

# Trendovi u izgradnji zelenih krovova u Republici Hrvatskoj

---

**Babić, Mario**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:305789>

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

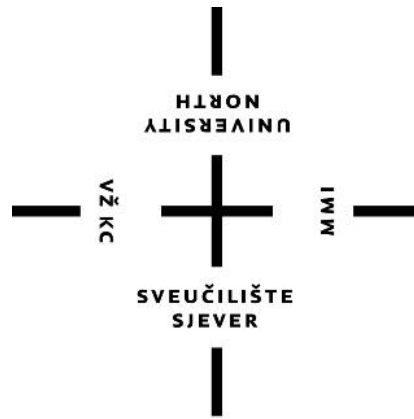
*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-27**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)





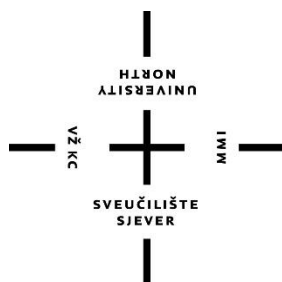
# Sveučilište Sjever

*Završni rad br. 336/GR/2018*

## **Trendovi u izgradnji zelenih krovova u Republici Hrvatskoj**

Mario Babić, 2002/336

Varaždin, rujan 2018. godine



**Sveučilište  
Sjever**

**Odjel za graditeljstvo**

**Završni rad br. 336/GR/2018**

# **Trendovi u izgradnji zelenih krovova u Republici Hrvatskoj**

**Student**

Mario Babić, 2002/336

**Mentor**

Antonija Bogadi, dipl. ing. arh.

Varaždin, rujan 2018. godine

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za graditeljstvo		<input type="checkbox"/>
PRISTUPNIK	Mario Babić	MATIČNI BROJ	2002/336
DATUM	KOLEGIJ Završni radovi i instalacije u graditeljstvu		
NASLOV RADA	Trendovi u izgradnji zelenih krovova u Republici Hrvatskoj		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Croatia's current trends in green roof construction		
MENTOR	Antonija Bogadi	ZVANJE	predavač
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. prof.dr.sc. Božo Soldo		
	2. mr.sc. Vladimir Jakopec, predavač		
	3. Antonija Bogadi, predavač		
	4. dr.sc. Aleksej Aniskin, viši predavač		
	5.		

## Zadatak završnog rada

BROJ	336/GR/2018
OPIS	

Pristupnik u Radu treba nabrojiti i opisati vrste zelenih krovova, izložiti slojeve zelenog krova te opisati njihovu funkciju i način izvođenja pojedinih slojeva. Potrebno je objasniti na koje detalje treba posebno obratiti pažnju pri izvođenju zelenih krovova. Pristupnik nadalje treba ispitati učestalost i načine izvođenja zelenih krovova na području Republike Hrvatske po kategorijama: vrste zelenih krovova, namjena zgrada, vrsta i veličina zelenog krova, godina izvedbe. Pored toga, ispitanik treba istražiti tipove investitora i izvođača, objasniti poslovne modele za izvedbu zelenog krova, istražiti gdje se proizvode potrebni slojevi te kolika je prosječna cijena izvedbe. Student treba zaključiti koji su trendovi u izvedbi zelenih krovova u Republici Hrvatskoj te hoće li se mijenjati i kako.

ZADATAK URUČEN

14. 9. 2018.

POTPIS MENTORA



*Mi*

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem svima koji su svojim znanjem, stručnim savjetima i informacijama pomogli pri pisanju ovog rada, a posebno gđi. Nataši Kokorić iz tvrtke Bauder d.o.o. Zahvaljujem i gosp. Silviu Novaku iz tvrtke Knauf Insulation, gđi. Tanji Herr te svima ostalima koji su nesebično odvojili dio svog vremena i odgovorili na sva postavljena pitanja u vezi zelenih krovova.

Zahvaljujem mentorici Antoniji Bogadi na usmjeravanju i podršci tijekom pisanja završnog rada i studiranja.

## SAŽETAK

Zeleni krovovi sve su više prisutni u Europi pa tako i u Republici Hrvatskoj. S vremenom su se materijali razvili do te mjere da je moguća izgradnja zelenog krova koji će biti jednako kvalitetan i više od 40 godina. Osim pravilne postave slojeva, iznimno je bitno kvalitetno postaviti sve uređaje za odvodnju vode, rubne profile koji odvajaju dijelove zelenog krova, ali i postaviti zaštitnu ogradu u slučaju kada se na krovu češće boravi. Razvojem svijesti o problemu zagađenja, nedostatka prostora te problema sve viših temperatura i zagađenja zraka u gradovima zeleni krovovi postali su glavno rješenje za navedene probleme. Osim što štite objekt od štetnih utjecaja sunca i vremenskih neprilika, zeleni krovovi stvaraju stanište za razne vrste kukaca, insekata i ptica, a ljudi se osjećaju puno ugodnije u zelenom okruženju.

Kako bi informacije o zelenim krovovima u Republici Hrvatskoj bile točne i reprezentativne, ostvarena je komunikacija s dvije velike njemačke tvrtke koje posluju u Republici Hrvatskoj, a bave se distribucijom potrebnih materijala te sustava zelenih krovova – Bauder d.o.o. i Knauf Insulation d.o.o. U nastavku rada na temelju uzorka od dvadesetak većih zelenih krovova izvedenih u posljednjih nekoliko godina u Republici Hrvatskoj dobiven je uvid u trenutno stanje. Iskazana je podjela prema regiji u kojoj se nalaze, prema površini zelenih krovova, namjeni objekta, vrsti zelenog krova te godini izgradnje.

Trendovi u izgradnji zelenih krovova u Republici Hrvatskoj prikazani su na primjeru izvedenih zelenih krovova.

Ključne riječi: ekstenzivni; poluintenzivni; intenzivni; zeleni krov; slojevi; detalji; Republika Hrvatska; investitori; izvođači; cijena; trendovi; budućnost; Bauder; Knauf Insulation

## **ABSTRACT**

Green roofs are becoming more and more popular across the Europe, and Croatian Republic is no exception. In time, the materials have developed to such level that it is possible to construct a green roof that will last, and stay as high-quality, for over 40 years. Apart from the correct installation of all the layers, it is highly important to pay great attention to installation of drainage devices, edge profiles that separate parts of the green roof, as well as place a security fence in case the roof functions as a terrace. As there is increasingly more awareness about the problems of pollution, lack of space, global warming and air pollution, green roofs have become a popular solution for said problems in cities. Apart from protecting the building from harmful impacts of the Sun and weather, green roofs also provide habitat for various bugs, insects and birds, and also people feel more comfortable in green surroundings.

In order to provide correct information about green roofs in Croatia, the information for this paper was provided by two large German companies that operate in Croatia and provide distribution of the required materials and systems for green roofs – Bauder Ltd. and Knauf Insulation Ltd. The analysis will be done on the sample of about 20 green roofs that were constructed in Croatia in the last few years. The results will be divided by the region in which the roofs were found, by the surface of the roof, by the purpose of the building, by the type of the roof, and by the year of construction.

The trends in green roof construction in the Republic of Croatia are presented through the examples of already constructed green roofs.

**Key words:** extensive; semi-intensive; intensive; green roof; layers; details; Republic of Croatia; investors; performers; price; trends; future; Bauder; Knauf Insulation

## **POPIS KORIŠTENIH KRATICA**

XPS – ekstrudirani polistiren

EPS – ekspandirani polistiren

PVC – polivinil klorid

PDCK – Panonski drveni centar kompetencija

CO<sub>2</sub> – ugljučni dioksid

nZEB – nearly Zero Energy Buildings



## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. OPĆENITO O ZELENIM KROVOVIMA.....	3
3. VRSTE ZELENIH KROVOVA .....	6
3.1. SLOJEVI RAVNOG KROVA.....	6
3.2. SLOJEVI ZELENOG KROVA .....	7
3.3. EKSTENZIVNI ZELENI KROV .....	10
3.4. INTENZIVNI ZELENI KROV .....	12
3.5. OSTALE VRSTE ZELENIH KROVOVA .....	14
3.6. DETALJI ZELENOG KROVA .....	15
4. ZELENI KROVOVI U REPUBLICI HRVATSKOJ.....	19
4.1. PROIZVOĐAČI I IZVOĐAČI ZELENIH KROVOVA .....	19
4.2. CIJENA IZVEDBE ZELENOG KROVA .....	21
4.3. IZVEDENI ZELENI KROVOVI U REPUBLICI HRVATSKOJ .....	23
5. TRENDОВI U REPUBLICI HRVATSKOJ .....	27
5.1. RAZVOJ ZELENIH KROVOVA U REPUBLICI HRVATSKOJ.....	27
5.2. NOVITETI U IZVEDBI ZELENIH KROVOVA .....	29
5.3. BUDUĆNOST ZELENIH KROVOVA .....	32
6. ZAKLJUČAK .....	35
7. LITERATURA.....	36
8. POPIS SLIKA .....	37
9. POPIS TABLICA.....	38
10. POPIS GRAFIKONA .....	38

## 1. UVOD

Od kada postoji čovječanstvo ljudi su počeli izrađivati nastambe u kojima su boravili za lošeg vremena. Prve ljudskom rukom izgrađene nastambe bile su od ostataka drveta, grana, lišća i trave, a osnovna zadaća bila im je zaštita ljudi od atmosferskih utjecaja i životinja. S vremenom, ljudi su se razvijali i težili tome da izgrade što bolje objekte koji će trajati što duže.

Danas, kad su šume zamijenjene šumama zgrada, a prirodno tlo betonom i asfaltom počeli smo razmišljati kako da pokušamo vratiti barem dio zelenila i prirodnog okruženja. Odličan način za ozelenjivanje gradova su zeleni krovovi.

Iako su se gradili i u dalekoj prošlosti, doduše vrlo jednostavni travnati krovovi, zeleni krovovi postali su pomalo zaboravljeni. U novije vrijeme sve su popularniji i sve se češće izvode u sjeverozapadnoj Europi, ali i svijetu, zbog brojnih prednosti koje imaju. Prepoznati su kao izvrstan način izolacije zgrada za vrijeme ekstremnih temperatura zbog toga što ujednačuju temperaturu, odnosno spriječavaju naglu promjenu temperature krova, a ekstremne temperature su sve češća pojava. Osim navedenog, zeleni krov značajno produžuje vijek trajanja ravnog krova pa je i zbog toga pogodan za sve vrste objekata i veličine krovova.

Ovisno o željama i mogućnostima, moguće je posaditi razne vrste biljaka od trave pa sve do drveća koje može narasti do nekoliko desetaka metara visine. Ipak, najčešće se sadi nisko bilje, trave, cvijeće i niže grmlje zbog toga što je održavanje takvih biljaka jednostavnije.

Ukoliko se slojevi zelenog krova pravilno i kvalitetno izvedu, takav krov osim toga što će povoljno djelovati na cijeli objekt, vizualno će obogatiti taj objekt, ali i grad te možda i najvažnije – povoljno će djelovati na ljude koji će imati djelić prirode u džungli betona.

