

# Uloga zelenih krovova u održivom razvoju zajednice

---

**Modrić, Tajana**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:759839>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-01**



*Repository / Repozitorij:*

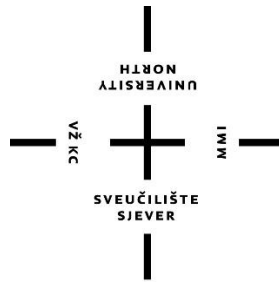
[University North Digital Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI



# Sveučilište Sjever

**Završni rad br. 273/GR/2016**

## **Uloga zelenih krovova u održivom razvoju zajednice**

**Tajana Modrić, 5676/601**

Varaždin, rujan 2016. godine





# Sveučilište Sjever

Odjel za Graditeljstvo

Završni rad br. 273/GR/2016

## Uloga zelenih krovova u održivom razvoju zajednice

### Student

Tajana Modrić, 5676/601

### Mentor

Antonija Bogadi, dipl. ing. arh.

Varaždin, rujan 2016. godine



# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

|                             |  |              |                                  |
|-----------------------------|--|--------------|----------------------------------|
| ODJEL                       | Odjel za graditeljstvo                             |              |                                  |
| PRISTUPNIK                  | Tajana Modrić                                      | MATIČNI BROJ | 5676/601                         |
| DATUM                       | 20.8.2016.   | KOLEGIJ      | Prostorno planiranje i urbanizam |
| NASLOV RADA                 | Uloga zelenih krovova u održivom razvoju zajednice |              |                                  |
| NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU | Green roofs and sustainable community development  |              |                                  |

|        |                 |        |          |
|--------|-----------------|--------|----------|
| MENTOR | Antonija Bogadi | ZVANJE | predavač |
|--------|-----------------|--------|----------|

|                      |    |                                      |
|----------------------|----|--------------------------------------|
| ČLANOVI POVJERENSTVA | 1. | dr.sc. Božo Soldo, redoviti profesor |
|                      | 2. | dr.sc. Lovorka Gotal Dmitrović       |
|                      | 3. | Antonija Bogadi, predavač            |
|                      | 4. |                                      |
|                      | 5. |                                      |

## Zadatak završnog rada

|      |             |
|------|-------------|
| BROJ | 273/GR/2016 |
|------|-------------|

**OPIS**  
Pristupnica u radu treba analizirati podatke o okolnostima korištenja zelenih krovova dobivene pregledom literature. Analiza se provodi kroz prizmu teorije održivog razvoja, tj. utjecaju korištenja zelenih krovova na ekološki, ekonomski i društveni vid održivog razvoja. Preporučene polaznice za analizu i diskusiju rezultata su biološka raznolikost, skupljanje otpadnih voda, toplinska izolacija, životni vijek konstrukcije, zaštita od buke i uzgoj hrane. Pristupnica treba istražiti i opisati moguće i provedene mjere za poticanje izgradnje zelenih krovova u Hrvatskoj i Europskoj Uniji te dati kritički osvrt na iste.

Navedene teme potrebno je obraditi po sljedećim cjelinama:

1. Definiranje termina "zeleni krov" na način da se opisu najčešće korištene načine izvedbe i materijale te konstrukcije.
2. Utjecaj zelenih krovova na ekološki vid održivosti: bioraznolikost, čistota zraka, utjecaj toplinskog otoka, korištenje energije za hlađenje i grijanje zgrade, čišćenje oborinskih voda.
3. Utjecaj zelenih krovova na društveni vid održivosti: uzgoj hrane, socijalni kapital, zdravlje ljudi i zaštita od buke.
4. Utjecaj zelenih krovova na ekonomski vid održivosti: uzgoj hrane, korištenje energije, životni vijek konstrukcije, sakupljanje i odvod oborinskih voda.
5. Provedbene mjere za poticanje izvedbi zelenih krovova.

ZADATAK URUČEN

23.09.2016.



SVEUČILIŠTE  
SIEVER

## **Predgovor**

U ovom će se radu kroz nekoliko poglavlja prikazati sve bitne stavke vezane uz zelene krovove i njihov razvoj. Tema ovog završnog rada je vrlo bitna jer živimo u vremenu u kojem sve više ljudi želi živjeti u gradovima što dovodi do urbanizacije. Zbog brze gradnje i novih tehnologija u gradnji sve je više zgrada iz dana u dan, što za posljedicu ima manjak prostora za zelene površine. Zeleni krovovi su idealno rješenje za vraćanje zelenih korisnih površina gradovima, a ujedno pročišćavaju zagađeni zrak i donose još brojne prednosti. Osim na zgradama zeleni krovovi mogu se primjenjivati na svakom ravnom krovu kako na novom tako i na postojećem, te na taj način donijeti investitoru brojne pogodnosti od kojih je među važnijima ušteda energije koju možemo postići na razne načine. U današnje vrijeme jedan od važnijih problema u svijetu je nagli porast stanovništva što je povezano sa prekomjernom potrošnjom energije, upravo iz tih razloga trebamo "misliti zeleno", što opet dovodi do toga da je gradnja zelenog krova idealno rješenje.

## Sažetak

Prije same izvedbe zelenog krova moramo odabrati vrstu krova koju ćemo izvesti na nosivoj konstrukciji te se dobro informirati o detaljima vezanima uz tu vrstu krova. Trebamo pripaziti na materijale koje upotrebljavamo za određene slojeve, naročito kada je riječ o hidroizolaciji koja mora biti izvedena od strane stručnjaka, kao i cjelokupan zeleni krov. Ukoliko želimo postaviti zeleni krov na već postojeću konstrukciju, moramo napraviti proračun nosivosti konstrukcije. Također je potrebno projektirati nagibe za odvodnju vode s krova. Kada riješimo sve po pitanju nosivosti konstrukcije, prelazimo na odabir vrste krova. Birati možemo između manje zahtjevnog ekstenzivnog i nešto zahtjevnijeg intenzivnog zelenog krova. Oba krova mogu biti postavljena na svakom toplom, hladnom i obrnutom ravnom krovu. Ostaje nam još izbor materijala te izbor biljnih vrsta koje će krasiti naš zeleni krov. Ukoliko smo se odlučili za ekstenzivni zeleni krov, možemo birati između raznih seduma, livadnih trava i drugih biljaka koje zahtijevaju slabo održavanje. Intenzivni krov nam nudi više mogućnosti u odabiru bilja zbog debljeg sloja supstrata (15cm i više), koji čak omogućuje i sadnju manjeg ukrasnog drveća, a možemo imati i krovni vrt, upravo zbog toga intenzivni zeleni krov zahtjeva puno veće održavanje nego ekstenzivni.

Nadalje će u radu biti detaljno opisane vrste zelenih krovova i njihove dobrobiti, kao i pogreške na koje moramo pripaziti ukoliko želimo imati funkcionalan zeleni krov. U radu će biti prikazano kako korištenje zelenih krova utječe na ekološki, ekonomski i društveni vid održivog razvoja, te na koji način se njihova izgradnja potiče u Hrvatskoj i svijetu.

**Ključne riječi rada:** zeleni krov, materijali, ekstenzivni, intenzivni, hidroizolacija, toplinska izolacija, odvodnja vode, održivi razvoj, poticaji, biološka raznolikost, uzgoj hrane



## **Abstract**

Before the green roof implementation we need to pick a roof type that we'll build on a bearing structure and need to get good informations about details regarding to that roof type. We need to pay attention to materials we're using for each roof layer, especially when it comes to waterproofing which must to be made by an expert just like the whole green roof. If we want to set green roof on a existing structure, we must calculate a bearing capacity of roof structure. We need to calculate the roof slopes for water drainage too. When we're done calculating all the things regarding to a bearing structure, we choose a roof type. We can choose between less advanced extensive and advanced intensive green roof. Both roofs can be set on every warm, cold or inverse flat roof. Now it is time to pick a proper materials and plant species that will adorn our green roof. In case we have chosen extensive green roof , we choose plants that requires poorly maintenance. Intensive roof offers more possibilities in plants picking because of thicker substratum layer (15 cm and more), which enable even planting smaller ornamental trees, and we can have a roof garden. Just because of that, intensive green roof require a lot more maintenance than extensive roof.

Further more in this labor there will be detail describes of green roof type and their benefits, just like the roof mistakes that we need to consider in order to have a functional green roof. In labor it will be shown how green roof usage affects to ecological, economical and social regard to sustainable development, and how their implementation is originated in Croatia and EU.

**Key words:** green roof, materials, extensive, intensive, waterproof, thermal insulation, water drainage, sustainable development, incentives, biodiversity, foog growing

# Sadržaj

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. UVOD</b> .....  | <b>10</b> |
| <b>2. OPĆENITO O ZELENIM KROVOVIMA</b> .....                    | <b>12</b> |
| <b>3. SASTAV ZELENOG KROVA</b> .....                            | <b>13</b> |
| 3.1. VEGETACIJSKI SLOJ .....                                    | 14        |
| 3.2. APSORPCIJSKI SLOJ .....                                    | 14        |
| 3.3. FILTRIRAJUĆI SLOJ .....                                    | 14        |
| 3.4. DRENAŽNI SLOJ .....  | 14        |
| 3.5. ZAŠTITNI SLOJ .....  | 14        |
| 3.6. ZAŠTITA OD KORIJENJA .....                                 | 15        |
| <b>4. ANALIZA SLOJEVA I MATERIJALI</b> .....                    | <b>16</b> |
| <b>5. VRSTE ZELENIH KROVOVA</b> .....                           | <b>18</b> |
| 5.1. BIOTOPSKI ZELENI KROV .....                                | 19        |
| 5.2. EKSTENZIVNI ZELENI KROV .....                              | 20        |
| 5.3. INTENZIVNI ZELENI KROV .....                               | 21        |
| <b>6. AKUMULACIJA I ISTJECANJE VODE S KROVA</b> .....           | <b>22</b> |
| <b>7. IZBOR BILJAKA</b> .....                                   | <b>23</b> |
| <b>8. NAJČEŠĆE POGREŠKE PRI IZVEDBI ZELENIH KROVOVA</b> .....   | <b>25</b> |
| <b>9. PREDNOSTI ZELENIH KROVOVA</b> .....                       | <b>26</b> |
| 9.1. PREDNOSTI ZA OKOLIŠ .....                                  | 27        |
| 9.1.1. <i>Smanjenje utjecaja urbanog toplinskog otoka</i> ..... | 27        |
| 9.1.2. <i>Zadržavanje kišnice</i> .....                         | 28        |
| 9.1.3. <i>Čišćenje kišnice</i> .....                            | 28        |
| 9.1.4. <i>Smanjenje CO<sub>2</sub></i> .....                    | 29        |
| 9.1.5. <i>Čišći zrak</i> .....                                  | 29        |
| 9.1.6. <i>Prirodno stanište</i> .....                           | 29        |
| 9.2. KORISTI ZA ZAJEDNICU .....                                 | 30        |
| 9.3. ISKUSTVA IZ SVIJETA .....                                  | 30        |
| 9.3.1. <i>Farme na zelenim krovovima</i> .....                  | 31        |
| 9.4. EKONOMSKE KORISTI .....                                    | 33        |
| 9.4.1. <i>Produljeni životni vijek krova</i> .....              | 33        |
| 9.4.2. <i>Učinkovita upotreba energije</i> .....                | 33        |
| 9.4.3. <i>Smanjenje buke</i> .....                              | 34        |
| <b>10. POTICAJI ZA ZELENI KROV</b> .....                        | <b>35</b> |
| 10.1. ENERGETSKA OBNOVA OBITELJSKIH KUĆA U HRVATSKOJ .....      | 35        |
| 10.2. ZELENI STAMBENI KREDITI U HRVATSKOJ .....                 | 36        |
| 10.3. ISKUSTVA IZ EU .....                                      | 36        |
| <b>11. ZAKLJUČAK</b> .....                                      | <b>38</b> |
| <b>12. REFERENCE</b> .....                                      | <b>39</b> |
| <b>13. POPIS SLIKA</b> .....                                    | <b>40</b> |
| <b>14. POPIS TABLICA</b> .....                                  | <b>41</b> |

