

ЗЕЛЕНИ КРОВОВИ У КОНТЕКСТУ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА - ПРЕГЛЕД НОВИХ ИСКУСТАВА¹

Тијана Црнчевић*, Мирјана Секулић**

рад примљен: новембра 2012, рад прихваћен: децембра 2012.

Апстракт

Зелени кровови у урбаним срединама последњих година све више добијају на значају, посебно у контексту климатских промена. Поред тога што доприносе повећању укупне површине под вегетацијом, зелени кровови повољно утичу на квалитет и квантитет атмосферских вода, умањују ефекат урбаних топлотних острва (УТО), умањују укупну потрошњу енергије за хлађење и грејање објеката и др. Када се узме у обзир чињеница да се изградња зелених кровова све више примењује као једна од мера за обезбеђивање услова за адаптацију урбаних средина на климатске промене, основни циљ рада јесте да прикаже савремене тенденције развоја зелених кровова. Поред осврта на историјски контекст, прегледа постојећих оквира, у смислу политика и програма који заступају озелењавање кровова као стратешки приоритет у борби против климатских промена и поред увида у доступне резултате истраживања перформанси зелених кровова у односу на испитиване параметре, посебан осврт дат је на стање у Републици Србији. Сходно томе, један од закључака рада указује на неопходност обезбеђивања услова за промоцију развоја зелених кровова, не само као планске мере већ и пасивне технике хлађења. С тим у вези, препоруке рада су иновирање предлога *Нацрта Закона о заштити и унапређењу зелених површина у складу са новим тенденцијама*, уз уважавање климатских промена и улоге зелене инфраструктуре, успостављање законских и планских оквира у просторном и урбанистичком планирању који би подржали развој зелених кровова као и промовисање истраживања која би квантификовала остале позитивне утицаје које остварује зелени кров.

Кључне речи: зелени кровови, климатске промене, зелена инфраструктура

Abstract

In the recent years, green roofs have become increasingly important, especially within the context of climate change.

Besides the fact that are contributing to the increasing of the total urban surface under vegetation, green roofs are having beneficial effects on the quality and quantity of storm water, on reducing the effect of the urban heat island (UHI), the consumption of the energy for cooling and heating etc.

Taking into account the fact that the development of green roofs have being increasingly used as measure within adaptation strategy to climate change, the main aim of the paper is to present an overview of the contemporary tendencies within green roofs development. The paper provides an insight within historical context, existing framework in terms of policies and programs which are promoting green roofs development and as well researches covering the performances of the green roofs. Special attention is also given to the situation in the Republic of Serbia. Consequently, one of the conclusions of the paper stress out the necessity to provide the conditions for promotion of the green roof development, not only as a measure but also as a passive cooling technique. In that sense, the recommendations of the paper are promoting the revision of the Draft Law on the protection and promotion of the green spaces, taking into account climate change and the role of the green infrastructure, developing of the legal and planning frameworks within spatial and urban planning which will promote the green roofs development as well the promotion of the research which will quantified other positive effects of the green roofs.

Key words: green roofs, climate change, green infrastructure

* др Тијана Црнчевић, д.и.п.а., научни сарадник, ИАУС, Београд, e-mail: tijana@iaus.ac.rs

** Мирјана Секулић, д.и.п.а. - мастер, асистент докторанд, ФТН, Департаман за архитектуру и урбанизим, Нови Сад, e-mail: sekulic.mirjana55@gmail.com

¹ Овај рад настао је као резултат истраживања у оквиру научног пројекта *Просторни, еколошки, енергетски и друштвени аспекти развоја насеља и климатске промене – међусобни утицаји*, финансираног од стране Министарства просвете и науке Републике Србије у периоду од 2011. до краја 2014. године.

1. Увод

Веgetација, односно зелена инфраструктура у урбаним просторима, последњих година све више добија на значају, не само услед негативних последица урбанизације као што су, између осталих, загађење ваздуха, земљишта, воде, повишен ниво буке, већ и услед појава као што су „урбана топлотна острва”² и свакако, посебно актуелне, климатске промене. Као значајан фактор климе, вегетација у урбаним просторима остварује низ позитивних ефеката као што су: повећање влажности ваздуха, заштита од прашине, чађи и дима, регулација руже ветрова као и садржаја воде у водотоцима, затим позитиван утицај на људски организам, док се посебно последњих година све више уважава адаптациона улога у односу на климатске промене (Колић, 1995, Црнчевић, 2005, Цвејић и др., 2011).

Сам појам зелена инфраструктура обухвата зелене површине (пејзажне структуре) урбаног простора различитог власништва (јавне и приватне) и типова (парк, сквер, дрворед...), а услед климатских промена, све више се уважава мултифункционалност коју оне обезбеђују. Сходно томе, данас преовлађују, како је истакнуто, дефиниције зелене инфраструктуре које користе „концепт мултифункционалности природних ресурса, усвајају холистички начин размишљања стављајући фокус на физичке интеракције између различитих типова зелених површина” (Цвејић и др., 2011). У контексту климатских промена издваја се следећа дефиниција: „Зелена инфраструктура је заштита, обнова или формирање објеката који користе природне процесе за рециклирање кишних вода, конзервацију енергије и пречишћавање ваздуха, на начин који подстиче повезивање, подржава развој, који је економски одржив и одржив са становишта животне средине” (Hamin & Gurran, 2009).

Када се узме у обзир чињеница да кровне површине заузимају 20-25% укупних површина урбаних простора (Zinzi & Agnoli, 2011) у централним деловима града, зелени кровови услед својих позитивних утицаја све више постају саставни део урбаних простора и зелене инфраструктуре као једна од све значајнијих „пасивних техника” за регулисање потреба за хлађењем и грејањем објеката³. *Зелени кров* или *вегетациони кровни систем* је уопштени израз који се користи, неформално, када се говори о свим типовима кровног зеленила. Подразумева се отворени простор који је прекривен биљним материјалом и супстратом који егзистира на крову грађевине или на било којој коти објекта, а биљке су посађене тако да се не саде директно у терен, већ преко завршне конструкције објекта. Зелени кровови представљају завршну, кровну, површину на чијем већем делу је омогућен раст вегетације у супстрату, са циљем прикупљања воде и енергије, поред осталог. Конструкција

се састоји од хидроизолационе мембране, дренажног слоја, сепарацијског или филтер слоја, органске средине за раст биљака (супстрат или земља) и вегетације (www.toronto.ca/greenroofs & www.greenroofs.org). Разликујемо екстензивне и интензивне зелене кровове. Екстензивни су лакши за изградњу и захтевају мање неге од интензивних. Њихова дебљина је 5-20 cm због чега представљају мање оптерећење за кровну конструкцију. Интензивни кровни вртови подсећају на традиционалне вртове, дубина супстрата је већа од 20 cm, захтевају негу и скупљи су за изградњу од екстензивних. Дебљи супстрат, стазе и опрема више оптерећују кровну конструкцију и представљају изазов, како за пројектовање тако и за изградњу и одржавање.

