

ZELENE KROVNE KONSTRUKCIJE/ GREEN ROOF STRUCTURES

Stručni članak

Vangel Dunovski¹

¹MIT Univerzitet – Skopje, Arhitektonski Fakultet, Treta Makedonska Brigada 66a, Sjeverna
Makedonija,
e-mail: vduni@mt.net.mk

Sažetak

Potreba za uštedom energije i smanjenjem onečišćenja zraka glavni su razlozi zbog kojih građani češće razmišljaju o energetske učinkovitosti. Naglom urbanizacijom i izgradnjom sve više zgrada vidi se samo beton i asfalt, a gubi se zelenilo i čisti zrak. Izgradnjom zelenih krovova na poslovnim i stambenim zgradama, koji više liče na vrtove i parkove, može se obnoviti izgubljena zelena površina u gradu i tako dobiti ekološki okoliš. No, zeleni krovovi već su prihvatljivi svjetski trend, proces odgovoran prema prirodi, održivi koncept u sklopu zelene arhitekture i logičan nastavak očuvanja energetske resursa. Zelene krovne površine pozitivno utječu na zadovoljenje estetskih potreba ljudi, odnosno zaposlenih u objektima koji gledaju na zgrade sa zelenim krovovima. Istraživanja su pokazala da su ljudi koji su radili u prostorijama s biljkama ili s pogledom na zelenu površinu bili 12 posto produktivniji od onih koji su radili u sobama bez ikakvog kontakta s biljkama.

Ključne riječi: krovovi, vegetacija, poboljšanje, ekološka gradnja, zelena arhitektura.

Abstract

The need to save energy and reduce air pollution are the main reasons for citizens to think more often about energy efficiency. With the rapid urbanization and construction of more and more buildings, only concrete and asphalt can be seen, and greenery and clean air are lost. By building green roofs on commercial and residential buildings, which look more like gardens and parks, the lost green area in the city can be restored and thus a more ecological environment can be obtained. However, green roofs are already an acceptable world trend, a process responsible for nature, a sustainable concept as part of green architecture and a logical extension of the conservation of energy resources. Green roof surfaces have a positive effect on meeting the aesthetic needs of people, that is, those who are employed in facilities that overlook buildings with green roofs. Studies have shown that people who worked in rooms with plants present or with a view of a green area were 12 percent more productive than those who worked in rooms without any contact with plants.

Keywords: Roofs, vegetation, improve, ecological construction, green architecture.

1. Uvod

Krovni vrtovi i proces ozelenjavanja krovova postoje od 6. stoljeća pr. među Babiloncima. U Berlinu su oko 1890. izgrađene kuće radi zaštite od požara bile prekrivene slojem humusa, na koji su posađene biljke. Tijekom klasičnog modernog razdoblja 20. stoljeća i preorijentacije prema ravnim krovovima ponovno je otkriven gotovo zaboravljeni zeleni krov.

Zeleni krovovi predstavljaju jedan od najsuvremenijih elemenata u modernoj gradnji koji podrazumijeva "gospodarstvo prostorom", održivi razvoj i ugodan osjećaj za korisnike. Svaki put kada se prilikom izgradnje napravi zeleni krov, to u ekološkom smislu znači da se ono što je izgubljeno iz prirode može vratiti.

2. Struktura zelenog krova

Za svaki zeleni krov potrebno je ispitati mogućnost dodatnog opterećenja građevine te odrediti kakvom će se zelenilu i dizajnu koristiti. Svaki zeleni krov mali je ekosustav za sebe, stoga je potrebno posvetiti pozornost održavanju biljaka.

Prva dva sloja su vegetacija i zemlja u koju se mogu dodati minerali za bolji rast lišća. Ako bilje ima dovoljno hrane, korijen se neće pretjerano raširiti i oštetiti ostale slojeve konstrukcije zelenog krova.