# 1. Uvod

Zeleni krovovi su bili prvi krovovi koje su ljudi gradili. Poznati su od najstarijih vremena čovjekove povijesti. Zeleni krovovi su prvi pokrivali jame i špilje te druga prirodna skloništa u kojima su ljudi pronalazili zaštitu od vremenskih utjecaja i od prirodnih neprijatelja. Na taj su način iskorištavali toplinsku postojanost zemlje. Ispod debelog sloja zemlje i trave imali su cijele godine gotovo jednake uvjete za stanovanje. U suvremenoj arhitekturi zeleni krovovi su od sve većeg značaja te daju novu vrijednost ulozi zgrada u urbanom planiranju. Danas se zeleni krovovi najčešće pojavljuju u skandinavski državama. U Sloveniji i Hrvatskoj zeleni krovovi su nažalost još uvijek iznimka, iako nema razloga za odbijanje tog ekološkog pokrova. Izradom zelenih krovova od kvalitetnih materijala te primjenom bolje razvijenih tehnika gradnje omogućavaju se brža, učinkovitija te financijski prihvatljivija rješenja. Prije su zeleni krovovi bili u mogućnosti izdržati 20 do 30 godina, danas je životni vijek takvog krova 70 do 100 godina.

U posljednjih nekoliko godina utjecaj zgrada na okoliš je od sve većeg značaja. Zahtjevi i smjernice za uštedu energije i izgradnju održivih zgrada, složeni su niz mjera, u koje također možemo uvrstiti i ozelenjivanje krovnih površina. Svaka građevina utječe na okoliš obzirom na njezin životni ciklus. Za utjecaj na održivi razvoj, bitno je uzeti u obzir potrošnju energije tijekom korištenja, korištenje obnovljivih izvora energije te korištenje održivih materijala. Zgrada također treba imati pozitivan utjecaj na društvo, kako na korisnike tako i na okoliš. Svrha zelenih krovova nije samo u povratku prirode u urbani okoliš, već i davanje rješenja za važna pitanja, kao što su efekt urbanog toplinskog otoka i upravljanje oborinskim vodama. Ozelenjivanjem krovova djelomično se vraća izgubljeni krajolik koji se u gradovima gubi zbog izgradnje na zelenim površinama. Vegetacijski sloj na krovu povoljno utječe na okoliš i čovjeka te osigurava učinkovitu krovnu konstrukciju.

Krovovi već duže vrijeme nisu samo zaštita građevine od atmosferskih utjecaja već pridonose i njenom estetskom i funkcionalnom dijelu. Iako potkrovlja imaju posebnu draž, sve su više primamljive ravne površine na otvorenom kada ih koristimo kao dodatnu korisnu površinu, npr. kao prostor za rekreaciju, krovni vrt ili parkirna površina. Izvedbom tzv. obrnuto ravnog krova postiže se potpuna iskoristivost površine ravnog krova. Princip izvedbe obrnutoga ravnog krova prikladan je za izvedbu ozelenjivanja. U novogradnjama se sve češće projektiraju zeleni krovovi iz razloga što se svaki ravni krov ili krov s manjim nagibom može iskoristiti za zelenu površinu koja vraća dio izgubljene prirode u betonske pustinje velegradova. Izvedba ekstenzivnoga zelenila krova vrlo je jednostavna jer već na tankome sloju supstrata i bez posebne njege uspijeva nezahtjevno raslinje. Takva vrsta krova primjerena je za industrijske

poslovne i stambene građevine. Na većoj debljini supstrata mogu se uzgajati zahtjevnije biljke, grmovi i drveće.

Zeleni su krovovi dobra odluka za sve one koji su svjesni kako je važno prirodi vratiti dio zelene površine koji joj je oduzet izgradnjom. Izgradnjom zelenih krovova u gradove se vraća priroda i raslinje te se na taj način poboljšava kvaliteta života. Pozitivni učinci zelenih krovova nedvojbeno su takvi da opravdavaju njihovu cijenu. Bitno je spomenuti da je postupak ozelenjivanja krovova stručno zahtjevna zadaća. Potrebno je izraditi projekt ozelenjivanja sa svim detaljima, opisima i proračunima bez obzira na to radi li se o postojećem krovu ili novogradnji. U slučaju postojećega krova potrebno je odrediti njegovu nosivost i građevno – fizikalno stanje i sanirati ga ako je to potrebno. Za sustave zelenila odabiremo one s dugom tradicijom i koji su se već iskazali u praksi. Ozelenjivanje također moraju izvesti stručnjaci.

U Hrvatskoj krovna hortikultura još nije rasprostranjena koliko bi to bilo poželjno. Kako je krovna hortikultura prihvaćena u ekonomski uspješnim sredinama s nepogodnim, često ekstremnim klimatskim uvjetima, poput onih koji vladaju u skandinavskim zemljama, ali i u zemljama s ekološkim nedaćama vezanim uz prekomjernu industrijalizaciju, čini se da nema nekih posebnih razloga za izbjegavanje takve vrste krova. Nove građevine u Hrvatskoj više gotovo da i nemaju klasična kosa krovovišta. Kockaste zgrade svojim oblikom doprinose boljoj iskoristivost stambenog prostora. Zeleni vrt na vrhu takve zgrade donio bi mnogo pogodnosti stanarima u kući. Bilo bi dobro razmisliti i o ozelenjivanju ravnih krovova na starijim građevinama ukoliko je to moguće izvesti na postojećoj građevini.

U radu će se prikazati koje su osnovne prednosti zelenih krovova te zašto ih graditi, koje vrste zelenih krovova poznajemo, najčešće pogreške pri izgradnji, biljni pokrovi koji se koriste na zelenim krovovima, na koji način održavati zeleni krov, primjeri iz svijeta i Hrvatske te na koje načine uštedjeti energiju i koje su vrste poticaja za zeleni krov.

## 2. Općenito o zelenim krovovima

Zeleni krov je odličan način da izbjegnemo korištenje skupog crijepa za pokrivanje krova. Ako je dobra izvedba ravnog krova, ostvaruje se toplinska izolacija s vanjske strane kuće, a i lijepi su, jer na njima može biti travnjak, cvjetnjak ili povrtnjak. Zeleni krovovi zimi sprječavaju gubitak topline, a ljeti osvježava stambeni prostor. Zeleni krov može poslužiti i kao terasa, jer njegov nagib treba biti minimalan, tek toliki da voda može otjecati. Dovoljno je da kosina bude svega 0,5 %. Inače, nagib zelenih krovova ne bi smio biti veći od 40° zbog erozije i očuvanja kompaktnosti zelene mase. Danas postoje tehnologije gradnje i na većim kosinama, ali s njima dolaze i veći troškovi. Ovisno o statici objekta, treba paziti i na težinu zelenog krova. Postoje oni krovovi na kojima se nalazi sloj zemlje debeo čak pola metra, do onih s vrlo tankim slojem zemlje. Osim zemlje može se staviti i šljunak ili bale slame iz kojih s vremenom krene vegetacija, prvo gljive, a potom žitarice iz zaostalih sjemenki u balama. Bale s vremenom strunu, pa ostane organski materijal pogodan kao izolator. Pri projektiranju zelenih krovova potrebno je:

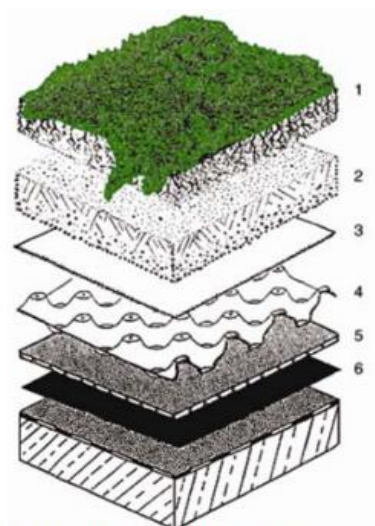
- 1) proračunati nosivost konstrukcije, tj. zgrade, [1]
- 2) projektirati nagib površine za odvod vode s razine hidroizolacije, [1]
- 3) pažljivo osmisliti odvodne putove, [1]
- 4) u slučaju intenzivnoga zelenog krova projektirati ručno ili automatsko zalijevanje, [1]
- 5) promišljeno riješiti detalje krovnoga ruba, atike, razne proboje ravnoga krova, [1]
- 6) pri raslinju s dubljim ili agresivnijim korijenjem iznad hidroizolacije staviti branu za korijenje kao npr. hidroizolaciju s aluminijskom folijom, [1]
- 7) pri većim ili intenzivno prohodnim površinama planirati prohodne putove, [1]
- 8) prilagoditi sigurnosne zahtjeve na području jakoga vjetra ili viših zgrada, [1]
- 9) u obzir uzeti pravila sigurnosnih ograda pri prohodnim ili voznim površinama. [1]

### 3. Sastav zelenog krova



Slika 3.1. Osnovne komponente zelenog krova

Zeleni krov ima više slojeva od kojih svaki obavlja svoju funkciju. Vegetacijski sloj, apsorpcijski sloj, filtrirajući sloj, drenažni sloj, zaštitni sloj i zaštita od korijenja biljaka dio su zelenog sastava. Zeleni sastav postavljen je na konstrukciju krova koji je izoliran toplinskom izolacijom i hidroizolacijom. Zemlja kojom se pokriva nosiva konstrukcija mora biti posebno pripremljena. Polaže se na filter od poliestera koji sprječava drenažno ispiranje zemlje i na tvrdu čepićastu foliju koja služi za zadržavanje vode (u malim udubljenjima). Ispod čepićaste folije polaže se posebna zaštitna folija koja štiti od prodora korijenja u izolaciju. Hidroizolacija, toplinska izolacija i izolacija od buke polažu se izravno na nosivu konstrukciju. Krovna hidroizolacija mora biti izvedena od strane stručnjaka i s kvalitetnim materijalima kako bi se u potpunosti isključila mogućnost procurivanja krovne konstrukcije. [2]



Suvremeni sastav zelenog krova:  
1 – vegetacijski sloj, 2 – apsorpcijski sloj,  
3 – filtrirajući sloj, 4 – drenažni sloj,  
5 – zaštitni sloj, 6 – zaštita od korijena

Slika 3.2. Suvremeni sastav zelenog krova

### **3.1. Vegetacijski sloj**

Vegetacijski sloj jest sloj na kojem rastu biljke. Sloj zemlje ili supstrata daje raslinju uporište te ih opskrbljuje vodom i hranjivim tvarima. Sastav vegetacijskog sloja vrlo je različit:

- a) Čisti mineralni vegetacijski slojevi sastavljeni su od ekspanzirane gline, ekspanziranih škriljevaca, perlita, komadića lave, plovućca, pijeska te šljunka s promjerom zrna od 2 do 16 mm i opečnog drobljenca. Takav je sastav pogodan za sađenje mahovina i sebrica. [2]
- b) Vegetacijski slojevi sa zrnatošću od 0 do 16 mm, s 20% organskih dodataka u obliku šute i lika primjereni su za rast trava, zeljastih biljaka i sebrica. [2]
- c) Vegetacijske mješavine s 20% organskih dodataka možemo pripremiti sami. Regionalnom se materijalu dodaju komadići opeke, ekspanzirana glina ili komadići plovućca. [2]
- d) Ploče od modificirane pjenaste mase ili mineralnih vlakana imaju slične značajke kao mineralni vegetacijski slojevi s 20% organskih dodataka, no ekološki su neprihvatljivije zbog potrebne velike energije pri proizvodnji. [2]

### **3.2. Apsorpcijski sloj**

Apsorpcijski sloj služi za spremanje kišnice.