Будући да зелени кровови последњих година све више добијају на значају и да су све присутнији у зеленој инфраструктури, основни циљ рада јесте да прикаже савремене тенденције развоја зелених кровова у контексту климатских промена и пружи увид у стање изградње у Републици Србији.

2. Осврт на развој зелених кровова кроз историју

Зелени кровови не представљају нови концепт, присутни су кроз историју од египатских кровних вртова, преко вртова из Ниниве (познатији под називом „вавилонски висећи вртови”),⁴ античких, средњовековних, ренесанских до модерних вртова. Стари Грци уврстили су кровни врт (тачније „висећи врт”) у једно од седам светских чуда. Захваљујући њиховој доследној склоности ка класификацијама, обезбедили су „бесмртност” кровном врту. Историја зелених кровова, још од антике па до данашњих дана, резултат је техничког решења крова као грађевинске површине. Подстицаји за настанак зеленог крова – врта су: сан о моћи над непријатељима, а и пријатељима, богатство, али и сиромаштво, затим, функционалност и употреба. Зелени кровови имају техничко-историјску, војно-историјску, народну као и националну, а самим тим и културно-историјску димензију, која је све до данас очигледно правилно вреднована само у антици (Rudolf, 2002).

Кровни вртови древних цивилизација и антике, што износи 70% од укупног времена праћења појаве и развоја кровних вртова, представљали су једину могућност да се биљке гаје у близини кућа на равном крову или тераси. Кровни вртови имали су архитектонски карактер и одлике правилног геометријског врта. Коришћени су локални материјали за хидроизолацију као опека, глина, оловне плоче, а у Месопотамији и асфалт (Плиније Старији, 2011, стр. 253). Сакупљање кишнице није задовољавало потребе биљака у релативно топлом подручју и било је неопходно наводњавање. То је био подстицај за развој разних хидротехничких система као што су нпр.: пуж, водени ланац, аквадукт, пумпе за воду, архимедов шраф, шедуф и

² Урбана топлотна острва (УТО) подразумевају појаву повећаних површинских температура у урбаним срединама у односу на непосредну околину, односно на просторе ван урбаног ткива (Solecki et al., 2005).

³ Ту свакако треба нагласити да, поред зелених кровова, разликујемо и „хладне кровове” који представљају кровне системе са високим степеном рефлексије топлотне, соларне енергије а са циљем смањења акумулације прегрејаног ваздуха у граду. То може бити премаз који се наноси на постојећи кров или нова хидроизолациона мембрана. (www.coolroofs.org/HomeandBuildingOwnersInfo.html).

⁴ Лоцирањем Висећих вртова у Ниниви, на реци Тигар, које је сазидао владар Сеначериб, 704-681 год. п.н.е. (Sennacherib), Саргонов син, професор на Оксфорду Стефани Далиј решила је још једну археолошку и културолошку загонетку (Dalley, 1993, pp. 1-13)

др. Кровни вртови били су обogaћивани кавезима за птице, базенима, перголама и другим облицима мобилијара. Коришћене су локалне биљке којима су давана посебна симболична значења.

Вековима су у северним земљама, попут Скандинавије, Ирске, Гренланда и Канаде, као заштита од екстремне хладноће, коришћени и зелени кровови. Слично томе су и поједина староседелачка племена Танзаније (Werthmann, 2007:23), како би се заштитила од јаке топлоте, користила покривач од тла и биљака. На европском тлу, земљани кровови са травом били су ти који су имали улогу изолатора објеката. Винарије (Osmundson, 1999) и пивнице су управо због потребе смањења екстремних температура, такође биле заштићене слојевима земље и вегетације, као и неки други објекти специјалне намене (објекти војне архитектуре за заштиту барута, као и много касније, армирано-бетонски капонири за заштиту авиона). У каснијим периодима доминира естетски подстицај, а почетком 21. века развој и значај зелених кровова сагледавамо у контексту измењених услова животне средине и све израженијих утицаја климатских промена.

3. Зелени кровови и климатске промене

Све видљивији и учесталији утицаји климатских промена у смислу суша, поплава и температурних екстрема успостављају обавезу и неопходност активнијег приступа и прилагођавања планске и законске основе са циљем унапређења не само праксе планирања него и имплементације. Како је и истакнуто, предвиђене климатске промене могле би донети мноштво драматичних последица, укључујући недостатак пијаће воде, смањење пољопривредне производње, појаве епидемија, миграције становништва у потрази за водом и храном, конфликте око ограничених природних ресурса, итд. (Николић, 2010). Данас преко 50% светске популације живи у урбаним срединама, а предвиђања су да ће 2040. год. преко 70% од укупног чинити становништво урбаних простора (UN, 2009). Уважавајући овакву тенденцију раста, идентификоване последице климатских промена у урбаним срединама као што су: ризик од поплава услед повећаног интензитета падавина, честа појава клизишта и слегање терена, утицај на

здравље становништва, повећана потрошња енергије како за хлађење тако и за грејање као и штете од олуја, интензивних ветрова и осталих временских услова на постојеће објекте и инфраструктуру подразумевају и неопходност предузимања одговарајућих мера и активности на свим нивоима одлучивања (Dawson, 2007). Сходно томе и улога зелене инфраструктуре, односно ефекти које остварује, како је и наглашено, јесте од великог значаја у смислу обезбеђивања услова за прилагођавање климатским променама док је за умањење утицаја она мањег, ограниченог значаја.

