

# KROVNI VRTOVI - OBAVEZNI DIO MODERNE ARHITETKURE - DA ILI NE?

---

Žalac, Helena

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:911950>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-10**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Helena Žalac

Sveučilišni preddiplomski studij

Smjer: Hortikultura

**KROVNI VRTOVI – OBAVEZNI DIO MODERNE  
ARHITEKTURE – DA ILI NE?**

**Završni rad**

**Osijek, 2016.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Helena Žalac

Sveučilišni preddiplomski studij

Smjer: Hortikultura

**KROVNI VRTOVI – OBAVEZNI DIO MODERNE  
ARHITEKTURE – DA ILI NE?**

**Završni rad**

**Osijek, 2016.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Helena Žalac

Sveučilišni preddiplomski studij

Smjer: Hortikultura

**KROVNI VRTOVI – OBAVEZNI DIO MODERNE  
ARHITEKTURE – DA ILI NE?**

**Završni rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. mag. ing. agr. Alka Turalija, mentor
2. prof. dr. sc. Siniša Ozimec, predsjednik
3. doc.dr.sc. Monika Marković, član

**Osijek, 2016.**

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA .....	3
3. KROVNI VRTOVI KROZ POVIJEST .....	4
4. EKOLOŠKE, EKONOMSKE I DRUGE PREDNOSTI OZELENJENIH KROVOVA .....	5
4.1. Zdravija životna okolina.....	5
4.1.1. Apsorpcija prašine i štetnih plinova .....	5
4.1.2. Ugodnija mikroklima ljeti, očuvanje vlažnosti okolnog zraka.....	5
4.1.3. Povećana zaštita od zračne buke .....	5
4.2. Ekologija .....	6
4.2.1. Životni prostor za biljke i životinje .....	7
4.2.2. Smanjenje i usporenje dotoka oborinskih voda.....	7
4.2.3. Pročišćavanje oborinskih voda.....	8
4.2.4. Povoljan utjecaj na klimu .....	8
4.3. Uštede u korištenju i održavanju zgrade .....	8
4.3.1. Produljenje životnog vijeka i hidroizolacije.....	9
4.3.2. Dodatna toplinska zaštita .....	9
4.4. Iskoristivost površine .....	9
4.4.1. Dodatna korisna površina.....	9
4.4.2. Proizvodnja hrane.....	10
4.5. Ljepša slika grada i pejzaža.....	11
5. NEDOSTATCI KROVNIH VRTOVA.....	11
6. DEFINICIJA I VRSTE KROVNIH VRTOVA .....	12
6.1. Ekstenzivni krovni vrtovi .....	12
6.1.1. Izvedba ekstenzivnog tipa krovnog vrta.....	13
6.2. Intenzivni krovni vrtovi.....	14
6.2.1. Izvedba intenzivnog tipa krovnog vrta.....	15
6.2.2. Primjer intenzivnog krovnog vrta prikazan u AutoCAD programu .....	15
7. OSNOVNI PREDUVJETI ZA IZGRADNJU KROVNOG VRTA.....	16
8. ODABIR BILJNOG MATERIJALA .....	18
8.1. Vrsta i dubina tla, tj. supstrata.....	18
8.2. Izloženost biljaka vanjskim uvjetima .....	19
8.3. Stabilnost biljaka .....	19
8.4. Gustoća sadnje .....	19
9. IZBOR BILJNIH VRSTA ZA EKSTENZIVNE KROVNE VRTOVE .....	20

10. IZBOR BILJNIH VRSTA ZA INTENZIVAN KROVNI VRT.....	24
11. IZVEDBENA RJEŠENJA ZA KROVNE VRTOVE PREMA PROJEKTU, MATERIJALIMA I TEHNICI TVRTKE DIADEM®.....	32
11.1. DIADEM®150 – sustav za ekstenzivan tip krovnog vrta.....	32
11.2. DIADEM®750 – sustav za intenzivan tip krovnog vrta.....	33
12. PRIMJERI KROVNIH VRTOVA IZ SVIJETA I HRVATSKE U SLIKAMA .....	34
13. ZAKLJUČAK .....	40
14. POPIS LITERATURE .....	42
15. POPIS SLIKA .....	44
16. POPIS TABLICA.....	45
17. SAŽETAK.....	46
18. SUMMARY .....	47

## 1. UVOD

Zelene površine imale su važnu ulogu još u drevnim civilizacijama, pa se tako o njihovoj neophodnosti u gusto naseljenim sredinama (gradovima) govori od 14. st. pr. Kr. pa sve do danas (Build magazin, br. 4, prosinac 2007.). Brza urbanizacija utjecala je na prirodnu ravnotežu gradskih sredina, gdje preko 70% površine prekriva asfalt, dok su zelene površine, koje pozitivno utječu na klimu, vodni režim i bioraznolikost, a time i ljudsko zdravlje, svedene na minimum. Zeleni krovovi i vertikalni vrtovi svojim pozitivnim utjecajem na okoliš znatno pridonose razvoju samoodržive arhitekture budućnosti, a bilo da se radi o malim vrtovima na krovovima garaža ili velikim instalacijama na industrijskim postrojenjima, pružaju brojne ekološke i ekonomske prednosti za korisnike, naravno, uz uvjet da se izgrade prema pravilima struke.

Trend krovnih vrtova se intenzivira u drugoj polovini 20 st. sve većom uporabom ravnih krovova i nastavlja se na novogradnjama danas, pod izrekom estetskih, uporabnih, komunalnih i ekoloških funkcija (Aničić i Pereković, 2009). Tako je danas unutar procesa izgradnje Green buildinga<sup>1</sup> (Zelene gradnje) i ekološkog pristupa razvoja mnogih društvenih zajednica (Francuska) krovni vrt svrstan među nužnosti moderne arhitekture i obuhvaćen je zakonom o građenju. Francuska je prije dvije godine donijela zakon o obavezi izgradnje krovnih vrtova. Taj zakon nalaže da sve nove zgrade koje su sagrađene u komercijalnim zonama moraju biti djelomično pokrivene ili biljkama ili solarnim panelima, što od 2009. g. i Toronto uspješno provodi na svim novim industrijskim i stambenim zgradama (Jutarnji list, 05.03.2016). Hrvatska je zelena zemlja, no u svojim aktima o razvoju orijentirana je na održivi razvoj i očuvanje krajobrazu i krajobraznih vrijednosti, pa tako i na očuvanje bioraznolikosti, a što je bila dužna uskladiti sa aktima Europske Unije koje je punopravna članica. Osim očuvanja biljnih vrsta, krovni je vrt čuvar energije. Zimi on tvori izolaciju da se ne gubi toplina, a ljeti sprečava pretjerano zagrijavanje.

---

<sup>1</sup> Green building - Zelena gradnja odnosi se na cjelovit, holistički proces osmišljavanja, izvedbe, održavanja, korištenja, upravljanja i obnove objekata temeljen na principu održivosti. Međunarodni certifikati pri ocjenjivanju stupnja „zelenosti“ određenog objekta promatraju iznimno velik broj aspekata, od efikasnog iskorištenja građevinskog zemljišta, zbrinjavanja građevinskog otpada, recikliranja materijala itd. Certificiranjem se prate način i količina, te efikasnost potrošnje voda, rješenja vezana za krajobraz i ambijent interijera, odabir i način upotrebe ekoloških materijala, emisiju stakleničkih plinova iz objekta, energetske učinkovitost, korištenje obnovljivih izvora energije – u cjelini - funkcionalnost objekta tijekom čitavog životnog ciklusa (<http://www.gbccroatia.org/>)

Iako je u naravi takov pristup izgradnje objekata skup, radi uštede energije, gotovo je u svim klimatskim zonama u konačnici isplativ. Današnji moderni materijali garantiraju trajnost i efikasnost takvih vrtova.

Slijedeća vrlo važna funkcija takvih zelenih krovova je skupljanje i korištenje kišnice, tj. žive zdrave vode, resursa koji je itekako važan za opstanak čovječanstva u budućnosti i čije skupljanje i kružno kretanje, osnovni je model života u prirodi, te tako iskorišten u ovom modelu krovnih vrtova zapravo imitira prirodu.

Najnovija istraživanja i inovativni modeli idu i dalje, te se na krovovima velikih gradova može uzgajati hrana, povrće, voće, ali i npr. ribe, koje u sklopu vodenog krovnog vrta iskorištavaju kišnicu, ali čišćenjem ribnjaka kroz povrće, čista se voda vraća u ribnjak, a uzajamnom "simbiozom" riba i povrća ili voća, te estetskom domišljatošću krajobraznog arhitekta (vrtlara, kreatora vrta), krov može služiti i kao izvor hrane, a stručno se naziva akvaponija. Ovakav je pristup organizacije krovnog vrta naročito pogodan za veće trgovačke centre ili restorane. Jedan od primjera je urbana farma UF001 LokDepot u Švicarskom Bazelu koja je prva komercijalna akvaponijska farma na krovu. Ova farma koja je proizvodnju započela 2013. godine, proteže se na čak 250 m<sup>2</sup>, a godišnje proizvede 5 tona povrća te 850 kg ribe, koje kupuju poznati gradski restorani ([www.urbanfarmers.com](http://www.urbanfarmers.com)).

Ovaj rad ima cilj prikazati neke od primjera krovnih vrtova u svijetu i primjere iz Hrvatske, te ukazati na budući pristup ekološki prihvatljive arhitekture modernih gradova, a čija je zakonska orijentiranost već jednim dijelom zacrtana unutar Strategije razvoja Republike Hrvatske.



## **2. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA**

Ovaj je rad pisan na računalu u programu Word 2010. Proučena je sva dostupna znanstvena i stručna literatura. Također su analizirani projekti, kao i odabir biljnih vrsta u formiranju krovnog vrta.

### 3. KROVNI VRTOVI KROZ POVIJEST

Zeleni krovovi su postojali od davnih vremena. Prvi poznati krovni vrtovi nalazili su se na terasama zigurata u drevnoj Mezopotamiji, kao što su Semiramidini viseći vrtovi (svrstani u svjetska čuda), a stari Rimljani su na krovovima sadili biljke jer su vjerovali da ih zelenilo štiti od oluja i gromova. Može se reći da su danas poznati ekstenzivni vrtovi svojevrsna adaptacija krova od travnatog busena, kakve su tijekom srednjeg vijeka gradili Vikinzi u Skandinaviji. Takav krov koristio im je kao sredstvo toplinske izolacije prirodnih kamenih nastambi. Rekonstruirane nordijske kuće koje su u potpunosti bile građene od travnog busena, a čiji način gradnje datira još od 1000 god. pr. Kr., zaštićeni su kao UNESCO-va Svjetska kulturna baština. Jedan od primjera iz tog vremena je i naselje L'Anse aux Meadows (Newfoundland).



