

Općenito o zelenim krovovima sa osvrtom na konkretan primjer

Cindrić, Ana

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:538982>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-02**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
ŠUMARSKI ODSJEK**

**PREDDIPLOMSKI STUDIJ
URBANO ŠUMARSTVO, ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA**

ANA CINDRIĆ

**OPĆENITO O ZELENIM KROVOVIMA SA OSVRTOM NA
KONKRETAN PRIMJER**

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, RUJAN 2022.

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

| | |
|------------------------------------|---|
| Zavod: | Zavod za šumarske tehnike i tehnologije |
| Predmet: | Parkovna tehnika i uređaji |
| Mentor: | Doc. dr. sc. Kruno Lepoglavec |
| Asistent - znanstveni novak | - |
| Student: | Ana Cindrić |
| JMBAG: | 0068235059 |
| Akadska godina: | 2021./2022. |
| Mjesto, datum obrane: | Zagreb, 23.9.2022. |
| Sadržaj rada: | Slika: 21 Tablica: 2 Navoda literature: 12 |
| Sažetak: | <p>Zeleni krovovi primjenjuju se već godinama te su postali jedan od ključnih elemenata urbanog područja u posljednjih nekoliko desetljeća. Ovaj završni rad sadrži detaljno opisanu povijest, vrste i sastav zelenih krovova i njihove prednosti i eventualne mane. Prikazano je kako korištenje zelenih krovova utječe na ekološki, ekonomski i društveni vid održivog razvoja, te primjer zelenog krova u svijetu. Postoje mnoge ekološke prednosti za okoliš kod izgradnje zelenog krova, uključujući smanjene temperature okoline, poboljšanje kvaliteta vode i zraka, smanjenje buke i stvaranje staništa za nove biljke.</p> |

| | | |
|---|---|--------------------|
|  | IZJAVA O IZVORNOSTI RADA | OB ŠF 05 07 |
| | | Revizija: 1 |
| | | Datum: 23.9.2022. |

„Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam koristila drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

U Zagrebu, rujan 2022.

Ana Cindrić

SADRŽAJ :

| | |
|---|----|
| 1. UVOD..... | 1 |
| 2. POVIJEST ZELENIH KROVOVA | 2 |
| 3. OPĆENITO O ZELENIM KROVOVIMA..... | 4 |
| 3.1. Sastav zelenog krova | 4 |
| 3.1.1. Vegetacijski sloj | 5 |
| 3.1.2. Apsorpcijski sloj | 6 |
| 3.1.3. Filtrirajući sloj | 6 |
| 3.1.4. Drenažni sloj | 6 |
| 3.1.5. Zaštitni sloj..... | 6 |
| 3.1.6. Zaštita od korijenja | 6 |
| 4. VRSTE ZELENOG KROVA..... | 7 |
| 4.1. Ekstenzivni zeleni krov | 7 |
| 4.2. Intenzivni zeleni krov | 8 |
| 4.3. Poluintenzivni zeleni krov..... | 8 |
| 4.4. Biosolarni zeleni krov | 9 |
| 5. AKUMULACIJA I ISTJECANJE VODE S KROVA | 10 |
| 6. ODABIR BILJAKA | 11 |
| 6.1. Vrsta i dubina tla..... | 11 |
| 6.2. Izloženost biljke vanjskim uvjetima | 11 |
| 6.3. Stabilnost biljaka..... | 12 |
| 6.4. Gustoća sadnje..... | 12 |
| 6.5. Izbor biljnih vrsta za ekstenzivni krov | 12 |
| 6.6. Izbor biljnih vrsta za intenzivni krov | 15 |
| 7. EKONOMSKE, EKOLOŠKE I DRUŠTVENE PREDNOSTI ZELENIH KROVOVA | 17 |
| 7.1. PREDNOSTI ZELENIH KROVOVA ZA OKOLIŠ | 17 |
| 7.1.1. Urbani toplinski otok i njegovo smanjenje..... | 17 |
| 7.1.2. Upravljanje kišnicom | 18 |
| 7.1.3. Pročišćavanje kišnice..... | 18 |
| 7.1.4. Smanjenje CO ₂ | 18 |
| 7.1.5. Čišći zrak..... | 18 |
| 7.1.6. Prirodno stanište..... | 19 |
| 7.2. EKONOMSKE KORISTI ZELENIH KROVOVA | 19 |
| 7.2.1. Produženi vijek trajanja krova | 19 |

| | |
|--|----|
| 7.2.3. Energetska učinkovitost zelenih krovova | 19 |
| 7.2.4. Smanjenje buke | 19 |
| 7.3. DRUŠTVENE KORISTI ZELENIH KROVOVA | 19 |
| 7.3.1. Prirodni izgled | 19 |
| 7.3.2. Korisna zelena površina | 20 |
| 7.3.4. Urbana poljoprivreda | 20 |
| 8. NEDOSTATCI ZELENOG KROVA | 20 |
| 8.1. Strukturna ograničenja | 20 |
| 8.2. Troškovi nedostataka zelenih krovova | 21 |
| 8.3. Šteta od izlivanja | 21 |
| 8.4. Ograničen izbor biljaka | 21 |
| 9. PRIMJER ZELENOG KROVA U SVIJETU | 22 |
| 9.1. <i>Autofamily House</i> , Poljska | 22 |
| 9.2. Muzej <i>Biesbosch</i> , Nacionalni park <i>De Biesbosch</i> , Nizozemska | 23 |
| 9.3. <i>Daniel F. i Ada L. Rice Plant Conservation Science Center</i> , Chicago | 23 |
| 9.4. Društveni centar <i>Chongqing Taoyuanju</i> , <i>Chongqing</i> , Kina | 24 |
| 9.5. <i>Espace Bienvenüe</i> , <i>Marne-la-Vallée</i> , Francuska | 25 |
| 9.6. Muzej <i>Moesgaard</i> , <i>Højbjerg</i> , Danska | 25 |
| 9.7. <i>Meera Sky Garden House</i> , Singapur | 26 |
| 9.8. Muzej <i>Städel</i> , Frankfurt, Njemačka | 27 |
| 9.9. <i>Olimpijski park skulptura</i> , Seattle | 27 |
| 9.10. <i>StreetDome</i> , <i>Haderslev</i> , Danska | 28 |
| 9.11. <i>Kalifornijska akademija znanosti</i> , San Francisco | 29 |
| 9.12. Podrum <i>Marchesi Antinori Chianti Classico</i> , <i>Bargino</i> , Italija | 29 |
| 9.13. Centar za posjetitelje Botaničkog vrta u Brooklynu, Brooklyn | 30 |
| 9.14. Regionalni centar za usluge <i>LOTT Clean Water Alliance</i> , <i>Olympia</i> , Washington | 30 |
| 10. RASPRAVA I ZAKLJUČAK | 31 |
| 11. POPIS LITERATURE | 32 |

