka i kalifornijska pastrva. Mekousna pastrva solinka je posebnost rijeke Žrnovnice jer je ona, uz rijeku Jadro, posljednje stanište ovom našem ugroženom endemu. Njeno stanište veže se uz izvor rijeke dok se jegulja i kalifornijska pastrva mogu naći duž gornjeg i srednjeg toka rijeke. U ušću rijeke pronađeno je 40 vrsta riba od kojih je 25 morskih sa širokom ekološkom valencijom; cipal glavaš, gavun oliga, cipal zlatac, cipal balavac, babica kukumašica, glavočić kalužar, glavoč blatar, hina zivi, špar i ovčica. U gornjem dijelu ušća zabilježeno je 15 vrsta riba.

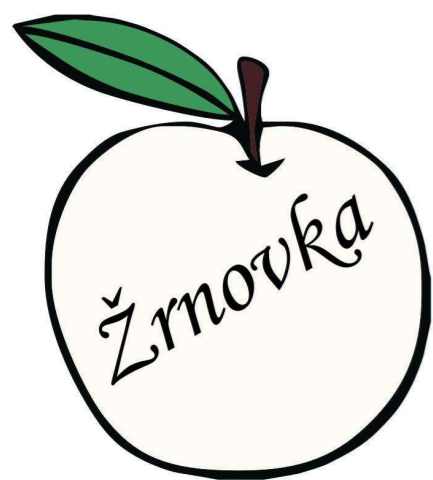


## 2.4.2. FLORA

Predmetno područje veoma je bogato hortikulturom, što je lako vezati uz blizinu rijeke Žrnovnice. No, područje se tijekom godina promijenilo, pogotovo za vrijeme ljetnih mjeseci kada kreću sezone požara. 2017. godine izbija požar koji je zahvatio više od 4500 hektara zemlje, a dozeo je čak i do kuća. Požar zahvaća uzvisine i dio kotline naselja Žrnovnice, sve do naselja Tugara. Naime, nekada je područje bilo prekriveno hrastom crnikom, kojeg danas gotovo nema. Kako bi se područje što prije obnovilo, stabla hrasta zamijenjena su alepskim borovima (zbog brzog rasta).

Oko izvora toka nalazimo biljke stijena i kamenjara. Šume alepskog bora, ostatke šume vrbe i topole te stabla smokve nalazimo razmjerno duž toka. Suhi i vlažni travnjaci, zajednica riječnog žabnjaka, tršćaci, te slane mediteranske biljne zajednice mediteranskih slitina te zajednica jesenske mrižice i modrikastog pelina rastu na površinama oko samoga ušća i donjeg toka rijeke te na pjeskovitim lagunama duž susjedne morske obale. Na višim položajima te na vršnoj zaravni nailazi se i na pojedinačna stabla primorskog bora, čempresa, česmine, hrasta medunca i koštela, a u obliku visokih grmova ili niskih stabala razmjerno su česti zelenika, zimzelena tršlja, crni jasen i lovor.

Krajobrazom toka Žrnovnice još prevladava i agrikultura, točnije privredni sektor koji obuhvaća vrtlarstvo, maslinarstvo, voćarstvo, vinogradarstvo, stočarstvo, itd. Samoniklu vegetaciju na širem području uz rijeku potisnule su dijelom i poljodjelske kulture, od kojih su neke iznimno vrijedne. Mještani većinom uz svoje okućnice ili u blizini imaju poljoprivredna zemljišta. Naime, poljoprivreda prevladava tokom rijeke jer je tlo pogodno za uzgoj pojedinih biljnih kultura, a i blizina rijeke omogućila je stanovništvu jednostavno navodnjavanje.



Od voćnih kultura mogu se pronaći voćnjaci jabuka, breskvi, trešnji, višnje i smokve. Valja spomenuti žrnovačku sortu jabuke „Žrnovka” – iako je ne odlikuje veličina ploda niti atraktivan izgled te se još ne uzgaja u velikoj mjeri, ona je zbog svojih iznimnih nutritivnih i voćarskih svojstava odnedavno zaštićena kao prepoznatljiv lokalni proizvod. Čest je konsocijacijski uzgoj vinove loze te masline i smokve. Jedna od zastupljenijih voćarskih kultura je maslina čije se sirovine najviše koriste za proizvodnju i prodaju ulja. Vinova loza uzgaja se u većim površinama na obroncima Mosora te u pojedinačnim manjim obiteljskim vinogradima. Brojne su i obiteljske vrtne površine i oranice na kojima se uzgajaju kulture kupusnjača, lukova, rajčica, paprika, krastavac, tikvice, lubenice, dinje, salata, endivija, blitva, mrkva, cikla, peršin, celer te čitav niz malih karakterističnih kultura. Od cvjećarskih kultura najčešće su krizanteme u polju i gerbera, ruža i anturium u zaštićenom prostoru.

<https://www.uo-split.hr/sajmovi-i-dogadanja/najave/prva-obrtnicka-vecer-u-zrnovnici-u-ponedjeljak-u-19-sati/>



Perunika na Pernunu  
Izvor: [www.slobodnadalmacija.hr](http://www.slobodnadalmacija.hr)



## 2.5. LOKALITETI KULTURNO POVIJESNE BAŠTINE

### 1. CRKVA SV.JURE

Crkva se prvi put spominje u prikazu dobara splitske nadbiskupije 1397. g., no drži se da je podignuta mnogo prije 14. st. Obilježja su joj rustikalnost, neraščlanjenost vanjštine i unutrašnjosti, bačvasti svod i polukružna apsida. U turskim je vremenima crkva zapuštena, a od udara groma 1752. g. stradala je do temelja. Svetomu Juri, zaštitniku Poljica i svetcu inače omiljenomu u mnogim, ne samo slavenskim, kršćanskim narodima, posvećene su u Podstrani dvije crkvice, obje na gorskom hrptu. Crkva na vrhu Perunsko (441 m) podignuta je na mjestu pretkršćanskog svetišta u kojemu se štovao praslavenski Perun, a koje se nalazilo unutar opsega mnogo starije, prapovijesne gradine, tzv. Duge gomile.

### 2. CRKVA GOSPE U SITI

Arheološko nalazište i crkva Gospe od Site nalazi se u naselju Stožancu u općini Podstrana. Današnja crkva sv. Marije poznatija u narodu kao Gospe od Site naziv je dobila prema močvarnoj biljci koja raste u okolici (lat. iuncus), sagrađena je 1954. godine na mjestu starije srednjovjekovne, koja je porušena 1944. godine. Prvotna crkva, sagrađena je vjerojatno u 11. stoljeću, a prvi put se spominje 1129. godine pod imenom sv. Marije u ispravama samostana sv. Stipana pod Borima u Splitu. U arheološkim istraživanjima pronađeni su ostaci villae rusticae s kraja 4. stoljeća, od koje su sačuvane jedna veća prostorija, dimenzija 27 x 15 m, zid sa sjeverne strane crkvice dužine 6 m te još dvije manje prostorije istočno od ulaza u crkvu. U kasnom srednjem vijeku, na ruševinama kasnoantičke vile nastaje groblje, gdje se u razdoblju od 14. do kraja 18. stoljeća, ukapaju mještani Opaćeg sela. Arheološko nalazište i crkva Gospe od Site višeslojno je arheološko nalazište koje oslikava život Podstrane od kasne antike do danas.

### 3. ZMIJSKI KAMEN

Vrijeme nastanka je od 9. do 15. stoljeća. Kulturnopovijesno mjesto „Zmijin kamen“ nalazi se podno brda Perun uz lijevu obalu rijeke Žrnovnice na predjelu zvanom Žminjača. „Zmijin kamen“ je velika prirodno oblikovana stijena koja je dio brda Perun. U povijesnim izvorima, prvi put se spominje u ispravi iz 1178. kao Zmij kamik (Zmijin ili Zmajev kamen) koji se nalazi na rijeci Žrnovnici pod Perunom. U slavenskoj mitologiji ovaj naziv označava mjesto pod kojim obitavaju zmije, budući da je prema istoj Perun, bog gromova, onaj uz kojega je uvijek prisutan i njegov protivnik zmija ili zmaj. Poganski Slaveni su u svojim predajama ovako zamišljali odvijanje mitskog božanskog boja: Perun razbija kamen na kojem leži zmija na crnom runu i ubija je. „Zmijin kamen“ je sastavnica autentičnog praslavenskog mitskog kazivanja koje još živi u sjećanju starijih stanovnika Žrnovnice.

### 4. ANTOLICIN MLIN

Mlinica i stupa zvana Benzonova ili Antonicina su zaštićeno kulturno dobro u Žrnovnici. Sagrađena je u 19. stoljeću. Mlinica i stupa tipa kašikara, ima dva mlina koja su i danas u upotrebi, te je očuvana stupa što je rijetkost na području Dalmacije gdje ih je nekad bilo od sedamnaestak. Voda se dovodi jažom i žlijebom. Građena je od pritesanog kamena vezanog vapnenim mortom. Krov je na dvije vode pokriven kamenom pločom, a sljeme je pokriveno kupom kanalicom. Ulazna vrata su na južnoj strani sa nadvratnikom i dovratnicima od kamena iz više dijelova te drvenim jednokrlnim vratima. Jedan je prozorčić na južnoj, a jedan na zapadnoj strani. Ostakljeni su i osigurani željeznim šipkama..

### 5. ŽUPA UBDM ŽRNOVNICA

Reljef uzidan u pročelje crkve Uznesenja Blažene Djevice Marije u Žrnovnici. Izvorno se nalazio u okolici Žrnovnice, podno brda znakovitog imena - Perun, prikazan je na bijeloj kamenoj ploči u čijem se središtu nalazila narativna scena vječne borbe Peruna i Velesa, odnosno reda i kaosa. Nagađa se da bi autor mogao biti ovdašnji umjetnik iz doba neposredno nakon pokrštenja, otprilike iz 9. st., koji je klešući za crkvene potrebe unio u svoju interpretaciju kršćanskoga svetca likovne elemente stare vjere svoga naroda. Ako reljef zaista prikazuje Peruna, onda Žrnovnica ima pravi dragulj, jer je to jedinstveni takav prikaz Peruna u slavenskome svijetu!

### 6. CRKVA SV.MIHOVILA

Crkva Sv. Mihovila sagrađena u romaničko-gotičkom stilu XIII.-XIV. st., zanimljiv je primjer srednjovjekovne arhitekture dalmatinskog kraja. U crkvu je uzidan jedan starokršćanski ulomak, a na lokaciji oko crkve nađeno je i antičkih ostataka. Borova šuma oko crkve potpuno je izgorjela te je zahvaćen sjeverni zid crkve. Opožaren je i oštećen kameni pokrov. Suhozidne gomile oko crkve, gdje se nalazi arheološki lokalitet, su izgorjele.

### 7. KULTURNO POVIJESNE CJELINE LOLIĆI I MIHANOVIĆI

Lolići su smješteni visoko uz padine Mosora, pripadali su nekadašnjoj Poljičkoj Republici. U neposrednoj blizini zaseoka je zavjetna kapelica sv. Nikole. Stanovništvu su pripadale i stočarske staje na Mosoru, svako domaćinstvo imalo je gustirnu, u zaseoku su bila tri gumna, toč za grožđe i masline. Starije kuće građene su u suho, od većih kamenih segmenata, kasnije se grade od priklesanog kamena vezanog vapnenim mortom, dvostrešnih drvenih krovovi pokrivenih kamenom pločom.






1. CRKVA SV.JURE
2. CRKVA GOSPE U SITI
3. ZMIJIN KAMEN
4. ANTOLICINA MLINICA
5. ŽUPA UBDM ŽRNOVNICA
6. CRKVA SV.MIHOVILA
7. KULTURNO POVIJESNA CIJELINA LOLIĆA I MIHANOVIĆA
8. ANTIČKO NALAZIŠTE NA PODRUČJU VIDOVAČ
9. ARHEOLOŠKA ZONA KAMEN
10. ARHEOLOŠKA ZONA ROKALOVO

POVIJESNA STAZA SA LOKALITETIMA  
KULTURNO POVIJESNE BAŠTINE



1. **šetnica uz rijeku Žrnovnicu** ( 3km ) - lagana, ravna i ugodna staza za vožnju te razgledavanje flore i faune rijeke Žrnovnice
2. **makadamski put kamenolom Perun – Gornja Podstrana** ( 6 km ) – zahtjevna brdska staza s prekrasnim vidicima
3. **staza Vršina – Perunsko** ( 4 km ) – ekstremno teška staza po vršnom grebenu Peruna, terenu bogatom prapovijesnom i ranokršćanskom baštinom
4. **Perunsko – Vilar** ( 4,5 km ) – ekstremna downhill staza kojom se na spektakularan način spušta na cestu u kanjonu Vilar
5. **staza Zmijški kamen** ( 10 km ) - povezuje središte Žrnovnice i povijesni lokalitet u Sv. Martinu. Počinje u lučici Strožanac te pošljunčenom lungomare, duž niza uvala i plaža, nastavlja do Sv. Martina, naselja s iznimno bogatom antičkom i srednjovjekovnom ostavštinom. Odatle se vraća u Strožanac te pošljunčenom šetnicom uz lijevu obalu rijeke nastavlja prema naselju Žrnovnica
6. **staza Perun** ( 15km ) - kružna staza počinje u lučici Strožanac i nastavlja kroz naselje asfaltiranom cestom Put starog sela. Na četvrtom kilometru prolazi uz megalit Babina stina, a na petom ulazi na makadamski Put maslinika. Tu se spaja s asfaltiranom cestom iz Sv. Martina. Prolazeći Gornjom Podstranom dotiče početak atraktivne serpentine i križnoga puta koji vodi do Sv. Jure na Vršini.

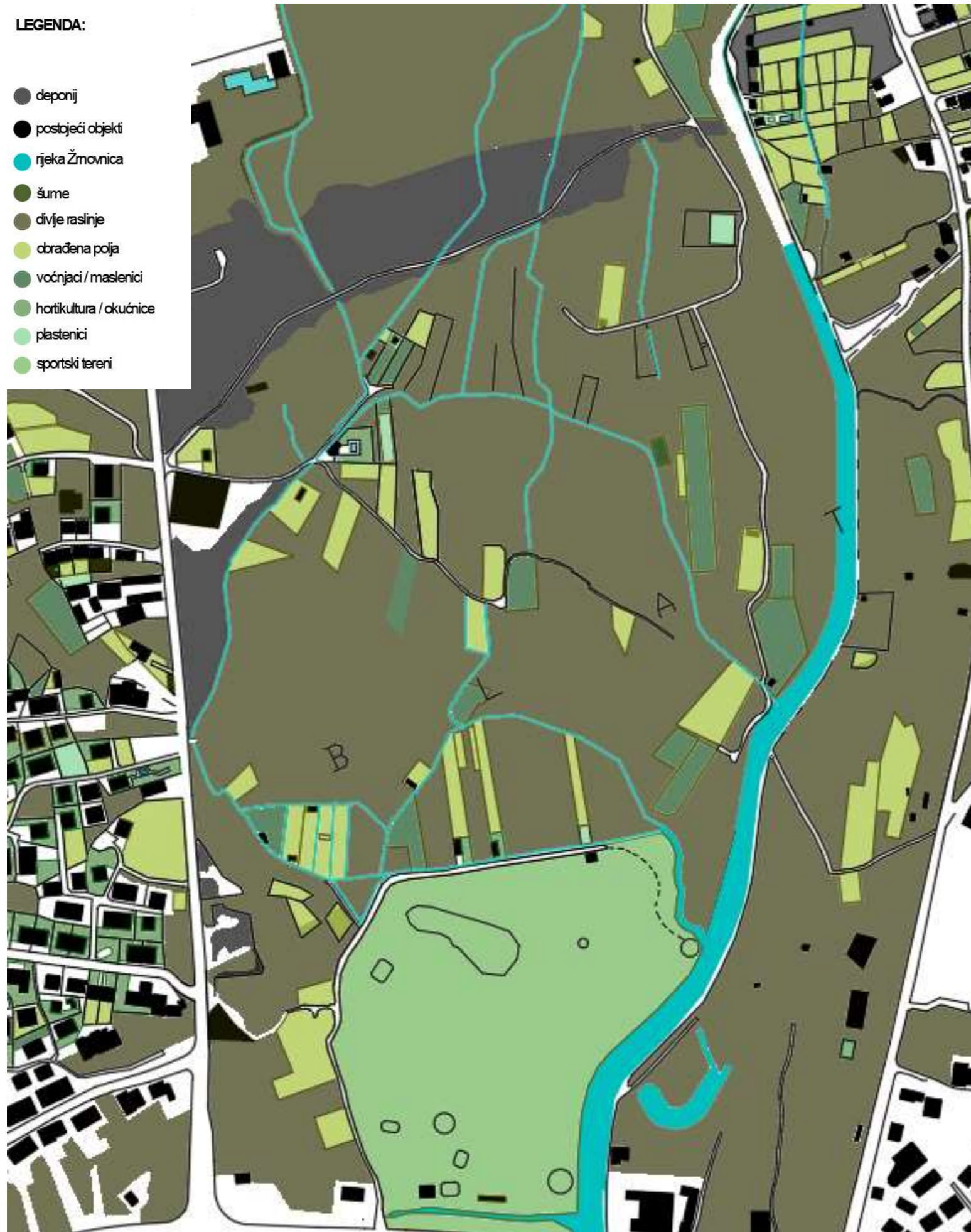
 **športsko penjašće Perun** - penjašće ima nekoliko sektora s preko četrdeset smjerova težine od 4c do 8a. Odlikuje ga odlično očuvan prirodni okoliš te blizina ostalih turističko-rekreativnih sadržaja u Podstrani.

**KARTA SA BIKIKLISTIČKIM RUTAMA**

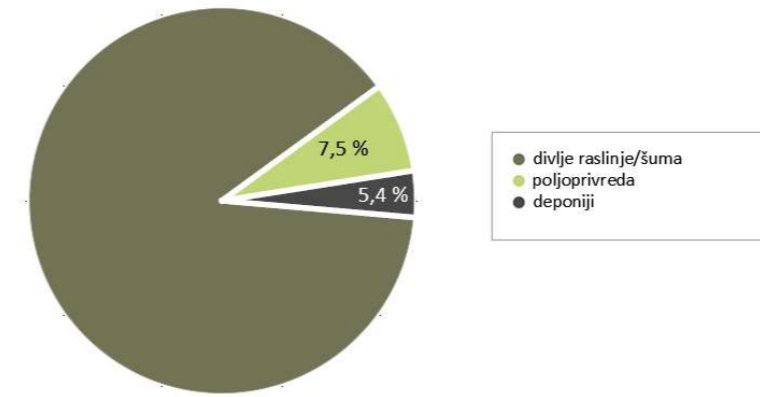
## 2.5. ISKORIŠTENOST POLJOPRIVREDNIH POTENCIJALA LOKACIJE

### LEGENDA:

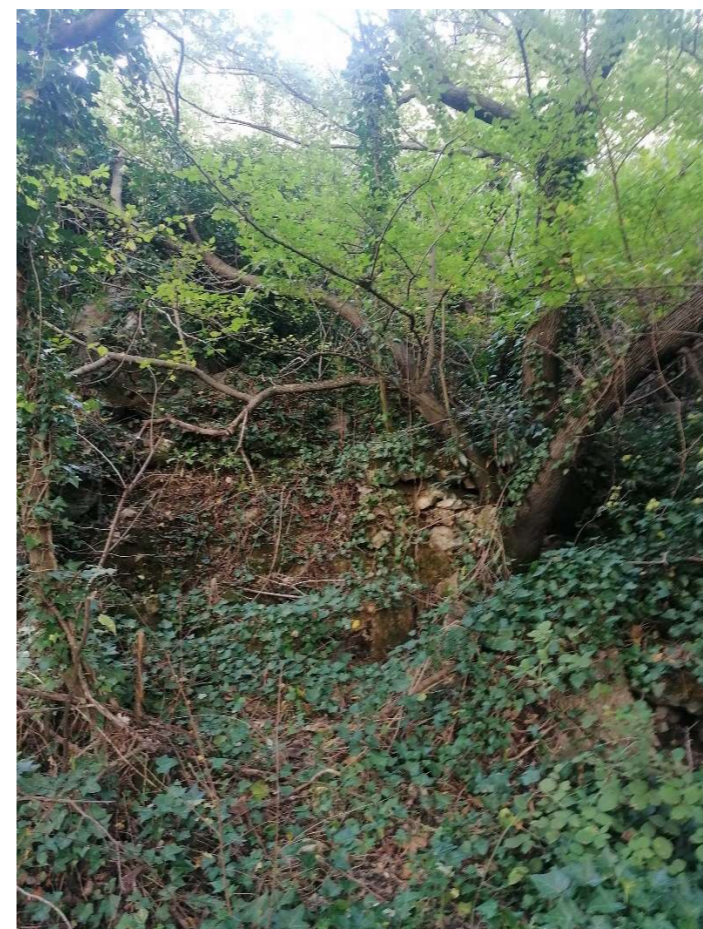
- deponij
- postojeći objekti
- rijeka Žrnovnica
- šume
- divlje rasiđe
- obrađena polja
- voćnjaci / maslenici
- hortikultura / okućnice
- plastenici
- sportski tereni



### ISKORIŠTENOST POLJOPRIVREDNIH POTENCIJALA



izvor: oblik terena



## 03 OKVIR ZA BUDUĆI RAZVOJ

### 3.1. UVOD

Svjedoci smo da se stanje na planetu kontinuirano pogoršava - sve veće su nejednakosti u svijetu i sve brojniji okolišni problemi poput klimatskih promjena. Procjenjuje se da na globalnoj razini 20% najbogatijih koristi 85% resursa, a proizvodi 90% otpada i emisija. Više od 3 milijarde ljudi danas živi sa manje od 2 dolara dnevno. Ako se potrošnja vode nastavi ovim tempom, 2/3 ljudi na svijetu do 2030. godine neće imati dovoljno vode za osnovne potrebe. Danas još uvijek više od milijardu ljudi nema pristup energiji. Zagađena voda utječe na zdravlje 1,2 milijarde ljudi, a biljne i životinjske vrste izumiru 50-100 puta brže od prirodne rate izumiranja. Pretpostavlja se da izumire oko 34 tisuće biljnih i 5200 životinjskih vrsta godišnje. Čovjekov odnos prema prirodi prije industrijske i tehnološke revolucije i njenog daljnjeg širenja bio je usmjeren njegovu prilagođavanju prirodi i životu u skladu s njom. Međutim, posljedice postindustrijskog razvoja, s nemilosrdnim iscrpljivanjem prirodnih resursa kao i neodgovarajući načini gradnje, doprinijeli su u velikoj mjeri narušenju i zagađenju prirodnog okruženja u kojemu živimo. Neminovnim razvojem čovječanstvo utječe na promjenu životne sredine. Međutim, trebale bi se zadovoljiti čovjekove potrebe, ali da se pri tome ne narušavaju životne sredine. Nažalost, ljudi još uvijek nisu posve upoznati sa novim mogućnostima kojima mogu omogućiti bolji život za sebe i okolinu te ne razmišljaju o dugoročnim učincima i posljedicama na prirodu i okoliš u kojem žive. Upravo je to jedan od razloga velikih onečišćenja, globalnog zatopljenja, izumiranja biljnih i životinjskih vrsta, potresa, poplava i drugih prirodnih katastrofa. Odgovori na izazove koje nam budućnost donosi nalaze se upravo u odabiru lokacije i programa, a alati za rješavanje problema su razvoj novih tehnika i/ili unapređenje poljoprivrede koju prati nova vrsta gradnje u sinergiji sa zatečenim okolišem.

slika: usporedba razvijenih i nerazvijenih zemalja  
(izvor: <https://www.globalissues.org/article/26/poverty-facts-and-stats>)



### 3.2. KONCEPT ODRŽIVOG RAZVOJA

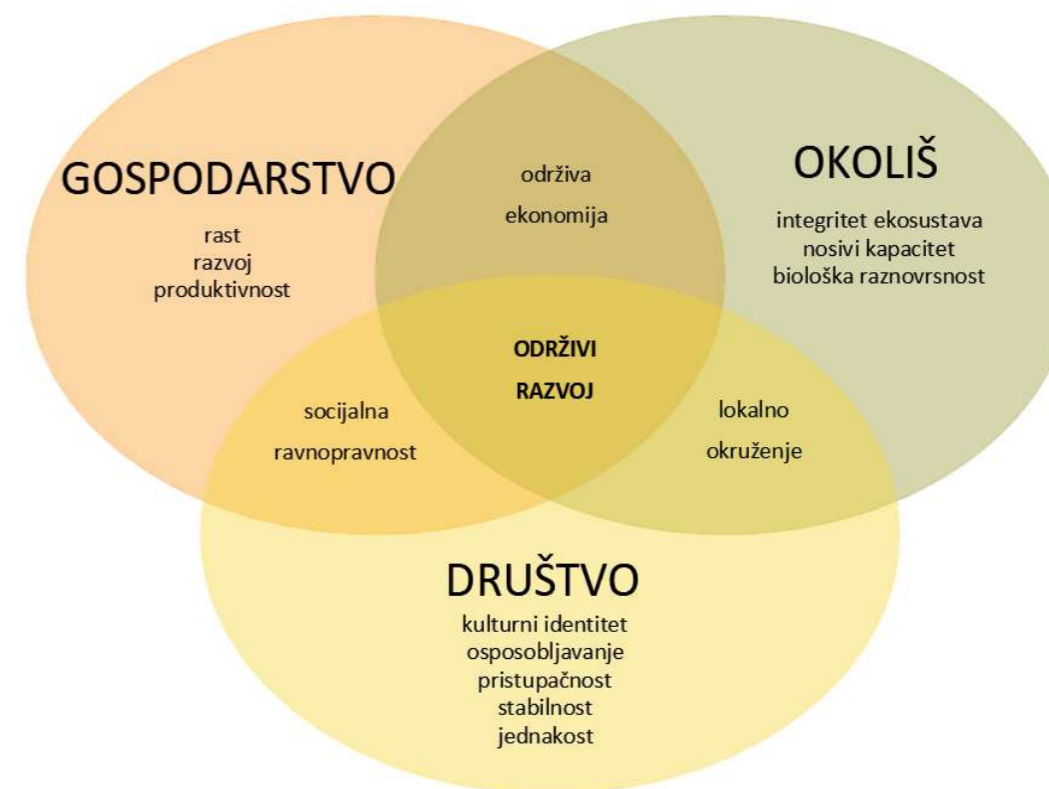
Koncept održivog razvoja podrazumijeva proces postizanja ravnoteže između gospodarskih, socijalnih i ekoloških zahtjeva kako bi se osiguralo zadovoljavanje potreba sadašnje generacije bez ugrožavanja mogućnosti budućih generacija da zadovolje svoje potrebe.

Održivi razvoj sintagma je nastala još u 19. stoljeću, a prvi je put upotrijebljena u kontekstu održivog gospodarenja šumama. Taj termin koristio se za odnos između sječe šume i pošumljavanja. Šuma kojom se gospodari održivo ne eksploatira se u većoj mjeri nego što se pošumljava novim mladima. Na taj način se omogućava novi prirodni prirast šume, a da se istovremeno ne narušavaju životna staništa životinja koje tamo žive. Princip održivosti u stvari je vrlo jednostavan; smije se posjeći samo onoliko stabala koliko smo novih stabala zasadili. Ovaj princip može se primijeniti na različita prirodna bogatstva i resurse kao što su vode, atmosfera, tlo itd. Možemo reći da je održivi razvoj skladan odnos između ekologije i ekonomije.

Obilježje mu je unutarnja proturječnost jer sjedinjuje statičnost (održivost) i dinamičnost (razvoj). Pridjev „održiv“ opisuje procese koji nikad ne dolaze do kraja, već se temelje na beskonačnu kruženju tvari i energije. Temelje za održive procese tvorci ove sintagme pronašli su u prirodi u kojoj se kretanje energije i tvari temelji na kruženju, što implicira procese koji se mogu ponavljati beskonačno mnogo puta. Upravo kombinacija tih dviju, na prvi pogled riječi suprotnog značenja, otežala je tumačenje i točno definiranje ovog pojma. Točno značenje održivog razvoja do danas je praktički nejasno. To

može biti sposobnost nekoga živog entiteta (bilo biološkog/biosfera/, bilo socijalnog / društvo/) ili procesa što ga ti entiteti svojim postojanjem, djelovanjem suproizvode da se načinom življenja i djelovanja (samo)održavaju, (samo)reproduciraju, (samo)obnavljaju. U vezi s tim održivi se razvoj može razumijevati kao onaj tip projekta društvenog razvoja koji svojim unutarnjim ustrojem, načinom funkcioniranja na sustavnoj razini, svojim ukupnim učincima i tendencijama smjera tome da samoga sebe (samo)održava, (samo)obnavlja na dugi rok, teorijski beskonačno.

#### 3.2.1. NAČELA ODRŽIVOG RAZVOJA



Planiranje budućeg razvoja je potrebno uskladiti s načelima održivog razvoja. Održivi razvoj se zasniva na tri glavna načela: ekonomskoj učinkovitosti (gospodarstvo), socijalnoj odgovornosti (društvo) i zaštiti okoliša. Ekonomskim se ciljevima pokušava ostvariti gospodarski rast i učinkovitost. Odgovornost prema okolišu obuhvaća integritete ekosistema te brigu o njegovom kapacitetu i bioraznolikosti. Treba suzbijati općeprihvaćeno poistovjećivanje održivog razvoja sa zaštitom okoliša. Zaštita okoliša samo je jedna od tri sastavnice održivog razvoja. Posljednji društveni aspekt obuhvaća vrijednosti poput osposobljavanja, jednakosti, stabilnosti i pristupačnosti. Dakle, postoje tri dimenzije koje moraju biti ravnopravne u svakom pogledu. Sve navedene dimenzije održivog razvoja su u međusobnoj interakciji i ne mogu stajati samostalno bez utjecaja jedne na drugu. Treba ih sagledavati na takav način da se pomoću njih dođe do stabilnih izvora prihoda za ljude, te da se osigura društvena jednakost. Međutim, kada se te dimenzije provode u praksi, dolazi do problema zbog konačnih rezultata koji se žele postići. Vidljiva je dominacija ekonomskih ciljeva, koji donose štetu okolišnim i društvenim ciljevima. Potrošnjom se pokreće gospodarstvo, a time se razvija društvo. Istodobno se proizvodi golema šteta okolišu. Stoga je vrlo bitno upotrijebiti tehnologiju i projekte koji će donositi dobit za društvo, a minimalno će utjecati na okoliš. Takvo bi stanje bilo idealno.

Opisali smo značenje i pojam održivog razvoja, no pojam održivog razvoja je puno kompleksniji i zadire u sve sfere ljudskog djelovanja, a istovremeno je i toliko jednostavan, da se cijela filozofija može opisati sa par jednostavnih riječi, kao što su to objasnili još u 19. stoljeću. Planet Zemlja nije stvorena samo za ljudsku vrstu sa svrhom da ju se iskorištava i uništi, te bi bilo sebično od nas da si uzmemo za pravo odlučivati o njoj sudbini i o sudbini drugih živih bića na Zemlji. Trebamo naučiti živjeti u suživotu sa drugim ljudima, životinjama i okolišem. Isto tako svatko od nas bi se trebao zapitati što nam je u životu zaista potrebno i bež čega ne možemo živjeti. Profit pojedinaca i rast gospodarstva ne smije biti jedini ekonomski cilj, već ujednačen razvoj i blagostanje svih stanovnika ovog planeta.

### 3.2.2. GLOBALNI CILJEVI ODRŽIVOG RAZVOJA

Ideja o održivom razvoju istaknuta je još 1987. godine u UN-ovom izvještaju Naša zajednička budućnost. Od tada je organiziran niz globalnih događanja, počevši od najpoznatijeg sastanka na vrhu vodećih ljudi zemalja članica UN-a u Rio de Janeiru 1992. Postavlja se pitanje je li moguć razvoj u skladnom odnosu gospodarstva, društva i prirode ili je to utopija i jesmo li se u 30 godina približili ili udaljili od njegovog ostvarivanja?



2015. godine države članice Ujedinjenih naroda usvojile su program „Promijeniti svijet: program održivog razvoja do 2030.“ sa željom okončavanja siromaštva, zaštite planeta, osiguranja zaštite ljudskih prava i zajamčenog napretka za sve. Obavezale su se do 2030. postići 17 ciljeva održivog razvoja koji daju odgovor na prepoznate globalne izazove u različitim područjima. Polazna postavka je da su ti ciljevi međusobno povezani i međuovisni te da je za njihovo postizanje nužna uključenost svih dionika. U njihovoj provedbi treba uzeti u obzir specifične prilike, uvjete i mogućnosti u različitim dijelovima planeta. Treba prepoznati prioriteta područja djelovanja u svakoj državi, sagledati moguće načine doprinosa održivom razvoju i uloge pojedinih dioničkih skupina, načine provedbe savjetodavnih procesa i uključivanja ranjivih skupina, kako nitko ne bi bio zapostavljen.

Akcijski plan UN-a sa 17 ciljeva je prvi globalni sporazum za održivi razvoj i očuvanje našeg planeta. Usvojeno je 17 pojedinačnih ciljeva, ali oni su međusobno povezani. Primjerice, ne možemo se boriti protiv siromaštva ako se ujedno ne borimo i protiv klimatskih promjena koje utječu na globalnu opskrbu hranom. Uz 17 ciljeva određeno je 169 specifičnih ciljeva, razdoblje u kojem ih treba postići te 232 pokazatelja na osnovu kojih će se procijeniti napredak. Iako ciljevi nisu pravno obvezujući, od vlada se očekuje da uspostave nacionalne okvire za njihovo postizanje. Koji od ciljeva su relevantni za pojedinu državu, ovisi primjerice o njenom zemljopisnom položaju, gospodarskoj razvijenosti, stupnju društvene pravednosti i jednakosti, njezinoj povijesti i drugim čimbenicima. Globalni ciljevi se sastoje od četiri cilja s područja okoliša, osam društvenih ciljeva i četiri cilja s područja gospodarstva. Ako želimo očuvati prirodni okoliš planeta, moramo osigurati pristup čistoj vodi i sanitarnim uvjetima, suzbiti posljedice klimatskih promjena, zaštititi morske resurse i spriječiti daljnji gubitak biološke raznolikosti. Za društveni razvoj, moramo suzbiti siromaštvo i glad, postići blagostanje, osigurati kvalitetno obrazovanje, rodnu ravnopravnost i pristup održivoj energiji; učiniti gradove i naše zajednice održivima, osigurati socijalnu pravdu te izgraditi odgovorne institucije. Ako želimo postići gospodarski razvoj koji ne šteti okolišu i vodi brigu o društvu, potrebno je osigurati dostojanstven rad za sve, poticati održivu industriju i inovativnost, smanjiti nejednakost unutar i između država te osigurati modele održive potrošnje i proizvodnje.



izvor: Stockholm Resilience center 2016.



izvor: <https://www.odraz.hr/publikacije/publikacija/novi-izazov-globalni-ciljevi-odrzivog-razvoja-do-2030/>



### 3.3. ODRŽIVA GRADNJA

Ranije smo rekli da je održivi razvoj, razvoj koji zadovoljava današnje potrebe bez ugrožavanja mogućnosti da i buduće generacije ostvare svoje potrebe. Važan dio održivog razvoja se odnosi i na graditeljstvo. Prihvatljiva izgradnja bila bi ona koja bi bila u skladu s odredbama održivog razvoja, odnosno održiva gradnja. Održiva gradnja je nužnost suvremenog života i važna mjera u borbi protiv klimatskih promjena i prilagodbe civilizacije globalnom zatopljenju. Održiva gradnja podrazumijeva prije svega efikasnu upotrebu ekoloških građevinskih materijala koji su prirodnog porijekla, nisu štetni za okolinu niti za zdravlje ljudi. Uz materijal potrebno je zadovoljiti i ostale principe: adekvatnost projekta, energetske efikasnost, racionalnost u potrošnji vode. Zahtjevi održive gradnje naizgled su komplicirani, ali za rezultiraju boljem načinu života ljudi. Ekonomska situacija investitora najveći je faktor prilikom odabira načina i vrste građevine. Iz tog razloga mnogi se odlučuju za klasičan način izgradnje jer ih u tome trenutku iziskuje manje novčanih sredstava. Prije izgradnje potrebno je razmotriti ekonomske i ekološke aspekte izgradnje kako bi se maksimizirala dugoročna korist. Postoje razne mogućnosti naknadnih ulaganja u nisko energetske građevine. Međutim, održiva izgradnja omogućuje od samog početka projekta energetske učinkovite zgradu o čemu ćemo više pričati dalje u tekstu.

Već na samom početku potrebno je analizirati lokacijske i klimatske uvjete i u skladu s njima započeti planirati energetske koncept projekta. Dodatno ulaganje u energetske učinkovitost i smanjenje toplinskih gubitaka u novim objektima je višestruko isplativo, no iako je takva gradnja u startu deset do dvadeset posto skuplja, može u konačnici donijeti energetske uštede od 50 do 80 posto. Postoji više vrsta održive gradnje, kao što su zelena (ekološka) gradnja, koja podrazumijeva gradnju od isključivo prirodnih materijala koji ne uključuju uporabu štetnih kemikalija, dok sa druge strane postoji „konvencionalna“ održiva gradnja koja upotrebljava umjetne materijale u gradnji, a glavni joj je cilj energetska učinkovitost, u tu kategoriju spada uglavnom gradnja nisko energetske i pasivnih montažnih kuća, te pametnih kuća.

Kako bismo gradili održivo trebamo zadovoljiti određene principe, a oni su:

- Korištenje zemljišta i oblikovanje zemljišta
- Korištenje vode
- Korištenje energije
- Korištenje materijala
- Kvaliteta unutarnjeg prostora
- Promet
- Društvena i biološka raznolikost

#### 3.3.1. KORIŠTENJE ZEMLJIŠTA I OBLIKOVANJE ZEMLJIŠTA

Prvi princip nalaže nam određivanje povoljne lokacije za izradu objekta kako bi se on mogao izgraditi po principima održivog razvoja. Prilikom odabira lokacije mora se paziti da se što manje uništavaju prirodna staništa i biljke. Održivi razvoj uči nas da je najbolje stare i nekoristene objekte obnavljati i izrađivati po njegovim principima jer se u tom slučaju sprječava uništavanje prirode i biološke raznolikosti. Oblikovanje zemljišta također nam je bitno zbog postavljanja fotonaponskih ćelija, pročišćavanja otpadnih ili oborinskih voda, kompostane i sl.

#### 3.3.2. KORIŠTENJE VODE

Prosječna osoba potroši na dan 53 litre vode (kupanje, pranje posuđa, piće) koja mora zadovoljiti stroge higijenske propise. Osim toga, svakoga se dana potroši oko 45 litara vode za radnje koje ne trebaju pitku vodu (ispiranje zahoda, praonice rublja, čišćenje, pranje automobila, zalijevanje vrta). Stoga se voda koja nije za piće može zamijeniti kišnicom. Dakle, u prosjeku se svaki dan može uštedjeti 45 litara pitke vode ako se zamijeni kišnicom. Kišnica se skuplja na krovu i vodi kroz filtre u spremnik koji mora biti odgovarajuće veličine, mora se postaviti na odgovarajuće mjesto i zaštititi od izravnoga sunčeva svjetla da se u njemu ne bi počele razvijati alge. Ugradnjom pročišćivača sivih voda može se zamijeniti pitku vodu u mnogim slučajevima, štedeći novac i povećavajući učinkovitost vodoopskrbe u svim područjima. Recikliranje sive vode u stambenim zgradama, hotelima, školama, gradskim kućama i poslovnim zgradama, vrlo brzo postaje trend. Obrađena siva voda može se ponovno koristiti za unutarnje ispiranje zahoda, za navodnjavanje vrta, a u nekim slučajevima i za pranje rublja. Ova vrsta sustava može uštedjeti znatne količine pitke vode i to do 60% pri konvencionalnom obrascu korištenja.

Korištenje sive vode znatno produžuje vijek uporabe i kapacitet komunalnih uređaja u smislu smanjenja protoka otpadnih voda, veće učinkovitosti tretmana i smanjenje troškova obrade. Uzimajući u obzir da je cijena vode sve veća, sustav recikliranja sive vode ima kratak period amortizacije.

#### 3.3.3. KORIŠTENJE OBOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

Da bi se zadovoljili principi održive gradnje potrebno je osloniti se na obnovljive izvore energije kao što su: hidroenergija, energija vjetra, sunčeva energija, geotermalna energija.

Hidroenergija: hidraulička energija ili energija vode je snaga dobivena iz sile ili energije tekuće vodene mase. Prije nego što je komercijalna električna energija postala široko dostupna, energija vode se koristila za navodnjavanje i pogon raznih strojeva, poput vodenice, strojeva u tekstilnoj industriji, pilana, lučkih dizalica ili dizala.

Energija vjetra: korištenje snage vjetra bilo je u povijesti od velikog značenja prvenstveno za razvoj pomorstva, pogon mlinova – vjetrenjača i dr. Danas se pažnja usmjerava na energiju vjetra kao na jedan od mogućih alternativnih ekoloških izvora energije. Kinetička energija vjetra pretvara se u korisni oblik energije, električnu energiju, pomoću vjetroelektrana. U klasičnim vjetrenjačama energija vjetra pretvarala se u mehaničku pa se kao takva direktno koristila npr. za mljevenje žitarica ili pumpanje vode. S obzirom na to da se velika količina energije dobiva pri većim brzinama vjetra, dosta energije dolazi u kraćim intervalima odnosno na mahove kao i vjetar. Neke od kritika vjetroelektrane su te što nemaju stalnu snagu na izlazu kao što to ima npr. termoelektrana. Postrojenja koja se napajaju na vjetroatogregate moraju imati osiguranu proizvodnju električne energije iz nekog drugog izvora. Stalnost snage kod vjetroelektrane mogla bi se postići napretkom tehnologije koja se bavi spremanjem energije, tako da bi smo imali mogućnost korištenja tehnologije koja je dobivena za jačeg vjetra onda i kada vjetra nema.

Sunčeva energija: Sunčeva energija ili solarna energija je energija sunca, njegova svjetlost i toplina koju ljudi koriste od davnina uz pomoć raznih tehnologija. Sunčeva svjetlost, uz druge obnovljive izvore, računa se u najčešće dostupne obnovljive izvore. Od cjelokupne sunčeve energije koja je na raspolaganju upotrebljava se samo mali dio. Sunčeva energija pruža električnu energiju pomoću fotonaponskih sustava. Jednom pretvorena, njena uporaba je ograničena samo ljudskom genijalnošću. Djelomični popis sunčevih sustava uključuje prostor za grijanje i hlađenje kroz pasivnu solarnu arhitekturu, pitku vodu kroz destilaciju i dezinfekciju, toplinsku energiju za kuhanje i visoke temperaturne procese topline za industrijske svrhe. Sunčeve tehnologije su široko karakterizirane ili kao pasivne ili aktivne, ovisno o načinu skupljanja, pretvaranja i raspodjele sunčevog svjetla. Aktivne tehnike uključuju uporabu fotonaponskih ćelija i sunčevih toplovodnih kolektora (s električnom ili mehaničkom opremom) kako bi pretvorili sunčevu svjetlost u korisne izlazne jedinice. Pasivne tehnike uključuju orijentaciju zgrade prema suncu, odabir materijala s povoljnim termalnim svojstvima ili svojstvima raspršivanja svjetlosti te projektiranje prostora kod kojih prirodno cirkulira zrak.

Geotermalna energija: Geotermalna energija postoji otkada je stvorena Zemlja. Nastaje polaganim prirodnim raspadanjem radioaktivnih elemenata koji se nalaze u zemljinoj unutrašnjosti. Duboko ispod površine voda ponekad dospije do vruće stijene i pretvori se u kipuću vodu ili paru. Kipuća voda može dosegnuti temperaturu od preko 150 °C, a da se ne pretvori u paru jer je pod visokim tlakom. Kad ta vruća voda dospije do površine kroz pukotinu u zemljinoj kori, zovemo je vrući izvor. Ako izlazi pod tlakom, u obliku eksplozije, zove se gejzir. Vrući izvori se širom svijeta koriste kao toplice, u zdravstvene i rekreacijske svrhe. Vrućom vodom iz dubine Zemlje mogu se grijati staklenici i zgrade. Na Islandu, koji je poznat po gejzirima i aktivnim vulkanima, mnoge zgrade i bazeni griju se geotermalnom vrućom vodom. Vruća voda i para iz dubine Zemlje mogu se koristiti i za proizvodnju električne energije. Buše se rupe u zemlji i cijevi spuštaju u vruću vodu. Vruća voda ili para (pod nižim tlakom vruća voda pretvara se u paru) uspinje se tim cijevima na površinu. Geotermalna elektrana je kao svaka druga elektrana, osim što se para ne proizvodi izgaranjem goriva već se crpi iz zemlje. Daljnji je postupak s parom isti kao kod konvencionalne elektrane: para se dovodi do parne turbine koja pokreće rotor električnog generatora. Nakon turbine para odlazi u kondenzator, kondenzira se, da bi se tako dobivena voda vratila natrag u geotermalni izvor.

#### 3.3.4. KORIŠTENJE MATERIJALA

U održivoj gradnji preporuča se koristiti prirodne materijale ili umjetne materijale koji se mogu lako reciklirati, a da prilikom reciklaže ne zagađuje okoliš. Zbog blizine prijevoza važno je koristiti materijale koji se proizvode na područjima potrošnje.

### 3.3.5. ARHITEKTONSKO PROJEKTIRANJE I ODRŽIVA GRADNJA



izvor: www.google.com

Arhitektonsko projektiranje prapočetak je svake gradnje. Kad je u pitanju održiva gradnja, tada je osnovni princip i pristup projektiranju još složeniji, a postavke iz arhitektonskih projekata osnova su uspješno realizirane nisko-energetske ili pasivne građevine. Arhitekti u svom pristupu kreću od želja investitora, usklađuju ih s odrednicama proizašlim iz prostornih planova i posebnim uvjetima gradnje, uključuju svoje znanje te projektantsku vještinu i kreativnost kako bi dosegli što viši stupanj sinteze funkcionalne, konstruktivne i estetske vrijednosti.

U današnje vrijeme taj je zadatak znatno proširen. Od velike je važnosti pitanje cijene gradnje, troškova korištenja i održavanja građevine, iskorištavanje potencijala obnovljivih izvora energije, smanjenje korištenja neobnovljivih izvora energije, smanjenje toplinskih gubitaka građevine, korištenje potencijala „iskorištenog“ zraka itd. U tom pogledu elektro i strojarske instalacije građevine postigle su golem razvoj i pružaju raznolike mogućnosti. Međutim, koriste li se tehnički i tehnološki unaprijeđene te nove metode u službi novoizgrađenih građevina, a da se pri tom nije krenulo od kvalitetnog i prilagođenog projektnog rješenja, rezultat će izostati. Ispravnim pristupom i kvalitetnim arhitektonskim rješenjem može se znatno utjecati na smanjenje toplinskih transmisivnih gubitaka građevine.

