

ZELENI KROVOVI – KORAK KA ODRŽIVOM URBANOM RAZVOJU

Marija Jevrić, Ivana Čipranić, Nataša K. Vuković, Milena Ostojić

Univerzitet Crne Gore, Građevinski fakultet, Džordža Vašingtona bb, 81 000 Podgorica, Crna Gora, marijaj@ucg.ac.me

SAŽETAK

Za zaustavljanje trenda klimatskih promjena i devastacije prirodne sredine, neophodna je primjena strategije održivog razvoja koja podrazumijeva ostvarivanje balansa između ekonomije, društvenog blagostanja i zaštite prirodne sredine. Zeleni krovovi, kao komponenta održivog urbanog razvoja, nedovoljno su zastupljeni na prostoru Balkana. U ovom radu dat je sveobuhvatan pregled poznatih benefita zelenih krovova, sa ekonomskog, društvenog i aspekta zaštite životne sredine, sa posebnim osvrtom na različite vrste zelenih krovova i njihovu primjenu. Dalje, na primjeru novoizgrađenog stambenog bloka u Podgorici ukazano je na neophodnost projektovanja i izgradnje zelenih krovova, posebno u klimatskim uslovima kakvi vladaju u Podgorici, a slični su i u Trebinju. Bez precizne zakonske regulative koja prepoznaje i uvažava dobrobiti koje zeleni krovovi mogu ponuditi korisnicima prostora, oslanjanje na s(a)vijest pojedinaca – investitora/projektanta/izvođača – do sada nije dalo rezultata u ovom smislu.

Ključne riječi: zeleni krovovi, održivi razvoj, bioklimatski dizajn, benefiti.

UVOD

Izgradnjom građevinskih objekata mijenjamo naš širi habitat - planetu Zemlju, i to veoma dugoročno. Graditeljstvo i građena sredina imaju uglavnom negativan uticaj na prirodnu sredinu, kako tokom izgradnje, tako i tokom eksploatacionog vijeka i procesa uklanjanja. U doba ekološkog buđenja (na žalost, ne i potpunog osviješćenja) ljudi postaju svjesni pogubnog uticaja koji, svojim ponašanjem i aktivnostima, vrše nad prirodom, a time i nad ljudskom vrstom. Stoga, kao osnova društvenog razvoja konačno se mora postaviti razvoj ljudske svijesti, a pod tehnološkim razvojem podrazumijevati isključivo onaj razvoj koji poštuje principe održivosti. Svjedoci smo dokle nas je doveo antropocentrizam (ili čak egocentrizam) i nemilosrdno podređivanje prirode potrebama čovjeka, bolje reći jednog aspekta ljudskog bića – čovjekove ličnosti/ega. Zato, neka svaki dalji razvoj bude razvoj ka ekocentričnom društvu i tehnološkim rješenjima koja su u skladu sa tim. Ekocentizam podrazumijeva sistem vrijednosti koji u fokus stavlja prirodu kao čovjekovu „kuću“.

S obzirom na to da više od 50% ukupnog stanovništva na Zemlji živi u gradovima, a predviđa se da će do 2030. godine taj procenat dostići 60%, Ujedinjene Nacije su u Agendi održivog razvoja 2030 označile gradove kao najvažnije činioce u daljem razvoju i primjeni principa održivosti. Time gradovi dolaze u fokus kada su teme održivog razvoja u pitanju, a jedan od ciljeva pomenute agende zahtijeva da gradove učinimo “inkluzivnim, bezbjednim, rezilijentnim i održivim mjestima za život” (Ujedinjene nacije, 2015). Održivi razvoj ujedno može i treba predstavljati odgovor projekatnata/donosioca odluka na klimatske promjene sa kojima će se gradovi neminovno suočiti.

Način projektovanja zgrada, koji prvenstveno ima u vidu uslove postojeće sredine (prirodne i prethodno izgrađene u najbližem okruženju) i u skladu sa njima definiše karakteristike budućeg objekta, a s druge strane zadovoljava potrebe za komforom budućih stanovnika, zove se bioklimatski dizajn i standard je u modernom, ekološki svjesnom graditeljstvu. U srži bioklimatskog dizajna je znanje da je najodrživiji način projektovanja zgrada taj da se prvo adaptiraju okolini i stanovnicima, a tek u drugom koraku da se primjene najnovija tehnološka dostignuća, u cilju ostvarivanja adekvatnog funkcionisanja (Košir, 2019). Ciljevi bioklimatskog dizajna mogu biti ostvareni aktivnim ili pasivnim rješenjima/mjerama. Aktivne mjere su one koje zahtijevaju utrošak energije, dok se pasivnim rješenjima postižu traženi uslovi komfora bez

dodatnog utroška energije. Imajući u vidu principe održivog razvoja, bez kojih nikakav razvoj ne vodi ka opštem i dugoročnom blagostanju, prednost treba dati pasivnim rješenjima. Jedno od takvih rješenja jesu zeleni krovovi.