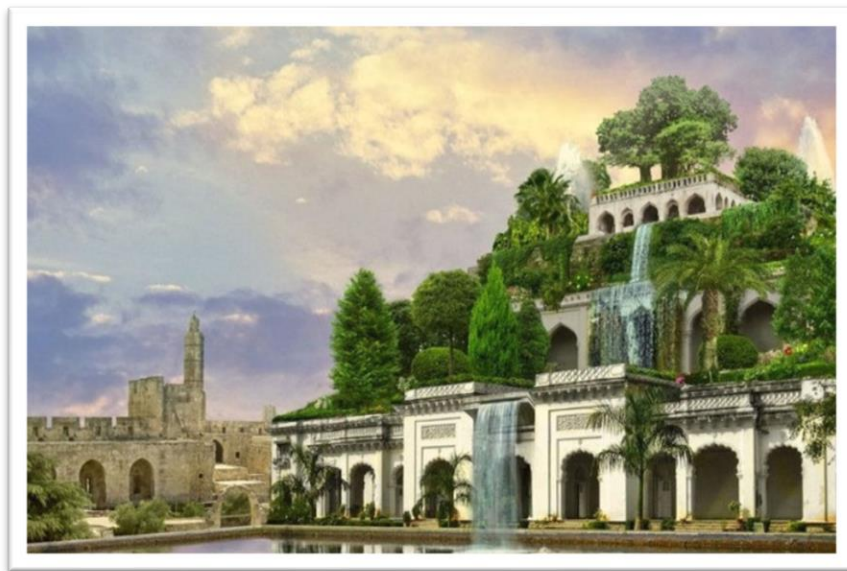
1. UVOD

Zeleni krovovi poznati su još od vremena daleke povijesti te su bili prvi krovovi koji su se ikada gradili. Služili su kao pokrov prirodnim skloništima kao što su jame i špilje u kojima su se ljudi skrivali od nepovoljnih vremenskih uvjeta i prirodnih neprijatelja. Na takav način iskorištavali su toplinsku postojanost zemlje dok je debeli sloj zemlje i trave omogućavao jednake uvjete tijekom cijele godine. Danas zeleni krovovi imaju veliki značaj u suvremenoj arhitekturi, te doprinose ulozi zgrada u urbanom planiranju. Idealno su rješenje za ozelenjivanje prenapučenih gradova koji se izgubili doticaj sa šumom. Vrlo su popularni u skandinavskim zemljama baš zbog svojih brojnih prednosti. Ekstremne temperature su sve češća pojava u svijetu stoga su zeleni krovovi ti koji predstavljaju odličan način izolacije zgrada za vrijeme visokih temperatura jer svojim djelovanjem ujednačuju temperaturu. Značajno produžuju vijek trajanja ravnoga krova pa je i zbog toga pogodan za sve vrste objekata i za sve veličine krovova. Prije su zeleni krovovi bili kraćeg životnog vijeka (od 20 do 30 godina), danas mogu izdržati čak i do 100 godina života. Razne vrste biljaka mogu uspijevati na zelenim krovovima, od trava i niskog bilja pa sve do stabala visokih do 10 metara. Najbolje uspijevaju one biljke koje je lakše održavati, a to uključuje trave, nisko bilje, ukrasno cvijeće i nisko grmlje. Zeleni krov čiji su slojevi kvalitetno i pravilno izrađeni povoljno će utjecati na objekt, uz to će i vizualno obogatiti cijeli grad, kao što će imati pozitivan utisak na psihičko stanje društva. Hrvatska u odnosu na zemlje Skandinavije nema jako razvijenu i rasprostranjenu krovnu hortikulturu. Hrvatska posjeduje zelene krovove, u malom broju. Kako je takav način hortikulture prihvaćen u ekonomski uspješnijim zemljama sa nepovoljnim klimatskim uvjetima, zato je poželjno proširiti sustav zelenoga krova u što više regija i država. [1]

Ovaj završni rad obuhvaća povijest zelenih krovova njihov sastav i njihove vrste, biljke koje se na njima uzgajaju i uspijevaju, prednosti zelenih krovova i potencijalne mane. Sveukupni utjecaj na ekonomski, ekološki i društveni razvoj. U radu su konkretno navedeni slikovni primjeri zelenih krovova u svijetu.

2. POVIJEST ZELENIH KROVOVA

Zeleni krovovi postoje tisućama godina. Tokom davnih vremena, strukture zelenih krovova sastojale su se od busena trave i korova iznad špilja, sa zemljom na krovu i biljnim svijetom koji se koristio u poljoprivredne, stambene i obredne svrhe. Nedostatak ovih zemljanih krovova bio je upravo manjak zaštite od životinja koje su se ukopavale u rupe kao i nedostatna vodo-nepropusnost. [2] Zasigurno su najpoznatiji drevni zeleni krovovi bili tzv. *Semiramidini viseći vrtovi Babilona* (Slika 1). Jedno je od sedam svjetskih čuda iz vremena antike, izgrađeno oko 500.god.pr. Kr. Sagrađeni iznad kamenih greda, viseći vrtovi doista su bili vodonepropusni radi slojeva trske i debelog katrana. To je bila stepenasta građevina na kojoj su se nalazili vrtovi koji su imali ugođaj oaze u pustinji. [2]



Slika 1. Semiramidini viseći vrtovi u Babilonu [3]

Oko 1000. godine stari Rimljani su na krovovima gradili ukrasna jezera sa ribnjacima. Oko 800.g.n.e. u skandinavskim zemljama i na Islandu, koriste se travom prekriveni krovovi u svrhu bolje toplinske izolacije. Tokom 15.st. za vrijeme renesanse, ponovno se počinje ugrađivati zelenilo na krovove. Oko 1900 god. „drvocementni“ (Njem. Holzzementdächer) krovovi u Berlinu pokriveni su sa mješavinom šljunka i gline. Tijekom vremena vjetar je oplemenio krovove i pretvorio ih u zelene livade. Oko 1920. god. sa ravnim krovovima „Bauhaus“ arhitekture obnavlja se i širi ideja krovnih vrtova. Oko 1980. god ekološka zadaća svakim danom ima sve veću ulogu kao što je nastanak prvih ekstenzivnih zelenih krovova.

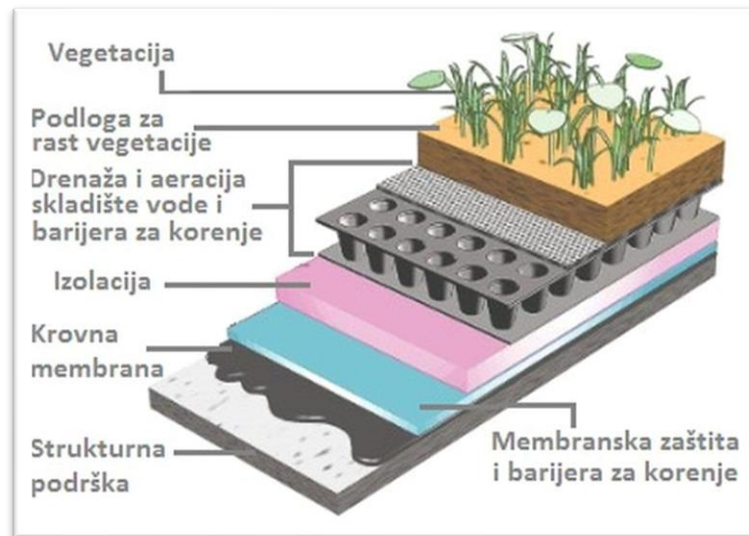
Moderna tehnologija zelenih krovova razvila se 1960-ih, kada je Njemačka uvela novu tehnologiju koja je omogućila sofisticirano navodnjavanje.. Svojim izumom Njemačka je uspjela plasirati na tržište i razviti novu tehnologiju zelenih krovova koji do tog trenutka nije bio viđen. Oko 1982. god. njemačka organizacija *FLL (Die Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.)* izdaje prve pravilnike i smjernice za brigu i održavanje krovova. [2]. Kao što je već spomenuto potreba određenog travnjaka sa svrhom ozelenjivanja krovova dolazi iz starih vremena. Tako Nordijskoj regiji, kao i u Americi, nalazimo travnate pokrove nastambi, koji su sa jedne strane bili jednostavno „pri ruci“, a sa druge strane su brzo postizali željeni efekt ozelenjivanja krova. Najčešće se koristio troslojni pokrov koji se sastojao od: prvog sloja busena sa travom okrenutom prema gore, drugog sloja sa travom okrenutom prema dolje i trećeg, završnog sloja busena sa travom ponovno okrenutom prema gore. Povijesno gledano, to je jedna od najčešće korištenih metoda postavljanja i vrsti zelenog krova. Početkom se takav način u Skandinaviji koristi iz čisto praktičnih razloga. Klima obiluje padalinama, što ne predstavlja problem stabilnoj krovnoj konstrukciji, koja bez problema izdržava dodatno opterećenje od 20 cm supstrata. [4] Travnati krovovi se grade prije svega radi očuvanja energije, jer je zračni prostor između vlati trave bolji toplinski izolator nego primjerice kod kratke vlati sukulenata. U naselju *Ohlsdorf* u Hamburgu gradi se iz specifičnog razloga kamuflaže, izgrađeno je četrdesetih godina prošlog stoljeća, takozvano *Naselje travnatih krovova*, koje postoji i danas. [2]