Početni parametri arhitektonskog projekta održive gradnje su:

- 1) orijentacija
- 2) oblik građevine
- 3) optimalno tlocrtno rješenje
- 4) toplinsko zoniranje unutarnjeg prostora
- 5) iskorištavanje odbitaka sunčevog zračenja kroz ostakljenje
- 6) spremanje sunčeve energije
- 7) kvalitetno rješenje arhitektonskih detalja i spojeva
- 8) tehnologija izgradnje
- 9) toplinska izolacija
- 10) izvedba vrata i prozora
- 11) zaštita od ljetnog pregrijavanja

### 3.4. ZELENA GRADNJA

Zelena gradnja ili još kako se još spominje prirodno graditeljstvo prije svega podrazumijeva smanjenje utjecaja same gradnje na okoliš, pri čemu ne govorimo samo o energetske učinkovitosti, već i ekološki prihvatljivijim materijalima te smanjenjem količine građevinskog i ostalog otpada koji nastaje u procesu gradnje, ali i razgradnje postojećih zgrada koje više ne služe svojoj izvornoj funkciji. Ipak kada postavimo priču prema prioritetima, vrlo često se u kontekstu takve gradnje prije svega govori samo o energetske učinkovitosti, nešto manje o ekološki prihvatljivim materijalima, a o količini otpada u procesu gradnje i njenom smanjenju se vrlo malo govori i je često na posljednjem mjestu.



izvor: www.google.com

Prirodno graditeljstvo podrazumijeva korištenje isključivo prirodnih materijala za gradnju i uređenje objekata. U prirodnom graditeljstvu se koriste prirodni i reciklirani materijali. Najčešći materijali su slama, drvo, kamen, zemlja, cigla, ovčja vuna,

trska. Tipovi gradnje su kuće od slame, kuće od nabijene zemlje, drveta, kamena, te gradnja zelenih krovova prekrivenih travom, slamnatih i krovova od drvene šindre. Prirodno graditeljstvo brine o energetske učinkovitosti i koristi obnovljive izvore energije za funkcioniranje objekata.

Zelena gradnja je prilika za sudionike da bolje ulažu, smanje utjecaj gradnje na okoliš, poboljšaju kvalitetu unutrašnjeg okoliša za stanare i smanje troškove vezane uz upravljanje građevinom. Ona obuhvaća cjelovit proces osmišljavanja, izvedbe, održavanja, korištenja i obnove objekata, temeljen na principu održivosti. Pojam ekološke gradnje ili prirodnog graditeljstva se često izjednačava s pasivnom kućom. Ali, pasivna kuća podrazumijeva samo energetske učinkovitost, a zelena gradnja počiva na holističkom pristupu. Kao što u medicini holistički princip podrazumijeva cjelovit pristup ljudskom zdravlju cijelog tijela, a ne samo pojedinih organa, tako i zelena gradnja uzima u obzir sve aspekte održivosti zgrade - iskorištenje građevinskog zemljišta, povezanost sa susjedstvom i servisima dostupnim korisnicima, načinu i količini potrošnje voda, krajobrazu, rješenjima i ambijentu interijera, brigu o zdravlju korisnika, odabir i način upotrebe materijala, emisiju stakleničkih plinova iz objekta, energetske učinkovitost, korištenje obnovljivih i alternativnih izvora energije te cjelovitu funkcionalnost objekta. Zelena gradnja ne podrazumijeva samo korištenje novih materijala nego pretpostavlja i određenu kulturu življenja, stanovanja i korištenja prostora koja je u harmoniji s održivim razvojem.

Javno je priznato da zelene građevine diljem svijeta uživaju u jasnim tržišnim prednostima koje uobičajeni projekti nemaju, one nagrađuju svoje vlasnike većom isplativošću i poželjnošću i nagrađuju svoje korisnike sa nižim operativnim troškovima i kvalitetom unutrašnjeg okruženja; i povrh svega čuvaju prirodu – smanjenim negativnim utjecajem na okoliš. Međunarodne studije potvrđuju da je investicija u zelenu zgradu samo oko 2 % skuplja od investicije u standardnu zgradu. Analize pokazuju da se povrat investicije na europskom i svjetskom nivou mjeri između 5 do 7 godina. U Hrvatskoj se procjenjuje da zbog teže dostupnosti nekih rješenja, znanja i tehnologija u zelenu zgradu treba uložiti između 5% i 7% više nego u standardnu zgradu. Kao i u svakoj tržišnoj grani, porast razine informiranosti, znanja, ali i ponude sirovina, znanja i proizvoda, te novih tehnologija, utjecat će na razvoj tržišta zelene gradnje.

Zelena gradnja minimizira potrošnju energije u svim fazama vijeka trajanja zgrade, od ideje i realizacije, do krajnje eksploatacije, čineći nove i obnovljene zgrade ugodnijima, jeftinijima za održavanje i prikladnijim za okoliš. Koristi integriranje tehnologija za primjenu obnovljivih izvora energije i za postizanje manje emisije CO2 u okoliš radi optimalne opskrbe zgrade energetske resursima pri čemu je projekt građevine maksimalno učinkovit i usklađen s prirodnim okolišem. Korištenjem manjih količina građevinskog materijala, te materijala veće kvalitete i trajnosti, stvaraju se manje količine građevinskog otpada.

#### 3.4.1. EKOLOŠKI PRIHVATLJIVI MATERIJALI

Ekološki prihvatljivi građevinski materijali su oni koji najmanje štetno utječu na okoliš. Većina građevinskog konstruktivnog materijala poput čelika, aluminijske, cementa, gline, pijeska, kamena i dr. proizvodi su rudarske industrije. Iskop i prerada ovih materijala u građevinske materijale najčešće se obavlja proizvodnim i prerađivačkim procesima koji nepovoljno

djeluju na okoliš. Radi se o neobnovljivim izvorima. Ekološki građevinski materijali zahtijevaju jednostavniju tehnološku obradu, manju potrošnju energije, dobivaju se iz lokalnih izvora, obnovljivi su i mogu se reciklirati. Ti materijali imaju i vrhunska svojstva u pogledu održavanja, toplinskih karakteristika, stabilnosti i trajanja. Važno je i to da je materijal i sustav gradnje primjeren geografskim karakteristikama zemljišta, klimi, seizmičkoj aktivnosti i dr. Prirodni materijali sve više ponovno zaokupljaju pažnju graditelja, te se gradnja sve više okreće tradicijskom graditeljstvu. Takvi materijali su slama, ilovača i drvo i kamen koje odlikuju brojna izuzetna svojstva koja pogoduju ugodnom življenju u prirodnom ambijentu.

Selo Krapje u Hrvatskoj primjer izvorne gradnje ekološkim materijalima koja je djelomično obnovljena pod nadzorom konzervatora

izvor: <https://siscia.hr/krapje-selo-graditeljske-bastine/>



#### • SLAMA

Slama je prirodni materijal, odnosno poljoprivredni nusprodukt, a kako se uglavnom koristi za podlaganje stoke u štalama, moguće ju je nabaviti po relativno niskoj cijeni. Slama ima izuzetna izolacijska, ali i statička svojstva. Mogućnosti koje pruža tehnika gradnje slamom su neograničene. Kuće od slame mogu se graditi na više načina. Slama može biti i nosivi element, a može se koristiti i kao ispuna gdje je strukturni element drvo, metal ili beton. Slama omogućava gradnju nepravilnih oblika pa svaka kuća može biti i umjetničko djelo. Sa aspekta održivosti, slama je obnovljivi materijal koji se može proizvoditi iz godine u godinu, a energija ja proizvodnju dolazi od Sunca

Postoji više različitih vrsta gradnje od bala slame. Postoji tzv. Nebraska metoda u kojoj su bale slame ujedno i nosivi zidovi koji nose težinu krova. Zatim postoji metoda laganih konstrukcijskih okvira gdje se krov postavlja prije gradnje nosivih zidova od slame, te metoda ispunje slamom gdje je konstrukcija drvena i drvene grede su nosivi elementi, a slama služi kao ispuna za zidove. Postoji i metoda zidanja balama slame. Nebraska metoda potječe iz SAD-a. Kod ove metode bale slame nose težinu krova. Ovo je najjednostavnija metoda i najzabavniji način gradnje slamom. Kod metode laganih konstrukcijskih okvira radi se krovšte prije nego se izgrade slamnati zidovi i na taj način se kuća štiti od vremenskih neprilika tokom procesa gradnje. U metodi ispunje slamom težinu krova nosi drveni, čelični ili betonski kostur, a bale slame služe za popunjavanje. Ova metoda pruža veću stabilnost za okvire prozora i vrata, ali puno je kompliciranija od nebraska metode i zahtjeva veće količine drvene ili metalne građe zbog čega je skuplja i ostavlja veće posljedice na okoliš. Metoda zidanja sa slamom se slabo koristi zbog problema vlage kojeg zidanje cementom stvara.



presjek panela od prešane slame

izvor:<https://www.zelena-gradnja.hr>

Način gradnje ovisi o osobnom ukusu ili o zakonodavnom okviru koji propisuje način gradnje slamom. U Hrvatskoj trenutno ne postoji mogućnost gradnje kuća od slame, no postoji mogućnost korištenja tehnike ispunje zidova slamom, ali je jako komplicirano ishodovati potrebnu papirologiju. Proizvodnja slame je u ovom trenutku veća od njene potražnje i jedan dio proizvedene količine završi kao prirodni otpad. Cijena bale slame se kreće po cijeni od 3 do 10 kuna po komadu. Za objekt od 100 kvadratnih metara građenog od bala slame potrebno je oko 400 bala slame, što je 4000 kuna i to je daleko puno manje od cigle ili betona

#### • DRVO

Drvo je najizdržljiviji građevinski materijal, lako ga je za nabaviti, lako se obrađuje, te se opet sve više prepoznaje kao najpoželjniji materijal za gradnju kuća zbog svojim ekoloških i ekonomskih prednosti. Drvo je najčišći ekološki građevinski materijal i obnovljivi prirodni resurs kao i slama, a proizvodnja drveta koristi manje energije nego proizvodnja drugih građevinskih materijala. Drvo je prirodni materijal koji propušta zrak u oba smjera. To znači da neprekidno vrši izmjenu unutarnjeg i vanjskog zraka bez otvaranja prozora i vrata, a istovremeno nema gubitka topline. U odnosu na klasičnu gradnju gdje je prisutan beton, cigla, žbuka i PVC koji nemaju ta svojstva i nisu prozračni, već stvaraju hermetički zatvorene prostore i samim tim ih je potrebno prozračivati. U drvenim kućama dobiva se zdrav i kisika pun životni prostor, što je osobito povoljno za osobe koje imaju poteškoće s dišnim organima. Nadalje, drvo kao prirodni materijal ima odlična elektrostatička svojstva što znači da ono ne privlači niti zadržava mikro čestice peludi, prašine i slično što kuću čini antialergijskom sredinom. Drvo ima svojstvo samoregulacije mikroklima. U pogledu vlage to znači da trupci upijaju višak vlage u prostoru, a vraćaju ju kada se zrak osuši i iz toga proizlazi ime bio-kuća. Drvo je vrlo kvalitetan toplotni izolator i nakon prestanka grijanja zadržava toplinu do 24 sata.



drvo kao građevni materijal izvor: [www.google.com](http://www.google.com)

#### • NABIJENA ZEMLJA

Građenje nabijenom zemljom jedna je od najstarijih tehnika gradnje, te se zasniva na građevinskom materijalu koji je svuda oko nas u svom prirodnom obliku. Posljednjih godina počinje ponovna aktualizacija ovog načina gradnje zbog njegove održivosti, niske potrošnje energije i energetske učinkovitosti. Izgradnja metodom nabijene zemlje drevna je metoda izgradnje kojom se mješavina vlažne zemlje i stabilizatora pritišće u kalup. Smjesa se stavlja i nabija u slojevima dok se ne dobije željena visina zida. Iako izgradnja takvih građevina često zahtijeva naporan fizički rad, uštede na građevinskom materijalu ogromne su budući da se zemlja nalazi svuda oko nas.

Zemlja koja se koristi mora ispunjavati određene standarde sastava tla, odnosno količine pijeska i gline, a dodaju joj se i stabilizatori i vezivno tkivo od kojih se najčešće upotrebljava cement, te se zbog toga postavlja sporno pitanje potrošnje energije prilikom izgradnje takvog objekta iz razloga što je za proizvodnju cementa potrebna velika količina energije i emisija CO2 koji prate tu proizvodnju.



Zid od nabijene zemlje

izvor: <https://www.gradjevinarstvo.rs/>

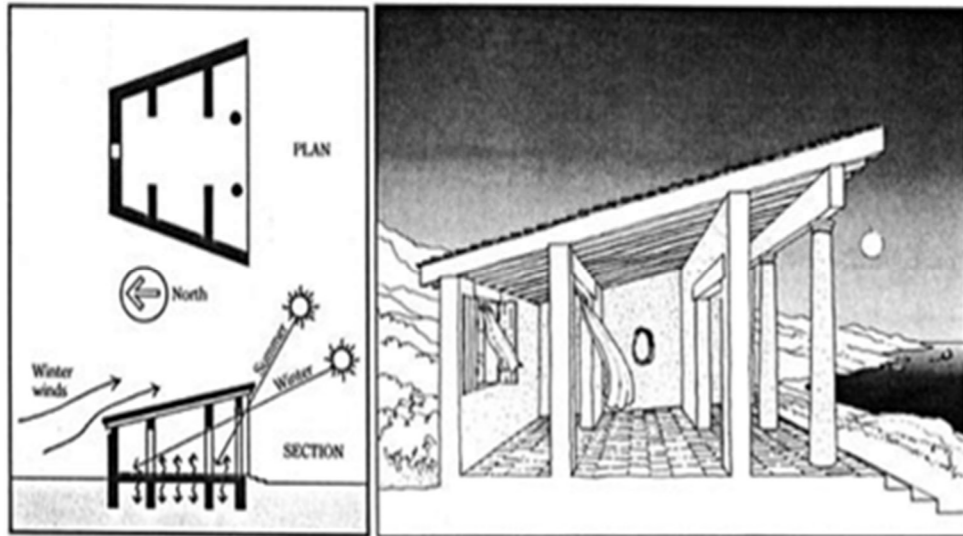
Način gradnje je takav da se postavi dvostrana oplata u koju se zatim zemlja nalijeva i nabija pomoću strojeva, tehnika je slična izradi betonskog zida. Koristi se pneumatski alat koji nabija zemlju na polovicu njene prvotne veličine. Nakon nabijanja i uklanjanja oplata potrebno je određeno vrijeme kako bi se zidovi osušili i očvrstnuli. Zrenje zida od nabijene zemlje može potrajati i do dvije godine, zavisno o debljini zida i klimatskih uvjeta, a kada taj proces završi, zid ima slične osobine kao zid od kamena. Ukoliko su pravilno planirani i izgrađeni, zidovi od nabijene zemlje ne podliježu elementima, požaru i nametnicima, mogu podnijeti veliki teret i ne zahtijevaju daljnju obradu. Strukture zidova omogućavaju građevini da "diše", što u konačnici znači dobru ventilaciju bez značajnih gubitaka topline. Nabijena zemlja djeluje kao prirodna termalna masa, što znači da čuva toplinu zimi, a ljeti hladi prostor. Pasivni sustav stvara stabilnu i uravnoteženu temperaturu i vlagu čime se eliminira potreba za klima uređajem. Estetski gledano, slojevi zemlje proizvode tonirane trake (slojeva zemlje) u toplim bojama. Ukoliko postoji odgovarajuća količina adekvatnog tla, objekti od nabijene zemlje mogu se prilagoditi gotovo bilo kojoj klimatskoj zoni.



kuća od nabijene zemlje u Topolju

izvor: <http://prozorudom.com>

### 3.5. ENERGETSKI ODRŽIVA GRADNJA



Sokratov koncept energetski efikasne gradnje

izvor: <https://repositorij.mev.hr/islandora/object/mev%3A637/datastream/PDF/view>

#### 3.5.1. DEFINICIJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

Pojam energetska učinkovitost predstavlja racionalno korištenje energije, kroz smanjenju potrošnju energenata. Energetska učinkovitost je suma isplaniranih i provedenih mjera čiji je cilj korištenje minimalno moguće količine energije tako da razina udobnosti i stopa proizvodnje ostanu sačuvane. Energetska učinkovitost znači upotrebu manje količine energije, odnosno energenata, za obavljanje istog posla kao što su na primjer grijanje prostora, rasvjetu ili proizvodnja. Energetska učinkovitost se ne smije promatrati isključivo kao štednja, jer štednja uvijek podrazumijeva određena odricanja, dok učinkovita uporaba energije nikada ne narušava uvjete rada i življenja. Nadalje, poboljšanje učinkovitosti potrošnje energije ne podrazumijeva samo primjenu tehničkih rješenja jer svaka tehnologija i tehnička oprema, bez obzira koliko učinkovita bila, gubi to svoje svojstvo ako ne postoje obrazovani ljudi koji će se njome znati služiti na najučinkovitiji mogući način. Prema tome, može se reći da je energetska učinkovitost prvenstveno stvar svijesti ljudi i njihove volje za promjenom ustaljenih navika prema energetski učinkovitijim rješenjima, negoli je to stvar složenih tehničkih rješenja.

Energetska učinkovitost danas je u svijetu prepoznata kao najjeftiniji i najbrži način postizanja ciljeva održivog razvoja. Poboljšanja energetske učinkovitosti doprinose smanjenju štetnih emisija u okoliš, većoj industrijskoj konkurentnosti, otvaranju novih radnih mjesta i povećanju sigurnosti opskrbe energijom. Nimalo nije manje važna ni činjenica da se postižu značajne financijske uštede. Ipak, pokazuje se da je svega 47 posto potrošača u EU svjesno koliko energije doista troše. Iznad svega, ona pruža opipljive prednosti građanima: prosječne uštede energije za kućanstva mogu iznositi do 1 000 eura godišnje.



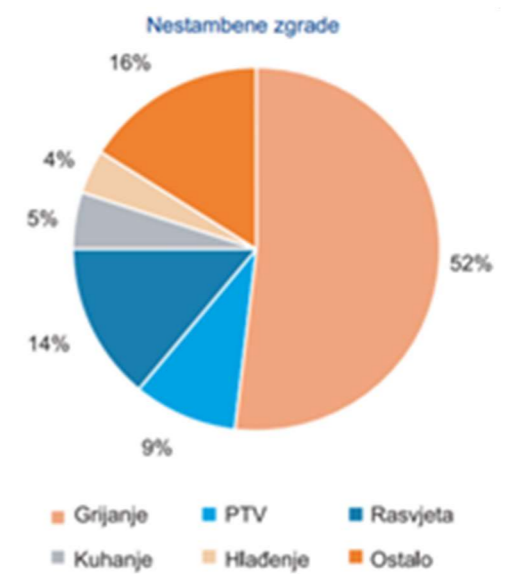
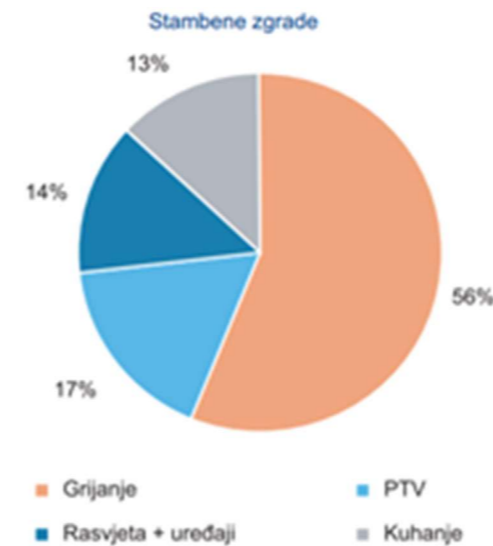
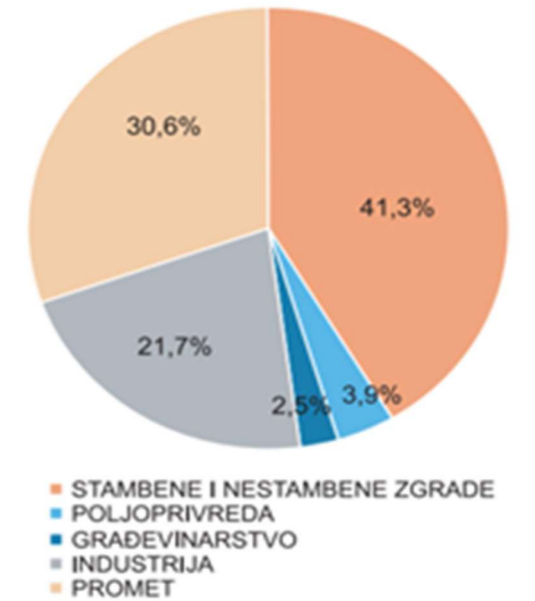
izvor: <http://a-plan.hr/energetska-obnova/>

Energetski održiva gradnja bi bila gradnja koja koristi manje energije od klasične gradnje. Optimizacija potrošnje energije i postizanje najbolje moguće iskoristivosti dostupne energije nije nova ideja. Slično modernim vremenima, u drevnim vremenima ljudi su se suočavali s problemom konstruiranja kuća koje bi imale zadovoljavajući toplinski komfor, a glavno pitanje im je slično kao i danas bilo kako kuće zimi učiniti toplima, a ljeti hladnima.

### 3.5.2. ENERGETSKA UČINKOVITOST U ZGRADARSTVU

Najveći potencijali za ostvarivanje ušteda energije nalazi se u zgradarstvu. U zgradama se na području EU troši oko 40 posto energije. Pri tome valja naglasiti da stambene zgrade, dakle kućanstva, predstavljaju gotovo 2/3 cjelokupnog fonda zgrada u EU te su odgovorne za oko 25 posto ukupne potrošnje energije u EU. Ukoliko promatramo potrošnju energije unajvećem sektoru potrošnje - sektoru opće potrošnje, u kojem su najveći potrošači stambene i nestambene zgrade, možemo primijetiti stalan porast potrošnje finalne energije. Energija koja se potroši u stambenim i nestambenim zgradama danas čini 41,30 posto ukupne finalne potrošnje energije u Hrvatskoj.

Udio potrošnje finalne energije u zgradarstvu u ukupnoj u ukupnoj potrošnji finalne energije u Hrvatskoj Izvor: EIHP



Prosječna potrošnja finalne energije u stambenim i nestambenim zgradama u RH, izvor: EIHP

Ukupna potrošnja energije u Hrvatskoj raste u prosjeku od 4 do 5 posto godišnje, dok se ukupna proizvodnja primarne energije smanjuje. Cijene energenata su u konstantnom porastu. Tijekom proteklog desetogodišnjeg razdoblja vlastita opskrbljenost energijom postupno se smanjivala s približno 65 na manje od 50 posto. Ako promatramo emisije onečišćujućih tvari u zrak iz energetskog sektora, možemo primijetiti zabrinjavajući rastući trend emisija CO2 uzrokovan povećanom potrošnjom fosilnih goriva. Kako gotovo 35 posto CO2 emisija proizlazi iz energetske potrošnje u zgradama, ekološka odgovornost projektanata teško se može zaobići. Sve to ukazuje na važnost implementacije mjera energetske učinkovitosti u svim sektorima energetske potrošnje, a posebno u najvećem od njih, sektoru zgradarstva.

Kvalitetna koncepcija energetski učinkovitog i održivog graditeljstva podrazumijeva istodobno razmatranje mnogih aspekata građenja poput arhitekture, pročelja i funkcije zgrade, konstrukcije, protupožarne zaštite, akustike, izolacije i potrošnje energije i ekološke kvalitete građevine. Glavni cilj energetske učinkovitosti u zgradarstvu je uspostaviti mehanizme koji će trajno smanjiti energetske potrebe pri projektiranju, izgradnji i korištenju novih zgrada, kao i rekonstrukciji postojećih, te ukloniti barijere uvođenju mjera energetske učinkovitosti u postojeći i novi stambeni i nestambeni fond zgrada.

Kod gradnje nove kuće važno je već u fazi idejnog projektiranja u suradnji s projektantom predvidjeti sve što je potrebno da se dobije kvalitetna i optimalna energetska učinkovita zgrada. Zato je potrebno:

- analizirati lokaciju, orijentaciju i oblik kuće
- primijeniti visoki nivo toplinske izolacije cijele vanjske ovojnice i izbjegavati toplinske mostove
- iskoristiti toplinske dobitke od sunca i zaštititi se od pretjeranog osunčanja
- koristiti energetska učinkovit sustav grijanja, hlađenja i ventilacije te ga kombinirati s obnovljivim izvorima energije

### 3.5.3. MJERE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI U ZGRADAMA

Uspješna implementacija mjera energetske učinkovitosti u zgradarstvu temelji se na:

- promjeni zakonodavnog okruženja i usklađivanju s europskom regulativom na području toplinske zaštite i uštede energije te primjene obnovljivih izvora energije
- povećanju toplinske zaštite postojećih i novih zgrada
- povećanju učinkovitosti sustava grijanja, ventilacije i klimatizacije
- povećanju učinkovitosti sustava rasvjete i energetskih trošila
- energetska kontroli i upravljanju energijom u postojećim i novim zgradama
- propisivanju ciljane vrijednosti ukupne godišnje potrošnje zgrade po m<sup>2</sup> ili m<sup>3</sup>
- uvođenju energetskog certifikata kao sistema označavanja zgrada prema godišnjoj potrošnji energije
- stalnoj edukaciji i promociji mjera povećanja energetske učinkovitosti



Izgled energetskog certifikata

izvor: [https://hr.wikipedia.org/wiki/Energetski\\_certifikat\\_zgrade](https://hr.wikipedia.org/wiki/Energetski_certifikat_zgrade)

Jednostavne mjere povećanja energetske učinkovitosti, bez dodatnih troškova, uz trenutne uštede su sljedeće:

- ugastiti grijanje ili hlađenje noću i onda kada nema nikoga kod kuće
- noću spustiti rolete i navući zavjese
- izbjegavati zaklanjanje i pokrivanje grijaćih tijela zavjesama, maskama i sl.
- vremenski optimirati grijanje i pripremu tople vode
- u sezoni grijanja smanjiti sobnu temperaturu za 1°C
- u sezoni hlađenja podesiti hlađenje na minimalno 26°C
- koristiti prirodno osvjetljenje u što većoj mjeri
- isključiti rasvjetu u prostoriji kad nije potrebna
- perilice za rublje i posuđe uključivati samo kad su pune, najbolje noću

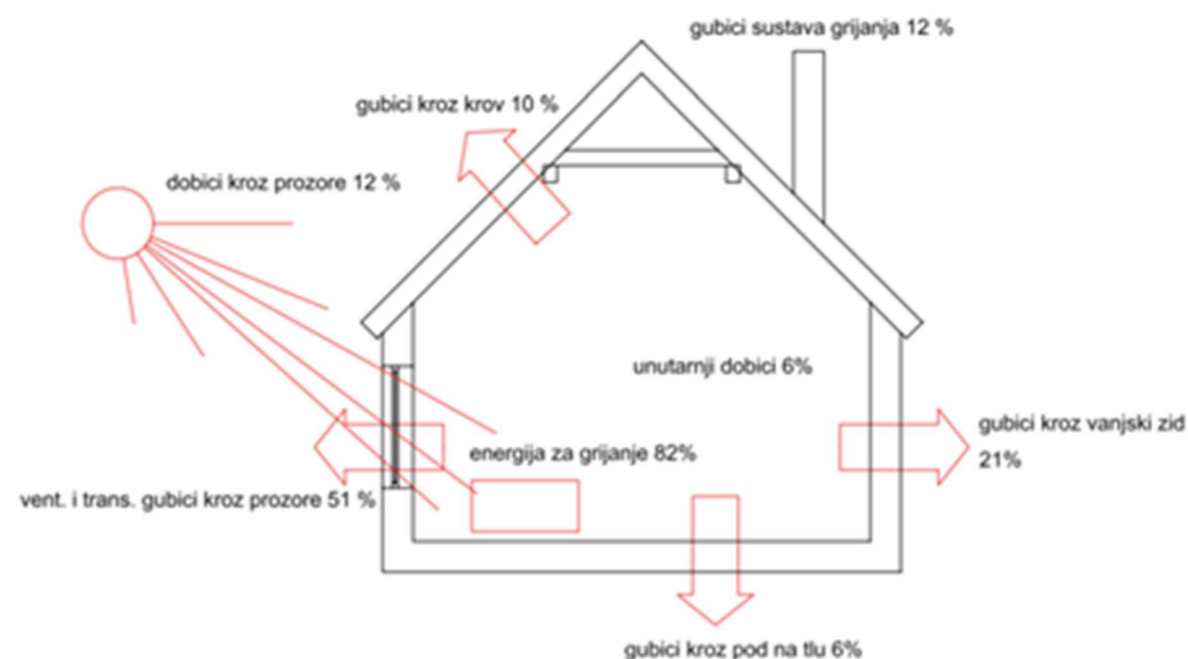
Mjere za povećanje energetske učinkovitosti uz male troškove i brzi povrat investicije (do 3 godine) su:

- zabrtviti prozore i vanjska vrata
- provjeriti i popraviti okove na prozorima i vratima
- izolirati niše za radijatore i kutije za rolete
- toplinski izolirati postojeći kosi krov ili strop prema negrijanom tavanu
- reducirati gubitke topline kroz prozore ugradnjom roleta, postavom zavjesa i sl.
- ugraditi termostatske ventile na radijatore
- redovito servisirati i podešavati sustav grijanja i hlađenja
- ugraditi automatsku kontrolu i nadzor energetike kuće
- ugraditi štedne žarulje u rasvjetna tijela
- zamijeniti trošila energetska učinkovitijim - energetske klase A

Mjere za povećanje energetske učinkovitosti uz nešto veće troškove i duži period povrata investicije (više od 3 godine) su sljedeće:

- zamijeniti prozore i vanjska vrata toplinski kvalitetnijim prozorima (preporuka U prozora 1,1-1,8 W/m<sup>2</sup> K)
- toplinski izolirati cijelu vanjsku ovojnicu kuće, dakle zidove, podove, krov te plohe prema negrijanim prostorima
- izgraditi vjetrobran na ulazu u kuću
- sanirati i obnoviti dimnjak
- izolirati cijevi za toplu vodu i spremnik
- analizirati sustav grijanja i hlađenja u kući i po potrebi ga zamijeniti energetska učinkovitijim sustavom te ga kombinirati s obnovljivim izvorima energije

Primjer ukupne energetske bilance za obiteljsku kuću, izvor: EIHP



### 3.5.4. PRIMJENA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI NA ELEMENTE ZGRADA

Energetski potencijal u smislu uštede energije i zaštite okoliša u sektoru zgradarstva izuzetno je velik. U zgradama se energija koristi za različite potrebe, a ovisno o tipu zgrade te se potrebe kreću od energije za rasvjetu, preko energije za grijanje, pa do tehnoloških potreba poput pranja ili sterilizacije u bolnicama. Energetska potrošnja namijenjena za grijanje, pripremu tople vode i kondicioniranje zraka predstavlja najznačajniji dio energetske potrošnje u zgradama. Na potrošnju energetskih procesa grijanja zgrade prvenstveno utječe trajanje sezone grijanja i zahtijevana temperatura prostora, što ovisi o klimatskim uvjetima i standardu korištenja prostora. Značajan utjecaj na potrošnju energije za grijanje prostora ima izbor sustava grijanja, omjer grijane i ukupne površine zgrade te sastav vanjske ovojnice zgrade, odnosno toplinska zaštita. Za hlađenje objekta slični su prethodno navedeni utjecajni čimbenici, no ovdje je osnovni energent najčešće električna energija. Nedovoljna toplinska izolacija dovodi do povećanih toplinskih gubitaka zimi, hladnih obodnih konstrukcija,

oštećenja nastalih kondenzacijom (vlagom) te pregrijavanja prostora ljeti. Posljedice su oštećenja konstrukcije te neudobno i nezdravo stanovanje i rad. Zagrijavanje takvih prostora zahtjeva veću količinu energije što dovodi do povećanja cijene korištenja i održavanja prostora, ali i do većeg zagađenja okoliša. Poboljšanjem toplinsko izolacijskih karakteristika zgrade moguće je postići smanjenje ukupnih gubitaka topline građevine za prosječno od 40-80 posto.

### 3.5.4.1. PROZORI, STAKLENE STIJENE I VANJSKA VRATA

Prozor je element vanjske ovojnice zgrade koji omogućava dnevnu rasvjetu prostora, pogled u okolicu, propuštanje Sunčeve energije u zgradu i prozračivanje prostora. Prozor je najdinamičniji dio vanjske ovojnice zgrade, koji istovremeno djeluje kao prijemnik koji propušta Sunčevu energiju u prostor, te kao zaštita od vanjskih utjecaja i toplinskih gubitaka. Prozori i vanjski zid igraju veliku ulogu u toplinskim gubicima zgrade jer zajedno čine i preko 70 posto ukupnih toplinskih gubitaka kroz ovojnicu zgrade. Gubici kroz prozore dijele se na transmisijske gubitke te na gubitke ventilacijom, tj. provjetravanjem. Ako zbrojimo transmisijske toplinske gubitke kroz prozore i gubitke provjetravanjem, ukupni toplinski gubici kroz prozore predstavljaju više od 50 posto toplinskih gubitaka zgrade. Gubici kroz prozore obično su deset i više puta veći od onih kroz zidove, pa je jasno koliku važnost igra energetska efikasnost prozora u ukupnim energetskim potrebama zgrada.

U skladu s novim Tehničkim propisom, koeficijent prolaska topline za prozore i balkonska vrata može iznositi maksimalno  $U = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Preporuka za gradnju suvremene energetski učinkovite zgrade je koristiti prozore s koeficijentom  $U < 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ . U ukupnim toplinskim gubicima prozora sudjeluju staklo i prozorski profili. Prozorski profili, neovisno o vrsti materijala od kojeg se izrađuju, mora osigurati: dobro brtvljenje, prekinuti toplinski most u profilu, jednostavno otvaranje i nizak koeficijent prolaska topline. Stakla se danas izrađuju kao izolacijska stakla, dvoslojna ili troslojna, s različitim plinovitim punjenjem ili premazima koji poboljšavaju toplinske karakteristike. U slučaju ventilokonvektorskog grijanja i hlađenja preporuča se korištenje tzv. mikroprekidača na prozorima, povezanih s ventilokonvektorima, koji automatski isključuju grijanje ili hlađenje prostorije prilikom otvaranja prozora te na taj način dodatno štede energiju i sprječavaju rasipanje toplinske ili rashladne energije u okoliš.



mikroprekidač na prozoru, izvor: EIHP

Na niski U-faktor stakla utječu sljedeći čimbenici:

- Debljina i broj međuprostora: U-faktor smanjujemo većim brojem međuprostora i čim većom širinom tih međuprostora. Dakle manji U-faktor možemo postići upotrebom dvoslojnih ili troslojnih izo stakla. Npr. 4+10+4+10+4, što znači 3 stakla debljine 4 mm na razmacima od 10 mm.
- Punjenje međuprostora: napunimo li međuprostor izo stakla nekim od već spomenutih plinova (argon, kripton, xenon ili SF6) U-faktor će se bitno smanjiti.

- Odabir stakla: debljina stakla vrlo malo utječe na U-faktor, ali ga zato upotreba stakla niske emisije (Low-e staklo) značajno smanjuje. Low-e stakla premazana su sa strane koja dolazi u međuprostor izo stakla posebnim metalnim filmom koji propušta zračenja kratke valne duljine (sunčeva svjetlost), a reflektira zračenja dugih valnih duljina (IC zračenja).

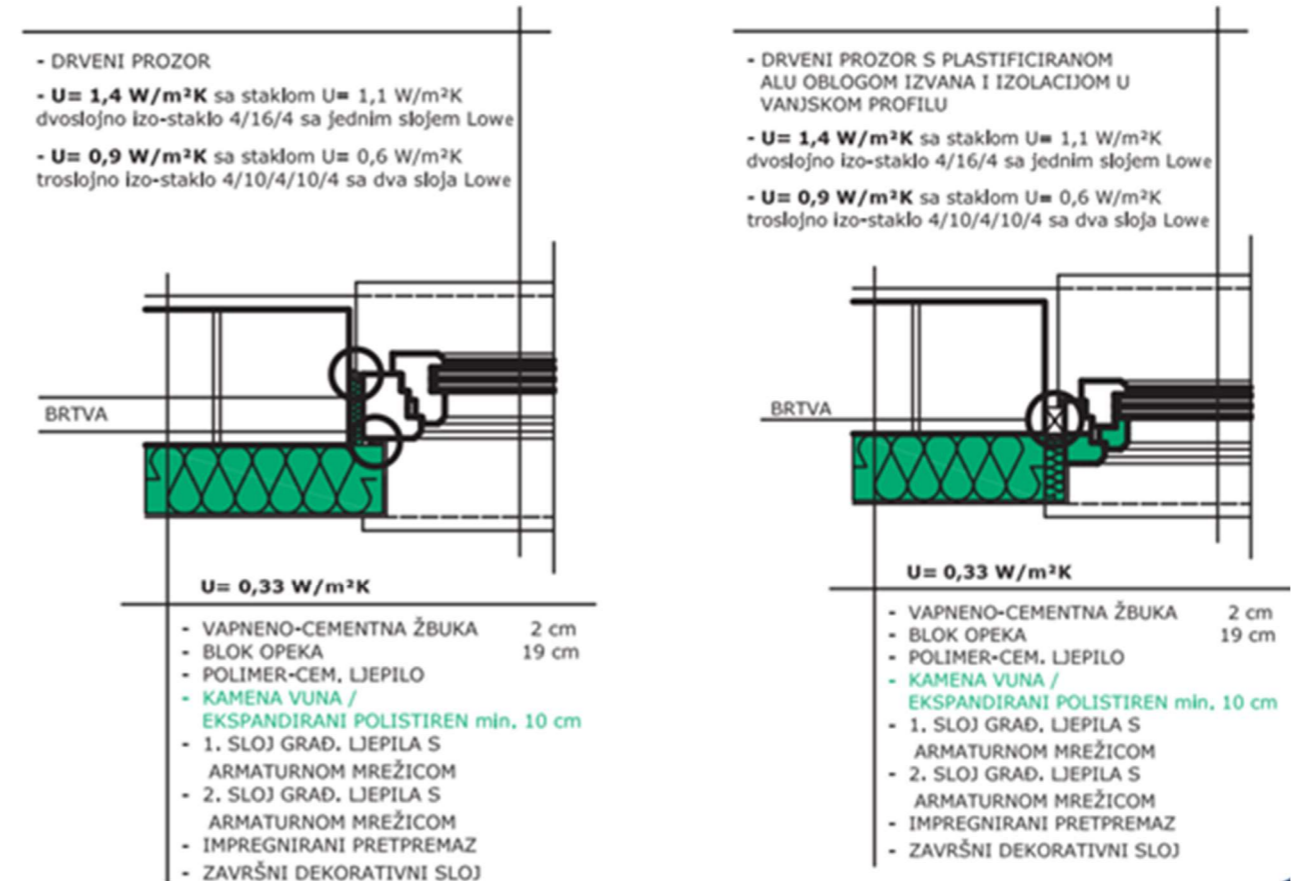
Jednostruko staklo 4 mm	IZO staklo 4+12+4 mm punjeno zrakom	IZO staklo 4+12+4 mm Low-e punjeno argonom
VANI -10°C UNUTRA 20°C T stakla -2,3°C	VANI -10°C UNUTRA 20°C T stakla 9,0°C	VANI -10°C UNUTRA 20°C T stakla 15,0°C
$U(k) = 5,9 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U(k) = 2,9 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U(k) = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

vrste i toplinske karakteristike stakla, izvor: EIHP

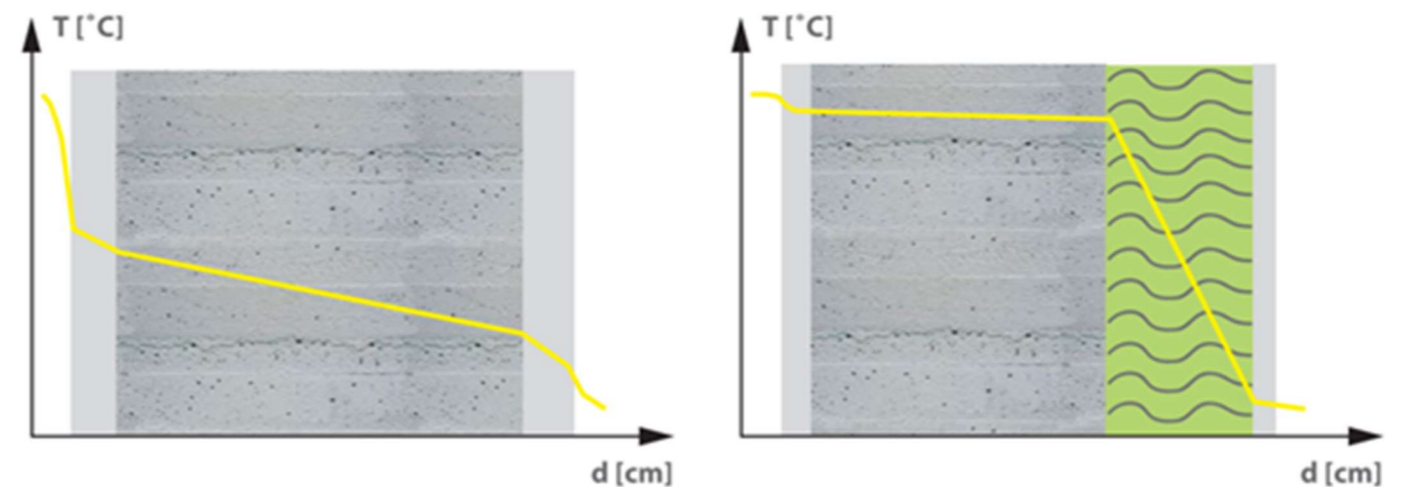
Prozorski okviri danas se najviše izrađuju od drveta, PVC-a, aluminija, čelika i kombinacije navedenih materijala. U navedene okvire danas se ugrađuje dvostruko ili trostruko izo staklo. Daljnji razvoj prozorskih okvira ide u smjeru povećanja toplinske zaštite uključivanjem toplinsko izolacijskih materijala u sam okvir. Ugradnjom dvostrukog ili trostrukog izo stakla s plinovitim punjenjem, takav prozor dostiže vrijednosti  $U < 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Poboljšanje toplinskih karakteristika prozora i drugih staklenih površina moguće je postići na sljedeće načine:

- zabrtviti prozore i vanjska vrata
- provjeriti i popraviti okove na prozorima i vratima
- izolirati niše za radijatore i kutije za rolete
- reducirati gubitke topline kroz prozore ugradnjom roleta, postavom zavjesa i sl.
- zamijeniti prozore i vanjska vrata toplinski kvalitetnijim prozorima (preporuka  $U < 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

Detalj poboljšanja toplinskih karakteristika prozora s toplinskom izolacijom u profilu, izvor: EIHP

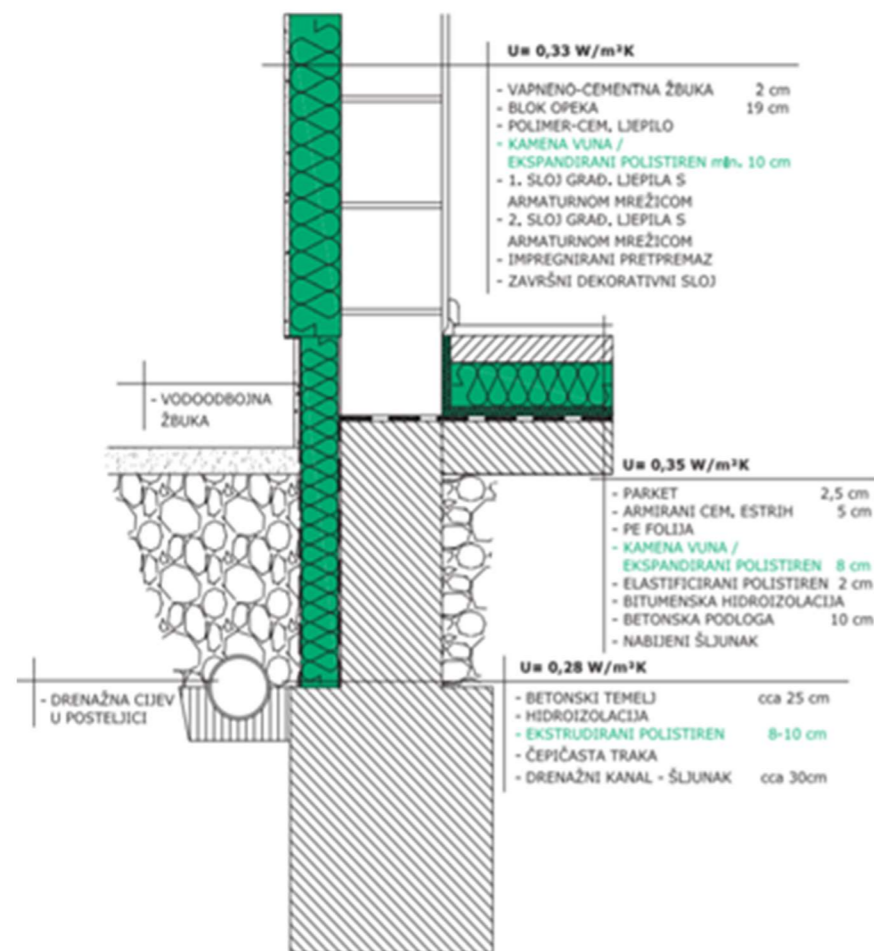


### 3.5.4.2. TOPLINSKA IZOLACIJA VANJSKOG ZIDA



Temperaturne krivulje za neizolirani i izolirani AB zid (TI s vanjske strane), izvor: EIHP

Toplinsku izolaciju vanjskog zida, u pravilu, treba izvoditi dodavanjem novog toplinsko-izolacijskog sloja s vanjske strane zida, a iznimno s unutarnje strane zida. Izvedba toplinske izolacije s unutarnje strane zida nepovoljna je s građevinsko-fizikalnog stajališta, a često je i skuplja zbog potrebe dodatnog rješavanja problema difuzije vodene pare, strožih zahtjeva u pogledu sigurnosti protiv požara, gubitka korisnog prostora i dr. Postava toplinske izolacije s unutarnje strane zida je fizikalno lošija, jer iako postižemo poboljšanje izolacijske vrijednosti zida, značajno mijenjamo toplinski tok u zidu i osnovni nosivi zid postaje hladniji. Zbog toga posebnu pažnju treba posvetiti izvedbi parne brane kako bi se izbjeglo nastajanje kondenzata i pojava plijesni. Također, toplinski treba izolirati i dio pregrada koje se spajaju s vanjskim zidom.