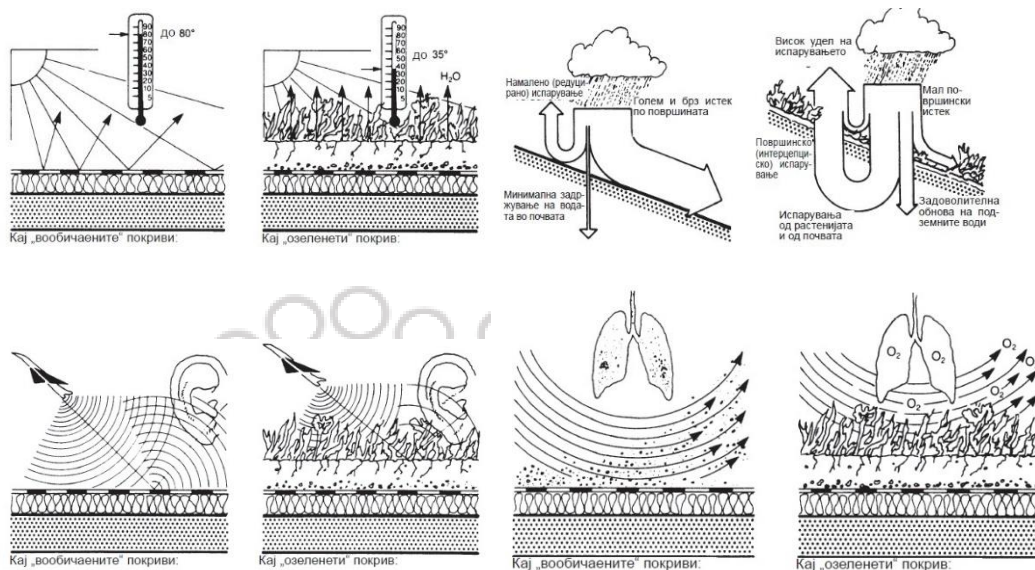
Treći sloj je membrana koja sprječava prodiranje zemlje, već samo propušta vodu do odvodnog sustava. Drenaža može biti standardna ili može biti u obliku čaše koja optimizira količinu vode. Peti sloj služi za zaštitu krovne membrane od oštih predmeta i pritiska, a također skuplja vodu za sušna razdoblja. Šesti sloj je uglavnom premazan kemikalijama koje odbijaju korijen i sprječavaju njegovo širenje i oštećenje ostalih slojeva zelenog krova. Preostali slojevi su standardna krovna izolacija, hidroizolacija i konstrukcijska potpora.

3. Karakteristike zelenog krova

- Toplinska izolacija zahvaljujući sloju zraka između trave i sloja zemlje s korijenjem gdje se odvijaju životni mikroprocesi (procesna toplota)
- Zvučna zaštita i akumulacija topline
- Pобољшanje stanja zraka u gusto naseljenim područjima
- Pобољшanje mikroklima
- Popravlja se odvodnja u gradu i stanje voda u okolini
- Građevinsko - fizičke prednosti
- UV zračenje i visoke temperaturne razlike neutraliziraju se uz pomoć zaštitnog sloja trave i zemlje.
- Vezivanje za prašinu
- Element oblikovanja/pобољшanja kvalitete življenja
- Povećava ukupne zelene površine

Prednosti zelenih krovova su brojne. Kao toplinska izolacija omogućuju do 20% manju potrošnju energije za grijanje i hlađenje doma ispod sebe, produžuju vijek trajanja krova jer ga štite od štetnog ultraljubičastog zračenja, velikih temperaturnih promjena i mehaničkih oštećenja. Također upijaju zvuk i smanjuju utjecaj buke (ovisno o debljini krovnog sloja, smanjenje može biti i do 40dB). S ekološkog gledišta, zeleni krovovi ponovno imaju što ponuditi. Naime, kad pada kiša na običnom krovu, voda ispire krovni materijal i samo nefiltrirana istječe na ulicu ili u kanalizaciju miješajući se sa svim mogućim zagađivačima, dok se kod zelenih krovova voda zadržava u sloju tla neko vrijeme. dok, a nešto se i apsorbira iz

biljaka otječu mnogo manje (i filtrirane) količine vode. Osim toga, što je više zelenih krovova u urbanoj sredini, to je više zelenih površina koje doprinose pročišćavanju i osvježanju zraka.