3. OPĆENITO O ZELENIM KROVOVIMA

Tradicionalno se navikli se krovovi izrađuju od različitih građevinskih materijala kao što su: aluminijski ili željezni lim, lišće, trave, keramičke pločica i beton. Svrha krova uglavnom je bila pokrivanje zgrada od kiše, sunčeve svjetlosti, vjetrova i drugih ekstremnih temperatura. Tijekom godina ljudi su pronašli način na koji mogu imati vrt na krovu i da isti krov služi svojoj originalnoj namjeni [5]. Zeleni krov je mjesto gdje je krov zgrade ili bilo kojeg stambenog objekta djelomično ili potpuno prekriven vegetacijom. [6] Krov je u tom slučaju potpuno prilagođen uzgoju biljaka raznih namjena. Raslinje se sadi preko hidroizolacijske membrane ili sustava postavljenog na vrhu zgrade. Dubina supstrata za uzgoj ili tlo ovisi o nosivosti krova i njegovom dizajnu. Zeleni krovovi postali su izrazito rašireni zbog potrebe maksimalnog iskorištavanja raspoloživog prostora, u isto vrijeme potiče se ekološka održivost. Vrlo su jednostavni za ugradnju i održavanje. Mogu se postaviti na jako puno mjesta: male garaže, poslovne zgrade, gradske zgrade, stambene prostore, i veće industrijske zgrade. Zeleni krovovi mogu se postaviti i na nove zgrade ili kuće kao i na obnovljene stambene objekte.. Mogu se nazvati „eko-krovovima“. Zeleni krovovi mogu biti malo skupi za postavljanje, ali sve ovisi o vrsti zelenog krova, lokaciji kao i drugim čimbenicima. [5] Procjenjuje se da ekstenzivni zeleni krovovi mogu koštati čak 8 dolara po kvadratnom metru, što je skuplje od izgrađenih krovova, koji bi mogli stajati 1,25 dolara po kvadratnom metru. Cijene su takve jer zeleni krovovi zahtijevaju profesionalno projektiranje, brigu te pažljivu strukturnu analizu. [6]

3.1. Sastav zelenog krova

Zeleni krov sastoji se od više slojeva: vegetacijski, apsorpcijski, filtrirajući, drenažni, zaštitni sloj i zaštita od korijenja biljaka. Svaki ima svoju zasebnu funkciju. Zeleni sastav postavlja se na krovnu konstrukciju koja ima ulogu toplinske izolacije i hidroizolacije. Od velike je važnosti adekvatno pripremanje zemlje prije stavljanja krovne konstrukcije. Postavlja se filter od poliestera koji služi za drenažno ispiranje zemlje na tvrdu čepićastu foliju čija je uloga zadržavanje vode u malim udubljeljima. Ispod čepićaste folije stavlja se folija koja služi za zaštitu od prodora korijenja. Izravno na nosivu konstrukciju nanosi se izolacija protiv buke, hidroizolacija i toplinska izolacija (*Slika 2*). Bitno je da izvođenje krovne hidroizolacije bude provedeno od strane stručnjaka sa kvalitetnim materijalima kako ne bi došlo do procurivanja ili urušavanja. [7]



Slika 2. Slojevi zelenog krova [8]

3.1.1. Vegetacijski sloj

Vegetacijski sloj je prostor koji je intenzivno prožet korijenjem i mora osigurati odgovarajuće uvjete za rast biljaka na krovu. Vegetacijski supstrati za krovnu sadnju imaju razne mogućnosti. Sloj zemlje ili supstrat jest temelj koji služi kao uporište za raslinje te im daje vodu i hranjive tvari. Sastav vegetacijskog sloja može biti :

- a) Čisti, mineralni vegetacijski sloj kojeg čine ekspanzirane gline, ekspanzirani škriljevac, opečni drobljenac perlit, komadići lave, komadići plovuća, komadići pijeska te šljunka s promjerom zrna od 2 mm do 16 mm. Na takvom sastavu uspijevaju mahovina i sebrica
- b) Trava, zeljaste biljke i sebrica uspijevaju na vegetacijskom sloju kojeg karakteriziraju: zrnatost od 0 mm do 16 mm, sa 20% organskih dodataka u obliku šute i lika
- c) Vegetacijske mješavine s 20% organskih dodataka rade se tako da se originalnom materijalu dodaju komadići opeke, ekspanzirana glina ili komadići plovuća
- d) Slične karakteristike kao mineralni vegetacijski slojevi s 20% organskih dodataka imaju ploče od modificirane pjenaste mase ili mineralnih vlakana ali zahtijevaju veliku energiju pri proizvodnji, stoga su ekološki neprihvatljive. [7]

3.1.2. Apsorpcijski sloj

Uloga apsorpcijskog sloja jest zapremanje kišnice. Količina zaprimljene tekućine ovisi o debljini sloja i njegovom sastavu. Na mjestima gdje ima jako puno oborina treba postaviti sloj od materijala sa puno jačom apsorpcijom. [7]

3.1.3. Filtrirajući sloj

Filter sloj se postavlja između drenažnog sloja i sloja supstrata. Filtrirajući sloj sprječava taloženje sitnih čestica iz sloja supstrata i vegetacije u drenažni sloj, čime se osigurava ispravno funkcioniranje drenažnog sloja. [7]

3.1.4. Drenažni sloj

Drenažni sloj koristi se za sigurno odvođenje viška vode kao i za skladištenje tj. zadržavanje vode. Drenažni sloj čini grubo zrnati mineralni sitniš kao što je: ekspanzirana glina, lava, šljunak i plovućac. Može biti u obliku drenažnih blazina ili u obliku drenažnih elemenata od umjetnih tvari. [7]

3.1.5. Zaštitni sloj

Zaštitni sloj štiti krovnu hidroizolaciju od mehaničkih oštećenja te od prodirajućeg korijenja. Često se ugrađuje zaštitna koprena od geotekstila ili ploče, zatim od recikliranoga gumenastog granulata i slojeva od betona i lijevanog asfalta. [7]

3.1.6. Zaštita od korijenja

Služi kao zaštita krovne izolacije od oštećenja nastalih rastom korijenja. Uglavnom se koriste trake na bazi bitumena, gume ili umjetnih tvari. [7]

4. VRSTE ZELENOG KROVA

4.1. Ekstenzivni zeleni krov

Ovakav tip krova ne traži puno prirodnog održavanja. Nije naročito težak i ima tanak odnosno, plitak sloj supstrata za uzgoj-200 mm ili manje. U konačnici ima manje potrebe za vodom, zahtijeva minimalno održavanje pa je zato prikladan za male i nisko-rastuće biljne vrste, poput sukulenta. Ekstenzivni zeleni krovovi posebno su zasađeni kako bi da povećali lokalnu biljnu raznolikost. Osiguravaju stanište, hranu i sklonište, određenim životinjama, poput ptica (*Slika 3*).



Slika 3. Ekstenzivni zeleni krov [9]

Ekstenzivni zeleni krovovi također se nazivaju „eko-krovovima“, ili „smeđim krovovima“ budući da su jeftiniji za postavljanje i nude mnoge ekološke prednosti. Budući da struktura ekstenzivnih krovova nije bitno složenija u usporedbi s intenzivnim zelenim krovovima, oni mogu nositi samo cca. 23 kilograma težine. [10]

4.2. Intenzivni zeleni krov

Intenzivni je tip teži, ima dublji sloj supstrata za rast i podržava veći niz biljaka. To su zeleni krovovi čiji je cilj stvaranje što sličnijih uvjeta prirodnom krajoliku. (*Slika 4.*)



*Slika 4.*Intenzivni zeleni krov [11]

Lako su dostupni ljudima budući da mogu izdržati puno veće težine. Intenzivni zeleni krovovi zahtijevaju više održavanja i navodnjavanja, a mogu se nazvati i „krovnim vrtovima“. Razlog tomu je posebno postavljanje na visoko projektiranim krajolicima sa velikom kapacitetom opterećenja, na taj način postaju dio urbane poljoprivrede. Intenzivni zeleni krovovi mogu izdržati teže bilje ili objekte poput: grmlja, drveća i klupa jer je njihova konstrukcijska potpora značajnija, mogu nositi teret do 68 kilograma. [10]

4.3. Poluintenzivni zeleni krov

Nalazi se na sredini između intenzivnog i ekstenzivnog tipa zelenih krovova. Podržavaju male zeljaste biljke, malo grmlje, travu i dr. Zahtijevaju umjereno održavanje i povremeno navodnjavanje. Obično su duboki između 15 i 30 cm i mogu zadržati više kišnice od velikih krovova. [10]

