

Marija Stamenković¹
Dragan Gavrilović²

**PROJEKTOVANJE I IZGRADNJA ZELENIH KROVOVA U FUNKCIJI
ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE**

Sažetak: Tema rada je ukazivanje na značaj zelenih krovova u cilju unapređenja kvaliteta životne sredine u urbanim sredinama i njihova promocija na našim prostorima. Pored ugodnog boravka ljudi na otvorenom i lepše slike grada, zeleni krovovi imaju ulogu u prečišćavanju vazduha, zaštiti od buke, povoljnom uticaju na klimu, smanjenju i usporavanju oticanja vode od padavina, stvaranju dodatnog prostora za biljke i životinje, kao i u poboljšanju energetske efikasnosti objekata. Na osnovu analiza prednosti zelenih krovova u odnosu na konvencionalne ravne krovove, potvrđena je njihova višestruka korist kroz brojne primere iz inostranstva, iz različitih klimatskih zona. Mogućnost njihovog izvođenja u našoj zemlji predočena je pri zadatim uslovima za izgradnju na postojećim objektima. Analize ukazuju na činjenicu da se početno ulaganje u zelene krovove opravdava kratkoročno kroz ostvareni kvalitet životne sredine i dugoročno na osnovu trajnosti nove konstrukcije.

Ključne reči: zeleni krovovi, ekološki aspekti izgradnje, kvalitet životne sredine, energetska efikasnost, uslovi izgradnje.

**DESIGN AND CONSTRUCTION OF GREEN ROOFS AS A FUNCTION OF
ENVIRONMENTAL PROTECTION**

Summary: Topic of the paper is to emphasize the importance of green roofs in order to improve the quality of the environment in urban areas, as well as to promote their use in our region. In addition to the pleasant living conditions out in the open and a nicer scenery of the city, green roofs play a significant role in air purification and noise protection, have a favorable influence on the climate, reduction and retardation of rainwater runoff, creating additional space for plants and animals, and improve the efficiency of energy use in buildings. Based on analyses related to the benefits of green roofs compared to conventional flat roofs, various benefits have been confirmed through numerous examples from abroad, i. e. from different climatic zones. The possibility of their implementation in our country was conceived under the provided conditions for their construction on existing buildings. Analyses emphasize the fact that the starting investments in green roofs are justified by the realised quality of the environment in the short run and by the durability of the new construction in the long run.

Key words: green roofs, environmental aspects of construction, environmental quality, energy efficiency, conditions of the construction.

¹ Dipl. ing. arh., asistent na Fakultetu tehničkih nauka, Univerzitet u Prištini, Kosovska Mitrovica, ul. Kneza Miloša 7, 38220 Kosovska Mitrovica; e-mail: marijastamenkovic81@gmail.com

² Prof. dr Dragan Gavrilović, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Prištini, Kosovska Mitrovica, ul. Kneza Miloša 7, 38220 Kosovska Mitrovica; e-mail: gavrilovicd@ni.ac.rs

1. UVOD

Poznato je da ekstenzivni urbani razvoj nepovoljno utiče na stanje životne sredine, što se prevashodno ogleda u degradaciji i smanjenju zelenih površina, odnosno prirodnih staništa. Promene u životnoj sredini koje su rezultat antropogenih aktivnosti imaju dominantan uticaj na kvalitet života i zdravlje stanovnika. Degradacija kvaliteta životne sredine posebno je izražena u gusto izgrađenim gradskim centrima, i odražava se u zagađenju vazduha, pojavi buke, promeni mikroklimе gradova, itd. Jedan od načina za poboljšanje uslova života u urbanim sredinama je izgradnja zelenih krovova.