### **3.3. Filtrirajući sloj**

Između supstrata i drenažnog sloja postavlja se filtrirajući sloj koji zadržava fine čestice iz supstrata i na taj način osigurava drenažnom sustavu da dugoročno nastavlja svoju funkciju.

### **3.4. Drenažni sloj**

Drenažni sloj odvaja i zadržava vodu. Vodu koja prodire najprije spremi, a potom višak odvodi. Drenažni je sloj sastavljen od gruboznatoga mineralnog sitniša kao npr. ekspanzirana glina, lava, šljunak i plovuće. Drenaža može biti i u obliku drenažnih blazina ili drenažnih elemenata od umjetnih tvari (posebno su primjerene kod kosih krovova gdje može doći do klizanja drenažnog sitniša). [2]

### **3.5. Zaštitni sloj**

Zaštitni sloj štiti donje slojeve od mehaničkih oštećenja i prodirajućega korijenja (ekstenzivno zelenilo ga ne treba jer krov nije prohodan i mogućnost mehaničkih oštećenja je manja). Uobičajeno se ugradi zaštitna koprena od geotekstila, ali i ploče npr. od recikliranoga

gumenastoga granulata i slojevi od betona i lijevanog asfalta. Ako je pokrov od bitumenske ljepenke, zaštitni sloj može otpasti. Taj sloj nije potreban kada ga proizvođači već ugrade na drenažne elemente. [2]

### **3.6. Zaštita od korijenja**

Zaštita od korijenja štiti krovnu izolaciju od oštećenja nastalih zbog rasta korijenja. Uobičajeno za tu namjenu služe krovne trake na bazi bitumena, gume ili umjetnih tvari.



## 4. Analiza slojeva i materijali

Prvo pitanje koje bi projektant trebao razmotriti je kapacitet opterećenja samog krova. Ovo je posebno važno kada projekt treba primijeniti na već postojećoj zgradi, i u tom slučaju se projektant treba udružiti sa građevinskim inženjerom kako bi ustanovio koliko opterećenje se može dodati i na kojim točno mjestima.

Onda kada su poznata opterećenja koja krov može podnijeti mogu se odrediti specifičnosti ekstenzivnog sistema koji se sastoji od nekoliko slojeva, od kojih svaki obavlja različitu funkciju. Prvi od slojeva je hidroizolacija, koja je obično od asfaltnog derivata ili je napravljena od neasfaltnih materijala kao što su polivinil klorid (PVC -*polyvinyl chloride*) ili termoplastični poliolefin (TPO-*thermoplastic polyolefin*). Važno je znati koji materijal se koristi jer proizvodi na bazi asfaltnih derivata mogu postati hrana za biljke i bakterije, dok PVC i TPO proizvode biljke ne mogu konzumirati. Ako ćemo koristiti asfaltno proizvode, onda moramo postaviti tkaninu koja će predstavljati pregradu korijenju biljaka i sprječavati žive organizme na krovu da se hrane hidroizolacijom i na taj način je unište. [3]

Sljedeći sloj koji postavljamo nakon hidroizolacije je drenaža. Iako je jedna od primarnih funkcija zelenog krova zadržavanje kišnice, ili barem usporavanje otjecanja vode, njegova je zadaća da se prvenstveno ponaša kao krov, a to znači da sprovodi vodu sa površine.

Postoje dva tipa sistema koja se koriste za ovu svrhu. Jedan od tih sistema sadrži odvodnu prostirku, koja ima plastične ili vlaknaste kanale koji usmjeravaju vodu filtriranu kroz zemljište u krovne odvođe. U drugom sistemu imamo granuliranu drenažu koja je napravljena od agregata jedne veličine, u suštini malo kamenje koje je iste veličine (obično promjera 0,6mm). Svaki sistem ima svoje koristi. Granulirana drenaža ima bolje hortikulture performanse jer korijenje biljaka ne može prodrijeti u nju, ali je zato prostirka za odvod bolja u odvodnji vode sa krova. Prostirka osigurava direktnu putanju vodi na njenom putu ka olucima dok agregat formira neku vrstu prepreke. [3]

Iznad drenažnog sloja postavlja se separacijska tkanina, ne tkani geotehnički materijal koji dozvoljava prodor vode ali ne i zemljišta. Osnovna funkcija separacijske tkanine je da zadrži zemljište kako ono ne bi začepilo drenažu.

Nakon separacijske tkanine postavljamo supstrat, koji je uglavnom od kamenog agregata ili pijeska, a sadrži vrlo malo organskog materijala. Kada se postavi supstrat površina izgleda više kao kolski prilaz nego vrt. Postoje dva osnovna razloga za korištenje ovakvog tipa materijala. Prvo, on se ne komprimira kao zemlja i samim time omogućuje prodor vode, a kao drugo, on se ne suši, ne može ga se otpuhati i ne raspada se kao organsko zemljište. Pošto je povratak investicije za zeleni krov između 20 i 30 godina, isplati se koristiti materijal koji će trajati.

Ponekad su sistemi za navodnjavanje integrirani u supstrat, iz razloga da pomognu biljkama u prvoj godini rasta te da pomognu u prevladavanju sušnih perioda. [3]

Završni i najvidljiviji sloj zelenog krova su same biljke. Prilikom odabira biljaka uzimaju se u obzir mnogi faktori, uključujući lokalnu klimu i izlaganje krova suncu i vjetru. Ovim se faktorima najpouzdanije može odrediti koje biljne vrste mogu zaživjeti na krovu. Zatim, u obzir uzimamo i razmatramo želje i ciljeve investitora. Ako investitor želi ekološki krov, biljke koje biramo moraju imati pelud za insekte i ptice i dobru sredinu za pauke. Ako mu je prioritet zadržavanja kišnice, onda odabiremo biljke koje se dobro ponašaju za tu svrhu. Ukoliko je investitor stalo do izgleda krova, onda postoje ukrasna razmatranja. [3]

Održavanje krova je možda najbitnija stavaka koju moramo razmotriti. Krov može biti posađen tako da zahtjeva provjeru samo jednom godišnje kako bi se uvjerali da su biljke i supstrat u dobrom stanju i da su odvodi čisti.

Postoje i razni načini dostavljanja biljaka na krov, od kojih svaki ima svoju cijenu postavljanja. Najjeftinije je započeti sa travom i niskim raslinjem, sa kojima se velika površina pokriva dosta brzo. Sljedeća opcija je da počnemo sa manjim biljkama promjera 3cm sa korijenjem od 10cm - koje uključuje biljku sa malo količinom zemlje. Takve biljke moraju biti posađene u isto vrijeme što zahtjeva veće troškove. Najskuplja opcija je da započnemo sa već formiranim biljkama koje su rasle u rasadniku. Prethodno uzgojene biljke su skuplje ali i teže što dodatno povećava troškove transporta i postavljanja. S druge strane sađenje odraslih biljaka smanjuje rizik od erozije vjetra, koja može upropastiti svježe posijano zemljište. Ovom metodom dobivamo gotov zeleni krov, što je od velike važnosti ako projekt izvodimo u javnosti, pošto u svojoj prvoj godini posijani krov više izgleda kao zemljani, a ne zeleni krov. [3]

## 5. Vrste zelenih krovova

U većini slučajeva se ozelenjuju krovovi do nagiba 35%, a u određenim slučajevima i do 45%. Ravni krovovi s nagibom od 1% tretiraju se kao posebni krovovi. Ovisno o nagibu krova potrebno je izvesti drenažu koja sprječava oštećenja hidroizolacijskog sloja. Najčešće primjenjivana konstrukcija zelenog krova međusobno spaja armiranobetonsku ploču kao nosivu konstrukciju i sustav izolacija, ovisno o željenim učincima i debljini zelenila, završnom sloju zemlje i zasađenom zelenilu. Ovisno o debljini zeleni krov može biti toplo ekstenzivni, toplo obrnuto ekstenzivni, toplo intenzivni i toplo obrnuto intenzivni, a debljina završnog sloja zemlje ovisi o obliku nosive krovne konstrukcije i o željenom zelenilu.





Zeleni se krovovi mogu izvesti na svakome hladnom, toplom ili obrnutom krovu, uz poštivanje potrebnih građevno-fizikalnih zahtjeva: kod hladnih krovova nema građevno-fizikalnih ograničenja, topli krovovi moraju imati dobru parnu branu, a kod obrnutih krovova iznad toplinske izolacije ne smije biti nikakav sloj koji onemogućava izlaz vodene pare.

|                       | EKSTENZIVNI<br>ZELENI KROV   | JEDNOSTAVNI<br>INTENZIVNI<br>KROVNI VRT                         | INTENZIVNI<br>KROVNI VRT                      |
|-----------------------|--|---|---|
| ODRŽAVANJE            | minimalno, plijevljenje i prihrana jednom godišnje                     | povremeno, plijevljenje i prihrana dva puta godišnje            | intenzivno                                    |
| ZALIJEVANJE           | nije potrebno  | prema potrebi<br>(ovisno o trajanju sušnog perioda)             | redovito                                      |
| BILJNE<br>ZAJEDNICE   | iz prirode: sedumi, trave i livadno bilje, začinsko i aromatično bilje | trava, livadno bilje, začinsko i aromatično bilje, niski grmovi | travnjaci ili cvjetnjaci, drveće i grmlje     |
| DEBLJINA<br>SUPSTRATA | 5 – 12 cm  | 15 – 30 cm  | 15 – 45 cm<br>nad podzemnim garažama ≥100 cm  |
| TEŽINA SUSTAVA        | 60 – 150 kg/m <sup>2</sup>   | 150 – 200 kg/m <sup>2</sup>                                     | 150 – 500 kg/m <sup>2</sup>                   |
| CIJENA                | NISKA  | SREDNJA   | VISOKA  |
| NAMJENA               | Ekološka krovna obloga<br>= tehnički zeleni krov                       | Projektirano zelenilo   | Projektirani vrt,<br>sa redovitim održavanjem |

|                    |                        |                           |                       |
|--------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|
| <b>ODRŽAVANJE</b>  | jednostavno održavanje | povremeno održavanje      | intenzivno održavanje |
| <b>STATIKA</b>     | mala težina            | relativno povećana težina | znatna težina         |
| <b>ZALIJEVANJE</b> | nije potrebno          | povremeno                 | redovito              |