4.4. Biosolarni zeleni krov

Relativno nova vrsta zelenog krova zbog i solarnih ploča. Koristeći moderan savršen dizajn i modu. Biosolarni zeleni krovovi su poboljšana verzija običnog zelenog krova baš zbog korištenja solarne tehnologije. Jednostavno je dizajniran održavanje bioraznolikosti, dok u isto vrijeme povećava količinu sunčeve energije iz zelenih krovova. [10]

| | EKSTENZIVNI ZELENI KROV | JEDNOSTAVNI INTENZIVNI KROVNI VRT | INTENZIVNI KROVNI VRT |
|--------------------|--|---|--|
| ODRŽAVANJE | minimalno, plijevljenje i prihrana jednom godišnje | povremeno, plijevljenje i prihrana dva puta godišnje | intenzivno |
| ZALIJEVANJE | nije potrebno | prema potrebi (ovisno o trajanju sušnog perioda) | redovito |
| BIJLNE 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 SUPSTRATA | 5 – 12 cm | 15 – 30 cm | 15 – 45 cm nad podzemnim garažama ≥100 cm |
| TEŽINA SUSTAVA | 60 – 150 kg/m ² | 150 – 200 kg/m ² | 150 – 500 kg/m ² |
| CIJENA | NISKA | SREDNJA | VISOKA |
| NAMJENA | Ekološka krovna obloga = tehnički zeleni krov | Projektirano zelenilo | Projektirani vrt, sa redovitim održavanjem |

| ODRŽAVANJE | Jednostavno održavanje | povremeno održavanje | intenzivno održavanje |
|-------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|
| STATIKA | mała težina | relativno povećana težina | znatna težina |
| ZALIJEVANJE | nije potrebno | povremeno | redovito |

Slika 5. Sastavi zelenog krova [12]

5. AKUMULACIJA I ISTJECANJE VODE S KROVA

Podaci u tablici 6 (*Slika 6*) odnose se na mjesta sa prosječnim padalinama između 650-800 mm. U područjima sa manje padalina veće je 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 vodu u odnosu na ukopnu količinu padalina. [13]

| VRSTA KROVA | debljina supstrata u cm | Biljne vrste | Prosječni godišnji kapacitet zadržavanja padalina u % | Koeficijent propusnosti padalina Ψ_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 |

Slika 6. Akumulacija i istjecanje vode u različitim sustavima zelenih krovova obzirom na debljinu supstrata [14]

6. ODABIR BILJAKA

Zeleni krovovi imaju veliku popularnost i traženost u svijetu već dugi niz godina. Bez obzira na sve prednosti kao što su: hlađenje ljeti, izolacija zimi, smanjena potrošnja energije, smanjeno urbano zagrijavanje te vrt bogat biljkama ipak nisu pretjerano potaknuli hrvatski ekološki razvoj u tom smjeru. Krovovi su inače teško mjesto za biljke radi njihove osjetljivosti na: toplinu, hladnoću, vjetrove i sušu. Osim toga na krovovima nema prostora za sadnju „teških“ nasada, zato je potrebno saditi kulture koje nemaju duboko korijenje. One vrste biljaka čije su prirodno stanište litice i drugi nedostupni predjelima dostatan su izbor za zeleni krov. Dobar početak za svaki zeleni krov su upravo sukulenti - sve vrste čuvarkuća i mali kaktusi, jer oni ne zahtijevaju puno zemlje i vode. Trave čine vrt posebnim i „zelenim“. Većina trava zahtijeva stalnu potrebu za vodom pa je velika vjerojatnost da će puno njih uvenuti, no ipak postoje i one trave koje dobro uspijevaju na krovovima i dobro se slažu sa čuvarkućama. Velika je prednost što se biljke same razmnožavaju i na taj način je održavanje krova lakše. Najčešće kategorije biljnih vrsta koje se koriste su: mahovina, paprat, lišajevi, jednogodišnje vrste, lukovice, sukulenti, tzv. „pokrivači tla“ i ostale razne livadne vrste. Česte su i nisko-rastuće vrste roda: *Aster*, *Achillea*, *Solidago*, *Anthemis* *Leuchantemum* te druge trajnice. Prije samog izbora biljaka treba pripaziti na: vrstu i dubinu tla, izloženost biljaka vanjskim uvjetima te gustoću sadnje. Svi navedeni faktori su od osobite važnosti i uvelike pomažu u postizanju idealnoga zelenog krova. [7]

6.1. Vrsta i dubina tla

Vrsta i dubina supstrata najvažniji su faktori u izboru biljnih vrsta. Idealni izbor su lakši supstrati jer zbog svoje lakoće vrlo dobro ispunjavaju prostor bez negativnog utjecaja na stabilnost biljke. Neki od lakših supstrata su: treset, perlit, vlakna kokosovih ljuski, vermikulit i dr. [15]

6.2. Izloženost biljke vanjskim uvjetima

Biljke na krovu izložene su raznim uvjetima koji ih mogu ugroziti, često su to: vjetar, suša i sunčeva svjetlost. Vjetar rijetko nanosi velike štete biljkama na krovu, ukoliko je krov ipak izložen jakome vjetru treba izbjegavati sadnju zeljastog bilja i one vrste koje imaju lako

lomljive cvjetove. Bilo bi poželjno da biljke imaju deblje lišće te voštanu ili dlakavu površinu jer se tada iz njih gubi manja količina vode nego iz tanjeg lišća. Većina grmlja i krovnih biljaka ne podnosi sušu te bi bilo poželjno izabrati one vrste koje ju dobro podnose, kao što su: mušmulice, smreka, bor i dr. Određene vrste dobro podnose sušu, ali ne vlagu i težak zrak što je česta pojava u urbanim sredinama. Zato pri izboru biljaka treba odabrati one koje dobro podnose većinu vanjskih uvjeta. [15]

6.3. Stabilnost biljaka

Dubina korijenja odnosno veličina samog korijena utječe na stabilnost određene biljne vrste. Pogodan izbor baš iz tog razloga su one biljke koje imaju plitko korijenje jer ne zahtijevaju duboko tlo kao biljke čije je korijenje duboko. [15]







6.4. Gustoća sadnje






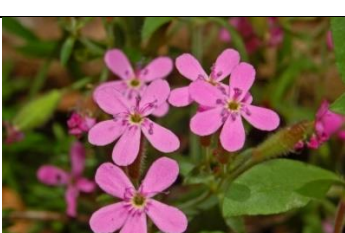

Od velike je važnosti dobar plan koji se tiče gustoće sadnje pri gradnji zelenog krova pogotovo kada se sadi drveće. Istraživanja su pokazala da one biljke koje su sađene na većem razmaku bolje uspijevaju od biljaka koje su sađene na manjem razmaku. Gušće zasađeno drveće često dovodi do toga da se biljke moraju boriti za: svjetlo, prostor i hranjive tvari. Iz gore navedenih razloga bitno je planirati gustoću sadnje kako bi se biljka normalno i potpuno razvila. [15]

6.5. Izbor biljnih vrsta za ekstenzivni krov

Na ekstenzivnom krovu najbolje uspijeva „lagana“ vegetacija odnosno one biljke koje ne zahtijevaju previše pažnje. Najpogodniji izbor su vrste koje čine gusti pokrov kao npr. sukulenti, mahovine, začinsko bilje, livadne trave i dr. (*Tablica 1*). Dubina supstrata kod ekstenzivnog krova je od 8 cm do 15 cm i zato su idealne one biljke kojima duboki supstrat nije potreban.