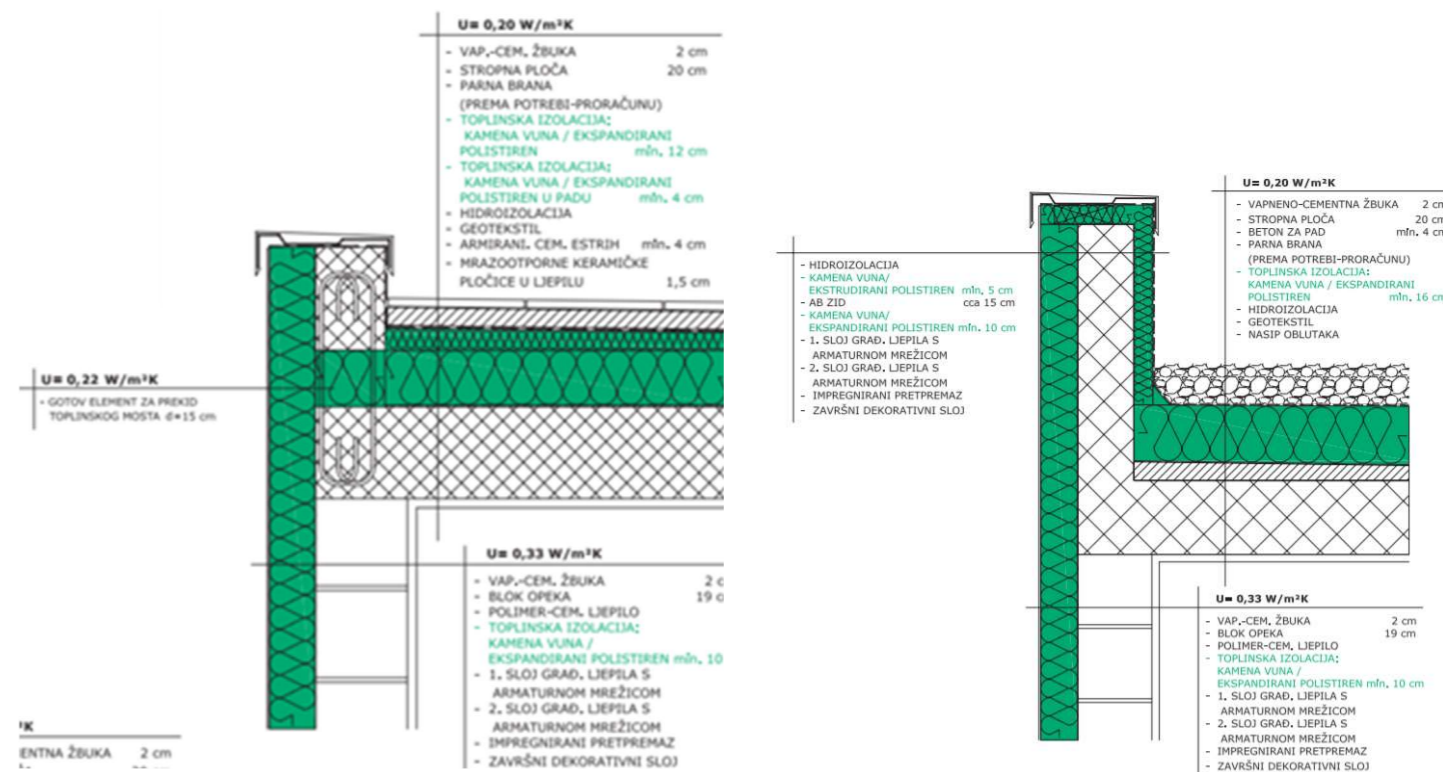


Pravilna izvedba toplinske izolacije s vanjske strane kod kompaktnog zida, Izvor: EIHP

### 3.5.4.3. TOPLINSKA IZOLACIJA KROVA ILI STROPA PREMA NEGRIJANOM PROSTORU

Iako je udio krova zastupljen sa svega oko 10-20 posto u ukupnim toplinskim gubicima u kući, krov ima posebno važnu ulogu u kvaliteti i standardu zgradarstva. On štiti kuću od kiše, snijega, hladnoće i vrućine. Najčešći oblik krova na obiteljskim i manjim stambenim zgradama je kosi krov. Vrlo često se prostor ispod kosog krova namjenjuje za stanovanje iako nije adekvatno toplinski izoliran. Kod takvih situacija pojavljuju se veliki toplinski gubici zimi, ali i još veći problem pregrijavanja ljeti. Ako krov nije toplinski izoliran, kroz njega može proći i 30 posto topline. Naknadna toplinska izolacija krova je jednostavna i ekonomski vrlo isplativa, jer je povratni period investicije od 1 do 5 godina. Za toplinsku izolaciju kosih krovova treba koristiti nezapaljive i paropropusne toplinsko izolacijske materijale, kao što je npr. Kamena vuna. Detalj spoja toplinske izolacije vanjskog zida i krova treba riješiti bez toplinskih mostova. Ako prostor ispod kosog krova nije grijan, tj. nije namijenjen za stanovanje, toplinsku izolaciju treba postaviti na strop zadnje etaže prema negrijanom tavanu. Preporučljiva debljina toplinske izolacije na kosom krovu iznosi 16-20 cm. Izolaciju treba postaviti u dva sloja; jedan sloj između rogova, a jedan sloj ispod rogova kako bi se spriječili toplinski mostovi. Toplinsku izolaciju s donje strane najčešće zatvaramo knauf pločama ili drvetom. Ravni krovovi su najviše izloženi atmosferskim utjecajima od svih vanjskih elemenata zgrade. Zato je važno kvalitetno ih izolirati i toplinskom i hidroizolacijom, te pravilno riješiti odvodnju oborinskih voda. Ravni krov može biti riješen kao prohodni, neprohodni ili tzv. zeleni krov. U skladu s time izvodi se završna obrada krova.

Kod izvedbe toplinsko-izolacijskog sloja s vanjske strane zida moguća su dva rješenja završnog sloja koji štiti toplinsko-izolacijski sloj i ostatak zida od vanjskih atmosferskih utjecaja. Prvo rješenje karakterizira izvedba vanjskog zaštitnog sloja punoplošnim lijepljenjem na toplinsko-izolacijski sloj (tzv. kompaktna fasada). Kod drugog rješenja zaštitni je sloj u obliku pojedinačnih elemenata učvršćenih na odgovarajuću podkonstrukciju na način da između zaštitne obloge i sloja toplinske izolacije ostane sloj zraka koji se ventilira prema van (tzv. ventilirana fasada). Industrija građevinskih materijala nudi mnogo varijanti cjelovitih sustava ovih dvaju načina toplinske izolacije zidova, pri čemu za oba rješenja debljina toplinskoizolacijskog sloja ne bi trebala biti manja od 10 do 12 cm, čime bi se vrijednost koeficijenta prolaska topline U zida smanjila na od cca 0,25 do 0,35 W/m²K.



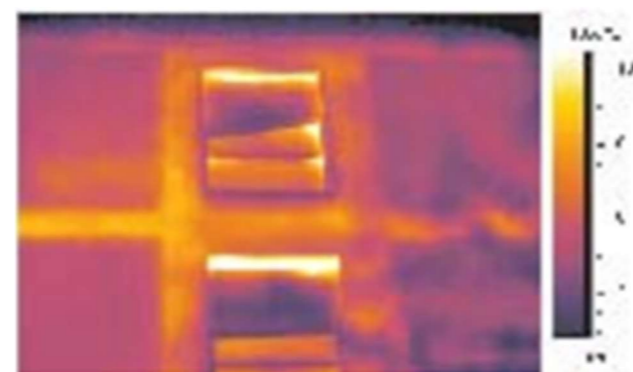
Pravilna izvedba toplinske izolacije ravnog krova i spoja sa zidnom izolacijom, izvor: EIHP

### 3.5.4.4. TOPLINSKA IZOLACIJA PODA NA TLU ILI PODA PREMA NEGRIJANOM PROSTORU

Konstrukcije poda na tlu razlikuju se od podnih konstrukcija prema negrijanom prostoru po nosivoj betonskoj podlozi i hidroizolaciji. Toplinski gubici prema terenu iznose do 10 posto ukupnih toplinskih gubitaka. Kod novogradnji se pod na terenu treba toplinski izolirati što većom debljinom toplinske izolacije, dok je kod postojećih zgrada takva mjera uglavnom ekonomski neisplativa, zbog većih građevinskih zahvata koji je prate. Međutim, ekonomski vrlo isplative mjere su toplinska izolacija stropne konstrukcije prema negrijanom tavanu, te podne konstrukcije prema negrijanom podrumu. Također, potrebno je toplinski zaštititi i podne konstrukcije iznad otvorenih prolaza. Kod postave toplinske izolacije važno je toplinski izolirati cijelu vanjsku ovojnicu bez prekida izolacije, kako bi se utjecaj toplinskih mostova smanjio na minimum.

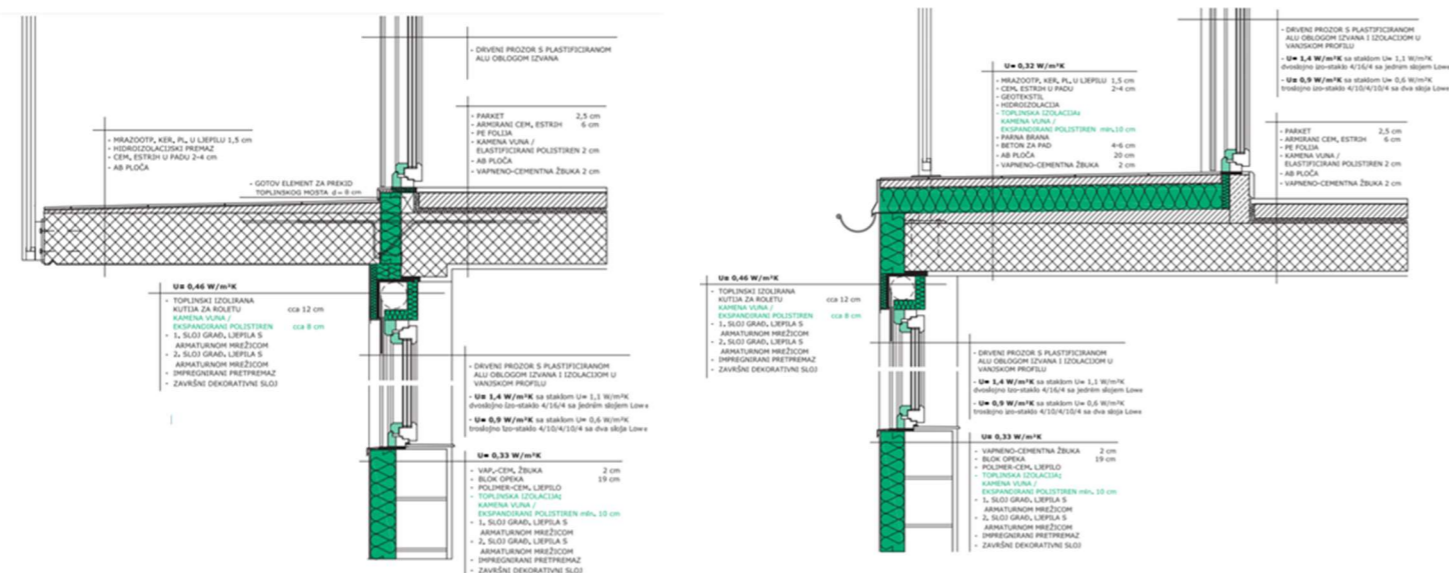
### 3.5.4.5. TOPLINSKI MOSTOVI

Energetska učinkovitost zgrade i potrošnja energije u zgradi, osim visokog nivoa toplinske zaštite ovise i o izbjegavanju odnosno smanjenju toplinskih mostova na minimum. Toplinski most je manje područje u omotaču grijanog dijela zgrade kroz koje je toplinski tok povećan radi promjene materijala, debljine ili geometrije građevnog dijela. Zbog smanjenog otpora toplinskoj propustljivosti u odnosu na tipični presjek konstrukcije, temperatura unutarnje površine pregrade na toplinskom mostu manja je nego na ostaloj površini, što povećava opasnost od kondenziranja vodene pare. Posljedice toplinskih mostova su: promjene u toplinskim gubicima i promjene unutarnje površinske temperature. Zbog manjeg otpora toplinskoj propustljivosti, nego tipični presjek pregrade, temperatura unutarnje površine pregrade na toplinskom mostu manja je nego na preostaloj površini, što povećava potencijalnu opasnost kondenziranja vodene pare na ovim mjestima. Najbolji način izbjegavanja toplinskih mostova je postavljanje toplinske izolacije s vanjske strane cijele vanjske ovojnice, bez prekida te dobro brtvljenje reški i spojeva. Termografskim snimanjem zgrade vrlo se lijepo mogu uočiti tipični toplinski mostovi.



Primjer toplinskog mosta snimljen termografskom kamerom Izvor: EIHP

Na tržištu danas postoje sustavi za otklanjanje ili smanjenje utjecaja toplinskih mostova koji prekidaju kontinuiranu armaturu unutarnje i vanjske betonske konstrukcije kod izvedbe stropnih ploča balkona, te umeću tvornički izrađene elemente u kombinaciji visokovrijednog čelika i sloja toplinske izolacije kroz koju prolazi armatura. Armatura takvog gotovog elementa spaja se s armaturom stropne ploče. Vrijednost toplinskih mostova kod takvih rješenja svedena je na točkaste prijelaze topline na mjestima prolaska armature kroz toplinsku izolaciju. Izgraditi zgradu bez toplinskih mostova gotovo je nemoguće, ali uz pravilno projektirane detalje toplinske zaštite utjecaj toplinskih mostova možemo smanjiti na minimum. Potencijalna mjesta toplinskih mostova su konzolne istake balkona, istake streha krovova, spojevi konstrukcija, spojevi zida i prozora, kutije za roletu, niše za radijatore, temelji i drugo. Zato na njih, pri rješavanju konstruktivnih detalja, treba obratiti posebnu pažnju. Prozore treba ugraditi tako da su barem dijelom u nivou toplinske izolacije, kutija za roletu mora biti toplinski izolirana, toplinsku izolaciju zida treba povući do temelja, a po potrebi treba izolirati i temelj. Po završetku izgradnje, kvalitetu gradnje i toplinske zaštite moguće je dodatno provjeriti termografskim snimanjem.



Način rješavanja problema toplinskih mostova kod konzolnih istaka, izvor EIHP

### 3.5.4.6. ZAŠTITA OD SUNCA I PASIVNA SUNČANA ARHITEKTURA

U ukupnoj energetske bilanci kuće važnu ulogu igraju i toplinski dobici od Sunca. U suvremenoj arhitekturi puno pažnje posvećuje se prihvatu Sunca i zaštiti od pretjeranog osunčanja, jer se i pasivni dobici topline moraju regulirati i optimizirati u zadovoljavajuću cjelinu. Suvremeni tzv. „daylight“ sustavi koriste optička sredstva kako bi potakli refl eksiju, lomljenje svjetlosnih zraka, ili za aktivni ili pasivni prihvata svjetla. Suvremeni sustavi kontrole prolaska svjetla i upravljanja dnevnim osvjetljenjem novi su doprinos energetske učinkovitosti i održivom razvoju. Ti sustavi se danas uključuju u arhitekturu još u fazi najranijeg projektiranja. Pretjerano zagrijavanje ljeti treba spriječiti sredstvima za zaštitu od Sunca, usmjeravanjem dnevnog svjetla, zelenilom, prirodnim provjetravanjem i sl. Zbog djelotvorne zaštite od preintenzivnog osvjetljenja primjenjuju se sljedeća rješenja:

- arhitektonska geometrija: zelenilo, trijemovi, strehe, nadstrešnice, balkoni i dr.
- elementi vanjske zaštite od sunca: razni pokretni i nepokretni brisoleji, vanjske žaluzine, rolete, tende, inteligentna pročelja, suvremena ostakljenja i dr.
- elementi unutarnje zaštite od sunca: rolete, žaluzine, roloi, zavjese i dr.
- elementi unutar stakla za zaštitu od sunca i usmjeravanje svjetla – holografski elementi, refl ektirajuća stakla i folije, staklo koje usmjerava svjetlo, staklene prizme i dr.

Bez obzira na vrstu zaštite od sunca treba nastojati ugraditi maksimalno učinkovita sredstva. Ukoliko se radi o klasičnim roletama, posebnu pažnju treba obratiti na toplinsku izolaciju kutija za rolete, te na mogućnost ugradnje dodatno toplinski izoliranih lamela plastičnih ili aluminijskih roleta

### 3.5.4.7. SUSTAVI GRIJANJA, VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE

U zgradama se energija koristi za različite potrebe, a ovisno o tipu zgrade te se potrebe kreću od električne energije za rasvjetu, preko energije za grijanje pa do energije za zadovoljavanje tehnoloških potreba, npr. poput pranja ili sterilizacije u bolnicama. Općenito se energetske potrebe zgrada mogu razvrstati kao:

- električna energija za rasvjetu
- električna energija za različite električne uređaje
- električna energija za pogon dizala, eskalatora i sl.
- električna energija za pogon motornih pogona u sustavima ventilacije, klimatizacije i sl.
- potrošna topla (sanitarna) voda
- toplinska energija za grijanje
- rashladna energija za hlađenje
- sekundarne upotrebe toplinske energije za praonicu, kuhinju, sterilizaciju i sl.

Pri tome, energetska potrošnja namijenjena za grijanje, ventilaciju i kondicioniranje zraka predstavlja najznačajniji dio energetske potrošnje u zgradama. Konceptcija cjelovitog ili integralnog energetski učinkovitog građenja podrazumijeva istovremeno razmatranje svih aspekata građevine, od arhitekture, pročelja i funkcije, preko konstrukcije, protupožarne zaštite, akustike, pa do potrošnje energije i ekološke kvalitete zgrade. Osnovne metode projektiranja energetski učinkovite zgrade uključuju tri bitna elementa: (1) smanjenje potreba za energijom (energetske uštede), (2) maksimiziranje korištenja obnovljivih izvora energije te (3) korištenje fosilnih goriva na optimalan način u pogledu zaštite okoliša.

Izbor odgovarajućeg sustava grijanja, ventilacije i klimatizacije u zgradama treba prilagoditi potrebama lokacije, funkciji zgrade i tehničkim mogućnostima te dakako mogućnostima, ali i željama investitora. Poštujući opisani model integralnog, energetski učinkovitog projektiranja, prilikom projektiranja GVK sustava najvažnije je odabrati optimalni sustav, kako sa stanovišta primarnog kruga - proizvodnje (transformacije) toplinske i rashladne energije (energent, toplinski kapacitet i drugo), tako i sa stanovišta predaje energije kranjem korisniku - sekundarni krug (ogrjevna tijela, instalacije, upravljanje potrošnjom i drugo). Pri tome treba imati na umu da je učinkovitost sustava umnožak učinkovitosti izvora energije, razvoda energije od izvora do ogrjevnih (rashladnih) tijela te regulacije sustava: Preporuka za energetske-ekonomski optimalni odabir načina grijanja u zgradi je sustav sa što višom ukupnom učinkovitosti, pri čemu je ukupna učinkovitost sustava, a time i odabir optimalnog sustava bitno određen „najslabijom karikom“ u gornjem nizu.

### 3.5.4.8. SUSTAV RASVJETE I ENERGETSKA TROŠILA

Energetski učinkovita rasvjeta u prvom redu uključuje maksimalno korištenje dnevnog svjetla koje je najkvalitetniji oblik rasvjete. Dnevno svjetlo omogućuje rasvjetu ambijenta i radnog mjesta te kontakt čovjeka s okolicom. Vjeruje se da je dugotrajan rad pod umjetnom rasvjetom loš za psihičko i fizičko zdravlje ljudi za razliku od rada pod dnevnim svjetlom koje ne uzrokuje nelagodu i stres.

Karakteristično za korištenje prirodnog osvjetljenja je da:

- osigurava zdravije klimatske uvjete u prostorijama
- omogućava veće standarde vizualne udobnosti
- čini prostorije vedrijima i ugodnijima za boravak
- štedi energiju
- štedi novac
- smanjuje emisije štetnih plinova u atmosferu
- štedi ograničene globalne izvore energije

Umjetna rasvjeta nadomještajući dnevnu svjetlost omogućava nastavak aktivnosti na nedovoljno osvjetljenim mjestima i tijekom noći. Umjetnu rasvjetu možemo podijeliti na: opću (ambient) koja pruža sigurnost u kretanju i omogućava obavljanje jednostavnih poslova, lokalnu (task) koja omogućava obavljanje složenijih poslova za koje je potrebna viša razina rasvjete, i ugođajnu (accent) koja naglašava npr. strop ili zidove kako bi se stvorio poseban ugođaj u prostoriji.

Tradicionalno do unatrag nekoliko godina koristila se samo tzv. klasična rasvjeta, odnosno klasični izvor svjetla sa žarnom niti (žarulja), no razvojem tehnologija na tržištu su postali pristupačni i ostali izvori svjetla, koji su znatno učinkovitiji. Usporedbe radi, klasična žarulja sa žarnom niti ima 95 posto termičkog zračenja i svega 3-5 posto svjetlosnog zračenja (luminiscencija), dok moderni izvori svjetla imaju i deset, pa i više, puta veću efikasnost jer se temelje na drugačijoj



tehnologiji izbijanja (fl uo-cijevi, fl uo-kompaktne žarulje, visokotlačne natrijeve i živine žarulje, LED-rasvjeta, halogena i natrij-ksenon žarulja). Isto tako, učinkovitošću se povećava i kvaliteta i trajnost žarulja, pa tako već postoje long-life izvedbe za kućanstva od 14-16 000 radnih sati, a za specijalne potrebe (javna rasvjeta) i duže, čime se tako smanjuju troškovi održavanja. Samim razvojem rasvjete razvijaju se i inteligentni upravljački sustavi za racionalizaciju potrošnje (daylight system) te nove generacije elektroničkih predspojnih naprava (prigušnica). Preporuka je, dakle, koristiti kompaktne fl uorescentne cijevi puno poznatije pod nazivom štedne žarulje u što većoj mjeri. Energetska učinkovitost štednih žarulja je od 5 do 6 puta veća od one klasičnih žarulja, uz i do 10 puta dulji vijek trajanja (prosječna trajnost klasičnih žarulja je do 1000 sati, a štednih i više od 10 000 sati). Postavljanje regulatora jakosti svjetla je energetska učinkovita mjera koja rezultira smanjenjem potrošnje električne energije s jedne i povećanjem životnog vijeka žarulje s druge strane.

Energetski učinkovita trošila koriste znatno manje energije nego standardna, pa je preporuka da se prilikom kupnje obavezno o tome vodi računa, pri čemu je i ekonomski opravdano kupovati uređaje energetske klase A ili eventualno energetske klase B. Stupanjem na snagu Pravilnika o označavanju energetske učinkovitosti kućanskih uređaja (NN 133/05), u Republici Hrvatskoj je propisano obavezno označavanje spomenutih uređaja energetskim naljepnicama. Energetske



naljepnice su oznake energetske učinkovitosti tj. potvrda kvalitete uređaja s obzirom na njihovu učinkovitost, pri čemu se uređaji prema potrošnji energije dijele na 7 stupnjeva energetske učinkovitosti označenih slovima od A do G (grupu A čine energetska najučinkovitiji uređaji). Energetske naljepnice omogućuju korisnicima uređaja djelotvornu usporedbu različitih modela nekog uređaja ovisno o energetske učinkovitosti, godišnjoj energetske potrošnji i nekim važnijim radnim karakteristikama i mogućnostima uređaja.

Primjer štedne žarulje i energetske naljepnice, izvor: www.google.com

### 3.4.5. ENERGETSKI EFIKASNI MATERIJALI

Danas se sve više teži izboru zelenijih materijala koji su manje štetni za čovjeka i okoliš. Trećina otpada koji se nalazi na svjetskim deponijama zauzima građevinski otpad koji ostane od konvencionalnog graditeljstva. Osim što klasično graditeljstvo predstavlja veliki ekološki problem planetu, često su novoizgrađeni prostori nezdrave sredine prepune toksičnih tvari te elektromagnetskog, svjetlosnog i zvučnog zagađenja. Investitori se rijetko pridržavaju kvalitativnih propisa i novi objekti nisu izolirani u skladu s ionako energetska nezadovoljavajućim standardima, tako da ti objekti troše za svoje zagrijavanje, hlađenje i održavanje goleme količine energije iz fosilnih goriva.

Uloga toplinsko izolacijskih materijala je smanjenje toplinskih gubitaka, kao i troškova za energiju, te zaštita nosive konstrukcije zgrade od atmosferskih utjecaja. Energija koju je moguće uštediti prilikom cijelog životnog vijeka građevine, može se još i dodatno povećati pravilnim odabirom materijala i njihovom kvalitetnom implementacijom u odnosu na energiju koju je moguće uštediti prilikom proizvodnje tih materijala. Potrebno je dobro poznavanje građevnih materijala kako bi se postigla što bolja energetska učinkovitost prilikom gradnje zgrada. Ako neki materijal iziskuje manje energije pri svojoj proizvodnji, a on ima manja toplinska i izolacijska svojstva, dugoročno se ugradnjom takvih materijala gubi znatno veća količina energije, nego što je uštedeno u samoj proizvodnji, te je potrebno promatrati cijeli životni vijek materijala kako bi materijali koje ugrađujemo dugoročno pridonijeli smanjenju potrošnje energije. Danas na tržištu postoji mnogo proizvoda za nisku energetska i pasivnu gradnju.

Dobra i kvalitetna gradnja i izolacija kuće i njenih pojedinih dijelova je najbolji i najodrživiji način da se izbjegnu toplinski gubici i povećana energetska učinkovitost. Svi elementi omotača kuće bi trebali imati prema načelu pasivne gradnje koeficijent prolaska topline ( U vrijednost) manji od 0,15 W/m<sup>2</sup>K, odnosno ne smije se izgubiti više od 0,15 W energije za grijanje za svaki stupanj promjene temperature i kvadratni metar objekta.

Materijale možemo podijeliti na klasične i ekološke. Klasični materijali bi bili oni koji su anorganskog podrijetla, a ekološki bi bili materijali organskog podrijetla koji od svoje proizvodnje do uporabe imaju skoro nikakav ekološki otisak. Primjer anorganskih materijala koji se najviše koriste u gradnji i izolaciji bili bi staklena vuna, kamena vuna i ekspanzirani polistiren, a primjer organskih ekoloških materijala bili bi slama, kokosova vlakna, pamuk, pluto, ovčja vuna, celuloza, drvo, slama, glina, perlit i pamuk, a neke od njih smo spomenuli u prethodnom poglavlju zelene gradnje. Energija koja se koristi u proizvodnji materijala za gradnju i izolaciju, isto tako je bitan faktor a razlikuje se od materijala do materijala. Sve veća potražnja za toplinsko izolacijskim materijalima u sve većim debljinama dovela je do razvoja novih tehnologija, pa se tako danas u svijetu mogu naći i transparentna i vakuumska toplinska izolacija. Transparentna izolacija omogućava prijem Sunčeve energije i prijenos u zgradu, a istovremeno sprječava kao i obična toplinska izolacija gubitke topline iz zgrade. Vakuumska izolacija radi se u modularnim panelima, a zbog izuzetnih izolacijskih svojstava potrebne su znatno manje debljine od konvencionalne toplinske izolacije za ista toplinska svojstva. Ova je izolacija još uvijek vrlo skupa i primjenjuje se najviše kod sanacija objekata gdje nije moguće ugraditi veće debljine izolacije zbog na primjer povijesne i kulturne vrijednosti objekta.

Sljedi upoznavanje sa brojnim materijalima koji se mogu koristiti za efikasnu izolaciju kuća. Neki od njih, iako se koriste sa ciljem energetske uštede i održivosti, to nažalost nisu jer u fazi svoje proizvodnje i ugradnje koriste veliku količinu energije, te imaju veliki negativni utjecaj na okoliš. Iako postoje uštede u količini energije koja se troši za grijanje, upitna je kvaliteta životnog prostora ugradnjom takvih materijala.

#### 3.4.5.1. ECO SANDWICH



Eco-sandwich je panel koji se sastoji od dva sloja betona koji su međusobno povezani rešetkastim nosačima od nehrđajućeg čelika a vanjski fasadni sloj izrađen od reciklirane opeke kao agregata u betonu. Kao toplinsko izolacijski materijal koristi se novo razvijena mineralna vuna izrađena primjenom Ecosse tehnologije koja umjesto formaldehida koristi prirodne smole kao vezivo. Mineralna vuna proizvedena primjenom Ecosse tehnologije odabrana je između drugih vrsta održivih toplinsko izolacijskih materijala (npr. mineralne vune, celuloze, pamuka i dr.) zbog toga što se oni u Hrvatskoj mogu pronaći u malim količinama ili ih uopće nema. Tako se na primjeru ovčje vune može pokazati da se u Hrvatskoj proizvede otprilike 1200 tona godišnje, ali se ona ne prerađuje u toplinsko izolacijski materijal već se većina odlaže u prirodu. Tehnologija proizvodnje, zidnog panela ECO-SANDWICH, može se uz male promjene modificirati na način da se koristi ovčja vuna ili drugi prirodni materijali kao toplinska izolacija koji je u tom trenutku dostupan, dajući time proizvodu još veću dodanu vrijednost, odnosno još manju ugrađenu energiju. ECOSE mineralna vuna proizvodi se od recikliranih staklenih boca, otpadnog stakla, otpada nastalog u samoj proizvodnji mineralne vune, što ukupno čini do 85 % sirovina koje se koriste, dok ostatak čini silicijski pijesak.

Eco sandwich panel  
izvor: <http://www.eco-sandwich.hr/>

#### 3.4.5.2. EKSPANDIRANI POLISTIREN

Ekspanzirani polistiren (EPS) ili Stiropor je materijal koji se najviše koristi za toplinsku izolaciju. To je materijal koji ima toplinsku provodljivost između 0.035 i 0,041 W/mK. To je materijal koji ima nisku cijenu i vrlo je jednostavan za ugradnju, i danas je na vodećem mjestu u graditeljstvu sa udjelom većim od 40%. Proizvodnja ekspanziranoga polistirena (EPS) provodi se u tri stupnja. U prvom se stupnju granule polistirena izlažu vodenoj pari u tzv. predekspanderu; struktura

granule omekša, a lako hlapljivi ugljikovodik pentan prelazi u plinovito stanje. Uslijed toga granule ekspandiraju povećavajući svoj volumen 20 do 30 puta uz istovremeno smanjenje gustoće. Predeksandirane granule transportiraju se pneumatskim transportom u paropropusne silose gdje dozrijevaju 8 - 24 sata. Ovo odležavanje predstavlja drugi stupanj u kojemu se odvija difuzija viška pentana iz predeksandiranih granula. U trećem stupnju se dozrele granule transportiraju

u metalne kalupe, tzv. blok forme, u kojima, djelovanjem suho zasićene vodene pare, dolazi do konačne ekspanzije granula EPS-a te njihovog sljepljivanja u monolitnu formu koja se sastoji od zatvorenih ćelija. Blokovi, proizvedeni na opisan način, se nakon perioda dimenzijskog stabiliziranja izrezuju u ploče ili neke druge željene oblike pomoću uređaja za izrezivanje vrućom žicom. Ekspandirani polistiren ne pospješuje stvaranje mikroorganizama, ne truli, ne stvara plijesanj, otporan je na anorganske kiseline i soli. Nije otrovan i prilikom požara ne stvara štetne plinove, lako se reciklira i ima nisku cijenu. Glavni nedostatak je što se tali na temperaturi većoj od 80 stupnjeva celzijusa, odnosno ima loša protupožarna svojstva. Fasade od ekspandiranog polistirena omogućuju uštede od 40 do 60 posto za troškove grijanja, te prilikom gradnje zgrade sa izolacijom od ekspandiranog polistirena mogu se koristiti tanji zidovi što smanjuje troškove gradnje.



Ploče od EPS-a

izvor: <https://grama.com.hr/>

#### 3.4.5.3. CELULOZNE PAHULJICE

Celuloza je reciklirani proizvod koji se dobiva preradom starog papira koji se reže te mu se dodaje borova sol. Celuloza se koristi za izolaciju krovova i stropova, a upotrebljava se i u kućama sa šupljom drvenom konstrukcijom. Celuloza je reciklirani prirodni materijal i za njenu proizvodnju je potrebno malo energije. Toplinska provodljivost je od 0,040 do 0,045 W/mK. Celulozne pahuljice upuhuju se u šupljine između oplate i paronepropusne folije strojem. Ugradnjom ovog elementa sprečava se pregrijavanje stambenih prostora ljeti, a zimi zadržava toplinu. Negativna strana ovog građevnog elementa je što u sebi sadrži borovo vezivo, koje je otrovno, te pri radu s ovim materijalom treba koristiti zaštitna sredstva, a prilikom rušenja, ovaj materijal se treba deponirati na za to predviđenom mjestu, a ne kompostirati kao što se obična celuloza može.



Celulozne pahuljice

izvor: <https://studio-domus.hr/tehnologija/>

#### 4.4.5.4. PLUTO



Ploče od pluta, izvor: <https://grama.com.hr/>

Pluto je u potpunosti ekološki prihvatljiv i ima relativno dobra izolacijska svojstva. Pogodan je za različite namjene, a budući da se dobiva skidanjem sloja kore hrasta plutnjaka, može se reći da se radi o ekološkom materijalu. Kora se skida preko 200 puta tijekom životnog vijeka stabla. Od granuliranog otpadnog pluta, koji ostaje nakon proizvodnje plutenih čepova, izrađuju se termo izolacijske ploče. Granulirano pluto se termički obrađuje pod tlakom kako bi otpustilo prirodni vezivni materijal i proizvelo plutene ploče koje se potom režu na odgovarajuću veličinu. Same po sebi plutene ploče su relativno dobar izolator, no razina izolacije koju pružaju može se usporediti sa staklenom vunom, paukom ili celuloznim izolacijskim materijalima, ali po izolacijskim svojstvima ne mogu se uspoređivati s ekspandiranim

polistirenom. Ipak, za razliku od njega, ploče od pluta su izrazito vatrootporne, a pružaju i relativno dobru zvučnu izolaciju. Izolacijske ploče od pluta upotrebljavaju se na zidu ili u drvenoj konstrukciji. Ploče od pluta dobro propuštaju paru, postojane su na kemikalije, štetočine i bakterije. Ploče ne trunu i ne stvaraju prašinu. Zbog svoje čvrstoće pluto se može koristiti i za izolaciju podova i za sprječavanje udarnog zvuka. Toplinska provodljivost je između 0,045 i 0,05 W/mK, a prolaz topline pri debljini 10 cm otprilike 0,45 W/m<sup>2</sup>K. Ipak jedna od mana izolacije od pluta jest da je cijena ploča od pluta trenutno na tržištu i do pet puta skuplja od ploča od poliuretanskih materijala, odnosno čak dvostruko skuplja od ploča od ekspandiranog polistirena uz slabija izolacijska svojstva.

#### 3.4.5.5. KONOPLJA, LAN I KOKOS

Konoplja i lan su biljnog porijekla i dobro ujednačavaju vlagu u prostoru. Od njih se izrađuju izolacijske ploče za toplinsku izolaciju. Toplinska provodljivost je između 0,040 i 0,045 W/m<sup>2</sup>K. Za proizvodnju izolacijskih ploča se koriste strugotine i usitnjeni komadići stabljika. Proces proizvodnje nije energetski zahtjevan i ne utječe u značajnijoj mjeri na okoliš. Vlakna se prže, vežu i prerađuju, te im se dodaje borova sol, te zbog toga treba kao i kod celuloznih vlakana rabiti zaštitnu odjeću, jer su borovi spojevi otrovni po čovjeka. Kokosova se vlakna mogu izraditi kao ploče koje imaju dobre toplinske karakteristike. Toplinska provodljivost je 0,05 W/mK, prolaz topline pri debljini 10 cm otprilike 0,5 W/m<sup>2</sup>K. Ploče imaju dobru tlačnu čvrstoću te su pogodne za zaštitu od ljetnoga pregrijavanja. Ploče ne napadaju miševi i ostali glodavci. Upotrebljavaju se za toplinsku izolaciju krovova i zidova, brtvljenje prozora i vrata te zvučnu zaštitu.

#### 3.4.5.6. OVČJA VUNA

Izolacija od ovčje vune ima toplinska izolacijska svojstva koja su slična mineralnoj vuni. Niski toplinski koeficijent toplinske vodljivosti ovčje vune je 0,039 W/m K na 10 °C, što je slično ostalim vlaknastim izolatorima. Prikupljena prirodna vuna isprana je nekoliko puta da bi uklonio lanolin, te se zatim miješa sa poliesterom koji pomaže da zadrži svoj oblik. Zamotuljak



Ovčja vuna kao termoizolator

izvor: <https://www.zelena-gradnja.hr/>

vune općenito sadrži 85% vune pomiješane sa 15% poliestera. Ovčja vuna je prirodno vlakno dobiveno od potpuno obnovljivog izvora. Čišćenje, izlaganje zraku i toplinska obrada vezivanja tijekom proizvodnje troši minimalnu energiju. Ona koristi samo 14% energije koja se inače koristila za proizvodnju izolacije od mineralne vune. Ovčja vuna je higroskopska i stoga će apsorbirati i osloboditi vodenu paru, ne narušavajući njezinu toplinsku učinkovitost. Kod hladnog vremena, ovčja vuna apsorbira toplinu iz vlage u zraku, što joj omogućuje da se smanji gubitak topline iz zgrade. U toplo vrijeme, oslobađanje vlage ima učinak hlađenja na vlakna koja smanjuje protok topline u zgradi. Vuna ima višu vatrootpornost od celuloze i celularno plastičnih izolatora. Topi se kada dođe u dodir sa izvorom plamena, ali bi se trebala sama i ugasi. Tretirana je sa neopasnim vatrootpornim sredstvom kako bi poboljšala svoju vatrootpornost, zapaljivost i površinu širenja plamena.

#### 3.4.5.7. ILOVAČA



Ilovača kao žbuka, izvor: <https://www.emajstor.hr/>

Ilovača ima dobre građevne karakteristike kao što su reguliranje i zadržavanje vlage u prostoru i dobro akumuliranje topline. Osim toga, omogućava dobru zvučnu zaštitu u unutarnjim prostorima, sprječava pojavu statičkog elektriciteta, požarno je postojana i može se reciklirati. Ilovača može primiti trideset puta više vlage od drugih sličnih građevinskih materijala. Isto tako bitno poboljšava klimu prostora jer veže i neutralizira otrovne tvari koje se nađu u zraku. Izolacija zidova ilovačom ekološki je i ekonomičan način izolacije, te nakon žbukanja ne zahtjeva bojanje.

### 3.5. AKTIVNO KORIŠTENJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U ZGRADAMA

Obnovljiva energija je energija koja se dobiva iz prirodnih izvora kao što su sunce, vjetar, geotermalna energija, rijeke, mora, i drugih, a koji su obnovljivi (samonadopunjivi). Moguće je razdvojiti obnovljive izvore energije na one čijim se iskorištavanjem stvara CO<sub>2</sub> (glavni staklenički plin i glavni krivac za globalno zatopljenje) i one koji ga ne stvaraju. Neki od obnovljivih energenata koji svojim korištenjem (sagorjevanjem) stvaraju CO<sub>2</sub> su npr. bioetanol i biodizel. Ono što ih čini ekološki prihvatljivim je činjenica da se proizvode od biljaka (koje ponovo mogu izrasti) i što se njihovim izgaranjem ispušta upravo onoliko CO<sub>2</sub> koliko su biljke od kojih se proizvode generirale u sebe tijekom svog rasta. Osim oranica za uzgoj kultura za biogoriva, Hrvatska je bogata i izvorima obnovljivih energija koje uopće ne stvaraju CO<sub>2</sub> i koje se mogu komercijalno koristiti: sunce, potencijalna geoenergija, geotermalna energija, vjetar i hidroenergija koje smo već spomenuli. Veliki dio njih je moguće koristiti u zgradarstvu. Pri tome se ne misli na korištenje ekološke energije koja je negdje drugdje proizvedena, već na integraciju sistema za njenu aktivnu proizvodnju u samoj zgradi, na način da zgrada i energija postanu jedan nedjeljivi sistem.

Zgrade se mogu projektirati tako da energiju koriste pasivno i aktivno. Pasivni sistemi koriste energiju, uglavnom toplinsku (dobivenu iz sunca ili tla), bez pretvaranja i dodatne potrošnje na distribuciju. Jednostavno rečeno – automatski, koristeći jedino zakone fizike i mudro oblikovanu arhitekturu. Aktivno korištenje energije podrazumijeva sisteme za manipulaciju, pretvaranje, transport i regulaciju raznih oblika energije.

Tako se od prije navedenih izvora energije na aktivan način u zgradarstvu koriste:

sunce → solarni toplinski i fotonaponski kolektori  
potencijalna energija zemlje, vode i zraka → dizalice topline  
geotermalna energija → izdvojeni sistemi za zagrijavanje vode i grijanje  
vjetrovi → vjetrenjače i vjetroturbine (da, u zgradarstvu)

#### ENERGIJA SUNCA

Sunčeva energija ili solarna energija je energija sunca, njegova svjetlost i toplina koju ljudi koriste od davnina uz pomoć raznih tehnologija. Sunčeva svjetlost, uz druge obnovljive izvore, računa se u najčešće dostupne obnovljive izvore. Od cjelokupne sunčeve energije koja je na raspolaganju upotrebljava se samo mali dio. Sunčeva energija pruža električnu energiju pomoću fotonaponskih sustava. Jednom pretvorena, njena uporaba je ograničena samo ljudskom genijalnošću. Djelomični popis sunčevih sustava uključuje prostor za grijanje i hlađenje kroz pasivnu solarnu arhitekturu, pitku vodu kroz destilaciju i dezinfekciju, toplinsku energiju za kuhanje i visoke temperaturne procese topline za industrijske svrhe. Sunčeve tehnologije su široko karakterizirane ili kao pasivne ili aktivne, ovisno o načinu skupljanja, pretvaranja i raspodjele sunčevog svjetla. Aktivne tehnike uključuju uporabu fotonaponskih ćelija i sunčevih toplovodnih kolektora (s električnom ili mehaničkom opremom) kako bi pretvorili sunčevu svjetlost u korisne izlazne jedinice. Pasivne tehnike uključuju orijentaciju zgrade prema suncu, odabir materijala s povoljnim termalnim svojstvima ili svojstvima raspršivanja svjetlosti te projektiranje prostora kod kojih prirodno cirkulira zrak.



Solarni toplinski kolektori ( pločasti desno i cijevasti lijevo )

izvor: <https://www.fabrika-arhitekti.com/hr/vaznost-zelene-gradnje/>

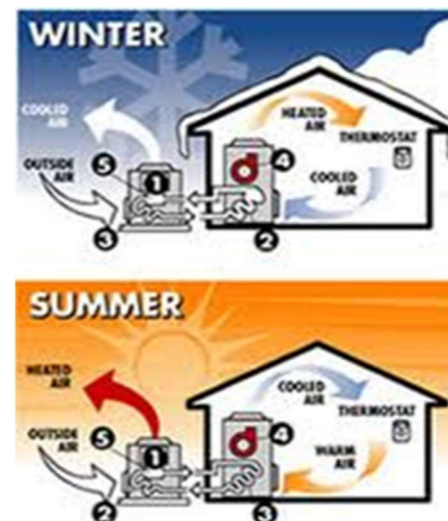


Solarni fotonaponski kolektori

izvor: <https://www.fabrika-arhitekti.com/hr/vaznost-zelene-gradnje/>

#### POTENCIJALNA ENERGIJA ZEMLJE, VODE I ZRAKA

To je u biti karakteristika pojedinog medija da zbog svoje velike količine služi kao neiscrpan spremnik stalne temperature. Zemljana kora već na malim dubinama ima gotovo nepromjenjivu temperaturu, bez obzira na temperaturu zraka iznad. Tako već na dubini od 2m temperatura zemlje varira između 7 i 13°C, a temperatura podzemnih voda je od 8-12°C i ovisi o dubini sa koje se voda crpi . Na isti je način kao izvor stalne temperature moguće koristiti i riječnu, jezersku ili morsku vodu, premda su ti primjeri rjeđi zbog zahtjeva za povoljnom lokacijom (blizinom vode). Tehnički i ekonomski najpristupačniji način korištenja potencijalne energije je iz zraka. Razlog je dostupnost vanjskog zraka u svim krajevima, na svim dijelovima zemljišta i etažama. Sve spomenute oblike potencijalne energije moguće je iskoristiti u zgradarstvu uz pomoć dizalica topline. To su uređaji koji koriste termodinamičke principe izmjene energije između gore spomenutih izvora i cirkulirajućeg medija, i u konačnici griju ili hlade prostore. Glavna prednost dizalica topline je njihova učinkovitost, jer proizvode 2-3 puta više energije nego je utroše. Kako za svoj pogon koriste električnu energiju, često se kombiniraju s fotonaponskim solarnim kolektorima, te tako mogu postati energetski potpuno neovisni.



Dijagramski prikaz dizalice topline

izvor: <https://www.fabrika-arhitekti.com/hr/vaznost-zelene-gradnje/>

Ovisno o tome što se koristi kao izvor energije (zemlja, voda ili zrak), a što kao medij za prijenos energije (voda ili zrak), razlikuju se i sistemi dizalica topline. Za zahvat energije iz zemlje postoji nekoliko načina na koje je moguće ugraditi mrežu cijevi ili kanala. Glavni oblici su: sonde, bunari, registri, razni oblici mreža i dr. O odabiru ispravnog oblika uvelike ovisi i cijena cijelog sustava, ali je izbor često uvjetovan veličinom parcele i sastavom tla. Plitko postavljanje (nekoliko metara u dubinu) je ekonomski povoljnije, ali zahtjeva veću površinu terena. Sonde i bunari se izvode u većim dubinama (sonde od 60 pa i do 200m), ali su manje zahtjevni za površinom (iako i oni traže međusobni razmak najmanje 10m). Dizalice topline koje kao izvor energije koriste zemlju imaju jedan nedostatak - vrlo visoke troškove ugradnje sustava zbog skupih geomehaničkih radova i količine ugrađenog materijala. Stoga bi uvijek prethodno trebalo izraditi studiju isplativosti i pažljivo odabrati sistem i način ugradnje.

#### GEOTERMALNA ENERGIJA



Geotermalna energija je najstariji aktivni sistem korištenja obnovljivih izvora energije u arhitekturi. Koristile su ga već prve velike civilizacije, a mnogi primjeri od tada su još uvijek u upotrebi. Radi se, naime, o korištenju geotermalnih izvora vode za dobivanje potrošne tople vode i zagrijavanje prostora. Kako je taj oblik energije isključivo lokalnog karaktera i može se koristiti isključivo na malobrojnim lokacijama u blizini geotermalnih izvora, ovdje ga nećemo detaljnije analizirati.

izvor: [www.google.com](http://www.google.com)

## ENERGIJA VJETRA

Vjetar je do sada vrlo malo korišten kao izvor energije u arhitekturi. Razlog tome su problemi koji nastaju kada se velike vjetrenjače pokušaju instalirati na zgrade. Zbog velike mase i brzina elisa dolazi do vibracija i buke koje nisu prihvatljive u prostoru gdje borave ljudi. U svijetu postoje brojni proizvođači koji inovativnim dizajnom i materijalima nastoje povećati učinkovitost malih vjetrenjača. Na žalost, iako energija iz vjetra trenutno predstavlja najpovoljniji oblik obnovljive energije, sa smanjenjem vjetrenjača na veličinu podesnu za primjenu u arhitekturi drastično opada njihova iskoristivost. Posljedica toga je veliki rast cijene po proizvedenoj jedinici energije. Međutim, s globalnim povećanjem potražnje za obnovljivom energijom za očekivati je sve bolja i učinkovitija rješenja. Tako je nedavno veliku pozornost izazvao dizajn „RidgeBlade” turbine koji je 2009. osvojio nagradu Postcode Lottery Green Challenge, za vjetroturbinu s horizontalnom osi sakrivenu od pogleda i integriranu u arhitekturu zgrade.