U izvještaju za 2020. godinu Svjetski ekonomski forum je dao preporuke zasnovane na *nature-positive* rješenjima u svim granama privrede, a u građevinarstvu se preporučuje projektovanje infrastrukture na način koji je energetski efikasan, maksimizira biodiverzitet i služi ekosistemima, a istovremeno poboljšava rezilijentnost prema klimatskim promjenama. Kao primjer se navodi baš izgradnja zelenih krovova koji mogu povećati proizvodnju električne energije (ako se na njima instaliraju solarni paneli), a istovremeno smanjiti efekat toplotnih ostrva u gradovima kao i problem prekomjernog sakupljanja vode/padavina (Svjetski ekonomski forum, 2020).

ZAŠTO ZELENI KROVOVI?

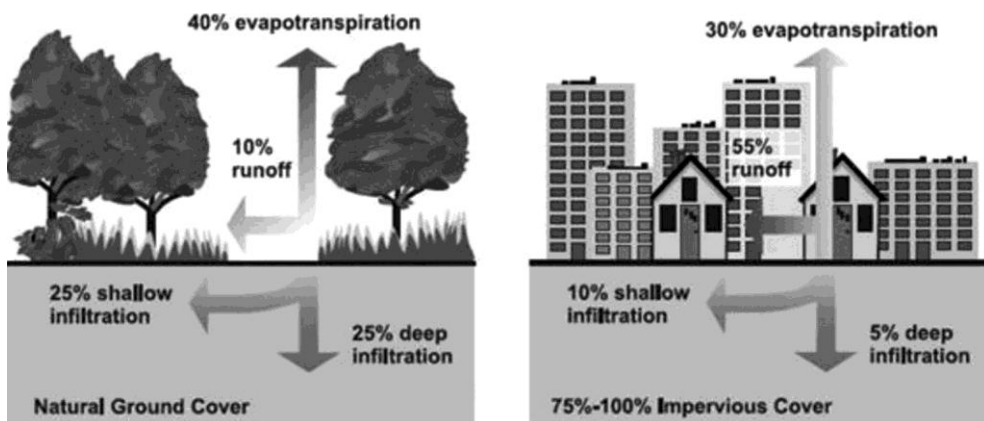
Benefiti od izgradnje zelenih krovova su višestruki – osim ekonomskih, tu su efekti komfora stanovanja, zatim ekološki efekti, estetski i društveni. Slijedi kratak osvrt na najznačajnije od njih. Kada se razmatraju ekonomske koristi, prvenstveno se obraća pažnja na mogućnosti uštede energije. Zeleni krov je odličan toplotni izolator jer vegetacija zadržava toplotu i rashlađuje vazduh (Santamouris, 2014) pa značajno smanjuje troškove električne energije za grijanje zimi i za hlađenje ljeti. Uz dobru izolaciju zidova objekta, samo 10 cm debeo sloj zemlje na krovu obezbjeđuje i do 25% manji utrošak energije za hlađenje. Deblji slojevi supstrata mogu doprinijeti značajnom smanjenju potrošnje energije pri grijanju i hlađenju, a različiti autori prijavljuju različite nivoe uštede u zavisnosti od lokalne klime, vrste vegetacije, izolacije objekta, itd. Smanjeni troškovi klimatizacije doprinose atraktivnosti nekretnine, a time utiču i na povećanje njene vrijednosti.

Dodatni ekonomski efekat ostvaruje se produžavanjem korisnog vijeka ravnog krova. Naime, sloj zemlje i vegetacije štiti bitumenski sloj od UV zračenja, ostalih atmosferskih uticaja i ekstremnih promjena temperature, te se dobija i 2-3 puta duži vijek vodootpornih membrana.

Izuzetno bitan korisni efekat zelenog krova je zadržavanje (retencija) vode prilikom obilnih padavina. Poznato je da proces urbanizacije dovodi do smanjivanja zelenih u korist izgrađenih površina, a time i do slabije mogućnosti infiltracije površinskih voda u podzemne depoe. Kanalizaciona mreža nije u stanju da odjednom prihvati velike količine atmosferske vode, te se dio zadržava na asfaltno-betonskim površinama, što otežava funkcionisanje korisnicima prostora. Na slici 1 prikazane su tipične promjene u hidrologiji jednog sliva prouzrokovane urbanizacijom. U neizgrađenim područjima, količina vode koja odlazi na evapotranspiraciju, intercepciju i infiltraciju najčešće je veoma značajna. U izgrađenom području, porast učešća nepropusnih površina (ulice, krovovi, parkinzi, trotoari, itd.) unutar sliva povećava površinski oticaj. Pločnici, oluci, slivnici i kišna kanalizacija sprovode oticaj brže nego prirodne površine.