Политика Европске уније (ЕУ) даје посебан значај отвореним просторима са становишта унапређења квалитета животне средине у смислу подршке у документима као што су *Sixth Environment Action Programme, Thematic Strategy on Urban Environment, European Landscape Convention, Leipzig Charter, Aalborg Charter of European Cities and Towns Towards Sustainability* (Hudekova, 2011). Међутим, како је и истакнуто, са циљем да се обезбеди успех политика које заступају примену зелене инфраструктуре у борби против климатских промена, регулатива, како међународна тако и регионална и локална, остварује само одређени значај у смислу обезбеђивања могућности за успостављање мера адаптација на локалном нивоу. Један од круцијалних утицаја има сарадња свих учесника, где аутономност локалне власти остварује значајну улогу у обезбеђивању успеха ових политика (Kazmierczak & Carter, 2010).

3.1. Преглед савремених политика, програма и пројеката

Савремени развој зелених кровова који све више постају незаобилазна категорија зелене инфраструктуре урбаних простора карактеришу све заступљеније иницијативе локалног карактера, односно *bottom-up* приступ. У том смислу је и Европска комисија 2009. год. покренула иницијативу за успостављање Савеза градоначелника (*Covenant of Mayors*) како би пружила подршку активностима локалних власти. Основна одлика свих ових иницијатива јесте препознавање позитивних утицаја зелених кровова у контексту утицаја климатских промена (Табела 1).

Табела 1.
Преглед
позитивних утицаја
зелених кровова
(према: Kazmierczak
& Carter, 2010,
Црнчевић, 2006,
Wong et al., 2003)

- Утичу на квалитет и квантитет атмосферских вода - 60% годишњих падавина се апсорбује од стране зеленог крова и враћа у атмосферу путем евапотранспирације⁵.
- Умањују ефекат топлотних острва.
- Утичу на побољшање квалитета ваздуха.
- Унапређују биодиверзитет урбаних средина.
- Редукују градску буку.
- Спречавају деградацију кровне мембране и више него дупло продужавају јој век трајања.
- Умањују укупну потрошњу енергије за грејање и хлађење.
- Доприносе естетским и амбијенталним вредностима урбаних средина.
- Обезбеђују заштиту од ултравиолетног зрачења - од укупног сунчевог зрачења 27% се рефлектује, 60% се апсорбује од стране биљака и земљишта, а 13% се трансмитује у земљиште.
- Повећавају укупну површину под вегетацијом у урбаним просторима.

⁵ Евапотранспирација представља комбиновани процес губитка воде из земље (испаривање) и биљака (транспирација). Евапотранспирација или флуks латентне (проток скривене) топлоте, изражава се у W/m², користи енергију из околине да испари воду и на тај начин снижава температуру површине биљака и крова. Евапотранспирација омогућава да зелени кров смањи ефекат УТО, снижавањем температуре крова.

Као што се може видети, зелени кровови остварују не само квалитативан већ и квантитативан допринос који је, дугорочно посматрано, и економски одржив - исплатив. Иако се, како је указано, инвеститори не одлучују лако за зелене кровове, пре свега услед високих иницијалних трошкова⁴ који могу бити и већи неколико пута, у Немачкој индустрија зелених кровова показује раст за око 19% у периоду између 2008. и 2011. год., а што је према проценама ФББ (FBB - *Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V.*) између 8 и 10 милиона m² зелених кровова који се инсталирају годишње, а то је доста добар тренд за тржиште које је оформљено пре скоро 20 година. У прилог томе је и податак асоцијације Зелени кровови за здраве градове (*Green Roofs for Healthy Cities - GRHC*) који показује повећање од 115% (у m² покривености) током последњих година, а што указује на „еру троструке цифре раста“ (<http://www.greenroofs.com/blog/2012/08>).

У наставку рада дат је преглед изабраних примера⁶, данас локалних политика и стратегија које заступају примену зелених кровова. У основи, издвојени примери имају за циљ уштеду енергије, стварање бољих микроклиматских услова са циљем адаптације на климатске промене, заштиту биодиверзитета и свакако повећање укупне површине зелених простора.

Базел (Швајцарска)⁷

Основа иницијативе за подизање зелених кровова у граду Базелу (Basel) су програми за уштеду енергије и заштиту биодиверзитета (Сл. 1). Примена регулативе у области изградње, која успоставља обавезу примене вегетације на крововима, уз финансијску подршку од 2002. год., остварила

је значајне резулте. Базел је формирао бројне кровне површине под вегетацијом због чега се данас сматра једним од градова који има највећу површину зелених кровова.

Феанца (Италија)⁸

За програм *Био-суседство (bio-neighbourhood)* град Феанца (Feanza) у Италији добио је национална и међународна признања као што је, између осталих, *Европска награда за урбано и регионално планирање 2009. године (European Prize for Urban and Regional Planning, Challenges 2009)*. Основни циљеви овог програма јесу, пре свега, уштеда енергије, промоција естетских квалитета суседства као и стварање бољих микроклиматских услова за адаптацију уз уважавање климатских промена (Сл. 2).

Данас је програм *Био-суседство* саставни део градске регулативе која дозвољава инвеститорима да повећају укупну површину зграда када испуњавају одређене стандарде у смислу зеленог крова, вертикалног зеленила, система за задржавање воде као и формирања континуалних зелених простора. Сваки случај се разматра посебно, а од инвеститора се захтева да поштује формулисани сет критеријума који обухватају, између осталог, просторну оријентацију зграде (зграде би требало да имају велике прозоре окренуте југоистоку и западу), промовишу употребу природних и еколошки прихватљивих материјала, природну вентилацију, употребу система за грејање које одликују ниско-енергетске и ниско-емисионе карактеристике, употребу кишнице за заливање, док пејзажне структуре треба да буду постављене тако да обезбеђују засену и хлађење као и заштиту од буке и ветра што подразумева, сходно томе, и одабир одговарајућих врста.



Сл. 1.
Екстензивни кровни врт са фотонапонским модулима, Базел
Fig. 1.
Extensive roof garden with photovoltaic modules, Basel



Сл. 2.
Интензивни кровни врт на крову пословног објекта, Феанца
Fig. 2.
Intensive roof garden on the roof of the office building, Feanza

⁶ Приликом избора студија случаја основни критеријуми су: да су изабрани примери активни, у смислу да су саставни део локалне политике и да пружају добар модел који може бити применљив и у другим условима и околностима.

