

АПСТРАКТ:

Савремени оквири планирања урбаног развоја у контексту климатских промена последњих година посебну пажњу посвећују развоју зелених зидова. Сходно томе, у раду је дат преглед актуелних оквира којима се промовише примена овог типа зеленила, са посебним освртом на међународно искуство и актуелно стање у Републици Србији. У раду је посебно истакнут значај зелених зидова у контексту климатских промена и позитивног утицаја у процесима прилагођавања и то, пре свега, у смислу уштеде енергије, снижавања температуре ваздуха у урбаним просторима, ублажавања ефекта урбаних топлотних острва и др. Један од закључака рада указује на неопходност успостављања одговарајућег стратешког оквира са циљем промовисања зелених зидова у Републици Србији, а као приоритетне активности издаваја: успостављање процедуралних оквира за усвајање *Закона о заштити и унапређењу зелених површина*, израду *Правилника за изградњу зелених зидова* и истраживања са циљем квантификовања позитивних утицаја зелених зидова у контексту климатских промена.

Кључне речи: зелени зидови, климатске промене, урбани простори

ABSTRACT:

Within the recent years contemporary planning frameworks, regarding urban development in the context of climate change, are giving special attention to the development of green walls. Therefore, the paper presents an overview of the actual frameworks that promote the use of this type of greenery, with special attention on international experiences and current situation in the Republic of Serbia. The paper specially stresses

the importance of green walls in the context of climate change and its positive influence in the process of adaptation and, above all, in terms of energy savings, reducing air temperatures in urban areas, the urban heat island effects etc. One of the conclusions of the paper points out the necessity for establishing an appropriate policy framework aiming to promote green walls in the Republic of Serbia and as priority activities set out the following: establishment of the procedural framework for adoption of the *Law on the protection and improvement of green spaces*, developing *Regulations for green wall construction* and researches aiming to quantify the positive impact of green walls in the context of climate change.

Key words: green walls, climate change, urban areas

УВОД

Као резултат свевидљивијих утицаја, како на глобалном тако и на регионалним и локалним нивоима, у другој деценији XXI века актуелизована је проблематика климатских промена, што је условило активнију улогу међународних институција и организација у овој области. Како је и истакнуто, „поред општих регулативних оквира усмерених на смањење емисија гасова стаклене баште (*Оквирна конвенција Уједињених нација (УН) о климатским променама, Кјото протокол, Европски програм о климатским променама*), последњих година пажња је усмерена на формулисање специфичних стратегија и програма за смањење утицаја и прилагођавање климатским променама (*Међународна стратегија за смањење ризика од катастрофа УН, Бели папир ЕУ за прилагођавање климатским променама и др.*)” (Crnčević et al., 2015: 39). Оснивањем Међународног панела о климатским променама (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) 1988. год., успостављена је основа за разматрање проблематике климатских промена и формулисање активности на глобалном нивоу које обухватају, између осталог, формулисање предлога могућих опција за ублажавање¹ утицаја климатских

¹ Овај рад је настао у оквиру научног пројекта *Просторни, еколошки, енергетски и друштвени аспекти развоја насеља и климатске промене – међусобни утицаји*, који је финансиран од стране Министарства за просвету и науку Републике Србије.

* др Тијана Црнчевић, дипл. инж. пејз. арх., виши научни сарадник, Институт за архитектуру и урбанизам Србије, Булевар краља Александра 73/II, Београд, tjajana@iaus.ac.rs

** мр Божидар Манић, дипл. инж. арх., истраживач-сарадник, Институт за архитектуру и урбанизам Србије, Булевар краља Александра 73/II, Београд, bozam@iaus.ac.rs

*** др Игор Марић, дипл. инж. арх., научни саветник, Институт за архитектуру и урбанизам Србије, Булевар краља Александра 73/II, Београд, igor@iaus.ac.rs

¹ Ублажавање утицаја климатских промена подразумева „умањење утицаја глобалних климатских промена смањивањем емисија гасова са ефектом стаклене баште или повећањем могућности складиштења емисија” (McCarthy et al., 2001).