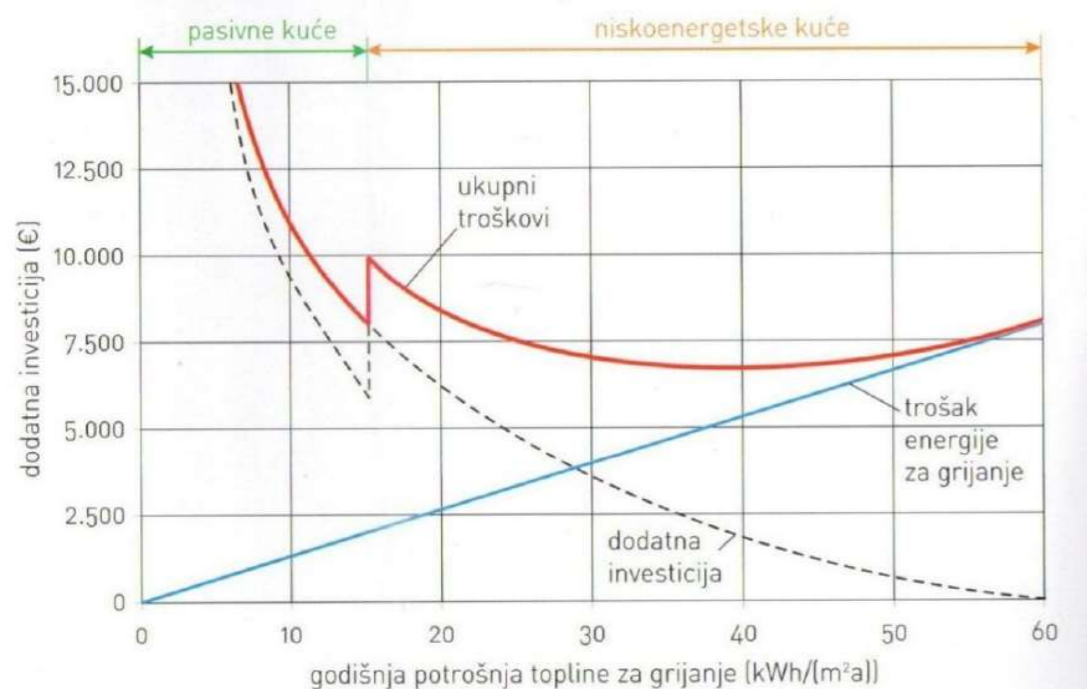
RidgeBlade turbina

izvor: <https://www.fabrika-arhitekti.com/hr/vaznost-zelene-gradnje/>

### 3.6. TIPOVI ENERGETSKI UČINKOVITE GRADNJE

Danas postoji pet osnovnih tipova energetski efikasne gradnje. To su nisko energetska kuća ( low energy house), pasivna kuća (passive house, ultra low-energy house), kuća nulte energije ( zero-energy house, net zero energy house), energetski samodostatna ( autonomna) kuća ( autonomous building, house with no bills) i plus energetska kuća (energy- plus house). Neki izvori spominju i trolitarsku kuću kao koncept između nisko energetske i pasivne gradnje.

Na tablici desno možemo vidjeti najvažnije karakteristike svakog od navedenog modela štedljivih niskoenergetskih kuća. Primarni cilj je smanjenje potrošnje energije i zagađenja okoliša, što u konačnici dovodi do ugodnijeg boravka i kvalitete života kako na razini korisnika kuće, tako i u doprinosu cijelom društvu i planeti Zemlji. Svaki od navedenih modela kuća ima specifične karakteristike. Međutim, prema ekonomskoj analizi uloženog i dobivenog, najoptimalnija je pasivna kuća koja može funkcionirati bez tradicionalnog sustava grijanja, maksimalno se oslanjajući na obnovljive izvore energije.



Ekonomska isplativost pasivne i niskoenergetske kuće

Izvor: knjiga Zbašnik M, Pasivna kuća Zagreb

MODEL ŠTEDLJIVE KUĆE	NAJVAŽNIJE KARAKTERISTIKE MODELA ŠTEDLJIVE KUĆE
NISKOENERGETSKA KUĆA	Godišnja potrebna toplina za grijanje je između 40 – 60 kWh/(m <sup>2</sup> a). U takvim se kućama koristi tradicionalan sustav grijanja. Kuća ima veću toplinsku izolaciju zgrade i zrakonepropustan plašt. Ostakljenje trostrukim toplinsko-izolacijskim staklom.
TROLITARSKA KUĆA	Energetski je štedljiva kuća koja godišnje troši 30 kWh/(m <sup>2</sup> a). Ima tradicionalan sustav grijanja i grijaćih tijela. Ima ugrađen barem jedan od dva zahtjeva: uređaj za grijanje sanitarne vode i/ili uređaj za prozračivanje s vraćanjem topline iskorištenog zraka.
PASIVNA KUĆA	Godišnja potrebna toplina za grijanje iznosi 15 kWh/(m <sup>2</sup> a) ili manje. Ne koristi se tradicionalan način grijanja. Konstrukcija je izvedena bez toplinskih mostova.
NULTA - ENERGETSKA KUĆA	Godišnju potrebnu toplinu dobiva iz Sunčeve energije. Spojena je na javnu energetska mrežu. Ljeti višak energije daje u javnu mrežu, a zimu rabi energiju iz javne mreže.
ENERGETSKI SAMODOSTATNA KUĆA	Ne treba biti priključena na javnu energetska mrežu, jer je neovisna; svu potrebnu energiju dobiva iz Sunčeve energije. Ljeti višak električne energije sprema za zimu, zimi taj višak koristi.
PLUS - ENERGETSKA KUĆA	Odgovara energetski samodostatnoj kući, uz znatni višak Sunčeve energije koje dobiva sunčanim pretvornicima daje u javnu energetska mrežu.

Modeli i najvažnije karakteristike energetskih kuća

Izvor:knjiga Zbašnik M, Pasivna kuća Zagreb

### 3.7. ODRŽIVA POLJOPRIVREDA

*"Održiva poljoprivreda je ekološki održiva, ekonomski sposobna za održanje, socijalno odgovorna, čuva prirodna bogatstva od potpunog uništavanja ili iskorjenjivanja i služi kao osnova za buduće generacije."*

*P.Allen*

Taj termin označava integrirani sustav biljne i stočarske proizvodnje, koji će dugoročno zadovoljiti potrebe ljudi za hranom, poboljšati kvalitetu životne sredine i prirodnih resursa od kojih zavisi poljoprivredna ekonomija, omogućiti efikasnu (kontroliranu) upotrebu neobnovljivih i obnovljivih resursa i omogućiti odvijanje prirodnih bioloških ciklusa, održati ekonomsku vrijednost proizvodnje i unaprijediti kvalitetu života poljoprivrednih proizvođača i društva u cjelini.

Održiva poljoprivreda:

- koristi metode i postupke rada koji dovode do maksimuma produktivnost tla, a istodobno minimiziraju štetno djelovanje na tlo, vodu, zrak i zdravlje, kako proizvođača tako i konzumenata
- u središtu svog zanimanja postavlja metode i postupke proizvodnje koji održavaju prirodne resurse
- trudi se što manje koristiti nerazgradive materije i sredstva napravljena na bazi nafte, zamijeniti ih, te dugoročno i potpuno izbaci iz upotrebe (ovakva sredstva trebalo bi zamijeniti sredstvima načinjenima od razgradivih materijala)
- koristi metode i postupke rada koji su prilagođeni uvjetima rada na dotičnim lokacijama
- zasniva se na znanju ratara i stočara, na njihovim sposobnostima i trudi se da ih maksimalno uključi u proces proizvodnje

Principi održive poljoprivrede:

1. Resursi koji se obnavljaju smiju se koristiti samo u onolikoj mjeri u kojoj to dopušta stopa njihova obnavljanja.
2. Izvori sirovina kojima prijeti uništenje smiju se u poljoprivredi koristiti samo ako ih je moguće, i s materijalnog i s funkcionalnog stajališta, zamijeniti sirovinama koje se obnavljaju i ako njihovo korištenje jamči veću produktivnost.
3. Ekološko zagađivanje ne smije prijeći razinu i kapacitete razgrađivanja štetnih tvari koje mogu ponuditi glavni ekološki mediji-voda, zrak i tlo.
4. Mora postojati vremenska ekvivalencija između vremena dohranjivanja i oštećenja tla s jedne, i prirodnih vremenskih procesa obnavljanja tla, s druge strane.

Dobra poljoprivredna praksa je koncept koji podrazumijeva primjenu određenih postupaka u procesu poljoprivredne proizvodnje, i u suštini predstavlja integraciju dobro postavljenog procesa rada i dobro postavljene kontrole, koji ostvaruju ciljeve održive poljoprivrede. Koncept dobre poljoprivredne prakse se temelji na primjeni dosadašnjih iskustava vezanih za korištenje prirodnih resursa na održivi način. Cilj je proizvodnja sigurne i zdrave hrane i drugih poljoprivrednih proizvoda, uz istovremeno ostvarenje ekonomske vrijednosti, društvene stabilnosti zaštite okoliša.

#### 3.7.1. RAZLIKA IZMEĐU KONVENCIONALNE I ODRŽIVE POLJOPRIVREDE

Zadaća poljoprivredne proizvodnje je osigurati dovoljne količine hrane za rastuću populaciju na Zemlji. Povećanje broja stanovnika zahtijevalo je intenzifikaciju poljoprivredne proizvodnje na postojećim ili osvajanjem novih poljoprivrednih površina. 60-ih godina je bilo već jasno da intenzivna poljoprivreda, sa svime što uz sebe veže, ima negativan utjecaj na prirodu, te za posljedicu i na ljude. Današnja konvencionalna poljoprivreda uzrokuje: eroziju tla, onečišćenja tla i podzemnih voda, gubitak humusa i smanjenje plodnosti tla, te smanjenje biološke aktivnosti u tlu. Težnja za ostvarenjem što većih prinosa poljoprivrednih kultura uvodi u poljoprivrednu proizvodnju velike količine umjetnih i prirodnih gnojiva i sredstava za zaštitu biljaka (pesticida). Dolazi i do maksimalnog iskorištenja bioloških i svih drugih potencijala. Onečišćenje tla izazivaju nitrati, fosfati i triazinski herbicidi koji se posljednjih 30-ak godina koriste za suzbijanje korova. Važna skupina tvari štetnih za tlo su i teški metali koji u tlo dospijevaju iz različitih izvora. Zbog svojih kancerogenih svojstava predstavljaju opasnost po ljudsko zdravlje. Uslijed prekomjernog korištenja navedenih sredstava, dio njih se ispire u podzemne vode i postoji opasnost od eutrofikacije površinskih voda, ili se zadržava u tlu dovodeći u pitanje kvalitetu plodova uzgojenih na

takvim tlima. Sve to predstavlja veliku opasnost za zdravlje ljudi i životinja. Pored toga, konvencionalna poljoprivreda sa svim popratnim sadržajima velik je izvor emisija stakleničkih plinova, što je sve zajedno čini neodrživom.

Racionalno korištenje i zaštita tla i voda postaje strategija razvoja u mnogim zemljama, pa i u našoj državi. Razvija se održiva, organska poljoprivreda. U najekstremnijim slučajevima radi se o ekološkoj poljoprivredi. Rasprava o održivosti u poljoprivredi traje već desetljećima. Održivost u poljoprivredi često se definira kao kapacitet poljoprivrede da s vremenom doprinese općem blagostanju opskrbljujući dostatnom hranom i drugim dobrima i uslugama na načine koji su ekonomski djelotvorni i profitabilni, društveno odgovorni i neškodljivi po okoliš. Međutim, nastaje problem kad treba ukazati na neku konkretnu metodu poljoprivrede i na praksu koja odgovara takvim zahtjevima.

U održivoj poljoprivredi obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo ili farma predstavlja „organizam“ čiji je najvažniji „organ“ tlo. Tlo je jedan od najugroženijih svjetskih resursa. Zadatak održive poljoprivrede je čisto i neoštećeno tlo. Održiva proizvodnja hrane ovisi o racionalnom korištenju vode za navodnjavanje za potrebe ratarstva i uzgoja stoke, a naročito za akvakulturu. Korištenje visokorodnih vrsti i visokoproduktivnih pasmina stoke zahtijeva visoke inpute (mineralna gnojiva, sredstva za zaštitu biljaka, električnu energiju, te neobnovljive izvore energije: naftu, benzin i motorna ulja). Rezultat je visoka proizvodnja po jedinici površine i/ili grlu stoke. Održiva poljoprivreda računa na krajnje racionalnu primjenu tih sredstava i materijala.

Indikatori održive poljoprivrede:

1.Fizikalni indikatori održivog razvoja: oni označavaju sposobnost nekog područja da osigura raznovrsnu proizvodnju koja će povećati njegovu sposobnost da uspješno odgovori na promjene klime i zahtjeve ekonomskog tržišta.

Neki indikatori su:

- fizikalna fleksibilnost tla
- hranjive tvari
- stupanj erozije
- fiziološki aktivna voda u tlu
- salinizacije tla
- trajanje sunčeve svjetlosti
- vodni resursi

2.Poljoprivredni indikatori održivog razvoja: oni se odnose na zastupljenost poljoprivrednih kultura, njihove prinose, primjenu gnojiva i pesticida i načine obrade.

Neki indikatori su:

- odnos obrađenih površina i ukupnih poljoprivrednih površina
- vlažnost tla tijekom ljetnog ugara
- plodosmjena
- utjecaj usjeva na kvalitetu tla
- varijabilnost prinosa
- agromelioracijske mjere
- upotreba gnojiva i pesticida
- zadržavanje vlage u tlu

2.Ekonomski indikatori održivog razvoja: odnose se na ekonomske mjere valorizacije, profit, uloženi kapital, uvjete kreditiranja, državne subvencije.

Neki indikatori su:

- bruto marža
- bruto profit
- neto marža
- profitabilnost
- gubici u prihodu/prinosu izazvani erozijom

- prinosi poljoprivrednih kultura
- tipovi farmi
- povrat uloženog rada
- povrat uloženog kapitala
- ulazni troškovi po jedinici površine ili po jedinici prinosa

4. Socijalni indikatori održivog razvoja: oni obuhvaćaju parametre koji ukazuju na prihvaćanje novih načina obrade tla.

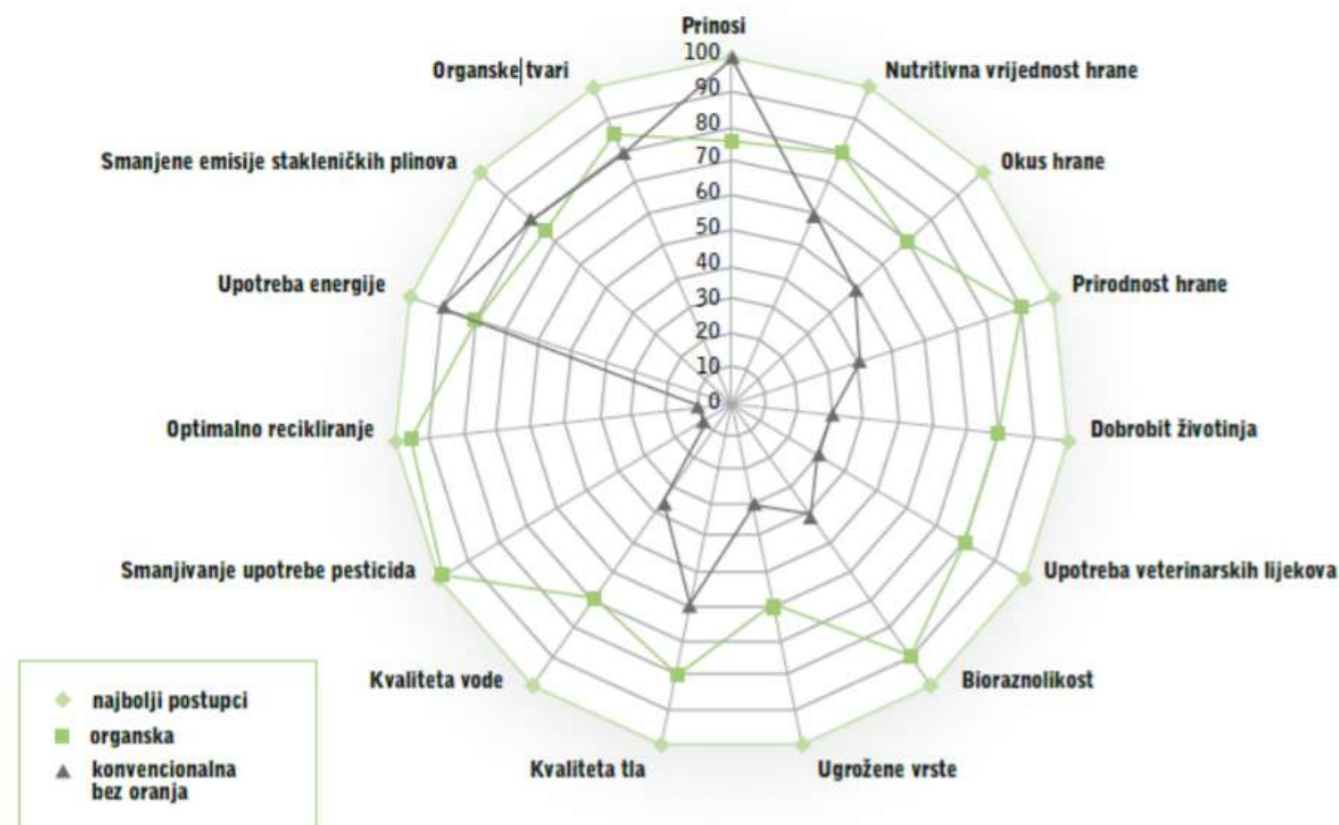
Indikatori su:

- smanjenje obradivih površina uslijed urbanizacije
- konzervacijska obrada tla
- potpora države
- marginalno korištenje tla
- vrijednost ulaganja u zaštitu čovjekove okoline

### 3.7.2. EKOLOŠKA (ORGANSKA) POLJOPRIVREDA KAO STANDARDNO MJERILO ODRŽIVE POLJOPRIVREDE

Postoji veliki znanstveni dokazni materijal i praktični učinci koji ukazuju na to da ekološka poljoprivreda bilježi dobre rezultate po većini parametara održivosti. Ona daje javna dobra i usluge, stvara ekonomske koristi i osnažuje tkivo prostora. Ekološka poljoprivreda definira se kao poseban sustav održivoga gospodarjenja u poljoprivredi i šumarstvu koji obuhvaća uzgoj bilja i životinja, proizvodnju hrane, sirovina i prirodnih vlakana te preradu primarnih proizvoda, a uključuje sve ekološke, gospodarski i društveno opravdane proizvodno-tehnološke metode, zahvate i sustave, najpovoljnije koristeći plodnost tla i raspoložive vode, prirodna svojstva biljaka, životinja i krajobraza, povećanje prinosa i otpornosti biljaka s pomoću prirodnih sila i zakona, uz propisanu uporabu gnojiva, sredstava za zaštitu bilja i životinja, sukladno međunarodno usvojenim normama i načelima.

Ekološka poljoprivreda možda nije rješenje svih društveno-ekonomskih i ekoloških problema s kojima se čovjek danas suočava, ali je gotovo najbolja alternativa. To je poljoprivreda za ljude, planetu i profit.



### Usporedba konvencionalne i organske poljoprivrede

Izvor: [https://www.researchgate.net/publication/290160627\\_The\\_evolution\\_of\\_organic\\_practice](https://www.researchgate.net/publication/290160627_The_evolution_of_organic_practice)

Organsku poljoprivredu odlikuju standardi koji reguliraju proizvodnju, preradu i trgovinu. To je vrsta poljoprivredne proizvodnje u kojoj se umjesto neorganskih, neživih materijala (npr. mineralna gnojiva i pesticidi) upotrebljavaju oni što proističu iz žive prirode, s organskim (npr. stajski gnoj i biljni ekstrakti). Terminom "organska poljoprivreda" također se hoće ukazati i na činjenicu da pri ovakvom gospodarstvu, poljoprivredno gospodarstvo treba postati zatvorenom cjelinom, svojevrsnim "organizmom" glede regulacije kruženja organske tvari, hraniva i energije.

Proizvodi koji su organski uzgojeni ili prerađeni u skladu s organskim standardima dobivaju organski certifikat i mogu nositi organsku etiketu. Upravo to potrošačima omogućava da razlikuju organske i neorganske proizvode. Organska poljoprivreda je danas zakonski definirana i regulirana. U zemljama članicama EU ona je dio službenih programa i mjera za poljoprivredu.

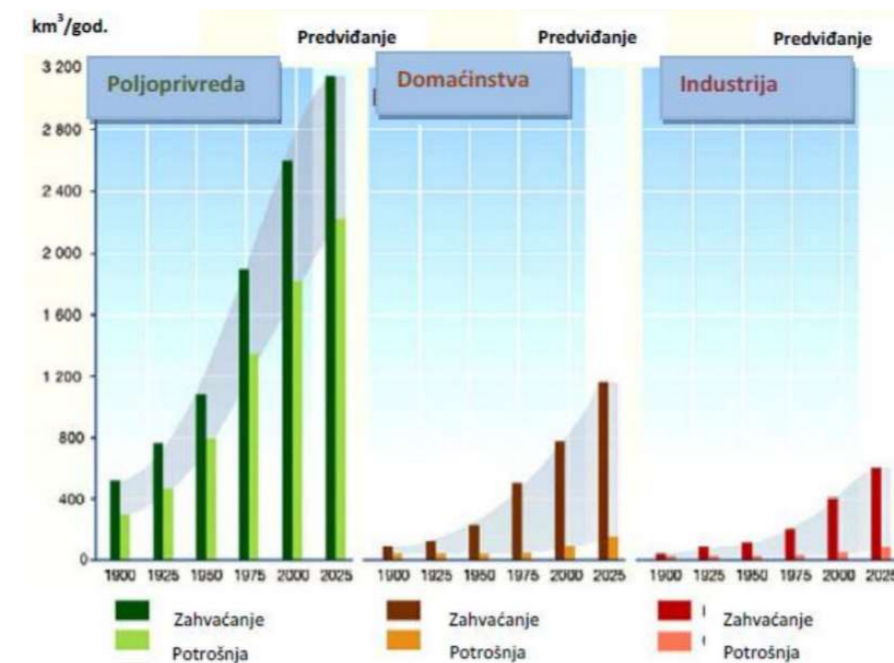
### 3.7.3. KORIŠTENJE VODE U ODRŽIVOJ POLJOPRIVREDI

70% raspoložive vode širom svijeta, troši se u poljoprivredi. Navodnjava se oko 250 milijuna hektara obradivih površina. To je 17% od ukupne obradive površine, ali sa koje se dobiva više od jedne trećine ukupne svjetske žetve. U sušnim područjima, kao što su Bliski Istok, sjeverna Afrika i jugozapad SAD-a potrošnja vode je posebno visoka, jer se mora skoro preko cijele godine navodnjavati. Indija, Indonezija, Pakistan i Kina ovise o navodnjavanju, i u tim zemljama ostvari se više od pola ukupne proizvodnje životnih namirnica. U mnogim zemljama u razvoju 90% zahvaćene vode se koristi za navodnjavanje, a u Španjolskoj, Portugalu i Grčkoj oko 70%. U Engleskoj samo 1%, jer ona obiluje padalinama. Navodnjavanje je od velikog značaja u zemljama u razvoju koje nastoje osigurati dovoljno hrane za sve svoje stanovnike. Iz dana u dan povećava se potreba za vodom za navodnjavanje zbog rastućeg broja stanovnika.

Potrošnja vode u poljoprivredi se može analizirati pomoću vodnog otiska. Vodni otisak je indikator potrošnje vode koji uzima u obzir životni ciklus nastanka nekog proizvoda ili aktivnosti, obuhvaćajući i direktnu i indirektnu potrošnju vode potrošača i proizvođača.

Ako u ukupnu količinu vode uračunamo potrošnju vode od uzgoja sirovine pa do gotovog proizvoda, potrebno je:

- 500 l za proizvodnju 1 kg krumpira
- 900 l za proizvodnju 1 kg kukuruza
- 3000 l za proizvodnju 1 kg riže
- 15500 l za proizvodnju 1 kg goveđeg mesa



Tablica lijevo prikazuje odnos zahvaćene i potrošene količine vode u poljoprivredi, industriji i domaćinstvima. Sivo označena površina na slici predstavlja razliku između zahvaćene i potrošene vode.

Izvor: Shiklomanov, 1999

### 3.7.3.1. KVALITETA VODE ZA NAVODNJAVANJE

Za navodnjavanje se može upotrijebiti voda iz nadzemnih vodotoka, prirodnih i umjetnih jezera, zdenaca (podzemna voda), a ponekad se može koristiti i otpadna voda. Bitno je da postoje dovoljne količine vode, te da voda ima potrebna kemijska, fizikalna i biološka svojstva. U tablici 1 prikazani su najvažniji fizikalni, kemijski i biološki parametri koje treba razmotriti prilikom ocjenjivanja mogućnosti primjene neke vode za navodnjavanje.

Fizikalni	Kemijski	Biološki
Temperatura	Reakcija (pH)	Broj koliformnih organizama
Suspendirane čestice	Ukupno otopljene soli	Broj patogenih klica
Boja / Mutnoća	Vrsta i koncentracija aniona	Biološka potreba za kisikom (BPK)
	Vrsta i koncentracija kationa	
	Mikroelementi	
	Toksični ioni	
	Teški metali	

Osnovni parametri za ocjenu kvalitete vode.

Izvor: Priručnik za hidrotehničke melioracije, knjiga 2, 2005.

Kemijske značajke vode za navodnjavanje:

Voda koja se koristi za navodnjavanje može kvalitativno varirati ovisno o količini otopljenih soli. Različiti problemi tla i usjeva povećavaju se s porastom ukupnog sadržaja soli iznad prihvatljivih granica. Razvoj znanosti i iskustva korištenja zaslanjene vode rezultirao je većim brojem klasifikacija. Postupak ocjene kvalitete vode za navodnjavanje ima cilj predvidjeti ionski sastav i matriks potencijal otopine tla u vremenu i prostoru, te odgovoriti na pitanje kakve će posljedice na tlo i biljku imati aplikacija vode takve kakvoće u danim agroekološkim uvjetima.

Najčešće korišteni kriteriji povezani su s problemima zaslanjivanja, alkaliteta i toksičnosti pojedinih iona:

- zaslanjenost, djelovanje soli na razvoj biljke putem osmotskog efekta što se povezuje sa ukupnom koncentracijom soli
- alkalitet, djelovanje suvišne koncentracije iona natrija u tlu na strukturu, a povezano sa time i na infiltracijsku sposobnost i propusnost
- toksičnost, djelovanje pojedinih iona iz tla ili vode koji se akumuliraju u biljci do koncentracije koja uzrokuje oštećenje biljke i smanjenje prinosa

Koncentracija soli, odnosno iona u vodi određuje se kemijskom analizom, a kvaliteta vode definira se prema toj koncentraciji. U svijetu postoji velik broj klasifikacija za ocjenu kvalitete vode za navodnjavanje. U hrvatskoj agronomskoj praksi se koristi klasifikacija publicirana od FAO (1985). Razlikujemo tri kategorije s obzirom na pogodnost vode za navodnjavanje: bez ograničenja, slabo do umjereno i izrazito ograničenje. Ako koristimo vodu prve kategorije ne postoji opasnost od pojave problema u tlu i kulturi. Kod primjene vode druge kategorije potreban je pažljiv izbor kultura i primjena posebnih mjera gospodarenja. Treća kategorija donosi ozbiljne probleme u tlu i/ili na biljci. Pomoću klasifikacija procjenjuje se upotrebljivost vode za navodnjavanje.

### 3.7.3.2. KORISTI I PROBLEMI NAVODNJAVANJA

Voda je vegetacijski faktor koji je pored topline, svjetla, zraka i hranjivih tvari nužan za normalan rast poljoprivrednih kultura. Svi su ovi faktori ravnopravni i nezamjenjivi. Dovodimo ih u optimalno stanje raznim agrotehničkim mjerama (obradom, gnojidbom, plodoredom i dr.). Navodnjavanje je melioracijska mjera kojom se dopunjuju prirodne oborine.

Koristi navodnjavanja kao melioracijske mjere:

- utječe na mikroklimu prizemnog sloja atmosfere

- utječe na temperaturu tla i biljke
- utječe na fizikalne, kemijske i biološke procese u tlu
- poboljšava socijalno stanje stanovništva dajući mogućnost zapošljavanja radne snage

Ukoliko se navodnjavanje nestručno izvodi, te se voda dodaje bez prethodnog poznavanja potreba vode mogu nastati slijedeći problemi:

1. ispiranje hraniva i osiromašivanje obradivog sloja
2. pogoršanje fizikalnih svojstava i erozija tla
3. zamočvarivanje tla
4. zaslanjivanje tla

1. Ispiranje hraniva i osiromašivanje obradivog sloja:



Vodu je potrebno pravilno dozirati i voditi računa o određivanju obroka svakog navodnjavanja. U suprotnom, može doći do dodavanja većih količina vode nego što je potrebno. Ova suvišna voda ispiru vodotopive hranjive tvari iz sloja rizosfere. Posljedica navodnjavanja je povećanje prinosa biljnih kultura, pa je i iskorištavanje biljnih hraniva intenzivnije. Potrebno je voditi računa o bilanci hraniva u tlu da ne dođe do opadanja plodnosti tla, odnosno do osiromašivanja obradivog sloja. Ovaj se problem, u uvjetima navodnjavanja, može izbjeći pravilnim određivanjem obroka i trenutka početka navodnjavanja, te primjenom adekvatnih agrotehničkih mjera.

Krajobrazom gornjeg toka Žrnovnice dominiraju kaskade suhozida, koje je tijekom godina gradilo lokalno stanovništvo kako bi riješili problem ispiranja hraniva i osiromašivanja obradivog sloja. Također, suhozidi su služili kao granica koja je dijelila privatna zemljišta. Veoma dominantni u krajobrazu, daju poseban karakter prostoru.

izvor: obilazak terena

2. Pogoršanje fizikalnih svojstava i erozija tla:

Kod prekomjernog vlaženja tla javlja se disperzija strukturnih agregata. Tlo postaje slabije infiltracijski sposobno. Dispergirane čestice tla lakše se erodiraju, naročito pri površinskom navodnjavanju. Problem fizikalnih svojstava tla i erozije može se umanjiti stručnim određivanjem količine vode za navodnjavanje i izborom najpovoljnijeg načina navodnjavanja.



Erozija tla prouzročena vodom na lokaciji

Izvor: obilazak terena

### 3. Zamočvarivanje tla:

Zamočvarivanje ili podizanje razine podzemne vode iznad tolerantne dubine može nastati na više načina. Potrebno je poznavati koja je dubina podzemne vode tolerantna za pojedine kulture. Problem zamočvarivanja se javlja zbog dodavanja prevelikih količina vode prilikom navodnjavanja. Zato je potrebno poznavati vrijednost obroka jednog navodnjavanja. Ovaj problem može nastati i pri podzemnom navodnjavanju (otvorenim kanalima) ili uslijed većih gubitaka vode iz dovodne i razvodne kanalske mreže bilo kojeg sustava navodnjavanja. Na površinama gdje je nastupilo zamočvarivanje nužna je primjena hidrotehničkih (odvodnja) i agrotehničkih mjera (obrada, plodored).



Preljevanje vode iz otvorenog kanala na lokaciji, slika prikazuje posljedicu obilne kiše koja se dogodila 2018.godine u Splitu.

Izvor: <https://www.dalmacijadanas.hr/povodanj-na-istoku-splita-rijeka-zrnovnica-pretvorila-se-u-blato-i-mulj-vodostaj-jadra-raste/>

#### Mjere za sprječavanje zamočvarivanja:

- promjena načina navodnjavanja
- oblaganje otvorenih kanala i sprječavanje gubitaka vode
- umjesto dovodnih i razvodnih propusnih kanala upotrijebiti cjevovode
- koristiti sustave navodnjavanja koji racionalno troše vodu

### 4. Zaslanjivanje tla:

Pojavu prekomjerne količine soli u zoni rizosfere nazivamo zaslanjivanje. Ovaj se problem pojavljuje na dva načina kao posljedica navodnjavanja tla. Prvi način je dizanje razine podzemne vode koja je zaslanjena, uslijed navodnjavanja većim količinama vode od normalnog obroka. Način sprječavanja ovog problema je jednak kao i kod zamočvarivanja, jer je uzrok zaslanjivanja također podizanje razine podzemne vode. Drugi način je da se prekomjerna količina soli pojavljuje ukoliko se za navodnjavanje koristi slana voda. Dobra voda koja se koristi za navodnjavanje je također izvor topivih soli koje štetno djeluju na tlo i biljku. Voda koja sadrži 0,1-0,3 g/l ukupnih soli spada u grupu sa srednjim sadržajem topivih soli. Može se upotrijebiti za navodnjavanje relativno propusnog supstrata (tla), gdje je omogućeno ispiranje suvišnih soli. Za sprječavanje takvog načina zaslanjivanja tla potrebno je vodu prethodno analizirati i odrediti njezinu kvalitetu. Problem zaslanjivanja i alkalizacije je vrlo izražen u priobalnom dijelu Hrvatske. Za navodnjavanje se koristi površinska ili podzemna voda, koja je zaslanjena. Sol se javlja uslijed uvlačenja morske vode u zaobalje. Taj problem je izražen u dolini Neretve i Vranskom bazenu. Ta su područja vrlo značajna za proizvodnju, naročito povrća. U Istri i uz obalu koristi se za navodnjavanje, voda iz bunara. Ta podzemna voda također može biti zaslanjena. Problemi zaslanjivanja i alkalizacije su podmukli i dugotrajni. Zato gospodarenje sustavom za navodnjavanje treba početi na izvoru vode analizom njene kakvoće.



Posljedica zaslanjivanja tla na biljkama

Izvor: <https://aggie-horticulture.tamu.edu/vegetable/problem-solvers/cucurbit-problem-solver/leaf-disorders/salt-injury/>

### 3.7.4. NAČELA I PRAKSE ZA ODRŽIVO UPRAVLJANJE VODOM U POLJOPRIVREDI

Važno je maksimizirati prinose i kvalitetu. Voda mora biti primijenjena u pravim količinama i u pravo vrijeme kako bi se postigao pravi rezultat usjeva. Istovremeno, primjenom vode treba izbjegavati rasipanje vrijedne sirovine i suosjećati s okolišem u cjelini. Razumijevanje, mjerenje i ocjenjivanje kako voda teče na nekom području, te prepoznavanje kako poljoprivredne prakse utječu na vodne tokove, pomoći će poljoprivrednicima upravljati vodom učinkovito, uz smanjenje rizika od zagađenja. Ekonomske, ekološke i društvene okolnosti igraju sve važniju ulogu u poljoprivrednoj proizvodnji. Pažljivo i učinkovito upravljanje vodom sastavni je dio ovih okolnosti, kao i pomaganje poljoprivredniku da održi profitabilnu proizvodnju. Poljoprivrednici nastoje jamčiti da sigurnost i kvaliteta vode kojom se služe zadovoljava najviša očekivanja prehrambene industrije i potrošača. Uz to, prakse u poljoprivrednoj proizvodnji trebaju osigurati da se upravljanje vodom provodi u održivim gospodarskim, socijalnim i okolišnim uvjetima. Važno je imati na umu da dobro upravljanje poljoprivrednim sustavom predstavlja korijen ekonomske, ekološke i socijalne održivosti cijelog sustava.

#### 3.7.4.1. ODRŽIVI POLJOPRIVREDNI SUSTAV

Poljoprivreda se smatra da značajno doprinosi onečišćenju voda zagađenjima koja proizlaze iz poljoprivrednih aktivnosti koje se raspršuju preko sliva ili pod-sliva. Difuzno onečišćenje može nastati iz niza poljoprivrednih aktivnosti, kao što je ispiranje gnojiva ili erozija tla, koja se prostiru širokim područjem pa je otežano označavanje i kontrola. Mnoge od tvari koje se koriste u poljoprivredi i dovode do onečišćenja voda (gnojiva, pesticidi, gnoj, pa čak i samo tlo) bitni su elementi iste. Održivi poljoprivredni sustav kao cjeloviti poljoprivredni pristup pruža okvir za provedbu prijedloga prakse za rješavanje difuznog onečišćenja voda. On obuhvaća izbor poljoprivredne aktivnosti i upravljanja, integrirano upravljanje usjevima i pesticidima, te zaštitu tla i gospodarskih objekata.

#### 1. IZBOR POLJOPRIVREDNE AKTIVNOSTI I UPRAVLJANJE

Prilikom planiranja i upravljanja poljoprivrednim aktivnostima potrebno je pravilno uzeti u obzir specifičnosti iste, kao što su dostupnost i kvaliteta vodnih resursa.

##### Preporučene prakse:

- uzeti u obzir karakteristike poljoprivrede (uključujući i okolicu vodotoka, dostupnost i kvalitetu vodnih resursa, tip tla) i na temelju njih, odabrati najbolju lokaciju za proizvodnju određenog usjeva
- prirediti plan za upravljanje potencijalnim zagađivačima: upravljanje hranjivim tvarima i pesticidima, erozija tla, upravljanje hranom za stoku, upravljanje ispašom te upravljanje vodom za navodnjavanje

#### 2. INTEGRIRANO UPRAVLJANJE USJEVIMA I ONEČIŠĆENJIMA

Primijeniti konzervacijske poljoprivredne tehnike kako bi se smanjila isporuka i prijenos onečišćujućih tvari u površinske i podzemne vode.

##### Preporučene prakse:

- za kontrolu širenja onečišćenja potrebno je provesti konzervacijske prakse kako bi se smanjio utjecaj zagađivača, usporiti transport i isporuku zagađivača, bilo smanjenjem transportirane vode, a samim time i količine transportiranog zagađivača, ili depozicijom zagađivača
- konzervacijsku obradu tla potrebno je primijeniti kad god je moguće, ona može pomoći u prijenosu dušika i time umanjiti eroziju tla i otjecanje vode, a upravljanje hranjivim tvarima će minimizirati podzemne gubitke uslijed nastale povećane infiltracije (Tampon zona može se primijeniti u cilju smanjenja prijenosa dušika povećanjem infiltracije.)
- uspostaviti konzervacijske priobalne tampon zone usporedno s vodotocima te proširiti postojeće tampon zone kako bi se dobilo na većoj učinkovitosti u presretanju toka preko tla te smanjenju prijenosa hranjivih tvari, pesticida i agrokemikalija
- uzgajanje usjeva u ponavljajućoj sekvenci na istom području radi kontrole erozije, poboljšanja organskih tvari u tlu, ravnoteže hranjivih tvari, poboljšanja učinkovitosti korištenja vode, gospodarenja nametnicima i/ili osiguranja hrane za biljni i životinjski svijet

#### 3. INTEGRIRANO UPRAVLJANJE ŠTETOČINAMA

Primjena sustava za integrirano upravljanje štetočinama.



Preporučene prakse:

- primijeniti integrirano upravljanje štetočinama u smislu tehnika prevencije, izbjegavanja, praćenja i suzbijanja, te koristiti dostupne pesticide najmanjeg rizika na ekološki prihvatljiv način kada praćenje ukazuje da je ekonomski prag štetočina prekoračen

#### 4. ZAŠTITA TLA

Spriječiti onečišćenje površinskih voda smanjenjem erozije tla.

Preporučene prakse:

- smanjiti eroziju tla i poboljšati vodnu infiltraciju oranjem te primijeniti konzervacijsku obradu tla gdje je to moguće  
- smanjenje erozije vjetrom pomoću pokrovnih usjeva kako bi se osigurala minimalna količina ogoljelog tla

#### 5. GOSPODARSKI OBJEKTI

Zaštititi kvalitetu vode izbjegavajući otjecanje i pažljivo korištenje otpadnih voda iz poljoprivrednih gospodarskih objekata.

Preporučene prakse:

- provjeriti je li otpadna voda prikupljena i pohranjena na odgovarajući način  
- odvojiti čistu od prljave vode, reciklirati čistu vodu ili je preusmjeriti u jarak ili vodotok  
- gnojna tekućina trebala bi biti sadržana gdje je prisutan rizik od zagađenja vode

#### 6. FINANCIJSKA STABILNOST

Nastojati ostvariti dugoročnu stabilnost prihoda farme za odgovarajuće investicije i ulaganja, uzimajući u obzir rezultate vezane uz korištenje vode.

Preporučene prakse:

- izraditi potencijalni budući trošak prilagodbe nestašici vode (uključujući cijene energije, osiguranja i kreditnih troškova)  
- procijeniti razine doprinosa poljoprivrednika (povrat troškova) prema radu i održavanju infrastrukture za navodnjavanje (Ovo uključuje rad i dugoročno plaćanje- kapitalni troškovi i amortizacija.)  
- ukoliko je moguće, osigurati dovoljno (količina i cijena) i pouzdano napajanje za navodnjavanje  
- upravljanje vodom u cilju ostvarenja maksimalne ekonomske dobiti, uz minimalan rizik na okoliš

#### 7. ODGOVORNOST

Osigurati odgovornost i profitabilnost poljoprivrednog sustava, uzimajući u obzir rezultate vezane uz korištenje vode. Vođenje kvalitetne odgovornosti može pomoći poljoprivrednicima u učinkovitijoj upotrebi vode, uštedi troškova i smanjenju potrošnje vode.

Preporučene prakse:

- izračunati dobit po mega litri i prinos po mega litri  
- usporediti povrat usjeva (prinos) u odnosu na volumen iskorištene vode  
- voditi evidenciju uspješnosti vode za navodnjavanje i pripadajućih troškova  
- izračunati troškove vode za navodnjavanje na osnovi volumena  
- procijeniti moguće uštede/troškove konzervacijskih mjera za osiguranje kvalitete vode kao što su integrirano upravljanje štetočinama, konzervacijska obrada tla, tampon zone

#### 9. UPRAVLJANJE RIZICIMA

Identificirati i procijeniti ekonomske rizike vezane uz upotrebu vode.

Preporučene prakse:

- procijeniti izloženost vode rizicima i učiniti ovu informaciju dostupnom (Time bi se uzeo u obzir utjecaj troškova alternativnih izvora vode te utjecaj prihoda uslijed operativnih prekida ili ograničenja zbog neadekvatne dostupnosti vode.)  
- ocijeniti kako farma može biti pogođena promjenama u vodoopskrbi, kvaliteti, pouzdanosti i cijeni, uz to, ocijeniti kako vodoopskrba, kvaliteta i pouzdanost na ključnim tržištima mogu potencijalno biti pogođeni klimatskom promjenom

- razumjeti kako količina i izvor povlačenja vode te količina i kvaliteta ispusta otpadnih voda utječu na lokalne zajednice i ekosustave

- procijeniti količinu / kvalitetu ispuštanja otpadnih voda u odnosu na dozvoljene razine i / ili industrijske standarde

- pripremiti planove za slučaj vodnog rizika, kao što su prekid opskrbe, poskupljenje, stroži propisi, itd.

#### 10. UKLJUČENJE LOKALNE ZAJEDNICE

Doprinijeti uključenju zaposlenika, radnika i lokalne zajednice.

Preporučene prakse:

- Razumjeti proturječne zahtjeve za potrošnjom vode i ovisnost zajednice o vodnim resursima i/ili zahtjevima očuvanja koji mogu postojati na navedenom području

- Procijeniti utjecaj korištenja voda od strane lokalne zajednice

- Uspostaviti postupak za upravljanje odnosima u zajednici koji će se izravno baviti pitanjima vode

#### 11. NAVODNJAVANJE

Pravilno planirati sustav za navodnjavanje, i pobriniti se da isti postiže smanjenu potrošnju vode.

Preporučene prakse:

- pravilno planiranje sustava za navodnjavanje u cilju smanjenja potrošnje vode

- profesionalno osmišljen sustav za navodnjavanje koji odgovara različitim vrstama tla (Ako je moguće, osigurati sustav opskrbe kako bi se smanjili gubici i energetske inputi.)

- obaviti procjenu hidroloških karakteristika tla prije uspostave bilo kakvog sustava za navodnjavanje (Voda u tlu mora se održavati odvodnjom u vlažnim klimatskim uvjetima i praksom očuvanja vlažnosti tla u suhim uvjetima.)

Osigurati pravilan rad sustava za navodnjavanje

Preporučene prakse:

- za poboljšanje učinkovitosti sustava, potrebno je neprestano provjeravati stanje sustava za navodnjavanje, pumpe, mrežu i hidrante, uz popravak istrošenih brtvi

- važna komponenta ocjene izvedbe navodnjavanja je procjena uniformnosti navodnjavanja (Sustav za navodnjavanje treba provoditi navodnjavanje ravnomjerno na cijeloj poljoprivrednoj aktivnosti.)

- provoditi nadzor nad senzorima vlage u tlu ispod zone korijena radi kontrole viška navodnjavanja

Postaviti navodnjavanje u cilju smanjenja potrošnje vode.

Preporučene prakse:

-zahtjevi usjeva za vodom moraju se sustavno procjenjivati kako bi se odredilo vrijeme i volumen navodnjavanja usjeva

- prilagoditi vrijeme i količinu navodnjavanja zahtjevima usjeva

-rasporediti navodnjavanje prema prihvaćenim metodama, koje uzimaju u obzir deficit vlage u tlu, jer će to rezultirati učinkovitijom primjenom ograničenih zaliha

-navodnjavanje treba uzeti u obzir prognoze oborina i evapotranspiraciju, koristeći ili zapise o dnevnim oborinama ili vremenske prognoze za planiranje rasporeda navodnjavanja

-redovito pratiti meteorološke prognoze za određivanje rasporeda navodnjavanja

- koristiti usisne sustave mjerenja tla ili sustave mjerenja udjela vlage u tlu za upravljanje i nadzor vlažnosti tla

-upoznati vlažnost tla i voditi bilješke i interpretirati razinu vlažnosti tla na različitim dubinama kod različitih kultura

Pravilno upravljanje navodnjavanjem.

Preporučene prakse:

- navodnjavanje treba koristiti samo onda kada se može povećati prinos i kvaliteta proizvedenih usjeva

- navodnjavati usjeve s minimalnom količinom vode koja je potrebna, uz ispiranje

- navodnjavati noću

- pravilno koristiti vodu za navodnjavanje, kao i pažljivo i primjereno korištenje inputa u cilju očuvanja volumena i kvalitete vodnih rezervi i vodotoka
- ne navodnjavati kad je vjetrovito jer to će ono rezultirati nejednakim učinkom

Pravilno mjeriti sustav za navodnjavanje.

Preporučene prakse:

- voditi bilješke o upravljanju vodom u kojem se bilježe padaline, oborine i isparavanja, kao i vrijeme i količine primjenjenog navodnjavanja u cilju razumijevanja dugoročnih trendova u korištenju vode

## 12. ISTJECANJE VODE

Spriječiti i smanjiti gubitke vode.

Preporučene prakse:

- ispravno izolirati cijevi na razini unutar 750 mm od razine tla
- imati odgovarajuće karte / planove vodovoda, struje i navodnjavanja koji će pomoći u izbjegavanju oštećenja i gubitka vode (Zabilježiti položaj cijevi, spojnice i vrste materijala. Iscrutati vodovodnu mrežu i redovito provjeravati ima li istjecanja.)
- preispitati potrošnju vode svaka tri mjeseca (Obratiti pozornost na bilo kakvo povećanje troškova jer ono može ukazivati na istjecanje vode.)
- redovito provjeravati stanje pumpi, cjevovoda i hidranata te izvršavati popravak istrošenih stavki kao što su brtve

## 13. UPRAVLJANJE PESTICIDIMA

Osigurati odgovorno i učinkovito korištenje pesticida i kemikalija na farmi.