Zeleni krovovi mogu drastično smanjiti količinu vode koju je prilikom obilnih padavina potrebno odvesti atmosferskom kanalizacijom. Vegetacija i drenažni sloj na krovu zadržavaju i do 60% vode, tako da jedan vremenski period rasterećuju kanalizacionu mrežu. Jedan dio kišnice biljke iskoriste, dio ispari, dio ostane u sloju zemlje, a ostatak se deponuje u drenažnom sloju i sa vremenskim odmakom otiče u kanalizacionu mrežu. (Carter & Rasmussen, 2006). Na ovaj način, smanjuje se rizik od poplava. Ušteda se ostvaruje i kroz rasterećenje sistema za prečišćavanje atmosferskih voda jer zeleni krov služi kao sloj za filtriranje.

Sposobnost krova da zadrži vodu zavisi od vrste krova i debljine supstrata, kao i od vrste i debljine drenažnog sloja, zatim od biljne vrste, nagiba krova i klimatskih uslova lokacije. Ali obimno ispitivanje osobina supstrata pokazalo je da vremenski period zadržavanja vode u krovu zavisi uglavnom od kapaciteta biljne vrste i supstrata za zadržavanje vode. (Vijayaraghavan, 2016)



Slika 1. Poređenje vrijednosti oticaja u prirodnim i urbanim područjima (Mr Geogwagg Geography, 2021).
Figure 1. Comparison of flow rate in rural and urban conditions (Mr Geogwagg Geography, 2021).

Kada je u pitanju komfor stanovanja, benefiti od zelenih krovova prvenstveno se ogledaju u prečišćavanju vazduha i smanjenju buke. Neka istraživanja navode da redukcija zagađenja vazduha ide i do 20%, a smanjenje buke i do 10 dB. (Svjetski ekonomski forum, 2020) Zelenilo na krovu filtrira vazduh čime se stvara kvalitetnija mikroklima. Čestice prašine i zagađivači iz vazduha se vezuju za podlogu, a vegetacija ih apsorbuje. Zeleni krov djeluje kao apsorber za azot, olovo i cink (Gregoire & Clausen, 2011), a može smanjiti efekte kiselih kiša, tako što povećavaju njen pH faktor sa 5-6 na 7-8. (Li & Yeung, 2014)

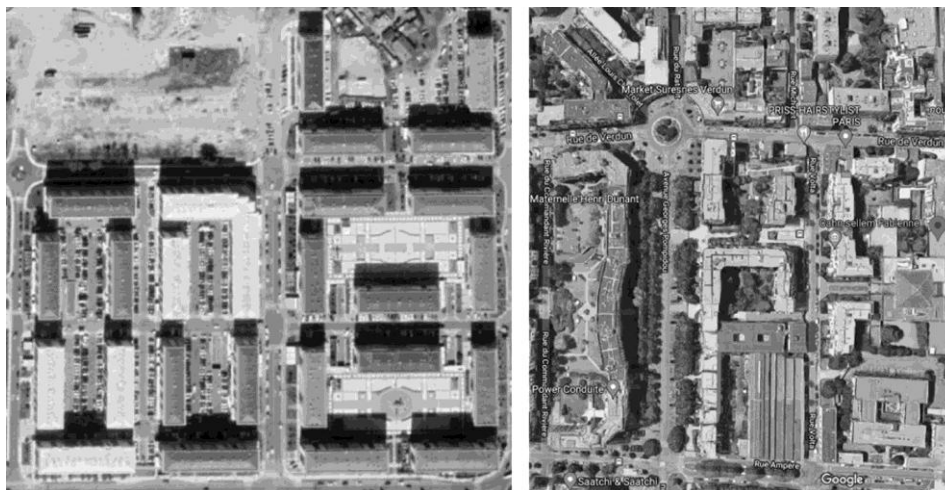
Sistem zelenih krovova poboljšava zvučnu izolaciju i čini životni prostor prijatnijim u gradskim područjima, pogotovo u blizini industrijskih zona, željeznica i aerodroma. Prometne saobraćajnice i autoputevi u blizini naseljenih mjesta stvaraju veliki nivo zvučnog zagađenja pa u takvim slučajevima treba imati u vidu ozelenjavanje krovova. Kombinacija supstrata, drenažnog sloja i vegetacije djeluje kao zvučni izolator, koji apsorbuje ili odbija zvučne talase različitih frekvencija. U zavisnosti od debljine i vrste krovnih slojeva, buka se u unutrašnjosti objekta sa zelenim krovom može značajno smanjiti. Svakako, stepen apsorpcije zvučnih talasa zavisi od mnogo faktora, prvenstveno od veličine i teksture apsorbujuće površine.