Zeleni krovovi kao deo omotača građevine, omogućavaju razvoj vegetacije na ravnim i kosim krovnim površinama do nagiba od 58° [14]. Mogu biti ekstenzivni, sa debljinom supstrata do 100 mm, zasađeni niskim i srednjim zelenilom, i intenzivni, sa debljinom supstrata većom od 100 mm, koji zahtevaju konstrukcije velike nosivosti za razvoj visokog zelenila i obrazovanje krovnih vrtova. Vrsta niskog zelenila koje čini završni sloj kod ekstenzivnih zelenih krovova zavisi od klimatskih uslova podneblja. Biljke se najčešće same održavaju koristeći prirodne uslove sunca, vetra i padavina [5]. Neophodna je provera stanja slojeva 2-3 puta godišnje. U slučaju intenzivnih zelenih krovova potrebno je održavanje u vidu čišćenja i zalivanja.

Prirodni uslovi za razvoj i održavanje zelenih krovova u direktnoj su vezi sa ekološkim aspektima izgradnje. Negativnosti praćene urbanim razvojem, a tiču se stanja životne sredine, mogu se ublažiti formiranjem zelenih krovnih površina koje utiču na prečišćavanje vazduha, redukciju buke, umanjenje efekta vrelih gradskih ostrva, smanjenje i usporavanje oticanja vode od padavina i stvaranje dodatnog prostora za biljke i životinje [15]. Iskorišćenjem snage sunca, kao obnovljive i neškodljive za okolinu i klimu, regenerativne energije, zeleni krovovi utiču na poboljšanje energetske efikasnosti objekata na osnovu svojih termoizolacionih karakteristika.

U poređnom analizom zelenih krovova i ravnih konvencijalnih krovova predočene su prednosti za izgradnju zelenih krovova. Potvrda na primerima izvedenih zelenih krovova iz inostranstva upućuje na činjenicu da bi bile ostvarene brojne koristi i na našim prostorima. Na osnovu toga je izvršena analiza uslova za njihovu izgradnju na postojećim objektima.

2. KORISTI ZELENIH KROVOVA

Ekološki aspekti izgradnje zelenih krovova mogu se istraživati kroz njihove prednosti u poređenju sa konvencijalnim ravnim krovovima. Redukcija buke iz spoljašnje sredine, poboljšanje kvaliteta vazduha, smanjenje i usporavanje oticanja vode od padavina i ublažavanje efekta vrelih gradskih ostrva su prednosti koje su istražene u ovom radu.

2.1. Akustički efekti zelenih krovova

Zagađenje bukom je svakodnevna pojava u urbanim sredinama koja utiče na zdravlje ljudi i razvoj prirodnog okruženja. Zelenim krovovima se zvuk iz spoljašnje sredine može redukovati na dva načina: povećanjem debljine sloja izolacije u krovnoj

konstrukciji i apsorbovanjem zvučnih talasa koji se prelamaju iznad zelenih krovova. Pozitivni efekti redukovanja buke mogu se očekivati u slučaju guste izgradnje objekata sa zelenim krovovima. Kod samostojećih, izolovanih objekata, manji je efekat redukcije buke, zato što se zvuk rasipa i neznatna jačina zvuka dopire do zelenih krovova.

U konstrukciji zelenog krova, vegetacioni sloj je visoko porozan što je karakteristika zvučnih apsorbera, i omogućava prodor talasa do sloja supstrata. Interakcija između zvučnih talasa i supstrata dovodi do smanjenja jačine zvuka koji prodire unutar objekta. Ova teorijska razmatranja su potvrđena numeričkim proračunima [12] i ukazuju na veliki potencijal zelenih krovova u redukovanju zvuka iznad njih, u poređenju sa različitim vrstama ravnih krovova.

Ekperimentalnim istraživanjem u kontrolisanim uslovima, autori Renterghem i Botteldooren [12] su ispitivali zvučne efekte ekstenzivnih zelenih krovova u Flandriji, Belgija. Sa alarmnim pištoljem kao zvučnim izvorom, na rastojanju od 2,5 – 25 m od zelenih krovova, vršili su merenja jačine zvuka. U svih pet slučajeva, debljina supstrata je bila od 30 – 180 mm. Došlo se do zaključka da manja debljina supstrata i prisustvo vegetacije povoljno utiče na redukciju zvuka za veće frekvence, dok je za niže frekvence povoljnija veća debljina supstrata. Značajno je pomenuti podatak da je za frekvence zvuka u rasponu od 400 – 1250 Hz, na rastojanju zvučnog izvora od 4,5 m, zabeležena redukcija jačine zvuka od 10 dB, što potvrđuje ulogu zelenih krovova kao zvučnih apsorbera.