Preporučene prakse:

- primjena pesticida mora slijediti sve zahtjeve navedene na njihovim oznakama (Koristiti samo pesticide koji su odobreni za primjenu u gospodarstvu.)
- izvršiti procjenu rizika od upotrebe pesticida na vodnim resursima
- pratiti utjecaj upotrebe pesticida na vodni okoliš tijekom vremena te primijeniti strategiju na temelju dobivenih podataka
- provoditi mjere za smanjenje onečišćenja voda, kao što su primjene stope smanjenja, prebacivanje primjene na raniji ili kasniji datum, korištenje tampon pojasa, izgrađenih močvara, travnatih putova, podzemne kanalizacije te upotreba filtera
- ispirati opremu za raspršivanje na odgovarajući način kako bi se izbjeglo onečišćenje tla i podzemnih voda

Osigurati sigurno skladištenje pesticida / gnojiva.

Preporučene prakse:

- sve potencijalne zagađivače, npr., pesticide i kemikalije, sigurno pohraniti
- strukture spremišta trebale bi se nalaziti niz padinu od gospodarskih zgrada i na maksimalnoj udaljenosti od vode (više od 10 metara udaljenosti od vodotoka i / ili odvoda) gdje ne postoji opasnost od onečišćenja vodotoka
- identificirati i načiniti popis svih mogućih onečišćujućih materijala na farmi u cilju njihovog sigurnog pohranjivanja, rukovanja te smanjenja rizika za okoliš.

## 14. OČUVANJE VODA

Pravilno odabrati usjeve u cilju njihove što bolje prilagodbe agro-klimatskim uvjetima.

Preporučene prakse:

- ako je moguće, odabrati usjeve kompatibilne s dostupnosti vode. Procijeniti je li uzgojen usjev odgovarajuć lokalnim vodnim uvjetima (lokalnoj dostupnosti vode, ali toleranciji usjev na sol). „Odgovarajuć“ se odnosi na aktivnosti koje nisu u suprotnosti sa sadašnjim i budućim korisnicima i upotrebama. Usjevi s potrebom za manjim količinama vode su očita prednost, zamijeniti kulture s intenzivnom potrebom za vodom za kulture otporne na sušu.

Minimizirati i / ili smanjiti potrošnju vode na farmi.

Preporučene prakse:

-dobre poljoprivredne prakse kao što su upravljanje plodnošću tla i smanjenje degradacije zemljišta mogu povećati učinkovitost vode

-smanjiti potrošnju vode na poljoprivrednim objektima ponovnom upotrebom vode (gdje nije potrebna visoka kvaliteta vode, ili pak čistiti i reciklirati za visoko kvalitetnu upotrebu), recikliranje, očuvanje i prikupljanje vode i / ili primjena sustava s manjom potrebom za vodom

- koristiti najbolje raspoložive sustave za navodnjavanje vodom

- koristiti kišnicu za navodnjavanje u svrhu čišćenja. To može pomoći smanjenju korištenja pitke vode, negativnom utjecaju na okoliš i troškovima.

- očuvanje vode tijekom kišnih razdoblja u svrhu korištenja tijekom sušnih razdoblja pomoću spremnika, cisterni te zemljanih brana

### 3.7.5. SUSTAVI ZA NAVODNJAVANJE

#### 3.7.5.1. LOKALIZIRANO NAVODNJAVANJE



Lokalizirano navodnjavanje čini vrlo moderna i sofisticirana oprema kojom se voda dovodi i raspodjeljuje do svake biljke „lokalno“, vrlo precizno i štedljivo. Sustavima lokaliziranog navodnjavanja vlažnost tla može se održavati prema zahtjevima uzgajanih kultura i u granicama optimalne vlažnosti, što pogoduje biljkama. Lokalizirano navodnjavanje ima određene prednosti u odnosu na ostale metode navodnjavanja. Može se primijeniti na svim tlima i topografskim prilikama, na parcelama raznih oblika i dimenzija te za sve kulture u poljskim uvjetima i zaštićenim prostorima. Sustavi štede vodu i pogonsku energiju te vrlo precizno doziraju vodu. Vrlo su pouzdani i tehnički funkcionalni te uz mogućnost elektronske regulacije i kompjutorskog upravljanja ostvaruju visok i kvalitetan prinos poljoprivrednih kultura.

Metoda lokaliziranog navodnjavanja primjenjuje se na dva načina:

- navodnjavanje kapanjem „kap po kap“
- navodnjavanje minirasprskivačima

Oba načina lokaliziranog navodnjavanja primjenjuju se pod malim radnim tlakom, posebno kapanje, pa se oprema za navodnjavanje uglavnom izrađuje od polimernih (plastičnih) materijala.

Svaka metoda, način i sustav navodnjavanja može imati odgovarajuće prednosti i nedostatke s obzirom na agroekološke, tehničke, tehnološke i ekonomske posebnosti. U odnosu na druge metode lokalizirano navodnjavanje ima sljedeće prednosti:

-štedi vodu, ušteda se postiže time da se navodnjava samo dio ukupne površine, manji su gubici isparavanjem, a primjenom manjih količina vode manjeg intenziteta smanjeno je površinsko otjecanje. Manji su i gubici vode pod utjecajem vjetra, što ne vrijedi za minirasprskivače, posebno one koji proizvode maglu.

- povećava prinos, učestalije dodavanje vode smanjuje mogućnost vodnog stresa biljke, što se odražava na rast i razvoj, a time i na prinos uzgajane kulture

- smanjena opasnost od zaslanjivanja, češće navodnjavanje utječe na smanjenje koncentracije soli u tlu, uklanja mogućnost izravnog oštećenja lista visokim koncentracijama soli, ispire soli na rubove rizosfere

- omogućava primjenu kemikalija (gnojiva, herbicida, insekticida, fungicida, nematicida, regulatora rasta) zajedno s vodom, što ima prednost i s ekonomskog i ekološkog stajališta. Primjerice, primjenom gnojiva kroz sustav smanjuje se njihova količina jer se ona dodaju ciljano samo u zonu korijena, doziranje se provodi prema potrebama biljke, višekratna primjena smanjuje mogućnost njihova ispiranja.

- reducira se rast korova na dijelu nenavodnjavane površine, što ujedno smanjuje i potrošnju vode. Filtriranjem vode smanjuje se donos sjemenki korova vodom. Međutim, lokalizirano navodnjavanje može i potaknuti rast korova u zoni vlaženja, što se učinkovito može rješavati primjenom selektivnih herbicida kroz sustav.

- cijena energije za pokretanje pumpi je manja jer je radni tlak sustava relativno nizak u usporedbi s drugim načinima i sustavima navodnjavanja pod tlakom. Učinkovitost tog sustava je veća jer se može uspoređivati i s površinskim navodnjavanjem jer se crpi značajno manja količina vode.

- sustav se može automatizirati što izravno smanjuje potrebu za radnom snagom

Uspriko brojnim prednostima lokaliziranog navodnjavanja, moguća je i pojava određenih problema kao što je:

- potpuno ili djelomično začepljenje unutar sustava ili kapaljki jedan je od najvećih problema lokaliziranog navodnjavanja. Začepljenje će nepovoljno utjecati na ujednačenost primjene vode i kemikalija te je obavezno koristiti filtere za vodu.

- većina dijelova izrađena su od plastičnih materijala koji mogu biti oštećeni glodavcima, nepažljivim rukovanjem ili mehanizacijom

- akumulacija soli u blizini korijena, primjenom jako zaslanjene vode visoke koncentracije soli akumuliraju se na površini tla ili na rubnim dijelovima vlažne zone. Oborine mogu premjestiti soli unutar zone zakorjenjavanja i time oštetiti biljku. Akumulacija soli od prethodnog navodnjavanja može onemogućiti klijanje ili nicanje nove biljke.

- ograničava razvoj korijenova sustava, vlaženjem samo dijela tla potencira razvoj korijena unutar zone vlaženja što može uzrokovati čak i narušavanje statike biljke ili potrebu podupiranja

- početna cijena lokaliziranog navodnjavanja viša je u odnosu na neke druge metode i načine. Ipak cijena znatno ovisi o kulturi koja se navodnjava, opremi koja se ugrađuje i stupnju automatizacije. Cijena je vrlo važna jer je navodnjavanje i ekonomska kategorija.

### 3.7.5.2. NAVODNJAVANJE MINIRASPRSKIVAČIMA

izvor:www.google.com



Navodnjavanje minirasprskivačima novijeg je datuma i alternativa je sustavima kapanja. Danas se sve više širi u poljskim uvjetima, posebno za uzgoj voća i vinove loze. Također je pogodno za intenzivni uzgoj u staklenicima i plastenicima. Sustavi navodnjavanja minirasprskivačima slični su sustavima kapanja. Glavna je razlika u tome što su kapaljke zamijenjene minirasprskivačima – malim rasprskivačima. Minirasprskivači raspršuju vodu u obliku sitnih kapljica, pod tlakom do 3,5 bara, dometa i do 5 metara. Minirasprskivač je izrađen od plastičnih materijala te ga je moguće jednostavno postaviti i na kraju vegetacije

demontirati te spremati za sljedeću sezonu. Ovaj način navodnjavanja primjenjuje se pri uzgoju kultura koje se sade na veći razmak, kao što su voćnjaci ili vinogradi. Navodnjavanje minirasprskivačima osjetljivo je na vjetrovitim područjima i u područjima visoke evaporacije. Tržište danas nudi više tipova minirasprskivača različitih konstrukcija, kao što su kontinuirani ili pulsirajući, s navodnjavanjem cijelog ili samo dijela kruga, različitog dometa i intenziteta navodnjavanja. Kod minirasprskivača zbog većeg promjera mikromlaznica, odnosno većeg prolaza vode i većeg radnog tlaka, manja je potreba filtriranja vode nego što je to izraženo kod navodnjavanja kapanjem.

Sustav se sastoji od:

- crpke na izvorištu vode
- regulatora tlaka
- vodomjera
- raznih kontrolnih ventila
- plastičnih cijevi za dovođenje i razvođenje vode po parceli
- minirasprskivača

Ako se minirasprskivači postavljaju na nosače (držače), onda se povezivanje rasprskivača s lateralnom cijevi sastoji od četiri elementa: priključka koji se postavlja u cijev, savitljive cjevčice koja ide od priključka do rasprskivača, vezne spojke i nosača

rasprskivača. Glavni cjevovod i lateralne cijevi izrađene su od gipkih plastičnih, polietilenskih cijevi na koje se postavljaju minirasprskivači. Postoje različiti oblici priključaka i nosača za minirasprskivače. Oni se vrlo lako utisnu u stijenke lateralnih cijevi. Na priključak rasprskivača može se spojiti određeni tip rasprskivača s različitim protocima.

Temeljna je odlika lokaliziranog navodnjavanja kapanja i minirasprskivača mogućnost jednostavne i brze zamjene svih dijelova uređaja. Zato je navodnjavanje minirasprskivačima prilagodljivo svim zahtjevima, potrebama i uvjetima rada. Cijeli je uređaj male mase i predstavlja nadzemnu instalaciju, koja se lako i brzo premješta. Minirasprskivači se danas proizvode u različitim izvedbama, oblicima i tipovima. Imaju različite protoke, domete i rade pod različitim tlakovima. Ravnomjerno raspoređuju vodu u cijelom dometu prskanja. Izvrsno navodnjavaju teren i kulture, ali služe i kao regulatori mikroklima jer svojim radom utječu na povećanje relativne vlažnosti zraka. Svaki minirasprskivač ima svoje vlastite odlike koje se mogu naći opisane u katalogima i ponudama proizvođača opreme. Koristeći kataloge i tehničku dokumentaciju važno je pravilno izabrati minirasprskivač za određene kulture i uvjete u praksi.

### 3.7.5.3. NAVODNJAVANJE KAPANJEM

Koristi se na plantažnoj voćarskoj proizvodnji. Taj sustav štedi vodu te s minimalnom količinom postiže maksimalne učinke u biljnoj proizvodnji. Podrazumijeva optimalan utrošak vode u odnosu na druge načine navodnjavanja. Nema šokiranja voćke niti zbijanja tla.

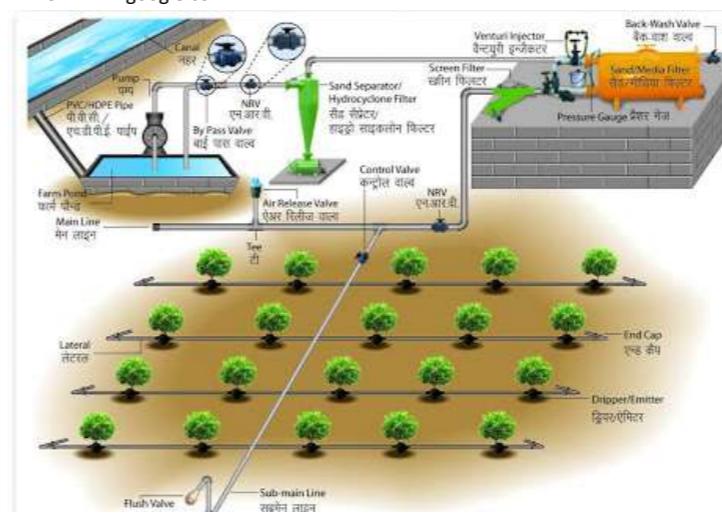
Sastavni dijelovi metode navodnjavanja kapanjem su:

- usisni vod
- predfilter
- crpka
- ventil
- injektor za kemijska sredstva
- filter
- glavni cjevovod
- razvodna mreža
- lateralni cjevovod, emiteri-kapaljke



izvor: www.google.com

Izvor: www.google.com



Temeljni princip metode kapanjem jest da voda iz sustava postavljenih plastičnih cijevi izlazi kroz posebne kapaljke, koje su postavljene uzduž cijevi i „kap po kap“ vlaži tlo uz svaku uzgojenu sadnicu ili već odraslu voćku. Pogonski dio s filtrom njegov je središnji dio koji upravlja cijelim sustavom. Tu se nalazi pumpa za crpljenje vode iz izvorišta, mjerači protoka i regulatori tlaka te filter za pročišćavanje vode. Radni tlak pri navodnjavanju kapanjem kreće se u rasponu od 0,8 bara do 1,5 bara, a održava se pomoću regulatora tlaka. Mjerači protoka vode služe za automatsku regulaciju kontrole protoka vode u sustavu. Filter je nužno potreban kod navodnjavanja kapanjem kako bi spriječio začepljenje

kapaljki. Čestice nečistoće (pijesak, prah i sl.) mogu zatvoriti vrlo fine otvore kapaljki i onemogućiti njihov rad. Plastične cijevi koje se upotrebljavaju pri navodnjavanju kapanjem obično su od polietilena (PE). Voda se od crpne stanice do parcele doprema tlačnim cjevovodom, promjera od 20 do 50 mm, a iz njih se raspodjeljuje u razvodne ili lateralne cjevovode promjera od 15 do 20 mm. Kod tog načina navodnjavanja, izrada cjevovoda je među najvećim investicijskim troškovima u izgradnji sustava, s obzirom na to da je za potrebe 1 ha povrtnjaka potrebno od 5000 do 10000 m, voćnjaka 2000 do 4000 m, a rasadnika 3000 do 6000 m cijevi. Prema potrebi biljaka za vodom, dodavanje vode kapanjem može biti neprekidno tijekom 24 sata ili povremeno, u određenim vremenskim razmacima. Kapaljke su poseban i najvažniji dio uređaja za dodavanje vode u obliku kapi ili „kap po kap“. U principu su to vrlo jednostavne i male naprave sa sitnim rupicama ili posebnim izvedbama kroz koje protječe voda gubeći svoj tlak, tako da se pri izlasku formiraju kapi. Zbog svojih minijaturnih

promjera otvora, na kapaljkama često dolazi do začepjenja, a time i prestanka rada te ih je potrebno zamijeniti. Kapaljke su raspoređene na lateralnom cjevovodu u razmacima od 10 do 100 cm, ovisno o gustoći sklopa. Kod povrća, cvijeća i voćnih sadnica oni su mnogo gušće postavljeni, a u trajnim nasadima voća rjeđe.

Sustav za navodnjavanje „kap po kap“ ima vrijednost jer se sadržaj vode u tlu može neprestano održavati u optimalnim granicama za biljku. To se postiže tako da se laganim, ali vremenski neprekinutim dodavanjem malih količina vode vlažnost tla zadržava oko poljskog vodnog kapaciteta.

Veliki problem kod navodnjavanja kapanjem može biti začepjenje kapaljki, bilo mehaničko ili kemijsko. Začepjenje kapaljki izravno je povezano s kakvoćom vode za navodnjavanje te s njezinim fizikalnim, kemijskim i mikrobiološkim čimbenicima. Sva su tri čimbenika i međusobno povezana te zbog toga prije instaliranja mora biti učinjena analiza kakvoće vode. S obzirom na rezultate tih analiza treba biti odabrana odgovarajuća oprema i sustav gospodarenja. Mjesto za filtriranje svakako mora biti sastavni dio sustava navodnjavanja kapanjem, bilo da se koristi prirodna ili otpadna voda, ali naravno, odgovarajuće kakvoće. Filtrom se može spriječiti mehaničko začepjenje kapaljki. Na temelju analize vode odabire se odgovarajući tip filtra: šljunkovito/pjeskoviti, mrežasti, diskosni ili hidrocikloni. Tijekom rada sustava u sezoni navodnjavanja povremeno je potrebno ispirati cijevi, jednostavno otvaranjem i ispuštanjem mlaza vode. Osim mehaničkog, kapaljke su podložne i kemijskom začepljenju. Ono se javlja kao posljedica stvaranja netopivih soli na samom otvoru ili unutar kapaljke. Taloženjem (precipitacijom) soli kalcija, magnezija, željeza ili mangana, smanjuje se učinkovitost cijelog sustava. Odgovarajuće rješenje mogućeg začepjenja kapaljki moguće je dati tek nakon analize kemijskog sastava vode za navodnjavanje. Jedan od učinkovitih načina sprječavanja taloženja karbonata iz vode jest smanjivanje pH dodavanjem kiseline. Međutim, postupak zahtijeva veliku pozornost jer osim što je dodavanje suviška kiseline neekonomično, ona može izazvati oštećenje, posebno metalnih dijelova sustava. Kontaminiranje vode bakterijama i algama, posebno iz površinskih izvora, može također uzrokovati začepjenje dijelova sustava ili njihovo oštećenje korozijom. Ti se procesi mogu uspješno sprječavati kloriranjem vode. Organska tvar može se ispirati vodom ili komprimiranim zrakom. Alge i mikroorganizmi mogu proći kroz filtre i razvijati se u sustavu, a to se sprječava kloriranjem. Sustavi navodnjavanja kapanjem danas su potpuno automatizirani i programirani te tijekom svoga rada gotovo ne zahtijevaju prisustvo čovjeka. Zbog svojih dobrih radnih karakteristika, elektroničke podrške i tehničke perfekcije, navodnjavanje kapanjem interesantno je za većinu voćara i vinogradara.

#### 3.7.5.4. NAVODNJAVANJE KIŠENJEM



Navodnjavanje kišenjem ili umjetno kišenje odlikuje se dodavanjem vode nekoj kulturi u obliku kišnih kapljica. Voda se zahvaća na izvorištu crpkama i pod tlakom (do 7 i više bara) kroz sustav cjevovoda dovodi se do proizvodnih poljoprivrednih površina gdje se pomoću rasprskivača raspodjeljuje u kapljicama po navodnjavanoj površini. Taj je način navodnjavanja vrlo povoljan za kulturnu biljku i njeno stanište jer se navodnjavanje približava prirodnim prilikama, tj. oborinama.

Izvor: www.google.com

Metoda takvog navodnjavanja ima određene prednosti:

- mogućnost upotrebe u različitim topografskim uvjetima
- pripremni su radovi na zemljištu nepotrebni ili minimalni
- ne zauzima obradivu površinu,
- omogućuje nesmetano korištenje mehanizacije
- mogućnost ekonomičnog korištenja raspoložive vode zbog točnog doziranja
- minimalno se pogoršavaju fizikalna svojstva tla
- može se primjenjivati i kad je visoka razina podzemne vode
- fiksni sustav kišenja može se koristiti i za kontrolu ekstremnih vremenskih uvjeta, povećanjem vlažnosti zraka, hlađenjem usjeva ili smanjivanjem štete od smrzavanja
- kišenjem se mogu isprati soli iz zaslanjenih tala učinkovitije nego površinskom ili mikro-irigacijom

Navodnjavanje kišenjem ima sljedeće nedostatke:

- početni su troškovi veći nego za površinsko navodnjavanje, ako to ne uključuje skupo ravnanje terena
- značajni su i troškovi za energiju potrebnu za opskrbu vode pod tlakom, a što ovisi o tlaku koji je potreban za rasprskivače i cijeni energenta
- nepravilni oblici proizvodnih površina manje su pogodni za navodnjavanje i skuplji su, a što se posebno odnosi na mehanizirani sustav kišenja
- visoka vlaga zraka i vlažna biljka nakon kišenja pogoduju razvoju nekih gljivičnih bolesti
- vjetroviti i suhi uvjeti uzrokuju gubitke vode evaporacijom i odnošenjem vjetrom
- ako na raspolaganju nema kontinuirano dovoljno vode, tada je potrebno osigurati akumulaciju

Postoji veliki broj načina i sustava kišenja, ali svima su zajednički sljedeći dijelovi:

- crpka: crpi vodu iz izvora te je pod potrebnim tlakom uvodi u sustav za navodnjavanje. Pokreće je motor s unutrašnjim sagorijevanjem ili elektromotor (Crpka nije potrebna ako je voda u izvorištu pod tlakom.)
- usisni cjevovod: voda se dovodi od izvora do crpke
- glavni cjevovod: voda se potiskuje od crpke u razvodne cijevi
- razvodne cijevi ili laterali: dovode vodu iz glavnog cjevovoda do rasprskivača koji mogu biti prijenosni ili stabilni, a izrađeni su od materijala sličnih onima za glavni cjevovod, samo su manjeg promjera
- rasprskivači: raspršuju vodu po površini tla, uz uvjet ujednačenog prekrivanja

#### 3.7.5.5. SOLARNI SUSTAV ZA NAVODNJAVANJE

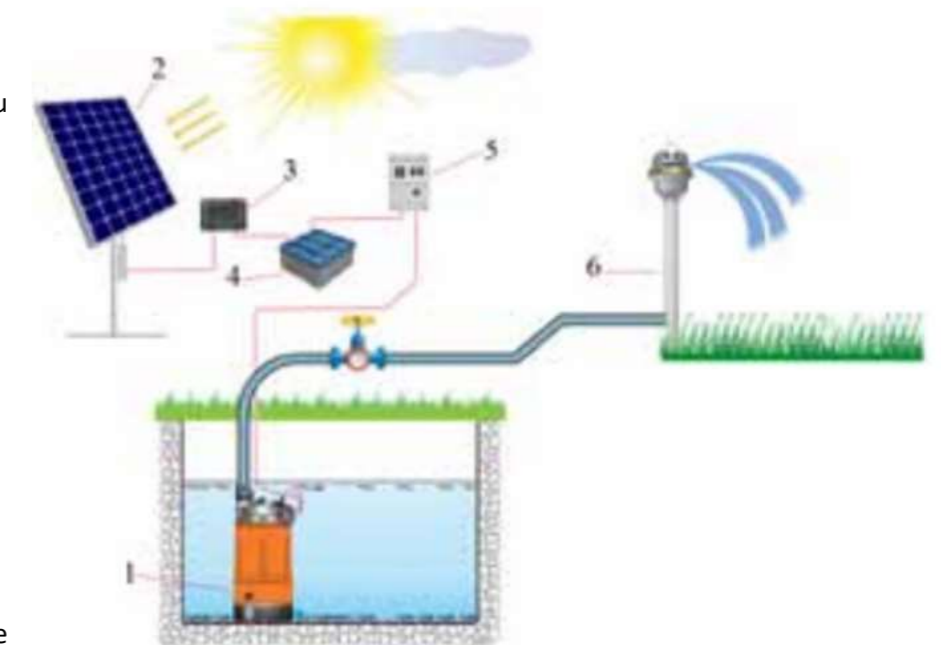


Na većim proizvodnim površinama sustavom navodnjavanja može se upravljati računalom i posebno izrađenim programima temeljenim na dugogodišnjoj praksi stručnjaka iz tog područja. U posljednje vrijeme za transport vode u postupku navodnjavanja primjenjuju se tzv. solarne crpke, odnosno crpke pokretane elektromotorom koji električnu energiju dobiva iz foto naponskih ćelija. Navedeni sustav primjenjuje se u postupku navodnjavanja površina koje su udaljene od gradske mreže, a i zbog manje potrošnje energije, što takvu proizvodnju čini ekonomičnijom.

Izvor: www.google.com

U postupku navodnjavanja kada se crpka pokreće električnom energijom iz fotonaponskih ćelija, glavni elementi sustava su:

- crpka
- fotonaponska ćelija
- pretvarač istosmjerne u izmjeničnu struju
- baterija
- regulator koji upravlja crpkom
- rasprskivač



Shematski prikaz sustava za navodnjavanje pomoću fotonaponskih ćelija

Izvor: file:///C:/Users/Lana/Downloads/Oprema\_za\_navodnjavanje\_u\_trajnim\_nasadima.pdf

## 04 KRAJOBRAZ KAO DIO ODRŽIVE ARHITEKTURE

Održiva krajobrazna arhitektura je kategorija održivog projektiranja koja se bavi planiranjem i oblikovanjem vanjskog prostora. Ona uključuje ekološke, društvene i ekonomske aspekte održivosti. Održiva krajobrazna arhitektura je integracija ekoloških, socijalnih, kulturnih i ekonomskih čimbenika u projektiranje krajobraza s ciljem zaštite staništa, kako bi se pridonijelo upravljanju oborinskim vodama, očuvanju vode i ostalo. U praksi se pokušava stvoriti ravnoteža između estetike i funkcija koje su potrebne za uspješan održivi krajobraz. No održivi krajobrazi nisu samo stvaranje zelenih površina, nego i provedba rješenja od kojih korist imaju i ljudi i ekosustavi. Uključivanjem ljudskog aspekta u projektiranje poboljšava se produktivnost, smanjuje stres i stvaraju brojni pozitivni utjecaji za zdravlje i dobrobit ljudi. Uz ljudski aspekt, potrebno je definirati i očuvanje prirodnih uvjeta.

Tijekom cjelokupnog povijesnog razvoja, priroda je bila model i inspiracija za oblikovanje. Krajobrazno oblikovanje je uvijek ekološko, s obzirom da svaki krajobraz uključuje biljne i životinjske vrste te biofizičke procese uspostavljene unatoč ljudskom djelovanju. Isto tako, smatra se da je krajobrazna arhitektura ujedno i održiva, jer je po svojoj prirodi aktivnost koja se može nazivati "kreativnom zaštitom" u planerskom području jednako kao i oblikovnom.

### 4.1. PRINCIPI ODRŽIVE ARHITEKTURE KRAJOBRAZA

Danas postoje mnogi principi i metode održive gradnje koje su implementirane u krajobraznoj arhitekturi, no oni se još uvijek ne primjenjuju u dovoljnoj mjeri. 2 primarne metode održive gradnje implementirane u krajobrazu su zelena infrastruktura i plava infrastruktura. Zelena infrastruktura se definira kao veza svih zelenih urbanih područja u prepoznatljivu cjelinu, odnosno fizičku povezanost između određenih dijelova zelenih površina i programsko-funkcionalnu povezanost u smislu udovoljavanja različitim zahtjevima korisnika. Plava infrastruktura uključuje urbanu odvodnju i odvodne jarke, močvare, rijeke, kanale i njihove nasipe kao i ostale vodotoke. Možemo je definirati kao vezu svih vodenih područja u prepoznatljivu cjelinu i kvalitetno upravljanje s istima. Neke od beneficija su smanjenje količine oborinskih voda, bolja kvaliteta zraka, ublažavanje toplinskih otoka, stvaranje staništa za flor i faunu te dobivanje novih rekreacijskih prostora. Oba principa mogu pružiti niz funkcija i pogodnosti u nekom prostoru bile one okolišne (očuvanje biološke raznolikosti) ili društvene, odnosno gospodarske (npr. stvaranje radnih mjesta). Također takvi zeleni prostori doprinose kulturološkom i povijesnom krajobrazu, te mjestima daju identitet kao i krajobraz u kojem ljudi žive i rade.

#### 4.1.1. VRIJEDNOST TLA

Tlo je ograničeni resurs. Kompaktno tlo dovodi do problema kao što su ograničeni rast biljaka, erozija tla, otjecanje vode i poplave. Otjecanje vode uzrokovano zbijenim tlima glavni su izvori onečišćenja voda. Postoji niz načina kako možemo poboljšati naše tlo i smanjiti ili spriječiti otjecanje i eroziju tla u krajobrazu.

#### 4.1.2. PRAVILNO TRETIRANJE VODE

U današnje vrijeme sve je veća potražnja za vodom, a veliki postotak vode odlazi na navodnjavanje. Osim toga, kišnica se tretira kao otpadna voda i dopušta se njen protok u oluke i kanalizaciju. Održivi pristup u uređenju krajobraza u ovom kontekstu bio bi da se voda tretira kao vrijedan prirodni resurs koji nije obnovljiv. Uz odgovarajući dizajn i odabir postrojenja, potreba za navodnjavanjem može se smanjiti ili spriječiti. Nadalje, oborinska voda može se sakupljati i koristiti za potrebe navodnjavanja kao i druge elemente uporabe vode u kućanstvima osim za piće. Održivi dizajn usmjeren je na pravilan odabir biljaka za potrebe navodnjavanja i korištenje istih za kišne vrtove, bioretencijske sustave i biljne uređaje s pročišćivanjem otpadnih voda.



Kao primjer takvog djelovanja u Europi ističe se sud za upravljanje vodama na španjolskoj sredozemnoj obali. Sastoji se od dva glavna tribunala, Vijeće mudraca iz doline Murcije i vodeni sud dolina Valencije koji djeluju još od 9. stoljeća te su uvršteni na popis UNESCO-ve nematerijalne kulturne baštine čovječanstva. Ti sudovi značajno doprinose koheziji zajednica Murcije i Valencije koje primjenjuju navodnjavanje te usmeno prenose znanje koje dolazi iz sekularne kulturne razmjene, a uz to imaju i vrlo važno simboličko značenje što se vidi u njihovoj često prisutnosti u lokalnoj ikonografiji.

Sastanak Vijeća mudraca, Izvor: <https://www.bing.com/images/search?q=water+tribunal+valencia&form=AWIR&first=1&tsc=ImageBasicHover>

Njihovi tradicionalni principi i metode zaslužni su za današnji izgled poljoprivrednog krajolika s dubokim kulturnim značajem. Gradnjom kanala za navodnjavanje i malih brana u blizini rijeka stvorena je L'Horta ili Valencijin voćnjak. Glavni usjevi u regiji su citrusi, povrće i riža. Takvim holističkim pristupom upravljanju vodom i zemljištem postigli su iznimne rezultate produktivnosti krajolika, a ako još spomenemo činjenicu da je u toj regiji oskudica vode karakteristična situacija, cijela priča zvuči još impresivnije i dokazuje što je sve moguće postići modernizacijom u sustavima navodnjavanja, te regulacijom i racionalizacijom upravljanja vodama i zemljištem.

Izvor: <https://www.urbanclimateadaptation.net/ezine-2-2018/>



Poljoprivredni aluvijalni krajolik Valencije kojim upravlja 9 zajednica sa navodnjavanjem pod vodstvom vodenog suda proteže se na području veličine 23 km. Rezultat je ujedinjavanja materijalnih i nematerijalnih komponenti održive krajobrazne arhitekture. U pogledu fizičkih svojstava koji oblikuju teritorij uključuju 4 međusobno ovisne mreže koje povezuju cijeli sustav distribucije vode te je on glavna sila transformacije zemljišta, uz mrežu navodnjavanja imaju i dodatne odvodne trase, sklop mreža zbog bolje pristupačnosti i protočnosti, te naselja kao skloništa i usjeve kao tradicionalnu gospodarsku aktivnost.

#### 4.1.3. OČUVANJE I ODABIR BILJAKA

Jedna od grešaka u projektiranju je uklanjanje postojećih biljaka i planiranje novih bez prethodne valorizacije biljnog materijala. Tako se narušavaju prirodni procesi koji se odvijaju na tim prostorima. Održivi pristup u uređenju krajobraza bio bi procjena postojećeg biljnog materijala i očuvanje izvornih biljaka. Invazivne biljke, koje nisu autohtone, treba ukloniti i zamijeniti odgovarajućim. Prvi izbor u projektiranju krajobraza, trebale bi biti autohtone biljne vrste koje su kojima najbolje odgovaraju uvjeti tog prostora.

#### 4.1.4. ODABIR I PRIMJENA MATERIJALA

Ponovna upotreba materijala, izrazito je korisna u građevinskim radovima koji zahtijevaju velike količine materijala. Održivi pristup uređenja krajobraza bio bi smanjiti otpad na gradilištima i reciklirati ga, te ponovno koristiti građevinski otpad. Nadalje, građevinski materijali trebaju biti pažljivo odabrani, koristeći lokalne materijale što je više moguće. Ono također smanjuje opterećenje na prirodne resurse, smanjuje zagađenje i potrošnju energije.

#### 4.1.5. ZDRAVLJE LJUDI

Unošenje zelenila i pravilno korištenje istoga u krajobrazu pozitivno utječe na život i rad čovjeka te pridonosi njegovoj slici i kvaliteti. Stvaranjem prostora za rekreaciju i kretanje ljudi na otvorenom pridonosi zdravlju i utječe na zadovoljstvo svih njegovih stanovnika, ljudi i flore i faune. Treba uzeti u obzir potencijalnu prekomjernu buku te svjetlosno onečišćenje noću.

## 4.2. METODE ODRŽIVE ARHITEKTURE KRAJOBRAZA

### 4.2.1. ZELENI KROVOVI

Zeleni krovovi su lagani krovni sustavi, projektirani u slojevima, kojima je klasična površina krova prekrivena supstratom za rast biljaka. Ovisno o tipu zelenog krova, primjenjuju se specifični materijali i slojevi. Svaki takav krov ima iste komponente – krovni temelj (metalni ili betonski), izolaciju, vodonepropusnu membranu, protukorijensku zaštitu, drenažni i vodonosni sloj, supstrat i vegetaciju. Prema tipu, zeleni krovovi dijele se na intenzivne i ekstenzivne. Osim estetske uloge, zeleni krovovi pružaju niz funkcionalnih uloga kao što su smanjenje temperature, poboljšanje postojeće arhitekture i pružanje mogućnosti za rekreaciju. Parkovne i zelene površine mogu apsorbirati i do 80% viška toplinske energije kroz vlažnost tla i vegetaciju. Ovisno o tipu, zeleni krovovi zadržavaju 50-90% oborinskih voda i time smanjuju opterećenje kanalizacijskog sustava te imaju pozitivnu ulogu na vodni režim pa tako poboljšavaju kvalitetu oborinske vode i pročišćuju kišnicu. Također, zeleni krovovi ujedno djeluju kao pročišćivači što znači jedan metar kvadratni takvog krova, može pročititi 0,2 kg u zraku raspršenog smoga (prašine, dima ili ispušnih plinova). Isto tako pružaju dodatnu zvučnu izolaciju i tako utječu na smanjenje buke i do 10 dB. Sadnjom vegetacije koja ima veliki postotak vode u sebi (npr. sedumi) može se smanjiti širenje požara. Djelotvorna metoda je također, postavljanje "poteza" ili "traka" protiv širenja vatre na krovu, koji su izrađeni od negorivog materijala, betona ili zemlje.

California Academy of Sciences / Renzo Piano

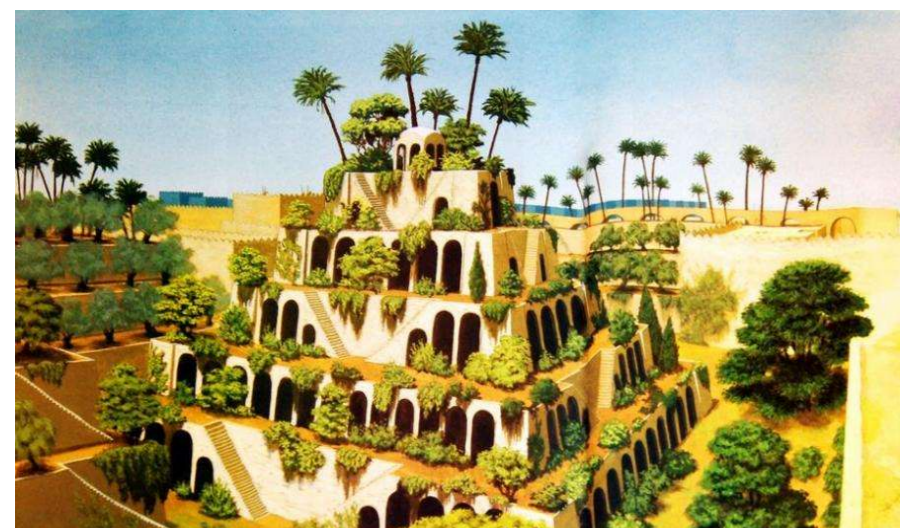
Izvor: <https://www.archdaily.com/6810/california-academy-of-sciences-renzo-piano>



Cijeli kompleks od 37.000 četvornih metara nalik je dijelu parka koji je odsječen i podignut 10 metara iznad zemlje. Ovaj "živi krov" prekriven je s 1.700.000 odabranih autohtonih biljaka zasađenih u posebno koncipiranim biorazgradivim spremnicima od kokosovih vlakana. Krov je u svom obodu ravan i poput prirodnog krajolika postaje sve valovitiji kad se odmiče od ruba i tvori niz kupola različitih veličina koje se uzdižu iz krovne ravnine.

### 4.2.2. ZELENI ZIDOVI

Zeleni zid je zid koji je djelomično ili potpuno prekriven vegetacijom. On pruža zaštitu kako bi unutarnja temperatura objekta bila konzistentna te utječu na ublažavanje učinka toplinskih otoka, poticanje raznolikosti i pročišćavanje atmosfere.



Viseći vrtovi Babilona, prvi su zeleni, vertikalni vrtovi koje je čovjek napravio, a nastali su oko 600 god. pr. Kr., za vrijeme vladavine kralja Nabukodonosora II.

izvor: <https://valenteshop.ru/hr/visyachie-sady-semiramidy-gorod-visyachie-sady-semiramidy/>

Planiranje izrade zelenog zida, uključuje adekvatnu lokaciju, lokalnu klimu, odabir biljnog materijala, postavljanje potpornih struktura, navodnjavanje i slično. Zeleni zid može se graditi na bilo kojoj lokaciji, a potrebno je odabrati adekvatne biljne vrste za određenu lokaciju. On se sastoji od biljnog materijala, supstrata (u obliku organskih tvari ili anorganske poput plastike i sintetičkih vlakana), sustava za navodnjavanje, vodonepropusne membrane (za zaštitu fasade od vlage), strukturne potpore (prebacivanje opterećenja zelenog zida na fasadu) i rasvjete (opskrpljivanje biljaka s osvjetljenjem za poticanje fotosinteze i prirodnog rasta, može biti prirodna ili umjetna, halogena i LED rasvjeta). Danas su u upotrebi dva tipa zelenih zidova, a to su zelene fasade i živi zidovi.

Prirodno nastala zelena fasada na Mirogoju, Zagreb ,izvor: <https://relaxino.com/info/park-groblje-mirogoj>



Primjer modularnih zelenih panela , Green House Venice,CA M.Bricault

izvor: <https://www.gardenista.com/posts/the-greenest-house-in-venice-california>

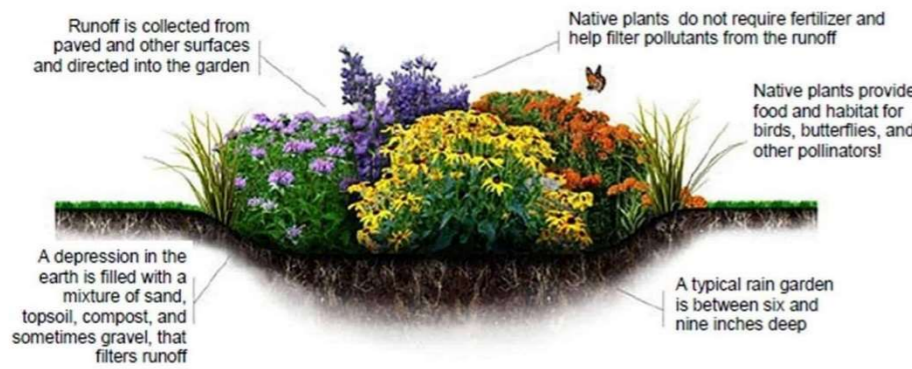


Zeleni zid pod nagibom

izvor: <https://www.rhmooreassociates.com/products/slope-reinforcement-retaining-walls/flex-mse-vegetated-geobag-wall-units.html>

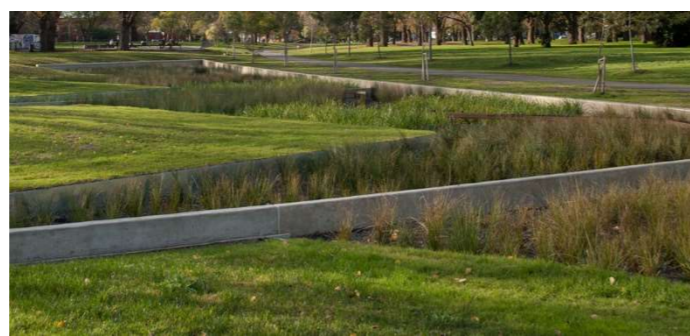
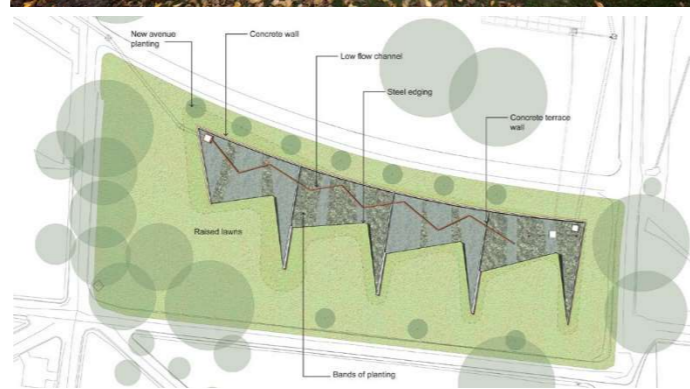
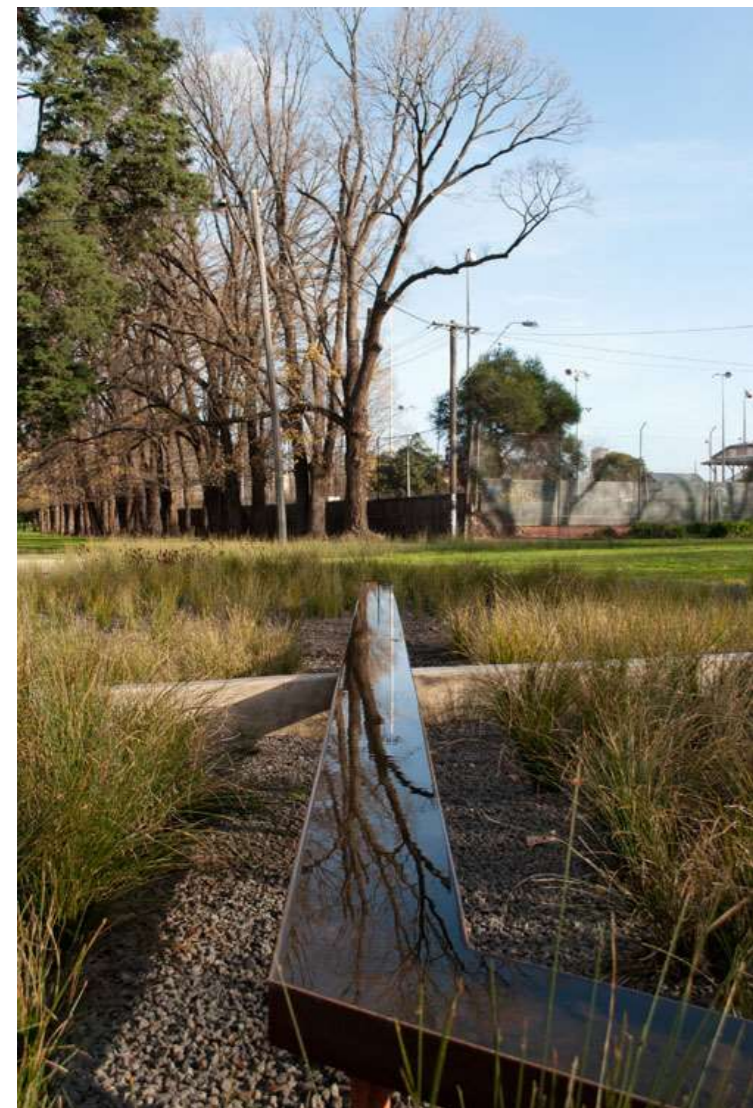


#### 4.2.3. KIŠNI VRTOVI



Izvor: <https://rurallivingtoday.com/gardens/rain-garden-how-to-build-tips/>  
 Kišni vrtovi u Edinburgu, izvor: <http://landezine.com/>

Oni predstavljaju plitku depresiju, s upijajućim, ali slobodnim tlom i posađenom vegetacijom, koja može podnijeti povremene poplave. Postoji nekoliko tipova kišnih vrtova, a to su klasični kišni vrtovi, kišni vrtovi na nepropusnoj površini i kišni vrtovi u posudama. Kišni vrtovi dizajniraju se na način da se isprazne kroz 4 sata nakon padalina, dok se kod klasičnih, gubitak vode odvija unutar dva sata. Kod vrtova bez odvoda prisutno je duže zadržavanje vlage. Biljke odabrane za takav vrt trebaju biti u mogućnosti podnijeti i sušu i poplave. Kišni vrtovi su osmišljeni tako da oponašaju zadržavanje oborinske vode, pritom smanjujući količinu kišnice. Oni obično upijaju svu kišnicu koja se ulijeva u njih, a kada se do kraja napune, višak vode se preusmjerava u postojeće odvodne kanale. Također, filtriraju i čiste oborinsku vodu.



#### 4.2.4. PRIMJENA RECIKLIRANIH MATERIJALA U KRAJOBRAZU

Postoji niz recikliranih materijala koji se koriste u suvremenom krajobraznom oblikovanju kao što su opeka, kamen i drvo. Neki stručnjaci koriste reciklirani lokalni kamen i kombiniraju ga s drugim iskorištenim materijalima kao što su pločice, cigle i slično. Također, postoji uvjet za korištenje takvih materijala, a to je kratke udaljenosti prilikom transporta. Isto tako održiva je metoda korištenje opeke i vapnene žbuke za izgradnju suhozida koji pružaju prostore za stanište za kukce i druge insekte.