Smanjenje efekta "toplotnih ostrva" u gradu je izuzetno važan doprinos zelenih krovova prijatnijim klimatskim uslovima u područjima gdje vladaju visoke temperature. Ovaj efekat predstavlja uvećanje temperature vazduha u gradskim blokovima, usled zarobljene toplote u betonskim i asfaltnim površinama, posebno u večernjim časovima, u odnosu na npr. ruralno područje. Vegetacija ublažava efekat urbanog "toplotnog ostrva" kroz tri procesa: biljke fizički štite objekte od sunčevog zračenja; procesom fotosinteze vegetacija pretvara vodu, ugljen dioksid i sunčevo zračenje u glukozu i kiseonik; usled procesa evapotranspiracije biljke ispuštaju vodenu paru. Takođe, zeleni krovovi imaju veći albedo i na taj način doprinose smanjenju efekta "toplotnog ostrva". Neki istraživači navode da se albedo zelenih krovova kreće u rasponu 0.7 do 0.85, dok je za bitumen vrijednost albeda 0.1 do 0.2. (Saadatian et al., 2013) Kada se zeleni krovovi apliciraju na velike površine, ambijentalna temperatura može pasti za 3°C. (Santamouris, 2014)

Gradovi Podgorica i Trebinje imaju veoma slične klimatske parametre: srednja godišnja temperatura vazduha (u oba grada oko 16° C), maksimalne i minimalne temperature, relativna vlažnost vazduha (iznad 50%), broj sunčanih dana u godini (preko 240) i količinu padavina (1500-1600 mm). Ljeta su izrazito topla, a zime blage i kišovite sa relativno visokim zimskim temperaturama vazduha. Obilje sunca i toplote, povoljna relativna vlažnost vazduha i dobra provjetrenost svrstavaju Podgoricu i Trebinje u gradove sa ugodnom klimom. Međutim, oba grada važe za najtoplije gradove u okviru svojih država pa time je i potreba za klimatski adaptibilnim objektima i rješenjima veća. U gradovima sa ovakvom klimom, primjena zelenih krovova bi dala najveće benefite u dva pravca: poboljšanje mikroklimatskih uslova i smanjenje efekta "toplotnih

ostrva" u ljetnjem periodu i kontrolisano odvođenje prekomjernih padavina u kišnim periodima godine.

U ambijentu prekomjerne izgradnje prisutnom na gradskom području Podgorice, problem odvođenja vode prilikom obilnih padavina evidentan je u svim novoizgrađenim blokovima. Na slici 2 prikazan je jedan takav stambeni blok, City kvart. Sa slike se može uočiti da je udio zelenih površina veoma mali (manje od 1% površine ovog stambenog bloka) i primjetna je razlika u odnosu na sličan stambeni blok u Parizu.



Slika 2. Stambeni blok u Podgorici i stambeni blok u Parizu (Google Earth, 2021).

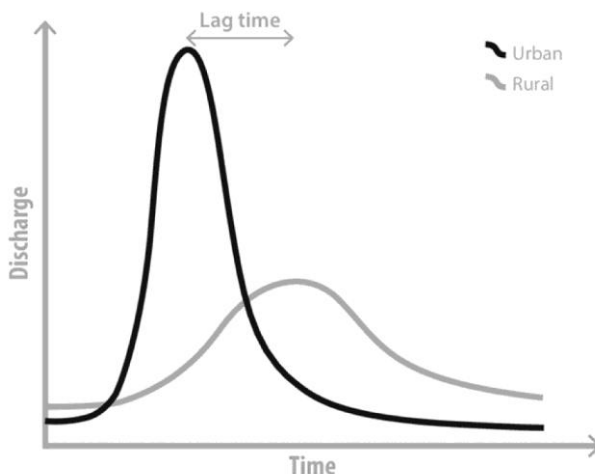
Figure 2. Residential blocks in Podgorica and Paris (Google Earth, 2021).

Prilikom kišnih dana, veoma mali dio od ukupne količine vode padne na travnate površine, sa kojih dolazi do postepenog ocjeđivanja tla i povratka vode u zemljište. Najveći dio kiše padne na podlogu sa visokim koeficijentom oticaja (beton, kamen, asfalt, lim...), sa kojih se kontrolisano uvodi u sistem atmosfere kanalizacije, putem slivnika. Koeficijent oticaja predstavlja odnos efektivne i ukupne količine padavina pale na slivno područje, i zavisi od karakteristika slivnog područja: hidrogeoloških, klimatskih, evapotranspiracije, tipa tla i vrste površine. Uopšteni prikaz dva hidrograma, za urbanizovano i za ruralno naselje, dat je na slici 3. Sa slike se jasno vidi da je kod urbanizovanih sredina veći vršni oticaj, što znači i veća količina vode koja završi u atmosferskoj kanalizaciji.