Tablica 1. Biljne vrste za ekstenzivni krov






| Latinsko ime | Hrvatsko ime | Slika |
|---|---------------------------------|---|
| <i>Sedum album</i> L. | ljuti žednjak |  |
| <i>Sedum floriferum</i> Praeger 'Weihenstephaner Gold' | zlatna tustika |  |
| <i>Sedum hybridum</i> L. 'Immerünchen' | tustika |  |
| <i>Sedum reflexum</i> L. | sivolisni žednjak |  |
| <i>Sedum sexangulare</i> L. | bolonjski žednjak |  |
| <i>Sedum spurium</i> M. Bieb. | puzava tustika (razne sorte) |  |








| | | |
|---|------------------------------------|---|
| <i>Dianthus carthusianorum</i> L. | kartuzijanski karanfil, klinčić |  |
| <i>Dianthus plumarius</i> L. | karanfil, klinčić |  |
| <i>Hieracium pilosella</i> L. | puzava runjika |  |
| <i>Sempervivum</i> L. | čuvarkuća (razni hibridi) |  |
| <i>Thymus serpyllum</i> L. | majčina dušica |  |
| <i>Saponaria ocymoides</i> L. | sapunika |  |
| <i>Petrorhagia saxifraga</i> (L.) Link | opnasti klinčić |  |

6.6. Izbor biljnih vrsta za intenzivni krov

Razlika između ekstenzivnog i intenzivnog krova je u dubini supstrata koja može biti preko 50 cm. (Tablica 2). Dublji supstrat uvelike povećava izbor biljnih vrsta stoga ovaj tip vrta uz niske zeljaste biljke, trajnice i pokrivače tla može sadržavati i određene vrste drveća i grmlja. [15]

Tablica 2. Biljke za intenzivan krov

| Latinsko ime | Hrvatsko ime | Slika |
|------------------------------------|-------------------|---|
| <i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull. | vrijesak |  |
| <i>Echium vulgare</i> L. | obična lisičina |  |
| <i>Lavandula spica</i> L. | ljekovita lavanda |  |
| <i>Salvia officinalis</i> L. | ljekovita kadulja |  |
| <i>Buxus sempervirens</i> L. | šimšir |  |

| | | |
|----------------------------------|---------------------|--|
| <i>Erica carnea</i> L. | crnjuša |  |
| <i>Cotinus coggygia</i> (Scop.) | obična rujevina |  |
| <i>Cornus mas</i> L. | drijenak |  |
| <i>Juniperus sabina</i> L. | planinska borovica |  |
| <i>Genista germanica</i> L. | germanska žutovilka |  |
| <i>Rosmarinus officinalis</i> L. | ružmarin |  |
| <i>Salix repens</i> L. | puzava vrba |  |

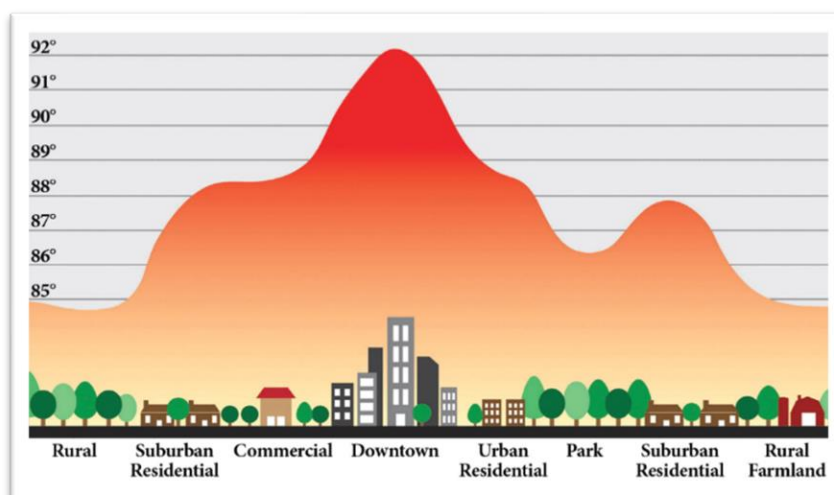
7. EKONOMSKE, EKOLOŠKE I DRUŠTVENE PREDNOSTI ZELENIH KROVOVA

Zeleni krovovi nedavno su zaokupili veliku pozornost zbog brojnih društvenih, ekonomskih prednosti koje se odnose na: javni, privatni, gospodarski i društveni sektor, te na lokalno i globalno okruženje. Danas zeleni krovovi nadilaze suvremenu arhitekturu te u urbanom planiranju zgradama omogućavaju posve novu ulogu. Vrtovi su opremljeni za rješavanje pitanja vezanih za upravljanje oborinskim vodama kao i za pružanje i uvrštavanje prirodnog elementa u gradski urbanizam. Prednosti možemo podijeliti u tri kategorije prednosti zelenih krovova: ekološka, ekonomska i društvena prednost zelenih krovova. [16]

7.1. PREDNOSTI ZELENIH KROVOVA ZA OKOLIŠ

7.1.1. Urbani toplinski otok i njegovo smanjenje

Urbanim sredinama je potrebno smanjenje temperature, a zeleni krovovi predstavljaju idealno rješenje za kontrolu temperature zraka (*Slika 7*). Tokom ljetnih mjeseci temperatura u gradu viša je za 5-7°C nego na selu zbog apsorpcije topline zgrada i cesta. Temperatura na tradicionalnom krovu može dosegnuti i do 40°C više u usporedbi sa zelenim krovom. Istraživanja su pokazala da je ublažavanje klimatskih promjena potrebno 10% više zelenila u gradovima. [16]



Slika 7. Utjecaj toplinskog otoka [17]

7.1.2. Upravljanje kišnicom

Zeleni krovovi smanjuju otjecanje oborinskih voda, a to dovodi do smanjenja opterećenja kanalizacijskih sustava za 70-95% za vrijeme ljeta. Mala potreba zelenih krovova za kišnim cisternama ili sličnom opremom koja se obično koristi za upravljanje oborinskim vodama uvelike utječe na smanjenje troškova. Sposobnost zadržavanja kišnice pomaže u ograničavanju nesreća uzrokovanih obilnim kišama. [16]

7.1.3. Pročišćavanje kišnice

Kroz prirodnu filtraciju, zeleni krovovi sprječavaju otok zagađivača i toksina u potoke, rijeke i dr.. Prema istraživanju *Kohler & Schmidt* (1990.) veliki postotak od čak 95% olova, bakra i kadmij sulfida i 19% cinka koji dolazi iz kišnice ostaje u supstratu, što pomaže poboljšanju lokalne kvalitete vode. [16]

7.1.4. Smanjenje CO₂

Poznato je da je povećana količina CO₂ u zraku jedan od glavnih uzroka globalnog zatopljenja, a zeleni krovovi mogu pridonijeti njegovom smanjenju. Površina od 1m² zelenog krova može apsorbirati 5 kg CO₂ godišnje. Uz to, zbog smanjene potrošnje energije postoji daljnji utjecaj na smanjenje ugljikovog dioksida za 3,2 kg godišnje. Iz toga dobivamo sljedeću računicu - 1 m² zelenog krova može apsorbirati istu količinu CO₂ koju bi ispustio običan automobil tijekom vožnje od 80 km. [16]

7.1.5. Čišći zrak

Biljke na zelenim krovovima također mogu uhvatiti čestice u zraku kao što su: smog, teški metali i hlapljivi organski spojevi. Tako što evidentno ima pozitivan utjecaj na kvalitetu zraka i zdravlje stanovnika. Istraživači procjenjuju da 1 m² zelenog krova može pomoći u apsorpciji 0,2 kg lebdećih čestica iz zraka svake godine. [16]

7.1.6. Prirodno stanište

Kako urbanizacija progresivno napreduje očuvanje bioraznolikosti jedan je od ključnih elemenata u očuvanju iste. Zeleni krovovi mogu pružiti stanište raznim vrstama i obnoviti prirodno-ekološki ciklus poremećen urbanizmom novog vremena. [16]

7.2. EKONOMSKE KORISTI ZELENIH KROVOVA

7.2.1. Produženi vijek trajanja krova

Pokazalo se da zeleni krovovi utrostručuju životni vijek originalnog krova. Također smanjuju troškove održavanja i obnove jer svojim djelovanjem štite krov od raznih negativnih utjecaja kao što su: mehanička oštećenja, ultraljubičasto zračenje i ekstremne temperature. [16]

7.2.3. Energetska učinkovitost zelenih krovova

Zeleni krovovi pomažu smanjiti potrošnju energije za 40% za grijanje zimi i 100% za hlađenje ljeti. Učinak ovisi o nekoliko aspekata uključujući: klimatske uvjete, vrstu konstrukcije, debljinu izolacije itd. [16]

7.2.4. Smanjenje buke

Zvučna izolacija, održavanje životnog prostora tišim te stvaranje ugodnijeg okruženja neke su prednosti koje zeleni krov može pružiti urbanoj sredini. Uvelike doprinosi smanjenju buke u velikim gradovima, u blizini industrijskih područja i zračnih luka. [16]