Tablica 5.1. Sustavi zelenih krovova

| Legenda:  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
| <p><b>+</b> pozitivno</p> <p><b>○</b> neutralno</p> <p><b>-</b> negativno</p> |   |   |    |   |
| <b>Karakteristike sistema</b>   | <b>Jednoslojna mješavina sa vulkanskim granulatom ili ekspanziranom glinom</b>   | <b>Višeslojni sistem sa drenažno-akumulacijskim toplinskim slojem</b>  | <b>Višeslojni sistem sa drenažno-akumulacijskim prohodnim slojem</b>   | <b>Višeslojni sistem sa drenažom od mineralnih agregata</b>  |
| <b>Kvaliteta, vrste i samo-održivost vegetacije</b>                           | <b>-</b><br>Mali broj biljnih vrsta, često neujednačene kvalitete –pogodno za mahovine i sušne i sadnju u sjeni, u klimatskim uvjetima sa dovoljno vlage.                      | <b>+</b><br>Bogat izbor raznolike samoodržavajuće vegetacije na ekstenzivnim krovovima   | <b>+</b><br>Bogat izbor raznolike samoodržavajuće vegetacije na ekstenzivnim krovovima, kao i gotovo neograničen izbor biljaka na intenzivnim krovovima,   | <b>+</b><br>Bogat izbor raznolike vegetacije, drveća i grmlja. Ugrađuje se na krovovima podzemnih garaža, i krovovima koji statički mogu podnijeti veće težine i do 1000 kg/m <sup>2</sup> .         |
| <b>Cijena/ isplativost, ekonomski i tehnički faktori</b>                      | <b>○</b><br>Jeftinija postava, potrebno je redovito prihranjivanje. U slučaju dodataka organskog porijekla u mješavini i malog nagiba podloge, smanjuje se kvaliteta odvodnje. | <b>○</b><br>Troškovi ugradnje isplativi su obzirom na kasniju uštedu energije za grijanje, male troškove održavanja. Sustav osigurava trajnu i kvalitetnu drenažu, akumulaciju vode do 13 lit/m <sup>2</sup> , značajnu uštedu energije. | <b>○</b><br>Nešto skuplja ugradnja sa umjerenim troškovima održavanja. Pogodno za ekstenzivne i manje zahtjevne intenzivne krovne vrtove, težina i umjerena, dugotrajna drenaža u skladu sa normama. | <b>+</b><br>Skupa ugradnja sa velikim troškovima održavanja, relativno velika težina. Potrebno je osigurati navodnjavanje, i dugotrajnu drenažu uz mogućnost kontrole slivnika kroz posebne šahlove. |

Tablica 5.2. Ocjena različitih sustava zelenog krova

## 5.1. Biotopski zeleni krov

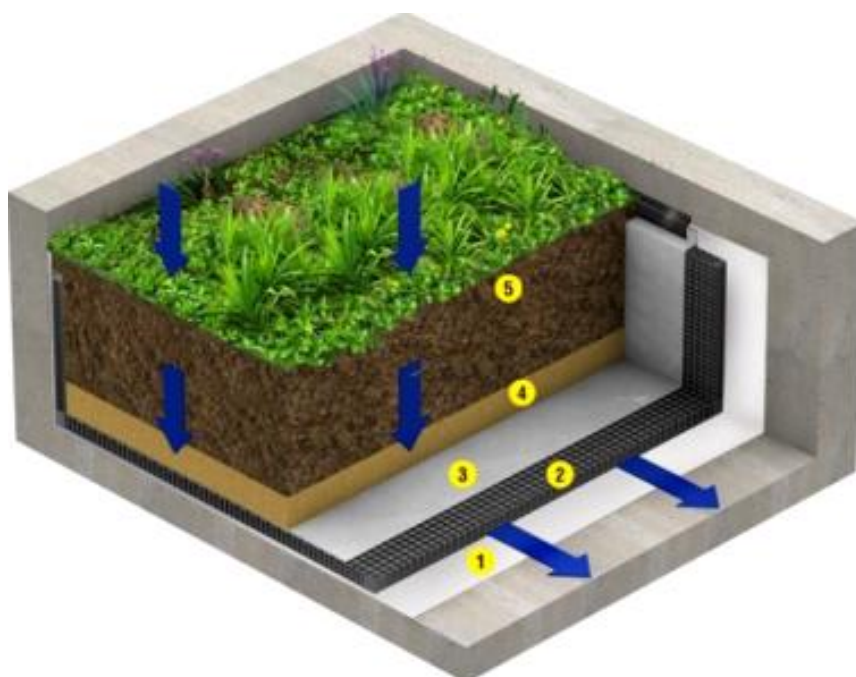
Biotopski zeleni krov se temelji na prirodnom nosivom sloju, na kojem raste isključivo samonikla autohtona vegetacija koja ne zahtijeva njegu i održavanje te bez teškoća podnosi sušna razdoblja. [2]



Slika 5.1.1. Biotopski zeleni krov

## 5.2. Ekstenzivni zeleni krov

To je najlaganija vrsta zelenih krovova. Ekstenzivni zeleni krovovi su pokriveni tankim slojem supstrata (obično 7-10 cm). Na takvim krovovima se sade vrlo otporne biljke, kao što su sedumi, livadne trave i druge biljke koje zahtijevaju malo ili nimalo održavanja. Ekstenzivan je pokrov pogodan za krovove s nagibom i adaptaciju starih krovova u zelene, a pritom se ne intervenira u konstrukciju koja nije prilagođena većim opterećenjima. Ekstenzivni zeleni krovovi znatno smanjuju dotok oborinskih voda u kanalizaciju. Izvedeni zeleni krov je potrebno jednom do dva puta godišnje pregledati i ako je potrebno provesti manje održavanje, uključujući plijevljenje i prihranu. Sustav navodnjavanja nije potreban, osim ako klimatske uvjete karakteriziraju razdoblja duljih suša (vrućih) razdoblja. [2]



*Slika 5.2.1. Struktura ekstenzivnog zelenog krova*

Na slici 5.2.1. prikazana je struktura ekstenzivnog zelenog krova. Plavim strelicama označen je smjer kretanja atmosfere vode kroz slojeve zelenog krova. Na slici su prikazani sljedeći slojevi.

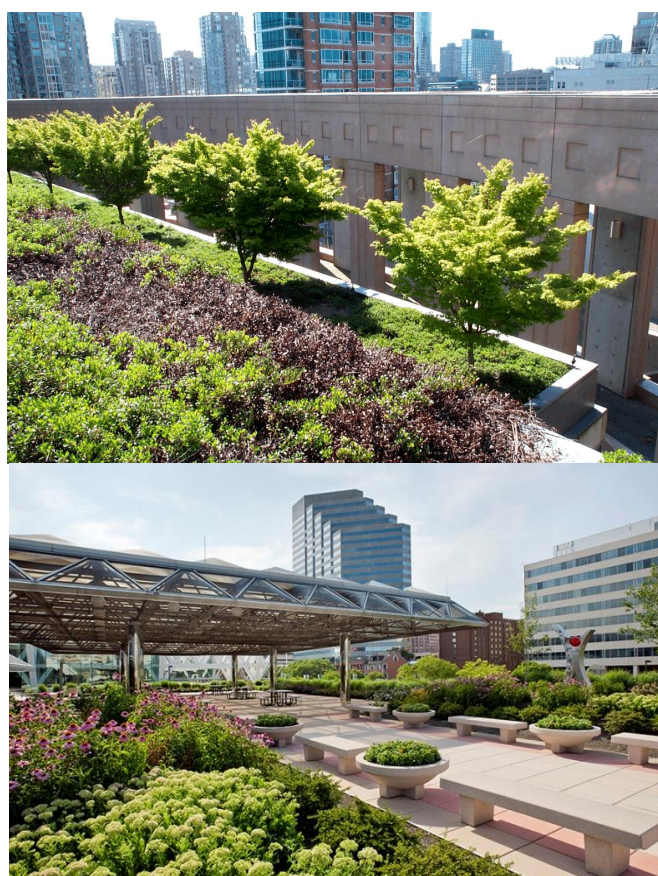
1. Vodootporna membrana
2. Drenažne ćelije
3. Geotekstil, barijera za korijenje
4. Pijesak ( služi kao filter )
5. Medij za rast vegetacije



### 5.3. Intenzivni zeleni krov

Intenzivni zeleni krov se odlikuje debljim slojem supstrata (15 cm ili više), koji omogućuje sadnju više biljnih vrsta, travnjaka, pa sve do grmlja i manjeg ukrasnog drveća. Intenzivno bilje nudi široki spektar mogućnosti dizajniranja, uključujući i stvaranje vrta na krovu. Planiranje intenzivnog zelenog krova, osobito izbor prikladnih biljaka, zahtijeva znanje stručnjaka. Biljne vrste određuju debljinu slojeva plodnog supstrata, potrebu za navodnjavanjem, te učestalost i zahtjevnost održavanja. Ukoliko je vegetacijski sloj dovoljno dubok i osigurano je dovoljno vode i nutrijenata, uvjeti za rast biljaka na krovu gotovo su jednako dobri kao i na zemlji. Određeni faktori poput stabilnost drveća i grmlja te negativni utjecaj zgrade (npr. zračenje vrućine iz fasade) moraju se uzeti u obzir.

Prilikom odlučivanja o debljini vegetacijskog sloja, za drveće i grmlje može se koristiti jednostavna formula: "Visina rasta/10 = debljina supstrata". Travnjaci i nisko raslinje zahtijevaju barem 20 cm supstrata. Unatoč velikom kapacitetu supstrata za zadržavanje vode, intenzivno bilje, a osobito travnjaci, moraju se redovito zalijevati tijekom sušnih razdoblja. Održavanje koje zahtijevaju intenzivni zeleni krovovi znatno je veće nego kod ekstenzivnih zelenih krovova. Kao smjernica za njihovo održavanje mogu se uzeti zahtjevi za održavanje vrta na tlu. [2]



Slika 5.3.1. Primjeri krovnih terasa (intenzivni zeleni krov)

## 6. Akumulacija i istjecanje vode s krova

| VRSTA KROVA               | debljina supstrata u cm | Biljne vrste                                     | Prosječni godišnji kapacitet zadržavanja padalina u % | Koeficijent propusnosti padalina $\Psi_a$ |
|---------------------------|-------------------------|--|---|---|
| Ekstenzivni krovni vrtovi | >4 - 6                  | sedumi   | 45  | 0,55                                      |
|                           | >6 - 10                 | sedumi + livadno bilje                           | 50  | 0,50                                      |
|                           | > 10 - 15               | sedumi + trave + livadno bilje                   | 55  | 0,45                                      |
|                           | > 15 - 20               | trave + livadno bilje                            | 60  | 0,40                                      |
| Intenzivni krovni vrtovi  | 15 - 25                 | travnjaci, manji grmovi, cvjetni grmovi          | 60  | 0,40                                      |
|                           | 25 - 50                 | travnjaci, manji grmovi, cvjetni grmovi          | 70  | 0,30                                      |
|                           | >50                     | travnjaci, manji grmovi, cvjetni grmovi i drveće | >90   | 0,10                                      |

Tablica 6.1. Akumulacija i istjecanje vode u različitim sustavima zelenih krovova obzirom na debljinu supstrata