Atmosfera kanalizacija u Podgorici projektovana je da primi padavine povratnog perioda $T=5$ godina i vremena trajanja kiše $t_k=15$ minuta. Intenzitet tih padavina za područje Podgorice iznosi $264 \text{ l/s}\cdot\text{ha}$. U slučaju padavina većeg intenziteta, projektovana mreža atmosfere kanalizacije često nije u mogućnosti da evakuise atmosfere vode, pa dolazi do plavljenja kolovoza, parkinga i prilaza zgradama. Iz ovog razloga, prilikom pranje prostora, potrebno je projektovati što veći udio travnatih i zemljanih površina u urbanim blokovima.

U slučaju da je na ovim objektima bila zahtijevana izrada zelenog krova, dobila bi se dodatna površina za retenciju vode, u iznosu oko 40% ukupne izgrađene površine, što bi značajno uticalo na koeficijent oticaja. Zeleni krov, u zavisnosti od vrste vegetacije i debljine supstrata, može da redukuje maksimalni oticaj za više od 50%. (Silva et al., 2020)

Iako se najveća pažnja pridaje procjeni ekonomskih koristi od izgradnje zelenih krovova, jednako važne su i socijalne i psihološke komponente benefita, koje su neraskidivo povezane sa ekološkim. Svjedočimo da urbanizacija uglavnom za posledicu ima sve manje zelenih površina u gradovima. Park-šume nestaju sa gradskih planova, čovjek postaje sve otuđeniji od prirodne sredine bez koje mu nema života. Oči nam se navikavaju na sivilo betona ili hladnoću stakleno čeličnih fasada.

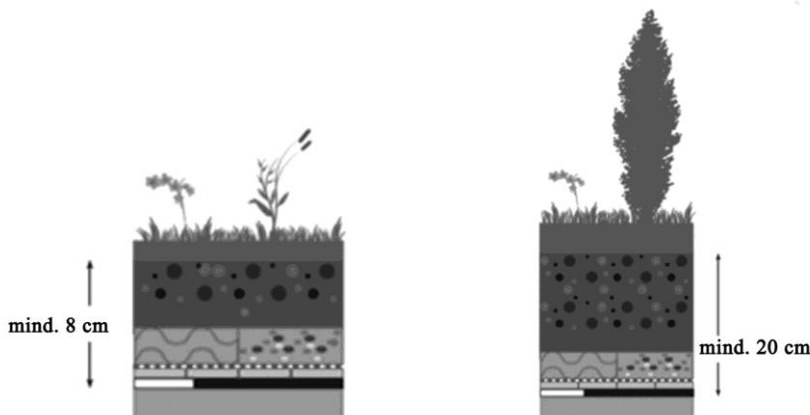


Slika 3. Hidrogram za urbano i ruralno područje (Lefrançois, 2015).
Figure 3. Hydrographs for urban and rural areas (Lefrançois, 2015).

Kao što današnja gradska djeca listom nisu vidjela kravu ili ovcu uživo, u sličnoj smo opasnosti da mlađe generacije neće poznavati bukvu, hrast, bor ili lavandu i smilje. Zeleni krovovi na objektima manje spratnosti mogu doprinijeti drugačijem, ljepšem vizuelnom doživljaju građene sredine. Intenzivni zeleni krovovi, uz to mogu služiti kao mjesto za druženje i urbano vrtlarstvo, jer debljina supstrata omogućava odgoj različitih biljnih vrsta. Na taj način, vraćamo prirodi makar dio onoga što smo joj građenjem oduzeli - tlo za biljne vrste i staništa za insekte i ptice. Sagledavanje važnosti zelenila vodi ka podizanju svijesti o jedinstvu sa prirodom.

VRSTE ZELENIH KROVOVA I NJIHOVA PRIMJENA

Za zelene krovove pogodan je nagib krovnih površina do 30 %. U zavisnosti od nagiba i željenog načina korišćenja, krovne konstrukcije i zahtjeva za održavanjem, uobičajeno je da se zeleni krovovi svrstavaju u jednu od tri vrste: ekstenzivni, intenzivni i poluintenzivni. Ekstenzivni obično sadrže slojeve manje debljine, imaju manju težinu po m², nisu zahtjevni za održavanje. Intenzivni krovovi imaju deblji sloj supstrata (slika 4) koji je pogodan za skoro sve vrste biljnih vrsta i mogu se koristiti za odmor, rekreaciju, urbano baštovanstvo i dr. (Suszanowicz & Więcek, 2019).