**Slika 1:** Vikinške nastambe u naselju L'Anse aux Meadows (<http://www.paulillsley.com/newfoundland/2006/index.html>)

Tijekom naftne krize 1970-ih, zapadna Njemačka istražuje jednostavnu primjenu "Garsoden" krovova u svrhu očuvanja energije. Od tog vremena, broj ozelenjenih krovova raste, zahvaljujući brojnim pogodnostima kao isplativim rješenjima problema urbanog okoliša. Procjenjuje se da je samo u Njemačkoj, do 2005. god. ozelenjeno 13 milijuna m<sup>2</sup> krovnih površina (Herr, 2014.).

## **4. EKOLOŠKE, EKONOMSKE I DRUGE PREDNOSTI OZELENJENIH KROVOVA**

Zeleni krovovi nadoknađuju ulogu svih onih zelenih površina koje su nestale gradnjom. Biljke svojim osnovnim fiziološkim procesima stvaraju uvjete za zdravu okolinu svim živim bićima, od pročišćavanja zraka i povećanja vlažnosti pa sve do stvaranja estetskog unapređenja pejzaža.

### **4.1. Zdravija životna okolina**

U današnje smo vrijeme svjedoci kontinuirane devastacije zelenih površina u urbanim središtima na uštrb građevinske izgradnje. U posljednje se vrijeme javlja sve više bolesti (respiratornih i kožnih) povezanih sa alergijama. Ako je opće poznato da jedno veliko stablo transpirira i do 600 litara vode u jednom danu kroz ljetne mjesece, tada će naša mikroklima takvim načinom urbanizacije biti strogo narušena.

#### **4.1.1. Apsorpcija prašine i štetnih plinova**

Da se od "gradskog zraka" možemo razboljeti, potvrđuju brojna zdravstvena istraživanja posljednjih godina. Prije svega tu su plinovi dušik, ugljični monoksid, hlapljivi organski spojevi i sitne čestice koje su otpad sagorijevanja pogonskih goriva. Svi ovi spojevi zajedno čine po zdravlje opasnu mješavinu zraka, čiju kvalitetu poboljšavaju biljke. Samo kroz vegetacijski pokrov i usporavanje protoka onečišćenog zraka, 1 m<sup>2</sup> krovnog vrta profiltrira godišnje i do 20 dag prašine i otpadnih tvari koji se nalaze u zraku i oborinama. Biljke ih zadržavaju i prerađuju na način da pročišćavaju i oplemenjuju zrak koji udišemo (Herr, 2014.).

#### **4.1.2. Ugodnija mikroklima ljeti, očuvanje vlažnosti okolnog zraka**

Zeleni krov smanjuje dojam "pregrijavanja" ljeti, kroz lokalno povećanu vlažnost zraka i toplinsku zaštitu. Ispitivanja su pokazala da su klimatske vrijednosti prostora ispod ozelenjenog krova izjednačene prostorijama u prizemlju objekta. Još iz davnih početaka arhitekture zemlja je bila glavni izolator, a i cigla potječe od zemlje jer je pečena glina. Dakle, sloj pijeska i zemlje na krovu, već je sam po sebi dovoljan izolator topline bilo da ona izlazi ili ulazi u objekt.

#### **4.1.3. Povećana zaštita od zračne buke**

Ozelenjeni krovovi smanjuju refleksiju zračnog zvuka od krovne površine i do 3 dB, a prijenos zvuka u prostor neposredno ispod krova i do 8 dB. Iako ove brojke možda ne

djeluju impresivno, praksa je pokazala da čovjek doživljava smanjenje buke od 10 dB kao smanjenje zvuka na pola glasnoće, što nije zanemarivo naročito za građevine koje se nalaze u području jakih izvora buke kao što su aerodromi, tvornice, auto-cesta, disko klubovi, itd. Zelenilo na krovu apsorbira i znatno smanjuje utjecaj danas sve prisutnijih visoko frekventnih elektromagnetskih valova koje emitiraju prijenosne radio stanice i mobilni telefoni. Supstrat blokira niže, a biljke više zvučne frekvencije. Ova uloga biljaka je već dugo poznata, a koristi se u uređenju gradskih površina, npr. uz prometnice, na kružnom toku, itd. Postoje brojni primjeri krovnog ozelenjivanja čija je glavna funkcija smanjenje buke. Jedan od njih je zeleni krov na aerodromskoj zgradi u Frankfurtu, ekstenzivnog tipa sa supstratom debljine 10 cm. Mjerenja zvuka prije i poslije njegovog postavljanja pokazala su da je u zgradi došlo do redukcije zvuka za najmanje 5 dB. (Dunnett i Kingsbury, 2004).



**Slika 2:** Krovni vrt na aerodromskoj zgradi u Frankfurtu  
(<http://www.buildmagazin.com/index2.aspx?fld=tekstovi&ime=bm1032.htm>)

## 4.2. Ekologija

Ekologija (grč. οἶκος - oikos = dom, prebivalište + λογία - logos = nauka, znanje) kao prirodna znanost, proučava složene međudnose živih bića i okoline u kojoj žive. Ekologija pokušava pronaći odgovor i rješenje brojnim problemima okoliša koji su sve prisutniji, a mnogi od njih su antropogenog podrijetla. Prijevoz, termoelektrane i sagorijevanje fosilnog goriva za razne svrhe odgovorni su za zagađenja zraka. Vode i tla sadrže sve veće količine raznih teških metala i pesticida, a nuklearne elektrane proizvode velike količine radioaktivnog otpada. Ekologija se, dakle, suočava sa problemima interakcija žive i nežive prirode u njenom okolišu.

#### **4.2.1. Životni prostor za biljke i životinje**

Tamo gdje je prirodna ravnoteža narušena kroz "zacementirano" tlo, moguće je barem dijelu flore i faune nadoknaditi izgubljeno. Sa stajališta očuvanja i razvoja bioraznolikosti, zeleni krovovi imaju sve veći značaj jer ozelenjene krovne površine koje nisu namijenjene korištenju od strane čovjeka (ekstenzivno ozelenjene krovne površine) mogu biti stanište velikom broju biljnih vrsta, insekata i ptica. Ptice, naročito one vrste koje se gnijezde na otvorenim poljima, vrlo uspješno se gnijezde i na ozelenjenim krovnim površinama.

U Bazelu, u Švicarskoj (Brenneisen, 2003) provedeno je detaljno istraživanje bioraznolikosti zelenih krovova. Promatrano je sedamnaest ekstenzivnih zelenih krovova raznovrsne vegetacije (razne vrste trava i seduma), kao i specijalno formirani krovovi od lokalnog otpadnog materijala sa tankim slojem supstrata, koji su prepušteni spontanoj kolonizaciji. Istraživanje se bavilo ponajviše insektima i paucima, koji su indikatori dobre vegetacijske strukture, kao i aktivnosti ornitofaune. Istraživanje je trajalo tri godine, a ustanovljeno je postojanje 78 vrsta pauka i 254 vrsta insekata, od čega su 14 vrsta pauka (18 %) i 27 vrsta insekata (11 %) vrlo rijetke ili ugrožene vrste. Isto tako, utvrđena je i zastupljenost velikog broja vrsta ptica, od kojih su najzastupljenije bile planinska crvenorepka, pliska, golub i domaći vrabac, a pronađena su i gnijezda značajnih vrsta kao što su poljska ševa, vivak te mali pijukavac (Magazin Build br. 10, lipanj 2009.).

#### **4.2.2. Smanjenje i usporenje dotoka oborinskih voda**

Krovno zelenilo ostvaruje značajan udio u gospodarenju vodom tako što rasterećuje odvode. Ovisno o vrsti zelenog krova i materijalima koji se koriste u mješavini supstrata moguće je u okviru krovnog sistema zadržati 50 – 90 % padalina. Veći dio vode se kroz transpiraciju biljaka i hlapljenje vode iz supstrata vraća brzim putem u tok kruženja vode u prirodi. Preostali višak vode se sa većim vremenskim zakašnjenjem odvodi sa krova. Sistem kanalizacije oborinskih voda sa priključnim izljevima, odterećen je godišnje priliva u količini cca 700 litara vode po metru kvadratnom zelenog krova. Istovremeno se znatno reducira mogućnost povrata vode iz kanalizacije i poplava koje se javljaju za vrijeme jakih kiša. Osim toga, zeleni krovovi na novogradnjama i na objektima sa velikim krovnim površinama, pri projektiranju odvodnje i kanalizacije reduciraju dimenzije kanala, preljeva i slivnika.

### **4.2.3. Pročišćavanje oborinskih voda**

Zeleni krovovi ne samo da zadržavaju kišnicu, nego i djeluju kao njen filter. Oni reduciraju zagađivače, koji se prenose lokalnim drenažnim sustavima i na kraju ulijevaju u površinske vode. Jedan od takvih zagađivača je dušik. Automobilske nesreće, poljoprivredna gnojiva i industrija predstavljaju velike zagađivače dušikom. Čestice dušika dopijevaju do tla putem prašine, kišnih kapi ili jednostavno putem gravitacijske sile. Kada kišnica rasprši čestice dušika, može doći do eutrofizacije površinskih voda. Rezultati nekih istraživanja pokazuju da se ostaci teških metala i ostalih štetnih tvari, koji se nalaze u kišnici, brže razlažu u zemljišnom supstratu nego u rijekama i zato se procjenjuje da se preko 95 % kadmija, bakra i olova i 16 % cinka može pročistiti iz kišnice putem zelenih krovova (Magazin Build br. 10, lipanj 2009, prema The London Ecology Unit, Building Green: A Guide to Using Plants on Roofs, Walls and Pavements, 1993).

### **4.2.4. Povoljan utjecaj na klimu**

Globalno zatopljenje, porast stanovništva i lokalni utjecaji od grijanja stanova do industrije i prometa doprinose tome da se temperatura zraka u gradu povećava. Razlika u temperaturi između centra grada i rubnih dijelova „rahlije“ izgradnje, u ljetnim mjesecima može doseći i 10°C. Izostanak noćnog hlađenja znatno utječe na zdravlje i kvalitetu života stanovništva. Prirodni "klima uređaji" kao što su zelene površine i parkovi mogu apsorbirati i do 80 % viška toplinske energije kroz vlažnost tla i vegetaciju (Herr, 2014.). U gusto naseljenim područjima sve je manje slobodnih zelenih zona. Krovni vrtovi su odlično rješenje za taj problem jer su dobar nadomjestak zelenilu na tlu za kojega nema mjesta. Kroz prohlađivanje i vlaženje suhog, toplog zraka, barem u ograničenom dijelu ozelenjenog naselja, dolazi do poboljšanja mikroklimе, a time i ugodnije i zdravije okoline za život.

