

PREGLED REGULATIVE I PREPORUKE ZA PRIMENU ZELENIH KROVOVA

UDK : 692.4:635

Danijela Milanović¹, Veliborka Bogdanović², Miomir Vasov³,
Danijela Đurić Mijović⁴, Jelena Savić⁵

Rezime: Uticaj klimatskih promena se sve više manifestuje na funkcionisanje gradova kao i na život u njima, prouzrokujući čitav niz problema. Među najznačajnijim su: pojava fenomena toplotnih ostrva i sve češće plavljenje područja usled većeg prisustva olujnih dešavanja. Budući da urbanu sredinu karakteriše veliko učešće nepropusnih površina i sve manje prisustvo zelenila, primena zelenih krovova predstavlja efikasan način rešavanja navedenih problema. U tom smislu, zeleni krov kao pasivna mera u projektovanju prema principima bioklimatske arhitekture se sve češće prihvata i kao element zelene infrastrukture. Zeleni krovovi imaju potencijala da poboljšaju otpornost gradova na uticaj klimatskih promena smanjenjem efekta toplotnih ostrva i kanalisanjem brzine i količine kišnog oticaja. Osim navedenih, zeleni krovovi omogućavaju čitav niz ekoloških, energetske i socijalnih koristi za gradove kao i za same objekte. Mnoge evropske države i gradovi su primenu zelenih krovova uveli u svoje regulatorne okvire i definisali subvencije i olakšice za njihovu primenu. Za razliku od većine evropskih država u Srbiji primena zelenih krovova kao i formiranje regulatornih okvira i subvencija je tek u povoju. Rad prikazuje značaj i koristi zelenih krovova sa fokusom na pregled preporuka i smernica za njihovu primenu u odabranim zemljama Evrope.

Ključne reči: zeleni krovovi, regulativa, održivost, životna sredina, koristi zelenih krovova

Abstract: The impact of climate change is increasingly affecting the functioning of cities as well as life in them, causing several problems. Among the most significant are: the occurrence of heat island phenomena, and the increasingly frequent flooding of areas due to the increased presence of storm events. As the urban environment is characterized by a high proportion of impervious surfaces and the diminished presence of greenery, the application of green roofs is an effective way of solving these problems. In this sense, the green roof as a passive measure in the design, according to the principles of bioclimatic architecture, is increasingly accepted as an element of green infrastructure. Green roofs have the potential to improve the resilience of cities to the impact on climate change by reducing the effect of heat islands and channeling the speed and amount of rain runoff. In addition to the above, green roofs provide a range of environmental, energy, and social benefits for cities as well as for the buildings themselves. Many European countries and cities have introduced the application of green roofs into their regulatory frameworks, but have also defined subsidies and benefits for their implementation. Unlike most European countries, the implementation of green roofs, as well as the formation of regulatory frameworks and subsidies in Serbia is still in its infancy. The paper presents the importance and benefits of green roofs with a focus on reviewing recommendations and guidelines for their implementation in selected European countries.

Keywords: green roofs, regulatory frameworks, sustainability, environment, green roofs benefits

¹ Saradnik u nastavi, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

² Redovni profesor, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

³ Vanredni profesor, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

⁴ Asistent sa doktoratom, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

⁵ Asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

1 UVOD

Savremene tendencije u projektovanju objekata, zasnovane na održivosti i energetskej efikasnosti zgrada kao i zaštiti životnog okruženja, imale su uticaj na tehnološki razvoj i sve veću primenu sistema zelenog krova kao jednog od tehničkih/pasivnih elemenata projektovanja prema principima bioklimatske arhitekture. Još od antike pa do današnjih dana, razvoj zelenih krovova je rezultat tehničkog rešenja krova kao građevinske površine [1]. Usled klimatskih promena i nedostatka površina pod zelenilom gradovi su suočeni sa sve većim rizicima od poplava, pregrevavanja, zagađenja... Kao održivi sistemi prepoznate su mnogobrojne koristi zelenih krovova koji imaju potencijala da poboljšaju otpornost gradova na ove uticaje. Termin zeleni krov se danas često koristi kao termin za održivi sistem na krovu sa svim tipovima vegetacije u sloju supstrata [1]. Vrlo često se za ovakav održivi sistem, pored termina zeleni krov, koriste termini vegetacioni krov i živi krov.

U Evropi zeleni krovovi su važan funkcionalni element u projektovanju energetski efikasnih, nultih, pasivnih, niskoenergetskih i drugih zgrada. Mnoge evropske zemlje su još krajem XX i početkom XXI veka definisale obavezujuće smernice i preporuke kao i regulatorne okvire za primenu zelenih krovova. Definisanim smernicama kao i subvencijama, primena zelenih krovova u evropskim gradovima je u mnogome doprinela poboljšanju kvaliteta životnog okruženja i povećala funkcionalnu i materijalnu vrednost objekata. Za razliku od većine zemalja, u Srbiji se tek zadnjih godina analizira uticaj klimatskih promena na gradove a preporuka i regulatornih okvira za primenu zelenih krovova gotovo da i nema.