Slika 4. Ekstenzivni i intenzivni zeleni krov – slojevi (Evropska federacija za zelene krovove i zidove, 2018).
Figure 4. Extensive and intensive green roofs – layers (Evropska federacija za zelene krovove i zidove, 2018).

Iz navedenog jasno je da se ekstenzivni zeleni krovovi češće ugrađuju na postojeće objekte, zbog ograničene, ranije projektovane nosivosti krovne konstrukcije koja stoga zahtijeva sloj supstrata manje debljine, tj. težine. Uglavnom se grade na neprohodnim krovovima, koji nisu projektovani da ponese veliku dodatnu težinu. Debljina supstrata, koja obično iznosi 8 - 15 cm zatim diktira i ograničava i izbor biljnih vrsta koje mogu uspijevati na njemu, a to opet utiče i na performanse krova i benefite koje korisnici objekta mogu imati od njega. Najčešće je vegetaciju, nakon sađenja, dovoljno prepustiti prirodnim ciklusima navodnjavanja, a prihranjivanje nije potrebno. Uglavnom se sade sedumi, sukulenti, nisko rastinje i livadsko cvijeće. Njihov doprinos klimatskoj adaptaciji i biodiverzitetu je stoga manji.

Projektovanje ovih krovova ne zahtijeva posebno angažovanje stručnjaka za pejzažnu arhitekturu, koštaju manje, njihovo postavljanje je relativno jednostavno pa ih je lako implementirati kao metod za retrofiting postojećih objekata. (Evropska federacija za zelene krovove i zidove, 2018)

Intenzivni zeleni krovovi predstavljaju složenije sisteme u odnosu na ekstenzivne; zahtijevaju veću nosivost krovne konstrukcije ali pritom obezbjeđuju mnogo veće mogućnosti korišćenja. Osim trave, livadskog cvijeća i žbunastog rastinja, na njima se sade i odgovarajuće vrste drveća ali i voća i povrća u okviru sve popularnijeg koncepta urbanog baštovanstva. Jasno je da takva vegetacija zahtijeva deblji sloj supstrata, od 30 cm pa čak i do 1 m, što značajno povećava težinu krovnog pokrivača (150 - 2000 kg/m²) te zahtijeva unaprijed projektovanu veću nosivost krovne konstrukcije. Posledično, intenzivni krovovi su skuplji, obavezno je njihovo redovno održavanje, najčešće uključuju i sisteme za navodnjavanje i prateću opremu, raznovrstan mobilijar i dr. Svakako, benefiti od izgradnje ovakvih krovova su značajniji, kako u smislu mikroklimе i biodiverziteta, tako i u smislu postizanja socijalnih efekata u vidu druženja, rekreacije i urbanog baštovanstva. (Evropska federacija za zelene krovove i zidove, 2018)

Poluintenzivni zeleni krovovi kombinuju osobine prehodna dva tipa. Vrsta vegetacije se bira u odnosu na debljinu supstrata koja može iznositi 15 - 30 cm, zavisno od nosivosti krovne konstrukcije. Sve tri vrste krovova mogu imati specifične karakteristike koje ih čine pogodnim za različite upotrebe pa se izdvajaju novi tipovi krovova kao što su npr. plavo-zeleni krov, biosolarni ili biodiverzitetski.

Izgradnjom plavo-zelenog krova uvećavaju se benefiti od ozelenjavanja krovova jer ovaj tip krova ima za cilj da poveća količinu uskladištene vode i kontroliše vrijeme i količinu otpuštanja iste. Ako im se dodaju senzori koji mjere količinu vode i softveri pomoću kojih je moguće upravljati procesom skladištenja i otpuštanja vode, onda ovakvi krovovi postaju dio "pametnih" tehnologija.

Ako se ekstenzivan krov kombinuje sa fotonaponskim ćelijama ili solarnim panelima, dobija se tzv. biosolarni krov. Slojevi podloge zelenog krova koriste se kao balast potreban za učvršćivanje ovih fotonaponskih nizova, što predstavlja benefit i za zeleni krov i za fotonaponski sistem. Ako su zeleni krovovi dizajnirani tako da povećaju biodiverzitet lokalnog područja i obezbijede stanište za određene ptice, pčele i korisne insekte, predstavljaju biodiverzitetski tip krova. Na njima se primjenjuju različiti slojevi supstrata, pijesak, šljunak, trava, razne biljne vrste, hranilice za ptice, "hoteli" za pčele... (Nacionalna asocijacija zelenih krovova Srbije). Osim na objektima za individualno i kolektivno stanovanje, zeleni krovovi se sve više koriste na javnim objektima. Na primjer, vrlo je praktično iskoristiti prostor nad podzemnim i nadzemnim garažama ili nad sajamskim prostorima i izložbenim halama, slika 5.