## **4.3. Uštede u korištenju i održavanju zgrade**

Svaka građevina izložena je određenim atmosferskim uvjetima koje utječu na dugovječnost materijala od kojih je građena. Jedan od najbitnijih čimbenika pri kvalitetnoj gradnji je dobra izolacija. Na izolaciju prije svega utječu temperatura, UV zračenje, visoka koncentracija ozona, itd. Iako je arhitektura napredovala te tehnikom i materijalima može zaobići neke od ovih problema, dodatno osiguranje izolacije i produljenje njezinog vijeka kroz ozelenjivanje krova nije na odmet.

#### **4.3.1. Produljenje životnog vijeka i hidroizolacije**

Prosječni životni vijek, čak i stručno i kvalitetno izvedene hidroizolacije iznosi 15 - 25 godina. Razlozi leže u ekstremnim atmosferskim uvjetima, kojima je izložena tijekom godina. U kontinentalnom području, tijekom godine razlika u temperaturi može iznositi i do 100°C, a dnevna razlika čak i do 60°C. Ispod ozelenjenog krova, hidroizolacija se nalazi u području ujednačenije temperature, tako da je godišnja razlika 35°C, a dnevna 15°C. UV zračenje i visoka ljetna koncentracija ozona dodatno ubrzavaju proces starenja membrane. Posljedica toga je zamor materijala, skupljanje, nastanak pukotina i uz to curenje. Zeleni krov štiti i od nepovoljnih mehaničkih utjecaja, a praksa pokazuje da dvostruko produljuje životni vijek hidroizolacije (Herr, 2014.).

#### **4.3.2. Dodatna toplinska zaštita**

"Zeleno krzno" na krovu dopunjava pozitivnu bilancu ukupne toplinske zaštite krovne konstrukcije. Udio posebnih sistema krovnih vrtova sa garantiranim otporom prolaza toplinske energije (prema Zakonu o građenju) dvostruko se isplati. Naknadno ozelenjivanje štiti postojeću upotrebljivu toplinsku izolaciju i istovremeno brine da se sačuvaju projektirane, zakonom propisane toplinske vrijednosti, ovisno o projektiranim slojevima krovnog vrta, moguće je uštediti 1 - 2 litre lož-ulja po kvadratnom metru krova (Herr, 2014.). Krovni vrtovi sa učinkom toplinske izolacije aktivni su čimbenici u procesu smanjenja nepovoljnih utjecaja globalne klimatske promjene, kao i uštede energije.

#### **4.4. Iskoristivost površine**

Krovni vrtovi, osim svih već navedenih uloga kojima poboljšavaju kvalitetu života u urbanim sredinama, mogu služiti u svrhu uzgoja povrća, začinskog i ljekovitog bilja. Budući da su u napućenim gradovima vrtovi za uzgoj povrća rijetkost jer većinu površina zauzimaju stambene zgrade, a sve manje kuće sa dvorištima, ova funkcija krovnog vrta zadovoljit će stanare koji žele proizvoditi svoju hranu. Također, u slučaju intenzivnog vrta, moguće je postaviti klupe, sjenice, stolove te ostale vrtno elemente i sadržaje koji mogu služiti u svrhu boravka i druženja stanara na krovnom vrtu.

##### **4.4.1. Dodatna korisna površina**

Na krovnim površinama moguće je ostvariti raznoliku paletu korisnih sadržaja. Bilo da se radi o zelenim površinama sa minimalnim zahtjevima za održavanjem, čija se funkcija proteže od estetske do tehničke, pa sve do upotrebljivih vrtnih terasa uz kafiće ili slično na krovu. Ukoliko statička i financijska konstrukcija dozvoljavaju, na krovu je moguće formirati prostore za sport i rekreaciju, umjetna jezera ili čak i bazene za plivanje.

„U gusto izgrađenim gradskim cjelinama, prostor koji smo uzeli zemlji i višestruko ga multiplicirali kroz katnost građevine, uzimamo gotovo za normalno, da se na taj način skupo gradsko zemljište do maksimuma iskoristi. Najmanje što možemo učiniti, u ekološkom smislu, je da barem jednu, posljednju etažu vratimo prirodi, a time joj se i sami približimo.“ T. Herr, (“Krovni vrtovi“, 2014.)

#### 4.4.2. Proizvodnja hrane

Proizvodnja hrane na krovnim površinama je praktičan i ekonomski isplativ način iskorištenja tih površina. Za primjer možemo uzeti ozelenjeni krov hotela Fairmont u Vancouveru, u Kanadi. Krovna površina pretvorena je u krovni vrt u kojem se uzgaja povrće, cvijeće, začinsko i aromatično bilje, koji u potpunosti zadovoljava potrebe hotela za ovim vrstama namirnica te na taj način hotel ostvaruje uštedu od 20.000 do 30.000 kanadskih dolara. Pogled koji gostima pruža takav vrt svakako i povišuje cijenu smještaja (Dunnet i Kingsbury, 2004).

Još jedan dobar primjer je i ozelenjena krovna površina Earth Pledge organizacije u New Yorku, koja se bavi pitanjima očuvanja i unapređenja životne sredine, sa posebnim naglaskom na zelene krovove. Namirnice proizvedene u krovnom vrtu koriste se za potrebe vlastite kuhinje, a organski otpad iz zgrade se skladišti i koristi kao organsko gnojivo za biljke (Magazin Build br. 10, lipanj 2009. prema Platter, 2004).



**Slika 3:** Krovni vrt hotela Fairmont u Vancouveru (<http://bbotpledge.ca/the-fairmont-waterfront-vancouver/>)



#### 4.5. Ljepša slika grada i pejzaža

Samo estetska funkcija je dovoljan razlog za formiranje zelenog krova, jer kao efekt oplemenjivanja gradskog pejzaža uvelike utječe na poboljšanje kvalitete života u urbanim sredinama. Ozelenjene krovne površine pozitivno utječu na zadovoljenje estetskih potreba ljudi koji su zaposleni u objektima koji gledaju na zelene krovove zgrada. Istraživanja pokazuju da osobe koje su radile u prostorijama sa prisutnim biljkama ili sa pogledom na zelenu površinu imaju 12 % veću produktivnost od osoba koje su isti posao obavljale u prostorijama bez ikakvog kontakta sa biljkama (Build magazin br. 10, lipanj 2009.).



**Slika 4:** Krovni vrt na stambenoj zgradi u Sydneyju (<http://www.outdoordecorcentral.com/roof-garden-ideas/roof-garden-3/>)

### 5. NEDOSTATCI KROVNIH VRTOVA

Izgradnja i održavanje krovnih vrtova mogu imati i neke nedostatke. Već tijekom projektiranja, a nakon toga i gradnje, treba uzeti u obzir i dopunska opterećenja građevne strukture kako bi cijeli sustav sigurno funkcionirao. Drugi nedostatak je još i relativna početna skupoća materijala i izgradnje. Iako je, dugoročno, krovni vrt isplativ, potrebno je prvo uložiti veću količinu novca. S ekološkog stajališta, nedostatak je i uporaba pesticida za poticanje rasta biljaka, ali i formiranje nepoželjnih životinjskih zajednica na takvim zelenim površinama. Također, nedostatak stručnih projekatana i educiranih konstruktora te stručne literature, može predstavljati problem. No, s obzirom da prednosti mogu biti od globalnog značaja, ove nedostatke je moguće prihvatiti.

## 6. DEFINICIJA I VRSTE KROVNIH VRTOVA

Zeleni krov je u suštini krov na kojeg je posađena određena odgovarajuća vegetacija, a dijelimo ih u dvije glavne skupine: ekstenzivni i intenzivni zeleni krovovi.

### 6.1. Ekstenzivni krovni vrtovi

To su površine bez korištenja čija osnovna namjena proizlazi iz pozitivnih efekata zelenih krovova, a osim niza funkcionalnih razloga doprinose i vizualnom doživljaju prostora. Obično se izvode na nedostupnim mjestima ili mjestima koja želimo da su "zeleni" i vizualno ugodna, ali ih ne koristimo aktivno, kao što je npr. krov garaže.

Svrha ekstenzivnog krovnog vrta je imati prirodnu, laganu vegetaciju koja zahtijeva minimalno održavanje. Zbog ograničene debljine supstrata od 8 do 12 (15) cm, izbor biljaka koje možemo saditi je sužen. Zato se za ekstenzivne krovne vrtove koriste uglavnom neke od brojnih vrsta sukulenata, livadne trave, začinske biljke ili mahovina, a mogu se slagati i zajednice sa biljem i sedumima otpornim na sušu. Osmišljen je standardni višeslojni dizajn ekstenzivnog krovnog vrta, koji uključuje slojeve za različite funkcije: sloj koji omogućuje rast vegetacije, filtriranje i drenažu. Sloj koji omogućuje rast vegetacije jest supstrat sa mineralnim sastavom i sa malim udjelom organske tvari. Supstrat mora imati sposobnost zadržavanja vode i nutrijenata i pružiti dovoljno prostora korijenu biljke. Višak vode koji biljke ne mogu upiti treba se pouzdano otkloniti. Za to služi drenažni sloj, koji sadrži funkcije akumulacije i drenaže. Između supstrata i drenažnog sloja postavlja se filterski sloj koji zadržava fine čestice iz supstrata i tako osigurava da drenažni sustav dugoročno obavlja svoju funkciju.

Supstrat određuje masu sustava. Težina standardnog mineralnog supstrata otprilike iznosi 10 do 13 kg/m<sup>2</sup> po cm debljine sloja u stanju zasićenosti vodom. Za sadnju seduma, preporuča se debljina supstrata minimalno 6 cm. Kada je uključena vegetacija, filterski i drenažni sloj, masa iznosi otprilike 70 do 100 kg/m<sup>2</sup>. Sedumi ili bilje sa supstratom debljine minimalno 8 cm zbog korijenja, može težiti od 90 do 130 kg/m<sup>2</sup>. Koristeći poseban sustav za lake krovne vrtove za krovove sa niskom nosivosti, ukupna masa može se zadržati ispod 70 kg/m<sup>2</sup>, ali tada vegetacija ima ograničen korijenski prostor (Portal EKO kuće, 04.03.2013.).

Ekstenzivno bilje zahtijeva minimalno održavanje, ali ipak je potrebno redovno provoditi određene mjere. Najvažniji zadatak održavanja jest redovito plijevljenje korova i

gnojenje supstrata kad je to potrebno. Zalijevanje nije potrebno, iako novo bilje, u sušnim razdobljima, može zahtijevati zalijevanje. Sve dok željena vegetacija ne prekrije željenu površinu krova nakon jedne ili dvije sezone, potrebno je malo više održavanja. Poslije toga, dovoljna su dva održavanja i posjeta krovu godišnje. Idealno bi bilo u rano proljeće i jesen.