Republika Hrvatska ne može se pohvaliti velikim brojem zelenih krovova poput sjevernijih europskih zemalja, no ipak postoje izvedeni zeleni krovovi. U okviru ovog rada istražiti ću na kojem se području najčešće izvode zeleni krovovi, koja vrsta zelenih krovova se izvodi, na kojoj vrsti objekata te koja je prosječna površina zelenog krova u Republici Hrvatskoj.

Kako bi potrebne informacije bile što točnije, za potrebe rada koristit ću informacije dobivene iz prve ruke, od prodajnih predstavnika poznatih europskih tvrtki koje se bave krovnim izolacijskim sustavima, a već duže vrijeme posluju u Republici Hrvatskoj.

Informacije o svim izvedenim zelenim krovovima na području Republike Hrvatske teško je dobiti pa će dostupni podaci biti reprezentativni uzorak na temelju kojega će se jasnije vidjeti svi bitni detalji i karakteristike izvedenih zelenih krovova. Osim toga, cilj je saznati kakvi se materijali za izradu slojeva zelenog krova koriste, gdje se proizvode te gdje se mogu kupiti. Investitorima najbitnija stavka zelenog krova često je njegova cijena koja ovisi o vrsti zelenog krova, sloju supstrata te zasađenim biljkama, a prosječna, odnosno najmanja cijena zelenog krova jedan je od bitnih čimbenika koji je potrebno saznati. Pretpostavka je da se zeleni krovovi najčešće izvode u priobalnom djelu Republike Hrvatske na objektima poput hotela i odmarališta kako bi takvi objekti bili što atraktivniji.

## 2. OPĆENITO O ZELENIM KROVOVIMA

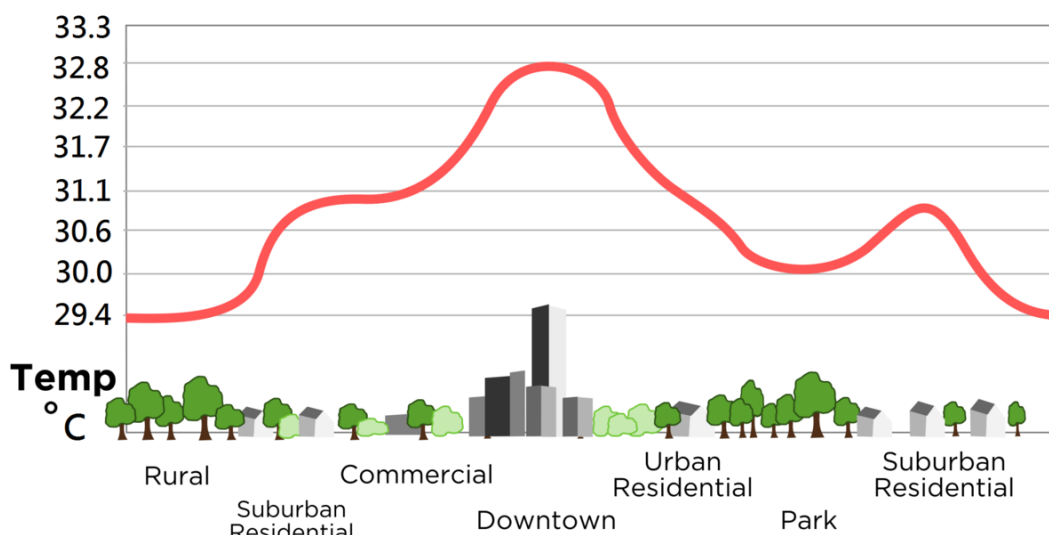
Zeleni krov je vrsta krova na kojem su posađene biljke. Takvi krovovi, suprotno uvriježenom mišljenju da su novitet, postoje već tisućama godina. Izvodili su se na objektima djelomično ukopanim u zemlju, na kosim te na ravnim krovovima. Razvojem novih materijala koji imaju izvrsna svojstva i dobru otpornost na sve vremenske uvjete ravni krovovi su od nepoželjnih postali vrlo traženi i sve se češće izvode. Iako je najčešća varijanta ravnog krova ona gdje je krov neprohodan, počeli su se sve češće izvoditi i prohodni, ali i krovovi na kojima su zasađene biljke. Krovnu hidroizolacijsku membranu preporučljivo je zasipati slojem sitnog šljunka kako bi se spriječilo direktno djelovanje Sunca koje smanjuje njezin vijek trajanja. Umjesto šljunka, na krovu se može izvesti neka od varijanti zelenog krova što će imati jednak, ili bolji, učinak.

Temperature na ravnom krovu unutar 24 sata mogu se promijeniti i za nekoliko desetaka stupnjeva što, ako se često ponavlja, može imati štetan utjecaj na hidroizolacijsku membranu.

Zeleni krov zbog debljine svojih slojeva i zbog zasađenih biljaka ujednačuje temperature na krovu, odnosno sprječava velike temperaturne oscilacije i tako produžuje vijek trajanja krova te smanjuje potrošnju energije za grijanje i hlađenje u građevini. [1] „Zeleni krovovi odbijaju do 27 posto Sunčevog zračenja, 60 posto upija raslinje, a samo 13 posto tlo. Zbog toga je u prostoru ispod zelenog krova u prosjeku pet stupnjeva hladnije ljeti od vanjske temperature, a zimi, ako je sloj zemlje zelenog krova debeo 30 cm, temperatura ne pada ispod nule.“ [1]

Osim povoljnog utjecaja na objekte na kojima se nalaze, zeleni krovovi mogu umanjiti efekt „temperaturnog otoka“ koji je sve češća pojava u velikim gradovima. Zbog mnoštva objekata od betona i asfaltiranih površina smanjuje se udio zelenih površina u gradovima zbog čega su ljeti temperature više i za nekoliko stupnjeva nego izvan grada. Planiranjem i planskom izvedbom zelenih krovova moguće je umanjiti navedeni efekt.

## URBAN HEAT ISLAND PROFILE



Slika 1.1. Efekt „temperaturnog otoka“

Slika 2.1. prikazuje temperature zraka na različitim područjima poput gradskih, prigradskih, seoskih te područja parkova. Primjećuje se da je u gusto naseljenim gradskim područjima temperatura zraka viša za nekoliko stupnjeva nego na području gdje su zasađeni parkovi ili u seoskim područjima.

Zeleni se krovovi često izvode na krovovima zračnih luka i sličnih objekata kod kojih je potrebno smanjiti razinu buke jer se nalaze u neposrednoj blizini izvora buke koji nije moguće ukloniti, npr. avioni ili prometne ceste. Osim smanjenja buke, pravilnim izborom slojeva moguće je postići efekt zaštite od elektromagnetskih valova. Biljke zasađene na zelenim krovovima pridonose poboljšanju zraka u svojoj okolini jer ga pročišćavaju. [1] „Znanstvenici procjenjuju da 1 m<sup>2</sup> zelenog krova svake godine može apsorbirati 0.2 kg letećih čestica.“ [2] Izgradnjom zelenih krovova, osim smanjenja broja štetnih čestica, smanjuje se i udio ugljičnog dioksida u zraku, a koji se smatra jednim od glavnih uzroka globalnog zatopljenja. [2]

„1 m<sup>2</sup> zelenog krova može godišnje apsorbirati 5 kg ugljičnog dioksida. Radi ilustracije, 1 m<sup>2</sup> zelenog krova u stanju je apsorbirati istu količinu ugljičnog dioksida koju prosječan automobil ispusti za vrijeme vožnje od 80 km.“ [2]

Još jedna vrlo bitna prednost zelenih krovova je to što, ovisno o debljini sloja supstrata te drenažno-akumulacijskog sloja, zadržavaju velike količine vode.

Na taj način smanjuje se količina oborinskih voda koja se s krova odvodi u kanalizacijski sustav. Ljeti se na zelenim krovovima primjećuje smanjenje opterećenja kanalizacijskih sustava za čak 70 – 95% u odnosu na klasične ravne krovove. [2] Zbog navedenoga nema potrebe za izgradnjom spremišta za kišnicu ili sličnom opremom, koja je uobičajena u upravljanju oborinskim vodama pa se i u tom aspektu postižu uštede. [2]

Sve se više pažnje posvećuje upravo tome da slojevi zelenog krova budu posloženi tako da mogu upijati i zadržavati vodu za razdoblja kada duže vrijeme nema oborina i kad je biljkama potrebna voda. Na taj način smanjuje se potreba za zalijevanjem ili izgradnjom sustava za navodnjavanje. „Prirodnom biofiltracijom zeleni krovovi sprečavaju da toksini završe u vodenim tokovima i vodenim putevima. Prema istraživanju koje su proveli Kohler i Schmidt 1990., 95% olova, bakra i kadmijevog sulfida te 19% cinka koji dolaze kišnicom zadržava se u supstratu, što doprinosi poboljšanju kvalitete lokalne vode.“ [2]

Dodatan motiv za izvedbu zelenih krovova je jačanje svijesti o tome da zbog nagle ekspanzije graditeljstva, posebice u velikim gradovima, dolazi do nedostatka javnih, ali i privatnih zelenih površina. S obzirom na to da se kod objekata s ravnim krovom najčešće krov ne koristi jer je nedostupan, odlično je rješenje projektirati objekte na način da imaju izlaz na krov te zeleni krov koji u tom slučaju može biti djelomično izveden kao terasa. Na taj način dobiva se dodatan prostor koji je iskorišten na najbolji mogući način, a osim što izgleda atraktivno, podiže i vrijednost same građevine te se smanjuju eventualni troškovi kupnje dodatnog zemljišta. Među zasađenim biljkama često se mogu vidjeti ptice i kukci koji su pronašli novi dom ili privremeno borave na zelenom krovu, a to pozitivno utječe na ekosustav i doprinosi njegovom razvoju. [1]

### **3. VRSTE ZELENIH KROVOVA**

Zeleni krovovi najčešće se izvode na objektima s ravnim krovovima. U nastavku su nabrojani osnovni slojevi ravnog krova na koje se polažu standardni slojevi koji čine bazu svakog zelenog krova. Slojevi svih vrsta zelenih krovova su jednaki, mijenja se jedino visina sloja supstrata i drenažno-akumulacijskog sloja.

#### **3.1. SLOJEVI RAVNOG KROVA**

Zeleni krov najčešće se izvodi na ravnom krovu koji ima armiranobetonsku konstrukciju, no može biti i na konstrukciji od visoko profiliranih trapezних ploča, drveta ili nekog drugog materijala. Sve navedene vrste konstrukcija potrebno je zaštititi od prodora vode prije početka izvedbe zelenog krova.

Na nosivu konstrukciju postavlja se sloj parne brane. Parna brana je paronepropusna folija koja sprječava prolazak vlage iz unutrašnjosti do sloja toplinske izolacije, a postavlja se tako da se slobodno polaže, s preklopima od barem 10 cm te se preklopi lijepe obostranom ljepljivom trakom. [3] Izuzetno je važno pokriti cijelu površinu krova kako ne bi došlo do difuzije vodene pare do sloja toplinske izolacije jer u tom slučaju ona gubi izolacijska svojstva. [3] Toplinska izolacija polaže se na sloj parne brane, najčešće u nekoliko slojeva. Poželjno je da spojevi ploča toplinske izolacije vertikalno ne budu jedan iznad drugog zbog sprečavanja toplinskih mostova. Vrsta i debljina toplinske izolacije ovisi o proračunu građevinske fizike samog objekta. [3] Na sloj toplinske izolacije polaže se hidroizolacija, najčešće sintetička membrana, koja štiti sve donje slojeve od prolaska vode i ostalih štetnih utjecaja. Kod neprohodnih krovova ugradnja membrane bazira se na mehaničkom fiksiranju u podlogu po obodu membrane nakon čega se membrana preklopi 5 – 8 cm te se zavaruje u širini vara od 3 cm. [3]

Navedeni su slojevi klasičnog nezračenog ravnog krova. Druga vrsta ravnog krova koja se često izvodi na krovovima na kojima će biti zeleni krovovi je obrnuti, odnosno inverzni ravni krov.