Sl. 1. Karakteristike krovnog ozelenjavanja

Zeleni krov je cijeli sustav koji se sastoji od nekoliko komponenti:

- sloj protiv korijenja, koji se postavlja na vodonepropusni sloj. Njegova je zadaća zaštititi krov od korijena,
- sloj za zaštitu od vlage: potrebno je zaštititi hidroizolaciju od mehaničkih oštećenja i nakupljanja dodatne vlage;
- drenažno-akumulacijski sloj: njegova je svrha akumulirati optimalnu količinu vlage koja je dovoljna za održavanje života zasađenih biljaka i reguliranje oticanja suvišne vode;
- filtarski sloj: filtrira vodu, a sitne čestice supstrata ne ulaze u drenažni spremnik i štite cijeli sustav od milovanja;
- sloj zemljanog supstrata, gdje se vrši sadnja; vegetativni sloj, koji su izravno posađene biljke
- sedumi, travnjak, jednogodišnje biljke, drveće ili mali grmovi.

Kao što vidimo, uređaj zelenog krova nije jednostavan, pa morate uzeti u obzir svaki detalj kada se podigne.

Ozelenjavanje krovova danas se koristi u mnogim zemljama. Popularnost takvih sustava objašnjava se njihovom univerzalnošću: mogu se graditi u bilo kojoj klimi gdje postoji vegetativno tlo. Osim toga, takva odluka ima važnu ulogu s ekološkog gledišta. Zbog zelenog krova dolazi do usisavanja zraka, čime se osigurava prirodna svježina.

Posebno je uočljiv pozitivan utjecaj zelenog krova na uredske prostore. Zrak se čisti, a prašina i štetne tvari apsorbiraju: zeleni održavani krov često ima veliku površinu vrta, a vegetacija na krovu apsorbira oko 20% prašina iz zraka, odlaganje i asimilacija nitrata i drugih toksina.

Povećava se zvučna izolacija: vegetativni sloj krova doprinosi poboljšanju zvučne izolacije, što je posebno važno ako se zgrada s krovom gradi u blizini zračnih luka i drugih objekata s visokom razinom buke.

Naknađuje se dio zelenih nasada. U pravilu, tijekom izgradnje objekata, mjesto je očišćeno od drveća, grmlja i zelenog krova - prilika da se nadoknadi čak i dio slijetanja. U izradi sustava koriste se reciklirani materijali: odvodni sustav je izrađen od gume, polietilena, ekspaniranog polistirena, što jamči ekološku sigurnost konstrukcije.

Značajke dizajna i konstrukcije zelenih eksploatiranih krovova mogu se podići u bilo kojoj klimatskoj zoni. To je moguće zbog činjenice da su biljke otporne na vlagu, temperaturne promjene u određenoj regiji.

Sustav vrtlarstva može se primijeniti na bilo koji ravni krov u bilo kojoj fazi procesa gradnje. Zeleni krov je tehnologija postavljanja krova bitumenskom ili polimernom hidroizolacijom protiv korijenja. Prema tehnologiji, struktura krovne konstrukcije trebala bi biti otporna na dodatno opterećenje. Sama montaža vrtnog sustava vrlo je jednostavna i brza, a glavni uvjet je maksimalni kut nagiba od 25 OC.

Danas je moguće napraviti eksploatirani krov od dvije vrste - ekstenzivni i intenzivni. Prvo, pogledajmo značajke šireg sustava. Podrazumijeva korištenje samo travnjaka, ravnomjerno raspoređenog na tankom sloju zemlje. Ostale biljke jednostavno se sade u zasebne posude s mješavinom tla. Zeleni krov dobiva se od travnjaka i biljaka otpornih na sušu, a zalijevati ga treba samo tijekom rasta nasada. Njega za takve sustave uključuje povremeno uklanjanje korova i košenje trave. Tlo je mješavina šljunka, ekspanirane gline, pijeska i organskih tvari, koje se skupljaju u određenom omjeru. Varijante ekstenzivnih sustava Ekstenzivno krovište idealno je za standardne krovne konstrukcije. Popravite krov zgrade zahvaljujući različitim verzijama sustava:

Niski vegetacijski pokrov s visinom podloge od 60 mm. Ovo je najlakša i najjeftinija opcija za rad. Kako bi krov dobio svoju osobnost, moguće ga je zasaditi jednogodišnjim biljkama otpornim na sušu, koje će svojom ljepotom zadovoljiti sve do kasne jeseni. Stan sa zelenim krovom izgleda ništa manje lijepo. Slika pokazuje da je takav aranžman vrlo originalan. No, postoje nijanse, sa strukturne točke gledišta: Ako treba uzeti u obzir nagib, smanjenje opterećenja podupire, parapeti, krovne stijene, a podloga - za zaštitu od erozije. Biljke treba odabrati u skladu s nagibom krova.