Cilj ovog rada je da prikaže: 1) koristi primene zelenih krovova i 2) aktuelnu regulativu, smernice i subvencije za primenu zelenih krovova u odabranim zemljama Evrope.

2 OSNOVNE KARAKTERISTIKE I KORISTI ZELENIH KROVOVA

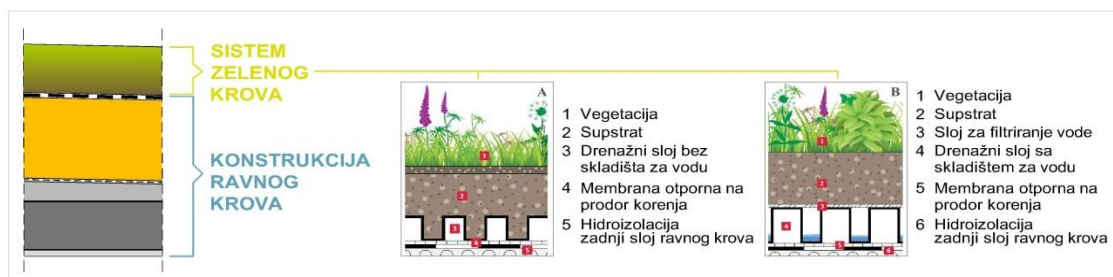
2.1 OSNOVNE KARAKTERISTIKE

U zavisnosti od debljine sloja supstrata i vrste vegetacije, koji direktno uslovljavaju namenu, pristupačnost i potrebu za održavanjem zelenih krovova, njihova najčešća podela koja se razvila u Evropi a prihvaćena u celom svetu jeste podela na: 1) ekstenzivne i 2) intenzivne zelene krovove.

Ekstenzivni zeleni krovovi imaju lagani sloj supstrata, debljine manje od 20cm koji može da podrži biljke sa malim korenom kao što su trava, sukulenti, lekovite i začinske biljke. Niski su troškovi održavanja pa s toga i zahtevaju vegetaciju koja je otporna na vremenske uticaje ali i koja se same regeneriše. S obzirom da su ovi sistemi lagani i ne zahtevaju veliku potrebu za održavanjem, ekstenzivni zeleni krovovi mogu biti dobro rešenje i za sanaciju već postojećih ravnih krovova. Ekstenzivni zeleni krovovi su bez funkcionalne namene u vidu otvorenih prostora i najčešće se primenjuju kao pasivni elementi u kontekstu ekoloških i energetskih koristi.

Intenzivni zeleni krovovi za razliku od ekstenzivnih, su relativno teški, sa slojem supstrata veće debljine od 20cm koji može da podrži gajenje širokog spektra biljaka, žbunja i drvene vegetacije. Ovi sistemi zahtevaju visok stepen održavanja. Zbog svojih strukturalnih karakteristika intenzivni zeleni krovovi mogu biti u funkciji javnih, poluprivatnih ili privatnih otvorenih prostora različite namene (za odmor, rekreaciju, baštovanstvo, igru dece...).

Zeleni krovovi su u konstruktivnom smislu specifični projektantski sistemi i predstavljaju na neki način zaštitni sloj ravnog krova (Slika 1). Specifičnost se ogleda u komponentama kao što su: vegetacija, supstrat, drenažni sloj i membrana otporna na prodor korenja. Izbor nekih od slojeva i njihove karakteristike u mnogome zavise i od tipa zelenog krova ali i od potreba za skladištenjem kišnice u samom sistemu (Slika 1A,B).



Slika 1 - Sistem zelenog krova: A) Sistem bez skladišta za vodu; B) Sistem sa skladištem za vodu

2.2 KORISTI ZELENIH KROVOVA

Najviše analizirane koristi sistema zelenog krova, kao pasivnog tehničkog elementa, u savremenim istraživanjima se grupišu kao: 1) *ekološke*, 2) *energetske* i 3) *socijalne koristi*.

Ekološke koristi – Zeleni krovovi predstavljaju mehanizam za smanjenje ekoloških problema i poboljšanje ciljeva održivosti u gradovima. Prevažno treba da budu optimizovani da odgovore na dva glavna ekološka fenomena: 1) indeks toplotnog ostrva i 2) kanisanje kišnog oticaja. Pored ove dve ključne ekološke koristi, zeleni krovovi doprinose očuvanju biodiverziteta i smanjenju zagađenja vazduha.