2.2. Poboljšanje kvaliteta vazduha

Zelenilo u urbanim sredinama povoljno utiče na smanjenje nivoa zagađenosti vazduha, koji je zasićen ugljen-monoksidom, isparljivim organskim jedinjenjima, česticama i ostalim proizvodima sagorevanja fosilnih goriva i industrije na ljudsko zdravlje [15]. Drvoredi duž pešačkih komunikacija pospešuju kvalitet vazduha, zadržavajući i prerađujući štetna jedinjenja i proizvodeći kiseonik. Formiranje zelenih krovova imalo bi značajnu ulogu u još efikasnijem prečišćavanju vazduha, povećanjem površine pod zelenilom u gusto izgrađenim gradskim centrima.

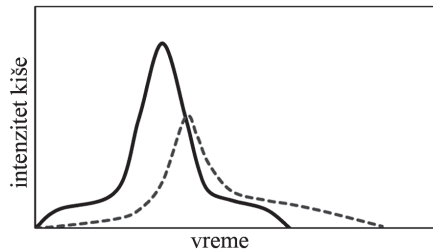
Autori Currie i Bass [3] vršili su eksperimentalna istraživanja u Torontu, Kanada. Na osnovu digitalne simulacije uticaja više jedinjenja iz vazduha na različite tipove vegetacije zelenih krovova, došli do zaključka da trava ekstenzivnih zelenih krovova u većoj meri umanjuje zagađenje vazduha u odnosu na drvaće i žbunje, dok je za intenzivne zelene krovove najpovoljnije koristiti žbunje. Povećanje površine pod zelenim krovovima za 10 – 20% u gradskim jezgrima, značajno bi uticalo na poboljšanje kvaliteta životne sredine kao i zdravlja svih građana.

Merenja zagađenosti vazduha [9] u Nišu, Srbija, pokazuju da koncentracija izduvnih gasova motornih vozila ne prelazi dozvoljene granice, sem u slučaju ugljen-monoksida (CO). Povećanje zelenih površina, što uključuje i zelene krovove, pospešilo bi umanjenje zagađenosti.

2.3. Smanjenje oticanja atmosferskih padavina

Kruženje vode je prirodan proces u kome značajnu ulogu imaju biljke. Putem transpiracije biljaka i evaporacije supstrata, deo vode od padavina se brzo vraća u ciklus

kruženja vode. Na slici 1 prikazan je primer odvođenja vode sa zelenog krova (isprekidana linija) u odnosu na određenu količinu padavine (puna linija). Može se videti odlaganje odvođenja vode, smanjenje maksimalne vrednosti i količine odvođenja kao i dugo odvođenje u manjim količinama [1].



Slika 1. Odvođenje padavina sa zelenog krova u zavisnosti od intenziteta i vremena trajanja padavine [1]

Gusto izgrađene urbane sredine imaju mogućnost povećanja površine pod vegetacijom upravo preko zelenih krovova. Grupa autora Mentens et al. [7] svojim istraživanjem potvrđuje da zeleni krovovi mogu biti sredstvo za rešavanje problema oticanja vode u urbanim sredinama. Izvršena je uporedna analiza četiri tipa krovova, za region Brisela, Belgija. Rezultati pokazuju da oticanje vode sa klasičnih ravnih prohodnih krovova dostiže vrednosti do 91%, za krovove sa šljunkom kao završnim slojem do oko 85%, dok su minimalne vrednosti za zelene krovove od 20% za ekstenzivne i 15% za intenzivne zelene krovove.