3. Intenzivno uređivanje

Intenzivni zeleni krov - ovaj sloj se kombinira s niskim biljem, grmljem i drvećem. Osim toga, visina može biti i do 4 metra kada tlo ima sloj veći od 1 m i sloj drenaže veći od 20 cm. Izvorni izgled takve strukture služi za zadržavanje topline i sprječavanje pregrijavanja unutarnjeg prostora. Prizemni sloj krova može prevariti temperaturne fluktuacije, zaštititi ga od sunčeve svjetlosti.

4. Obilježja intenzivnog sustava

U najstandardnijoj izvedbi, ključna komponenta intenzivnog krova je posebna drenažna membrana koja odvodi vlagu duž nagiba krova i dio nje zadržava. Zadatak ove membrane je

spriječiti urastanje korijena biljaka u krov. Ravni zeleni krov ove vrste ne može se napuniti vrtnom zemljom, jer će biti slabo drenirana, preteška za krov i nema nikakvu hranjivu vrijednost.

5. Nagibi krovova

Kod dvovodnih krovova nagib krova ne smije biti veći od 25°. Ravni krovovi trebaju imati manji nagib od 2 do 3%.

6. Načini ozelenjavanja krovova

6.1. Intenzivno ozelenjavanje: imamo sve karakteristike vrta osim što je na krovu. Sloj zemlje je 50-60 cm, koriste se najrazličitije ukrasne biljke, cvijeće i drveće. Obavezan je pristup navodnjavanju.

- Biljke: trave, grmlje, stabljike, drveće (debla).

6.2. Poluintenzivna - sloj zemlje je do 30 cm, treba imati pristup navodnjavanju i koriste se male biljke i ukrasno cvijeće.

6.3. Ekstenzivno ozelenjavanje: ekonomično s debljinom zelenog sloja 10-12 cm, nema potrebe za navodnjavanjem, samoodrživo je od atmosferskih utjecaja i koristi se nisko raslinje. Zelenilo ima tanak sloj zemlje i zahtijeva minimalnu njegu.

- Biljke: mahovina, trava, gomolji, grmlje i niske stabljike.

6.4. Superintenzivni - zeleni krov koji se najčešće primjenjuje nad podzemnim garažama i prizemnim objektima. Njegov sloj zemlje je 80-90 cm i može se koristiti za veliki broj stabala, biljaka, a mogu se izgraditi i staze za šetnju parkom te za pristup vatrogasnim vozilima i vozilima hitne pomoći.

6.5. Pokretno zelenilo: lončanice i druge posude za biljke koje se koriste za ozelenjavanje krovih terasa, ograda i balkona.

6.6. Zalijevanje

Prirodno navodnjavanje kišnicom tako da voda prodire i nakuplja se u drenažnom sloju i u vegetacijskom sloju.

Navodnjavanje kaptažom provodi se tako da se oborinska voda skuplja u drenažnom sloju i po potrebi strojno dopunjava.

Perforirano navodnjavanje kap po kap postavljeno u vegetacijski ili drenažni sloj, gdje se biljke zalijevaju tijekom suše. Umjetna kiša sustavima raspršivanja biljaka kroz vegetacijski sloj.

Gnojiva se rasipaju po vegetacijskom sloju ili se mogu dodati u vodu ako postoji umjetno navodnjavanje.

7. Izvedba

- Vegetacijski sloj: koristi se ekspandirana glina i ekspandirani škriljevac koji pružaju strukturnu stabilnost, aeraciju (disanje) tla, zadržavanje vode i modeliranje tla. Zadaci očuvanja hranjiva, reakcija tla (PH vrijednost), prozračivanje, zadržavanje vode.