Podaci u tablici 6.1. se odnose na mjesta sa prosječnim padalinama između 650-800mm. U područjima sa manje padalina je veće relativno zadržavanje vode na krovu, i obrnuto, u područjima sa većom godišnjom količinom padalina, relativno otjecanje vode je veće, što znači da krov u postotku manje zadržava vode u odnosu na ukopnu količinu padalina. [4]

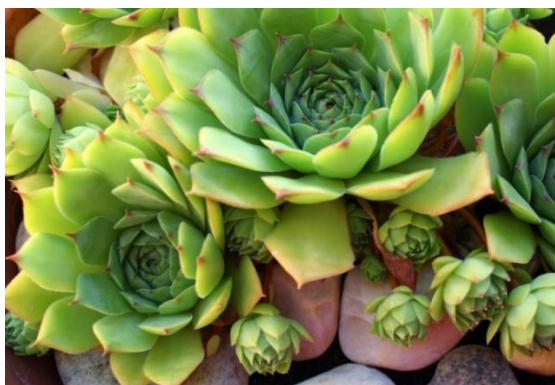
## 7. Izbor biljaka

Zeleni su krovovi trend već godinama širom svijeta, no unatoč nizu povoljnih utjecaja koje donose (poput primjerice hlađenje ljeti, dodatne izolacije zimi, smanjivanja potrošnje energije, manjega urbanog zagrijavanja te mirisnog vrta ispunjenog leptirima i pticama tijekom cijele godine), nisu pretjerano zaživjeli u Hrvatskoj. Iako na prvi pogled izgleda kao da je sadnja zelenog krova skup i mukotrpan proces, zaista svatko s malo volje može u vrlo kratkom vremenu i s ograničenim proračunom posjedovati prekrasan zeleni krov.

Krovovi su inače teško mjesto za biljke jer su biljke osjetljive na toplinu, hladnoću, vjetrove i sušu, a osim toga na krovovima nema prostora za sadnju "teških" nasada pa je stoga potrebno saditi kulture koje ne zahtijevaju duboko korijenje. Stoga su savršeni izbor za zeleni krov biljke koje rastu na liticama i u drugim negostoljubivim predjelima. Sitni sukulenti koji ne zahtijevaju puno zemlje i vode dobar su početak svakoga zelenog krova. U tu kategoriju ulaze sve vrste čuvarkuća i sitnih kaktusa. Postoje doslovno stotine sorti čuvarkuća koje mogu rasti u pukotinama između stijena u kršu. [5]



*Slika 7.1. Razne vrste sukulenata*



*Slika 7.2. Biljka čuvarkuće*

Ono što krov čini zaista zelenim jesu razne trave koje rastu na njemu. Iako će na krovu većina trava brzo usahnuti zbog stalne potrebe za vodom, postoje neke vrste travnatih biljaka koje su dobre za pokrivanje krovova, a ujedno stvaraju "ugodno društvo" čuvarkućama. Većina tih biljaka sama se razmnožava, čime je održavanje zelenog krova još lakše. Neke od njih su babina svila, šaš i druge slične travnate biljke koje rastu brzo, nemaju velike potrebe za vodom i divno izgledaju jednom kada se rašire. Biljke koje zahtijevaju nešto dublje tlo su alpske biljke poput aster alpinusa koje se pojavljuju u raznim atraktivnim bojama i posebno privlače leptire. Treba spomenuti i stolisnik koji će uljepšati svaki zeleni krov i u kratkom ga roku prekriti. Spomenute biljke zahtijevaju malo vode i uspijevaju i u najgorim uvjetima, stoga im



privikavanje na krov najčešće nije nikakav problem. Posljednja kategorija biljaka koje bi trebale oplemeniti svaki zeleni krov jesu razne začinske trave koje rastu u suhim i kamenitim predjelima te mogu poslužiti i za pokrivanje većih krovnih površina. Takvima pripadaju timijan, origano i druge mediteranske biljke koje uz zeleni izgled osiguravaju i određenu dozu specifične krovne aromaterapije. [5]



*Slika 7.3. Babina svila (lijevo), šaš (desno)*



*Slika 7.4. Aster alpinus (lijevo), stolisnik (desno)*

## 8. Najčešće pogreške pri izvedbi zelenih krovova

1. Krivi geotekstil koji se koristi kao filterski sloj [4]
  - DrefonS geotekstil s funkcijom filtriranja primjenjuje se kod izgradnje hidrotehničkih građevina, sustava za drenažu i u cestogradnji, sa ciljem da zadrže čestice zemlje, a propuste tekućine na svom vertikalnom putu kroz filterski sloj
  - u usporedbi sa mineralnim slojevima filtera, debljina geotekstila izravno povećava dugotrajnu mehaničku i hidrauličku efikasnost filtera
  - najčešće se primjenjuju filcevi, razna tkanja izrađena od polimernih ili prirodnih vlakana koja imaju i svoju sekundarnu funkciju zadržavanje vode i vlage
2. Korištenje mineralnog agregata u drenažnom sloju kod primjene tankih slojeva supstrata [4]
3. Izostavljanje zaštite hidroizolacije (vertikalne i horizontalne) [4]
4. Izostavljanje rubnog šljunka / neozelenjene površine [4]
5. Pogrešan granulacijski sastav supstrata [4]
  - granulacijski sastav supstrata ovisi o vrsti vegetacijskog sloja (0-16mm)
6. Preveliki udjel organskih materijala u supstratu [4]
  - najviše 20% organskih dodataka
7. Preveliki udjel isperivih čestica u supstratu (manjih od 0,063mm) [4]
8. Korištenje neispitane lokalne zemlje u potpunosti ili u mješavini sa krovnim supstratom [4]
  - zemlja kojom se pokriva nosiva konstrukcija mora biti posebno pripremljena
9. Pretanki sloj supstrata obzirom na insolaciju i klimatske uvjete (premalo vlage) [4]
10. Sadnja bilja preblizu reflektirajućih površina na prisojnoj strani građevine [4]
11. Odabir bilja koje nije primjereno sadnji na krovnim vrtovima [4]
  - biljka koja se ne smije naći ni na jednom zelenom krovu je čičak, jer ima vrlo snažan korijen, koji poput svrdla probija čak i dasku
12. Kontrola nagiba krova - zastoj vode - truljenje korijena [4]
13. Izvođenje slojeva krovnog vrta bez zapisničkog preuzimanja vodene probe [4]

## 9. Prednosti zelenih krovova

Zeleni krov ne sprječava samo pregrijavanje prostora iznad kojih se nalazi, već smanjuje i ljetnu vrućinu prostora u svojoj neposrednoj okolini, a to je tijekom ljeta važna kvaliteta. Zeleni krovovi zadržavaju padaline koje raslinje zatim kroz listove polako ispušta u okolinu. To smanjuje prevelike i neugodne ljetne temperature, ali i temperaturne oscilacije te povećava relativnu vlažnost zraka. Biljke zasađene na zelenim krovovima pridonose poboljšanju zraka u svojoj okolini jer ga ujedno i pročišćavaju. Za svoj razvoj trebaju ugljični dioksid pa ujedno proizvode kisik koji je čovjeku potreban za život. Usto su filter za prašinu i druge štetne tvari u zraku. Četvorni metar zelenog krova pročisti 0,2 kg u zraku raspršenog smoga – prašine, dima ili ispušnih plinova. Važan je doprinos zelenih krovova očuvanju okoline i primjena razgradivih materijala u slojevima zelenog krova. U pripremi zemlje za sadnju biljaka upotrebljava se granulat od reciklirane opeke i crjepova, što dodatno pridonosi smanjivanju opterećenja prirodnih izvora. Zeleni krovovi ujedno poboljšavaju zvučnu izolaciju prostora do 8 decibela, a štite i od elektromagnetskih valova. Pridonose prirodnoj raznolikosti jer su dom različitih kukaca, osobito pčela. [5]

Posebno treba istaknuti da zeleni krovovi štite i od prirodnih katastrofa, poput požara i poplave. Shvatljivo je da ozelenjena zemlja otežava širenje požara, ali je manje razumljiva uloga zelenih krovova u zaštiti od poplava. Naime zadržavaju veliku količinu vode koja padne u vrlo kratkom vremenu, a upravo takve vode otjecanjem uzrokuju poplave. Inače intenzivno ozelenjen krov s debelim slojem zemlje zadržava 90% padalina, a ekstenzivno ozelenjen krov s tankim slojem zemlje i do 40%. [5]

Nepobitna je činjenica da će krovni vrtovi odigrati jednu od ključnih uloga u održivom razvitku urbanih sredina, posebno na ublažavanju posljedica globalnog zatopljenja i eliminaciji stakleničkih plinova. Usporavanjem otjecanja kišnice, zeleni krovovi djeluju na povećanje njezina prirodno rashladnog djelovanja – djeluju na smanjivanje ugljičnoga dioksida, industrijske prašine i raspršenih krutih čestica. Zadržavanjem viška slivnih voda smanjuju se troškovi održavanja velikih kanalizacijskih sustava. Zeleni krovovi u znatnoj mjeri upijaju višak sunčeva zračenja i termalna isijavanja betona te asfaltnih pokrova. [1]

Poznat je još jedan zanimljiv podatak temeljen na računalnoj simulaciji – u zamišljenome gradu zelenih krovova, smanjivanje temperature za samo tri stupnja imalo bi isti učinak kao istodobna konverzija svih gradskih vozila na električni pogon. Sljedeća pozitivna osobina zelenih krovova jest njihov značajan utjecaj na redukciju buke. Ovisno o debljini i vrsti pokrovnih slojeva, buka se u unutarnjim prostorijama zgrade sa zelenim krovom može smanjiti i za 40 dB. Stoga stručnjaci preporučuju da se unutar i u okolini zračnih luka, tvornica,

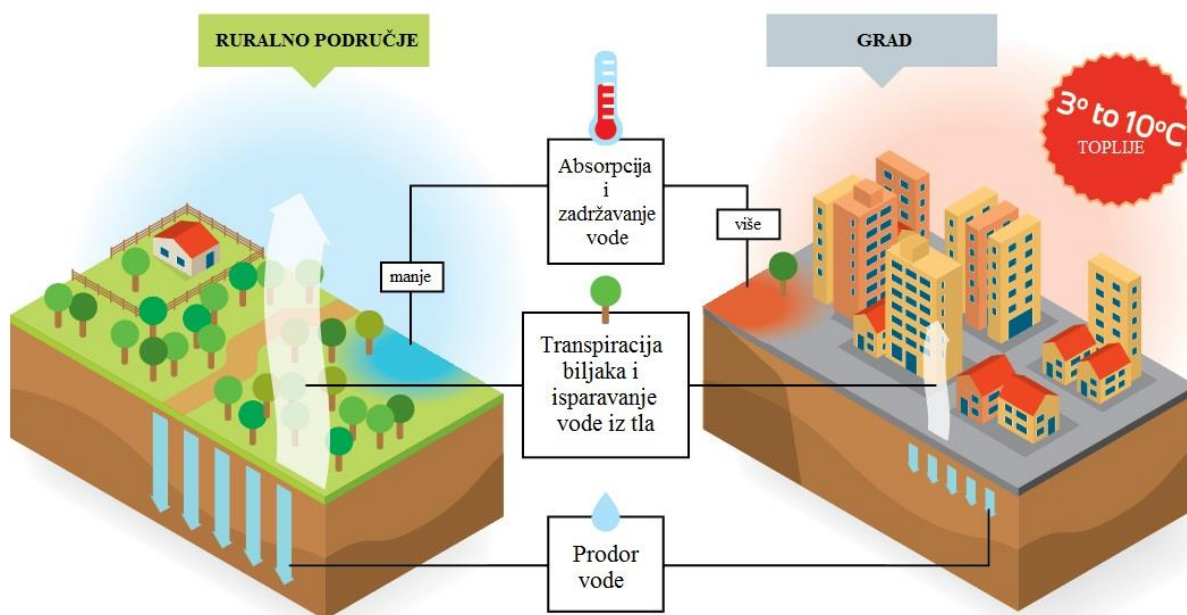
velikih garaža, bolnica, škola, dječjih vrtića, trgovačkih centara i svih lokacija na kojima se tišina i temperaturna ravnoteža postavljaju kao glavni zahtjevi, krovni vrtovi primjenjuju u najvećoj mogućoj mjeri. Pažljivo i stručno izveden ekstenzivni zeleni krov zasigurno bi stajao manje od dograđivanja kompletne krovne konstrukcije, dok bi financijska konstrukcija u usporedbi s neprekidnim krpanjem porozne plohe mogla biti i povoljnija. [1]

## 9.1. Prednosti za okoliš

U nastavku su nabrojane prednosti za okoliš koje možemo ostvariti izgradnjom zelenih krovova.