Inverzni krov razlikuje se od klasičnog po redoslijedu slojeva.

Kod inverznog krova sloj toplinske izolacije nalazi se iznad hidroizolacijskog sloja.

U tom slučaju umjesto kamene vune ili sličnih materijala, koristi se ekstrudirani polistiren (XPS) koji ima gotovo ista izolacijska svojstva, ali je upijanje vode gotovo zanemarivo te koeficijent toplinske vodljivosti nepromijenjiv i uz dugotrajno vlaženje, a tlačna naprežanja podnosi puno bolje od ostalih materijala. [4] Jedini nedostatak XPS-a je to što nije otporan na dugotrajnu izloženost visokim temperaturama i sunčevom zračenju pa mora biti zaštićen slojem šljunka ili kamenim pločama.

Upotreba ekstrudiranog polistirena česta je kod intenzivnih zelenih krovova upravo zbog velike tlačne nosivosti uz minimalne deformacije bez gubitka svojstava.

Izvedba padova zbog odvodnje vode prema vodolovnim grlima moguća je postavljanjem toplinske izolacije u padu ili betonom za nagib koji se izvodi odmah na nosivoj konstrukciji ili na sloju toplinske izolacije, ali tada treba biti dilatiran zbog toplinskog rada. [4]

### **3.2. SLOJEVI ZELENOG KROVA**

Prvi od slojeva zelenog krova je protukorijenska zaštita, a njegova je uloga zaštita hidroizolacije od prodora korijenja koje bi ju moglo oštetiti.

Novije sintetičke membrane najčešće su otporne na prodor korijenja pa ovaj sloj nije potreban. Između pojedinih slojeva zelenog krova može se postaviti razdjelni sloj zbog zaštite slojeva od eventualnog kemijskog neslaganja ili kao zaštita od mehaničkih oštećenja.

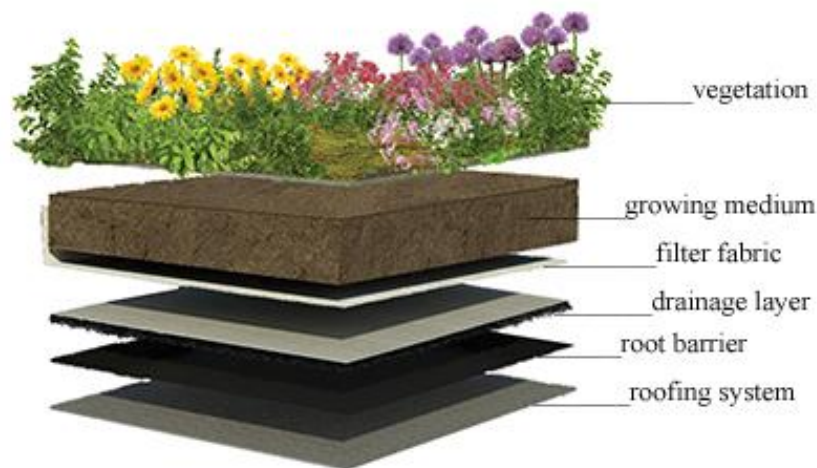
Nakon protukorijenskog sloja slijedi drenažno-akumulacijski sloj čija je funkcija sigurno ukloniti višak vode, ali i pohraniti dio vode koju biljke kasnije, u slučaju dužeg sušnog razdoblja, koriste. Najčešće se koriste ploče ili role koje imaju udubljenja u obliku kadica te se tamo akumulira dio vode, a višak se odvodi kroz rupe na vrhu ploče prema vodolovnim grlima.

Kako bi se spriječilo ispiranje korisnih sitnih čestica iz supstrata, na drenažno-akumulacijski sloj postavlja se filterski sloj. Osim navedenoga, njegova je funkcija sprečavanje zapunjavanja otvora na vrhu drenažno-akumulacijskih ploča kako bi višak vode mogao slobodno otjecati.



Na filterski sloj postavlja se supstrat koji je glavni izvor hranjivih tvari biljkama. Debljina sloja supstrata ovisi o vrsti zelenog krova i o vrsti zasađenih biljaka. Najtanji sloj supstrata je oko 5 cm za najjednostavnije ekstenzivne zelene krovove, a može biti debeo i preko 100 cm kod intenzivnih zelenih krovova. Supstrat se najčešće sastoji od mješavine treseta i mineralnih sirovina na bazi škriljevca, lave, plavca ili usitnjene reciklirane opeke. [5]

I naposljetku dolazi najvidljiviji sloj - biljke. Izbor biljaka najviše ovisi o investitoru, a moguće je posaditi bilo koju vrstu biljaka koja ne raste previsoko. Kod ekstenzivnih krovova često se sade mješavine seduma koje se isporučuju u rolama koje se razmotaju na supstratu ili trava, a moguća je sadnja i pojedinačnih sadnica. Kod intenzivnih krovova izbor vegetacije je jako širok te ovisi o željama investitora i sloju supstrata.



*Slika 2.1. Slojevi zelenog krova*

Slika 2.1. Slojevi zelenog krova prikazuje slojeve zelenog krova zaštita, drenažno-akumulacijski sloj, filterski sloj, supstrat te vegetacija, odnosno biljke.

Neki zeleni krovovi zahtijevaju redovito zalijevanje pa se u tom slučaju može izvesti i sustav za navodnjavanje. Ovaj sustav izvodi se na zahtjev investitora, a njegovu izvedbu potrebno je predvidjeti već u fazi projektiranja objekta zbog potrebnih instalacija. Moguća je izvedba sustava navodnjavanja u kojem se višak vode sa zelenog krova odvodi u poseban spremnik te se kasnije koristi za navodnjavanje biljaka na zelenom krovu. [6] Takav sustav izveden je na Panonskom drvnom centru kompetencija (PDCK) u Virovitici koji je prikazan na slici 3.2. Izvedbom takvog sustava navodnjavanja gotovo i nema viška oborinskih voda jer se cjelokupna količina padalina koja padne na površinu krova iskoristi. [6]



*Slika 3.2. Panonski drveni centar kompetencija, Virovitica*

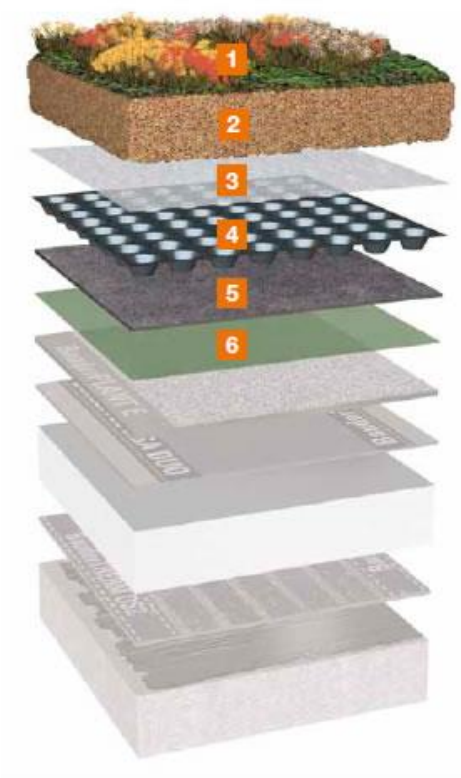
### 3.3. EKSTENZIVNI ZELENI KROV

Osnovna, tj. najjednostavnija izvedba zelenog krova podrazumijeva ekstenzivni zeleni krov. Ekstenzivni krovovi su oni koji imaju maksimalno 15 cm tla, odnosno supstrata za rast. Na takvim krovovima najčešće se sadi nisko cvijeće, sedumi, mahovine i slične biljke koje ne rastu u visinu. Poželjno je da su to biljke koje su otporne na duža razdoblja bez kiše i koje ne zahtijevaju mnogo održavanja. Ekstenzivni krovovi posebno su pogodni za objekte koji nemaju izlaz na krov jer zahtijevaju održavanje u smislu prihrane, uklanjanja korova te eventualne sadnje novih biljaka tek nekoliko puta godišnje. Sustav navodnjavanja kod ekstenzivnog krova nije potreban.



*Slika 3.3. Izgled ekstenzivnog zelenog krova*

Težina ekstenzivnog zelenog krova kreće se od 50 do 200 kg po metru kvadratnom, što ga čini najlakšom vrstom zelenog krova, a ovisi o vrsti i debljini supstrata te u manjoj mjeri o vrsti biljaka. [1] Ekstenzivan je pokrov pogodan za krovove s nagibom i adaptaciju starih krovova u zelene, a da se pri tome se ne intervenira u konstrukciju koja nije prilagođena većim opterećenjima. [1] Izvedbom ove vrste krova može se dobiti vrlo kvalitetan krov koji će uz minimalno održavanje trajati znatno duže nego klasičan krov.



1. Ozelenjavanje
2. Nosivi sloj - supstrat (50-80 mm)
3. Filterski sloj (1 mm)
4. Akumulacijski i drenažni sloj (10-50 mm)
5. Zaštitni sloj (4-10 mm)
6. Razdjelni sloj (0,2 mm)

*Slika 3.4. Slojevi ekstenzivnog zelenog krova Bauder*

Na slici 3.4. prikazani su slojevi ekstenzivnog zelenog krova tvrtke Bauder d.o.o., a pokraj nje su nabrojani slojevi i njihove uobičajene visine. Moguće su izmjene visina drenažno-akumulacijskog sloja, sloja supstrata te zaštitnog sloja ovisno o zahtjevima za količinom akumulacije vode.

### 3.4. INTENZIVNI ZELENI KROV

Druga vrsta zelenih krovova su intenzivni krovovi. Intenzivan zeleni krov razlikuje se od ekstenzivnog po tome što na njemu mogu biti zasađene gotovo sve vrste biljaka poput trava, grmlja pa čak i manjeg drveća. No, kod intenzivnih krovova iznimno je bitno pri projektiranju u obzir uzeti i opterećenje koje će djelovati na konstrukciju građevine zbog ukupne težine intenzivnog krova.