Centralna gradska jezgra su znatno toplija od okolnih prigradskih i ruralnih područja usled pojave fenomena toplotnog ostrva koji je najizraženiji leti u toku noći. Uticaj toplotnog ostrva je moguće smanjiti povećanjem efekta hlađenja tokom toplih leta. Ovaj efekat se može umanjiti povećanjem albeda (refleksija dolaznog zračenja van površine) ili povećanjem vegetacijskog pokrivača s dovoljno vlage u zemljištu za evapotranspiraciju [2]. Suočeni sa smanjenjem površina pod zelenilom, primena zelenih krovova u mnogome bi smanjila efekat toplotnih ostrva u izgrađenim područjima. Istraživanja su pokazala da je tokom leta spoljašnja površinska temperatura na zelenom krovu niža za 60% u odnosu na klasične bitumenizirane ravne krovove [3].

Primenom zelenih krovova poboljšava se upravljanje atmosferskim vodama odnosno smanjuje se brzina i količina kišnog oticaja jer se na zelenom krovu kišnica zadržava duže. Deo atmosferskih padavina-kiše zadržava se u vegetacionom sloju a deo ostaje „zarobljen“ u supstratu koji se vremenom preko biljaka usled evapotranspiracije vraća u atmosferu ili se preko posebnih sistema za prikupljanje i prečišćavanje odvodi u vodovodne instalacije objekta kao tehnička voda. Zeleni krovovi su idealni za kanisanje olujnog i kišnog oticaja, jer koriste postojeći krovni prostor i sprečavaju oticanje vode pre nego što napusti parcelu [2]. Skladištenje kišnice od olujnih padavina varira od 25% do 100% kod zelenih krovova sa supstratom manje debljine [4]. Prema istraživanjima, procena je da ukupna količina kišnog oticaja sa ravnog krova se može smanjiti za oko 2,7% ukoliko se 10% njegove površine prekrije zelenim krovom [5].

Koncept „*ekologija pomirenja*“, pomoću kojeg se antropogeno okruženje može modifikovati tako da se podstakne očuvanje biološke raznolikosti bez

ugrožavanja društveno socijalne koristi, potencijalno predstavlja odgovarajuću paradigmu u očuvanju gradova obzirom na uglavno loše mogućnosti koje postoje za uspostavljanje rezervi i ekološke obnove u urbanim područjima [6]. Zeleni krovovi su od nedavno počeli da se koriste i kao mera očuvanja biodiverziteta koja doprinosi ublažavanju gubitka biljnih i životinjskih vrsta iz urbanih sredina [2][6].

Imajući u vidu da su gradovi prekriveni uglavnom nepropusnim površinama (npr. ulice, parkinzi, zgrade), što otežava naknadnu sadnju drveća i povećanje gradskog zelenila, zeleni krovovi mogu predstavljati ključno rešenje u borbi protiv zagađenja vazduha i emisije CO₂. Za razliku od ekstenzivnih zelenih krovova koji zbog male biomase imaju malo potencijala u smanjenju CO₂, intenzivni zeleni krovovi koji podržavaju i sadnju drvene vegetacije mogli bi da daju značajan doprinos u smanjenju CO₂ u gradovima [2]. Zeleni krovovi smatraju se efikasnim u smanjenju atmosferskog CO₂ i zbog uticaja na smanjenje potrošnje potrebne energije u zgradama, pre svega za hlađenje.

Energetske koristi – Tokom toplog letnjeg perioda, zeleni krovovi smanjuju količinu toplote koja se prenosi kroz krov, čime se smanjuju energetske zahteve sistema za hlađenje zgrade. Primenom zelenog krova smanjuje se toplotni fluks kroz krovnu konstrukciju usled evapotranspiracije, a sama konstrukcija krova je u fizičkom smislu u hladu i na taj način se poboljšavaju toplotno zaštitne karakteristike krova [2]. Smanjenje godišnje potrebne energije za objekat sa zelenim krovom iznosi 1,2%, što je pre svega posledica letnjeg smanjenja energije za hlađenje preko 6%, mada implementacija zelenog krova omogućava uštedu energije i u sezoni grejanja [7].

Usled UV zračenja i temperaturnih oscilacija, hidroizolacione membrane na konvencionalnim ravnim krovovima brzo gube svoja svojstva. Zeleni krovovi produžavaju životni vek hidroizolacije jer štite od direktnog UV zračenja i smanjuju temperaturne oscilacije.