### 9.1.1. Smanjenje utjecaja urbanog toplinskog otoka

Zeleni krovovi jedan su od najučinkovitijih načina za smanjene temperature zraka u urbanim područjima tokom ljeta. Temperature u gradovima zbog pregrijavanja zgrada objektivno mogu biti i do 5° C više nego u ruralnim područjima. Temperatura površine klasičnog neozelenjenog krova je znatno viša od temperature na zelenom krovu. Ta činjenica vodi do efekta urbanog toplinskog otoka, što jednostavno znači da ljeti u gradovima imamo pregrijane površine i visoke temperature okoline. Taj se efekt može smanjiti ozelenjavanjem dostupnih površina oko nas. Krovne su površine jednostavne za ozelenjavanje, a pozitivan učinak je utoliko veći, što su površine veće.



Slika 9.1.1.1. Razlozi zbog kojih dolazi do urbanog toplinskog otoka



Slika 9.1.1.2. Temperaturna razlika zelenog i običnog ravnog krova vidljiva na termalnoj snimci (desno)

### 9.1.2. Zadržavanje kišnice

Druga osnovna prednost zelenog krova je smanjenje dotoka oborinskih voda, koje je u periodima koji obiluju padalinama znatno niže opterećuju kanalizacijski sustav. Zeleni krovovi mogu imati utjecaj na smanjenje troškova zbog smanjene potražnje za ugradnjom rezervoara za pohranu kišnice i sličnu opremu koja se inače koristi za upravljanje oborinskim vodama. Kapacitet zadržavanja kišnice također pomaže u sprječavanju nepogoda uzrokovanih obilnim kišama.

| Zadržane oborine %            | Standardni krov | Zeleni krov |
|-------------------------------|-----------------|-------------|
| Prosječno zadržavanje         | 24%             | 80%         |
| Zadržavanje na vrhu otjecanja | 26%             | 74%         |

Tablica 9.1.2.1. Zadržavanje vode na standardnom krovu i na zelenom krovu

### 9.1.3. Čišćenje kišnice

Zeleni krovovi prirodnom biofiltracijom sprečavaju prekomjerno zagađenje okoliša kišnicom i sprečavaju da potencijalni otrovi dođu u vodotoke i vodene putove. Filtriranje kišnice kroz vegetacijski sloj može doprinijeti poboljšanju kvalitete lokalnih voda.

#### **9.1.4. Smanjenje CO<sub>2</sub>**

Zeleni krovovi pomažu u smanjenju emisije CO<sub>2</sub> u atmosferu, što je jedan od važnijih uzroka globalnog zatopljenja. 1m<sup>2</sup> zelenog krovu tokom jedne godine apsorbira i do 5 kg CO<sub>2</sub>. Zbog učinka smanjenja potrošnje energije, dodatno se smanjuje emisija ugljičnog dioksida. Tako 1m<sup>2</sup> zelenog krova apsorbira istu količinu CO<sub>2</sub> koju ispusti prosječan automobil, koji prijeđe udaljenost od 80 km. [6]

#### **9.1.5. Čišći zrak**

Biljke na zelenom krovu filtriraju krute tvari iz okolnog zraka, što ima pozitivan učinak na njegovu kvalitetu i zdravlje stanovništva. Znanstvenici procjenjuju da 1 m<sup>2</sup> zelenog krova u toku jedne godine pročisti i do 0,2 kg čestica prašine iz zraka. [6]

#### **9.1.6. Prirodno stanište**

Porastom urbanizacije osiguranje biološke raznolikosti jedan je od ključnih zahtjeva u naseljenim područjima. Zeleni krovovi mogu pružiti stanište raznim vrstama organizama i tako obnoviti ekološke cikluse koje je uništila gradska infrastruktura. Istraživanja pokazuju da izbor biljaka i dubina supstrata imaju veći utjecaj na biološku raznolikost zelenog krova od visine zgrade. Zelena područja urbanih sredina nude mogućnost velikome broju ljudi da uče o prirodi i njezinoj zaštiti, uključujući i one koji nemaju sredstva ili motivaciju da putuju u udaljena područja. Stoga je urbana bioraznolikost ključna za povezivanje ljudi s prirodom, što omogućuje obnovu i očuvanje bioraznolikosti u neposrednom okruženju svakoga od nas. [7]

Gradovi također privlače vrste koje su sposobne koristiti ljudske proizvode, direktne ili indirektno. Tako se određene vrste hrane otpadom, zimuju u ljudskim nastambama, a neke se ptice gnijezde na zgradama i slično. Pojedina gradska okruženja su čak i biološki raznolikija nego jednolična ruralna područja i upravo ovdje neke vrste pronalaze svoje utočište. Odnos ljudi i divljih vrsta od velikoga je značaja u urbanim ekosustavima i treba ga uzeti u obzir kada se razmatra poboljšanje bioraznolikosti. Urbana bioraznolikost često je podcijenjena, ali zbog svoga značaja ona sve više postaje bitan i priznat dio upravljanja gradovima. [7]



## 9.2. Koristi za zajednicu

Izgradnjom zelenih krovova stvaramo korisne zelene površine (Slika 9.2.1.) i doprinosimo prirodnijem izgledu građevine. Prirodni izgled zelenih krovova čini odmak od betona i uvodi bitne promjene u modernoj arhitekturi. Istraživanja su pokazala psihološki učinak na opuštanje, kojem doprinose zelene površine. Zbog mnogih prednosti zelenih krovova, povećava se i vrijednost stambenih i gospodarskih građevina. Zeleni krovovi pružaju dodatne zelene površine u urbanim područjima i zgradama daju dodatnu vrijednost. Javno dostupni krovovi mogu biti osmišljeni kao javni vrtovi ili površine za različite javne namjene.



*Slika 9.2.1. Zeleni krov (korisna površina) koji služi za razne aktivnosti*

## 9.3. Iskustva iz svijeta

Iskustva u svijetu potvrđuju brojne prednosti zelenog krova. Tako, na primjer, europska iskustva govore da je vijek trajanja izvedenih zelenih krovova dva puta dulji od klasičnih ravnih krovova. Eksperimentalna mjerenja i teoretski proračuni u Kanadi pokazali su 26-postotno manju potrošnju energije grijanja ili hlađenja u slučajevima zelenih krovova. Njemački grad Berlin pokriva do 60% troškova povezanih sa sađenjem raslinja na zelenim krovovima i polaganjem instalacija za opskrbu vodom vegetacije. Na drugome kraju svijeta, u japanskom gradu Tokiju, propisuje se 20-postotni dio površine izveden kao zeleni krov, ako je ukupna površina krova veća od 1.000 m<sup>2</sup>. [1]

### 9.3.1. Farme na zelenim krovovima

Posljednjih desetljeća arhitekti, građevinari i urbanisti diljem planeta počeli su se vraćati zelenim krovovima, ali ne zbog ljepote nego zbog praktičnosti i sposobnosti ublažavanja ekstremnih vremenskih uvjeta.

Vodonepropusni omotači danas olakšavaju dizajn zelenih krovnih sustava na način da zadržavaju vodu, omogućuju otjecanje, podupiru rast i otporni su na širenje korijenja. Zeleni krovovi pretvaraju prostor grada u poveznicu s prirodom izvan grada. Razne životinjske vrste, velike i male, zauzele su suvremene krovove i time se nekim vrstama stvara stanište koje urbanizacijom polako nestaje. Zagovornici živih krovova tvrde da oni zadovoljavaju većinu tehničkih izazova vezanih za usađivanje biološkog sloja na vrhovima zgrada.

Iako je prosječni trošak ugradnje zelenog krova dva do tri puta veći od konvencionalnog, dugoročno će biti jeftiniji upravo zbog uštede energije. Vegetacija štiti krov od ultraljubičastog zračenja i time mu produžuje životni vijek. Održavanje ovakvog krova je jednako trošku održavanju vrta. [8]

Neiskorišteni prostori u modernim metropolama mogu postati produktivna farma zahvaljujući napretku ostvarenom u vodonepropusnosti zelenih krovova. Razmislite o milijunima hektara neprirodnih krovova širom svijeta. A sada zamislite da se taj ogromni ljudski trag vrati natrag prirodi tako da se stvore prekrasni zeleni prostori na mjestu gdje su asfalt i šljunak.

Urbane farme nastaju širom američkih gradova, na krovovima zgrada, u skladištima i na napuštenom zemljištu. Imaju sve veću ulogu u pretvaranju gradova u održive, zdrave sredine. Uzgojem voća i povrća mnogi su se nekada bavili iz hobija, ali danas je to sve unosniji biznis.