**Slika 5:** Ekstenzivni krovni vrtovi (<http://www.constructa-promet.hr/bauder-zeleni-krovovi>)

### **6.1.1. Izvedba ekstenzivnog tipa krovnog vrta**

Na izvedenu hidroizolaciju najprije se polaže zaštitni geotekstil te se na njega postavljaju drenažno-akumulirajuće kadice od stiropora. Na kadice se zatim polaže filterski geotekstil i doprema posebno pripremljena mješavina supstrata za sadnju biljaka. Supstrat se najčešće doprema u velikim vrećama (tzv. big bag) koje se na krov zbog teže dostupnosti podižu kranskom dizalicom. Za ekstenzivni krovni vrt dovoljan je sloj od 8 do 12 cm supstrata u slegnutom stanju.

Uz rubove krova najčešće se formira pojas šljunka, odijeljen od supstrata geotekstilom. Nakon postavljanja supstrata slijedi sadnja biljaka. Biljke se sade prema projektu, a količina biljaka po četvornom metru ovisi o veličini sadnica te željenom efektu (preporučeno 25 – 35 kom/m<sup>2</sup>). U prvih nekoliko mjeseci nakon sadnje potrebno je povremeno zaliti biljke, dok kasnije zalijevanje nije nužno ([www.dionaea.hr](http://www.dionaea.hr)).

## 6.2. Intenzivni krovni vrtovi

Intenzivno bilje nudi široki spektar mogućnosti dizajniranja, uključujući i stvaranje vrta na krovu. Ukoliko je vegetacijski sloj dovoljno dubok i osigurano je dovoljno vode i nutrijenata, uvjeti za rast biljaka na krovu praktično mogu biti jednako dobri kao i na zemlji. Planiranje intenzivnog zelenog krova, osobito izbor prikladnih biljaka, zahtijeva znanje stručnjaka. Travnjaci i nisko raslinje zahtijevaju barem 20 cm supstrata. Unatoč velikom kapacitetu supstrata za zadržavanje vode, intenzivno bilje općenito, a osobito travnjaci, moraju se redovito zalijevati tijekom sušnih razdoblja. Kod vrtova na krovu, jednako kao i kod bilo kojeg vrta na tlu, postoji direktna povezanost između kvalitete održavanja i stanja vegetacije. Održavanje koje zahtijevaju intenzivni zeleni krovovi znatno je veće nego kod ekstenzivnih zelenih krovova. Kao smjernica za njihovo održavanje može se smatrati održavanje koje zahtijeva usporedivi vrt na tlu, a neophodna je i stalna irigacija i fertilizacija.

Osim niske vegetacije izgradnja obuhvaća sadnju i većeg grmlja ili drveća visine od 6 do 60 cm, pa i više (do maksimalno 200 cm) (J. Stevanović, 2011.). Može se predvidjeti sadnja voća ili samo dekorativnog drveća, ili se mogu formirati mali biotopi. Gotovo da je nezaobilazno prisustvo šetnih staza, klupa, igrališta, fontana ili čak jezera kao dodatnih centralnih točki vrta na krovu.

Idealan nagib krova je između  $2^{\circ}$  i  $5^{\circ}$ . Krovne strukture bez nagiba ne predstavljaju problem za intenzivne krovne vrtove; ekstenzivni krovni vrt zahtijeva planiranje. Za kose krovove nagiba iznad  $5^{\circ}$ , preporučuje se korištenje sustava sadnje za kose krovove, a može se graditi za nagibe do  $25^{\circ}$ .



**Slika 6:** Intenzivni krovni vrt (<http://torontoism.com/toronto-news/2016/05/cabbagetown-garden-tour-2016>)

### **6.2.1. Izvedba intenzivnog tipa krovnog vrta**

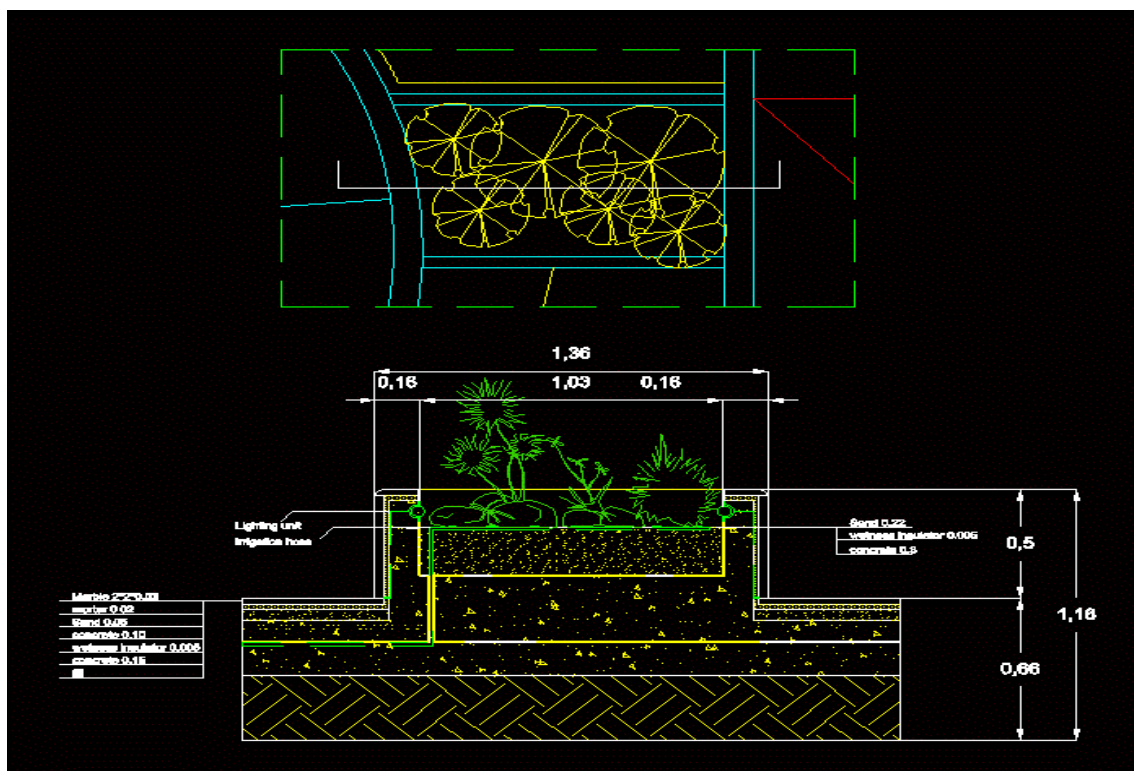
Ponekad je potrebno koristiti module za nadvišenje kako bi se smanjila količina potrebnog materijala, posebno kad je riječ o teško dostupnim lokacijama ili ukoliko želimo smanjiti opterećenja na krovu. Nakon postave modula koje je potrebno međusobno dobro povezati, slijedi njihova ispuna šljunkom.

Na mjestima predviđenima za sadnju biljaka, gdje je potrebna veća dubina supstrata, umjesto modula postavljaju se drenažno-akumulirajuće PVC kadice (visine 6 cm) koje se ispunjavaju mineralnim supstratom (granulat lave, ekspanzirane gline), na koji se polaže filterski geotekstil. Na geotekstil se doprema supstrat, a debljina supstrata ovisi o vrsti biljaka koje želimo zasaditi (primjerice 20 – 30 cm za nisko grmlje i biljke pokrivače tla, 30 – 60 cm za veće grmlje) ([www.dionaea.hr](http://www.dionaea.hr)).

Nakon dopreme i razastiranja supstrata slijedi sadnja biljaka prema projektu. Nakon sadnje se na šljunčanoj površini razastire završni dekorativni sloj šljunka. Izvedba vrtnih elemenata (vodeni element, staze, terasa) izvodi se nešto kompliciranije nego u običnim vrtovima, i to zbog teže dostupnosti i ograničene visine za konstrukciju.

### **6.2.2. Primjer intenzivnog krovnog vrta prikazan u AutoCAD programu**

AutoCAD program službeni je program projektiranja unutar arhitekture i krajobrazne arhitekture. Projekte vrtova, perivoja, šetnica i ostaloga što spada u projektiranje unutar struke krajobrazne arhitekture, izrađuju krajobrazni arhitekti koji imaju žig i pečat Hrvatske Komore Arhitekata (HKA). Program je vrlo složen i zahtijeva tečaj. Unutar programa projekt se prikazuje tlocrtno i u presjeku, a moguće je izraditi i 3D prikaze i animacije.



**Slika 7:** Tlocrtni prikaz krovnog vrta sa profilnim prikazom izrađen u AutoCAD programu 2015. ([http://www.bibliocad.com/library/box-detail-flowers\\_99555](http://www.bibliocad.com/library/box-detail-flowers_99555))

## 7. OSNOVNI PREDUVJETI ZA IZGRADNJU KROVNOG VRTA

Mogućnosti koje nam pruža krovna konstrukcija zapravo nameću tip ozelenjivanja. Da bismo ispitali mogućnosti konstrukcije moramo znati njenu nosivost i nagib, jer od nosivosti krovne konstrukcije zavisi i tip ozelenjivanja krovne površine. Ekstenzivni zeleni krovovi su u znatnoj mjeri lakši od intenzivnih pa su u praksi primjenjivi na daleko većem broju postojećih objekata.

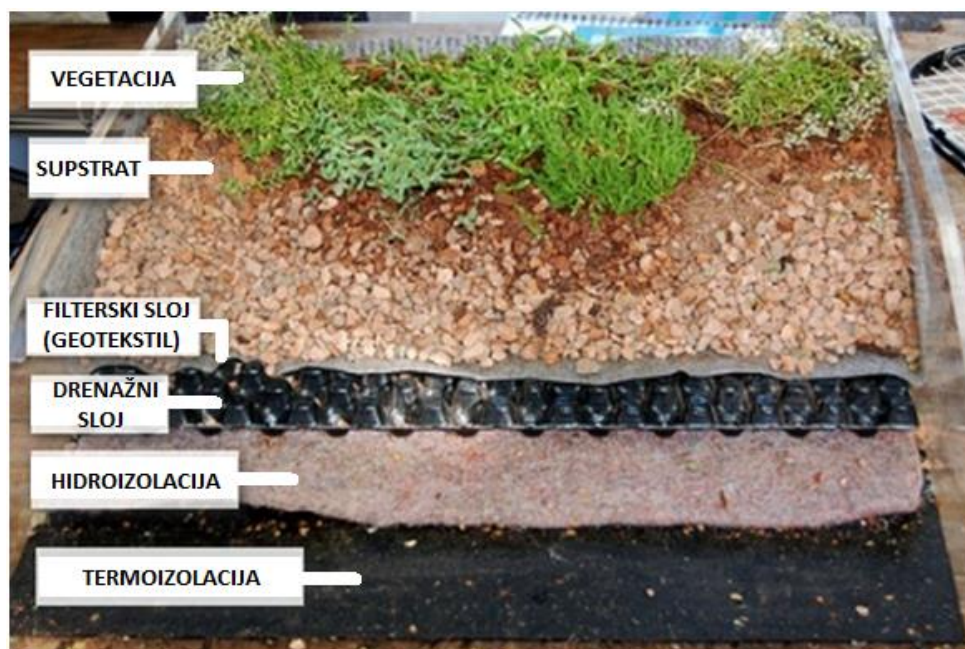
Opterećenje intenzivnog tipa zelenog krova iznosi 290 do 970 kg/m<sup>2</sup>, a ekstenzivnog tipa zelenog krova 70 do 170kg/m<sup>2</sup> (Dunnett i Kinsbury, 2004). Osnovna razlika u težini intenzivnog i ekstenzivnog zelenog krova je u supstratu i konstruktivnim elementima, dok vegetacija utječe u manjoj mjeri. Krovne konstrukcije novih građevina trebale bi biti prilagođene u pogledu nosivosti za određeni tip zelenog krova. Ukoliko imamo već postavljenu krovnu konstrukciju, dolazi do ograničenja po pitanju tipa ozelenjivanja. U slučaju da želimo postaviti zeleni krov veće težine na krovnu konstrukciju kojoj ne odgovara ovaj tip ozelenjivanja, moramo ojačati krovnu konstrukciju. To se izvodi



dodavanjem podupirača, stupova i greda. Stabilnost ivica krova postiže se postavljanjem okvira ili podizanjem zidnog vijenca, a najteže elemente zelenih krovova treba obavezno smjestiti na mjesta nosećih stupova.