⁷ Према: Kazmierczak & Carter, 2010.

⁸ Према: Kazmierczak & Carter, 2010.

Токио (Јапан)

У Токију је УТО ефекат забележен још 1939. год., а резултат вишедеценијског урбаног развоја јесте само 14% зелених површина. Оваква ситуација је и условила промену политике животне средине успостављањем обавезе да приватне зграде са површином већом од 1.000 m² и јавни објекти са више од 250 m² озелене 20% површине крова. (Сл. 3) У противном, носе годишњи порез од 2.000 долара (Mikami, 2005).

У првој години примене ове регулативе укупна површина зелених кровова се скоро удвостручила - од 52.428 m² у 2001. год., на преко 104.412 m² до краја 2001. године. Поред тога, и План озелењавања Токија предвидео је 1.200 ha кровног зеленила као део напора да се зелене површине града повећају 10% - 35%. Са циљем промоције успостављене политике, градска влада је као угледни пример подигла зелени кров на општинској згради Токија (Токуо Council Building), као и на другим објектима.

Позитивни резултати локалне политике утицали су на то да се спроведе и ревизија националне. Тако је 2003. год. Министарство земљишта, инфраструктуре и транспорта Јапана усвојило регулативу о очувању животне средине (ступила на снагу 2005. год.) успостављајући обавезу да сви нови објекти, као што су вишепородичне куће и пословне зграде у урбаним подручјима, озелене 20% својих кровова⁹.

Копенхаген (Данска)

Са циљем остваривања визије да Копенхаген (Copenhagen) постане неутралан град по питању емисија угљен-диоксида до 2025. године¹⁰, упостављена је обавеза да сви нови равни кровови са нагибом мањим од 30 степени на вишеспратним зградама, приватним и јавним објектима буду озелењени



Сл. 3.
Roppongi брда поседују јединствених 26% земљишта прекривеног вегетацијом, Токио

Fig. 3.
Roppongi Hills has an unprecedented 26% of its land area planted with vegetation, Tokyo

(Сл. 4). У случају санације, власник објекта добија одређену финансијску помоћ од градске управе како би подигао зелени кров. Успостављени су и критеријуми за обезбеђивање квалитета, у смислу да би зелени кровови требало да испуњавају минимум два од наведених захтева: апсорпцију 50-80% падавина, обезбеђивање ефекта хлађења и изолације зграде и смањење рефлексије, умањење УТО ефекта, да остваре допринос у визуелном и естетском смислу, обезбеде удвостручено трајање крова заштитом од УВ зрачења, итд. Предвиђено је да нова политика изградње обезбеди 5.000 m² кровног зеленила годишње, а што зависи и од економских фактора.

Уважавајући чињеницу да зелени кровови подижу цену изградње кровне конструкције за 600 данских круна по квадратном метру, или више, зависно од врста биљака (ова вредност повећана је у вишеспратним објектима 0.5% по квадратном метру) неке градске општине пружају директну финансијску подршку у виду субвенција за пројекте зелених кровова, које варирају од 10 до 20 евра по квадратном метру. Остале заједнице плаћају фиксну суму за цео зелени кров, а она варира између 25% и 100% трошкова за инсталације и материјал. Током 2010. год. одобрено је 28 милиона за спровођење плана, као и 62.5 милиона у периоду између 2011-2013. год., што чини укупну суму од 90.5 милиона данских круна¹¹.

Чикаго и Портланд (Сједињене Америчке Државе – САД)¹²

Са преко 90.000 m² Чикаго се данас сматра једним од водећих градова Северне Америке у заступљености зелених кровова. Оваквој политици претходило је истраживање које је указало да су овакви кровни системи ефикасни у контроли



Сл. 4.
Зелени кров од седума на аеродрому у Копенхагену
Fig. 4.
Sedum green roof at airport, Copenhagen

⁹ http://etd.lib.umd.edu/theses/available/etd-06162011-120644/unrestricted/Hodges_Matthew_Professional_Paper_Final.pdf.

¹⁰ http://www.igra-orld.com/links_and_downloads/images_dynamic/IGRA_Green_Roof_News_2_2010.pdf

¹¹ <http://www.kk.dk/sitecore/content/Subsites/CityOfCopenhagen/SubsiteFrontpage/LivingInCopenhagen/ClimateAndEnvironments.aspx>

¹² <http://www.asla.org/2011awards/080.html>

Сл. 5.

Градска кућа, Чикаго

Fig. 5.

City Hall, Chicago



Сл. 6.

Миленијум парк кровни врт на 99.000m², Чикаго

Fig. 6.

Millennium Park roof garden on 99.000m², Chicago



Сл. 7.

Зелени кровови Бедингтона, Лондон

Fig. 7.

Green roof Beddington, London



Сл. 8.

Зелени кров Градске куће у Торонту

Fig. 8.

City Hall's green roof, Toronto



Сл. 9.

Интинзивни зелени кров на

Универзитетској болници у Базелу

Fig. 9.

Intensive green roof at the University Hospital, Basel

управљања атмосферским водама и хлађењу тестираних структура због чега је и дата препорука за њихово коришћење као мере за умањење УТО ефекта, отицања атмосферских падавина и побољшања квалитета ваздуха у граду. *Програм подршке развоју зелених кровова (Green Roof Grants Program)* успостављен је 2005. год. и омогућио је подизање више од 20 зелених кровова. Програм је следеће године напредовао, у смислу да је проширен, нудећи материјалну подршку до 5.000 америчких долара резиденцијалним и малим комерцијалним објектима од којих је 40 добило подршку те године. Иако данас овај програм не обезбеђује материјалну подршку већ нуди подстицаје у смислу убрзања процедуре добијања грађевинских дозвола и „бонусе густине“, као и низ информација и асистенцију за подизање зелених кровова, и даље има одговарајуће резултате. Тако, према резултатима

истраживања, град Чикаго и даље је један од водећих метрополитских региона са највише подигнутих зелених кровова. (Сл. 5 и 6)

Као и град Чикаго, тако је и град Портланд у САД-у последњих година посебну пажњу посветио политици развоја зелених кровова уз знатну финансијску подршку. У току 2011. год. *Еко-кров подстицајни програм* обезбедио је 5 америчких долара по m² подигнутог зеленог крова. Поред тога, власницима зграда где је предвиђено подизање зеленог крова дата је могућност повећања површине спрата од 1 до 3 m² за сваки m² крова и посебан бонус, односно умањење општинских такси за атмосферске воде до 35%¹³. Такође, овај Програм обезбеђује многобројне информације, савете као и Приручник за пројектовање зелених кровова уз обезбеђивање континуалног праћења и информисања.