Na osnovu teorijskih istraživanja utvrđeno je da za klimatske uslove koji vladaju u regionu Brisela, formiranje ekstenzivnih zelenih krovova sa debljinom supstrata od 100 mm, koji zauzimaju 10% ukupne površine krovnih ravni, utiče na smanjenje oticanja vode od padavina za 2,7% na nivou regiona, odnosno za 54% kod pojedinačnih objekata. Iz toga sledi odgovor da zeleni krovovi mogu predstavljati uspešno sredstvo za rešavanje oticanja padavina i mogu uticati na smanjenje dimenzija kanalizacione mreže, kao i broja odvoda i slivnika.

2.4. Umanjenje efekta vrelih gradskih ostrva

Temperatura u urbanim sredinama raste sa porastom apsorbujućih površina koje zadržavaju toplotu koju prime u toku dana i emituju je u toku noći u okruženje, čime nastaju vrela gradska ostrva. Razlika u temperaturi između gradskog centra i perifernih delova grada u letnjim mesecima može biti i do 10°C, što znatno utiče na zdravlje i kvalitet života stanovnika. Zelenilo može apsorbovati i do 80% viška toplotne energije kroz vlažnost tla i vegetaciju [15]. U slučajevima gusto izgrađenih sredina, zeleni krovovi mogu biti povoljno rešenje za povećane površine pod vegetacijom. Kroz rashlađivanje i vlaženje suvog i toplog vazduha, dolazi do poboljšanja mikroklimе, a time i povoljnije i zdravije okoline za život.

Autori Takebayashi i Moriyama [11] ispitivali su karakteristike zelenog krova u odnosu na konvencionalne ravne krovove sa različitim završnim obradama. Eksperimentalna istraživanja vršena su na ravnom krovu objekta Kobe University u Japanu, koji je za te potrebe podeljen na više sekcija. U tabeli 1 prikazane su vrednosti solarne refleksije za svaki tip ispitivanog krova, iz čega se može zaključiti da je najniža vrednost za zeleni krov.

Za potpunu analizu i konačne rezultate potrebno je uzeti u obzir sve faktore iz spoljašnje sredine, koji su prema autorima ispunjeni i potvrđen je značaj zelenih krovova sa ovog aspekta izgradnje.

posmatrana površina	golo tlo (supstrat)	vegetacija	beton	visoko reflektivna siva farba	visoko reflektivna bela farba
solarna refleksija	0,17	0,15	0,37	0,36	0,74

Tabela 1. Solarna refleksija različitih završnih obrada krovnih površina [11]

3. KORIŠĆENJE SOLARNE ENERGIJE ZA POSTIZANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI

Izloženost suncu je značajna za održavanje zelenih krovova, a pritom iskorišćenje regenerativne energije pospešuje energetska efikasnost objekata. Zeleni krovovi imaju veliku ulogu u regulisanju unutrašnje temperature stabilnom, i ponašaju se kao pasivni sistemi za hlađenje vazduha leti i kao toplotni izolator zimi.

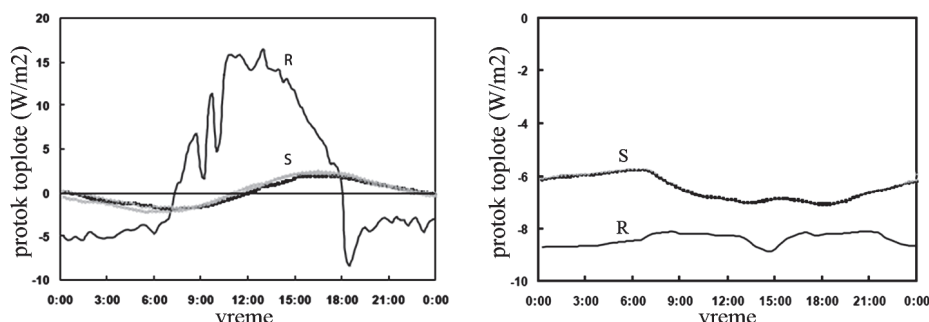
Ušteda energije objekta sa zelenim krovom za rashlađivanje unutrašnjeg vazduha leti i održavanjem temperature prijatnom zimi, zavisi od karakteristika slojeva krovne konstrukcije. U strukturi zelenog krova termoizolaciona svojstva imaju supstrat i vegetacija, i ona zavise od debljine supstrata i tipa zelenila. Na osnovu istraživanja [2], ekstenzivni zeleni krov se pokazao kao bolji termoizolator u odnosu na intenzivni koji ima veću debljinu supstrata. Nisko rastinje kao homogeni sloj ekstenzivnog zelenog krova smanjuje protok toplote leti i toplotne gubitke zimi, nasuprot kombinaciji niskog, srednjeg i visokog zelenila kod intenzivnih krovova, kod kojih se u nekim slučajevima mogu javiti i gubici.