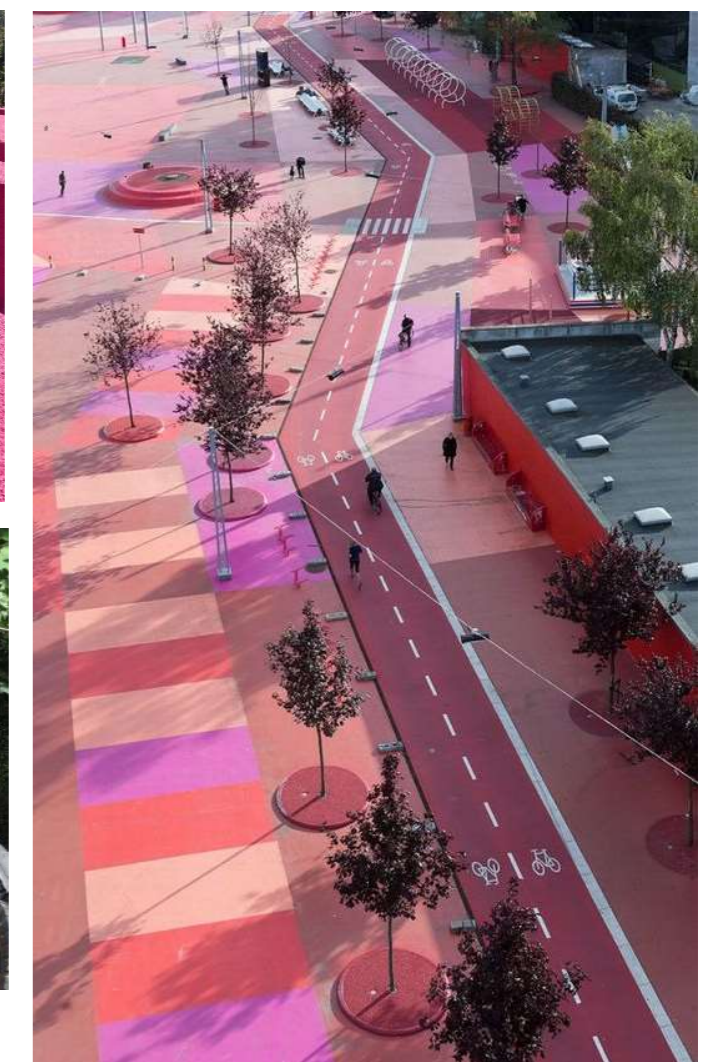
reciklirano staklo, izvor: <https://www.pinterest.ch/pin/501729214720881954/>



Reciklirana guma, Superkilen park / Topotek 1 + BIG Architects + Superflex



izvor: <https://www.archdaily.com/286223/superkilen-topotek-1-big-architects-superflex>, <https://www.pinterest.com/pin/216102482096271626/>



Hotel za kukce, gabion od recikliranog drva izvor: <https://www.pinterest.se/pin/316659417539486404/>



Reciklirani kamen, gabioni ,izvor: <https://www.mainlandaggregates.co.uk/quarried-aggregates/quarried-gabion-stone.html>

#### 4.2.5. STVARANJE POVRŠINSKIH VODOSPREMISHTA

Ključni objekt svakog vodoopskrbnog sustava, pa i sustava za navodnjavanje je vodosprema-akumulacija. Praktično bez akumulacije nije moguće ni jedno rješenje vodoopskrbe poljoprivrede vodom za navodnjavanje. Ona ima funkciju vremenske preraspodjele voda, odnosno usklađivanja potreba za vodom sa raspoloživim resursima. Akumulacija ima za cilj da akumulira sve raspoložive vode onda kad ih ima, te tako stvara umjetne resurse za sva korištenja kada je voda potrebna. Opremanje akumulacije se provodi u skladu sa značajkama vodnog resursa koji se koristi za punjenje te značajkama korisnika vode iz akumulacije. Svaku akumulaciju karakteriziraju osnovne značajke: volumen, dubina, površina, režim punjenja i pražnjenja, gubici, konstrukcija brane-nasipa, konstrukcija folije i zaštitnog sloja, ulazna i izlazna građevina, pokrov i drugi elementi shodno značajkama prostora, vodnih resursa i korištenja. Iako se radi o jednostavnim građevinama važno je problem cjelovito rješavati kao bi se dobilo što bolje rješenje.

Neke od metoda stvaranja površinskih vodospremišta su: dolinska vodospremišta, priobalna vodospremišta te umjetno formiranje depresija.



Peručko jezero, umjetna akumulacija nastala izgradnjom brane Peruća na rijeci Cetini. Definira se kao dolinsko vodospremište.

Izvor: <https://sites.google.com/site/jezerahrvatske/umjetna-jezera>

Najčešći oblik stvaranja vodospremišta je na umjetni način, a najčešće je izgradnjom dolinskih rezervoara-akumulacija koji nastaju pregrađivanjem vodotoka i dolina. Ovakav oblik vodospremišta može se formirati i na povremenim vodotocima. To je ujedno najčešći slučaj u sušnim područjima u kojima je kišna sezona kratkotrajna. Dolinski tip vodospremišta također se formira u dolinama koje nemaju vodotoke. Dolinska topografija prostora (depresija) omogućava da se gradnjom brane na jednostavan i jeftin način formira potrebni volumen za akumuliranje voda.

Pored ovog tipa, imamo još i priobalna vodospremišta. Ovaj tip vodospremišta karakterističan je za ravničarske krajeve a najčešće se koristi za kontrolu poplava. Međutim, može se koristiti i za druge namjene shodno lokalnim značajkama problema koji se rješava. Vodospremište se puni vodom iz vodotoka u koji se voda iz vodospremišta prazni ako se vodospremište koristi za regulaciju protoke (smanjenje velikih voda i povećanje malih voda).

Treći tip površinskih vodospremišta su umjetno formiranje depresija. Danas su sve značajnije izvedbe malih akumulacija u umjetno napravljenim depresijama. Kod izvedbe ovakvih akumulacija uvijek se nastoje iskoristiti raspoložive prirodne depresije i volumeni a sve kako bi se iskop materijala smanjio i tako cijela izgradnja pojeftinila. U krškim područjima akumulacije se formiraju u tipičnim krškim geološkim strukturama koje su karakteristične po velikoj infiltraciji tako da se prirodna vododrživost ne može postići. Zbog toga se vododrživost ovih akumulacija uvijek postiže na umjetni način, uglavnom primjenom geomebrana-folija.

Osnovni djelovi manje akumulacije:

Izvor: [https://www.gradri.uniri.hr/files/izdavacka\\_djelatnost/Kolo%203%20knjiga%20III.pdf](https://www.gradri.uniri.hr/files/izdavacka_djelatnost/Kolo%203%20knjiga%20III.pdf)

• Bazen;	• Ulazna građevina;
• Brana - nasip;	• Pristupni put;
• Dovodni kanal-cjevovod i kontrolna građevina;	• Prethodno pročišćavanje voda prije upuštanja u akumulaciju;
• Izlazna građevina;	• Preljev;
• Temeljni ispušt;	• Zaštita od isparavanja;
• Uređaj za pročišćavanje vode na izlazu;	• Odvodni cjevovod-kanal sa kontrolnom građevinom;
• Prostorije i prostor za osoblje;	• Ograda;

Akumulacije za potrebe navodnjavanja se grade jednostavno kako bi cijena izgradnje bila što manja. To su najčešće otvorene akumulacije izgrađene u već postojećim udubinama na terenu ili iskopanim udubinama na za to prikladnim lokacijama. Akumulacija se formira tako da se dio potrebnog prostora formira širokim iskopom do potrebne dubine, a ostali potrebni volumen formiranjem nasipa oko akumulacije korištenjem materijala iz iskopa. Na ovaj način se sav iskopani materijal koristi u izgradnji akumulacije - nasipa. Cilj formiranja oblika akumulacije je na što manjem prostoru postići traženi volumen, te postići što manje gubitke, kako u odnosu na istjecanje tako i u odnosu na isparavanje. Stoga je povoljno da je akumulacija što dublja i zatvorena, pokrivena. Pokos bočnih strana akumulacije ovisi o čvrstoći/nosivosti teren, nasipa i načinu formiranja podloge i prekrivke folije. Izvedba akumulacije mora biti takova da se osigura vijek trajanja od 30 godina.



Najveće umjetno jezero u Hrvatskoj je Dubravsko jezero koje je izgrađeno na rijeci Dravi za potrebe hidroelektrane Dubrava.

Izvor: <https://emedjimurje.net.hr/vijesti/drustvo/3138893/dubravsko-jezero-postaje-prelosko/>



#### 4.2.6. POVRŠINSKO NAVODNJAVANJE KRAJOBRAZA

Površinski načini navodnjavanja su najstariji i čine „klasiku“ navodnjavanja poljoprivrednih kultura. Statistika pokazuje da i danas u svijetu još dominiraju sustavi površinskog navodnjavanja (oko 60%) koji su vezani uz tehnologiju uzgoja poljoprivrednih kultura, prije svega riže u zemljama u razvoju. Sustavi za površinsko navodnjavanje temelje se na principu slobodnog tečenja vode u prirodi djelovanjem sile gravitacije pa se stoga i nazivaju gravitacijski sustavi navodnjavanja poljoprivrednih kultura. Temeljni princip površinskog navodnjavanja je da se voda dovodi na proizvodnu površinu gdje u tankom sloju stoji, otječe i upija se u tlo. Prema raspodjeli vode po površini terena, razlikuju se sljedeći načini površinskog navodnjavanja: navodnjavanje u brazdama, navodnjavanje potapanjem (preplavlivanje) i navodnjavanje prelijevanjem (rominjanje). U prošlosti se kod nas uglavnom primjenjivao površinski način navodnjavanja (brazde i prelijevanje). Nakon Drugog svjetskog rata površinsko navodnjavanje sve više zamjenjuju moderni sistemi navodnjavanja o kojima smo već pričali u prethodnim poglavljima. Navodnjavanje infiltracijom iz otvorenih kanala malo se primjenjuje u Hrvatskoj, a pogodni su za specifične uvjete.

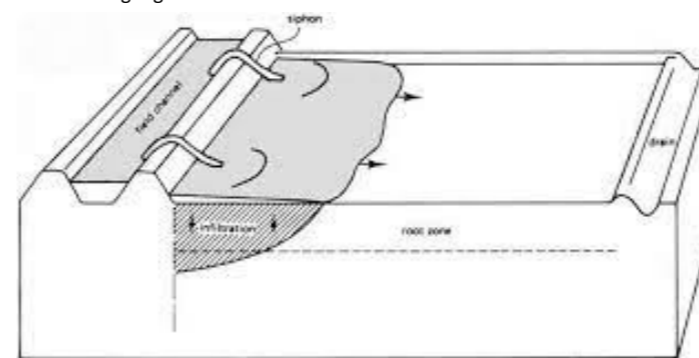
Jedna od površinskih metoda navodnjavanja krajobraza je navodnjavanje brazdama, to je najstariji način navodnjavanja. Sustav navodnjavanja brazdama sastoji se od odvodnog i razdjelnih kanala, razdjelnih brazda za natapanje i prenosivih ustavica (provizornih brana). Razdjelne brazde mogu se zamijeniti plastičnim, gumenim ili metalnim cijevima pomoću kojih se voda prebacuje iz brazda za natapanje. Sustav se može poboljšati upotrebom prenosivog cjevovoda. Tada se dovodni i razdjelni kanali te razdjelne brazde zamjenjuju cijevima. Cijevi su od lakog materijala zbog lakšeg prenošenja. Promjer cijevi obično iznosi 15 cm. Cijevi koje zamjenjuju razdjelne kanale i brazde imaju otvore koji se mogu zatvoriti, što omogućuje izbor brazda u koje se dodaje voda. Prenosivim cijevima osigurava se bolja raspodjela i kontrola dodavanja vode, smanjuju se gubici vode zbog filtracije, pa se mogu smanjiti i obroci navodnjavanja. Omogućuje se navodnjavanje i



na neravnim terenima, povećava se obradiva površina jer nisu potrebni stalni kanali i razdjelne brazde te se poboljšavaju radni uvjeti. Na tlu je tada potrebno samo načiniti brazde za natapanje, a sva se razdjelna mreža kanala i brazda zamjenjuje cijevima. Razmak brazda ovisi o svojstvima tla i uzgajanoj kulturi. Lakša tla upijaju vodu bočno iz brazda do udaljenosti od 40 cm od brazde, srednje teška tla do 60 cm, a teška do udaljenosti od 100 cm. Zbog toga su za uzgoj ratarskih i vrtlarskih kultura brazde za natapanje na razmaku od 50 do 200 cm, a za drvenaste kulture i do 500 cm. Poželjno je da zemljište navodnjavano brazdama bude ravno s ravnomjernim padom (najpovoljniji pad je 2-4%). Dužina brazda ovisi o svojstvima tla i padu terena, a može iznositi 20 do 500 m, a dubina brazde je 15 - 25 cm. Punjenje brazda vodom također ovisi o svojstvima tla i pada terena. Na lakšem tlu, da se smanji ocjeđivanje vode kroz dno brazde, intenzitet ulijevanja vode u brazdu iznosi 0,5 - 1,0 l/s, a na težim tlima taj je intenzitet 0,1 - 0,5 l/s jer je potrebno tlo duže vlažiti. Obrok navodnjavanja ovisi o fizikalnim svojstvima tla, uzgajanoj kulturi i trenutnoj vlažnosti tla. Za većinu poljoprivrednih kultura iznosi 30 do 60 mm. Pri navodnjavanju brazdama samo je dno površine tla u neposrednom dodiru s vodom, dok na ostalom dijelu vladaju normalni zračni uvjeti. Nakon prosušivanja tla procesi nitrifikacije obnavljaju se i u području brazda, gdje su bili privremeno spriječeni zbog nedostatka zraka. Navodnjavanjem brazdama narušava se struktura tla i stvaraju se uvjeti za formiranje pokorice.

Izvor: www.google.com

Izvor: www.google.com



terena. Parcelice su odvojene manjim zemljanim nasipima visine 20 cm do 30 cm, širine 15 m do 20 m i dužine oko 100 m. Praksa navodnjavanja prelijevanjem može se obavljati niz prirodni ili umjetni obronak ili padinu. Potrebni padovi terena mogu biti između 1% i 3% u smjeru dužine stranice što omogućava tečenje vode po površini. Debljina prelijevnog mlaza je između 5 cm i 10 cm u zavisnosti od nagiba terena, dužine parcele, tipa i mehaničkog sastava tla. Navodnjavanje prelijevanjem ima više nedostataka. Zahtjeva velike i precizne zemljane radove za uređenje parcelica i cijeloga sustava. Pri navodnjavanju se vlaži cijela površina pa dolazi do pogoršanja fizikalni i vodnih svojstava tla, erozije i raspadanja strukturnih agregata.

Navodnjavanje potapanjem ili preplavlivanjem moguće je izvesti pomoću dva sustava; sustavom kasete i sustavom lokvi. Za navodnjavanje potapanjem teren se mora pripremiti ravnanjem i izradom zemljanih pregrada kojima se stvaraju ograđene proizvodne parcelice (kasete, okna, čekovi). Veličine kasete su vrlo različite, od 1 ha do 2 ha pa i veće u zavisnosti od raspoloživa zemljišta. Mogu biti pravilnoga ili nepravilnoga oblika prema konfiguraciji terena. Navodnjavanje potapanjem sustavom kasete se najčešće koristi u uzgoju riže (Kina, Indija, Indonezija, Malezija).

Uobičajeno su to veliki sustavi površinskog navodnjavanja s vrlo složenim hidrotehničkim građevinama za dovođenje, raspodjelu i odvođenje vode po završetku vegetacije. Prilikom navodnjavanja potapanjem upotrebljavaju se ogromne količine vode koje plave velike površine te se stvaraju močvarni uvjeti, a pogoršavaju se vodo-zračni režim i mikrobiološka aktivnost tla. Zbog toga je na navodnjavanju poljima nužno izgraditi dobar i učinkovit sustav odvodnje radi brzoga odvođenja suvišnih površinskih i podzemnih voda.



Punjab, zemlja 5 rijeka

Izvor: <https://smartwatermagazine.com/blogs/laura-f-zarza/punjab-land-five-rivers-turned-indias-breadbasket>

Navodnjavanje prelijevanjem ili rominjanjem se manje primjenjuje kod nas. Pretežito se koristi za višegodišnje kulture kao što su lucerna, djetelina i djetelinsko-travne smjese, livade i pašnjaci. Osnovni princip navodnjavanja prelijevanjem je da se voda prelijeva (rominja) preko uređene površine na nagibu i u tankome sloju upija u tlo. Primjena ovoga načina navodnjavanja zahtjeva preciznu pripremu zemljišta. U svrhu ravnomjerne raspodjele vode, navodnjavana površina se dijeli na parcele koje su najčešće u obliku uskih traka, a širina im se prilagođava konfiguraciji

Ovo malo poznato zemljište nalazi se u plodnoj poplavnoj ravnici na sjeverozapadu Indije u podnožju Himalaje te sadrži opsežni sustav kanala za navodnjavanje koji su bazirani na metodi prelijevanja. Kombinacija kiše i važne mreže navodnjavanja omogućuje uzgoj širokog spektra usjeva osim pšenice: od šećerne trske do riže basmati koja se izvozi u ostatak svijeta. Na taj je način Indija bila u stanju riješiti nesigurnost hrane koja je prijetila zemlji otkad je postala neovisna 1947. godine, osiguravajući kroz godine samodostatnost hrane kroz poljoprivredu, kao i širenje svog tržišta i ekonomskog bogatstva.

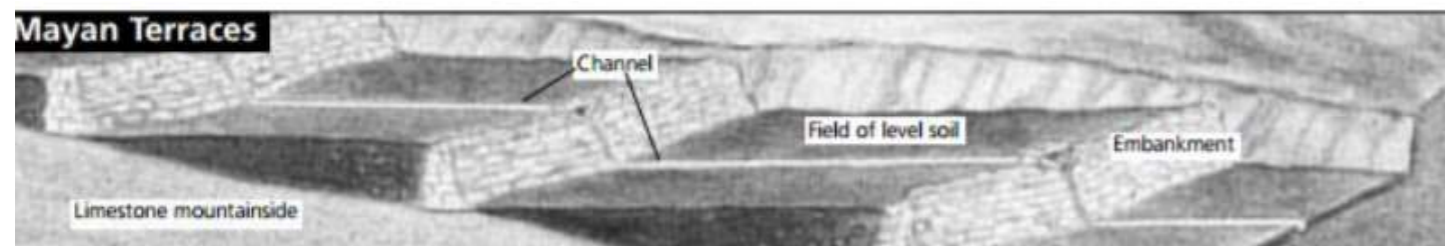
#### 4.2.7. PRIMJERI SUSTAVA ZA NAVODNJEVANJE ISKORIŠTAVANJEM POTENCIJALA KRAJOBRAZA



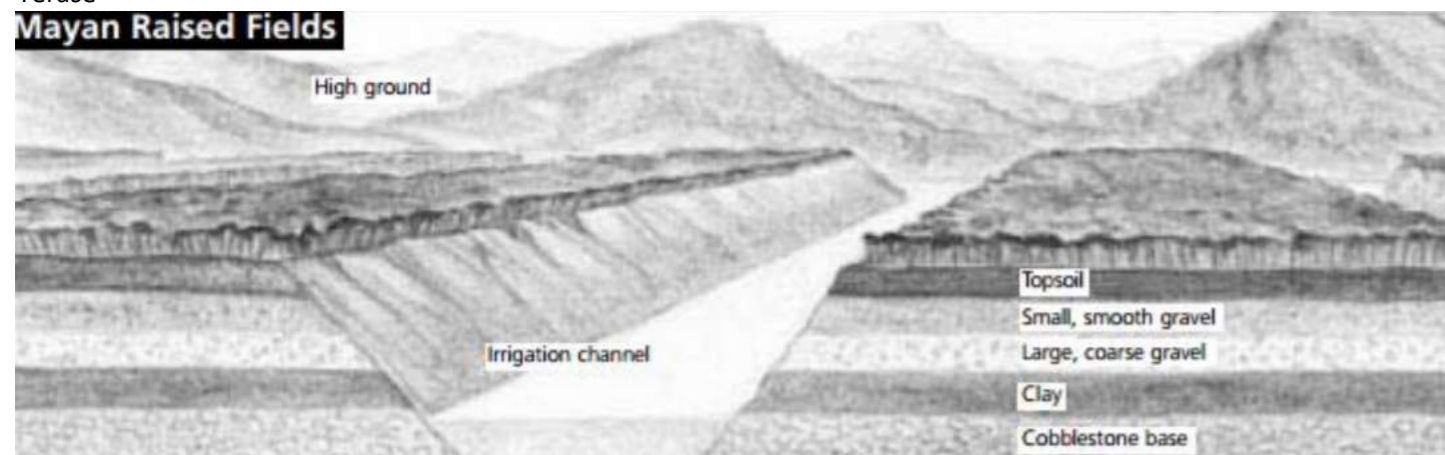
Carstvo Maja započelo je u centralnom Meksiku oko 400. godine. Kako je njihova populacija rasla, Maje su trebale povećati zalihe hrane. Kao rezultat, inovativni majanski farmeri razvili su drukčije tehnike uzgoja kako bi savladali različite geografske prepreke.

Izvor: [www.google.com](http://www.google.com)

Prva ilustracija ispod pokazuje kako su se Maje suočile sa brdovitim krajolikom. Gradili su terase - uske i produžene redove, ali u razini tla - na nagnutim stranama planine. Nasip od kamenja sprječavao je da se gornji sloj zemlje spusti nizbrdo i odvodni kanal navodnjavao je usjeve na svakoj razini. U vlažnim nizinama, otjecanjem vode niz planine često je dolazilo do poplava u poljima uništavajući tako njihove usjeve. Druga ilustracija pokazuje kako su savladali poplave. Radili su na povišenom tlu kako bi omogućili da višak vode otječe u kanal. Zatim su koristili kanale za navodnjavanje kako bi kontrolirali gdje će voda ići i koliko vode žele koristiti za navodnjavanje. Često bi usmjeravali višak vode na područja koja su previše udaljena od planina da bi primila vodu. Maje su kupili zemlju sa dna kanala i širili je preko suhog područja kako bi napravili polja. Ove tehnike omogućavale su Majama da uzgajaju na gotovo svim vrstama tla. Kao rezultat, živjeli su na bogatoj prehrani od kukuruza, graha, avokada, lubenica, tikva.



Terese

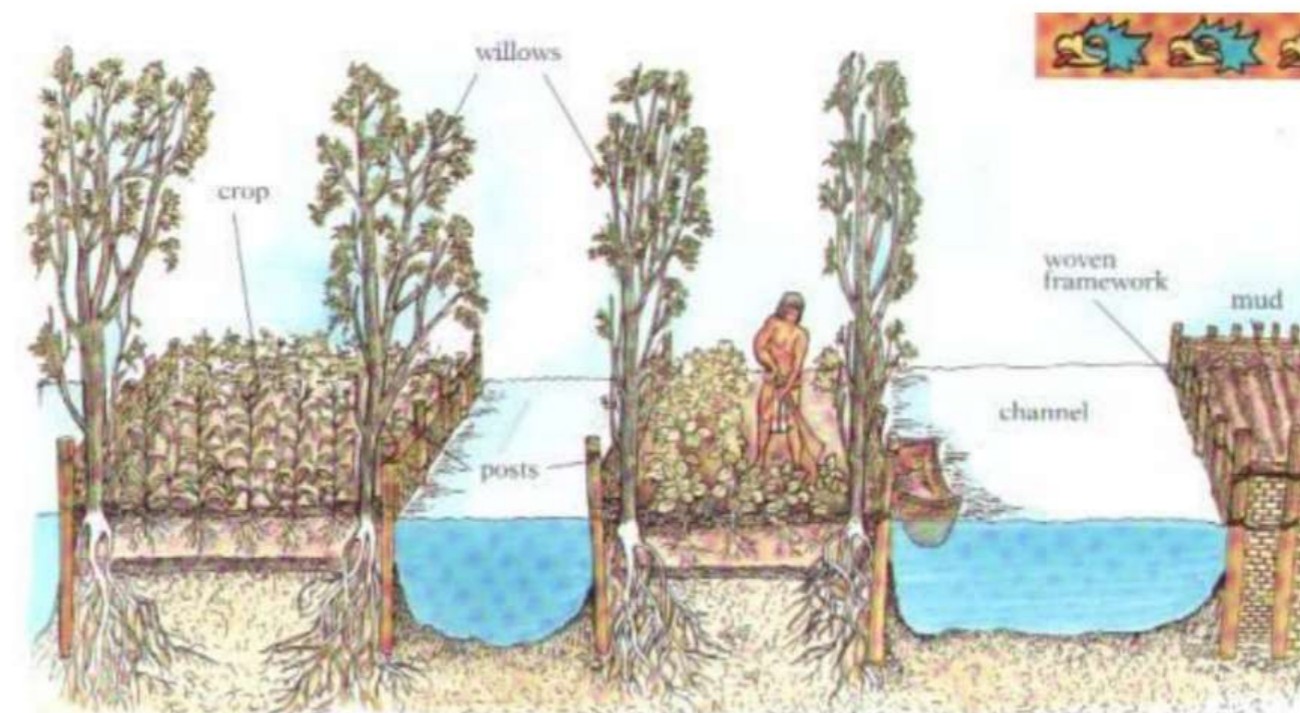


Podignuta polja

Izvor: [www.weebly.com](http://www.weebly.com)

Poljoprivreda Asteka postala je najpoznatija zbog genijalnih plovećih vrtova (chinampas), na kojem su seljaci uzgajali razne kulture. Između chinampasa nalazili su se plovni kanali kojima se roba u čamcima mogla dopreмати. Građeni su na plitkom jezerskom sloju na kojem su stavljali šiplje u obliku pravokutnika koje je služilo kao ograda. Ograđeni prostor je zatim bio pokriven blatom, jezerskim talogom i raspadajućom vegetacijom. Često su stabla poput vrbe i čempresa sađena na rubovima da služe kao zaštita povećim vrtovima. Chinampas nisu bili jedini način uzgoja koji su se koristili. Bilo je i usjeva na kopnu, kao i u vrtovima, i mali osobni vrtovi i veliki eksperimentalni vrtovi. Vrtovi su bili uobičajena pojava u kućama vladajuće klase. Ljudi su također sakupljali prirodno rastuću hranu, kao što su alge u vodi. Farme su uključivale usjeve

poput kukuruza, graha i tikve. Rajčica i chili, su također bili popularni usjevi. No, vrtovi i posebno chinampas bili su korišteni za uzgoj velikog broja cvijeća, čineći asteška poljoprivredna zemljišta još bujnijim i šarenijim mjestom.



Chinampas, ploveći vrtovi

Izvor: [www.google.com](http://www.google.com)

Dujiangyan je sustav za navodnjavanje kojeg je 256. pr. Kr., u vrijeme Razdoblja zaraćenih država sagradilo drevno kinesko kraljevstvo Qin. Nalazi se na rijeci Min u današnjoj kineskoj pokrajini Sečuan, kraj glavnog grada Chengdua. On se sve do danas koristi za navodnjavanje gotovo 5.300 kvadratnih kilometara zemlje u tom kraju. Sustav za navodnjavanje Dujiangyan se sastoji od dva glavna dijela, sustava Weir i navodnjavane površine. Sustav Weir čini srce sustava, on prima vodu iz gornje doline rijeke Minjiang, i sastoji se od tri glavna elementa: brana-prijemnica Yuzui ("nasip ribljih usta") se nalazi na ispustu rijeke Minjiang gdje je voda iz gornje doline preusmjerena na Vanjski i Unutarnji kanal. Stari (unutarnji) kanal slijedi tijek Minjiang rijeke, a drugi (vanjski) teče u ravnici Chengdu kroz prolaz Baopingkou. On služi bitnoj funkciji zaobilaznja znatne količine mulja koji donosi rijeka. Tako se potpuno iskorištava zavoj, usmjeravanjem površinskih voda s niskim koncentracijama mulja u Unutarnji kanal, a teških muljevitih voda u Vanjski kanal.



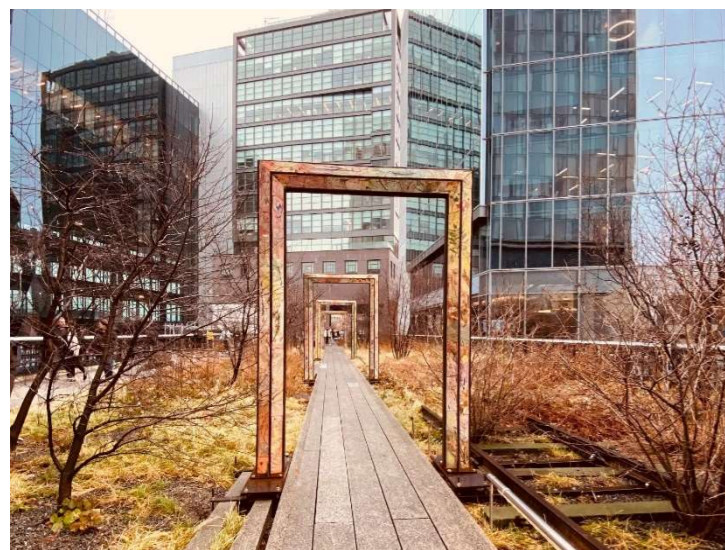
Izvor: [www.google.com](http://www.google.com)

#### 4.3. REFERENTNI PRIMJERI ODRŽIVOG KRAJOBRAZA

HIGH LINE PARK, NY- James Corner Field Operations, Diller Scofidio + Renfro, and Piet Oudolf



Ikona suvremene krajobrazne arhitekture. Park je izgrađen na zapušenom, južnom dijelu vijadukta zapadne linije New York Central Railroada. Područje je redizajnirano kao pasarela sa živim sustavom koji uključuje krajobraznu arhitekturu, urbani dizajn i ekologiju. Linearni povišeni park se proteže na 2,33 km i otvoren je svakodnevno od 7 do 19h. Do njega se može doći kroz jedanaest ulaza, od kojih je pet dostupno osobama s invaliditetom (pristup preko lifta). Atrakcije parka uključuju naturalizirane zasade nadahnute biljkama koje su rasle na zapušenim stazama i poglede na grad i rijeku Hudson. Betonske šetnice od šljunčanog crijepa prate dinamiku okoliša i vremenskih uvjeta te dopuštaju biljnim vrstama da koloniziraju popločana područja. Biljna paleta od 120 vrsta pomno je dizajnirana od strane krajobraznog arhitekta Pieta Oudolfa i nije ograničena samo na domaće vrste. High Line također ima kulturne atrakcije kao dio dugoročnog plana da se u parku održavaju privremene instalacije i performansi.



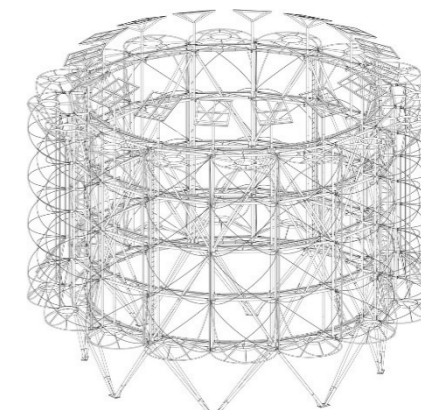
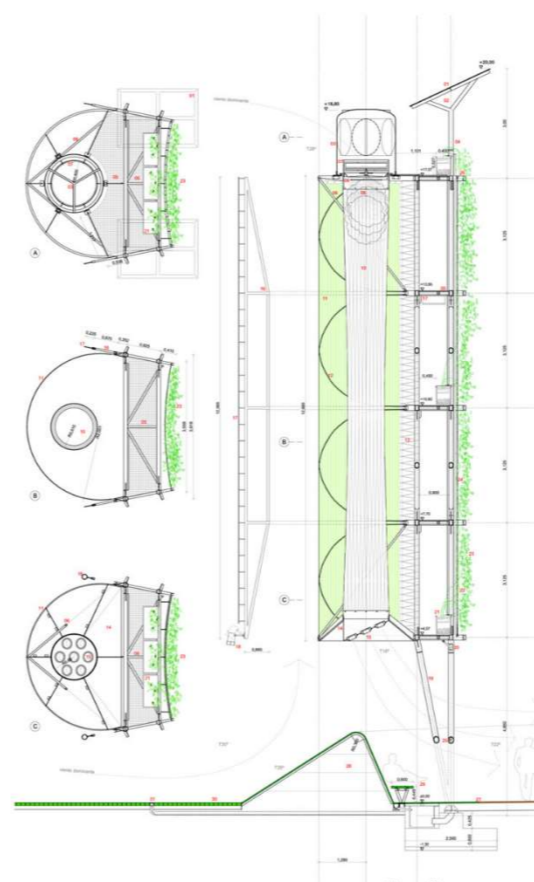
Izvor: <https://www.thehighline.org/>

ECOBULEVAR DE VALLECAS, Španjolska- tvrtka Ecosistema Urbano



Cilj ovog projekta bio je dvojak, s jedne strane, imao je socijalni aspekt, koji je težio stvaranju društvenih aktivnosti u kojima nisu sudjelovali samo stanovnici novih naseljenih područja, već i svi koji su to željeli; a s druge strane projekt je čisto ekološko okruženje koje je imalo svrhu na bioklimatski način prilagoditi vanjski prostor nove urbanizacije, čime bi se postigao pasivni klimatizacijski sustav, potpomognut sustavom hlađenja-evapotranspiracijom (staklenici koji smanjuju temperaturu oko 10° (uzimajući u obzir vlažnost i temperaturne uvjete u svakom trenutku). Da bi se postigli ovi ciljevi, postavljena su tri paviljona - zračna stable društveni energizatori. Arhitekti se u ovom slučaju bave dizajnom prostora i aktivnosti. Ova tri paviljona ili zračna stabla funkcioniraju kao otvorena podrška za više aktivnosti, koje korisnici moraju odabrati. Upotreba ovih građevina je privremena, jer kada se otklone problemi zbog kojih su uspostavljeni (nedostatak društvene aktivnosti i loša klimatizacija), uređaji se mogu demontirati, što od tog trenutka čini čistinu u šumi koja će biti stvorena uzgojem zasađenih stabala. Izgrađeni su od laganih materijala za recikliranje te sadrže fotonaponske sustave za hvatanje sunčeve energije. Paviljoni su izdignuti na vertikalne cjevaste cilindre koji završavaju sakupljačima zraka, katovi se sastoje od metalnih skela koje podupiru superponirane poligonalne šetnice u kojima se nalaze đardinjere sa biljkama penjačicama.

izvor: <https://ecosistemaurbano.com/eco-boulevard/>





Park je planiran u sklopu projekta Clichy Batignolles- ekološko susjedstvo na sjeveroistoku Pariza od 45 hektara, nastalo na području nekadašnje željezničke platforme. U srcu četvrti nalazi se park Martina Luthera Kinga, veličine 10 ha. Okarakteriziran je kao povezujući prostor te nudi širok spektar aktivnosti na otvorenom, uz mnoštvo vodenih i uređenih okoliša. U središtu se parka, s obje strane, protežu vodene površine te očuvani unutarnji pariški željeznički prsten. Načela održivog razvoja snažna su potreba programa, a rezultiraju primjenom energije i upravljanjem vodnim resursima: uporaba načela upravljanja navodnjavanjem (minimalni protok kanalizacijske mreže, uporaba kišnice i recikliranje vode, spremnici za navodnjavanje) , uporaba solarnih panela, primjena vjetroagregata za recirkulaciju vode i korištenje opreme male snage za osvjetljenje.



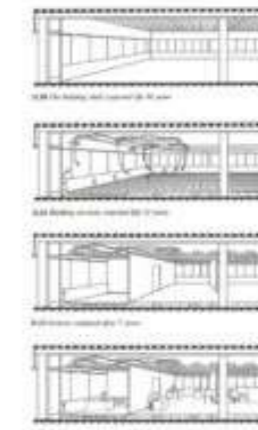
Izvor: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/767976/parque-martin-luther>



*Zgrade nisu napravljene od stakla, betona i kamena; već od slojeva vremena.*

*Frank Duffy, 1992.*

Koncept pomičnih slojeva osmislio je britanski arhitekt Frank Duffy krajem 80ih godina. On preuzima ideje iz rada ekologa O'Neilla te ih prevodi u jezik arhitekture. O'Neill je postavio tezu da u prirodi postoje procesi koji djeluju u različitim vremenskim okvirima te kao rezultat toga između njih postoji malo ili nimalo razmjene energije. Duffy je tu ideju prenio na arhitekturu i utvrdio da su zgrade napravljene od slojeva vremena. Uvodi podjelu komponenata zgrade na 4 osnovna sloja: shell (ovojnica), services (usluge), scenery (krajolik), set (namještaj). Svaki sloj se razvija u različitim vremenskim periodima.



**SHELL 60**  
**SERVICES 15**  
**SCENERY 7**  
**SET 0**

Izvor: <http://www.mayonissen.com/blog/?p=1488>

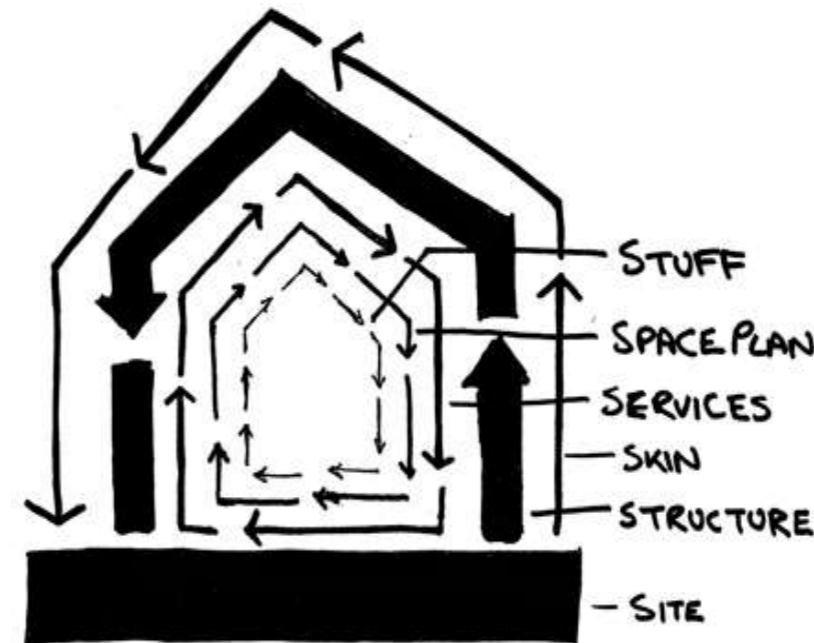
Shell (ovojnica)-tradicionalna struktura zgrade može trajati 30-60 godina.

Services (usluge)-vodovod, ventilacija, struja, uređaji koji se mijenjaju svakih 15 godina.

Scenery (krajolik)-raspored pregrada i spuštene stropove koji traju 5-7 godina.

Set (namještaj)- raspored namještaja koji se može mijenjati svakih nekoliko mjeseci, tjedana ili čak češće.

Izvor: [https://en.wikipedia.org/wiki/Shearing\\_layers](https://en.wikipedia.org/wiki/Shearing_layers)



Koncept smicanja slojeva dovodi do principa arhitektonskog dizajna, poznatog kao tempo-slojevitosti. Ovaj pojam uvodi Stewart Brand, početkom 90ih, u svojoj knjizi „ Kako zgrade uče“. Preuzima Duffyjevu osnovnu ideju opisujući sastavnice zgrade kao “ Shearing Sheers” te joj pridodaje ikonični vizualni oblik i proširuje Duffyjev popis na 6 slojeva: site (mjesto), structure (struktura), skin (koža), services (usluge), space plan (plan prostora), stuff (stvari). Počinje od mjesta- zemljopisnog okruženja, urbanog položaja i zakonski definiranog zemljišta čiji vremenski period definira kao vječan. Struktura zgrade ima život od 30 do 300 godina. Slijedi koža, vanjska površina, koja se mijenja svakih 10 godina kako bi se išlo u korak s vremenom i trendovima.

Zatim, kao i kod Duffyija, postoje usluge- radna osnova zgrade. Oni se troše ili zastarijevaju svakih 7 do 15 godina. Plan prostora su unutarnji zidovi, stropovi, podovi, vrata koji se mijenjaju ovisno o vrsti namjene. Komercijalni prostor može se mijenjati svake 3 godine, dok obiteljske kuće mogu ostati nepromjenjene i do 30 godina. I zadnji sloj su stvari- namještaj, aparati, lampe, sve ono što se ubraja u predmete svakodnevnog upotrebe i stoga se mogu mijenjati na svakodnevnoj bazi.

Svrha cijelog koncepta je raspoređivanje različitih slojeva kako bi se omogućila maksimalna prilagodljivost. Brži slojevi (usluge) nisu ometani sporijim ( struktura), a što je smicanje slojeva veće, to je promjena brža.

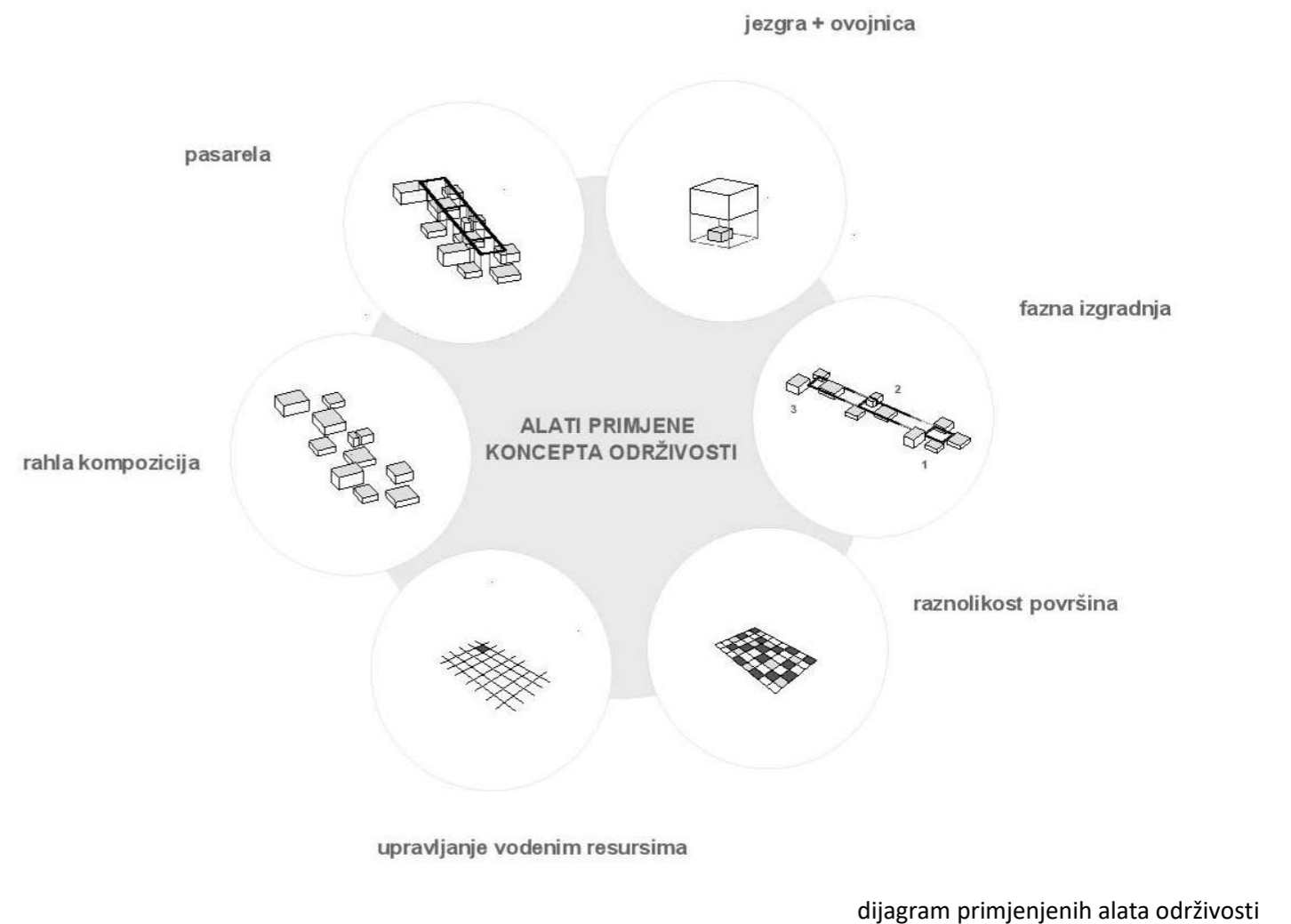
## 5.0. ZAKLJUČAK

Istraživanje provedeno kroz komentorski rad predstavlja svojevrsan pojmovnik primjenjivih mogućnosti održivog pristupa. Nakon opsežne potrage za univerzalnom formulom koja garantira uspješan održivi razvoj u kontekstu održive arhitekture dolazimo do zaključka da takvo što ne postoji. Održivi razvoj je sve, osim univerzalan. Što smo mogli primjetiti već na samom početku traženja definicije koncepta održivog razvoja. No ipak, ono što je univerzalno u konceptu održivog razvoja jest pristup. Način razmišljanja koji odgovara na potrebe današnjice sa istovremenom vizijom dugoročnih učinaka. Ova rečenica definira prvi korak održivog koncepta i jedini koji se može definirati. Nakon toga priča postaje subjektivno objektivna. Oksimoron koji utjelovljuje ravnotežu.

Regeneracija donjeg toka rijeke Žrnovnice projekt je krajobrazne arhitekture koji u svojim temeljnim postavkama implementira ideje održivog razvoja i arhitekture. Podrazumijeva proces postizanja ravnoteže između gospodarskih, socijalnih i ekoloških zahtjeva cijelog područja toka rijeke Žrnovnice, kako bi se osiguralo zadovoljavanje potreba zajednice, bez ugrožavanja budućih generacija svih živih bića na tom području. Novi znanstveno-edukativni centar postaje žarište prostorne cjeline i novo kulturno-rekreativno središte s ciljem zaštite postojećeg bogatstva biosfere. Načela održivog razvoja snažna su potreba lokaliteta i programa, a rezultiraju primjenom pažljivo odabranih metoda. Primjena istih započinje u konceptualnoj fazi arhitektonskog projektiranja. Odabir rahle kompozicije koja se sastoji od manjih volumena uvjetuje prostore sa pogodnom prirodnom insolacijom, prostorima kroz koje prirodno cirkulira zrak i ostalim elementima koji pridonose konceptu održivosti i energetske učinkovitosti. Rahla kompozicija interpretira već postojeći urbani uzorak lokaliteta naglašavajući pritom i važnost identiteta mjesta. Pravilni kubusi objedinjeni su pasarelom koja je izdignuta od razine prirodnog terena te funkcionira kao komunikacijska os i u slučaju podizanja razine vode na lokaciji, a i kao sjenilo za vrućih ljetnih dana. Takvo riješenje predviđa najgore ishode trenutnih klimatskih prognoza i suočava se s problemima istih. Glavni diskurs prostorne organizacije kubusa su jezgra i ovojnica. Odabir ta dva elementa uvjetovan je primjenom metode analize troškova životnog ciklusa (Life Cycle Cost Analysis). Prema LCCA metodi cjeloukupni trošak nekog proizvoda (u ovom slučaju objekta) uzima u obzir sve troškove stjecanja, posjedovanja i raspolaganja istim. Tijekom životnog vijeka zgrade, trošak rada i održavanja iste može biti višestruko veći od troška početne gradnje. Upravo iz tog razloga, pomoću LCCA metode, konceptualna projektna odluka korištenja elementa ovojnice i jezgre propitkuje aspekt korištenja zgrade, razmatrajući pri tome trošak gradnje i korištenja. Jezgra zbog tlocrtna dispozicije i odabira materijala u konceptualnim arhitektonskim postavkama ima svoje energetske uvjete i na taj način postaje neovisna od ovojnice što postaje energetska koncept za održivost gradnje. Osim energetske koncepta, elementi jezgre i ovojnice referiraju se i na prethodno spomenuti koncept posmičnih slojeva. Međusobna nezavisnost jezgre kao jednog sloja i ovojnice kao drugog, osigurava maksimalnu prilagodljivost u vidu potrebnih zamjena, prilagodbe i podizanja energetske učinkovitosti u budućnosti. Tema prilagodbe se ponavlja i izvan okvira pojedinačnih kubusa, kroz cijelu prostornu kompoziciju. Komplex u fazi izvedbe ima mogućnost primjene fazne izgradnje. Podjelom pasarele u zasebne sektore omogućena je neovisna adicija volumena po potrebi i mogućnostima.