- Filtarski sloj sprječava stvaranje mulja u drenažnom sloju i sastoji se od filterskog materijala.

- Uloga drenažnog sloja je spriječiti prekomjerno zalijevanje biljaka. Materijal: podloga od vlaknastog pletiva, trake od spužvastog materijala za drenažu, plastične ploče, zaštitni građevinski materijali itd.

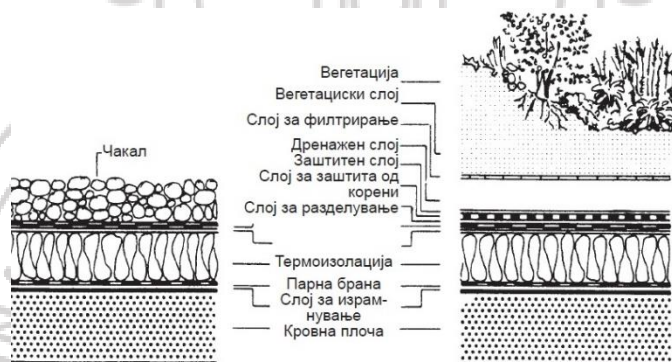
- Zaštitni sloj: štiti tijekom faze izgradnje i sprječava koncentrirano opterećenje.

- Zaštitni sloj korijena: korijenje se zaustavlja RVC/ESV i EPDM trakama.

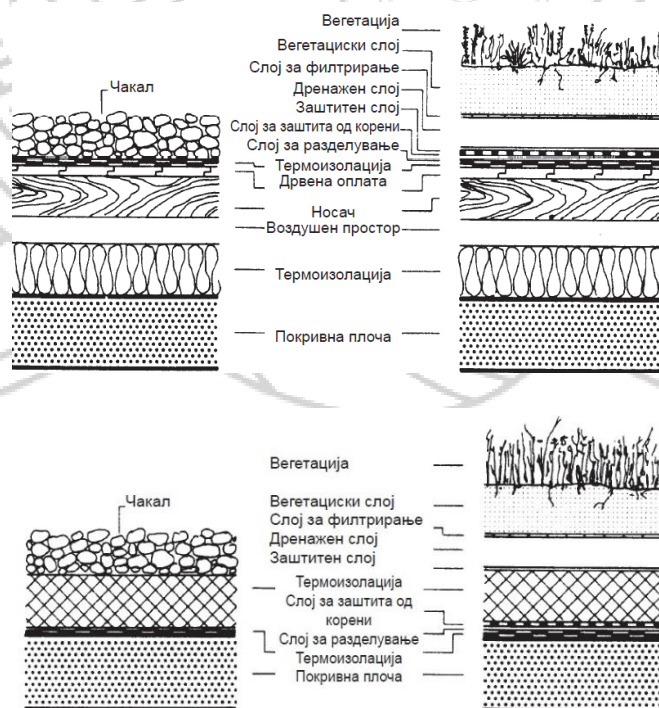
- Razdjelni sloj: odvaja nosivu konstrukciju od krovnog lišća.

Prije ugradnje zelenila potrebno je osigurati besprijekorno stanje krovišta i ispravno funkcioniranje svih slojeva. Ispituje se tehničko stanje krovne površine. Ozelenjavanje kosih krovova također je moguće, ali uz skupe građevinske mjere (opasnost od lizanja supstrata s humusom, isušivanje).

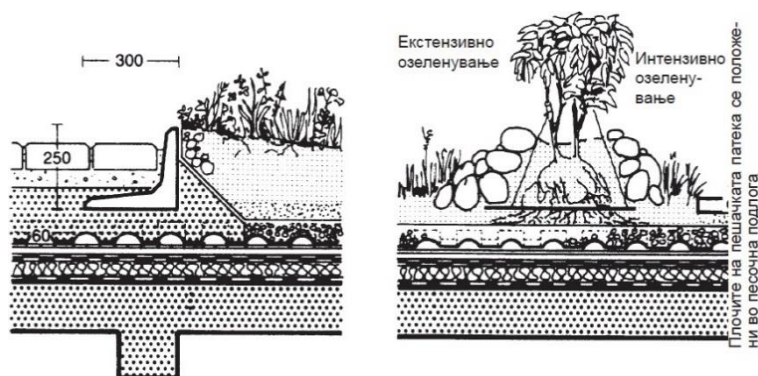
Slika 2. Topli krov sa i bez zelenila



Slika 3. Hladni krov sa i bez zelenila



Slika 4. Obrnuti (obrnuti) krov sa i bez zelenila



Slika 5. Prijelaz s kolnika na intenzivno zeleni krov i prijelaz s pješačke staze na zelenu površinu