Manja potreba za hlađenjem unutrašnjeg vazduha leti i zagrevanja u toku zime ogleđa se u pomeranju i ublažavanju ekstremnih vrednosti protoka toplote iz spoljašnje u unutrašnju sredinu leti i obrnuto u zimskom periodu, što je prikazano na slikama 2 i 3. Istraživanja koja su sprovedeli Lui i Minor [6] odnose se na uticaj krovnog sistema na protok toplote. Na objektu javne namene u Torontu, Kanada, upoređivane su karakteristike zelenog i konvencijalnog ravnog krova.

U letnjem periodu (sl. 2) toplota ulazi u objekat kroz konvencijalni krov (R) nedugo nakon izlaska sunca, oko 6h, dostižući maksimalni intenzitet od 15 W/m^2 , i u opadanju je do zalaska sunca, oko 18h, kada prelazi u toplotne gubitke u toku noći. Zeleni krov (S) redukuje protok toplote, i dobitke i gubitke, kroz krovni sistem, i granične vrednosti su manje od $2,5 \text{ W/m}^2$, uz napomenu da su toplotni gubici do podneva, od kad prelaze u toplotne dobitke, odnosno zagrevanje unutrašnjeg prostora. Dokazano je da se ušteda energije za hlađenje objekta, upotrebom zelenih krovova, kreće od 6 - 49% [10].

U zimskom periodu je posmatran slučaj sa slojem snežnog pokrivača od 25 mm, pri spoljašnjoj temperaturi od oko 0°C . Toplotni gubici se javljaju u oba slučaja u toku dana, u intenzitetu od $8 - 9 \text{ W/m}^2$ kod konvencijalnog krova i $6 - 7 \text{ W/m}^2$ kod zelenog krova (sl. 3). To ukazuje da zeleni krovovi imaju termoizolaciona svojstva uprkos činjenici da je vegetacija zamrznuta ispod sloja snežnog pokrivača, ali zato ostali slojevi krovnog sistema doprinose smanjenju toplotnih gubitaka u zimskom periodu.

Zeleni krovovi redukuju protok toplote za 70 – 90% leti i toplotne gubitke zimi za 10 – 30% na godišnjem nivou, i doprinose termoizolovanosti objekta od temperaturnih promena spoljašnjeg okruženja. To direktno utiče na postizanje energetske efikasnosti u vidu manje upotrebe sistema za hlađenje leti i za zagrevanje zimi.



Slika 2. Protok toplote kroz konvencionalni ravan krov (R) i zeleni krov (S) u toku prosečnog letnjeg dana [6]; Slika 3. Protok toplote kroz konvencionalni ravan krov (R) i zeleni krov (S) u toku prosečnog zimskog dana dana [6]

4. USLOVI ZA IZVOĐENJE ZELENIH KROVOVA NA POSTOJEĆIM OBJEKTIMA

Kako bi se iskoristile sve prednosti zelenih krovova u gusto izgrađenim urbanim sredinama, potrebno je izvršiti analizu uslova pod kojima se zeleni krovovi najpovoljnije mogu izgraditi na postojećim objektima.