Primjenom primarnih metoda održive krajobrazne gradnje (zelene i plave infrastrukture) područje donjeg toka rijeke Žrnovnice postaje zelena infrastruktura stvarajući prepoznatljivu cjelinu i fizičku povezanost između određenih dijelova zelenih površina te programsko-funkcionalnu povezanost u smislu udovoljavanja različitim zahtjevima korisnika, pri čemu su korisnici ljudi, životinje i biljke. Obuhvat integrira različite zelene površine za svakog korisnika. Osim sadržaja za ljude kao što su uređene zelene površine i parkovi sa različitim namjenama te poljoprivredne površine raznolikih postojećih biljnih kultura, veliki postotak površine zauzimaju prirodne i pošumljene zelene površine sa svrhom očuvanja prirodnog staništa flore i faune. Plava infrastruktura, druga primarna metoda održivog krajobraza implementirana u projekt, uključuje iskorištavanje potencijala rijeke Žrnovnice i njezinih pritoka u svrhu održive poljoprivrede. Neki od zahvata su regulacija postojećih pritoka na području, iskorištavanje geografskog položaja istih pri planiranju kanalne mreže za navodnjavanje i izgradnja površinskog vodospremišta (akumulacije) koje ima funkciju usklađivanja potreba za vodom sa raspoloživim resursima. Pažljivo i učinkovito upravljanje vodom temeljna je postavka ovih intervencija i od iznimne je važnosti kao cjeloviti poljoprivredni pristup koji pruža okvir za provedbu održive poljoprivrede i razvoja.

Primjena oba principa je uz brojne okolišne funkcije i pogodnosti, stvorila i brojne društvene, odnosno gospodarske prilike. Obuhvat postaje glavni akter društvene aktivnosti stvarajući brojna radna mjesta i doprinoseći kulturološkom i povijesnom krajobrazu. Upravo u tome leži smisao cijelog koncepta održivosti. Provedba riješenja od kojih korist imaju i ljudi i ekosustavi te mjestima daju identitet kao i krajobraz u kojem žive sada i u budućnosti jednakom kvalitetom.



## 06 IZVORI

### POGLAVLJE 01

<https://www.split.hr/ukljuci-se/prostorno-planska-dokumentacija/planovi-na-snazi/gup-splita>  
<https://www.split.hr/ukljuci-se/prostorno-planska-dokumentacija/planovi-na-snazi/ppu-grad-splita>  
Diplomski rad Prostor između rijeke Žrnovnice i Jesenica u rimsko doba 2020. Vrcelj Eleonora, Sveučilište u Splitu  
Znanstveni rad Žrnovnica od davnine do turske vlasti, Joško Kovačić 2003.  
<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=67812>  
<https://oblica.fullbusiness.com/o-nama/povijest-zrnovnice.htm>  
<https://www.dalmacijadanas.hr/udruga-zrvanj-zupana-i-splitsku-dogradonacelnicu-upoznala-s-prirodnom-i-kulturnom-bastinom-zrnovnice/>  
<http://www.zrnovnica.hr/>  
<https://www.dalmacijadanas.hr/zeleni-raj-nekoliko-kilometara-od-splita-jeste-li-posjetili-setnicu-uz-rijeku-zrnovnicu-u-rano-proljece-izgleda-carobno/>  
<https://geoportal.dgu.hr/>  
<https://www.dzs.hr/>  
<https://www.prirodoslovni.hr/Karte/Zrnovnica.html>

### POGLAVLJE 02

-[www.prirodoslovni.hr](http://www.prirodoslovni.hr)  
-[https://hr.wikipedia.org/wiki/%C5%BDrnovnica\\_\(rijeka\)](https://hr.wikipedia.org/wiki/%C5%BDrnovnica_(rijeka))  
-[www.dalmacija.hr](http://www.dalmacija.hr) EZO Korešnica  
-<https://www.gastrobajter.com/2016/11/11/antonicin-mlin-oaza-uz-zrnovnicu-u-kojoj-vrijeme-stoji/>  
-Geo-cad d.o.o. Elaborat izvorišta Jadr i Žrnovnice  
-Hrvatska agencija za okoliš i prirodu <http://www.bioportal.hr/>  
-<http://javni-podaci.hr/summary/>  
-<http://visitpodstrana.hr/opodstrani/rijeka-zrnovnica/>  
-[plan\\_navodnjavanja\\_za\\_podrucje\\_splitsko\\_dalmatinske\\_zupanije.pdf](http://plan_navodnjavanja_za_podrucje_splitsko_dalmatinske_zupanije.pdf)  
(<https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/>)  
-<https://meteo.hr/index.php>  
-<https://www.hgi-cgs.hr/>  
-[https://ec.europa.eu/environment/basics/natural-capital/biodiversity/index\\_hr.htm](https://ec.europa.eu/environment/basics/natural-capital/biodiversity/index_hr.htm)  
-<https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/society/20200519STO79424/ugrozene-vrste-u-europi-cinjenice-i-brojke-infografika>  
-[https://www.wwfadria.org/hr/sto\\_radimo/priroda/bioraznolikost/](https://www.wwfadria.org/hr/sto_radimo/priroda/bioraznolikost/)  
-[https://bib.irb.hr/datoteka/894179.DIPLOMSKI\\_RAD\\_Koritenje\\_vode\\_u\\_kontekstu\\_odrive\\_poljoprivrede-03.07.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/894179.DIPLOMSKI_RAD_Koritenje_vode_u_kontekstu_odrive_poljoprivrede-03.07.pdf)  
-<http://np-krka.hr/stranice/iris-perunika-newsletter/241/hr.html>  
-<http://prirodahrvatske.com/bioraznolikost-2/>

### POGLAVLJE 03

Energetska učinkovitost i održiva gradnja Boris Žakula 2015 (<https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:137:933611>)  
Izgradnja obiteljskih kuća po principima održive gradnje Tomislav Raguž (<https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:955934>)  
<http://free-os.htnet.hr/diplomski/siromastvo.htm>  
<https://bib.irb.hr/datoteka/350196.brosura.indd.pdf>  
<https://drive.google.com/file/d/1Bs147Cvh88oHdQGCEB0iQVE-4aKKVeZx/view>  
<https://www.odraz.hr/publikacije/publikacija/novi-izazov-globalni-ciljevi-odrzivog-razvoja-do-2030/>  
[http://www.arhiteko.hr/menu.html?http://www.arhiteko.hr/\\_polistiren.html](http://www.arhiteko.hr/menu.html?http://www.arhiteko.hr/_polistiren.html)  
<https://www.zelena-gradnja.hr/>  
<https://www.bib.irb.hr/944944>  
<https://www.fabrika-arhitekti.com/hr/vaznost-zelene-gradnje/>  
[http://www.arhiteko.hr/menu.html?http://www.arhiteko.hr/\\_izvori.html](http://www.arhiteko.hr/menu.html?http://www.arhiteko.hr/_izvori.html)  
Montažna arhitektura kao model održivosti Viktorija Horvatić 2020. Zagreb  
Održiva gradnja, održivi materijali Ivana Banjad Pečur, Sveučilište u Zagrebu  
D. Bačun: "E-održivost, globalna inicijativa", ISO Forum Croaticum, 2003  
Zbašnik Senegačnik, M. (2009). Pasivna kuća, Zagreb, SUN ARH d.o.o

### POGLAVLJE 04

-<https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/13982>  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Eco-bulevar\\_de\\_Vallecas](https://es.wikipedia.org/wiki/Eco-bulevar_de_Vallecas)  
<https://ecosistemaurbano.com/eco-boulevard/>  
<https://www.thehighline.org/>  
[https://en.wikipedia.org/wiki/High\\_Line](https://en.wikipedia.org/wiki/High_Line)  
<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/767976/parque-martin-luther>  
<https://www.designboom.com/architecture/champs-elysees-plan-pca-stream-01-11-2021/>  
<https://www.eea.europa.eu/hr/articles/zelena-infrastruktura-bolji-zivot-uz>  
<https://greenbuildingelements.com/2010/06/24/landscaping-part-of-sustainable-building-too>  
<https://www.pgpedia.com/s/sustainable-sites-initiative>  
<https://brightonandhovebuildinggreen.files.wordpress.com/2017/07/johnstone-and-newton-building-green.pdf>  
<https://ecosistemaurbano.com/eco-boulevard/>  
[https://www.gradri.uniri.hr/files/izdavacka\\_djelatnost/Kolo%203%20knjiga%20III.pdf](https://www.gradri.uniri.hr/files/izdavacka_djelatnost/Kolo%203%20knjiga%20III.pdf)  
[http://www.obz.hr/hr/pdf/poljoprivredni\\_info\\_pult/2010/Navodnjavanje.pdf](http://www.obz.hr/hr/pdf/poljoprivredni_info_pult/2010/Navodnjavanje.pdf)  
[https://hr.wikipedia.org/wiki/Dujiangyan\\_sustav\\_za\\_navodnjavanje](https://hr.wikipedia.org/wiki/Dujiangyan_sustav_za_navodnjavanje)  
<https://repozitorij.fazos.hr/islandora/object/pfos%3A810/datastream/PDF/view>  
<http://www.mayonissen.com/blog/?p=1488>  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Shearing\\_layers](https://en.wikipedia.org/wiki/Shearing_layers)

### POGLAVLJE 05

#### ZAKLJUČAK

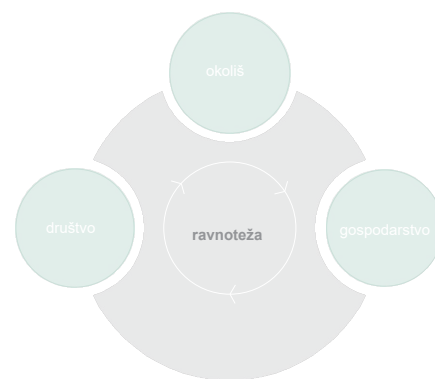
<https://www.fs.fed.us/t-d/pubs/htmlpubs/htm08732839/page01.htm>  
<https://www.wbdg.org/resources/life-cycle-cost-analysis-lcca>



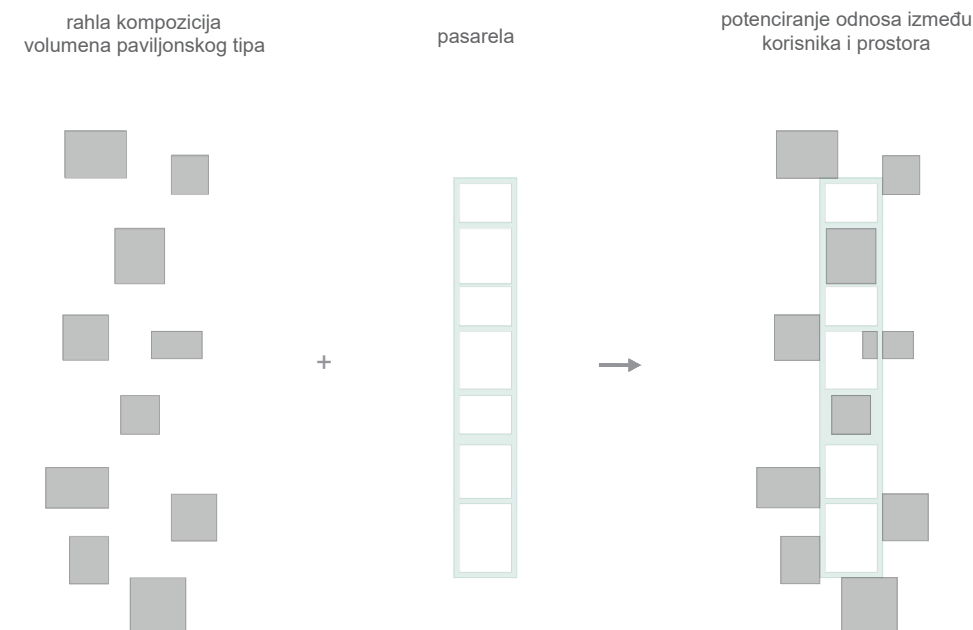


Predviđena lokacija područje je iznimno bogato prirodnim resursima i bioraznolikošću. Komentorskim radom definirani su svi važni parametri održivog projektiranja na osjetljivom području, kao što je to donji tok rijeke Žrnovnice. Upoznali smo se sa identitetom mjesta i rijekom koja njime teče i utemeljuje čvrstu sponu između krajobraza i kulture. Nakon opširog istraživanja različitih mogućnosti održivog pristupa utvrdili smo jedinstven koncept održivosti koji uz zaštitnu ulogu vezanu za bioraznolikost i bogatstvo prirodnih resursa i kulturne baštine, imperativ stavlja i na rješavanje postojeće ekološke problematike i trenutnih potreba zajednice, kao i onih u budućnosti. Na taj način **regeneracija mjesta postaje** ujedno i **generacija novog** izletišta te ishodišna točka revitalizacije istočne periferije, ostavljene u sjeni centralizirane prošlosti grada Splita.

Glavni diskurs održivog prostornog koncepta je **ostvarenje ravnoteže**. Stvaranje prostora sa utopijskim afinitetima u kojem se ostvaruje ravnopravna koegzistencija svih korisnika. **Adicija slojeva** postaje metoda simbioze postojeće biosfere i utjecaja čovjeka. Prvi layer definira ortogonalna matrica komunikacijskih osi kojima je svrha omogućiti protočnost i pristupačnost na cijeloj parceli. Raster zelenih ruta definira mozaik partera kao reinterpretaciju kontekstnog oblikovanja polja i propitkuje temu zoniranja. Unutar rasteriziranih polja smještaju se javni sadržaji raznolike namjene: hortikultura, agrikultura, te istraživački, edukativni, društveni i sportski sadržaj. Na layer mozaika postavljamo vodoopskrbnu mrežu kanala koja uz zaštitnu ulogu ima i funkciju opskrbljivanja poljoprivrednih površina sa raspoloživim prirodnim vodenim resursima.

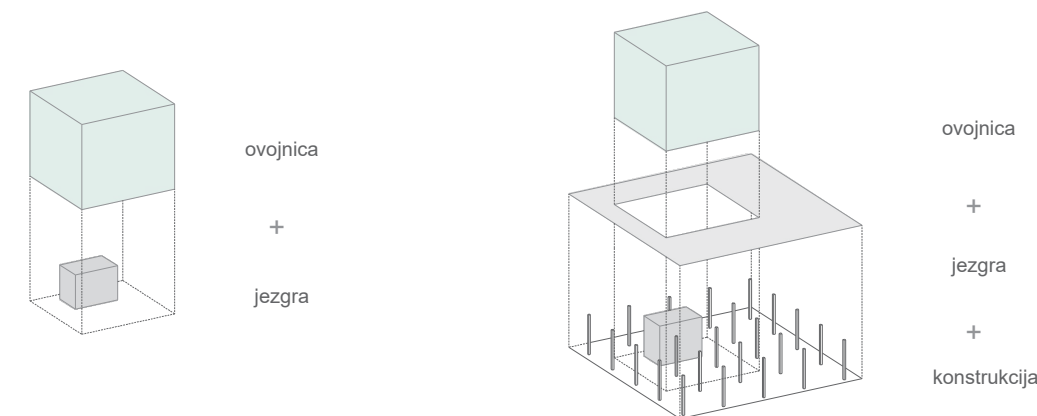
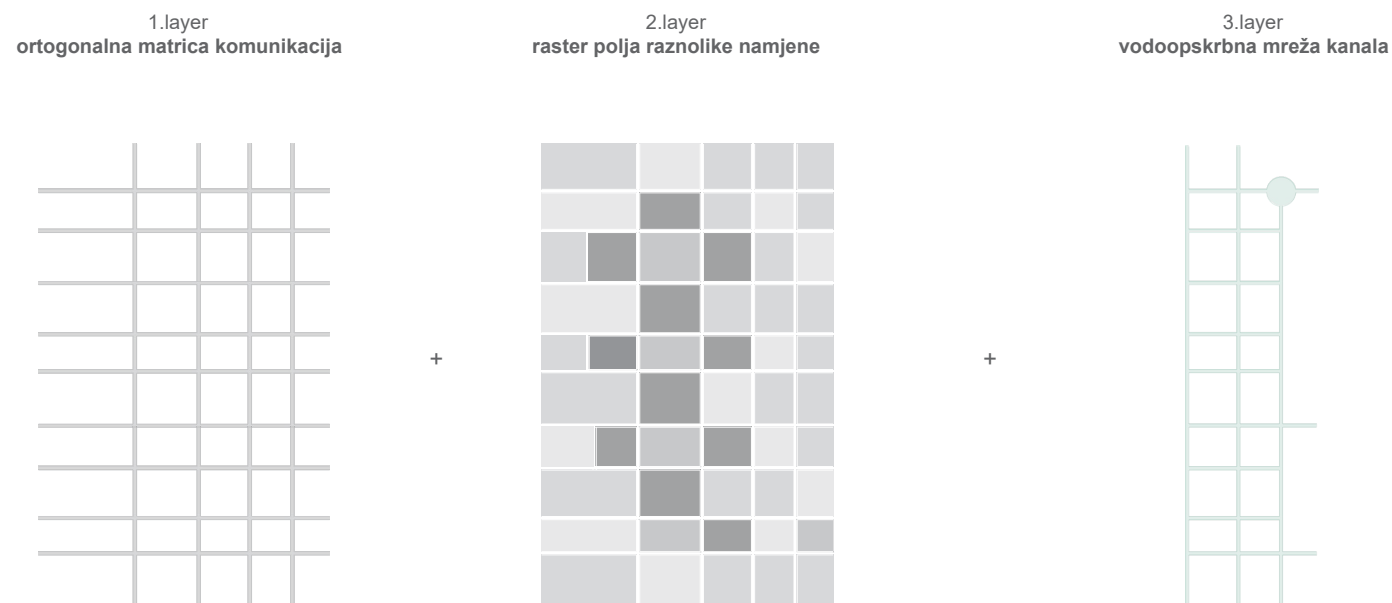


Dijagramski prikaz arhitektonskog koncepta



Arhitektonski koncept unutar polja definiranih za smještanje programa znanstveno-edukativnog centra reakcija je na lokalni kontekst. Rahla kompozicija volumena paviljonskog tipa formira se kao otisak okolne matrice na parceli. Pravilni modernistički volumeni sastavljeni su od 2 elementa: jezgre i ovojnice. Jezgra udomljuje servisne prostore programa i omogućuje fleksibilnost tlocrtne organizacije anticipirajući na taj način kontinuirane promjene u metodologiji programa. Konstrukciju čini čvrsta osnova rastera AB stupova s betonskim pločama te je sve obučeno u tanku staklenu ovojnicu. Otkrivajuća fasada ostvaruje aktivan odnos između posjetitelja i sadržaja kako bi se potakla znatiželja prema programu koji je u njemu smješten. Pravilne modernističke kubuse objedinjuje komunikacijskih prsten uzdignut od prizemlja na razinu 1.kata. Osim održive konceptualne uloge koju smo definirali u komentorskom radu, pasarela ima ulogu dodatnog aktiviranja prethodno spomenutog odnosa korisnika i programa te pruža vizualno storytelling iskustvo čiji utisci postaju baza idućim generacijama, utemeljena na raznolikim ljudskim aktivnostima, običajima i uspomenama. Koristeći paket javnih sadržaja koji nedostaju rješava se problem postojeće neadekvatne društvene infrastrukture i omogućuje se podloga za podizanje kvalitete života zajednice.

Dijagramski prikaz adicije slojeva



Dijagramski prikaz osnovnih arhitektonskih elemenata paviljona

U pogledu programa radi se o projektu hibridne funkcije. Program kompleksa obuhvaća znanstveno-istraživački centar, edukacijski-visitor centar, objekte trgovačke, društvene, sportske namjene i smještajni kapacitet.

### ZNANSTVENO-ISTRAŽIVAČKI CENTAR

#### paviljon za održavanje i uzgoj životinja + paviljon za istraživanje flore i faune

Nova znanstvena kultura u funkciji dodatnih istraživačkih prostora grada Splita sa fokusom na prirodne znanosti. Predloženo prostorno funkcionalno rješenje objedinjuje postojeću istraživačku infrastrukturu u gradu Splitu kroz stvaranje fleksibilnih i multifunkcionalnih nastavnih i istraživačkih prostora koji se jednostavno i brzo mogu prilagoditi promjenjivim funkcijama bez potrebe za velikim fizičkim ili infrastrukturnim izmjenama prostora anticipirajući na taj način kontinuirane promjene u znanstveno istraživačkoj metodologiji, metodologijama provedbe nastave te novim standardima i tehnologijama u prirodnim znanostima.

-odsjek Prirodoslovnog muzeja: zoološki + botanički odjel

- broj zaposlenog stručnog osoblja: 6
- broj zaposlenog administrativnog i tehničkog osoblja: 4
- zoološki odjel: 3 ( zoolog ,veterinar, timaritelj )

-odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta: odjel biologije + odjel biologije i kemije

- broj studenata: upisna kvota odjela biologije i kemije ( 40 studenata po godini ) + odjel biologije ( 30 studenata po godini )  
preddiplomski studij : 3 godine x 80 studenata = 240 studenata  
diplomski studij: smjer Fizika okoliša , smjer Biofizika , smjer Biologija i kemija ( 90 studenata )  
poslijediplomski studij : Biofizika ( 10 studenata )

(Vrijeme odvijanja redovne preddiplomske, diplomske i poslijediplomske nastave je od 8.00 do 18.00 sati (od 9.00 do 19.00 sati), tj. 10 sati dnevno- usklađivanje satnica )

modaliteti izvedbe nastave: nastava se odvija u grupama različitih veličina za ovo znanstveno područje  
predavanja 20-80 studenata/grupi  
seminar 16-30 studenata/grupi  
vježbe 5-16 studenata/grupi

- broj zaposlenog znanstveno-nastavnog, nastavnog i stručnog osoblja: 8
- broj zaposlenog administrativnog i tehničkog osoblja: 4

-odsjek Instituta za oceanografiju i ribarstvo : odjel za istraživanje prijelaznih i priobalnih voda ( 1 laboratorij )

broj zaposlenog stručnog osoblja : 4  
broj zaposlenog administrativnog i tehničkog osoblja: 3

### EDUKACIJSKI-VISITOR CENTAR

#### edukacijski paviljon + visitor paviljon

Višenamjenski objekt s interpretacijskim, edukacijskim, turističkim i administrativno-upravnim sadržajima gdje posjetitelji mogu dobiti sve osnovne informacije o prirodnim i kulturnim značajkama lokaliteta pa onda krenuti u istraživanje prirode.

### TRGOVAČKA NAMJENA

tržnica (prostor za sajam) + giftshop/knjižara

### DRUŠTVENA NAMJENA

prostori poljoprivredne udruge + dječija igraonica

### SPORTSKA NAMJENA

teretana + javni sportski sadržaj

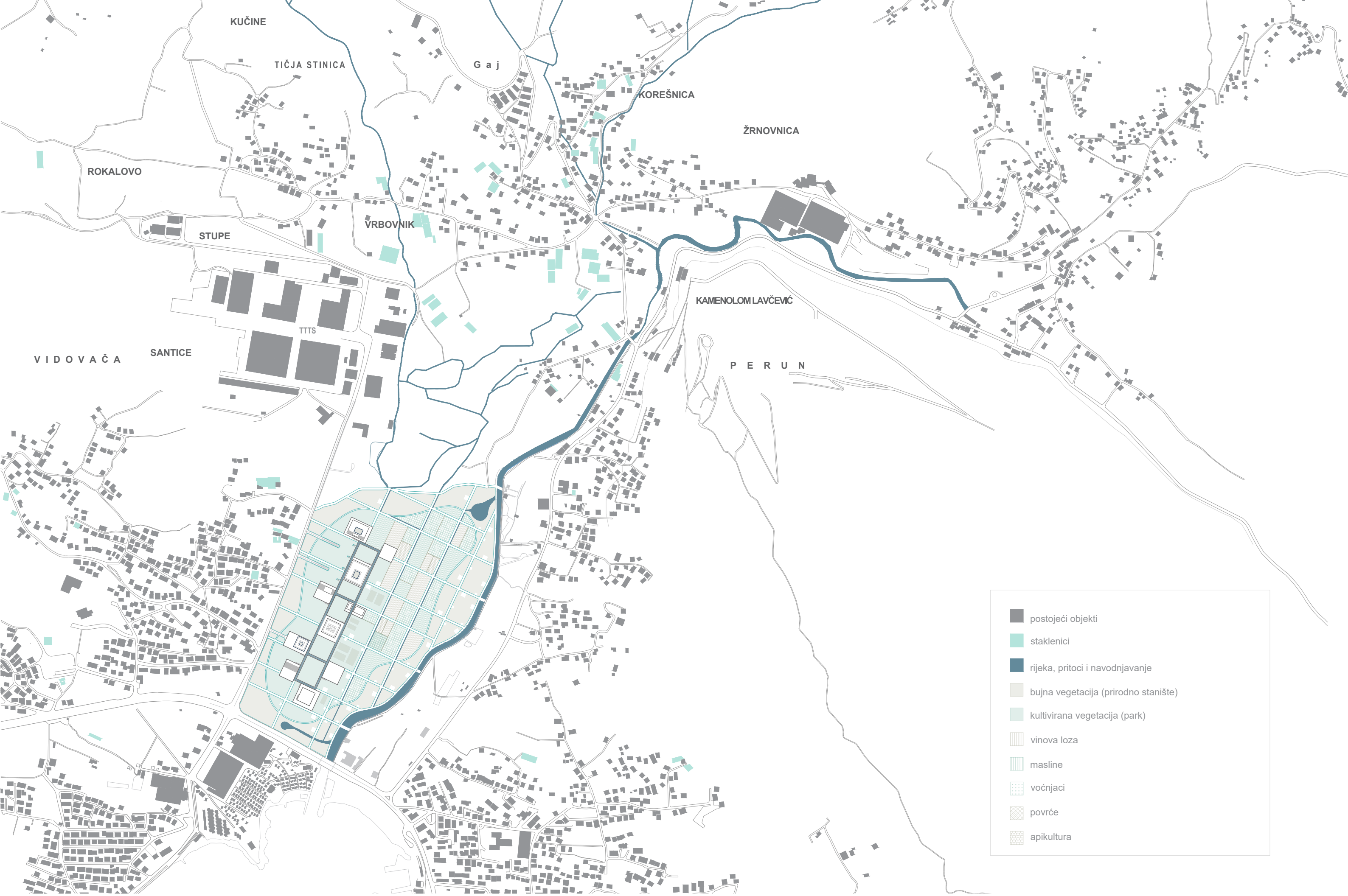
### SMJEŠTAJNI KAPACITET

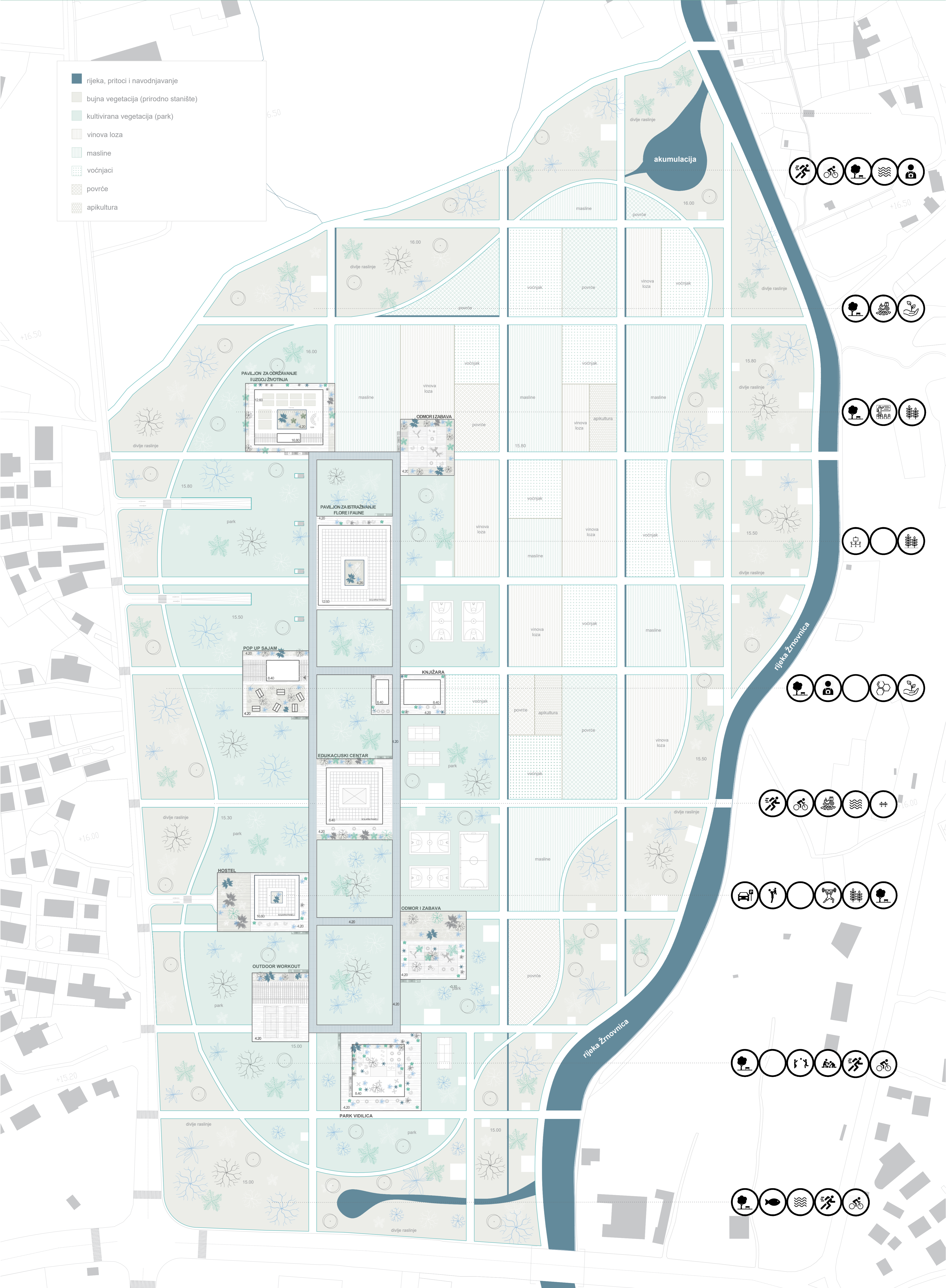
#### hostel

Smještajni objekt sezonskog karaktera. U zimskom periodu predviđa se popunjavanje smještajnih kapaciteta sa stručnim osobljem koje gravitira znanstveno-istraživačkom centru, dok u ljetnom periodu objekt sudjeluje u ponudi lokalne turističke zajednice.









- rijeka, pritoci i navodnjavanje
- bujna vegetacija (prirodno stanište)
- kultivirana vegetacija (park)
- vinova loza
- masline
- voćnjaci
- povrće
- apikultura