*Slika 3.5. Izgled intenzivnog zelenog krova*

Kod ove vrste zelenog krova opterećenje na krovnu konstrukciju kreće se od  $150 \text{ kg/m}^2$  za minimalne slojeve intenzivnog krova od oko 20 cm, a s obzirom da sloj supstrata može biti debeo i preko 100 cm težina krova može biti veća od  $1000 \text{ kg/m}^2$ . Intenzivni zeleni krovovi mogu biti uređeni kao parkovi, mini šetališta, terase, vrtovi ili voćnjaci. Sve je više primjera sadnje voća i povrća na krovovima što osim svih prednosti zelenih krovova donosi još jednu, a to je proizvodnja hrane koja je, iako uzgojena na neobičnom mjestu, uzgojena na prirodan način. Bitno je naglasiti da intenzivni zeleni krovovi zahtijevaju redovno održavanje za razliku od ekstenzivnih. Potrebno je, ovisno o vrsti biljaka i uređenju površine, redovno zalijevati, kositi, rezati grane i uklanjati korov. Zbog potrebe za redovitim održavanjem kod intenzivnog zelenog krova mora postojati izlaz na krov. Uz redovno i pravilno održavanje, intenzivni krov će izgledati jednako dobro kao i bilo koje dvorište na tlu.



1. Ozelenjavanje
2. Vegetacijski sloj – supstrat (>20 cm)
3. Filterski sloj (1 mm)
4. Akumulacijski i drenažni sloj (60-100 mm)
5. Zaštitni sloj (4-10 mm)
6. Razdjelni sloj (0,2 mm)

*Slika 3.6. Slojevi intenzivnog zelenog krova Bauder*

Slika 3.6. prikazuje slojeve intenzivnog zelenog krova tvrtke Bauder d.o.o., a pokraj nje su nabrojani svi slojevi s pripadajućim visinama. Drenažno-akumulacijski sloj može biti neispunjenjen, ispunjen mineralnim agregatom ili može biti isključivo mineralni agregat. [5] Optimalna visina akumulacijskih elemenata je oko 75 mm zbog toga što je sloj supstrata viši nego kod ekstenzivnih krovova te zadržava dovoljne količine vode potrebne biljkama. [5]

### 3.5. OSTALE VRSTE ZELENIH KROVOVA

Osim ekstenzivnih i intenzivnih zelenih krovova, postoji i kombinacija ove dvije vrste zelenih krovova. Takozvani poluintenzivni zeleni krov vrsta je zelenog krova na kojem se mogu vidjeti karakteristike i ekstenzivnih i intenzivnih krovova. Sloj supstrata nešto je deblji nego kod ekstenzivnih krovova pa je moguća sadnja i viših ukrasnih trava, grmlja i cvijeća. Održavanje ove vrste zelenog krova nešto je zahtjevnije nego kod ekstenzivnog krova. Potrebno je povremeno zalijevanje i dohrana biljaka.

Osim navedenih uobičajenih vrsta zelenog krova pojavili su se i takozvani biotopski krovovi. Postupak pripreme slojeva identičan je kao za bilo koji zeleni krov, a jedina je razlika u tome što se umjesto sloja supstrata koristi prirodno tlo iz okoline, a biljke se ne sade. [7] Nekoliko mjeseci nakon izvedbe biotopskog krova, on će izgledati kao klasičan zeleni krov jer će vjetar i insekti donijeti sjeme biljaka. Nikakvo održavanje biotopskih krovova nije potrebno. [7]

Pri izvedbi zelenih krovova moguće je koristiti i materijale poput stare reciklirane cigle, komada betona, prirodnog otpada pri gradnji, kore drveća i komposta. [8] Takav krov naziva se smeđi krov (brown roof) i odličan je način za upotrebu prirodnog otpada pri gradnji. Često se na smeđi krov stavljaju i komadi drveća, kamenje ili grane kako bi se potaknulo kukce da borave tamo. [8]

Nakon nekog vremena i na ovoj vrsti krova izrasti će biljke pa se i smeđi krovovi mogu svrstati u zelene krovove.



*Slika 3.7. Smeđi krov*

### 3.6. DETALJI ZELENOG KROVA

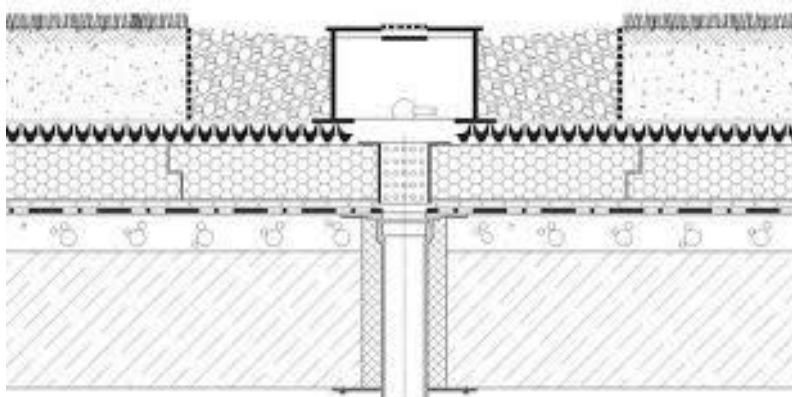
Kao i izvedba bilo kojeg krova, izvedba zelenog krova složen je proces koji zahtijeva pažljivo i detaljno planiranje te izvedbu. Ukoliko svi potrebni detalji zelenog krova nisu pravilno izvedeni, vjerojatnost da će doći do pojave oštećenja pa i prokišnjavanja je velika.

S obzirom na to da se zeleni krovovi izvedu uglavnom na ravnim krovovima, potrebno je kvalitetno izvesti sve slojeve ravnog krova, a posebnu pažnju treba obratiti na detalj vodolovnih grla, spoj horizontalnih i vertikalnih ploha hidroizolacije, ostale otvore na krovu te odvodnju s krova.

Uz pretpostavku da su svi slojevi koji prethode slojevima zelenog krova pravilno izvedeni, bitni detalji kod zelenih krovova su:

#### 1. Vodolovne rešetke ili slivnici

Zeleni krovovi moraju imati sustav površinske odvodnje vode kako bi se sva voda koja se zadržava na površini što prije odvela s krova. Vodolovne rešetke ili slivnici moraju biti pristupačni, ne smije ih obrasti vegetacija jer tada postoji mogućnost začepljenja. Preporučljivo je oko njih u širini 30 – 50 cm nasuti šljunak koji služi za brzo dreniranje površinskih voda te sprečavanje rasta vegetacije oko slivnika. [9] Kod intenzivnih i poluintenzivnih zelenih krovova korisno je napraviti revizijska okna koja u slučaju začepljenja mogu služiti za čišćenje, dok kod ekstenzivnih revizijska okna nisu potrebna. Slivnik se izvodi u ravnini s drenažno-akumulacijskim slojem kako bi višak vode otjecao s krova, a poklopac revizijskog okna mora biti u ravnini s vrhom supstrata. Detalj izvedbe slivnika sa revizijskim oknom kod zelenih krovova prikazan je na slici 3.8.



Slika 3.8. Detalj slivnika sa revizijskim oknom



## 2. Sigurnosni preljev

Prema smjernicama svaki ravni krov trebao bi imati barem dva slivnika ili jedan slivnik i jedan sigurnosni preljev. [9] Sigurnosni preljev ima funkciju indikatora eventualne greške u sustavu odvodnje jer je to mjesto na kojem će otjecati višak vode u slučaju začepljenja sustava. [9] Sigurnosni preljev najčešće je ugrađen u atiku. [9]

## 3. Rubni profili i rubnjaci

Dio zelenog krova oko slivnika i ostalih otvora, ali i rubni pojas od barem 50 cm od ruba krova potrebno je odvojiti od zelenog krova te zasipati šljunkom u visini slojeva zelenog krova. [9] Odvajanje različitih dijelova izvodi se raznim razdjelnim profilima ili rubnjacima. Moguća je ugradnja metalnih, plastičnih, drvenih ili betonskih elemenata, a njihova visina te izbor materijala ovisi o vrsti zelenog krova. [9] Rubni profili ne smiju sprječavati slobodno otjecanje vode pa su zbog toga najčešće perforirani. [9] Slika 3.9. prikazuje metalne rubne profile koji odvajaju površinu pod zelenim krovovom od površine koja će se zasipati šljunkom.



*Slika 3.9. Odvajanje dijelova zelenog krova rubnim profilima*

## 4. Zaštitna ograda

U slučaju kada ravni krov nema atiku i kada je predviđen za kretanje pješaka, odnosno kada se na njemu boravi duže vrijeme, potrebno je postaviti zaštitnu ogradu. Kada se postavlja zaštitna ograda bitno je postaviti ju tako da bude sigurna, dobro pričvršćena i da ne dolazi do miješanja slojeva zelenog krova. [9]

Lakše ograde moguće je pričvrstiti za drenažno-akumulacijski sloj, a one teže u nosivu konstrukciju prije izvedbe slojeva krova ili u atiku krova. Ograda može biti drvena, metalna, plastična ili staklena, kao na slici 3.10.



*Slika 3.10. Staklena ograda na zelenom krovu*

#### 5. Ostali otvori i prodori

Svi otvori i prodori u zelenom krovu moraju biti obrubljeni pojasom šljunka kako ih vegetacija ne bi oštetila, kako bi bili vidljivi i kako bi se osigurala nesmetana odvodnja vode oko njih. [9] Ako se dio hidroizolacije nalazi iznad nasipanog šljunka, poželjno je hidroizolaciju zaštititi od mogućih mehaničkih oštećenja i štetnog djelovanja sunca, a na dio vertikalne hidroizolacije koji će biti pokriven šljunkom potrebno je staviti zaštitni sloj. [9] Slika 3.11. prikazuje detalj izvedbe svjetlosne kupole na zelenom krovu.



*Slika 3.11. Detalj svjetlosne kupole na zelenom krovu*

Osim navedenih detalja, bitno je pažljivo i stručno izvođenje svih slojeva zelenog krova. Posebno je bitno obratiti pažnju na zaštitu hidroizolacije pri izvođenju slojeva te pri ostalim radovima. Ukoliko dođe do oštećenja hidroizolacijske membrane potrebno je mjesto oštećenja označiti flomasterom lako uočljive boje te pozvati stručnjake kako bi na vrijeme otklonili oštećenje. U slučaju da se dogodi oštećenje koje nije primjećeno te se nastavi s daljnjim radovima, troškovi sanacije oštećenja bit će veliki jer naknadne sanacije, ukoliko se izvedu slojevi zelenog krova, nisu moguće.

## **4. ZELENI KROVOVI U REPUBLICI HRVATSKOJ**

Svi podaci o zelenim krovovima u Republici Hrvatskoj korišteni u sljedećem dijelu rada dobiveni su razgovorom s prodajnim predstavnicima tvrtki Bauder d.o.o. te Knauf Insulation d.o.o. Navedene tvrtke razvile su vlastite sustave i slojeve zelenih krovova koji se često izvode u Republici Hrvatskoj.