Ekonomski faktor, odnosno cena koštanja izvođenja zelenog krova znatno je viša u odnosu na cenu konvencijalnog ravnog krova. Tako na primer, 1 m² ekstenzivnog zelenog krova ima cenu 10 – 20\$, intenzivnog 20 – 40\$, u odnosu na uporedni krov sa cenom 4 – 8,5\$ [14]. Navedeni podaci predstavljaju približan odnos, zato što realna cena zavisi od mnogo faktora, kao što su vrsta i tip zelenila, sastav i debljina supstrata, vrsta drenažnog sloja, vrsta materijala za ostale slojeve krovne konstrukcije itd. Visoka cena zelenih krovova u fazi izvođenja objekta opravdana je dužim vekom trajanja krovne konstrukcije, koja je zaštićena slojem supstrata i vegetacije od spoljašnjih uticaja. Procenjuje se da krovovi sa zelenim krovnim sistemom imaju dva puta duži vek trajanja od konvencijalnih ravnih krovova [13]. Najpovoljniji trenutak za izgradnju zelenih krovova na postojećim objektima je pri renoviranju objekta, jer na osnovu procena, krovni sistem ima vek trajanja 15 – 20 godina [2].

Nosivost postojeće krovne konstrukcije utiče na odabir tipa zelenog krova koji će biti izveden. Najčešće se postavljaju ekstenzivni zeleni krovovi za čije izvođenje uglavnom nije potrebno dodatno ojačanje konstrukcije, jer imaju manju težinu (72,6 – 169,4 kg/m²) u odnosu na intenzivne (290 – 967,7 kg/m²) [8]. Za ukupno opterećenje mora se uzeti u obzir težina zelenog krova zasićenog vodom od padavina.

Položaj objekta u odnosu na druge objekte u okruženju, kao i orijentacija, utiču na izbor vrste vegetacije. Getter et al. [4] razmatraju formiranje zelenih krovova na objektima koji su zaklonjeni susednim građevinama, kao i nepovoljnu orijentaciju krovova za razvoj vegetacije, time što istražuju različite vrste zelenila koje mogu da opstanu u takvim uslovima.

Na osnovu ispunjenih uslova za izvođenje zelenih krovova na izgrađenim objektima, mogu se formirati i čitavi blokovi zgrada sa vegetacionim slojem na vrhu. Takav slučaj je grad Čikago, SAD, u kome je 24000 ha ravnih krovnih površina ozelenjeno u cilju poboljšanja kvaliteta životne sredine u gusto izgrađenom urbanom tkivu [16].



Slika 4. Ozelenjene krovne površine u Čikagu, SAD [16]

5. ZAKLJUČAK

Narušavanje prirodnog okruženja i degradacija kvaliteta životne sredine u urbanim centrima, može se umanjiti izgradnjom zelenih krovova. Povećanjem površine pod zelenilom osvaruju se brojne prednosti, od kojih su neke izložene u radu, i tiču se ekoloških aspekata izgradnje.

Značaj zelenog krova kao zvučnog apsorbera pokazana je činjenicom da ekstenzivni zeleni krov može da redukuje jačinu zvuka i do 10 dB. Trava ili žbunje, kao vegetacioni sloj zelenih krovova bolje utiče na smanjenje zagađenja vazduha u odnosu na visoko zelenilo, potvrđeno je istraživanjima. Intenzivni zeleni krovovi u većoj meri zadržavaju vodu od padavina i samo oko 15% otiče sa površine krova. Ne sme se ni zanemariti efikasnost ekstenzivnih krovova sa kojih otiče najmanje 20% vode, pri debljini supstrata od 100 mm. Na taj način, voda zadržana na površini krova vraća se u proces kruženja vode u prirodi. Zadržavanje toplote, i do 90%, u letnjem periodu, utiče na smanjenje temperature u urbanim sredinama i efekta vrelih gradskih ostrva. Slojevi zelenih krovnih sistema redukuju protok toplote u unutrašnjost objekta, čime se smanjuje potreba za hlađenjem, i na taj način se postiže energetska efikasnost objekata.