Izuzetno korisna u edukacijskom smislu bila bi primjena zelenih krovova na objektima namijenjenih obrazovanju, a posebne efekte u zdravstvenom i psihološkom smislu ovakvo zelenilo bi moglo imati u okviru rehabilitacijskih objekata i bolnica. Zaštita od buke i prašine došla bi do izražaja na aerodromima, a nad komercijalnim objektima, velikim tržnim centrima ili pijacama, dobio bi se dodatni prostor za vrtlarstvo i povrtlarstvo, slika 6.

Kao što je navedeno u prethodnom poglavlju, zeleni krov može obezbijediti benefite sa mnogo aspekata, stoga ga je potrebno pažljivo projektovati i izvesti da bi i ekonomska računica bila pozitivna. Kada je u pitanju izgradnja zelenog krova na postojećim objektima, od izuzetne važnosti je prethodna provjera termalnih performansi krovnog pokrivača i identifikacija

eventualnih oštećenja izolacije. Da bi projekat ozelenjavanja bio uspješan, obavezno je uključiti pejzažnog arhitekta i građevinskog inženjera u projektni tim, a za izvođenje angažovati sertifikovane firme koje se bave izolaterskim radovima.



Slika 5. Zeleni krov nad podzemnom garažom i nad izložbenim halama (Greenroofs, 2021).

Figure 5. Green roofs under a garage and under an exhibition hall (Greenroofs, 2021).



Slika 6. Zeleni krov aerodroma u Amsterdamu i zelena pijaca na krovu u SAD (Greenroofs, 2021).

Figure 6. Green roof of Amsterdam airport and Green market in USA (Greenroofs, 2021).

ZAKLJUČAK

Nepoštovanje standarda o udjelu zelenih površina prilikom izrade urbanističkih planova, zatim nepoštovanje urbanističko-tehničkih uslova prilikom projektovanja blokova, kao i nepoštovanje projekta prilikom izgradnje, dovelo je do toga da su zelene površine u okviru stambenih blokova postale rijetkost. Ako već trka za zaradom i dodatnim kvadratima izgrađenog prostora uskraćuje ljudima zelenilo od kojeg direktno zavisi kvalitet života u urbanim sredinama, onda je jedno od mogućih rješenja da izgradnja zelenog krova na objektima bude obavezujuća.

Poboljšanje energetske performansi objekata, kako novih, tako i postojećih, treba da postane imperativ u budućem razvoju graditeljstva i na prostorima Balkana. Primjeri zelene gradnje u svijetu pokazuju da zgrade mogu biti projektovane tako da za sopstveno grijanje, hlađenje, osvjetljenje i ventilaciju iskoriste lokalne klimatske parametre kao što su osunčanje, vjetar, kiša... Projektovanje, građenje i održavanje svih tipova zelenih krovova regulisano je u Velikoj Britaniji i Njemačkoj, a na svim novim zgradama u Parizu, projektovanje zelenog krova je obavezno. U Crnoj Gori je trenutno situacija takva da projektovanje zelenog krova na novim objektima nije rijetko ali se gotovo nikad ne izvede u praksi nego se dio krova pretvori u terasu ili ostane nepokriven vegetacijom. S obzirom na to da je korisni vijek stambenih objekata i pripadajuće infrastrukture minimum 50 godina, a da će budući klimatski uslovi zahtijevati sve više bioklimatskog pristupa projektovanju, potrebno je što prije mijenjati regulativu u tom smislu. Hitnost promjena pocrtava i činjenica da će 90% postojećih objekata u Evropskoj uniji biti još uvijek u upotrebi i 2050. godine. (Svjetski ekonomski forum, 2020)

Budući da finansijski aspekt predstavlja i dalje glavnu barijeru široj upotrebi zelenih krovova na Balkanu, smatramo da je potrebno simultano raditi na informisanju investitora, projektanata,

izvođača, kao i korisnika prostora, o benefitima koje ovakve intervencije pružaju, ali i razmotriti mogućnost davanja subvencija ili drugih finansijskih olakšica u periodu do usvajanja novih zakonskih akata koja bi sve pomenute učesnike primorala da usvoje ova rješenja.

Na kraju vrijedi napomenuti da iako izgradnja zelenih krovova, na jedan način može nadoknaditi prostor, zelenilo, staništa, kiseonik... koji je izgradnjom uskraćen budućim generacijama, to nikako ne smije biti izgovor za nastavak prekomjerne gradnje u urbanim područjima jer zeleni krovovi ne mogu zamijeniti sve aspekte prirodne sredine koji su neophodni za ljudsko dobrostanje.