Kada su u pitanju krovne konstrukcije pod nagibom, najveći problem pri postavljanju zelenog krova predstavlja klizanje. Bez dodatne stabilizacije, neracionalno je projektirati zeleni krov na kosinama većim od 1:6 – 17 %. Problem sa klizanjem može se riješiti postavljanjem pragova – horizontalno postavljanje letvi te postavljanje mreže sa vegetacijom. U ovom slučaju vegetacija može biti i na nagibima od 7:12 (58 %) (Dunnett i Kingsbury, 2004). Osnovne komponente zelenih krovova su vegetacija i supstrat. Pored ove dvije komponente, važnu ulogu imaju drenažni i izolacijski sloj jer ova dva sloja štite krovnu ploču od prodora korijenskog sistema i vlage. Ako drenažni i izolacijski sloj nisu dobro postavljeni, može vrlo lako doći do niza neželjenih efekata i propadanja krovne konstrukcije.

U supstratu koji se koristi za zelene krovove ne bi trebalo biti organskih komponenti, kao što su treset i kompost, jer one oksidiraju pri čemu se povećava kiselost zemljišta. Ako ih ima u supstratu, moraju biti razložene. Supstrati su uglavnom bazirani na mineralnim komponentama.



**Slika 8:** Osnovni slojevi krovnog vrta (<http://www.zivetisabiljkama.net/zeleni-krovovi/>)

## **8. ODABIR BILJNOG MATERIJALA**

Vegetacija na krovu trebala bi osigurati dobru pokrivenost i vezivanje tla, imati sposobnost samoobnavljanja - da s vremenom popuni dijelove ogoljele od suše te da preživi ekstremna temperaturna kolebanja uz pretpostavku najjačih mrazova i suše. Najčešće kategorije biljnih vrsta koje se koriste su: mahovine, paprati i lišajevi, lukovice, jednogodišnje vrste, sukulentne biljke, biljke jastučastih formi ili pokrivači tla te veliki broj livadskih vrsta brdsko-planinskog tipa. Za bogatstvo boja koriste se i brojne niskorastuće vrste rodova *Achillea*, *Anthemis*, *Aster*, *Solidago*, *Leuchanemum* te drugih trajnica i trava.

Izbor biljnih vrsta za zelene krovove je veoma važan kako troškovi održavanja ne bi bili neracionalni, a pun kapacitet krova bio iskorišten stalnim zelenilom. LEED<sup>2</sup> standard u SAD-u za sve zelene površine preporučuje korištenje što većeg broja autohtonih vrsta biljaka jer one ne zahtijevaju posebnu njegu, nije potrebno dodatno presađivanje, dohrana supstrata i slično te najčešće nema potrebe za zalijevanjem čime je smanjena potrošnja vode, nije potrebno instalirati uređaje za kontrolu vlage i irigacijske sustave (Build magazin, br. 10, lipanj 2009.). Prije odabira biljnog materijala, treba uzeti u obzir nekoliko faktora: vrsta i dubina tla, izloženost biljaka vanjskim uvjetima, stabilnost biljaka, gustoća sadnje.

### **8.1. Vrsta i dubina tla, tj. supstrata**

Jedan od najvažnijih faktora pri odabiru vrste bilja je vrsta i dubina supstrata. Najbolje bi bilo koristiti što lakše supstrate kao što su perlit, treset, vermikulit, vlakna kokosove ljuske i druge. Zbog njihove lakoće, mogu vrlo dobro ispuniti prostor bez negativnih učinaka na stabilnost biljaka, a najbolji su izbor i za ekstenzivne i intenzivne tipove krovnih vrtova.

---

<sup>2</sup> LEED je certifikacijski sustav koji ocjenjuje održivost zgrada i naselja. Razvio ga je Američki savjet za zelenu gradnju, a sustav ocjenjuje ne samo energetska učinkovitost, nego i aspekte poput učinkovitog korištenja vode, korištenje materijala, kvalitetu unutarnjeg prostora te odabir i upravljanje zemljištem. Sustav se može koristiti za certificiranje novogradnje, ali i postojećih zgrada.



## **8.2. Izloženost biljaka vanjskim uvjetima**

Biljke na otvorenom krovu mogu biti izložene različitim uvjetima, a najviše ih mogu ugroziti vjetar, suša i sunčeva svjetlost. Oštećenja od vjetra rijetko se vidaju na krovnim vrtovima. Bez obzira na to, ako je krov izložen jačem vjetru, trebalo bi izbjegavati sadnju zeljastih biljaka i onih vrsta koje imaju lomljive cvjetove. Dobro bi bilo birati biljke koje imaju voštanu ili dlakavu površinu te deblje listove jer se iz njih gubi manje vode evaporacijom nego iz tanjih listova. Krovne biljke i grmovi, sa svojim staništem u urbanim sredinama, teško podnose duže suše, što je još jedan od kriterija pri odabiru biljaka – odabrati one koje su otpornije na sušu kao npr. određene vrste smreke, bora, mušmulice itd. Neke biljke dobro podnose sušu, ali nisu otporne na težak i vlažan zrak. Zato bi pri odabiru bilo najbolje prije svega uzeti u obzir one vrste koje su podjednako otporne na oba uvjeta.

## **8.3. Stabilnost biljaka**

Stabilnost biljke ovisi o veličini odnosno dubini njenog korijenja. Biljke s dubljim korijenjem zahtijevaju duboko tlo, zato su biljke sa plićim korijenjem najpogodnije za krovne vrtove. Jedan od primjera takve biljke je virđinijski bor koji ima plitko korijenje i nižeg je rasta.

## **8.4. Gustoća sadnje**








Pri gradnji krovnog vrta potrebno je dobro isplanirati gustoću sadnje biljnih vrsta, naročito kada je riječ o drveću. Neka istraživanja tvrde da gušće posađena drveća, kada su izložena raznolikim okolišnim uvjetima, „umiru“ puno brže od onih koja su sađena na većem razmaku. Do ove pojave dolazi zato što su se biljke koje su izrasle jedna kraj druge međusobno borile za prostor i hranjive tvari, što dovodi do veće gustoće listova. Zato bi pri sadnji trebalo dobro obratiti pozornost na to i posaditi biljke na dovoljnom razmaku kako bi imale dovoljno mjesta za svoj rast.

## 9. IZBOR BILJNIH VRSTA ZA EKSTENZIVNE KROVNE VRTOVE









Za ekstenzivni krovni vrt potrebna nam je lagana vegetacija koja ne zahtjeva previše održavanja. Zato se koriste uglavnom sukulente (brojne vrste seduma i dr.), livadne trave, mahovine, začinsko bilje, te sve one biljke koje čine gusti pokrov. Pri odabiru biljaka najvažnije je odabrati one koje ne zahtijevaju duboki supstrat, budući da debljina supstrata u ekstenzivnom krovnom vrtu iznosi svega 8 do 15 cm.








**Tablica 1.** Izbor biljaka za ekstenzivni tip krovnog vrta

<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	


<p><i>Sedum spurium</i> M. Bieb.</p> <p>puzava tustika (razne sorte)</p>	
<p><i>Dianthus carthusianorum</i> L.</p> <p>kartuzijanski karanfil, klinčić</p>	
<p><i>Dianthus deltoides</i> L.</p> <p>livadni karanfil, klinčić</p>	
<p><i>Dianthus plumarius</i> L.</p> <p>karanfil, klinčić</p>	
<p><i>Dianthus pontederiae</i> A. Kern.</p> <p>panonski karanfil</p>	
<p><i>Hieracium pilosella</i> L.</p> <p>puzava runjika</p>	
<p><i>Koeleria glauca</i> (Schrad.) DC.</p> <p>smilica sinja</p>	



<p><i>Petrorhagia saxifraga</i> (L.) Link opnasti klinčić</p>	
<p><i>Saxifraga paniculata</i> Mill. grozdasta kamenika</p>	
<p><i>Saponaria ocymoides</i> L. sapunika</p>	
<p><i>Sempervivum</i> L. čuvarkuća (razni hibridi)</p>	
<p><i>Thymus serpyllum</i> L. majčina dušica</p>	
<p><i>Geranium x magnificentum</i> rosemoor iglica</p>	
<p><i>Origanum vulgare</i> L. obični mravinac</p>	
<p><i>Iberis sempervirens</i> L. sniježnica</p>	

<p><i>Allium sphaerocephalon</i> L. glavasti luk</p>	
<p><i>Alyssum saxatile</i> L. kamenjarska gromotulja</p>	
<p><i>Cerastium tomentosum</i> L. pustenasti rožac</p>	
<p><i>Achillea tomentosa</i> L. stolisnik</p>	
<p><i>Campanula carpatica</i> Jacq. zvončika</p>	
<p><i>Gypsophila repens</i> L. puzava sadarka</p>	
<p><i>Festuca glauca</i> Vill. sivoplava vlasulja</p>	














<p><i>Phlox douglasii</i> Hook.</p> <p>plamenac</p>	
---	--

## 10. IZBOR BILJNIH VRSTA ZA INTENZIVAN KROVNI VRT








Intenzivni tip krovnog vrta se od ekstenzivnog prije svega razlikuje po dubini supstrata, koja može preći i 50 cm. Dublji supstrat tako povećava izbor biljnih vrsta pa se u ovakvom tipu vrta, osim niskih zeljastih biljaka, pokrivača tla i trajnica, mogu koristiti i neke vrste drveća i grmlja.