7.3. DRUŠTVENE KORISTI ZELENIH KROVOVA

7.3.1. Prirodni izgled

Prirodni izgled zelenih krovova uljepšava betonsku konstrukciju u urbanim sredinama i unosi značajne promjene u modernu arhitekturu. Prema nekoliko studija prisutnost zelenih

površina ima opuštajući psihološki učinak, pomaže u snižavanju krvnog tlaka i smanjuje otkucaje srca. Zbog višestrukih prednosti, zeleni krovovi znatno povećavaju vrijednost stambenih i poslovnih nekretnina. [16]

7.3.2. Korisna zelena površina

Zeleni krovovi pružaju urbanom području dodatni zeleni prostor ograničene veličine i dodaju vrijednost zgradama. Takvi prostori omogućavaju brojne mogućnosti korištenja i uporabe vezane za razne aktivnosti npr. vrtovi, rekreacijski ili komercijalni prostori. [16]

7.3.4. Urbana poljoprivreda

Zeleni krovovi mogu dodatno stvoriti mogućnosti za „urbanu poljoprivredu“. Na neki način stvaraju vlastiti i lokalni prehrambeni sustav što sprječava prekomjernu potrošnju i bacanje hrane. [16]

8. NEDOSTATCI ZELENOG KROVA

8.1. Strukturna ograničenja

Krov i nosivi zidovi nekih zgrada nisu dovoljno čvrsti za izdržavanje dodatnu težinu zelenog krova. Tanki, lagani sustavi, poznati kao „ekstenzivni zeleni krovovi“, obično imaju podlogu za sadnju dubine od 5 cm do 15 cm. Teže, deblje varijante poznate su kao „intenzivni zeleni krovovi“ i imaju raspon debljine od 15 cm do 45 cm ili dublje. Ekstenzivni zeleni krovovi često teže manje od standardnih krovova od šljunka i katrana. Međutim, intenzivni zeleni krovovi mogu zahtijevati dodatnu konstrukcijsku potporu. Dodatna mana zelenih krovova je ograničeni dopušteni nagib. Zeleni krovovi mogu se postavljati samo na ravne ili blago nagnute krovove. Maksimalni dopušteni nagib obično je 25 stupnjeva, iako je u nekim slučajevima moguće koristiti tehnike kontrole erozije. [18]

8.2. Troškovi nedostataka zelenih krovova

Postavljanje zelenog krova može koštati dvostruko više od postavljanja konvencionalnog krova. Cijena ekstenzivnog zelenog krova kreće se od 10 i 24 dolara po kvadratnom metru. Intenzivni zeleni krovovi obično koštaju dvaput više od ugradnje ekstenzivnih zelenih krovova zbog deblje i složenije konstrukcije. Održavanje intenzivnih zelenih krovova može biti fizički naporno za održavanje i financijski skupo. Ekstenzivni krovovi zahtijevaju manje zalijevanja i gnojidbe ali zahtijevaju minimalno jednom godišnje kontrolu kako bi se uklonile neželjene biljke koje se same samo-zasađuju. Vlasnici kuća mogu smanjiti troškove tako što će sami plijeviti, gnojiti i zalijevati biljke umjesto da angažiraju stručnjake za održavanje zelenog krova. [18]

8.3. Šteta od izlivanja

Iako većina zelenih krovova uključuje sloj barijere za korijenje, ono ponekad prodire kroz vodonepropusnu membranu, uzrokujući izlivanje krova koje može dovesti do oštećenja u strukturi. Godišnji pregled i uklanjanje problematičnog grmlja pomaže smanjiti mogućnost izlivanja. Plitak medij za uzgoj obično je dobra preventiva koja sprječava biljke da narastu dovoljno velike da razviju snažan i dubok korijen. [18]

8.4. Ograničen izbor biljaka

Još jedan od nedostataka zelenih krovova je velik broj dostupnog izbora biljaka, posebno kod ekstenzivnog sustava. Gusta podloga za uzgoj intenzivnih zelenih krovova može podržati rast mnogih biljaka, uključujući grmlje i malo drveće. Tanji ekstenzivni zeleni krovovi, međutim, mogu primiti samo mali izbor biljaka otpornih na sušu s plitkim korijenskim sustavom. Sedumi, lišajevi, mahovine i niske trave uobičajeni su izbor za velike krovove. Manje robusne biljke također mogu imati problema s preživljavanjem jakih vjetrova koji su uobičajeni na visokim krovovima. [18]

9. PRIMJER ZELENOG KROVA U SVIJETU

Zeleni krovovi grade se više na zgradama diljem svijeta, od privatnih rezidencija i škola do kulturnih institucija i poduzeća. Sastoje se od otpornih sorti sukulenata, trava, divljeg cvijeća i bilja na nekoliko strukturnih slojeva, uključujući vodootporna membranu i sustav razina za odvodnju, izolaciju i filtriranje. Ovakav tip samoodrživih stambenih arhitektonskih aspekata mogu unijeti prirodnu ljepotu u urbane zgrade ili povezati ruralne elemente u njihove okolne krajolike. Visoki zeleni vrtovi imaju pregršt ekoloških prednosti, kao što je sposobnost apsorpcije ugljikovog dioksida, smanjenja otjecanja oborinskih voda, ograničavanja apsorpcije topline i osiguravanja staništa za divlje životinje kao što su npr. kukci i ptice. Neki od najpoznatijih zelenih krovova u svijetu su:

9.1. *Autofamily House*, Poljska

Robert Konieczny iz arhitektonske osmislio je ovu jedinstvenu rezidenciju za kolekcionara umjetnina u Poljskoj (*Slika 8*). Kući se pristupa preko natkrivenog prilaza, koji se okreće do povišenih stambenih prostorija. Cijela struktura ima zeleni krov, što joj omogućuje da se neprimjetno stopi s krajolikom gledano odozgo. [19]



Slika 8. Autofamily House, Poljska [20]

9.2. Muzej *Biesbosch*, Nacionalni park *De Biesbosch*, Nizozemska

Mješavina bilja i trave prekriva transformirani muzej *Biesbosch*, smješten u nacionalnom parku blizu *Dordrecht* u Nizozemskoj (*Slika 9*). Arhitektonska tvrtka *Studio Marco Vermeulen* zadržala je šesterokutnu strukturu prethodne zgrade i na postojeću strukturu dodala krilo koje gleda na vodeni plimni park i vodene putove koji su iskopani oko muzeja, pretvarajući to mjesto u svojevrsni „otok“. [19]



Slika 9. Muzej Biesbosch, Nacionalni park De Biesbosch, Nizozemska [21]

9.3. *Daniel F. i Ada L. Rice Plant Conservation Science Center*, Chicago

Projektirao arhitekt *Booth Hansen* i dovršili 2009.god, *Daniel F. i Ada L. Rice Plant Conservation Science Center* u Botaničkom vrtu u Chicagu ima zeleni krovni vrt od 1.486 m². (*Slika 10*). Podijeljene u dva dijela, prvi dio s autohtonim biljkama i drugi sa sortama koje se obično koriste na zelenim krovovima, parcele se koriste za provođenje opsežnog istraživanja o ponašanju različitih vrsta u okruženju na krovu. [19]



Slika 10. Daniel F. i Ada L. Rice Plant Conservation Science Center, Chicago [22]

9.4. Društveni centar *Chongqing Taoyuanju*, *Chongqing*, *Kina*

Kontinuirani zeleni krov povezuje tri odvojene strukture društvenog centra *Chongqing Taoyuanju* (Slika 11), uključujući kulturne, javne i zdravstvene ustanove, međusobno kao i s okolnim krajolikom. Tvrtka *Vector Architects* stvorila je tlocrt u obliku prstena za prostrani kompleks, koji slijedi postojeću topografiju svoje lokacije u planinama parka Taoyuan. [19]



Slika 11. Društveni centar *Chongqing Taoyuanju*, *Chongqing*, *Kina* [23]

9.5. Espace Bienvenüe, Marne-la-Vallée, Francuska

Francuski arhitekt *Jean-Philippe Pargade* stvorio je ekspanzivan kampus za *Pôle Scientifique et Technique Paris-Est*,-istraživački i građevinski centar poznat i kao *Espace Bienvenüe*, u *Marne-la-Valléeu*, gradu istočno od Pariza (*Slika 12*). Središnja točka lokacije je više od 650 stopa duga valovita betonska zgrada, koja je prekrivena pristupačnom vrtnom terasom dizajniranom u suradnji s krajobraznim arhitektom *Davidom Besson-Girardom* (Stamp, 2017).