Socijalne koristi – U zavisnosti od namene objekta na kojima su primenjeni zeleni krovovi, socijalne koristi su višestruke. Uloga zelenog krova sa aspekta socijalne interakcije prepoznata je najpre kod objekata javne namene (poslovnih zgrada, škola, bolnica...). Boravak ili samo pogled na zeleni krov mogu doprineti većem učinku zapošljenih u administrativnim zgradama kao i bržem oporavku bolesnika koji borave u zdravstvenim ustanovama. Specijalizovane, terapijske bašte na krovu bolnice pružaju emocionalni predah bolesnicima zahvaljujući

pogledu, mogućnosti za boravak u prirodi, kao i pristupu spoljašnosti [8]. Na objektima socijalne zaštite, zeleni krovovi kao javni otvoreni prostori, socijalno nezbrinutim osobama doprinose osćaj pripadnosti društvu. Da bi se obezbedio prijatniji stambeni ambijent u višespratnim stambenim objektima kao i socijalizacija stanara koja indirektno poboljšava emocionalno blagostanje pojedinca, neophodno je obezbediti zajedničke prostore u njihovom "vertikanom komšiluku" a kao jedna od alternativa za rešavanje ovog problema je primena zelenog krova ili krovnog vrta [9].

Usled građanskog dezinvestiranja, porasta troškova života i ishrane, degradacije životne sredine došlo je do razvoja pravca nazvanog Urbana agrikultura (*eng. Urban Agriculture*). Urbana agrikultura prepoznata je u različitim oblicima gotovo od nastanka prvih gradova i pozicionirala se kao globalni društveni pokret i opšteprihvaćeni pristup održivog urbanog razvoja [10]. Integrisana je u lokalne ekonomske i ekološke sisteme po čemu se u potpunost razlikuje od ruralne agrikulture [11]. Aktiviranjem neiskorišćenih prostora za urbanu agrikulturu povećava se i ulaganje u zajednicu ali dovodi i do smanjenja stope kriminala u samim naseljima kao i do socijalne ravnopravnosti [12]. Kao jedan od potencijalnih elemenata urbane agrikulture prepoznati su zeleni krovovi – krovne „farme“ (*eng. Rooftop farming*) u funkciji proizvodnje povrća, voća, začinskog bilja...

3 REGULATORNI OKVIRI I PREPORUKE ZA PRIMENU ZELENIH KROVOVA NA PRIMERIMA DOBRE PRAKSE U EVROPI

Prepoznavanje šire uloge i koristi zelenih krovova ogleda se i u donošenju regulatornih okvira i preporuka kao i odluka o dodeli državnih odnosno gradskih subvencija za njihovu primenu. Iako se naučna javnost u Srbiji bavi istraživanjem zelenih krovova sa različitih aspekata unazad nekoliko godina, tek 2018. je osnovana, zahvaljujući privatnoj kompaniji, Nacionalna asocijacija zelenih krovova (*eng. National Green Roof Association Serbia*). Asocijacija je član Evropske federacije za zelene krovove (*eng. European Federation of Green Roof Associations*) kao i nacionalne asocijacije država koje su izabrane kao primeri dobre prakse u donošenju i sprovođenju regulatornih okvira koji su prikazani u daljem tekstu.

Nemačka - Nemačka se smatra jednom od zemalja Evrope pa i sveta koja je prva uspostavila regulatorne

okvire za primenu zelenih krovova. Jasan set zahteva za njihovu primenu koji su se implementirali u pravne akte lokane vlasti širom Nemačke je uspostavljen 1998. godine. Prema podacima Evropske komisije oko 35% gradova u Nemačkoj je integrisalo zelene krovove u svoje regulatorne okvire. Više od 48 gradova obezbeđuje subvencije za zelene krovove, što se ogleda i kroz podatak da je danas u Nemačkoj od ukupne površine krovova, pod zelenim krovovima 14% odnosno 86 miliona metara kvadratnih. Kao lider u primeni zelenih krovova kako u Nemačkoj tako i u svetu izdvaja se grad Štuttgart koji pod zelenim krovovima ima više od 2 miliona metara kvadratnih. Ovakva impozantna brojka je i posledica politike grada kojom je još 1986. godine ustanovljen finansijski program pomoći za projektovanje i izvođenje zelenih krovova ali i obavezujući akti da svi novoprojektovani objekti sa krovovima nagiba manjeg od 12 stepeni moraju biti zeleni, a sve u cilju pripreme za predstojeće klimatske i ekološke promene. Dizeldorf (Slika 2) je takođe jedan od gradova u Nemačkoj sa regulatornim okvirima za primenu zelenih krovova kao i sa regulisanim obezbeđivanjem subvencija što je posledica razvoja regulative i propisa koji su započeti još 1979. godine kroz podršku grada u ekološkim projektima. Ovakav tretman prema podacima Internacionalne asocijacije zelenih krovova (*engl. International Green Roofs Association - IGRA*) doprineo je da danas u Dizeldorfu ima preko 2000 zelenih krovova odnosno oko 700000m².



Slika 2 - Kö-Bogen (Studio Libeskind), Dizeldorf - Komercijalni kompleks mešovite namene sertifikovan kao LEED platinum sa zelenim krovovima koji povezuju objekat sa istorijskim parkovima u okruženju i doprinosi mnogim koristima za okolinu.