¹³ <http://www.portlandonline.com/bes/index.cfm?c=44422>

Бедигтон и Лондон (Велика Британија)¹⁴

Од 2000. год. британска влада почела је са имплементацијом стратегија „урбане ренесансе“ како би оживела градове. *Развој Бедигтона – нула емисија (Beddington Zero-Emission Development)* представља јединствени експеримент у дизајнирању стамбених кућа које испуњавају циљеве националне политике одрживог урбаног развоја. (Сл. 7) Зграде су направљене од локалних материјала, са косим „крвним вртovima“ станова на другом спрату и хоризонталним зеленим крововима. Од вегетације доминирају перене – седуми – које имају функцију да смањују отицај површинске воде и обезбеђују „зелени“ простор станарима.

Лондон је такође, још 2008. год., своје стратешко опредељење успоставио у оквиру циљева Плана умањење емисија гасова стаклене баште и утицаја климатских промена, као и заштиту отворених, односно зелених простора. Према *Стратегији градоначелника за адаптацију на климатске промене (Mayor's Climate Change Adaptation Strategy)* успостављена је обавеза подизања 100.000 m² зелених кровова за све главне нове пројекте у оквиру Зоне централних активности Лондона. Поред тога, и Савет грађевинара Велике Британије успоставио је обавезу подизања зелених кровова, са циљем стварања пријатнијих урбаних простора и адаптације на климатске промене, као једну од мера како би повећао биодиверзитет Лондона. Такође, за примену зелених кровова залаже се Агенција за заштиту животне средине тако да ова мера, може се рећи, има пуну подршку у урбаном развоју Лондона.

Торонто (Канада)¹⁵

Усвојен од стране Градског већа Торонта 2009. год., *Подстицајни програм* је кључни елемент у борби против климатских промена у оквиру *Акционог плана*, чијом имплементацијом би се, како је предвиђено, до 2050. год. ефекат стаклене баште у Торонту смањило и до 80%. Такође, у току 2009. год., Торонто је постао први град у Северној Америци који је усвојио подзаконски акт којим се успоставља обавеза и регулише изградња зелених кровова. Правилник обухвата подизање зелених кровова на новим објектима комерцијалне, административне и стамбене намене, минималне бруто површине од 2.000 m², док су стамбене зграде са мање од 6 спратова или 20 m висине изузете. (Сл. 8) Критеријуми *Подстицајног програма* у складу су са *Правилником о зеленим крововима* и *Еколошким стандардима Торонта*. Овај Програм осмишљен је да промовише и унапреди коришћење зелених и хладних кровова како на постојећим, тако и на новим објектима, и помогне пословној заједници Торонта.

Како би конкурисали за *Подстицајни програм* еко-кровова, планирани зелени кровови морају испуњавати следеће критеријуме: континуална покривеност крова површином за раст биљака мора бити такве величине да је већа од половине основе објекта, а кров мора да буде пројектован и изграђен у складу са *Стандардом изградње зелених кровова Торонта*, односно Правилником.

Одобреном пројекту обезбеђена је финансијска помоћ од 50 америчких долара по m², до максималних 100.000 америчких долара. Програм подржава све постојеће комерцијалне, индустријске и административне објекте на територији града Торонта, све нове индустријске објекте са зеленим крововима површине веће од 2.000 m², као и све нове комерцијалне и административне објекте са зеленим крововима површине мање од 2.000 m². Приликом селекције, приоритет имају објекти који се налазе у оним деловима града у којима је изражен УТО ефекат и где управљање атмосферским водама представља посебан проблем.

Као што се из приложеног може видети, сви напред издвојени примери су, поред тога што су повећали укупну површину зелених простора и самим тим утицали на побољшање услова предметне животне средине, остварили и значајан утицај у смислу обезбеђивања услова за адаптацију урбаних средина на климатске промене. Посебно се може издвојити пример Токија чија је политика развоја остварила утицај и на националну политику, тако да је подизање зеленог крова сада препознато као мера и законска обавеза урбаног развоја. Програми и иницијативе који су прерасли у локалне политике развоја (Феанза, Базел – Сл. 9) указују да изналажење одговарајућег модалитета захтева значајан напор локалних власти као и одређена материјална средства, не само за успостављање услова за програм или политику, већ и за адекватно анимирање инвеститора у смислу финансијских субвенција, одређених олакшица или бонуса. Адекватна имплементација политика, и самим тим остваривање жељеног утицаја зеленог крова, остварују се поштовањем одређених стандарда и критеријума, у чему се може издвојити Торонто као град који данашњи развој зелених кровова регулише уз помоћ *Правилника за изградњу*.

3.2. Осврт на истраживања перформанси зелених кровова

Последњих година зелени кровови све више добијају на значају и упоредо са развојем политика, програма и анимирања јавности посебна пажња је посвећена истраживању како би се побољшале њихове перформансе. У односу на хладне кровове који су постали део савремених стандарда изградње, зелени кров се, како је указано, и даље препоручује због својих квалитативних својстава а не квантитативних. Због тога, као пасивна техника хлађења,

¹⁴ http://etd.lib.umd.edu/theses/available/etd-06162011-120644/unrestricted/Hodges_Matthew_Professional_Paper_Final.pdf

¹⁵ (http://www.toronto.ca/livegreen/greenbusiness_greenroofs_eco-roof.htm)

¹⁶ Вертикално зеленило „је резултат озелењавања вертикалних површина биљкама, било засађених у земљу, у сам зидни материјал или у плантажне кутије прикачене на зид, у циљу покривања зграде вегетацијом“ (Ottel, 2011).