Slika 12. Espace Bienvenüe, Marne-la-Vallée, Francuska [24]

9.6. Muzej Moesgaard, Højbjerg, Danska

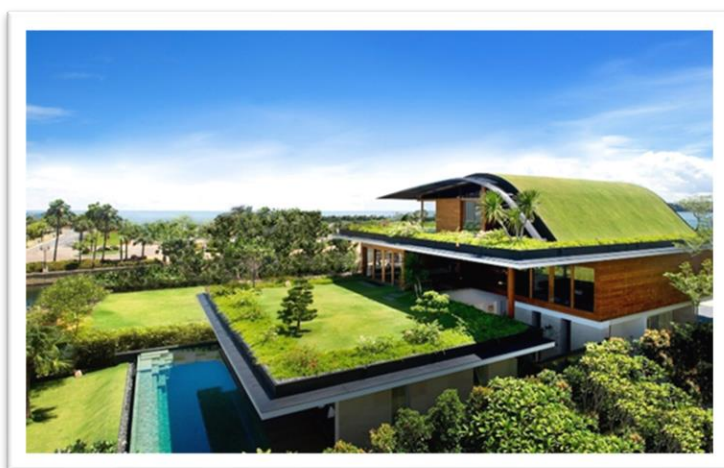
Muzej *Moesgaard*, institucija posvećena danskoj arheologiji i etnografiji, preselio se u novu zgradu koju je dizajnirao arhitekt *Henning Larsen* 2013.god. (*Slika 13*). Prekriven travom, mahovinom i cvijećem, krov građevine otvoren je posjetiteljima, nudeći dovoljno prostora za slobodno vrijeme i pogled dvorac *Moesgaard*. [19]



Slika 13. Muzej Moesgaard, Højbjerg, Danska [25]

9.7. Meera Sky Garden House, Singapur

Zelenilo je vidljivo ili dostupno sa svakog kata *Meera Sky Garden Housea*, privatne rezidencije na četiri kata koju je sagradio arhitekt *Guz Wilkinson* na *Sentosi*, na otoku u Singapuru (*Slika 14*). Zgrada je izgrađena s krovnim vrtovima na svakoj razini i kombinira staklene i čvrste zidove kako bi se osigurala privatnost. [19]



Slika 14. Meera Sky Garden House, Singapur [26]

9.8. Muzej *Städel*, Frankfurt, Njemačka

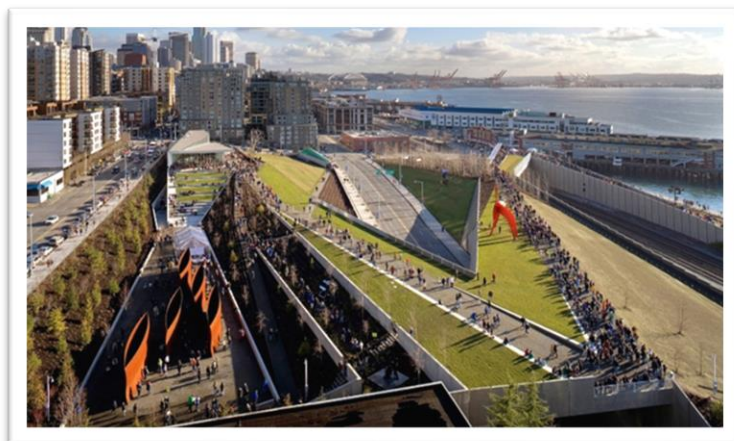
Muzej *Städel*, koji je osnovan 1815. godine i prikazuje iznimnu zbirku europske umjetnosti, dobio je podzemno proširenje 2012. godine od strane arhitektonske tvrtke *Schneider+Schumacher*. (Slika 15). Novi prostor ispod vrta dom je zbirke umjetnina iz 20. stoljeća, a na vrhu je prozračni strop isprekidan kružnim krovnim svjetlima, što čini osnovu za upečatljivu topografiju travnatog vrta iznad. [19]



Slika 15. Muzej *Städel*, Frankfurt, Njemačka [27]

9.9. Olimpijski park skulptura, Seattle

Na obalama zaljeva Elliott, arhitektonska tvrtka Weiss/Manfredi pretvorila je nekadašnji pogon za pretakanje nafte u Olimpijski park skulptura Muzeja umjetnosti u Seattleu (Slika 16). Dovršen 2007. godine, projekt uključuje oblik terena u obliku slova „Z“ koji povezuje tri odvojena mjesta i prilagođava postojeću cestu i željeznicu. Krajolik uključuje zimzelene i listopadne šume, kao i vrt uz obalu. [19]



Slika 16. Olimpijski park skulptura, Seattle [28]

9.10. StreetDome, Haderslev, Danska

Danske arhitektonske tvrtke *Cebra i Glifberg+Lykke* dovršile su ovaj višenamjenski „skatepark“ za grad Haderslev 2014 (*Slika 17*). Urbana arena uključuje zatvoreni prostor poznat kao „iglu dvorana“, koja ima krov sastavljen od stakla i zasada mahovine. [19]



Slika 17. StreetDome, Haderslev, Danska [29]

9.11. Kalifornijska akademija znanosti, San Francisco

Arhitekt Renzo Piano bio je inspiriran okolicom Golden Gate Parka i brdima San Francisca kada je projektirao novu zgradu Kalifornijske akademije znanosti, koja je dovršena 2008. (Slika 18). LEED Double Platinum struktura živi krov od 2,5 hektara udomljuje približno 1,7 milijuna autohtonih biljaka , uključuje solarne panele. [19]



Slika 18. Kalifornijska akademija znanosti, San Francisco [30]

9.12. Podrum Marchesi Antinori Chianti Classico, Bargino, Italija

Dok su mnogi zeleni krovovi zasađeni travom ili mahovinom, grožđe je bilo prirodan izbor za podrum *Marchesi Antinori Chianti Classico* (Slika 19). Tvrtnica *Archea Associati* dizajnirala je 600. godina staro-novo sjedište tvrtke, koje nestaje u krajoliku zahvaljujući vanjštini prekrivenoj vinovom lozom u kombinaciji s korištenjem prirodnih materijala kao što je drvo. [19]



Slika 19. Podrum Marchesi Antinori Chianti Classico, Bargino, Italija [31]

9.13. Centar za posjetitelje Botaničkog vrta u Brooklynu, Brooklyn

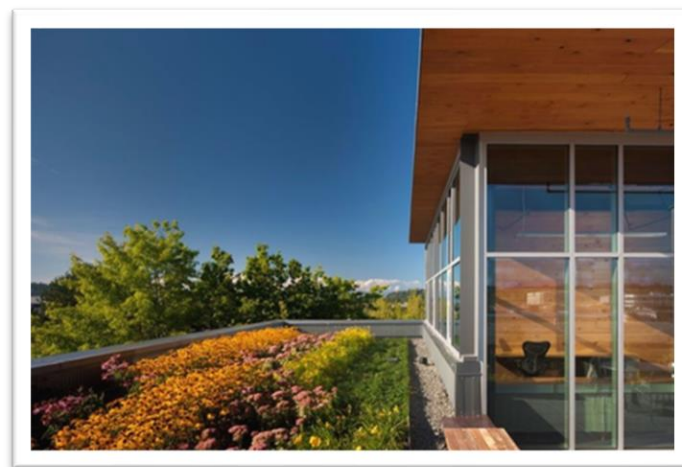
Brooklyn Botanic Garden Visitor Center koji je dizajnirao *Weiss/Manfredi*, elegantna je staklena zgrada s raskošnim dnevnim koji čini vizualni most između okolnog urbanog područja i prirodnih krajolika unutar vrta (*Slika 20*). Na krovu *LEED Gold* strukture nalazi se 40 000 biljaka, uključujući trave, trajnice i cvjetne lukovice. [19]



Slika 20. Centar za posjetitelje Botaničkog vrta u Brooklynu, Brooklyn [32]

9.14. Regionalni centar za usluge LOTT Clean Water Alliance, Olympia, Washington

Miller Hull Partnership dizajnirao je zgradu s *LEED* certifikatom za *Pacific Northwest* agenciju za pročišćavanje otpadnih voda (*Slika 21*). Dva zelena krova navodnjavaju se obnovljenom vodom, čime se smanjuje potrošnja pitke vode. [19]



Slika 21. Regionalni centar za usluge LOTT Clean Water Alliance, Olympia, Washington [33]