### **4.1. PROIZVOĐAČI I IZVOĐAČI ZELENIH KROVOVA**

#### **Bauder d.o.o.**

Bauder d.o.o. jedan je od najvećih distributera krovnih izolacijskih sustava te sustava za ozelenjavanje krovova u Republici Hrvatskoj. Sjedište tvrtke je u okolici grada Stuttgarta u Njemačkoj, a nekoliko tvornica za proizvodnju materijala potrebnog za izvedbu ravnih, zelenih i kosih krovova nalazi se u sjevernoj Njemačkoj te u Austriji. [10] Ured i skladište tvrtke u Hrvatskoj nalaze se u Vukovaru, a postoji i skladište u Zagrebu. Iako se ne proizvode u Hrvatskoj, sve komponente za zeleni krov isporučuju se iz tvornice do mjesta izvedbe u roku od 7 do 10 dana. [10] Tehničko-prodajni savjetnici uspješno pokrivaju područje cijele Hrvatske te svojim iskustvom i znanjem svakodnevno pomažu kupcima, izvođačima, arhitektima i projektantima. [10] Specifični i strogi zahtjevi po pitanju toplinske izolacija te hidroizolacije ravnih krovova ispunjeni su u potpunosti jer tvrtka sama proizvodi sav potreban materijal počevši od temeljnih premaza, parne brane, toplinske izolacije pa do hidroizolacijske membrane. [11] Bauder je jedan od najvećih proizvođača tvrde poliuretanske pjene, izolacijskog materijala izvanredne kvalitete i svojstava. [11] Danas, kada se od toplinske izolacije očekuje da zadovolji stroge ekološke zahtjeve i smanji potrošnju energije, BauderPIR sve češće je korišten. [11] Prednosti BauderPIR toplinske izolacije su otpornost na vlagu, otpornost na tlak, postojani oblik, mala težina te otpornost na požar. [11] Osim navedenoga, ova vrsta toplinske izolacije dobro reagira na bilo koju vrstu hidroizolacije pa neće doći do propadanja i gubitka svojstava kao što je slučaj s pojedinim vrstama ekstrudiranog polistirena koji kemijski reagira pri kontaktu s nekim vrstama hidroizolacijske membrane. Navedena svojstva BauderPIR toplinsku izolaciju čine odličnim izborom pri gradnji zelenih krovova bilo koje vrste jer podnosi i veća opterećenja bez deformacija. [11]

Kao i slojevi ravnog krova, svi slojevi zelenih krovova tvrtke Bauder visoke su kvalitete i pokrivaju širok raspon zahtjeva. Dostupni su svi slojevi od razdjelnog i zaštitnog sloja, akumulacijsko-drenažnog, filterskog pa do vegetacijskih supstrata.

Osim navedenih slojeva, proizvode i gotovo sav potreban dodatni materijal poput kontrolnih okna, žlijebova za odvodnju, završnih pokrovnih rešetki slivnika te sav materijal potreban za kompletnu izvedbu zelenog krova.

Klasičan sustav zelenih krovova s gore navedenim slojevima najčešće postavljaju izvođači hidroizolacije, odnosno sustava ravnog krova u sklopu svojih radova dok je sadnja biljaka prepuštena isključivo izvođačima hortikulture. [10] Upute za održavanje i njegu posađenih biljaka daju izvođači hortikulture po završetku izvedbe. [10]

### **Knauf Insulation d.o.o.**

Knauf Insulation d.o.o. dio je grupacije Knauf koju čini nekoliko tvrtki za proizvodnju različitih građevinskih materijala koji se koriste u građevinarstvu, a grupacija je najpoznatija po istoimenim suhomontažnim sistemima. [12] Sjedište grupacije Knauf u njemačkom je gradu Iphofenu, a tvrtka posjeduje mnoštvo tvornica diljem svijeta. [12]

Knauf Insulation d.o.o. jedan je od najvećih i najpoznatijih proizvođača i distributera toplinske izolacije na području Republike Hrvatske sa sjedištem u Novom Marofu. [2] Iako najpoznatija po proizvodnji izolacijskih materijala, tvrtka Knauf Insulation d.o.o. je 2017. godine započela s proizvodnjom sustava zelenih krovova pod nazivom Urbanscape. [2]

Urbanscape je cjelovit sustav koji se sastoji od protukorijenske membrane, drenažnog sustava, sloja koji ima ulogu supstrata te biljnog sloja. [2] Posebnost ovog sustava zelenih krovova je to što je klasičan sloj supstrata zamijenjen jedinstveno patentiranim slojem kamene mineralne vune – Urbanscape Green Roll supstrat, o čemu će, kao i o Urbanscape sustavu, više detalja biti u poglavlju 7.2. [2] Slojevi Urbanscape sustava proizvode se u Sloveniji, odakle se distribuiraju na lokaciju kupca ili prodavatelja u roku od nekoliko dana. [13] Izvedba ovog sustava zelenih krovova znatno je jednostavnija od bilo kojeg drugog sustava pa je postava svih slojeva moguća u „kućnoj radinosti“ ukoliko nema potrebe za postavljanjem vodolovnih grla, varenjem hidroizolacije i sl. [13] Ipak, najčešće se postava i ovog sustava prepuštaiskusnim i za to učenim izvođačima.

## 4.2. CIJENA IZVEDBE ZELENOG KROVA

Prije nego se investitor odluči za izvedbu zelenog krova preporučljivo je kontaktirati potencijalne izvođače kako bi zajedno odredili najpogodniju vrstu zelenog krova ovisno o vrsti objekta, lokaciji, o vremenskim uvjetima te željama investitora.

Hoće li se izvoditi ekstenzivan ili intenzivan krov ovisi o mnogo čimbenika. Ako se izvodi intenzivan krov, objekt mora imati osiguran izlaz na krov, a osim toga i dovoljnu nosivost kako bi mogao izdržati dodatno opterećenje debljih slojeva intenzivnog krova što može stvoriti dodatne troškove. Izvedbu takvih krovova najčešće je potrebno unaprijed planirati i uzeti u obzir pri projektiranju objekta. Ekstenzivni krovovi često se izvode kod novogradnje, ali i kod sanacije starih objekata zbog toga što je kod njih potreban sloj supstrata znatno tanji nego kod intenzivnih krovova, a samim time manja je i težina cijelog sustava zelenog krova ali i cijena. Upravo sloj supstrata često je najskuplji sloj pri izvedbi zelenog krova. [10] Protukorijenski sloj, drenažno-akumulacijski sloj i filterski sloj prisutni su kod svih vrsta zelenih krovova pa oni uvijek ulaze u cijenu gotovo istim iznosom. Moguće su promjene visine drenažno-akumulacijskog sloja za nekoliko centimetara, ovisno o potrebnoj debljini sloja supstrata. Najniže cijene sustava zelenih krovova u Hrvatskoj kreću se oko 220 kuna po metru kvadratnom za ekstenzivni zeleni krov koji umjesto klasičnog sloja supstrata ima medij za rast biljaka sačinjen od vlakana mineralne kamene vune kao što je slučaj s Green Roll supstratom koji se koristi u Urbanscape sustavu zelenih krovova tvrtke Knauf Insulation d.o.o. [13] Gore navedena cijena uključuje i osnovni pokrivni sloj seduma. [13]

U slučaju kada se koristi supstrat u obliku granula lave, plavca, treseta ili drugih kvalitetnih mješavina s kojima radi tvrtka Bauder d.o.o., najniža cijena ekstenzivnog zelenog krova je oko 350 kuna po metru kvadratnom bez biljaka. [10] Izbor biljaka prepušten je investitoru, a konačna cijena ovisi o vrsti te količini odabranih biljaka. Prednost ekstenzivnih zelenih krovova je to što ne zahtijevaju nikakvo posebno održavanje. Uklanjanje korova i prihrana biljaka potrebni su tek jednom ili dva puta godišnje, što nije značajan trošak. Zalijevanje je potrebno samo kada se posade biljke kako bi se ukorijenile što prije i u što većem broju te kako bi ravnomjerno prekrile krovnu površinu. [10]

Intenzivni zeleni krovovi, za razliku od ekstenzivnih, zahtijevaju redovito održavanje poput vrta na tlu. Potrebno je redovito zalijevanje za vrijeme sušnih razdoblja, košnja, uklanjanje grana ili lišća i prihrana, ovisno o vrsti biljaka, a to može biti dodatan trošak ukoliko je potrebno angažirati nekoga tko će održavati intenzivan zeleni krov. Tijek izgradnje i slojevi takvog krova gotovo su identični onima kod ekstenzivnog, no potrebno je povećati visinu drenažno-akumulacijskog sloja te sloja supstrata zbog sadnje biljaka s jačim i dužim korijenom i zbog potrebe za zadržavanjem što većih količina vode. Početna cijena izgradnje intenzivnog zelenog krova tvrtke Bauder d.o.o. u Republici Hrvatskoj je oko 600 kuna po metru kvadratnom za osnovni sustav debljine supstrata oko 20 centimetara. [10] Navedena cijena uključuje sve potrebne slojeve do supstrata, ali ne uključuje vegetaciju, koja je opet prepuštena izvođačima hortikulture. [10] Kod intenzivnih zelenih krovova cijena izvedbe jako ovisi o sustavu, a značajno se mijenja ako je potreban deblji sloj supstrata. [10] Gornja cjenovna granica pri izvedbi intenzivnih zelenih krovova vrlo je visoka jer je moguća sadnja široke palete biljaka, a to znači i nekih vrlo skupih biljaka. Program održavanja intenzivnih zelenih krovova daju izvođači hortikulture za svaki krov individualno, ovisno o vrsti biljaka. [10]

### 4.3. IZVEDENI ZELENI KROVOVI U REPUBLICI HRVATSKOJ

	<b>Objekt</b>	<b>Grad/ mjesto</b>	<b>Regija</b>	<b>Namjena objekta</b>	<b>Površina [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Vrsta zelenog krova</b>	<b>Ravni ili kosi krov</b>	<b>Godina izgradnje</b>
1.	Drvni centar PDCK	Virovitica	Kontinentalna Hrv.	Stambeno- poslovni	1800	Ekst.	R	2016.
2.	Agronomski fakultet	Zagreb	Grad Zagreb	Društveni	1500	Int.	R	2016.
3.	Arheološki muzej Vučedol	Vukovar	Slavonija	Društveni	1900	Int.	R	2011.
4.	Hotel Valdaliso	Rovinj	Istra i Kvarner	Turistički	2200	Poluint.	K	2016.
5.	Centar Bundek	Zagreb	Grad Zagreb	Stambeno- poslovni	3000	Ekst.	R	2011.
6.	Sveučilišni kampus Trsat	Rijeka	Istra i Kvarner	Društveni	1200	Ekst.	R	2016.
7.	Zgrada općine	Babina Greda	Slavonija	Društveni	700	Ekst.	K	2017.
8.	Američka škola	Zagreb	Grad Zagreb	Društveni	8000	Ekst.	R	2018.
9.	Urbane vile Bijelnik	Zagreb	Grad Zagreb	Stambeno- poslovni	7000	-	R	2014.
10.	Gradska knjižnica	Karlovac	Kontinentalna Hrvatska	Društveni	1500	Ekst.	R	2014.
11.	Hrvatska biskupska konferencija	Zagreb	Grad Zagreb	Društveni	7000	Ekst.	R	2015.