зелени кров још увек не може да буде саставни део студија симулације изградње. Све до сада презентоване студије су, углавном, биле нумеричке или експерименталне природе, док је проширени дугорочни модел валидације (*extended long-term model validation*) још ређи јер су у већини случајева валидација и резултати временски ограничени и не успевају да обезбеде потпуну презентацију функције зеленог крова као пасивне технике хлађења уз уважавање различитих климатских услова (Theodosiou, 2003). Тако, доступне студије параметара различитих карактеристика које утичу на перформансе зелених кровова указале су на следеће (Theodosiou, 2003, Yamada, 2008):

- Најмањи утицај је показала дебљина земљишта – органске материје; најзначајнији параметар је, када се говори о вегетацији, густина лишћа која утиче на транспирацију и стварање сенке и самим тим утиче на ефекте хлађења. Висина биљног покривача није од круцијалног значаја, већ само заједно са густином.
- У односу на тип зеленог крова разлике се уочавају током екстремних климатских услова – зелени кров са високим захтевима одржавања, интензиван, може да оствари утицај и током екстремних услова, док екстензиван не; тип крова са средњим захтевима, полуинтензиван, оцењен је као тип зеленог крова који може да оствари добар утицај током целог лета.

- Климатски елементи (инсолација, температура и притисак ваздуха, релативна влажност, падавине, смер и брзина ветра и др.), показало се да имају значајну улогу у перформанси зелених кровова као технике за хлађење. Релативна влажност је најважнији климатски елемент – суви ваздух поспешује евапотранспирацију и хлађење. Брзина ветра има сличан ефекат, али не такав као влажност.
- На ултратанкој сувој основи (<25 mm) појављује се „феномен инверзије“, – продирање топлоте у објекат. Међутим, ако је ултратанко тло наводњавано и са биљним покривачем, његова изолациона моћ нагло расте независно од годишњег доба и од климата.

Такође, спроведена истраживања су показала да перформансе зелених кровова зависе од садржаја воде, односно од усвојеног модела управљања атмосферским водама који треба свакако прилагодити климатским условима јер „лимитиран садржај воде не обезбеђује да земљиште буде мокро – влажно, а што активно повећава топлотну отпорност структуре“ (Zinzi & Agnoli, 2011). Остали доступни резултати истраживања утицаја зелених кровова презентовани су у Табели 2.

Табела 2.

Преглед позитивних утицаја зеленог крова као пасивне технике (Wong et al., 2003, Zinzi & Agnoli, 2011)

- Стратешко подизање зелених кровова може да умањи површинске температуре објекта и до 20°C и сачува и до 80% потребне енергије за хлађење односно грејање (20–25% уобичајено);
- Под зеленим кровом, унутрашња температура, без додатног хлађења, за 3–4°C је мања него спољна.
- Подизање зеленог крова на петоспратном комерцијалном објекту резултује уштеду 1–15% годишње потрошње енергије – од тога 17–19% за хлађење објекта.
- Максимална уштеда је 1–3% од годишње употребе енергије, односно 2–64% у односу на хлађење простора где се ови резултати могу остварити са различитом дебљином слоја земљишта од 100 до 900 mm; оптималан тип крова јесте са жбунастом вегетацијом – 300 mm дебљина слоја земљишта са жбуњем може да оствари уштеду од 15% годишње употребе енергије, односно 79% за хлађење објекта; оптималан тип земљишта јесте суво глиновито дебљине од 900 mm.
- У односу на енергетску перформансу зграде установљена је уштеда у енергији и до 49%.
- Зелени кровови редукују топлотни флуks 52–57% у односу на керамички или метални кров

4. Зелени кровови у Републици Србији

Према пројекцији утицаја глобалних климатских промена (Internacional Panel for Climate Change – IPCC, 2007), подручје Балкана ће карактерисати: више температурних екстрема, мање падавина у току лета, више речних поплава током зиме, варијабилност у приносу житарица, већа опасност од шумских пожара и мања стабилност шумских екосистема. Република Србија је једна од земаља у залеђу Медитеранског региона за коју се сматра да ће бити посебно тешко погођена глобалним климатским променама и према том сценарију, до краја овог века повећање годишње температуре ваздуха биће до 6°C (Николић, 2010). Уз уважавање напред истакнутог, намеће се неопходност активнијег приступа проблематици климатских промена на свим нивоима и у свим секторима и, сходно томе, придавање већег значаја зеленој инфраструктури.

¹⁶ Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник РС, бр. 72/2009), нема посебних одредаби већ се у деловима који третирају инфраструктуру у смислу обавезе уважавања „генералних праваца и коридора за саобраћајну, енергетску... и другу инфраструктуру...“, под „другом“ може подразумевати и зелена инфраструктура.

Постојеће стање планирања и развоја зелене инфраструктуре у Републици Србији карактерише одсуство одговарајуће законске основе као и „посебних активности које би активирале наставак процедуре за усвајање *Нацрта Закона о заштити и унапређењу зелених површина* (Манић и др., 2011). Термин зелена инфраструктура није заступљен у постојећој регулативи, али то не представља ограничавајући фактор у планирању¹⁶ јер, како је и истакнуто, постојећа пракса пружа подршку планирању зелене инфраструктуре у смислу да постојећи ресурси намећу неопходност третирања ове проблематике у планској документацији (Срнчевић & Вакић, 2008). У *Закону о заштити животне средине* (Сл. гласник РС, бр. 135/04) зелене површине су заступљене као „јавне зелене површине“ и успоставља се обавеза њиховог уважавања у просторним и урбанистичким пановима са циљем очувања

и унапређења природних и створених вредности, а „општи услови заштите, начин подизања и одржавања, обнове уништених јавних зелених површина и вођење података о јавним зеленим површинама уређује се посебним законом“, који још увек не постоји.

Иако без адекватне подршке, постојећа законска основа пружа могућност за покретање локалних иницијатива. Тако је недавно Скупштина града Београда донела *Одлуку о подизању зеленог крова* како би пружила пример и афирмисала овај тип зелене инфраструктуре.