Za razliku od Dizeldorfa, Hanover (Slika 3) je pre subvencija za primenu zelenih krovova uveo umanjenje od 50% na takse za opterećenje

kanalizacije od atmosferskih padavina za objekte sa zelenim krovom kao i zahtev da novoprojektovani objekti u Hanoveru sa krovovima nagiba do 20% moraju biti sa sistemom zelenog krova. Rezultat ovih mera je da u Hanoveru ima oko 2300 zelenih krovova odnosno 640000m².



Slika 3 - North German Bank – NordLB (Behnisch, Behnisch & Partner), Hanover – Poslovna zagrada sa 13 ekstenzivnih i 2 intenzivna krova ukupne površine od 5000m² čime je uspostavljena intenzivna veza između unutrašnjeg prostora i spoljašnosti.

Nemačka je jedna od retkih država koja je na nivou cele države uspostavila set osnovnih zahteva za primenu zelenih krovova a detaljnija regulativa i obavezujući akti su na nivou gradova. Pored obavezujućih propisa za planiranje zelenih krovova definisani su i tehnički uslovi za izvođenje zelenih krovova, vrste biljaka kao i njihovo održavanje.

Danska, Kopenhagen - gradske vlasti u Kopenhagenu od 2010. godine su u većini lokalnih planova integrisale zeleni krov kao obavezni element urbanog razvoja i kreatora zelenijeg grada (Slika 4 i 5). Fokus na zelenim krovovima inteziviran je uspostavljanjem ciljeva za razvoj urbanog dizajna sa zelenim krovovima u sklopu Plana adaptacije na klimatske promene za Kopenhagen (engl. *Climate Plan of the City of Copenhagen*). Od tada su postali integrisani u vidu različitih preporuka kao što su Preporuke za održivost konstrukcija i građevinskih radova (engl. *Sustainability in constructions and Civil works*) u kojima je propisano da svi opštinski objekti moraju da imaju zelene krovove, kao i Strategije za biodiverzitet grada (engl. *Strategy for Biodiversity*) [13]. Propisima je definisano da svi novi ravni krovovi sa nagibom manjim od 30 stepeni na višespratnim zgradama, privatnim i javnim objektima moraju da budu ozelenjeni uz ispunjenje najmanje dva kriterijuma za obezbeđenje kvaliteta kao što su

apsorpcija padavina 50-80%, obezbeđenje efekta hlađenja i izolacije zgrade, smanjenje refleksije, umanjeње uticaja toplotnih ostrva, doprinos u vizuelnom i estetskom smislu itd... [1]. Finansijska podrška zavisi od opštine do opštine, neke od opština subvencioniraju projekat zelenog krova od 10 do 20 evra po m² dok neke plaćaju iznos za ceo zeleni krov koji varira od 25 do 100% troškova njihovog izvođenja. Na osnovu odobrenih lokalnih planova očekuje se da će pod zelenim krovovima u Kopenhagenu uskoro biti 200000m² [13].



Slika 4 - 8-HOUSE (BIG – Bjarke Ingels Group) – Objekat namenjen stanovanju i kancelarijskom prostoru; 1700m² zelenog krova pod uglom od 30 stepeni predstavlja igru kontrasta arhitekture i prirode, strateški postavljen za smanjenje efekta urbanog toplotnog ostrva.



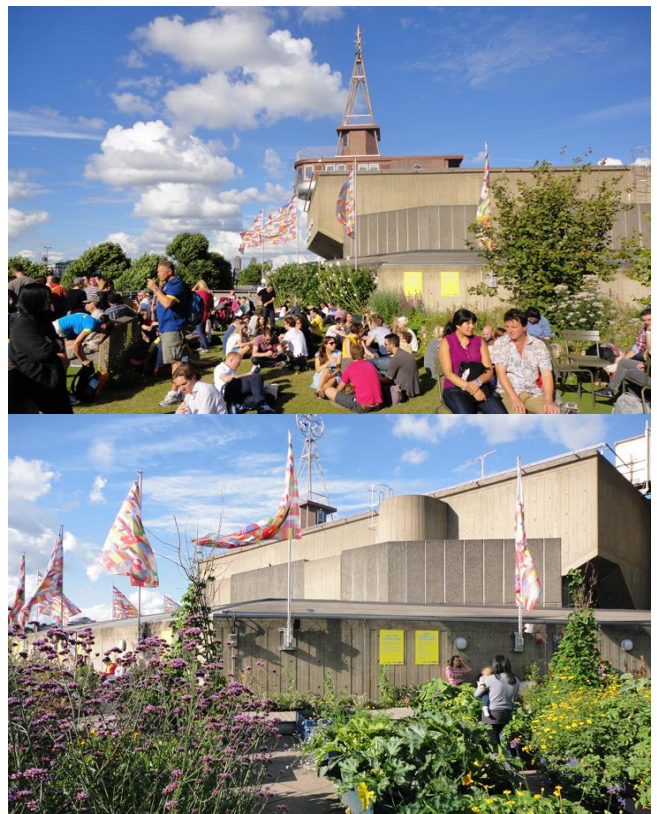
Slika 5 - Tagensbo škola (Kjaer & Richter projektni biro) - Multifunkcionalni krov iznad višenamenske školske hale površine 2200m² od čega je 1200m² pod zelenim krovom i predstavlja stecište đaka i stanovnika. Pored funkcionalne namene zeleni krov ima i ulogu "bio-agenta" jer zadržava površinske vode, odnosno smanjuje kišni oticaj.