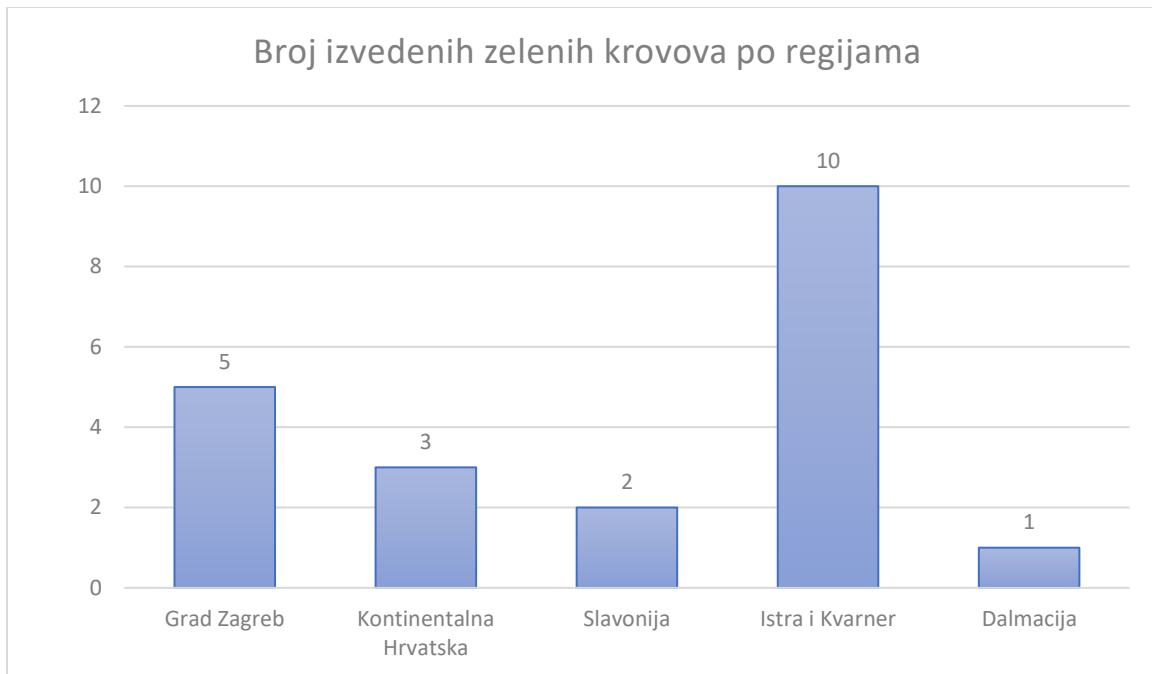


12.	Hotel Mirasol	Rijeka	Istra i Kvarner	Turistički	2200	-	R	2014.
13.	Hotel Varaždin	Selce	Istra i Kvarner	Turistički	1170	-	R	2011.
14.	Hotel Slaven	Selce	Istra i Kvarner	Turistički	1800	-	R	2011.
15.	Hotel Omorika	Selce	Istra i Kvarner	Turistički	1100	-	R	2011.
16.	Dječji vrtić	Srdoči	Istra i Kvarner	Društveni	1200	Int.	R	2011.
17.	Hotel International	Crikvenica	Istra i Kvarner	Turistički	1700	-	R	2011.
18.	Hotel Belvedere	Medulin	Istra i Kvarner	Turistički	4800	Ekst.	R	2014.
19.	OŠ Hreljin	Hreljin	Istra i Kvarner	Društveni	1000	Ekst.	R	2018.
20.	Rudarska etno kuća	Mursko Središće	Kontinentalna Hrvatska	Društveni	100	Ekst.	K	2018.
21.	Pazdigrad	Split	Dalmacija	Stambeno-poslovni	2200	Ekst.	R	2017.

*Tablica 4.1. Popis izvedenih zelenih krovova u Republici Hrvatskoj*

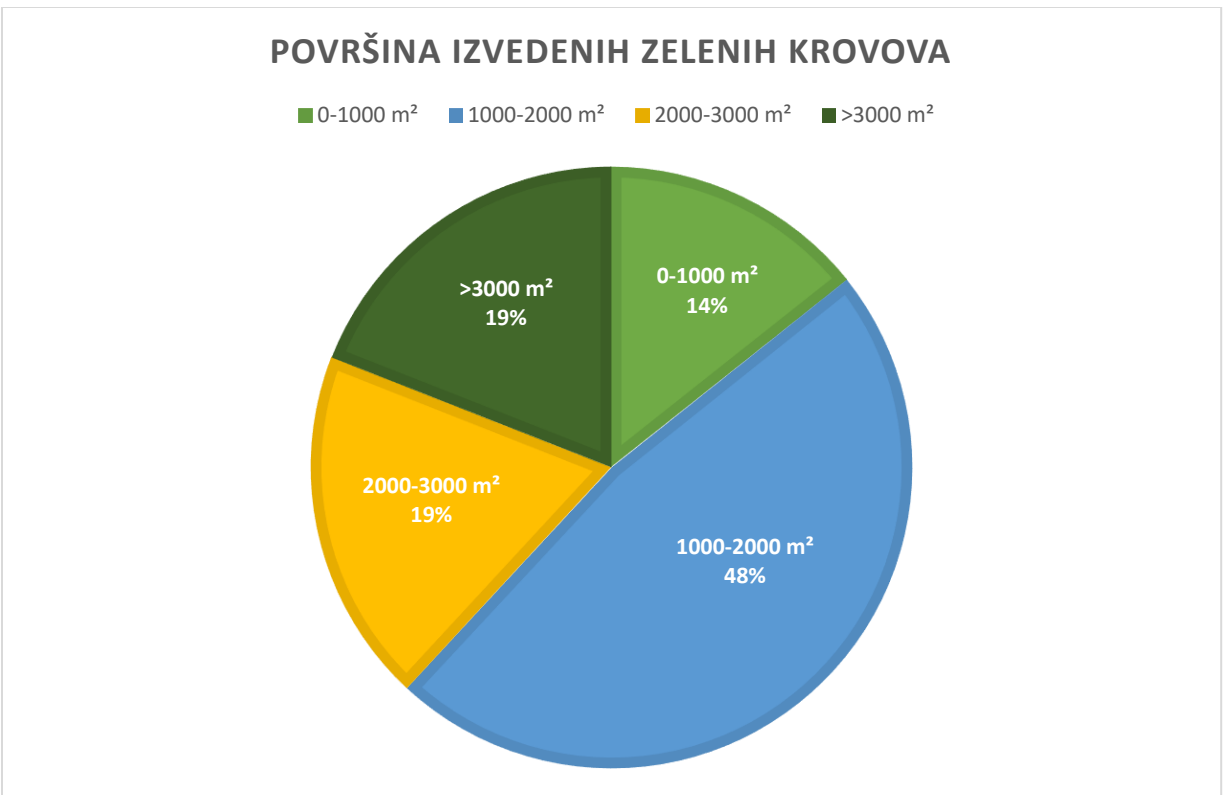
Tablica 4.1. prikazuje popis objekata sa izgrađenim zelenim krovovima u čijoj je izgradnji sudjelovala tvrtka Bauder d.o.o., a koji su izgrađeni u razdoblju od 2011. do 2018. [10] Objekti sa zelenim krovovima osim po gradu, odnosno mjestu u kojem se nalaze, razvrstani su i prema regijama kako bi jasnije bilo predloženo u kojem dijelu Republike Hrvatske se izvodi većina zelenih krovova.

Objekti su razvrstani u regije: Grad Zagreb, kontinentalna Hrvatska, Slavonija, Istra i Kvarner te Dalmacija, a grafikon 4.1. prikazuje raspodjelu izvedenih zelenih krovova po navedenim regijama.



*Grafikon 4.1. Broj izvedenih zelenih krovova po regijama*

Najveći broj ozelenjenih krovova iz uzorka nalazi se na području Istre i Kvarnera, točnije na području grada Rijeke i okolice. Većina objekata sa zelenim krovom s tog područja ima turističku namjenu. Sve veći porast broja turista na navedenom području potiče gradnju, ali i sanaciju hotela, a vlasnici se zbog želje da se njihov objekt istakne sve češće odlučuju na izgradnju zelenih krovova. Osim objekata turističke namjene često se izvode objekti društvene namjene poput škola, vrtića i smještajnih objekata za studente sa zelenim krovom, dok je stambeno-poslovnih u ovom analiziranom uzorku nešto manje, no to ne znači da se oni redovito ne izvode.



*Grafikon 4.2. Površina izvedenih zelenih krovova*

Grafikon 4.2. prikazuje raspon površina izgrađenih zelenih krovova iz uzorka. Najveći broj krovova je površine između 1000 i 2000 metara kvadratnih, dok je onih do 1000 metara kvadratnih najmanje. Izgrađeno je i nekoliko krovova površine veće od 3000 metara kvadratnih, a najveći su površine oko 8000 metara kvadratnih. Prosječna izgrađena površina zelenog krova prema ovom uzorku iznosi oko 2500 metara kvadratnih. Zeleni krovovi površine do nekoliko stotina metara kvadratnih, koji se najčešće izvode na privatnim stambeno-poslovnim objektima, nisu obuhvaćeni uzorkom. Njihovu izgradnju najčešće vode izvođači ravnih krovova koji sav potreban materijal kupuju od velikih distributera te postavljaju sve slojeve do vegetacije. Zbog velikog broja manjih izvođača, podaci o izgradnji manjih površina zelenih krovova nisu dostupni.

Izgrađeni zeleni krovovi podijeljeni su prema vrsti na: ekstenzivne, poluintenzivne i intenzivne zelene krovove. Najviše se izvode ekstenzivni, a nešto manje poluintenzivni te intenzivni zeleni krovovi. Razlozi zbog kojih prevladavaju ekstenzivni zeleni krovovi uglavnom su niža cijena i jednostavno održavanje te mogućnost izvedbe na gotovo svim objektima. [10]

## 5. TRENDOWI U REPUBLICI HRVATSKOJ

Od nekada vrlo jednostavnih zelenih krovova s lošom hidroizolacijom, zeleni krovovi značajno su se razvili. Izvedba složenih sustava zelenog krova danas je prepuštena stručnjacima, dok se oni jednostavniji mogu lako postaviti samostalno. U nastavku je opisan razvoj zelenih krovova, noviteti, te budućnost zelenih krovova u Republici Hrvatskoj.

### 5.1. RAZVOJ ZELENIH KROVOVA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Zeleni krovovi u Republici Hrvatskoj izvode se već duži niz godina. Često su se u dvorištima obiteljskih kuća te vinogradima mogli vidjeti stari podrumi obrasli travom koji su jedna vrsta zelenog krova. Prednosti zelenih krovova, poput snižavanja i održavanja temperature u prostoru ispod zelenog krova te uklapanje u prirodan okoliš, bili su glavni razlozi njihove izvedbe. S vremenom, zeleni krovovi počeli su se izvoditi i na objektima u kojima borave ljudi. Razvojem i popularizacijom ravnih krovova u Republici Hrvatskoj započeo je i rast broja izgrađenih zelenih krovova.

Prvi značajniji val izgradnje zelenih krovova krenuo je oko 2005. godine. Tada je u Republici Hrvatskoj bilo tek nekoliko izvođača zelenih krovova, a potrebni slojevi nisu bili dostupni pa su investitori često odlazili u inozemstvo po potrebne slojeve i manje zelene krovove izvodili sami.