Зелени кровови се помињу као *корективно зеленило у Генералном урбанистичком плану Београда до 2021. године* (ГУП 2021). Заједно са вертикалним зеленилом¹⁷ препоручује се овај вид озелењавања у сврху корекције ликовно-архитектонских недостатака објеката (одељак

Сл. 10. Сл. 11.
Комплекс „ФОРУМ“, Орто-фото снимак из 2007. год.
 Fig. 10. Fig. 11.
The "Forum", Ortho-photo image from 2007. **The "Forum", a roof garden at ground level, Ortho-photo image from 2010.**



Сл. 12.
Комплекс „ФОРУМ“, пројекат кровног врта, пројектант Мирјана Секулић
 Fig. 12.
The "Forum", roof garden design, designer Mirjana Sekulic



Сл. 13.
Комплекс „ФОРУМ“, детаљ кровног врта
 Fig. 13.
The "Forum", detail of roof garden

Сл. 14.
Комплекс „ФОРУМ“, детаљ кровног врта, 2009.
 Fig. 14.
The "Forum", detail of roof garden, 2009.

¹⁷Вертикално зеленило „је резултат озелењавања вертикалних површина биљкама, било засађених у земљу, у сам зидни материјал или у плантажне кутије причаћене на зид, у циљу покривања зграде вегетацијом“ (Ottelé, 2011).

11.10.6). Према ГУП 2021 свака површина са слојем супстрата дубине 60 см третира се као зелена површина. Такав приступ зеленим крововима није стимулативан за потенцијалне инвеститоре јер се занемарују јефтинији зелени кровови, тзв. екстензивни кровни вртови. У Немачкој је однос између изграђених екстензивних и интензивних зелених кровова 83: 17% (Minke, G. 2010). Улога екстензивних зелених кровова је потцењена, а њихов потенцијал за развој неограничен је у урбаним срединама (посебно се односи на адаптације кровова).

Један од примера добре праксе јесте пројекат пејзажно-архитектонског обликовања јавног објекта у Београду. На фотографији бр. 10 је орто-фото снимак градилишта у Булевару краља Александра бр. 520 у Београду из 2007. године. На градилишту, поред изграђених објеката, констатујемо и велику бетонску плочу, око 2.500 m², преко које су изграђени кровни врт, пешачке стазе, фонтана и противпожарни пут (Сл. 10–14).

Иако планска основа и пракса пружају подршку развоју зелених кровова као саставних делова зелене инфраструктуре, услед недостатка основних оквира, у смислу законске основе, правилника и препорука, и даље ове површине нису препознате у процесу израде планске документације и не улазе у укупан проценат озелењености блока односно парцела.

5. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Услед све видљивијих утицаја климатских промена може се рећи да становници урбаних простора постају све више свесни значаја вегетације и зелене инфраструктуре. Услед ограничених могућности за примену биоклиматских принципа у урбаним просторима, афирмисањем развоја зелених кровова као пасивне технике, могуће је достићи жељене резултате. Зелени кровови у функцији заштите, обнове или формирања објеката, обезбеђивања рециклирања атмосферских вода, конзервације енергије и пречишћавања ваздуха као и подршка одрживом урбаном развоју представљају актуелан избор мере за остваривање адаптационе улоге зелене инфраструктуре у контексту климатских промена.

Наведене модалитете локалних иницијатива које карактерише политика развоја зелених кровова могуће је применити у Републици Србији. С тим у вези, могуће је активирати локалне заједнице да уз помоћ различитих програма анимирају инвеститоре: путем бенефиција (повећање индекса изграђености) стимуланса (убрзана израда дозволе за изградњу) или субвенција (попусти на комуналне услуге или финансијски бонус приликом изградње зеленог крова).

Са циљем обезбеђивања услова за промоцију развоја зелених кровова у Републици Србији, не само као мере већ и пасивне технике, препоруке су следеће:

- Иновирање предлога *Нацрта Закона о заштити и унапређењу зелених површина* у складу са новим тенденцијама уз уважавање климатских промена и улоге зелене инфраструктуре.

- Успостављање законских и планских оквира у просторном и урбанистичком планирању који би подржали развој зелених кровова, у смислу препознавања зеленог крова као мере – пасивне технике – у остваривању енергетске ефикасности, израда Правилника за изградњу зелених кровова, успостављање критеријума и неопходне остале пратеће регулативе.
- Поред енергетских перформанси, неопходно је промовисати истраживања која би квантификовала остале позитивне утицаје које остварују зелени кровови као што су, између осталог, управљање атмосферским водама, утицај на ефекат УТО и др.

БИБЛИОГРАФСKE ЈЕДИНИЦЕ:

- Dalley, S. (1993): *Ancient Mesopotamian gardens and the identification of the hanging gardens of Babylon resolved*, *Garden History*, Vol. 21, No. 1 (Summer), pp. 1–13.
- Dunnett, N., N. Kingsbury (2008): *Planting green roofs and living walls*, Portland, Timber Press
- Dawson, R. (2007): *Re-engineering cities: a framework for adaptation to global change*, *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 365, rr. 3085–3098.
- EarthPledge: *Green Roofs, Ecological Design And Construction*, Foreword by William McDonough, Atglen, Schiffer Books
- Zakon o zaštiti životne sredine, Sl. glasnik RS br.135/04
- Zakon o planiranju i izgradnji, Sl. glasnik RS, br. 72/2009
- Zinzi, M., S. Agnoli (2011): *Cool and green roofs. An energy and comfort comparison between passive cooling and mitigation urban heat island techniques for residential buildings in the Mediterranean region*, Energy and buildings, doi: 0.1016/j.enbuild.2011.09.024
- Kazmierczak, A., J. Carter (2010): *Adaptation to climate change using green and blue infrastructure*, A database of case studies, The Interreg IVC Green and Blue Space Adaptation for Urban Areas and Eco Towns project (GraBS) http://www.grabs-eu.org/downloads/Case_Studies_Database_Executive_Summary_FINAL.pdf
- Kolić, B. (1993): *Uticaj šuma i vegetacije na klimu i mikroklimu Banja i klimatskih mesta*, Naučni skup: Banje i banjiska lečilišta u Jugoslaviji, Novi Sad
- Manić, B., T. Crnčević, A. Niković (2011): *Uloga zelenih površina u prostorno-funkcionalnoj koncepciji Bloka 23 u Beloj Crkvi*, *Arhitektura i urbanizam*, 33, str.67–74.
- Mikami, T. (2005): *Tokyo cooling rooftop gardens*, In EarthPledge: *Green Roofs, Ecological Design And Construction*, Atglen, Schiffer Books, pp. 113–116.
- Minke, G. (2010): *Dächer begrünen - einfach und wirkungsvoll. Planung, Ausführungshinweise und Praxistipps*, Freiburg, Ökobuch Verlag
- Nikolić, M. (2010): *Srbija pred izazovom globalnih klimatskih promena i njihovih posledica*, Klimatske promene – studije i analize, Evropski pokret u Srbiji
- Osmundson, H. T. (1999): *Roof Gardens: History, Design, and Construction*, New York, W.W. Norton & Company
- Ottele, M. (2010): *Vertical greened surfaces and the potential to reduce air pollution and the improvement of the insulation value*