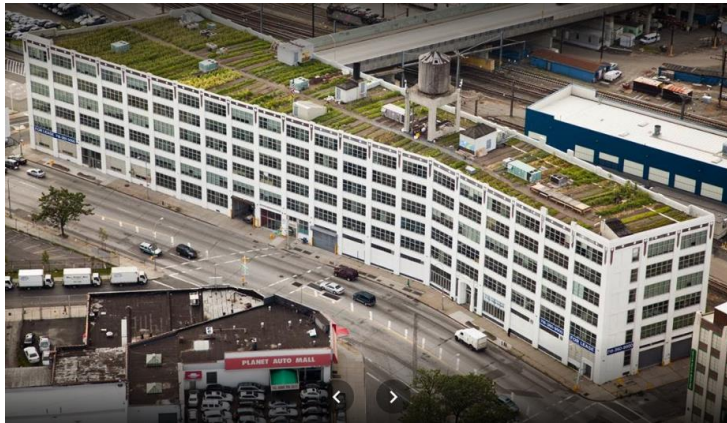
U posljednje vrijeme, u akademskim se sredinama ozbiljno eksperimentira čak i na polju urbanog poljodjelstva, što se poglavito odnosi na proizvodnju jestivih biljaka poput krumpira, mrkve, krastavaca, zelene salate, a posebno dobre rezultate pokazuje uzgoj ružmarina. Naime, znanstvenici iznose teze da zagađenost zraka ne utječe na jestivost biljaka, već je za to presudna čistoća tla iz kojeg rastu. [9]

Organska poljoprivreda na krovovima jedan je od načina na koji urbane sredine mogu pokušati ostvariti uravnoteženu i održivu potrošnju resursa. Na krovovima je moguće proizvesti različite vrste voća, žitarica i povrća, bilo u kontejnerima ili u tlu. Time što se hrana proizvodi u neposrednoj blizini potrošača eliminira se potreba transporta iz udaljenih područja, a proizvodi vrlo svježi dolaze do potrošača. [9]

Uzgoj hrane na krovu isplativ je i zato što koristi lokalne resurse: oborinske vode i filtrirane otpadne vode iz domaćinstava, solarnu energiju i toplinu koju generira zgrada. Osim toga, zelene površine na krovovima ovlažuju i osvježavaju zrak, povoljno utječu na mikroklimu grada i



kvalitetu života u neposrednoj okolini. Zagađenje je bitan problem urbane poljoprivrede, ali srećom, najveći zagađivači su teški metali kao olovo i ispušni plinovi automobila. Kako je oboje gušće od zraka, povrće uzgojeno na krovu visoko iznad prometnica u nekoj je mjeri ipak zaštićeno. [9]



*Slika 9.3.1.1. Eagle Street farma na krovu, Brooklyn*

Dva primjera njujorških krovova (Slika 9.3.1.1., Slika 9.3.1.2.) pretvorenih ne samo u obradive površine, već i u referentne točke za zajednice gradskih uzgajivača hrane i potrošača po principima *zero-food-mile* organske proizvodnje su *Brooklyn Grange Farm*, izgrađena 2010. g. na vrhu stare industrijske zgrade u Queensu, i *Eagle Street Rooftop Farm*, smještena na krovu skladišta u Brooklynu. *Brooklyn Grange* trenutačno, s oko hektar obradivih površina na krovovima dvije farme u Brooklynu i Queensu, svoje povrće prodaje obližnjim restoranima, lokalnim maloprodajama i direktno potrošačima na tjednom sajmu. [9]

*Brooklyn Grange Farm* je najveći vrt na svijetu, a zajedno sa još jednim vrtom godišnje proizvede oko 22 t povrća koje se prodaje po gradskim restoranima i trgovinama. Osim vrta, u New Yorku postoji i najveći pčelinjak koji broji oko 30 košnica. [10]



*Slika 9.3.1.2. Brooklyn Grange Farm*

## 9.4. Ekonomske koristi

### 9.4.1. Produljeni životni vijek krova

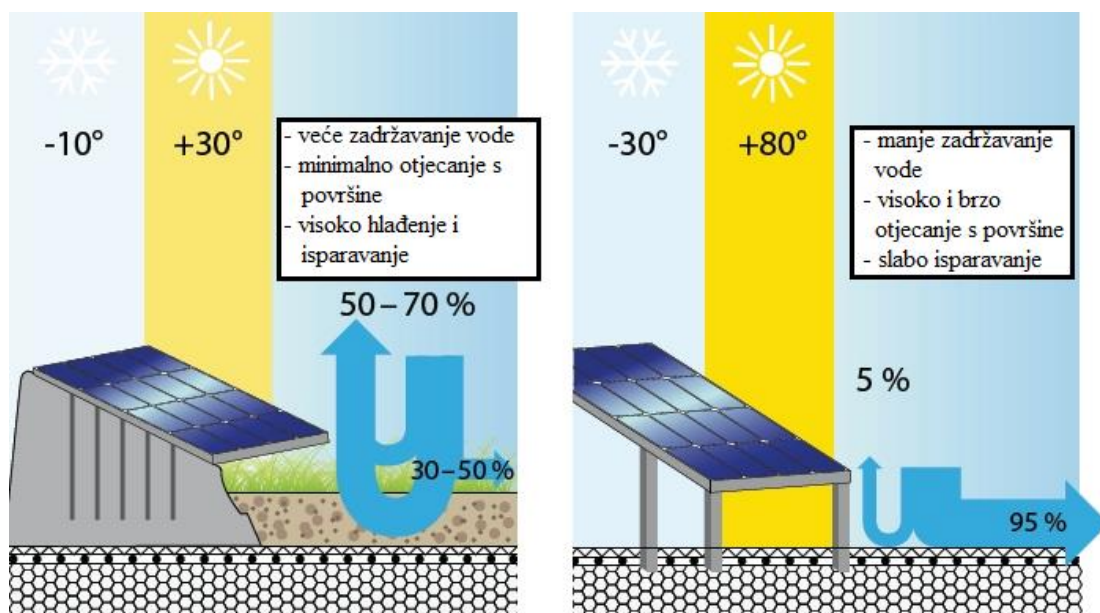
Zeleni krov ima dokazano dulji životni vijek od standardnih ravnih krovova koji nisu zaštićeni slojem zelenila. Osnovni slojevi na krovu, pogotovo hidroizolacijska membrana, zaštićeni su od mehaničkih oštećenja, UV- zračenja i ekstremnih temperaturnih utjecaja, što u daljnjem slijedu znači manje održavanja i dulji životni vijek. [6]

### 9.4.2. Učinkovita upotreba energije

Zeleni krovovi doprinose smanjenju upotrebe energije, kako pri grijanju zimi, tako i pri hlađenju ljeti. Porastom cijena energenata i sve strože politike zaštite okoliša, jeftinije grijanje i hlađenje, te manja upotreba energije, bitni su zahtjevi pri gradnji novih i obnovi postojećih zgrada. S obzirom da krov obično zauzima dosta veliku površinu, time je idealan za montažu solarnih kolektora ili fotonaponskih ćelija, a posebno u krajevima s velikim brojem sunčanih sati. Među zelenilo i biljke može se postaviti sustav kolektora i fotonaponskih ćelija, a pravilnim projektiranjem i postavljenjem ostvaruju se značajne uštede u potrošnji toplinske i električne energije. Ne treba zaboraviti da se sunčeva energija oslobađa i za vrijeme oblačnih i maglovitih dana. [6]



Slika 9.4.2.1. Fotonaponske ćelije na zelenom krovu



Slika 9.4.2.2. Razlika između fotonaponskih ćelija na zelenom krovu (desno) i na običnom ravnom krovu (lijevo)

### 9.4.3. Smanjenje buke

Sustav zelenih krovova pruža dodatnu zvučnu izolaciju. Stoga stambeni prostori postaju tiši, a okoliš u urbanim zonama ugodniji. Sustav zelenih krovova na taj način praktično doprinosi smanjenju buke u velikim gradovima, u blizini zračnih luka i industrijskih zona.

## 10. Poticaji za zeleni krov

U Hrvatskoj su zeleni krovovi, naime, još povezani s privatnom inicijativom iako se svakako ubrajaju u važne elemente ekološke i održive gradnje pa njihovu gradnju u europskim zemljama potiču na različite načine, a u Njemačkoj i financijski. No bit će ih sve više i u Hrvatskoj jer se njihove prednosti šire usmenom predajom.

### 10.1. Energetska obnova obiteljskih kuća u Hrvatskoj

Energetska obnova obiteljskih kuća trebala bi se nastaviti i ove godine. Riječ je o programu koji je planiran sve do 2020., a u Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitosti, nositelju projekta, još točno ne znaju kad će biti objavljen natječaj. [11]

Novost je da će se novac za program povući iz europskih fondova, zbog čega treba prilagoditi dosadašnje uvjete sufinanciranja EU pravilima. Iz Fonda tvrde kako se to neće odraziti na samu proceduru za građane, već će ona biti slična kao i prošle godine. 2015. godine su se za poticaje mogle prijaviti kuće bruto podne površine do 600 kvadrata ili najviše tri stambene jedinice, kojima je više od 50 posto površine namijenjeno stanovanju. Država je sufinancirala zamjenu vanjske stolarije, obnovu krova, fasade i stropa te ugradnju kondenzacijskog plinskog kotla ili postavljanje sustava za korištenje obnovljivih izvora energije (kolektora, kotlova na biomasu i dr). Visina bespovratnih sredstava ovisila je o tome gdje se kuća nalazi, a iznosili su 40, 60 ili čak 80 posto od ukupne investicije. [11]

Područja posebne državne skrbi i prva skupina otoka od Fonda mogla su dobiti 80 posto odnosno maksimalno 168.000 kuna, brdsko planinska područja te druga skupina otoka 60 posto odnosno do 126.000 kuna, a ostali 40 posto opravdanih troškova projekta tj. maksimalno 84.000 kuna po kući. Fond je do 10. srpnja prošle godine, kada je javni poziv zatvoren, zaprimio oko 12.300 zahtjeva za sufinanciranje obiteljskih kuća. Od toga je prihvaćeno njih oko 9.350. Radi se o projektima obnove kuća vrijednima više od 833 milijuna kuna, za koje je Fond osigurao oko pola milijarde kuna poticaja. [11]

Na temelju dostavljene dokumentacije građanima je isplaćeno više od 145 milijuna kuna. Važno je istaknuti da je u sklopu programa građanima u potpunosti pokriven i trošak angažiranja energetske certifikatora. Kad je riječ o teritorijalnoj raspodjeli sredstava, među županijama s najvećim brojem odobrenih projekata prednjače Osječko-baranjska i Vukovarsko-srijemska županija. Od 485 lokalnih jedinica u kojima se projekti provode, na prvom mjestu po broju projekata je Zagreb (537), a slijede ga Petrinja te Vukovar, s više od 300 kuća po gradu. Takva

raspodjela ne čudi, s obzirom na to da su kuće na područjima od posebne državne skrbi imale pravo na poticaje u visini do 80 posto investicije. [11]

## **10.2. Zeleni stambeni krediti u Hrvatskoj**

Zeleni stambeni krediti u Hrvatskoj postaju sve popularniji. Nakon što je u Europi niskoenergetska i pasivna gradnja postala općeprihvaćeni standard građenja, takav koncept uštede energije i zaštite okoliša sve više hvata korijenje i na ovim prostorima. U Njemačkoj je dosad sagrađeno više od 150.000 pasivnih kuća zahvaljujući sustavu državnih poticaja i povoljnim kreditima. [12]

Namjenske stambene kredite za gradnju ili kupnju niskoenergetskih kuća već dulje nude i hrvatske banke, a posljednja koja se odlučila priključiti „zelenom trendu“ jest OTP banka. Svoj je proizvod nazvala Sunčani krediti koji se odobravaju u visini od 5000 do 250.000 eura. Sunčani krediti namijenjeni su kupnji stana ili kuće energetske razreda B, A i A+. Mogu se koristiti i za poboljšanje energetske učinkovitosti financiranjem troškova izrade projekta, plinofikacije kućanstva, sustava za filtriranje vode, kreditiranje zahvata na nekretnini koji utječu na smanjenje potrošnje energije, kupnje ili ugradnje solarnih kolektora za vlastite potrebe ili za potrebe prodaje struje Hrvatskom operatoru tržišne energije, sustava za klimatizaciju, ugradnje vanjske stolarije s izo-staklom, termo fasada, obnove krovišta, vjetrenjača za proizvodnju struje i drugog. [12]