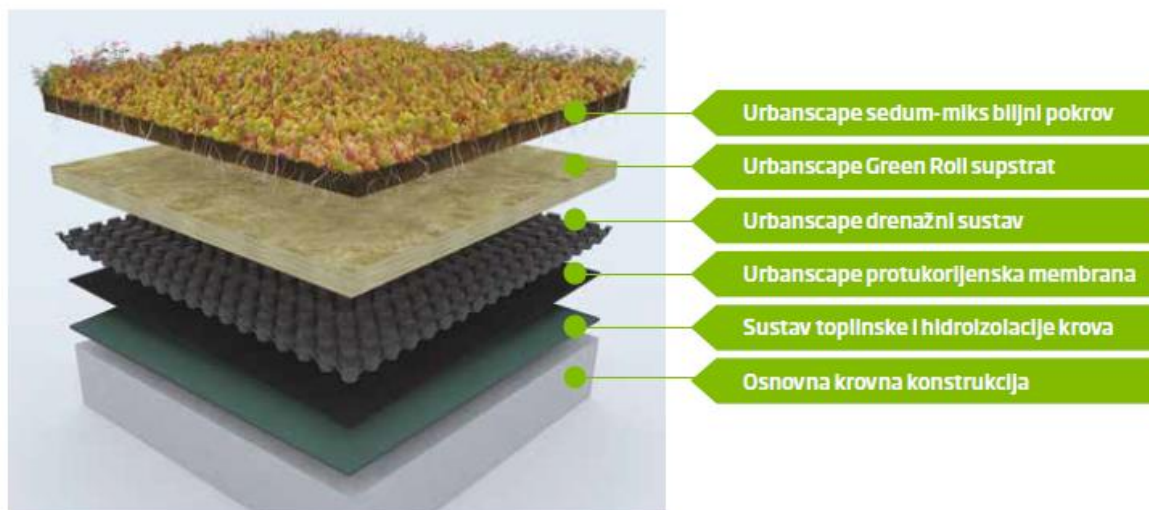
*Slika 5.1. Ekstenzivan zeleni krov izveden 2007. godine, Čakovec, ul. I. G. Kovačića*

Slika 5.1. prikazuje trenutno stanje i izgled ekstenzivnog zelenog krova koji je izgrađen 2007. godine. [14] Krov su izvodili investitori samostalno zbog nedostatka izvođača, ali i materijala koji je u nekoliko faza kupljen u Austriji. [14] Stambeno-poslovni objekt na kojem je izgrađen krov nalazi se u ulici Ivana Gorana Kovačića u Čakovcu i jedan je od prvih objekata u tom dijelu Hrvatske koji ima zeleni krov izveden sa svim odgovarajućim slojevima. [14] Površina krova je oko 100 m<sup>2</sup>, a zasađene su biljke poput seduma, čuvarkuća, niskih ukrasnih trava i sl. [14]

Ozbiljniji izvođači i distributeri sustava zelenih krovova u Republici Hrvatskoj počeli su poslovati otprilike 2007. godine.[14] Od tada, zeleni krovovi polako postaju sve popularniji pa se njihov broj počinje povećavati. Iako su se prvotno izvodili uglavnom na manjim ravnim krovovima stambeno-poslovnih objekata, njihove brojne prednosti prepoznate su i na objektima poput škola, vrtića, kulturnih ustanova, a u novije vrijeme sve se više izvode na hotelima. Razlog naglog porasta broja zelenih krovova na hotelima duž jadranske obale, ali i unutrašnjosti, je dodjela certifikata „Green hotel“ koje dodjeljuje Udruga poslodavaca u hotelijerstvu Hrvatske u suradnji s Ministarstvom turizma kroz projekt „Zeleno poslovanje u hotelijerstvu“. [15] „Cilj projekta je kroz zeleno poslovanje ostvariti sinergiju ekonomske dobiti, socijalne dobrobiti te dobrobiti za okoliš prema definiranim kriterijima.“ [15] Hotelijeri mogu iskoristiti energetske učinkovitost, recikliranje, fotonaponske ćelije, zelene krovove ili neki drugi model kako bi dobili certifikat koji potvrđuje da su ekološki osviješteni i orijentirani prema zaštiti okoliša. [15] Posjedovanje „Green hotel“ certifikata turistima jamči da je hotel smanjio štetan utjecaj na okoliš na najmanje moguće što je sve bitniji faktor pri odabiru smještaja. [15]

## 5.2. NOVITETI U IZVEDBI ZELENIH KROVOVA

Kao i u svim ostalim područjima, tako se i građevinarstvu neprestano razvijaju novi materijali i tehnike gradnje. Zbog kratkih rokova za dovršetak gradnje objekta često je presudna brzina izvedbe pojedinih faza, pa tako i izvedbe zelenog krova. Izvedba zelenih krovova došla je do faze u kojoj je moguće izvesti kompletan sustav zelenog krova u nekoliko dana. Slojevi zelenog krova najčešće su pakirani u role koje se nakon podizanja na krov jednostavno rasprostru, a neki slojevi, poput drenažno-akumulacijskog sloja, mogu biti u obliku ploča. Kako bi se slojevi što brže postavili, a kvaliteta ostala ista, proizvođači su primorani razvijati nove sustave zelenih krovova. Jedan od noviteta u izvedbi zelenih krovova nedavno je razvijen sustav Urbanscape zelenih krovova tvrtke Knauf Insulation d.o.o. [13] „Urbanscape je inovativan, lagan i za ugradnju jednostavan sustav s visokim kapacitetom zadržavanja vode, dizajniran posebno za zelene krovove na stambenim i nestambenim zgradama te industrijskim građevinama u urbanim područjima.“ [2]



*Slika 5.2. Slojevi Urbanscape sustava zelenih krovova*

Slika 5.2. prikazuje slojeve Urbanscape sustava zelenih krovova, a to su protukorijenska membrana, drenažni sustav, Green Roll supstrat te biljni pokrov. [2]

Posebnost ovog sustava je to što ima znatno manju težinu od klasičnih sustava koji koriste tradicionalni supstrat, a donosi sve prednosti zelenih krovova. [2]

Težina ovog sustava osjetno je manja pa je za površinu krova od 1000 metara kvadratnih potrebno od 2 do 5 tona Gren Roll supstrata, dok je u slučaju upotrebe tradicionalnog supstrata potrebno preko 100 tona. [2] Usprkos tome, ova vrsta supstrata zadržava 3-4 puta više vode na svoj obujam od ostalih supstrata zelenog krova. [2]

Drenažno-akumulacijski sloj ovog sustava ovisi o vrsti biljaka koje će se saditi, a postoji nekoliko varijanti njegove izvedbe. [2] U okviru ponude Urbanscape sustava moguće je kupiti pokrivni sloj od mješavine seduma koji se isporučuje u rolama s minimalno 95% pokrivenosti te zbog toga vrlo brzo napreduje. [2] Urbanscape sustav tek je nedavno razvijen (2017. godine), no s obzirom na nisku cijenu i brzinu izvedbe, takvi sustavi postaju sve popularniji. Velika prednost takvih sustava iznimno je mala težina što omogućuje izvedbu na gotovo svim krovovima od adaptacije do novogradnje te na nagibima do čak 45°. [2]

Drugi novitet koji se pojavljuje na području Republike Hrvatske je izvedba kosih zelenih krovova. [10] Prirodan izgled i utjecaj na smanjenje potrošnje energije te sve prednosti zelenih krovova dovoljan su razlog da se zeleni krovovi počnu izvoditi čak i na kosim krovovima.

Izvedba zelenog krova na krovu s nagibom zahtjeva posebne metode jer je potrebno nadoknaditi površinsko otjecanje i veće isušivanje te povećati zadržavanje vode, a osim toga osigurati stabilnost vegetacijskog sloja. [16] Kod izvedbe kosih krovova, akumulacijski panel izravno se puni supstratom što je dovoljno za održavanje količine vlažnosti supstrata do nagiba od 15°. [16] Pri izvedbi na nagibu većem od 15° potrebno je na akumulacijski sloj postaviti dodatan drveni rešetkasti okvir koji služi kao zaštita od erozije supstrata dok se biljke ne ukorijene i kao pomoć pri izvedbi zelenog krova. [16] Održavanje kosih zelenih krovova nešto je kompliciranije nego kod ravnih zelenih krovova, a moguća je i pojava slabijeg rasta biljaka na sjevernoj ili južnoj strani krova. [16]

Bitno je napomenuti da u slučaju izvedbe zelenog krova na nagibu nije dopuštena sadnja visokih biljaka ili drveća zbog opasnosti od erozije te zbog veće izloženosti vjetru i ostalim vremenskim neprilikama.

Slika 5.3. prikazuje radove na izvedbi kosog zelenog krova na nadstrešnici iznad ulaza u rudarsku etno kuću u gradu Mursko Središće. Izvedbom zelenog krova cilj je bio dobiti starinski izgled te prikazati kako se nekada gradilo.



*Slika 5.3. Izvedba kosog zelenog krova u Murskom Središću*



### 5.3. BUDUĆNOST ZELENIH KROVOVA

Sve je više građevinskih projekata koji uključuju izgradnju zelenih krovova. Ljudi pozitivno reaguju na već izvedene zelene krovove u njihovom okruženju što je poticaj za projektiranje i izgradnju novih. Trenutno je najveći broj privatnih investitora, poput vlasnika hotela i stambenih objekata, no postoje naznake da će se broj zelenih krovova početi povećavati i na javnim objektima poput škola, vrtića, knjižnica i ostalih. Jedan od najnovijih primjera zelenog krova na javnom objektu u Hrvatskoj je onaj na krovu gimnazije Josipa Slavenskog u Čakovcu. Zasađeno je nekoliko vrsta seduma, ukrasne trave te ukrasno nisko grmlje. Krov je prohodan i uglavnom pokriven šljunkom, a njegovom izvedbom učenici i profesori dobili su mjesto za odmor i šetnju.



*Slika 5.4. Zeleni krov izveden na gimnaziji Josipa Slavenskog u Čakovcu*

Još jedan od najnovije izvedenih zelenih krovova u Republici Hrvatskoj potvrđuje da izgradnja zelenih krovova nije više koncentrirana samo na turističke objekte. U Varaždinu je izvršena rekonstrukcija i dogradnja autobusnog kolodvora, a veći dio objekta ima zeleni krov, dok je na dijelu ravnog krova izvedena terasa.



*Slika 5.5. Novi autobusni kolodvor Varaždin*



*Slika 5.6. Izgled zelenog krova na autobusnom kolodvoru u Varaždinu*

Na slici 5.5. prikazan je pogled na autobusni kolodvor u Varaždinu, a na slici 5.6. izgled zelenog krova. Površina izvedenog ekstenzivnog zelenog krova je nešto više od 250 metara kvadratnih, a zasađeno je nekoliko vrsta seduma te ukrasne trave. Nosiva armiranobetonska ploča debljine je 16 centimetara, zatim slijedi bitumenska parna brana te XPS u dva sloja svaki po 10 centimetara debljine. Slijedi PVC folija, a zatim lagani beton u padu i dvostruka bitumenska hidroizolacija V4. [17] Nakon navednih slojeva postavljena je poliolefinska membrana, sloj geotekstila, drenažni sustav visine 2 centimetra, filterski sloj geotekstila te na kraju sloj supstrata debljine 10 cm. [17] Izgradnjom zelenog krova na autobusnom kolodvoru u Varaždinu, taj kolodvor postao je prvi autobusni kolodvor sa zelenim krovom u Hrvatskoj. Svojim izgledom, svakodnevno će još dugi niz godina estetski uljepšavati ne samo autobusni kolodvor, nego i grad Varaždin. Za očekivati je da će i ostali gradovi slijediti primjer iz Varaždina te u ovom modernom „zelenom“ objektu pronaći inspiraciju za nadolazeće projekte.