LITERATURA

- Carter, T.L. & Rasmussen, R. (2006). Hydrologic behavior of vegetated roofs. *Journal of American Water Resource Association*, 42(5), 1261-1274.
- Evropska federacija za zelene krovove i zidove. (2018). Preuzeto 15.3.2020. sa <https://efb-greenroof.eu/>.
- Gregoire, B. G., & Clausen, J. C. (2011). Effect of a modular extensive green roof on stormwater runoff and water quality. *Ecological engineering*, 37(6), 963-969.
- Košir, M. (2019). *Climate Adaptability of Buildings*. Springer International Publishing.
- Lefrançois, C. (2015). *Designing effective stormwater management policies - The role of the urban forest and impervious cover in Vancouver*. Master thesis. The University of British Columbia, Canada.
- Li, W. C., & Yeung, K. K. A. (2014). A comprehensive study of green roof performance from environmental perspective. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 3(1), 127-134.
- Mr Geogwagg Geography. (2021). Report. Retrieved May 4, 2021, from <https://qualifications.pearson.com/en/subjects/geography.html>
- Nacionalna asocijacija zelenih krovova Srbije. (2020). Preuzeto 15.3.2020. sa <https://www.nazk.org/sr/urban-green/zeleni-krovovi/>.
- Poređenje vrijednosti oticaja u prirodnim i urbanim područjima. (15.5.2021). In *Mr Geogwagg Geography*. <https://mrgeogwagg.wordpress.com/2015/04/02/human-interference-with-the-hydrological-cycle/>.
- Saadatian, O., Sopian, K., Salleh, E., Lim, C.H., Riffat, S., Saadatian, E., Toudeshki, A. & Sulaiman, M.Y. (2013). A review of energy aspects of green roofs. *Renewable & Sustainable Energy Review*, 23, 155–168.
- Santamouris, M. (2014). Cooling the cities-a review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Solar Energy*, 103, 682-703.
- Silva, M., Najjar, M.K., Hammad A.W.A., Haddad A. & Vazquez E. (2020). Assessing the Retention Capacity of an Experimental Green Roof Prototype. *Water*, 12(1), 90.
- Stambeni blok u Podgorici i stambeni blok u Parizu. (15.5.2021). In *Google Earth*. <https://earth.google.com/web>
- Suszanowicz, D. & Więcek, A.K. (2019). The Impact of Green Roofs on the Parameters of the Environment in Urban Areas—Review. *Atmosphere*, 10(12), 792.
- Svjetski ekonomski forum. (2020). Izveštaj. Preuzeto 15.5.2021. sa <https://www.greenroofs.com/2020/07/15/world-economic-forum-finds-that-nature-positive-solutions-can-create-jobs-and-protect-the-planet/>.
- Ujedinjene nacije. (2015). Agenda održivog razvoja do 2030. Preuzeto 15.5.2021. sa <https://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/>
- Vijayaraghavan, K. (2016). Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 740-752.
- Zeleni krov nad podzemnom garažom i nad izložbenim halama. (15.5.2021). In *Greenroofs*. <https://www.greenroofs.com/projects/>

TOWARD SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT: GREEN ROOFS

Marija Jevrić, Ivana Ćipranić, Nataša K. Vuković

University of Montenegro, Faculty of Civil Engineering, Džordža Vašingtona bb, 81000
Podgorica, Montenegro, marijaj@ucg.ac.me

ABSTRACT

The paper presents a study of the content of water - soluble and exchangeable forms of zinc in the dust on the main road M-17 through the city of Mostar. In the observed area, five localities were selected for the research of defined tasks. Dust samples were taken in one cycle (autumn 2018). The specified metal was determined in accordance with EU standards, using the instrument AAS (Atomic Absorption Spectrometry), type AA-6200-Shimadzu. method: FAAS-flame technique in determining the total zinc content and ETAAS-electrothermal technique in determining the water - soluble and exchangeable form of zinc. The results of the research show changes in the zinc content in different localities. The lowest zinc content was determined at the site of the Orthodox Church (Bjelušine) in the value of 28,33 mg / kg and the highest at the site Bišće polje in the value of 81,67 mg / kg. The concentration of water-soluble forms of zinc in the water extract was low and ranged from 0,52 mg / kg at the examined locality Bišće polje to 3,57 mg / kg at the examined locality Mazoljice. The content of exchangeable forms of zinc in acid extraction is the highest at the Bišće polje locality, 52,08 mg / kg, and the lowest at the Orthodox Church locality (Bjelušine) up to 9,51 mg / kg.

Keywords: zinc, M-17 highway, soluble and exchangeable forms of zinc.