- of buildings, Delft, *Univarsity of Technology*
- Plinije Stariji, (2011): *O umetnosti*, Beograd, *Zavod za udžbenike i Dosije studio*
- Rudolf, W. (2002): *Technikgeschichtliche Aspekte der "Normalität eines Weltwunders"*, S. 8 Berlin
- Snodgrass, E., L. McIntyre (2010): *The green roof manual: a professional guide to design, installation, and maintenance*, Portland, *Timber Press*
- Solecki, W. D., C. Rosenzweig, L. Parshall, G. Pope, M. Clark, J. Cox, and M. Wiencke (2005): *Mitigation of the heat island effect in urban New Jersey, Global Environmenatl Change B*, **6**, rr. 30–49, doi:10.1016/j.hazards.2004.12.002.
- Srejić, D., A. Cermanović-Kuzmanović (1987): *Rečnik grčke i rimske mitologije*, Beograd, *SKZ*
- Theodosiou, T. (2003): *Summer period analysis of the performace of a planted roof as a passive cooling technique, Energy and Buildings*, **35**, rr. 909–917.
- UN, United Nation Population Division, 2009. <http://www.un.org/esa/population/unpop.html>
- Hamin, E. M., N. Gurran (2009): *Urban form and climate change: Balancing adaptation and mitigation in the U.S. and Australia, Habitat International*, **33**, rr. 238–245.
- Hudekova, Z. (2011): *Assessing vulnerability to climate change and adapting through green infrastructure*, GRaBS Expert Paper 7 <http://www.grabseu.org/downloads/EP7%20FINAL.pdf>(11.09.2012.)
- Cvejić, J., A. Bobić, A. Tutundžić, S. Radulović, (2011): *Adaptacija gradova na klimatske promene – uloga zelene infrastrukture. Budućnost razvoja naselja u svetlu klimatskih promena, Društvo urbanista Beograda*, str. 27–44.
- Crnčević, T. (2005): *Sistem zelenih površina u funkciji zaštite životne sredine – primer Vrnjačke Banje i Vršca, Arhitektura i urbanizam*, **16–17**, str. 31–39.
- Crnčević, T. (2006): *Održivi urbani razvoj i sistem zelenih površina – novija iskustva i preporuke Evropske Unije, Održivi grad i njegovo okruženje, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Posebna izdanja 49*, str. 17–24.
- Cantor, L. S. (2008): *Green Roofs in Sustainable Landscape Design*, New York – London, *W.W. Norton&Company*
- Crnčević, T., O. Bakić (2008): *The system of green surfaces in spas with special reference to the case studies: Vrnjačka, Kanjiža and Pribijska spa, SPATIUM*, **17–28**, rr. 92–97.
- Werthmann, C. (2007): *Green Roof: A Case Study: Michael Van Valkenburgh Associates' Design For the Headquarters of the American Society of Landscape Architects*, New York, *Princeton Architectural Pres*
- Wong, N. H., D. K. W. Cheong, H. Yan, J. Soh, C. L. Ong, A. Sia (2003): *The effects of rooftop garden on energy consumption of a commercial building in Singapore, Energy and Buildings*, **35**, rr. 353–364.
- Yamada, H. (2008): *How is energy usage reduced by green roof and walls*, Gsky, Eco Innovations Inc. Engineering Department, Wakayama University, Retrieved August 10, 2009 from http://www.g-sky.com/Benefits_EnergySavings_Detailed.aspx (03.05.2009.)
- www.coolroofs.org/HomeandBuildingOwnersInfo.html (25.10.2012.)
- http://www.g-sky.com/Benefits_EnergySavings_Detailed.aspx (20.03.2009.)
- www.toronto.ca/greenroofs&www.greenroofs.org (03.08.2010.)
- http://etd.lib.umd.edu/theses/available/etd-06162011-120644/unrestricted/Hodges_Matthew_Professional_Paper_Final.pdf (29.10.2012.)
- http://www.igra-orId.com/links_and_downloads/images_dynamic/IGRA_Green_Roof_News_2_2010.pdf (29.10.2012.)
- <http://www.kk.dk/sitecore/content/Subsites/CityOfCopenhagen/SubsiteFrontpage/LivingInCopenhagen/ClimateAndEnvironments.aspx> (29.10.2012.)
- <http://www.asla.org/2011awards/080.html>- (09.10.2012.)
- <http://www.portlandonline.com/bes/index.cfm?c=44422> (09.10.2012.)
- http://etd.lib.umd.edu/theses/available/etd-06162011-120644/unrestricted/Hodges_Matthew_Professional_Paper_Final.pdf (13.10.2012.)
- <http://www.toronto.ca/greenroofs/overview.htm> (15.10.2012.)
- http://www.toronto.ca/livegreen/greenbusiness_greenroofs_eco-roof.htm (15.10.2012.)

Извор фотографија:

- Сл.1. Snodgrass, 2010:15
- Сл.2. http://www.vertical-italia.it/servizi/ut_pubbli/conten.ph?p?hCodTip=3&hCodAre=REFE&hEITiAr=T
- Сл.3. EarthPledge, 2005:68
- Сл.4. Cantor, 2008:135
- Сл.5. EarthPledge, 2005:124
- Сл.6. Snodgrass, 2010:14
- Сл.7. EarthPledge, 2005:52
- Сл.8. Cantor, 2008:52
- Сл.9. Cantor, 2008:92
- Сл.10. Документација Урбанистичког завода Београд
- Сл.11. Документација Урбанистичког завода Београд
- Сл.12. Фотографија аутора
- Сл.13. Фотографија аутора
- Сл.14. Фотографија аутора