**Tablica 2.** Izbor biljaka za intenzivni tip krovnog vrta








<p><i>Carex ornithopoda</i> 'Variegata'</p> <p>niski prugasti šaš</p>	
<p><i>Buphthalmum salicifolium</i> L.</p> <p>žuti volujac</p>	
<p><i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull.</p> <p>vrijesak</p>	
<p><i>Ceratostigma plumbaginoides</i> L.</p> <p>plavuljak</p>	








<p><i>Cichorium intybus</i> L. cikorija</p>	
<p><i>Echium russicum</i> J.F.Gmelin crvena lisičina</p>	
<p><i>Echium vulgare</i> L. obična lisičina</p>	
<p><i>Erysimum</i> 'Bowles mauve' (Cheiranthus) ljubičasti šeboj</p>	
<p><i>Hebe speciosa</i> (R. Cunn. ex A. Cunn.) Andersen hebe</p>	
<p><i>Heuchera sanguinea</i> Engelm. kadmo</p>	
<p><i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult. plava udovica</p>	










<p><i>Lavandula spica</i> L. ljekovita lavanda</p>	
<p><i>Omphalodes verna</i> Moench. proljetno mišje uho</p>	
<p><i>Perovskia atriplicifolia</i> Benth. ruska kadulja</p>	
<p><i>Rumex acetosella</i> L. mala kiselica</p>	
<p><i>Salvia nemorosa</i> L. šumska kadulja</p>	
<p><i>Salvia officinalis</i> L. ljekovita kadulja</p>	
<p><i>Salvia pratensis</i> L. livadna kadulja</p>	










<p><i>Santolina chamaecyparissus</i> L. mirisni svetolin</p>	
<p><i>Tellima grandiflora</i> (Pursh) Douglas velika telima</p>	
<p><i>Trifolium repens</i> L. bijela djetelina</p>	
<p><i>Cytisus purpureus</i> Scop. purpurni zanovijet</p>	
<p><i>Cytisus procumbens</i> Waldst. &amp; Kit. ex Willd. žutica</p>	
<p><i>Ononis repens</i> L. zečji trn</p>	
<p><i>Buxus sempervirens</i> L. šimšir</p>	







<p><i>Ilex aquifolium</i> L. božur</p>	
<p><i>Forsythia suspensa</i> (Thunb.) Vahl obična forzicija</p>	
<p><i>Berberis thunbergii</i> DC. Thumbergova žutika</p>	
<p><i>Erica carnea</i> L. crnjuša</p>	
<p><i>Ligustrum vulgare</i> L. kalina</p>	
<p><i>Euonymus fortunei</i> (Turcz.) Hand.- Mazz. fortuneova kurika</p>	
<p><i>Cotinus coggygria</i> (Scop.) obična rujevina</p>	



<p><i>Cornus mas</i> L. drijenak</p>	
<p><i>Anemone hupehensis</i> (Lemoine) japanska šumarica</p>	
<p><i>Pinus mugo</i> 'Mops' patuljasti kalemljeni bor</p>	
<p><i>Juniperus sabina</i> L. planinska borovica</p>	
<p><i>Juniperus communis</i> var. 'Alpina' Suter alpska borovica</p>	
<p><i>Juniperus horizontalis</i> Moench. puzava borovica</p>	
<p><i>Cotoneaster horizontalis</i> Decne. polegla mušmulica</p>	

<p><i>Cotoneaster dammeri</i> C.K.Schneid. puzajuća dunjarica</p>	
<p><i>Buddleja davidii</i> Franch. ljetni jorgovan</p>	
<p><i>Spiraea japonica</i> L. japanska suručica</p>	
<p><i>Betula nana</i> L. patuljasta breza</p>	
<p><i>Genista germanica</i> L. germanska žutovilka</p>	
<p><i>Jasminum nudiflorum</i> Lindl. zimski jasmin</p>	
<p><i>Potentilla fruticosa</i> L. grmolika petoprsta</p>	



<p><i>Rosa multiflora</i> Thunb. japanska ruža</p>	
<p><i>Rosa rugosa</i> Thunb. pješčana ruža</p>	
<p><i>Rosmarinus officinalis</i> L. ružmarin</p>	
<p><i>Salix helvetica</i> Vill. švicarska vrba</p>	
<p><i>Salix lanata</i> L. vunasta vrba</p>	
<p><i>Salix repens</i> L. puzava vrba</p>	

## **11. IZVEDBENA RJEŠENJA ZA KROVNE VRTOVE PREMA PROJEKTU, MATERIJALIMA I TEHNICI TVRTKE DIADEM®**

Tvrtka Diadem® se bavi projektiranjem i izgradnjom krovnih vrtova. Ima tvrtke partnere po cijelom svijetu, a u Hrvatskoj je to Jadro d.d. u Splitu.

### **11.1. DIADEM®150 – sustav za ekstenzivan tip krovnog vrta**

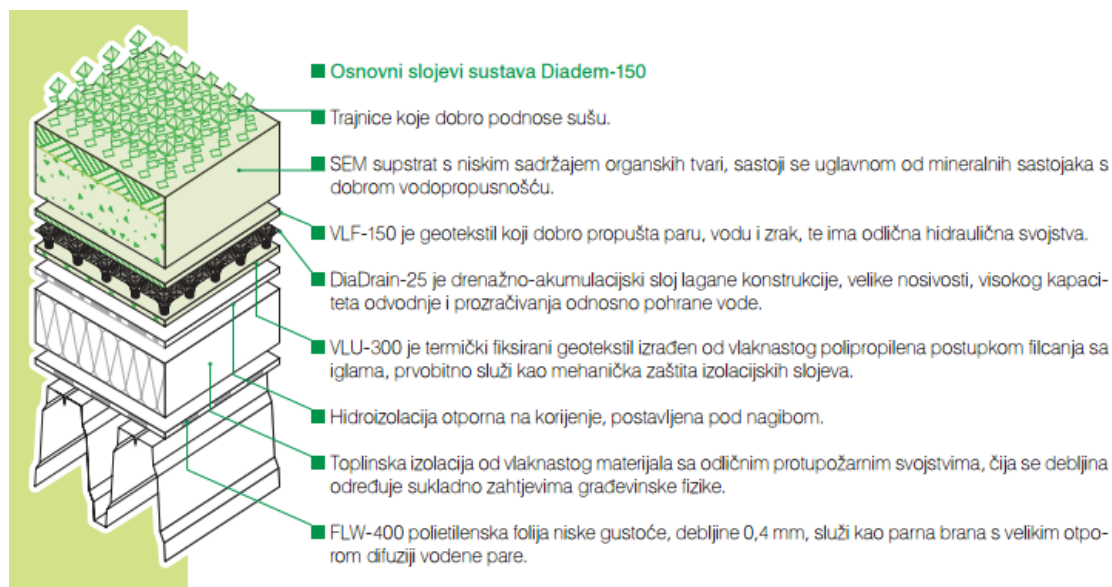
Debljina sloja: 7 - 12 cm

Maksimalna površinska masa (bez biljaka): 90 - 150 kg/m<sup>2</sup>

Diadem®150 je sustav zelenog krova sa zajednicom biljaka trajnica koje dobro podnose sušu. Posađene su u tanki sloj mineralnog supstrata, ispod kojeg se polaže drenažno-akumulacijski sloj po cijeloj površini. Ugradnja ovakvog sustava se prije svega preporuča na neprohodnim krovovima ograničene nosivosti. Osim ekonomskih i ekoloških prednosti, osnovna prednost ovog sustava je primjenjivost na skoro svaku vrstu krovne konstrukcije.

Vegetacija sustava Diadem®150 se sastoji od trajnica koje se i u svom prirodnom staništu, u teškim uvjetima, vrlo dobro razvijaju. Rastu polako, a obično u roku od dvije do tri godine prekrivaju 90 % površine krova. Uobičajeni period cvatnje traje od travnja do kolovoza, ali pravilnim odabirom biljaka može se postići da svojim cvjetovima krase krov tijekom cijele godine. Zahtijevaju minimalno održavanje te ih ne treba ni zalijevati ni kositi.

Ekstenzivan tip krovnog vrta može se izgraditi i na krovu s nagibom. U slučaju podloge odgovarajuće čvrstoće, na krovu s nagibom do 15° i stabilno ugrađenim slojem supstrata obično nije potrebno primijeniti posebne elemente za sprječavanje proklizavanja. Za veće nagibe koriste se jutane tkanine, tj. mreže te podupirači strehe.



**Slika 9:** Osnovni slojevi sustava Diadem®150  
(<http://www.diadem.com/Documents/1307622187.pdf>)

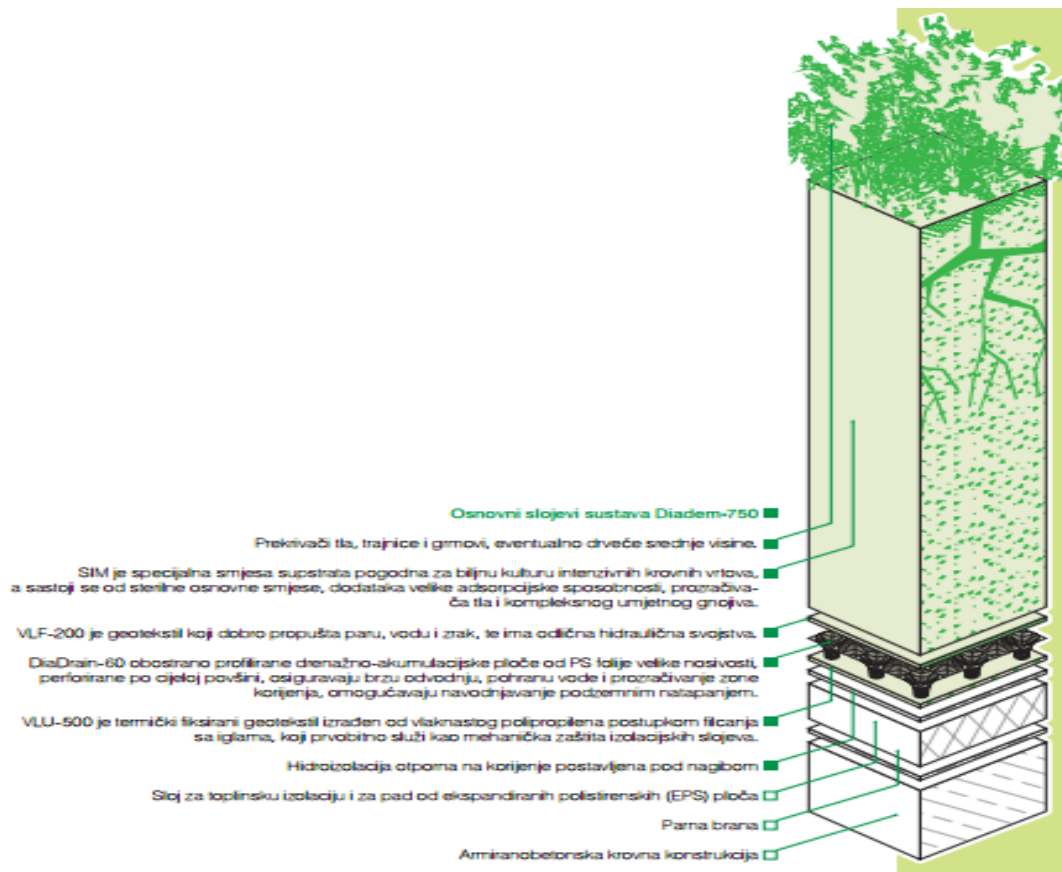
## 11.2. DIADEM®750 – sustav za intenzivan tip krovnog vrta