Kratak pregled ekoloških aspekata izgradnje, sa razmatranjima o prednostima zelenih krovova u odnosu na konvencionalne ravne krovove, može uticati na njihovu primenu na našim prostorima. Iako je svaki slučaj istraživanja poseban, na osnovu njih se mogu predvideti rezultati, izvođenjem simulacija klimatskih uslova za određeno podneblje. Ovaj rad predstavlja svojevrsnu promociju zelenih krovova za našu zemlju.

6. LITERATURA

1. Berndtsson J. C: Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: A review, *Ecological Engineering*, br. 36, 2010, str. 351-360.
2. Castleton H. F, Stovin V, Beck S. B. M, Davison J. B: Green roofs: building energy saving and the potential for retrofit. *Energy and Buildings* br. 42, 2010, str. 1582-1591.
3. Currie B. A, Bass B: Estimates of air pollution mitigation with green plants and green roofs using the UFORE model, *Urban Ecosystem*, br. 11, 2008, str. 409-422.
4. Getter K. L, Bradley Rowe D, Cregg B. M: Solar radiation intensity influences extensive green roof plant communities, *Urban Forestry & Urban Greening*, tom 8, br. 4, 2009, str. 269-281.
5. Liptan T, Strecker E: *EcoRoofs (Greeroofs) – A more Sustainable Infrastructure*, Portland Oregon, USA: Bureau of Environmental Services, 2003.
6. Lui K, Minor J: Performance Evaluation of an Extensive Green Roof. *Greening Rooftops for Sustainable Communities*, Vašington, SAD, Maj 2005, str. 1-11.
7. Mentens J, Raes D, Hermy M: Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century?, *Landscape and Urban Planning*, br. 77, 2006, str. 217-226.
8. Peck S. W, Callaghan C, Kuhn M. E, Bass B: *Greenbacks from green roofs: Forging a new industry in Canada*, Canada Mortgage and Housing Corporation, Ottawa, Canada, 1999.
9. Petrović M, Trajković S: Air pollution as the cause of urban stress. A case study: Bulevar Nemanica, Niš, Serbia, *Facta Universitatis*, tom 8, br. 4, 2010, str. 403-412.
10. Santamouris M, Pavlou C, Doukas P, Mihalakakou G, Synnefa A, Hatzibiros A, Patargias P: Investigating and analysis the energy and environmental performance of an experimental green roof system installed in a nursery school building in Athens, Greece, *Energy*, br. 32, 2007, str. 1781-1788.
11. Takebayashi H, Moriyama M: Surface heat budget on green roof and high reflection roof for mitigation of urban heat island, *Building and Environment*, br. 42, 2007, 2971-2979.
12. Van Renterghem T, Botteldooren D: In-situ measurements of sound propagating over extensive green roofs, *Building and Environment*, br. 46, 2011, str. 729-738.
13. Van Wyk L: *Green Roofs*, *The Green Building Handbook*, 2010, dostupno na sajtu: http://researchspace.csir.co.za/dspace/bitstream/10204/4458/1/Van%20Wyk1_2010.pdf (preuzeto sa sajta oktobra 2011.).
14. Živanović M: Why green and how roofs in urban areas can be planted, Portal of onstruction industry, Serbia, 2009. dostupno na sajtu: http://www.gradjevinarstvo.rs/TekstDetaljiURL/Zeleni_krovovi_-_za%C5%A1to_i_kako_ozeleneti_krovove_u_urbanim_sredinama.aspx?ban=820&tekstid=739 (preuzeto sa sajta decembra 2011.).
15. Šešilja D, Milanković T: Green roofs as method of ecoremediation of urban ecosystems, međunarodna konferencija - International conference Degraded Areas & Ecoremediation, maj 2010, Beograd, Srbija, str. 415-425.
16. Step 49: Green Roof in Chicago, članak dostupan na sajtu: <http://1000greensteps.org/2010/08/11/step-49-green-roof-in-chicago/> (preuzeto sa sajta marta 2012.).