## **10.3. Iskustva iz EU**

Novi zakon koji je nedavno donesen u Francuskoj nalaže da sve nove zgrade koje su sagrađene u komercijalnim zonama moraju biti djelomično pokrivena ili biljkama ili solarnim panelima. Zeleni krovovi, kako ih popularno zovu, imaju dobar izolacijski učinak koji pomaže u potrošnji energije zimi za zagrijavanje, a u ljetnim mjesecima za hlađenje. Osim toga, zadržavaju kišnicu i vodu, a pticama osiguravaju “dom” u urbanim džunglama. [13]

Žestoki su francuski aktivisti prvotno lobirali za zelene krovove koji bi pokrivali cijelu površinu novog krova. Međutim, djelomično pokriveni krovovi u ovoj su prvoj utakmici pobijedili, što je svakom slučaju veliki korak za Francusku. Zeleni krovovi su već vrlo popularni u Njemačkoj i Australiji te u Torontu koji ovaj zakon uspješno provodi od 2009. godine na svim novim industrijskim i stambenim zgradama.[13]

**EFB (European Federation of Green Roof Associations)** - je organizacije koja spaja udruge europskih zelenih krovnih. Trinaest udruga promiče i potiče unos zelenih krovova i zelenih

zidova u svojim zemljama kako bi se riješili problemi vezani uz klimatske promjene, ekosustav, zelene infrastrukture i nedostatka zelenih površina u izgrađenom okolišu. Udruga također dopire do zemalja koje nisi članice kako bi im olakšala izgradnju zelenih krovova i zelenih zidova. Federacija također olakšava osnivanje novih nacionalnih udruga. [14]

Originalno udruženje zelenih krovova Austrije, Njemačke i Švicarske osnovala je Europska federacija 1997. Od tada su se pridružile sljedeće udruge: Nizozemska, Belgijska, Skandinavsko, Mađarska, Talijanska, Poljska i Britanska udruga. Federacija i njeni nacionalni članovi aktivno promiču uporabu zelenih krovova i zelenih fasada u cijeloj Europi. Takve tehnologije osiguravaju bolju kvalitetu života za gradove. [14]

### **Članice EFB**

|                   |  |
|-------------------|--|
| Italija:          | Associazione Italiana Verde Pensile, A.I.V.E.P.        |
| Nizozemska:       | Vereniging van Bouwwerk Begroeners, V.B.B.             |
| Austrija:         | Verband für Bauwerksbegrünung, V.f.B                   |
| Švicarska:        | Schweizerische Fachvereinigung Gebäudebegrünung, SFG   |
| Mađarska:         | Zöldtetőépítők Országos Szövetsége, ZEOSZ              |
| Velika Britanija: | Livingroofs.org  |
| Skandinavija:     | Skandinavian Green Roof Association, SGRA              |
| Njemačka:         | Fachvereinigung Bauwerksbegrünungsverbände, FBB        |
| Belgija:          | Belgische Vereniging Groendaken en Gebruiksdaken, BVGG |
| Poljska:          | Polskie Stowarzyszenie Dachy Zielone, PSDZ             |
| Francuska:        | Association des toitures et façades végétales, ADIVET  |
| Portugal:         | Ancvassociação Nacional De Coberturas Verde, ANCV      |

## 11. Zaključak

Zeleni su krovovi popularni već godinama u cijelom svijetu. Njihovom izgradnjom stvaramo korisne zelene površine i vraćamo prirodu u gradove. Zelenilo na krovu doprinosi prirodnijem izgledu građevine i povoljno utječe na čovjeka i okoliš. Istraživanja pokazuju da zeleni krovovi imaju psihološki učinak na opuštanje ljudi. Svrha zelenog krova nije samo ta da vraća zelenilo u urbani okoliš, već daje rješenja na važna pitanja, poput upravljanja oborinskim vodama te efekt urbanog toplinskog otoka. Zbog mnogo prednosti koje pruža zeleni krov, vrijednost stambenih i gospodarskih građevina je puno veća nego kod građevina s klasičnim ravnim krovom. Svaki ravni krov možemo iskoristiti za zelenu površinu, stoga bi bilo dobro razmisliti o ozelenjivanju ravnih krovova na starijim građevinama ukoliko građevina to dozvoljava.

U Hrvatskoj nažalost zeleni krovovi nisu rasprostranjeni kao u ostatku svijeta, unatoč brojnim povoljnim utjecajima i prednostima. Jedan od razloga je taj da na prvu sadnja zelenog krova djeluje kao skup i mukotrpan proces, no ona to zaista nije i svatko tko ima malo volje može uz ograničen proračun i u poprilično kratkom vremenu posjedovati zeleni krov. Pozitivni učinci zelenog krova nedvojbeno opravdavaju njihovu cijenu. Drugi bitan razlog zbog kojeg ljudi izbjegavaju zelene krovove je nedostupnost informacija o njihovim prednostima te manjak firmi koje koriste suvremene tehnologije i educirane zaposlenike u njihovoj izradi, stoga ljudi u Hrvatskoj ipak teže tradicionalnom krovu.

Poticajima za zelene krovove riješili bi dio tog problema i potaknuli izgradnju zelenih krovova, kao i uvođenjem suvremenih tehnologija i materijala u njihovoj izgradnji. Iako su zeleni krovovi u Hrvatskoj povezani s privatnom inicijativom oni se ubrajaju u važne elemente održive gradnje. Zeleni su krovovi dobra odluka za sve koji su svjesni od kolike je važnosti vratiti prirodi ono što joj je oduzeto izgradnjom i s vremenom će ih biti sve više jer se njihove prednosti i pozitivni učinci prenose usmenom predajom.



## 12. Reference

- [1] Vrančić T., 2011., Građevne tehnologije, Građevinar 63 (2011) 3, str. 307-309
- [2] Zbašnik-Senegačnik M., 2006., Građevne konstrukcije, Građevinar 58 (2006) 4, str. 335-338
- [3] <http://www.gradjevinarstvo.rs/>, dostupno 15.10.2012.
- [4] Herr T., 2013., Suvremeni ozelenjeni krovovi i pročelja zgrada - ekologija, sustavi, detalji, primjeri iz prakse, Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet
- [5] Vrančić T., 2014., Građevinar 66 (2014) 9, str. 872
- [6] <http://www.knaufinsulation.hr/>, dostupno 2015.
- [7] Janev-Hutinec B., Kolačko G., Dolenc N., 2013., Priroda je (i) u gradovima, Agencija za zaštitu okoliša Javna ustanova "Maksimir", str. 6-11
- [8] <http://static.oglasnik.hr/>, dostupno 2009.
- [9] Komazlić A., 2012., Zeleni krovovi, održivi gradovi, <http://vrtovi.tumblr.com/post/35483004630/zeleni-krovovi-odr%C5%BEivi-gradovi-antonija>
- [10] <http://www.brooklyngrangefarm.com/>
- [11] Filipović L., 2016., Planirate obnovu fasade ili krova? Uzmite novac od države, <http://m.tportal.hr/biznis/420002/Planirate-obnovu-fasade-ili-krova-Uzmite-novac-od-drzave.html>
- [12] Fijolić M., 2012., Zeleni krediti sve popularniji! Donosimo uvjete plaćanja i kreditiranja, <http://profitiraj.hr/zeleni-krediti-sve-popularniji-donosimo-uvjete-placanja-i-kreditiranja/>
- [13] <http://www.jutarnji.hr/>, dostupno 05.03.2016.
- [14] <http://www.efb-greenroof.eu/>



## 13. Popis slika

|   |    |
|---|----|
| Slika 3.1. Osnovne komponente zelenog krova Izvor: Herr T., 2013. ....  | 5  |
| Slika 3.2. Suvremeni sastav zelenog krova Izvor: Zbašnik-Senegačnik M., 2006. ....  | 5  |
| Slika 5.1.1. Biotopski zeleni krov Izvor: Zbašnik-Senegačnik M., 2006. ....   | 11 |
| Slika 5.2.1. Struktura ekstenzivnog zelenog krova Izvor: <a href="http://www.ekokuce.com/">http://www.ekokuce.com/</a> , 2013. ....   | 12 |
| Slika 5.3.1. Primjeri krovnih terasa Izvor: <a href="http://www.gradjevinarstvo.rs/">http://www.gradjevinarstvo.rs/</a> , 2012. ....  | 13 |
| Slika 7.1. Razne vrste sukulenata Izvor: <a href="http://www.zengardentr.com/">http://www.zengardentr.com/</a> .....  | 15 |
| Slika 7.2. Biljka čuvarkuće Izvor: <a href="http://stil.kurir.rs/">http://stil.kurir.rs/</a> .....  | 15 |
| Slika 7.3. Babina svila, šaš Izvor: <a href="http://www.croenergo.eu/">http://www.croenergo.eu/</a> .....   | 16 |
| Slika 7.4. Aster alpinus ,stolisnik Izvor: <a href="https://commons.wikimedia.org">https://commons.wikimedia.org</a> .....  | 16 |
| Slika 9.1.1.1. Razlozi zbog kojih dolazi do urbanog toplinskog otoka<br>Izvor: <a href="http://greendallas.net/">http://greendallas.net/</a> .....  | 19 |
| Slika 9.1.1.2. Temperaturna razlika zelenog i običnog ravnog krova vidljiva na termalnoj<br>snimci Izvor: Connop S., 2015.....  | 20 |
| Slika 9.2.1. Zeleni krov (korisna površina) koji služi za razne aktivnosti<br>Izvor: Meinhold B., 2013. ....  | 22 |
| Slika 9.3.1.1. Eagle Street farma na krovu, Brooklyn<br>Izvor: <a href="http://www.brooklyngrangefarm.com/">http://www.brooklyngrangefarm.com/</a> .....  | 24 |
| Slika 9.3.1.2. Brooklyn Grange Farm Izvor: <a href="http://www.brooklyngrangefarm.com/">http://www.brooklyngrangefarm.com/</a> .....  | 24 |
| Slika 9.4.2.1. Fotonaponske ćelije na zelenom krovu<br>Izvor: <a href="http://www.greenrooftechnology.com/">http://www.greenrooftechnology.com/</a> .....   | 25 |
| Slika 9.4.2.2. Razlika između fotonaponskih ćelija na zelenom krovu i na običnom ravnom<br>krovu Izvor: <a href="http://www.greenrooftechnology.com/">http://www.greenrooftechnology.com/</a> ..... | 26 |

## 14. Popis tablica

|   |    |
|---|----|
| Tablica 5.1. Sustavi zelenih krovova Izvor: Herr T., 2013. ....   | 10 |
| Tablica 5.2. Ocjena različitih sustava zelenog krova Izvor: Herr T., 2013. ....   | 11 |
| Tablica 6.1. Akumulacija i istjecanje vode u različitim sustavima zelenih krovova<br>obzirom na debljinu supstrata Izvor: Herr T., 2013. ....   | 14 |
| Tablica 9.1.2.1. Zadržavanje vode na standardnom krovu i na zelenom krovu<br>Izvor: <a href="https://www.nps.gov">https://www.nps.gov</a> ..... | 20 |



**IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU**

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, TAJANA MODRIĆ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom ULOGA ZELENIH KROVOVA U ODREŽNOM RAZVOJU PREDNICE (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, TAJANA MODRIĆ (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom ULOGA ZELENIH KROVOVA U ODREŽNOM RAZVOJU PREDNICE (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

(vlastoručni potpis)