I u ostalim razvijenim zemljama Evrope na snazi su mnogi pravni akti o implementaciji zelenih

krovova koji sve više postaju nezaobilazna mera zelene infrastrukture urbanih prostora.

Engleska, London - 2000. godine započeta je implementacija strategije “urbane renesanse“ [1] sačinjene od strane radne grupe za planiranje (*engl. Urban Task Force*) a u cilju oživljavanja gradova. Ova strategija je imala uticaj i na reviziju postojećeg Zakona o planiranju koji se odnosi na stanovanje (*engl. Planning policy guidance note 3: Housing*). Poštujući ovu strategiju mnogi gradovi su na lokalnom nivou usvojili pravnu regulativu za primenu zelenih krovova. London je 2008. godine u dokumentu Londonski plan, koji je obavezujući za sve opštine, u poglavlju pet: Odgovor Londona na klimatske promene (*engl. London Plan Chapter Five: London's Response To Climate Change - Policy 5.11 Green roofs and development site environs*) definisao i primenu živih krovova. Živi krovovi su širok pojam koji je Gradska uprava Londona (*engl. Greater London Authority*) definisala kao krovove koji uključuju zelene krovove, krovne terase i krovne bašte i predstavljaju krovove kojima je moguće pristupiti od strane korisnika zgrade a koji mogu biti sa intenzivnom ili ekstenzivnom vegetacijom [14]. Primena živih krovova na postojećim i novim objektima treba da doprinese, što je više moguće, ispunjenju ciljeva definisanih u ovom poglavlju a to su: adaptacija na klimatske promene prvenstveno u hlađenju prostora, održiva urbana drenaža odnosno rasterećenje gradske kanalizacione mreže od atmosferskih padavina, doprinos energetske efikasnosti, unapređenje biodiverziteta, pristupačnost i upotreba zelenog krova kao otvorenog prostora, poboljšanje izgleda objekta i njegove trajnosti, i uzgoj hrane [15] (Slika 6). Pored ovakvih akata i strategija, primena zelenih krovova se na lokalnu zasniva na pregovorima jer se zeleni krovovi u mnogim situacijama vide kao dodatna a ne suštinska mera. I pored ovih činjenica a kao rezultat višegodišnjeg ulaganja u dijalog, stručna savetovanja i bez subvencija, primena zelenih krovova u Londonu je na zavidnom nivou. Do usvajanja Londonskog plana 2008. samo u centralnoj zoni Londona je izvedeno preko 700 zelenih krovova, odnosno više od 175000m². Prema podacima iz 2017. godine u centralnoj zoni pod zelenim krovovima izvedeno je 290000m², odnosno 1,26m² zelenog krova po stanovniku. To je više nego u mnogim drugim gradovima na svetu koji su poznati po svojim zelenim krovovima. Ukupna površina zelenih krovova na širem području Londona prema podacima iz 2017. iznosi 1,5 miliona m² (0,17m² po stanovniku) i predstavlja oko 42% ukupne površine izvedenih

zelenih krovova u Engleskoj. Od 2016. do 2017. godine primena ekstenzivnih zelenih krovova (uključujući biosolar krovove) porasla je za 17% dok je primena intenzivnih zelenih krovova porasla za 6%. Rezultati ovog plana. pokazuju da je glavni fokus aktivnosti bio u centralnom gradskom jezgri i u nekoliko spoljašnjih londonskih okruga gde je došlo do velikih urbanih regeneracija [16]. Treba napomenuti da su ovi rezultati postignuti bez subvencija ili finansijskih podsticaja koji su bili dostupni u mnogim drugim vodećim evropskim gradovima [16].



Slika 6 - The Queen Elizabeth Hall Roof Garden (Eden Project) London – Zeleni krov od 4000m² izveden na postojećem objektu u londonskom Southbank-u pored Temze, sa travnjacima, povrtnjakom i travnatim brežuljcima za kratak vremenski period postao je novi javni park koji održavaju socijalno ugrožene grupe, učenici, komšije...