8. ZAKLJUČAK

U našim krajevima češće se izvode ravne prohodne i neprohodne krovne terase. Uz sav veliki broj gornjih podnih obloga i mogućnost korištenja krovne površine, one postaju višenamjenske površine za sve korisnike, bez obzira radi li se o javnim zgradama ili stambenim zgradama.

Zelene krovne površine mogu se kombinirati s pješačkim stazama ili predstavljati dio urbane cjeline. Dobar primjer za to su arhitekti Rafael Vinoly i Olin Landscape Architects koji su projektirali najveći zeleni krov na svijetu površine 3000 m² u Kaliforniji u sklopu trgovačkog centra Hills at Valco. Uzdignuti park nudi otprilike 5,8 milja staza za šetnju i trčanje pokraj voćnjaka, vinograda, livada, vrtova s orguljama i dječjih igrališta. Zeleni krov istovremeno omogućuje smanjenje potrošnje električne energije, poboljšanje kvalitete zraka i učinkovitije suočavanje s rastućim temperaturama.



Slika 6. Najveći zeleni krov na svijetu Rafael Vinoly i Olin Landscape Architect

9. KORIŠTENA LITERATURA

- (1). Нојферт Архитектонско проектирање - Ернест Нојферт
- (2). • Правилник за стандарди и нормативи на урбанистичко планирање
- (3). • Правилник за енергетска контрола, бр. 94, Службен весник на Република Македонија, 4 јули 2013 год.
- (4). • Правилник за енергетски карактеристики на зградите, бр. 94, Службен весник на Република Македонија, 4 јули 2013 год.
- (5). Техничар – Градежен прирачник 3
- (6). Техничар – Градежен прирачник 4
- (7). <https://theconstructor.org/building/elements-of-green-building/5375/>
- (8). <https://www.viatechnik.com/new-techniques-environmentally-friendly-buildings/>
- (9). <http://www.sustainablebuild.co.uk/ecofriendlyconstruction.html>
- (10). <https://businessfeed.sunpower.com/articles/explaining-what-is-green-building>
- (11). Dramond, Jon; Bein Bill, Poslovna etika, SIO, Beograd, 2001
- (12). Velimirović, Nikolaj, episkop (1999). Misli o dobru i zlu. Beograd
- (13). Amery, C. (1972). Das Ende der Vorsehung. Reinbek-Hamburg: Rowohlt
- (14). Aristotel (1975). Politika. Beograd
- (15). Barboure, I. (1980). Technology, environment and human values. New York
- (16). Grul, H. (1985). Jedna planeta je opljačkana – zastrašujući bilans jedne politike. Beograd, itd.: Prosveta
- (17). Horkheimer, M. i Adorno, T.W. (1947). Dialektik der Aufklärung. Amsterdam
- (18). Pavlović, V. (1996). Ekologija i etika. Beograd: EKO centar
- (19). Đorđević, J.S. (1994). A new ecological ethics and eco-marketing. U Urban Ecology, Rostov on Don
- (20). Miroslav Prokopijević, Uvod u pravo evropske Unije, Beograd, 2005.
- (21). Anita Novosel, Englesko - srpski rečnik terminologije u oblasti životne sredine, KO DIMeC, Valjevo, 2004.
- (22). Ekološko pravo - harmonizacija domaćeg zakonodavstva sa pravom evropske unije, Institut za uporedno pravo, Beograd, 2004.
- (23). Monika Ninković, Zaštita životne sredine i ekološke parnice u Sjedinjenim Američkim Državama, Dosije, Beograd, 2004.
- (24). Gordana Ilić-Popov, Savet Evrope i zaštita životne sredine, Centar za mir i antiratnu akciju, Beograd, 2002.