10. RASPRAVA I ZAKLJUČAK

Porast broja stanovnika u svijetu sve je veći, veliki postotak se iseljava iz ruralnog područja u gradove, takve migracije i urbanizam ostavljaju veliki trag na količinu prirodnih elemenata u gradovima. Zeleni krovovi dovode ruralni element u postojeći urbani i na taj način pomažu u održavanju prirodnog balansa, zato nose naziv „Krovovi budućnosti“. Mogu se postaviti na različite stambene objekte ovisno o položaju i svrsi krova. Ekološki, ekonomski i gospodarski pozitivno utječu na život građana i status grada. Primjetna je razvijenost zelenih krovova u državama širom svijeta, pogotovo u državama SAD-a. najbolji europski pokazatelj razvoja zelenoga krova su skandinavske zemlje. Nažalost u Hrvatskoj i u cijeloj balkansko-istočnoj regiji kultura eko-krova nije dovoljno naglašena ni razvijena. Na primjeru grada Zagreba može se vidjeti i pretpostaviti koliko bi zeleni krov na zgradi pomogao u rješavanju velike količine i jačine: buke, nezbrinuto skladištenog otpada, bačene hrane i stresa kod građanstva. Primjena krova na zgradama zapadnog dijela grada i u centru grada zasigurno bi smanjila zagrijavanje ljeti koje dovodi do izrazito visokih temperatura koje u konačnici narušuju zdravlje stanovnika. Izrazito prometne avenije poput: *Zagrebačke, Slavonske i Avenije Dubrovnik*, konstantno su izložene buci koju proizvode vozila i javni gradski prijevoz što svakodnevno ometa stanovnike zgrada uz navedene ulice. Uvjeren sam kako bi krovovi pomogli u smanjenju glomaznog otpada na odlagalištu *Jakuševac*. Stanari četvrti neposredno uz odlagalište žale se na neugodan miris pogotovo u ljetnim mjesecima koji dolazi od neodgovarajuće skladištenog otpada. Iz gore navedenih primjera evidentno je kako najviše stradava zdravlje čovjeka u urbanom, ubrzanom načinu života. Učenje građanstva o ekologiji još od vrtićke dobi podiglo bi moralnu svijest o važnosti očuvanja prirode. Educiranje građana o tome što je zapravo zeleni krov, prvi je korak u uvođenju istih. Pojedinač osobno mora naučiti važnost očuvanja okoliša kako bi se odlučio na vlastiti zeleni krov. Zato bi se edukacijama na različitim platformama trebalo potaknuti državljane da brinu za okoliš i prvenstveno za vlastito zdravlje.

11. POPIS LITERATURE

- [1] [URL:https://cabaus.org/2018/04/20/green-roofing-everything-need-know/](https://cabaus.org/2018/04/20/green-roofing-everything-need-know/) (Pristupljeno: 2022-22-8)
- [2] *A brief history of the green roof* (2020). URL: <https://www.optima.inc/a-brief-history-of-the-green-roof/> (Pristupljeno: 2022-22-8)
- [3] Slika 1. URL: <https://www.10naj.com/drevni-ili-mitski-viseci-vrtovi/> (Pristupljeno: 2022-25-8)
- [4] *History of green roofing* (2018). URL: <https://www.renewableenergyhub.co.uk/main/green-roof-information/history-of-green-roofing/> (Pristupljeno: 2022-25-8)
- [5] *Dowdey, S (2017). What is a Green Roof?. How stuff works.* URL: <https://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/green-rooftop.htm#pt1> (Pristupljeno: 2022-28-8)
- [6] *Omole, H. (2017). Go green with living roofs. The standard.* URL: <https://www.standardmedia.co.ke/business/article/2001263061/go-green-with-living-roofs> (Pristupljeno: 2022-28-8)
- [7] *Vrančić, T. (2011). Građevne tehnologije - Građevinar 66 (2014). (870-872).*
- [8] Slika 2. URL: <https://impulsportal.net/index.php/zivotna-sredina/5115-zeleni-krovovi-tipovi-zelenih-krovova-drugi-dio> (Pristupljeno: 2022-28-8)
- [9] Slika 3. URL: <https://samoodrzivost.com/4-prednosti-zelenih-krovova-lepi-korisni-zivi-krovovi/> (Pristupljeno: 2022-28-8)
- [10] [URL:https://www.renewableenergyhub.co.uk/main/green-roof-information/how-do-green-roofs-work/](https://www.renewableenergyhub.co.uk/main/green-roof-information/how-do-green-roofs-work/) (Pristupljeno: 2022-1-9)
- [11] Slika 4. URL: <https://dracostore.hr/zeleni-krovovi/> (Pristupljeno: 2022- 1-9)
- [12] Slika 5. URL: pptx: *Nevečerel, H. (2021) Zeleni krovovi*
- [13] *Herr, T(2013). Suvremeni ozelenjeni krovovi i pročelja zgrada - ekologija, sustavi, detalji, primjeri iz prakse.* Zagreb: Arhitektonski fakultet sveučilišta u Zagrebu.
- [14] Slika 6. URL: : pptx: *Nevečerel, H. (2021) Zeleni krovovi*

- [15] Barty, P; Beverley, D. (2002). *The encyclopedia of gardening*, Bath, Parragon. (220 – 223)
- [16] Nacionalno vijeće za istraživanje Kanada (2016). *Do you really know all the benefits of green roofs*. URL: <https://www.urbanscape-architecture.com/do-you-really-know-all-the-benefits-of-green-roofs/> (Pristupljeno: 2022-5-9)
- [17] Slika 7. URL: <https://storymaps.arcgis.com/stories/256829da90c04088a7e1505e50f3b66d> (Pristupljeno: 2022-5-9)
- [18] Salter, Alan (2021). *Disadvantages of Green Roofs*.
- [19] Stamp, E (2017). *16 spectacular green roofs around the world*.
- [20] Slika 8. URL: <https://www.e-architect.com/poland/auto-family-house> (Pristupljeno: 2022-10-9)
- [21] Slika 9. URL: <https://www.archdaily.com/777852/biesbosch-museum-island-studio-marco-vermeulen> (Pristupljeno: 2022-10-9)
- [22] Slika 10. URL: <https://www.greenroofs.com/projects/chicago-botanic-garden-daniel-f-and-ada-l-rice-plant-conservation-science-center/> (Pristupljeno: 2022-10-9)
- [23] Slika 11. URL: <https://inhabitat.com/huge-sprawling-green-roof-fuses-a-community-center-into-chongqings-mountainous-landscape/chongqing-taoyuanju-community-center-by-vector-architects-2/> (Pristupljeno: 2022-10-9)
- [24] Slika 12. URL: <https://www.archdaily.com/597901/espace-bienvenue-jean-philippe-pargade> (Pristupljeno: 2022-10-9)
- [25] Slika 13. URL: https://www.tripadvisor.com/Attraction_Review-g189530-d555883-Reviews-Moesgaard_Museum-Aarhus_East_Jutland_Jutland.htm (Pristupljeno: 2022-10-9)
- [26] Slika 14. URL: <https://www.thepinnaclelist.com/design/meera-sky-garden-house-cove-grove-sentosa-island-singapore/> (Pristupljeno: 2022-10-9)
- [27] Slika 15. URL: <https://archello.com/project/stadel-museum> (Pristupljeno: 2022-10-9)
- [28] Slika 16. URL: <https://sworld.co.uk/02/478059/photoalbum/olimpijski-park-skulptura...%20-%20Secret%20World> (Pristupljeno: 2022-10-9)
- [29] Slika 17. URL: <https://renover.dk/projekt/streetdome/> (Pristupljeno: 2022-10-9)

[30] Slika 18. URL: <https://sworld.co.uk/02/266442/photoalbum/kalifornijska-akademija-znanosti-u-san-franciscu> (Pristupljeno: 2022-10-9)

[31] Slika 19. URL: <https://www.winearchitecture.it/en/wineries/antinori-nel-chianti-classico> (Pristupljeno: 2022-10-9)

[32] Slika 20. URL: <https://www.thorntontomasetti.com/project/brooklyn-botanic-garden-visitor-center> (Pristupljeno: 2022-10-9)

[33] Slika 21. URL: <https://www.pinterest.com/pin/16-spectacular-green-roofs-around-the-world--531776668495112287/> (Pristupljeno: 2022-10-9)