Češka – poslednjih nekoliko godina tema zelenih krovova uživa sve veću popularnost u javnosti ali i u češkim institucijama. U Nacionalnoj strategiji adaptacije iz 2015. godine zeleni krovovi su navedeni kao mera adaptacije u cilju: smanjenja kišnog oticaja, osiguranja funkcionalne i ekološke stabilnosti sistema urbanog zelenila, ublažavanja rizika koji se odnosi na temperaturu i kvalitet vazduha, doprinosu za adaptaciju na klimatske promene kao i u cilju zaštite,

poboljšanja i obnavljanja ekosistema. Prema istraživanju Asocijacije zelenih krovova Češke (češ. *Sekce Zelene strechy*; engl. *Czech Green Roof Association*) iz 2015. godine u Češkoj je u prethodnoj godini izgrađeno oko 110000m² zelenog krova [17]. Kao najznačajniji rezultat Asocijacije izdvaja se objavljivanje Standarda za projektovanje, izvođenje i održavanje zelenih krovova iz 2016. godine (engl. *The publication Green Roof Buildup – Standards for the Design, Installation and Maintenance*). Subvencije za zelene krovove su od 2017. godine uvrštene u Nacionalni subvencionirani program i iznose oko 18,50 evra po m² sa maksimalnim iznosom od 2200 eura. Da bi se dobile subvencije, u skladu sa standardima za nisko-energetske objekte, zeleni krov mora da ispuni tehničke kriterijume: debljina supstrata mora biti veća od 8cm; mora biti formiran upotrebom odgovarajućeg supstrat za određeni tip zelenog krova; vegetacioni sloj mora da se sastoji od najmanje pet održivih biljnih vrsti; podnosilac prijave je odgovoran za održavanje zelenog krova; najmanje dve trećine zelenog krova mora biti pod vegetacijom u dobrom stanju u narednih 10 godina; zeleni krov mora biti u svemu usklađen sa Standardom za projektovanje, izvođenje i održavanje zelenih krovova [17]. Sa ovakvom regulativom i sa subvencijama na nacionalnom nivou, pod zelenim krovovima u 2017. izvedeno je 195000m² odnosno 247000m² u 2018. što predstavlja porast od skoro 25% na godišnjem nivou [18] (Slika 7 i 8).



Slika 7 - Administrativni objekat, Brno – Zeleni krov sa biljkama tipičnim za mesto i pored javne namene (direktno je povezan sa terenom) koristi se i u edukativne svrhe, dok se kao tehnička voda za objekat koristi kišnica prikupljena sa zelenog krova.



Slika 8 – Poslovni objekat, Prag - Intenzivni zeleni krovovi kao peta fasada objekta projektovani su kao vrtovi kako bi korisnicima bila omogućena veza sa otvorenim prostorom.

3 ZAKLJUČAK

U gradovima kao neki od problema za njihovo funkcionisanje, a koji su rezultat klimatskih promena izdvojili su se: 1) urbana toplotna ostrva i 2) poplave usled olujnih padavina. Pojavu ovih problema kao i stvaranje nezdravog urbanog okruženja doprinelo je i smanjenje zelenih površina. Zeleni krovovi predstavljaju jednu od pasivnih mera u arhitektonskom projektovanju i urbanističkom planiranju a sve u cilju odgovora na izazove klimatskih promena, prevashodno na pomenute probleme ali i na smanjenje zagađenja vazduha i poboljšanje biodiverziteta. Funkcionalna vrednost zelenih krovova doprinosi transformaciji ravnih krovova u korisne prostore (krovne bašte/terase, urbane farme ili jednostavno korisne zelene površine).

Zakonsku regulativu i standarde za primenu zelenih krovova na nacionalnom nivou ima samo nekoliko zemalja. Primeri dobre prakse pokazuju da je povećanje primene zelenih krovova vidljivo u kratkom vremenskom periodu od donošenja regulative i subvencija. Češći su primeri da se na nivou grada donose obavezujući akti o njihovoj implementaciji na novim razvojnim lokacijama, područjima urbane regeneracije i novim objektima uz subvencije države ili grada. Značaj subvencija se najbolje ogleda na primeru Češke gde je za samo godinu dana od njihovog donošenja na državnom nivou i jasno definisanim smernicama za njihovu primenu primetan porast primene zelenih krovova od 25%. Ako se ima u vidu da je u Srbiji mali procenat izvedenih zelenih

krovova, modeli regulatornih okvira i subvencija na državnom i lokalnom nivou mogu predstavljati veliku razvojnu šansu za njihovu primenu.