PAVILJON ZA ODRZAVANJE  
LUZOCU ŽIVOTNJA

PAVILJON ZA ISTRAŽIVANJE  
FLORE I FAUNE

POP UP SAJAM

EDUKACIJSKI CENTAR

HOSTEL

OUTDOOR WORKOUT

KNJIŽARA

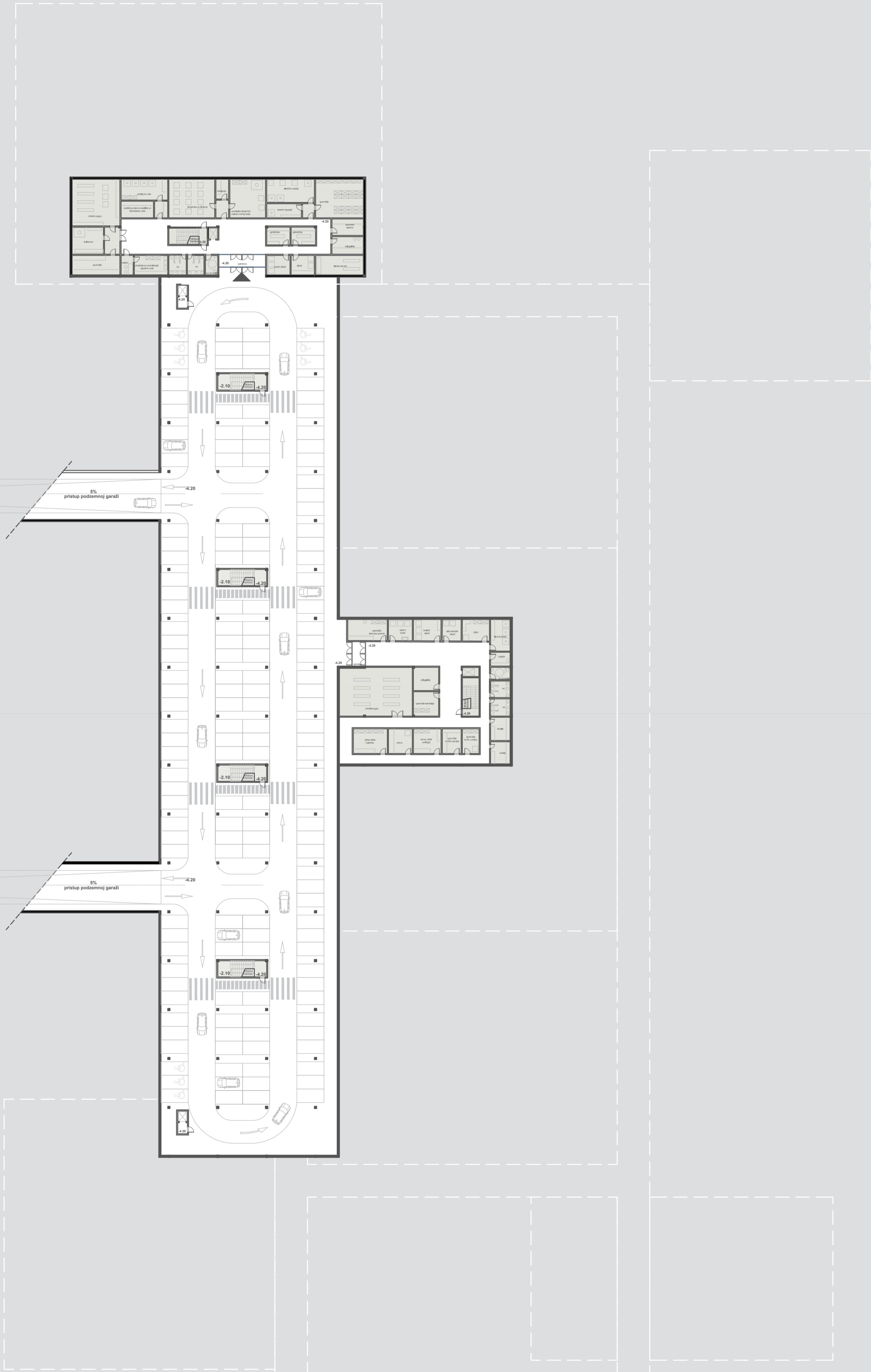
ODMOR I ZABAVA

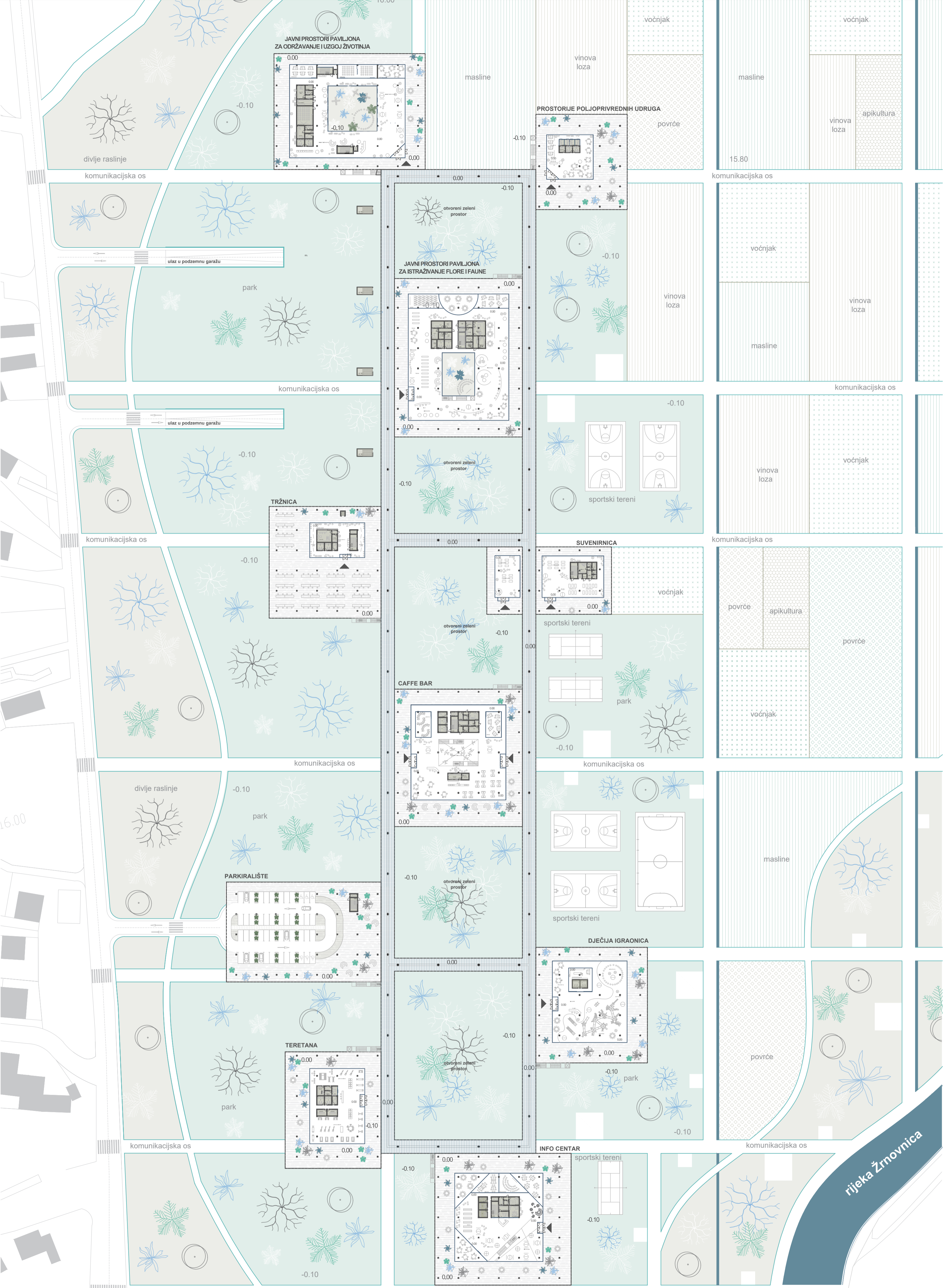
PARK VIDILICA

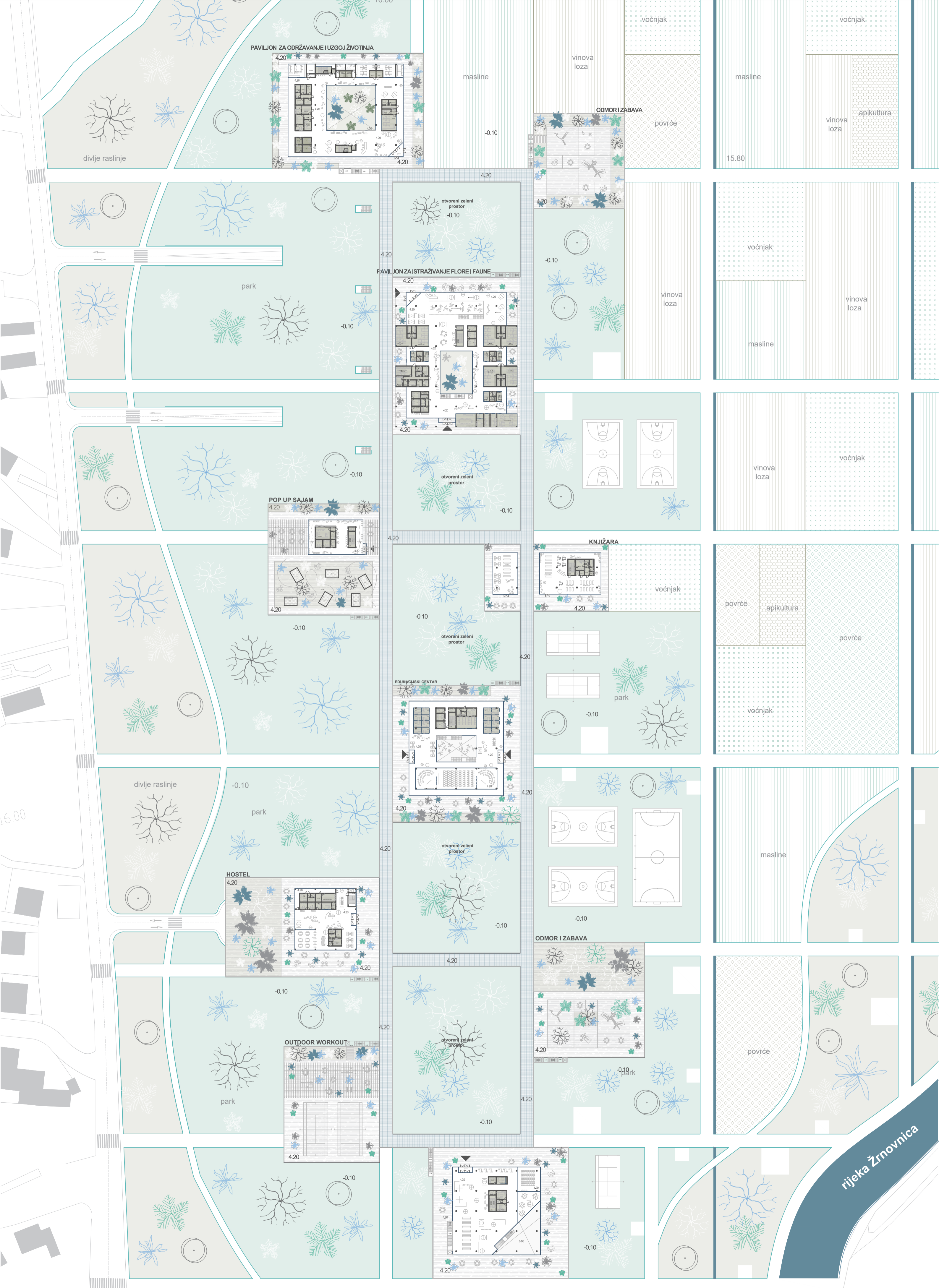
akumulacija

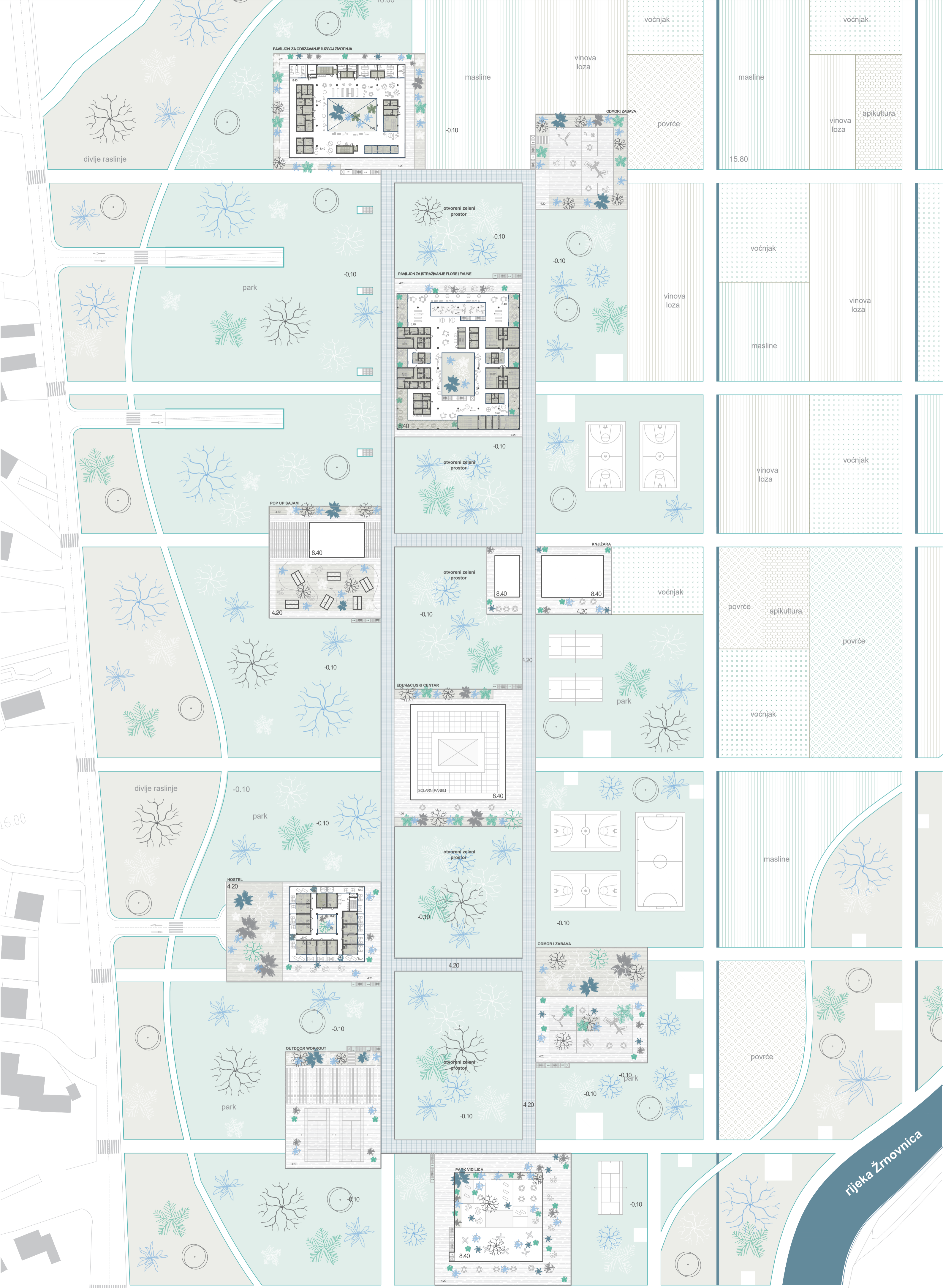
rijeka Žrnovnica

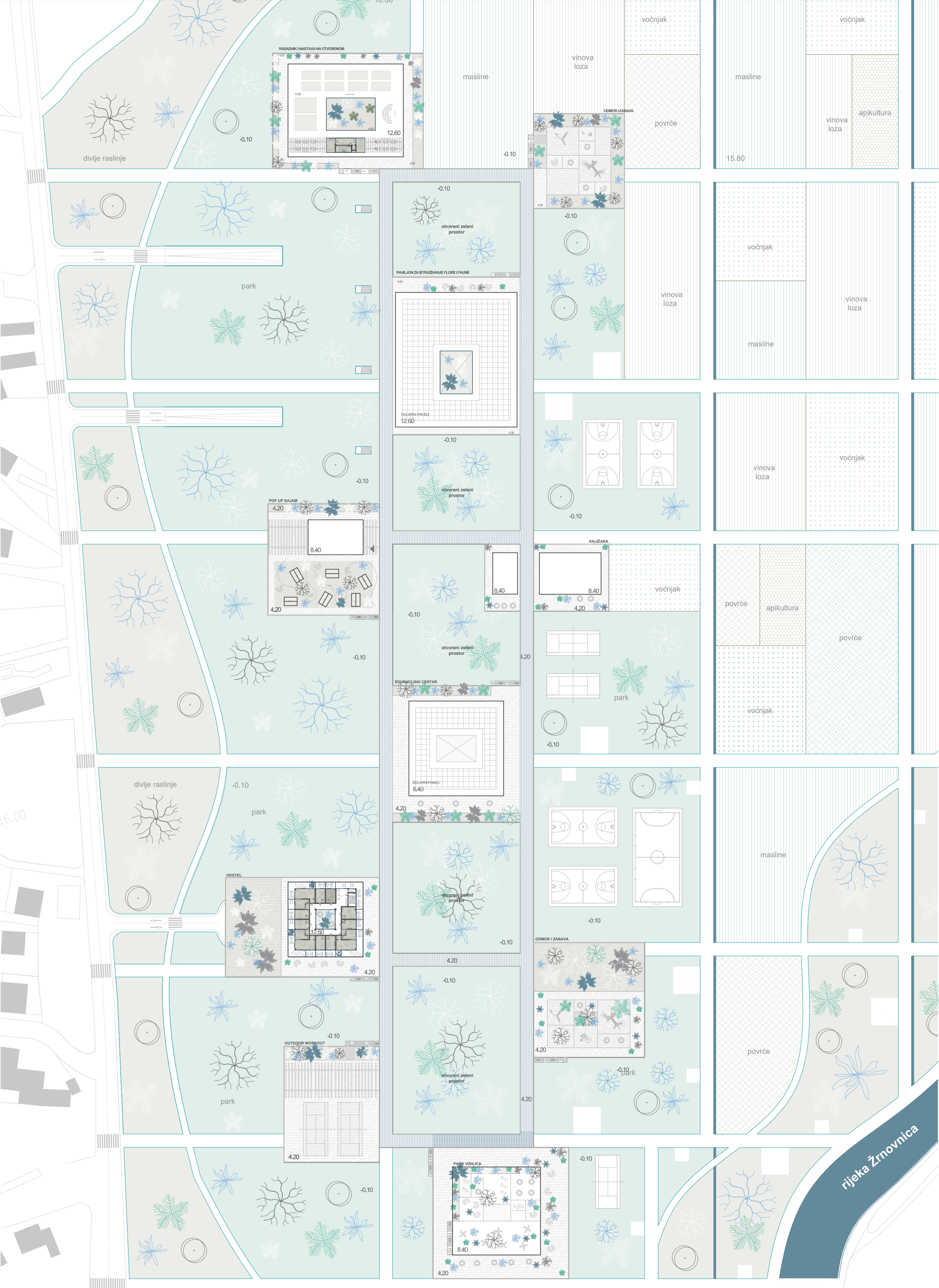
rijeka Žrnovnica

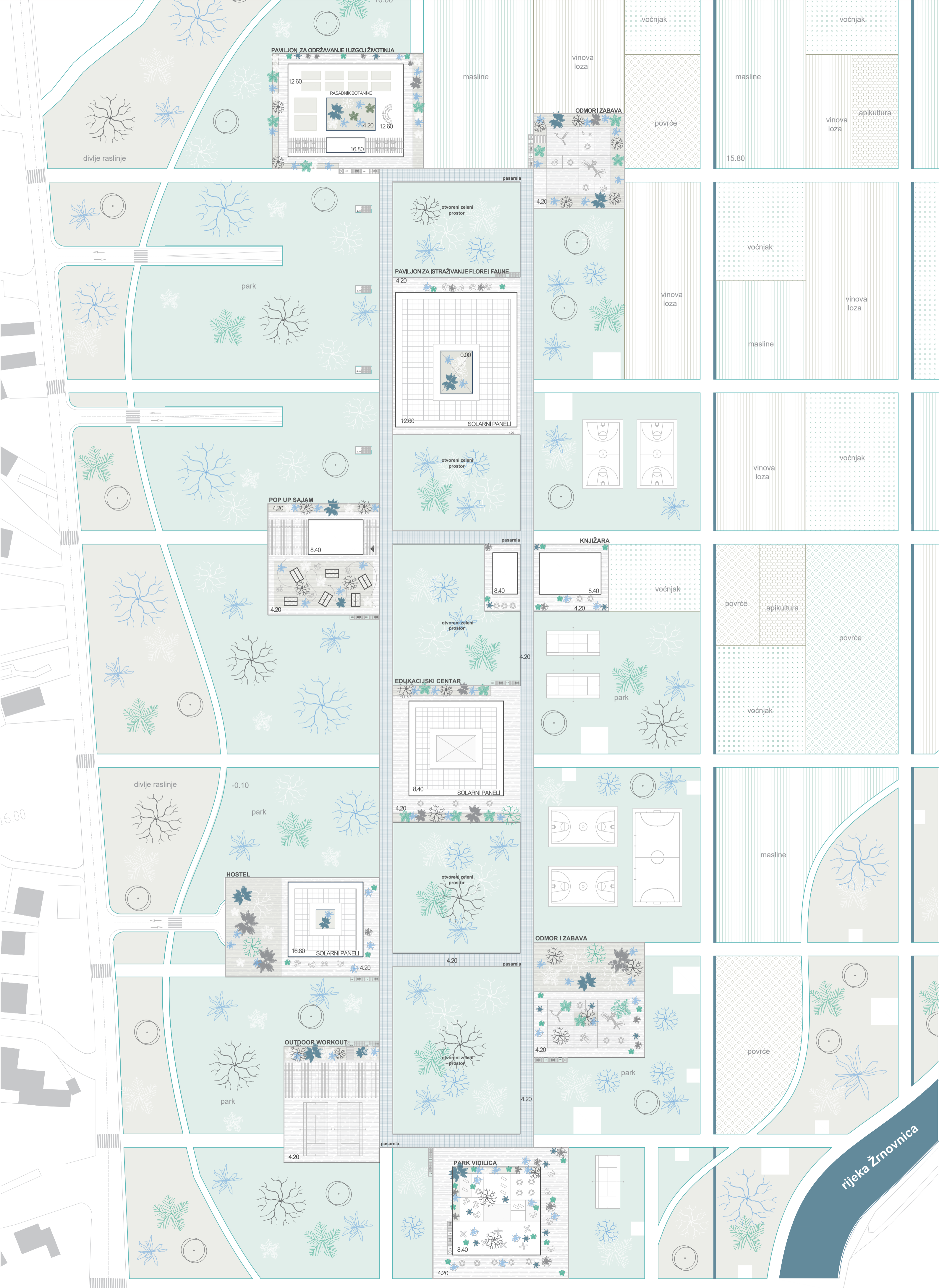




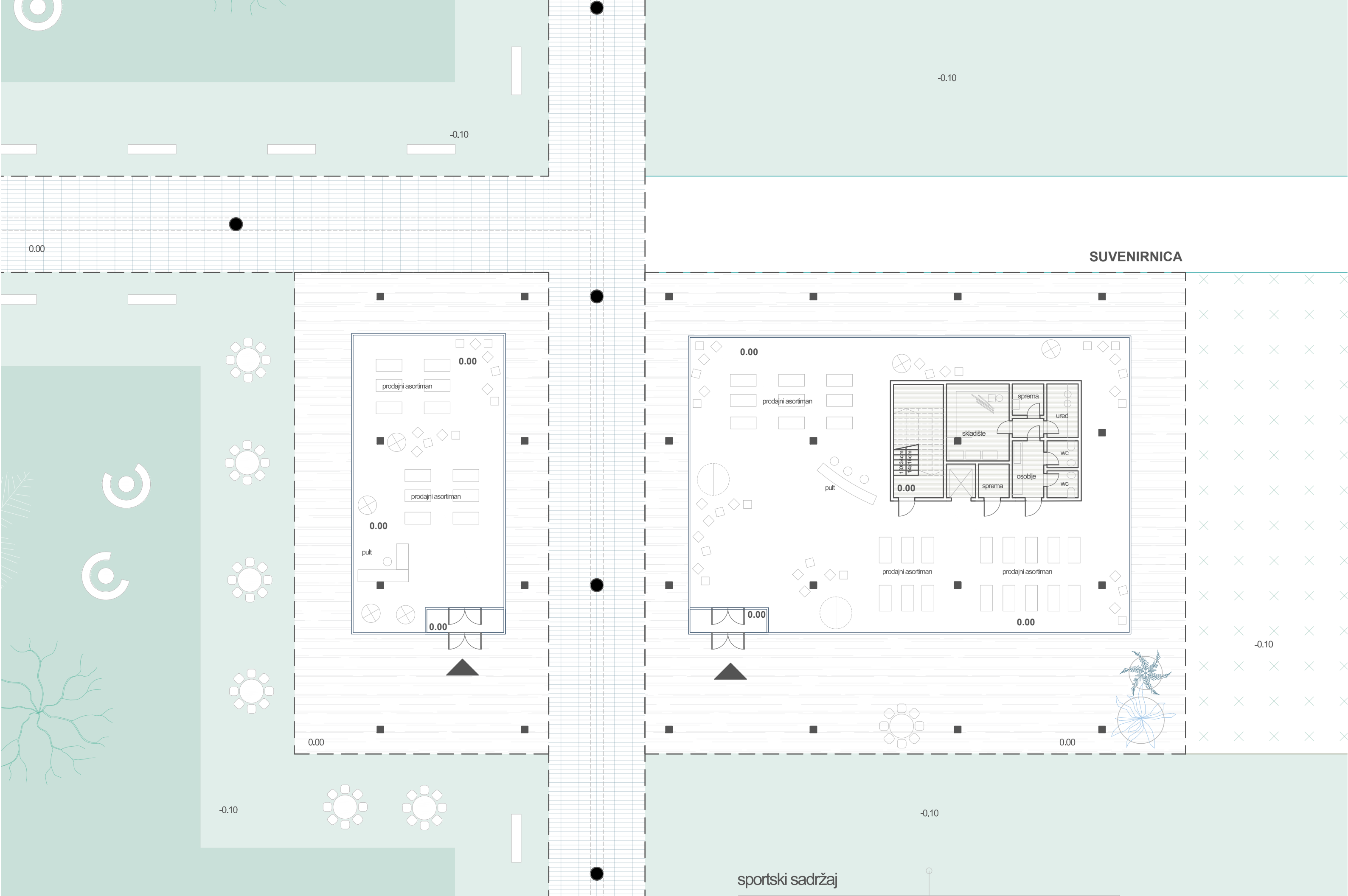


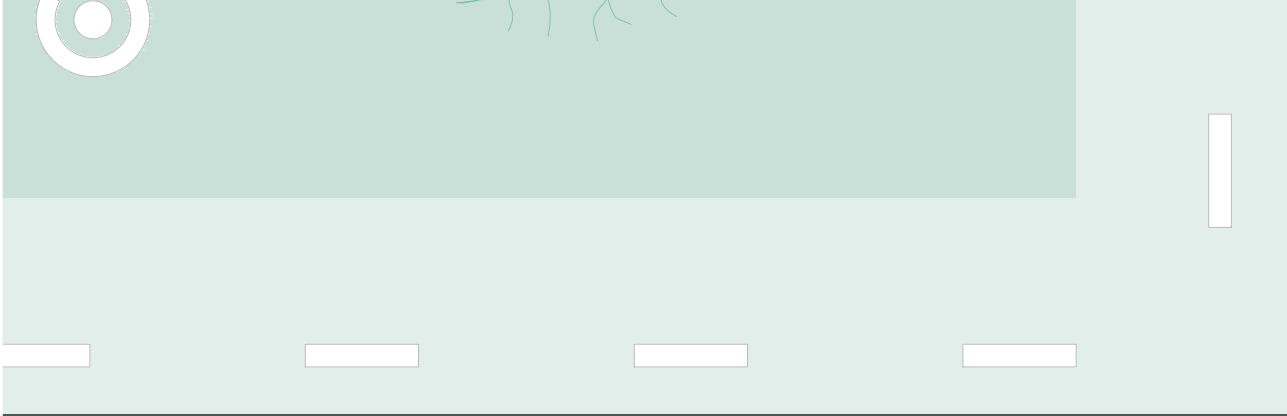








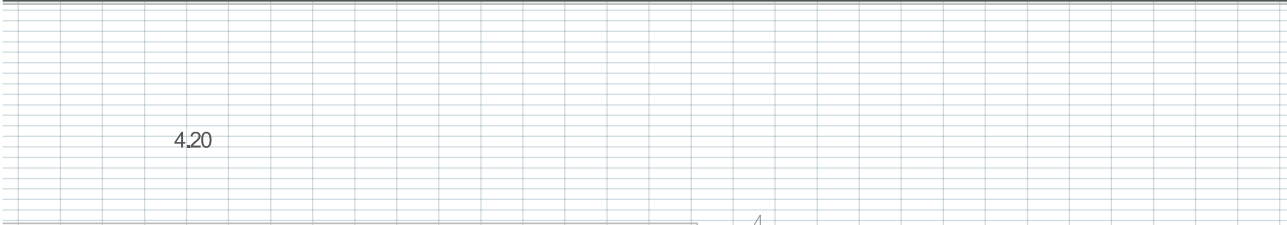




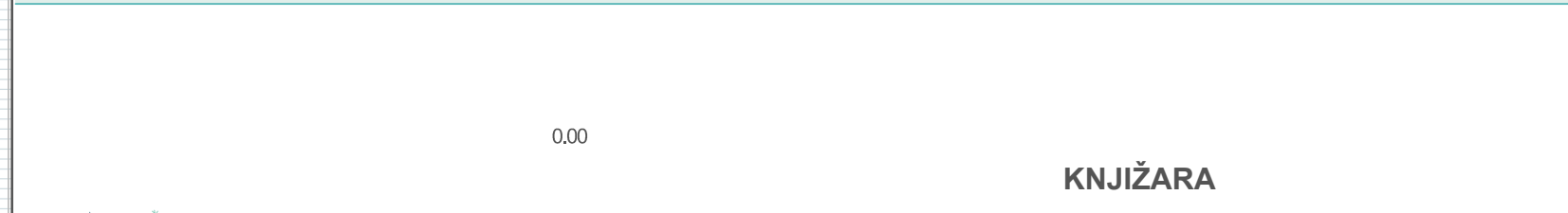
4.20



-0.10

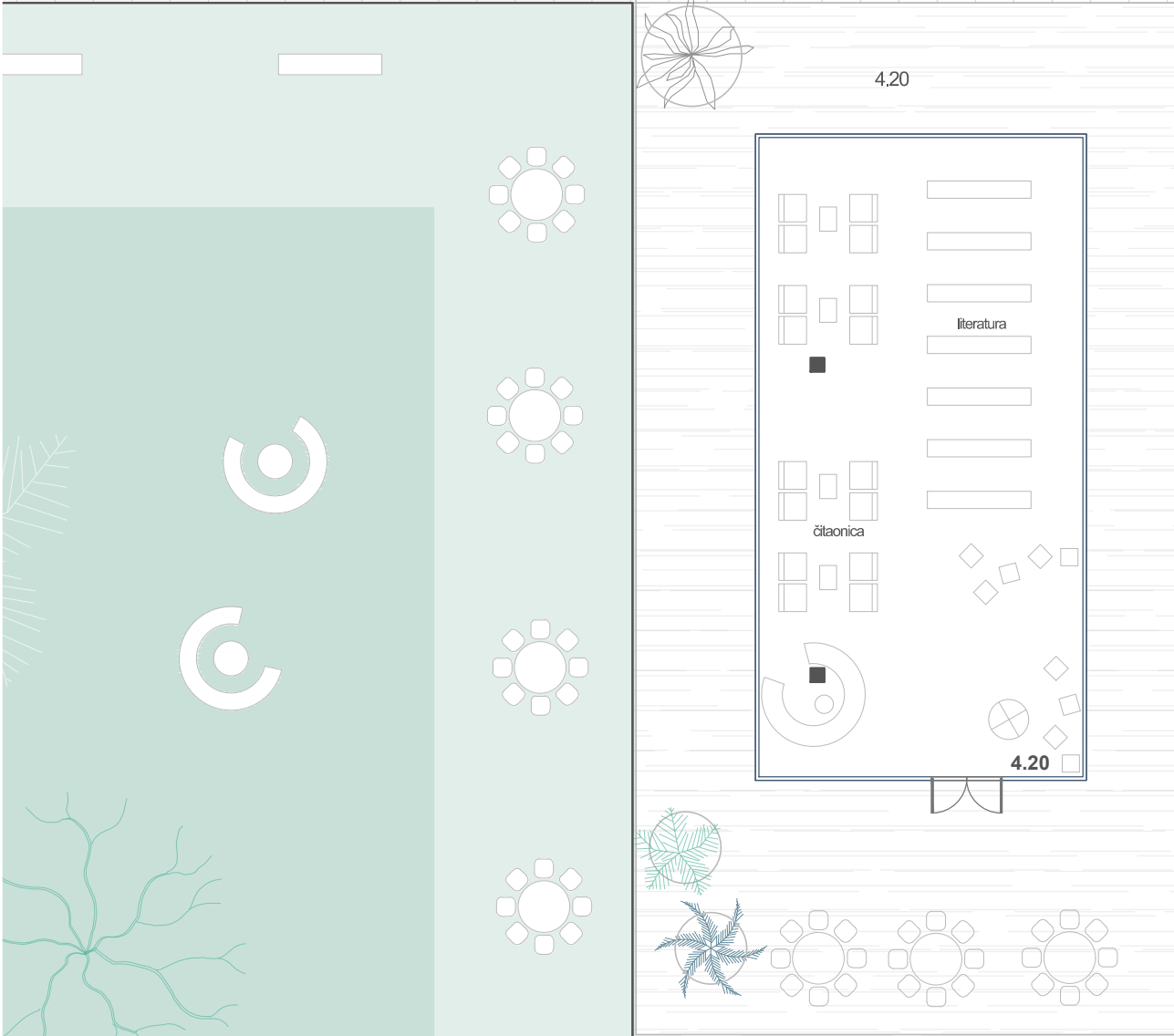


4.20

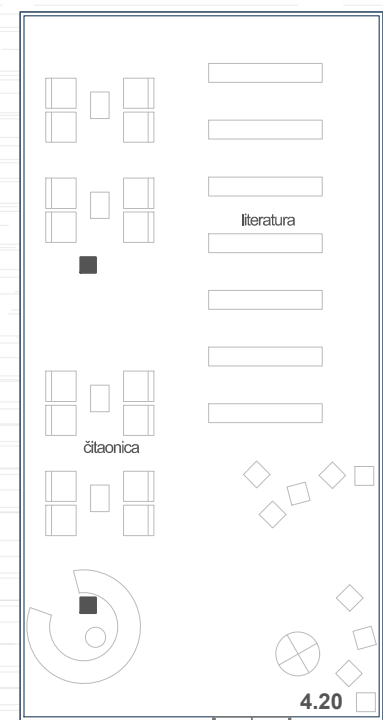


0.00

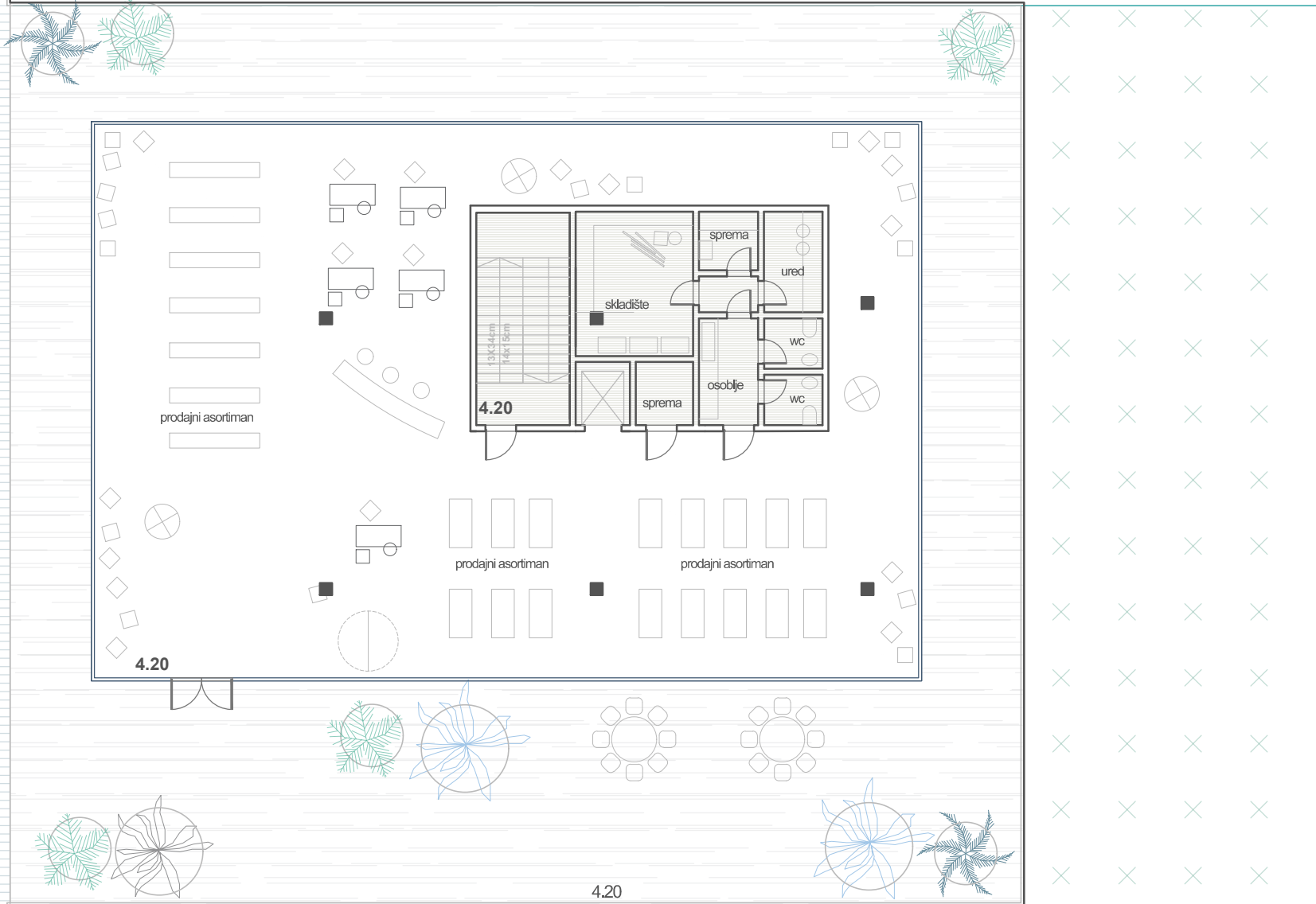
### KNJIŽARA



4.20

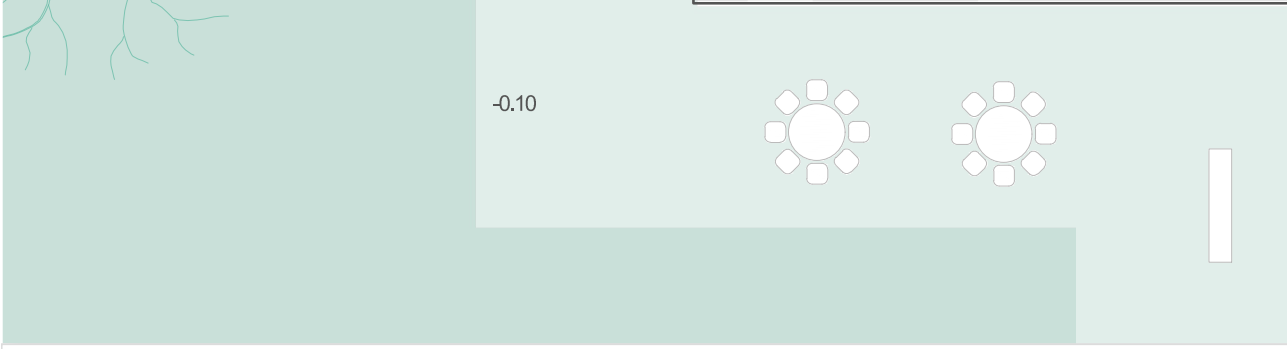


4.20



4.20

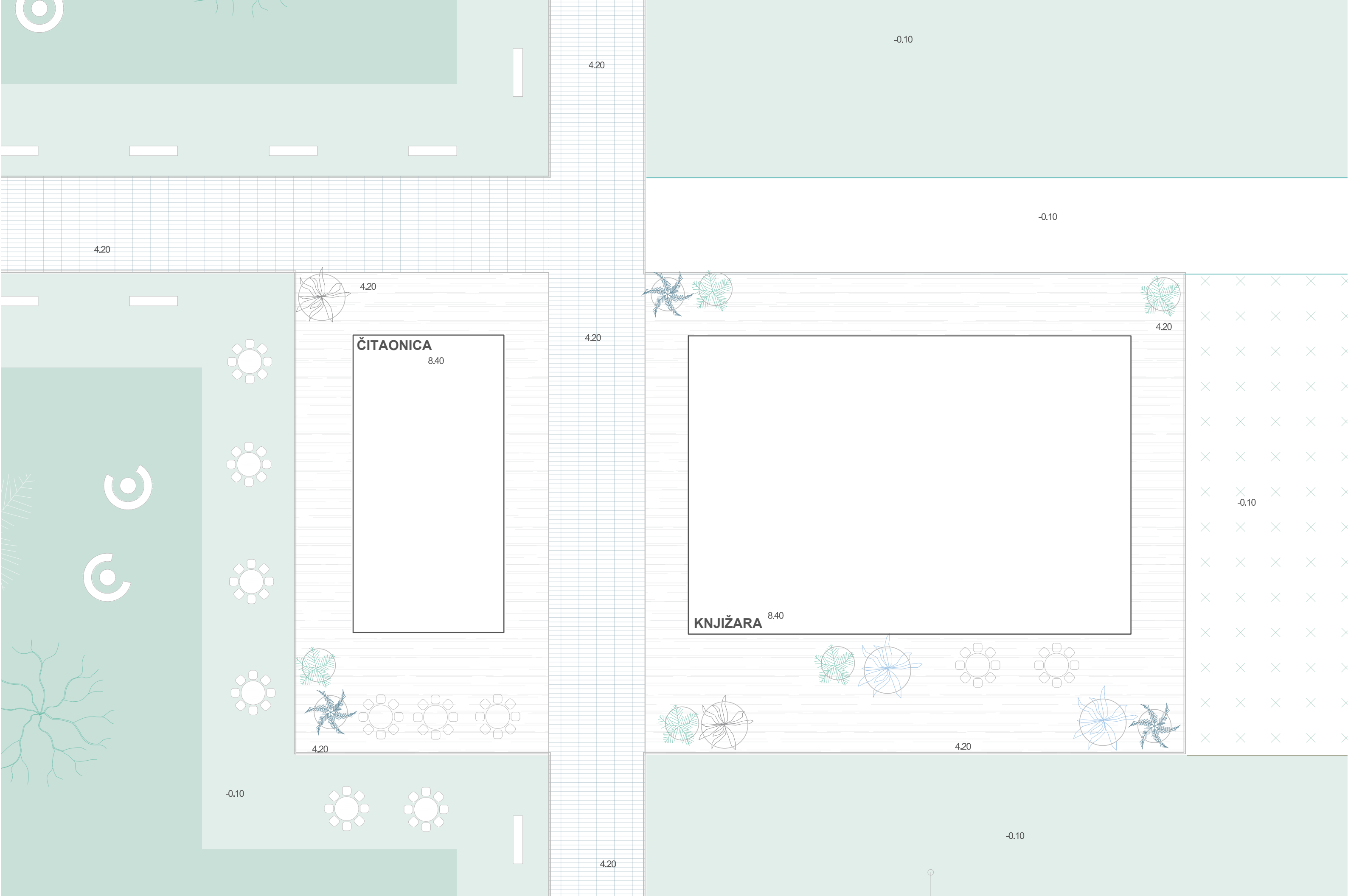
4.20



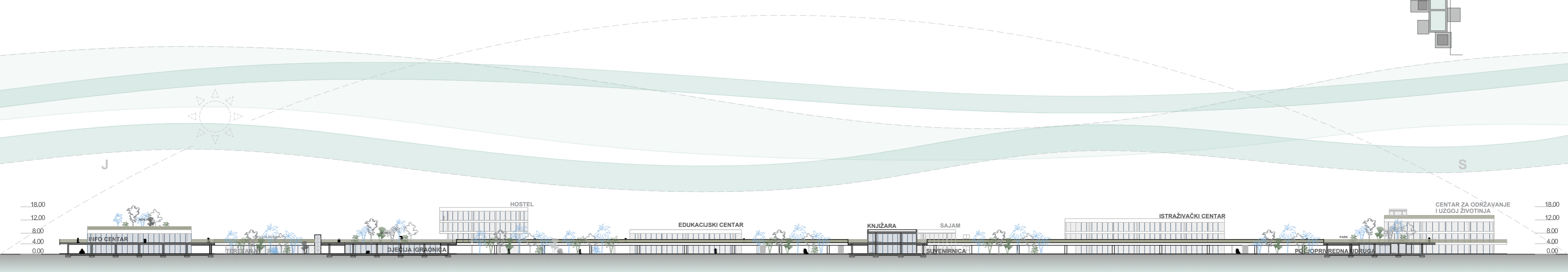
-0.10



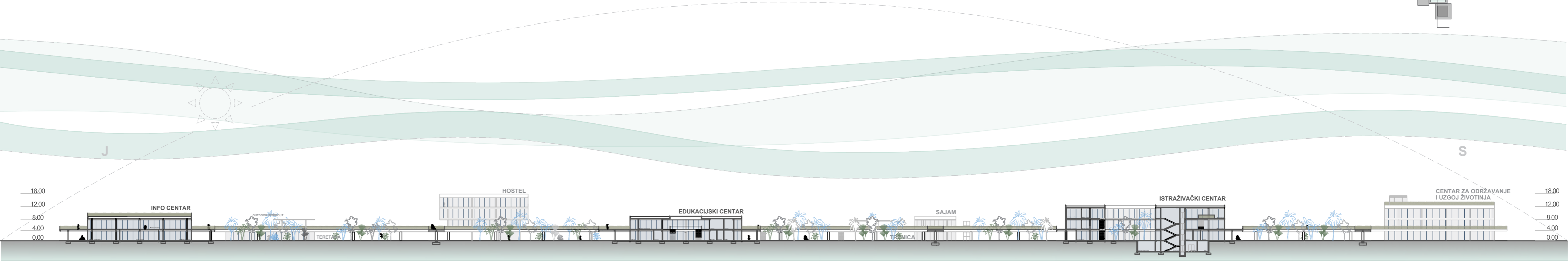
-0.10



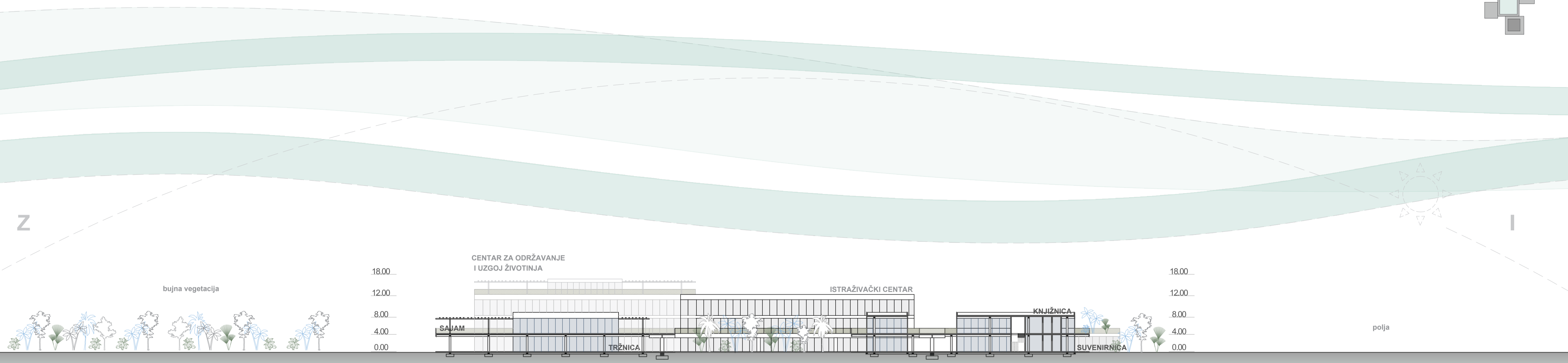
PRESJEK 1-1



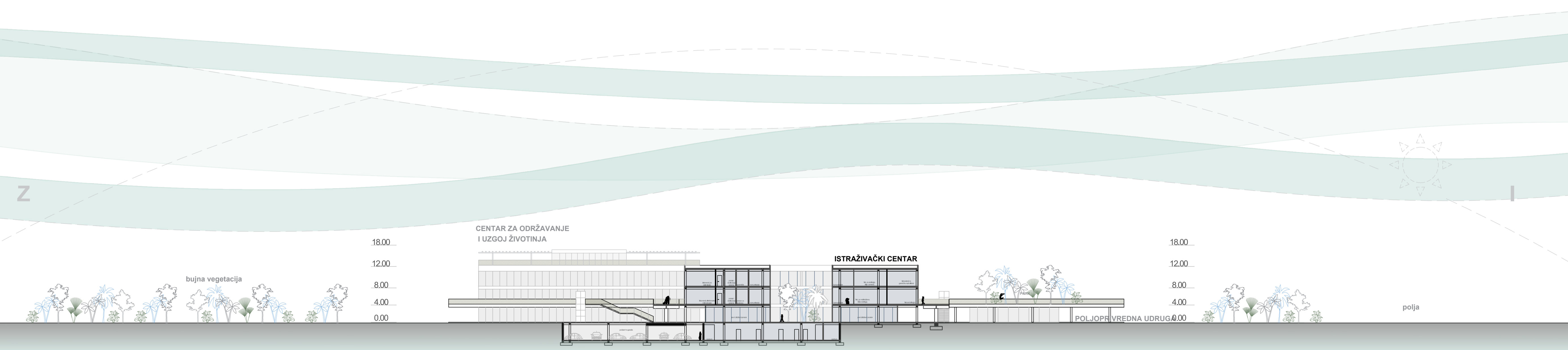
PRESJEK 2-2



PRESJEK 3-3

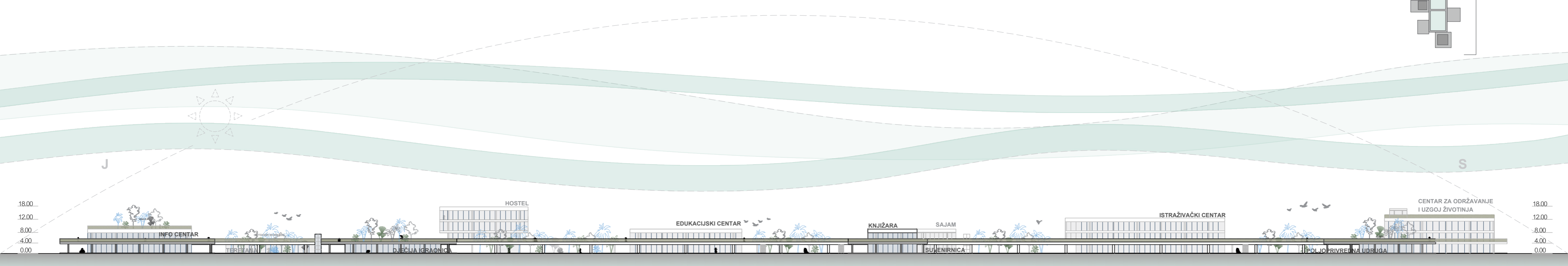
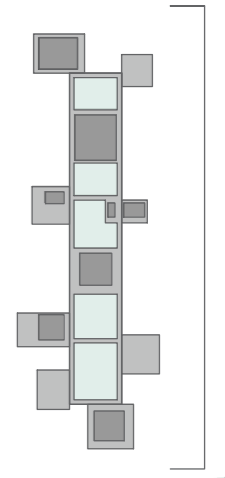


PRESJEK 4-4

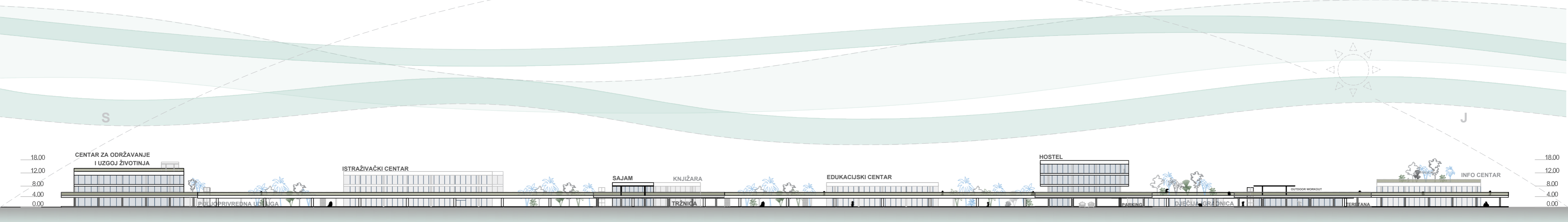
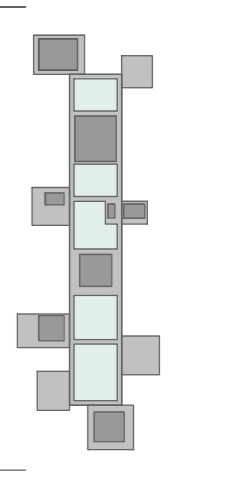




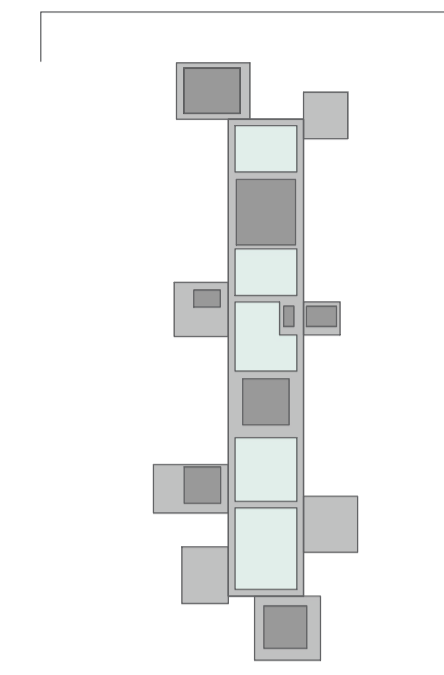
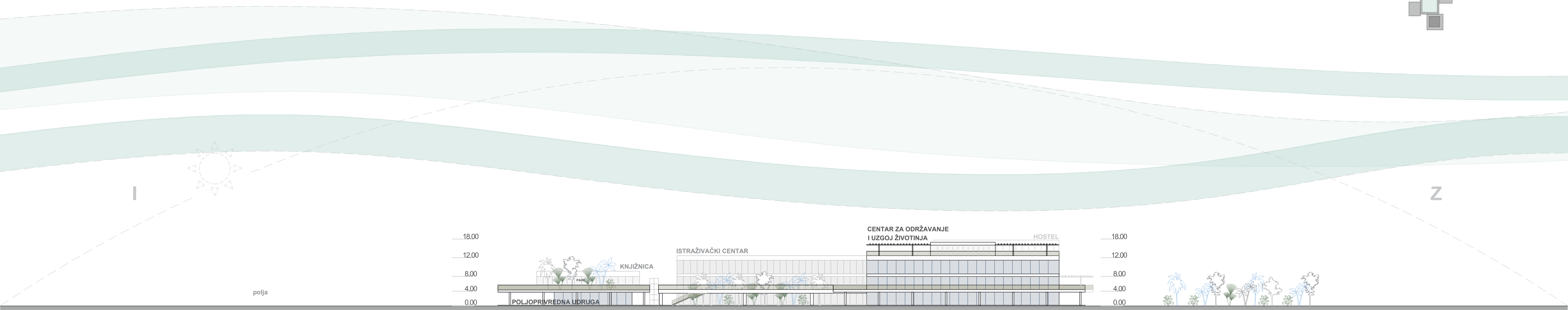
PROČELJE ISTOK



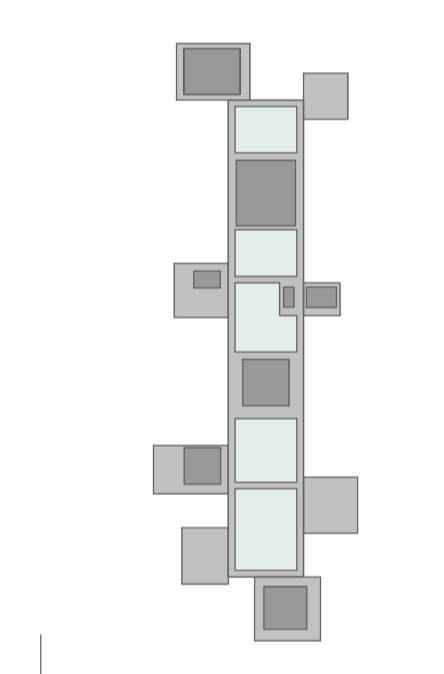
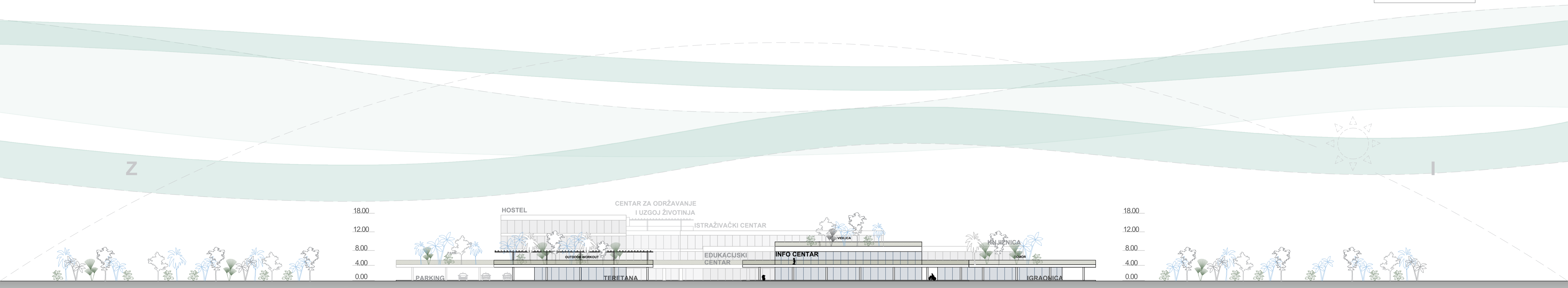
PROČELJE ZAPAD



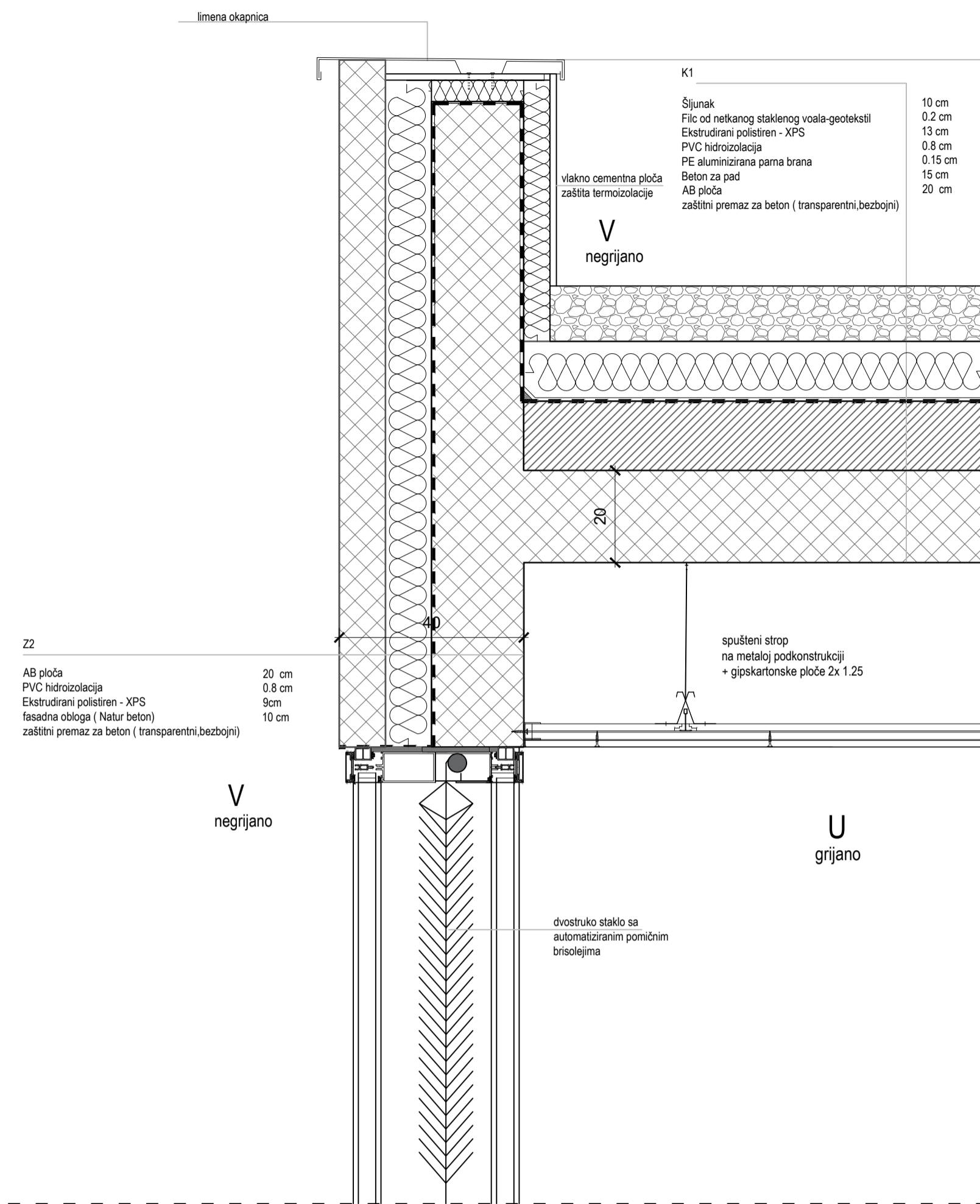
SJEVERNO PROČELJE



JUŽNO PROČELJE



**D3**  
DETALJ NEPROHODNOG KROVA



**D4**  
DETALJ ZELENOG KROVA