Debljina sloja: oko 56 cm

Površinska masa (bez biljaka): 750 kg/m<sup>2</sup>

Diadem®750 je sustav intenzivnog krovnog vrta s prekrivačima tla i drvenastim trajnicama, a u nekim slučajevima i drvećem. Odlikuje se izgledom i upotrebljivošću poput vrtova na prirodnom tlu. Ovakav tip vrta pogodan je za svakodnevnu upotrebu jer ima neograničene mogućnosti oblikovanja što podrazumijeva i postavljanje vrtnih konstrukcija kao što su klupe, stolovi, sjenice, itd. U slučaju intenzivnog krovnog vrta skoro se uvijek može izgraditi i plitko ukrasno jezerce, ali je važno da hidroizolacija krova bude odvojena od izolacije ukrasnog jezera.

Uz povoljan utjecaj na okoliš i toplinsku izolaciju zgrade, instalacija ovakvog vrta povećava vrijednost nekretnine. Za razliku od ekstenzivnog tipa krovnog vrta, intenzivni zahtjeva više brige oko navodnjavanja i održavanja.



**Slika 10:** Osnovni slojevi sustava Diadem®750  
(<http://www.diadem.com/Documents/1307622187.pdf>)

## 12. PRIMJERI KROVNIH VRTOVA IZ SVIJETA I HRVATSKE U SLIKAMA

Krovni vrtovi u svijetu postoje već desetljećima, a zadnjih godina njihova popularnost sve više raste. U Hrvatskoj se također širi ovaj trend, a značajniju ulogu u projektiranju, izvođenju i održavanju krovnih, ali i vrtova općenito, ima tvrtka DIONAEA-VRTOVI d.o.o. iz Zagreba. U nastavku su primjeri nekih od najpoznatijih krovnih vrtova u svijetu i Hrvatskoj.



Jean Renaudie kompleks, Ivry sur Seine, Pariz, Francuska:



**Slika 11:** <http://socks-studio.com/2012/08/11/jean-renaudie-and-renee-gailhoustets-housing-building-in-ivry-sur-seine-1969-1975/>



**Slika 12:** <http://www.wowhaus.co.uk/2016/01/13/on-the-market-apartment-in-the-1970s-jean-renaudie-designed-brutalist-development-in-ivry-sur-seine-near-paris-france/>

Kensington, London, UK:



**Slika 13:** <http://theazure.ca/blog/design-the-azure-terraces-inspired-from-around-the-world/>



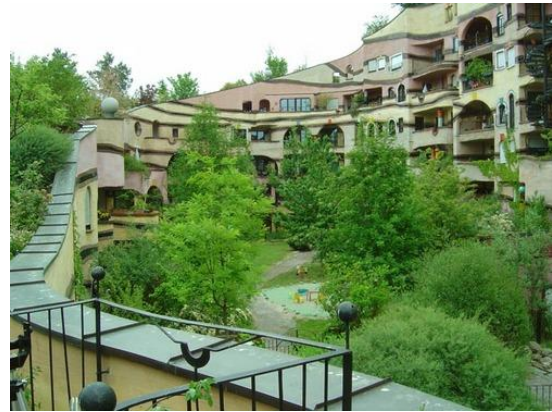
**Slika 14:** <http://theazure.ca/blog/design-the-azure-terraces-inspired-from-around-the-world/>

Waldspirale, Darmstadt, Njemačka:



**Slika 15:**

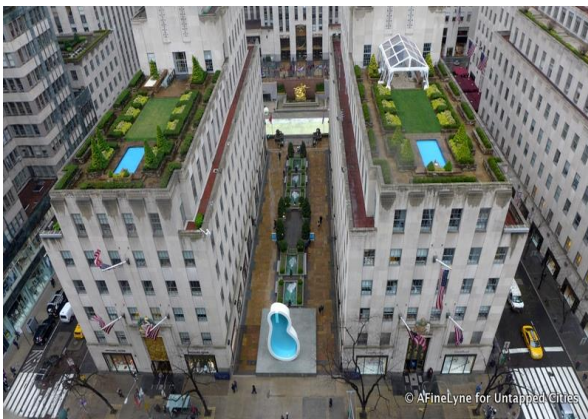
<http://www.fotocommunity.com/photos/hundertwasser>



**Slika 16:**

<http://armchairtravelogue.blogspot.hr/2009/06/waldspirale-forest-spiral-darmstadt.html>

Rockefeller Center, New York, SAD:



**Slika 17:**

<http://untappedcities.com/tag/rockefeller-center/>



**Slika 18:**

<http://untappedcities.com/2014/05/01/daily-what-the-hidden-rooftop-gardens-of-rockefeller-center/>



Namba Parks, Osaka, Japan:



**Slika 19:** <http://inhabitat.com/japans-namba-parks-has-an-8-level-roof-garden-with-waterfalls/namba-parks-5>



**Slika 20:** <http://www.amusingplanet.com/2012/12/roof-gardens-at-namba-parks-osaka-japan.html>

Phoenix Valley, Wujin, Kina:



**Slika 21:** <http://www.10.aecafe.com/blogs/arch-showcase/2014/07/17/>



**Slika 22:** <http://inhabitat.com/studio505s-green-roofed-phoenix-valley-achieves-chinas-highest-rating-in-sustainability/phoenix-valley-by-studio505-7>



Zgrada HAK-a, Zagreb, Hrvatska:



**Slika 23:** <http://www.dionaea.hr/krovni-vrtovi>



**Slika 24:** <http://www.dionaea.hr/krovni-vrtovi>

Hotel Bellevue, Mali Lošinj, Hrvatska:



**Slika 25:** <http://www.dionaea.hr/krovni-vrtovi>



**Slika 26:** <http://www.dionaea.hr/krovni-vrtovi>

Hotel Kempinski, Albeni, Hrvatska:

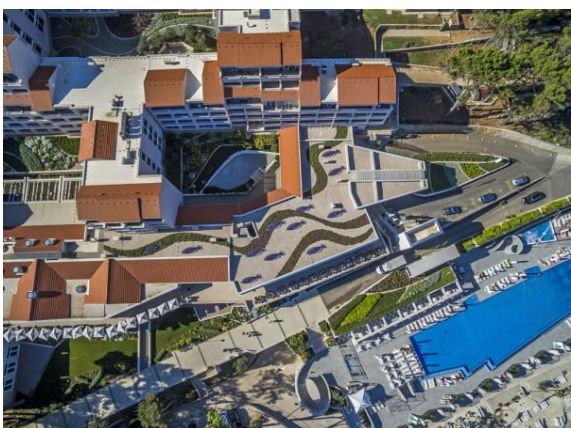


**Slika 27:** <http://www.dionaea.hr/krovni-vrtovi>

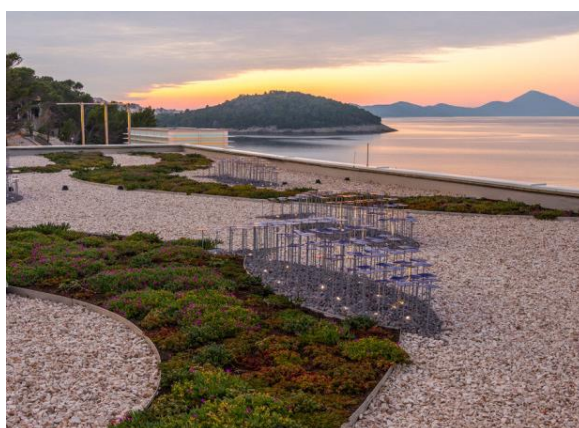


**Slika 28:** <http://www.dionaea.hr/krovni-vrtovi>

Hotel Punta, Veli Lošinj, Hrvatska:



**Slika 29:** <http://www.dionaea.hr/krovni-vrtovi>



**Slika 30:** <http://www.dionaea.hr/krovni-vrtovi>

### 13. ZAKLJUČAK

Danas, kada se u svijetu populacija ljudi popela na 7,5 milijardi i kada se stanovništvo iz ruralnih područja koncentrira u gradove, velike urbane sredine postaju prijatnija humanom životu. Iako Hrvatska ima prostora u odnosu na broj stanovnika i potrebnih kvadrata zelenila po glavi stanovnika, ipak nas svijet upozorava da se ne treba čekati proces koji je zahvatio većinu visokorazvijenih zemalja svijeta, već se planirati i djelovati mora početi odmah.

Moderna arhitektura, a s njom i urbanizam i graditeljstvo, razvija se u smjeru održivog razvoja, namećući tržištu nove tehnologije i modele. Krovni i vertikalni vrtovi, iako prema upotrebi unutar geneze razvoja civilizacije nisu novina, danas predstavljaju brend i hit na tržištu uređenja prostora, ne samo modernih gradova, već i ekološki osviještenih ruralnih sredina. Oni nastaju kao posljedica razmišljanja unutar cjelokupnog održivog razvoja, ponajprije radi očuvanja energije i vode, a kasnije i očuvanja biološke raznolikosti koja naglom izgradnjom nestaje. Nameće se pitanje da li je sve prije izloženo i opravdano, krovni vrtovi kao obavezni dio moderne arhitekture - da ili ne.