LITERATURA

- [1] Crnčević Tijana, Sekulić Mirjana: Zeleni krovovi u kontekstu klimatskih promena – pregled novih iskustava. *Arhitektura i urbanizam*, **2012**, Vol. **36**, UDK: 712.4:692.415; 711.4:551.583, DOI: 10.5937/arhurb1236057C, str. 57-67.
- [2] Oberndorfer Erica et al.: Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. *BioScience*, **2007**, Vol. **57** No.10, str. 823-833.
<http://bioscience.oxfordjournals.org/>
- [3] Bevilacqua Piero, Mazzeo Domenico, Bruno Roberto, Arcuri Natale: Surface temperature analysis of an extensive green roof for the mitigation of urban heat island in southern mediterranean climate. *Energy and Buildings*, **2017**, Vol. **150**, str. 318-327. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.05.081>
- [4] Beattie D., Robert Berhage: Green roof media characteristics: The basics. Paper presented at the *Second Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference, Awards and Trade Show*; 2–4 June 2004, Portland, Oregon.
- [5] Mentens Jeroen, Raes Dirk, Hermy Martin: Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century? *Landscape and Urban Planning*, **2005**, Vol. **77**, No **33**, str. 217–226.
- [6] Francis A. Robert, Lorimer Jamie: Urban reconciliation ecology: The potential of living roofs and walls. *Journal of Environmental Management*, **2011**, Vol. **92** str.1429-1437.
- [7] Saiz Susana, Kennedy Christopher, Bass Brad, Pressnail Kim: Comparative life cycle assessment of standard and green roofs. *Environmental Science and Technology*, **2006**, Vol. **40**, DOI: 10.1021/es0517522, str: 4312–4316.
- [8] Reeve Angela, Nieberler-Walker Katharina, Desha Cheryl: Healing gardens in children's hospitals: Reflections on benefits, preferences and design from visitors' books. *Urban Forestry & Urban Greening*, **2017**, Vol. **26**, str.48-56.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.05.013>
- [9] Wan Zuriea Wan Ismail, Nor Rima Muhamad Ariff, Sabarinah Sh. Ahmad, Hikmah Kamarudin: Green Roof Maintenance towards Sustaining Neighborhood Spaces of High-Rise Residential Developments in Malaysia. *Advanced Science Letters*, **2016**, Vol. **22**, No. **5**, DOI: 10.1166/asl.2016.6660, str.1502-1508.
- [10] Vasilevska Ljiljana, Milanović Danijela, Vasilevska Magdalena: Flat roofs potentials for implementation of urban agriculture. 7th International Conference: Contemporary achievements in civil engineering 23-24. April 2019. Subotica, Serbia. *Conference Proceedings International Conference*, **2019**, UDK: 69.024:635, DOI: 10.14415/konferencijaGFS2019.088 str. 953-962.
- [11] Mougeot J.A. Luc: *Urban Agriculture: Definition, Presence and Potentials and Risks - Thematic Paper 1*. International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, Canada, **2000**.
- [12] Mougeot J.A. Luc: *Growing better cities: Urban agriculture for sustainable development*. International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, Canada, **2006**.
- [13] Rømø Dorthe, *Green Roofs Copenhagen*, The Technical and Environmental Administration in City of Copenhagen, **2012**.
- [14] *Living Roofs and Walls - Technical Report: Supporting London Plan Policy*, Greater London Authority, London, **2008**, ISBN 978 1 84781 132 5
- [15] *London Plan Chapter Five: London's Response To Climate Change - Policy 5.11 Green roofs and development site environs*
<https://www.london.gov.uk/what-we-do/planning/london-plan/current-london-plan/london-plan-chapter-five-londons-response>
- [16] *Living Roofs and Walls from policy to practice-10 years of urban greening in London and beyond*, European Federation of Green Roof and Green Wall Associations (EFB) and Livingroofs.org on behalf of the Greater London Authority, London, **2019**.
<https://livingroofs.org/czech-buildings-finance-green-roofs/> [Pristupljeno: 4.11.2019.]
- [17] <https://livingroofs.org/czech-buildings-finance-green-roofs/> [Pristupljeno: 4.11.2019.]
- [18] <https://efb-greenroof.eu/2019/09/25/cz-green-roof-market-report/> [Pristupljeno: 4.11.2019.]

IZVOR SLIKA

Slika 1: Autori

Slika 2: <https://www.inhabitat.com/wp-content/uploads/Ko-Bogen-4.jpg>

Slika 3: <https://www.greenroofs.com/projects/north-german-bank-nordlb/>

Slika 4:

[https://it.wikipedia.org/wiki/8_House#/media/File:8Tallet_Orestad_20100810_0096F_\(8367968130\).jpg](https://it.wikipedia.org/wiki/8_House#/media/File:8Tallet_Orestad_20100810_0096F_(8367968130).jpg)

Slika 5:

<https://www.loa-fonden.dk/projekter/2012/tagensbo-skole/>

Slika 6: <https://inhabitat.com/londons-queen-elizabeth-roof-garden-brings-fresh-veggies-flowers-and-a-place-to-sit-in-the-sun/>

Slika 7: <https://efb-greenroof.eu/work/extensive-green-roof-czech-republic-2/#>

Slika 8: <https://efb-greenroof.eu/work/extensive-green-roof-czech-republic3/#>