Budućnost zelenih krovova za sada je obećavajuća jer počinjemo shvaćati važnost smanjenja utjecaja na prirodu, očuvanja energije, smanjenja količine otpadnih voda te važnost života u zdravijoj i prirodnijoj okolini, a osim toga od početka 2018. godine i zakonska je obaveza primjena nZEB standarda na objektima javne namjene, dok će se od 1. 1. 2020. nZEB strategija početi primjenjivati i na privatnim objektima za sve novogradnje i rekonstrukcije. [18] Nearly Zero Energy Buildings (nZEB) ili u prijevodu „zgrade gotovo nulte energije“ prema direktivi Europske unije su zgrade koje troše vrlo malo energije, a potrebe za energijom zadovoljavat će obnovljivim izvorima energije u neposrednoj blizini potrošnje. [19] Primarni cilj nZEB strategije je smanjenje emisije CO<sub>2</sub> te smanjenje potrošnje energije u životnom ciklusu zgrade što se planira postići energetsom obnovom zgrada, primjenom obnovljivih izvora energije te izgradnjom novih zgrada prema navedenoj strategiji. [19] Izgradnjom takvih objekata, troškovi održavanja objekta te potrošnja energije značajno se smanjiti što će donijeti uštede vlasnicima te smanjiti nepovoljan utjecaj na globalnu klimu. [19] Upravo zeleni krovovi, jedan su od načina energetske učinkovite i održive gradnje te će zbog toga njihova izgradnja porasti na svim vrstama objekata.

## 6. ZAKLJUČAK

U sjevernijim europskim zemljama poput Njemačke, Austrije ili Velike Britanije zeleni krovovi već su postali dio svakodnevice, no u Republici Hrvatskoj tek je krenula njihova ozbiljnija izgradnja zbog čega je vrlo teško pronaći izvođača kompletnog zelenog krova pa je sadnja biljaka najčešće prepuštena izvođačima hortikulture. Primjeri zelenih krovova u manjim sredinama najčešće se mogu vidjeti na stambenim privatnim objektima, dok su u većim gradovima svoju primjenu pronašli na objektima poput škola, kulturnih ustanova, stambeno-poslovnih objekata te hotela. Upravo hoteli su trenutno najčešći objekti u Republici Hrvatskoj na kojima se izvode zeleni krovovi. Kako bi privukli što veći broj gostiju i bili što atraktivniji, ali i zbog zakonskih obaveza, primorani su ulagati u građevinske trendove, a jedan od njih su zeleni krovovi.

Iako se zelene krovove još uvijek smatra luksuzom zbog relativno visokog početnog ulaganja, prednosti i uštede koje oni donose nakon određenog vremena će opravdati njihovu izvedbu.

Razvoj tehnologije i novih materijala za izvedbu zelenih krovova vodi smanjenju troškova i ukupne težine zelenih krovova. Zbog smanjenja težine, njihova izvedba moguća je i na starijim objektima na kojima nije predviđena takva vrsta krova te na objektima koji imaju kosu krovnu konstrukciju. Iako Republika Hrvatska nema gradova koji su prenaseljeni i ima dovoljno slobodnih površina za gradnju, uvijek je dobro iskoristiti dodatan prostor koji dobivamo ravnim zelenim krovovom. Uz povremeno održavanje, na krovu objekta može se uzgojiti mini vrt ili čak park koji će investitoru te osobama koje borave u tom objektu donijeti značajne energetske i financijske uštede.

U Varaždinu, rujan 2018.

-----

## 7. LITERATURA

- [1] Vrančić, Tanja: Vrste i prednosti zelenih krovova: Isplativo i estetsko rješenje, Građevinar, br. 66, rujan 2014, str. 869-872
- [2] Urbanscape: Sustav zelenih krovova, Knauf Insulation d.o.o. brošura, 2017.
- [3] <http://www.gradimo.hr/clanak/hidroizolacije-ravnih-krovova/15167>, dostupno 21.08.2018.
- [4] <http://www.casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-57-2005-09-09.pdf>, dostupno 21.08.2018.
- [5] [http://www.arhitekti.hr/EasyEdit/UserFiles/0151PUE\\_0412\\_HR-Zeleni%20krovovi.pdf](http://www.arhitekti.hr/EasyEdit/UserFiles/0151PUE_0412_HR-Zeleni%20krovovi.pdf), dostupno 21.08.2018.
- [6] <http://www.vpz.hr/2016/06/06/panonskom-drvnom-centru-kompetencija-zeleni-krov-se-navodnjava-iz-oborinskih-voda/>, dostupno 25.8.2018.
- [7] Zbašnik-Senegačnik, Martina: Građevne konstrukcije: Zeleni krovovi, Građevinar, br. 58, travanj 2006, str. 335-338
- [8] <https://www.wallbarn.com/brown-roofs/>, dostupno 21.08.2018.
- [9] Diadem: Zeleni krovovi, Krovne terase, Izvedbena rješenja, Brošura
- [10] Osobna komunikacija mailom s predstavnicima tvrtke Bauder d.o.o., 13.8.2018.
- [11] <https://www.bauder.hr/sk/ravni-krov/ravni-krov-osnove/toplinska-izolacija.html>, dostupno 6.9.2018.
- [12] <https://knauf.hr/diy/o-nama>, dostupno 6.9.2018.
- [13] Osobna komunikacija mailom s predstavnicima tvrtke Knauf Insulation d.o.o., 5.9.2018.
- [14] Usmena predaja, Arhitektonski ured Urbia, Čakovec, 6.8.2018.
- [15] <http://www.upuhh.hr/hr/projekti/zeleno-odrzivo-poslovanje/odrzivi-hoteli/item/27-projekt-zeleno-poslovanje-u-hotelijerstvu-udruge-poslodavaca-u-hotelijerstvu-hrvatske>, dostupno 6.9.2018.
- [16] <https://www.bauder.hr/hr/zeleni-krov/zeleni-krov-osnove/ozelenjivanje-krova-s-nagibom.html>, dostupno 7.9.2018.
- [17] Uvid u glavni projekt Rekonstrukcija (dogradnja) poslovne zgrade, Upravni odjel za prostorno uređenje i graditeljstvo grada Varaždina, 30.7.2018.
- [18] Osobna komunikacija mailom s gđom. Tanjom Herr, 11.9.2018.
- [19] [https://www.passreg.eu/download.php?cms=1&file=Zagreb2015\\_PassREgBrosura.pdf](https://www.passreg.eu/download.php?cms=1&file=Zagreb2015_PassREgBrosura.pdf), dostupno 11.9.2018.

## **8. POPIS SLIKA**

Slika 2.1. Efekt „temperaturnog otoka“

Izvor: <http://geography.name/urban-heat-island/>, dostupno 16.8.2018.

Slika 3.1. Slojevi zelenog krova

Izvor: <http://memphite.com/cm9vZnRvcCBnYXJkZW4gbGF5ZXJz/>, dostupno 16.8.2018.

Slika 3.2. Panonski drveni centar kompetencija

Izvor: <http://www.vpz.hr/2016/06/06/panonskom-drvnom-centru-kompetencija-zeleni-krov-se-navodnjava-iz-oborinskih-voda/>, dostupno 25.8.2018.

Slika 3.3. Izgled ekstenzivnog zelenog krova

Izvor: <https://www.zinco.de/systeme/biodiversit%C3%A4tsdach>, dostupno 19.8.2018.

Slika 3.4. Slojevi ekstenzivnog zelenog krova Bauder

Izvor: Ekstenzivno ozelenjavanje, Bauder d.o.o., Katalog

Slika 3.5. Izgled intenzivnog zelenog krova

Izvor: <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=1337>, dostupno 19.8.2018.

Slika 3.6. Slojevi intenzivnog zelenog krova Bauder

Izvor: Intenzivno ozelenjavanje, Bauder d.o.o., Katalog

Slika 3.7. Smeđi krov

Izvor: <https://www.wallbarn.com/brown-roofs/>, dostupno 21.8.2018.

Slika 3.8. Detalj slivnika sa revizijskim oknom

Izvor: Diadem: Zeleni krovovi, Krovne terase, Izvedbena rješenja, Brošura, dostupno na internetu

Slika 3.9. Odvajanje dijelova zelenog krova rubnim profilima

Izvor: <http://www.shoremetalproducts.com/OurProducts/ShoreEdge.aspx>, dostupno 10.9.2018.

Slika 3.10. Staklena ograda na zelenom krovu

Izvor: [https://www.homeimprovementpages.com.au/find/pool\\_fencing/qld/brisbane](https://www.homeimprovementpages.com.au/find/pool_fencing/qld/brisbane), dostupno 10.9.2018.

Slika 3.11. Detalj svjetlosne kupole na zelenom krovu

Izvor: <https://www.sterlingbuild.co.uk/product/fakro-dxf-d-u8-6060-white-pvc-quadruple-glazed-fixed-flat-roof-window-60x60cm>, dostupno 10.9.2018.

Slika 5.1. Ekstenzivan zeleni krov izveden 2007. godine, Čakovec, ul. I. G. Kovačića

Izvor: Vlastita fotografija

Slika 5.2. Slojevi Urbanscape sustava zelenih krovova

Izvor: Urbanscape: Sustav zelenih krovova, Knauf Insulation d.o.o. brošura, 2017.

Slika 5.3. Izvedba kosog zelenog krova u Murskom Središću

Izvor: <http://www.mnovine.hr/medimurje/drustvo/rudarska-etno-kuca-u-m-srediscu-izgleda-odlicno-a-obogatit-ce-turisticku-ponudu/>, dostupno 7.9.2018.

Slika 5.4. Zeleni krov izveden na gimnaziji Josipa Slavenskog u Čakovcu

Izvor: Facebook, Gimnazija Josipa Slavenskog Čakovec, dostupno 8.9.2018.

Slika 5.5. Novi autobusni kolodvor Varaždin

Izvor: Vlastita fotografija

Slika 5.6. Izgled zelenog krova na autobusnom kolodvoru u Varaždinu

Izvor: Vlastita fotografija

## **9. POPIS TABLICA**

Tablica 4.1. Popis izvedenih zelenih krovova u Republici Hrvatskoj

Izvor: Osobna komunikacija mailom s tvrtkom Bauder d.o.o./internet

## **10. POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 4.1. Broj izvedenih zelenih krovova po regijama

Izvor: Tablica 4.1.

Grafikon 4.2. Površina izvedenih zelenih krovova

Izvor: Tablica 4.1.

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, MARIO BABIĆ (*ime i prezime*) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom Trendovi u izgradnji zelenih krovova u Republici Hrvatskoj (*upisati naslov*) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(*upisati ime i prezime*)

MARIO BABIĆ *Babić*  
(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, MARIO BABIĆ (*ime i prezime*) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom Trendovi u izgradnji zelenih krovova u Republici Hrvatskoj (*upisati naslov*) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(*upisati ime i prezime*)

MARIO BABIĆ *Babić*  
(vlastoručni potpis)