Francuska je jedna od prvih zemalja koja je konstrukciju krovnog vrta i ozakonila, a prije nje sličan je zakon donio i Toronto. Unutar tehnike izgradnje postoje neki problemi koji možda ne dotiču bogate zemlje, ali zemlje u recesiji sigurno da. Svi uređaji i sama konstrukcija krovnog vrta danas podliježe certificiranju unutar poznatih međunarodnih certifikata zelene gradnje (LEED, BREEAM i DGNB) koji polažu vrlo veliku pozornost održivom razvoju, očuvanju okoliša i obnovljivim izvorima energije, te certificiraju objekte koje te tehnologije i primjenjuju. U startu skupa cijena ugradnje krovnog vrta, skupa standardizacija unutar LEED-a, BREEAM-a ili DGNB-a u konačnici poskupljuju nekretninu i do 40%. Zakoni tržišta danas orijentirani su prema Green buildingu i u budućnosti vjerojatno zgrade koje neće biti certificirane međunarodno priznatim certifikatorima neće biti zanimljive tržištu. Stoga, gledajući kratkoročno i imajući u vidu cjelokupnu vrijednost građevine, te također financijsku moć stanovništva, Hrvatska u vrijeme recesije u kojem je sada, zasigurno ne može prihvatiti ovaj izazov budućnosti. Stoga niti certifikacija energetske učinkovitosti koju nameće zakonodavstvo (Zakon o energetske učinkovitosti) u Hrvatskoj nije dovoljna da bi se uhvatila utrka sa svijetom. Imajući u vidu proces osamostaljenja i razorenosti Hrvatske poslije

Domovinskog rata, te loše stanje gospodarstva, trenutak popularizacije krovnih vrtova u Hrvatskoj još će morati pričekati.

Odgovor na pitanje krovni vrtovi – da ili ne u našem slučaju više odgovara negativnom kontekstu, no globalno gledajući i vizionarki promatrajući budućnost odgovor je svakako "da".

## 14. POPIS LITERATURE

1. Barty, P., Beverley, D. (2002.): The encyclopedia of gardening, Bath, Parragon, str: 220 - 223
2. Borzan, Ž. (2001.): Imenik drveća i grmlja, Zagreb, Hrvatske šume p.o.
3. Grupa autora (2005.): Velika ilustrirana ekciklopedija – vrt, Zagreb, Mozaik knjiga, str: 312 - 318
4. Grupa autora (2008.): Velika ilustrirana enciklopedija – cvijeće i ukrasno bilje, Zagreb, Mozaik knjiga, str: 81 – 96, 104 – 193, 220 – 321, 326 – 373, 477 - 496
5. McHoy, P. (2004.): Dizajn vrta – nove ideje za male prostore, Rijeka, Leo commerce do.o.o., str: 76 - 77
6. Morić, S. i sur. (Agronomski glasnik, 4/2007.): Izbor biljnih vrsta za krovne vrtove, Stručni priručnik, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb
7. Noordhuis, K. T. (1995.): Vrt – veliki priručnik za cijelu godinu, Zagreb, Veble commerce p.o., str: 135 – 138, 147 - 151

### Internetske stranice:

1. [http://krovni-vrtovi.weebly.com/uploads/7/2/7/0/7270115/jovana\\_stevanovic-zelena\\_terasa-osnovne\\_informacije.pdf](http://krovni-vrtovi.weebly.com/uploads/7/2/7/0/7270115/jovana_stevanovic-zelena_terasa-osnovne_informacije.pdf)
2. <http://www.ekokuce.com/arhitektura/principi/zeleni-krovovi-2-deo-tipovi-zelenih-krovova>
3. <http://myrooff.com/roof-garden-plants/>
4. [http://www.greenroofs.org/resources/Biodiversity\\_Research\\_on\\_Green\\_Roofs\\_Protocol\\_2009.pdf](http://www.greenroofs.org/resources/Biodiversity_Research_on_Green_Roofs_Protocol_2009.pdf)
5. <http://www.mit.edu/people/spirn/Public/Granite%20Garden%20Research/Plants/Oberndorfer%20et%20al%202007%20Green%20Roof%20Ecosystems.pdf>
6. <http://www.jutarnji.hr/domidizajn/savjeti/u-francuskoj-donesen-novi-zakon/3748206/>
7. <http://www.diadem.com/Documents/1307622187.pdf>



8. <http://www.pravimajstor.com/stranice/gradnja/kako-se-radi/Zeleni-krov>
9. <http://www.buildmagazin.com/index2.aspx?fld=tekstovi&ime=bm1032.htm>
10. <http://www.buildmagazin.com/index2.aspx?fld=tekstovi&ime=bm0405>.
11. <http://www.dionaea.hr/krovni-vrtovi>
12. <http://www.idealnidom.com/enterijer/idealni-magazin/krovni-vrtovi>
13. [http://www.arhitekt.unizg.hr/SU/Javni%20dokumenti/ARHIVA%20ODR%C5%BDANIH%20TE%C4%8CAJEVA/2014/ZG-5%20201402/PREDAVANJA/krovni%20vrtovi%20tanja%20herr\\_1.pdf](http://www.arhitekt.unizg.hr/SU/Javni%20dokumenti/ARHIVA%20ODR%C5%BDANIH%20TE%C4%8CAJEVA/2014/ZG-5%20201402/PREDAVANJA/krovni%20vrtovi%20tanja%20herr_1.pdf)

## 15. POPIS SLIKA

SLIKA:	STRANICA:
<b>Slika 1:</b> Vikinške nastambe u naselju L'Anse aux Meadows	4
<b>Slika 2:</b> Krovni vrt na aerodromskoj zgradi u Frankfurtu	6
<b>Slika 3:</b> Krovni vrt hotela Fairmont u Vancouveru	10
<b>Slika 4:</b> Krovni vrt na stambenoj zgradi u Sydneyju	11
<b>Slika 5:</b> Ekstenzivni krovni vrtovi	13
<b>Slika 6:</b> Intenzivni krovni vrt	14
<b>Slika 7:</b> Tlocrtni prikaz krovnog vrta sa profilnim prikazom izrađen u AutoCAD programu 2015.	16
<b>Slika 8:</b> Osnovni slojevi krovnog vrta	17
<b>Slika 9:</b> Osnovni slojevi sustava Diadem®150	33
<b>Slika 10:</b> Osnovni slojevi sustava Diadem®750	34
<b>Slika 11, Slika 12:</b> Jean Renaudie kompleks, Ivry sur Seine, Pariz, Francuska	35
<b>Slika 13, Slika 14:</b> Kensington, London, UK	35
<b>Slika 15, Slika 16:</b> Waldspirale, Darmstadt, Njemačka	36
<b>Slika 17, Slika 18:</b> Rockefeller Center, New York, SAD	36
<b>Slika 19, Slika 20:</b> Namba Parks, Osaka, Japan	37
<b>Slika 21, Slika 22:</b> Phoenix Valley, Wujin, Kina	37
<b>Slika 23, Slika 24:</b> Zgrada HAK-a, Zagreb, Hrvatska	38
<b>Slika 25, Slika 26:</b> Hotel Bellevue, Mali Lošinj, Hrvatska	38
<b>Slika 27, Slika 28:</b> Hotel Kempinski, Alberi, Hrvatska	39
<b>Slika 29, Slika 30:</b> Hotel Punta, Veli Lošinj, Hrvatska	39

## 16. POPIS TABLICA

TABLICA:

STRANICA:

**Tablica 1.** Izbor biljaka za ekstenzivni tip krovnog vrta

20

**Tablica 2.** Izbor biljaka za intenzivni tip krovnog vrta

24

## 17. SAŽETAK

Prebrza urbanizacija dovela je do naglog širenja gradova i smanjenja životnog prostora. Intervencijom čovjeka u neposredan životni prostor i okoliš, svakim se danom izgubi nekoliko stotina biljnih i životinjskih vrsta. Stoga se je cijeli svijet orijentirao na održivi razvoj i očuvanje biološke raznolikosti. U te nove etničke modele održivog razvoja društva uopće, uključila se je i struka oblikovanja krajobraza i krajobrazna arhitektura, na način izgradnje zelenih prostora na krovu tkz. krovnih vrtova. Iako je početno ulaganje u takve strukture skupo, neke zemlje svijeta (Francuska, Kanada) već su zakonski uvjetovale izgradnju krovnih vrtova. Hrvatska ima struku i primjere korištenja krovova u svrhu zelenih površina te dobro iskustvo, ali ne i opravdano tržište. Stoga gledajući u budućnost, na pitanje krovni vrt - da ili ne, odgovor je "da".

**Ključne riječi:** moderni vrtovi, urbanizacija, održivi razvoj

## **18. SUMMARY**

The process of too rapid urbanization has led to major expansion of cities and the reduction of living space. Due to human intervention in the immediate living space and environment, several hundreds of plant and animal species are lost every day. Therefore, the whole world is focused on sustainable development and biodiversity preservation. These new ethnical models of sustainable development of society in general encourage experts in the field of landscape planning and landscape architecture to design green spaces on the roofs, so called roof gardens. Although the initial investment in such structures is high, some countries (France, Canada) introduced a legal obligation to plant roof gardens. Croatia has the experts in the field and good examples in the practice of green roof spaces, but it is not justified by the market. Looking to the future, roof gardens are given a "yes".

**Key words:** modern gardens, urbanization, sustainable development



## **TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Završni rad

### **KROVNI VRTOVI - OBAVEZNI DIO MODERNE ARHITETKURE – DA ILI NE?**

### **ROOF GARDENS – MANDATORY PART OF MODERN ARCHITECTURE – YES OR NO?**

**Helena Žalac**

#### **Sažetak:**

Prebrza urbanizacija dovela je do naglog širenja gradova i smanjenja životnog prostora. Intervencijom čovjeka u neposredan životni prostor i okoliš, svakim se danom izgubi nekoliko stotina biljnih i životinjskih vrsta. Stoga se je cijeli svijet orijentirao na održivi razvoj i očuvanje biološke raznolikosti. U te nove etničke modele održivog razvoja društva uopće, uključila se je i struka oblikovanja krajobraza i krajobrazna arhitektura, na način izgradnje zelenih prostora na krovu tkz. krovnih vrtova. Iako je početno ulaganje u takve strukture skupo, neke zemlje svijeta (Francuska, Kanada) već su zakonski uvjetovale izgradnju krovnih vrtova. Hrvatska ima struku i primjere korištenja krovova u svrhu zelenih površina te dobro iskustvo, ali ne i opravdano tržište. Stoga gledajući u budućnost, na pitanje krovni vrt - da ili ne, odgovor je "da".

**Ključne riječi:** moderni vrtovi, urbanizacija, održivi razvoj

#### **Summary:**

The process of too rapid urbanization has led to major expansion of cities and the reduction of living space. Due to human intervention in the immediate living space and environment, several hundreds of plant and animal species are lost every day. Therefore, the whole world is focused on sustainable development and biodiversity preservation. These new ethnical models of sustainable development of society in general encourage experts in the field of landscape planning and landscape architecture to design green spaces on the roofs, so called roof gardens. Although the initial investment in such structures is high, some countries (France, Canada) introduced a legal obligation to plant roof gardens. Croatia has the experts in the field and good examples in the practice of green roof spaces, but it is not justified by the market. Looking to the future, roof gardens are given a "yes".

**Key words:** modern gardens, urbanization, sustainable development

**Datum obrane:**