промена и прилагођавање² њиховим утицајима. Према најновијем, *V Извештају IPPC-а* (IPCC, 2014), пројекције за урбане средине указују на повећан ризик за људе, имовину, економију и екосистеме, укључујући: ризике од топлотних удара, олуја и екстремних падавина, копнених и обалних плављења, клизишта, загађења ваздуха, несташице воде, подизања нивоа мора и олујних таласа (веома висока поузданост). Ови ризици су појачани за оне просторе којима недостају основна инфраструктура и услуге или за становнике који живе на изложеним местима.

Зелена инфраструктура обухвата зелене просторе урбаних подручја различитих типова (парк, сквер, дрворед и др.) јавног, односно, приватног власништва (Стрчевић & Sekulić, 2012). У контексту климатских промена, посебно се промовише мултифункционалност коју она обезбеђује (Свејић et al., 2011; Marić et al., 2015 и др.). У том контексту улога и значај зелене инфраструктуре се огледају, пре свега, у прилагођавању, док је њен утицај у ублажавању ограничен (Свејић et al., 2011). У односу на остале типове зелених површина, зелени зидови и зелени кровови подразумевају примену одређених технологија грађења, обезбеђују значајне социјалне, еколошке и економске предности и саставна су опредељења савремених стратегија за озелењавање урбаних простора, које узимају у обзир, пре свега, проблематику климатских промена. Уважавајући напред истакнуто, основни циљ рада је да прикаже савремене тенденције развоја примене зелених зидова у контексту климатских промена. Анализом и прегледом постојећих политика и програма, којима се промовише примена зелене инфраструктуре и зелених зидова у урбаним срединама, и основних техничко-технолошких перформанси, у раду је указано на актуелно стање по питању планирања и пројектовања зелених зидова, са посебним освртом на стање у Републици Србији.

ЗЕЛЕНИ ЗИДОВИ

Подигнути у доба антике, Семирамидини, односно Вавилонски, висећи вртови представљају пример првих зелених зидова. Током развоја цивилизације коришћене су биљке пењачице како би се објекти, пре свега визуелно, унапредили, тако да су зелени зидови превасходно имали декоративну улогу. Сам концепт је током векова остао исти, док су иновације биле у домену технике и пројектовања. Посебно се издвајају два аутора – Стенли Харт Вајт (Stanley Hart White), професор на Универзитету Илиноис у Сједињеним Америчким Државама, који је 1938. год. патентирао први вертикални зелени зид, и Патрик Блан (Patrick Blanc) који га је модернизовао и посебно се ангажовао за његову популаризацију. Као аутор, Патрик Блан је до сада реализовао значајан број пројеката зелених зидова (Сл. 1).

У литератури су, за означавање система вертикалног



Сл. 1. Зелени зид (усправни врт), Каиша Форум у Мадриду

Fig. 1. Green wall (vertical garden), Caixa Forum, Madrid

озелењавања зграда, поред термина зелени зид (green wall), у примени и термини биозид, вертикални врт и др. Зелени зидови, као и кровови, могу бити формирани као екстензивни и интензивни системи. Екстензивни системи су лаки за градњу и имају минималне потребе по питању будућег одржавања, док интензивни системи имају комплексније конструкције и захтевају висок ниво сталног одржавања.

У односу на начин формирања и одржавања, у савременој литератури и пракси издваја се (према Perez et al., 2011) и подела на зелене фасаде и „живе“ зидове (living walls). Зелене фасаде представљају фасадне системе (индиректне) у којима су висеће биљке или висеће посуде са биљкама постављене употребом специјалних конструкција које пружају ослонац, углавном на директан начин, тако да се покрије жељени простор. Биљке могу бити посађене директно у земљу, односно у базу формиране конструкције, или у саксије на фасади, на различитим висинама.

Зелене фасаде могу бити затим подељене у три различита система: 1) традиционалне зелене фасаде, где биљке пењачице употребљавају фасадни материјал као ослонац (Сл. 2); 2) дупле (double-skin) зелене фасаде, односно, зелене завесе, које имају за циљ да створе двоструку прекривку или зелену завесу одвојену од зида; у случају двоструке прекривке зелене фасаде, систем који се користи јесу модуларне решетке, жица и различите структуре од мреже³ (Сл. 3); и 3) периферне саксије, где су висеће посуде

2 Прилагођавање обухвата „акције усмерене ка рањивим екосистемима и њихов одговор на актуелне или очекиване климатске промене са циљем модерирања штета насталих као резултат климатских промена, или искоришћавање њихових могућности“ (McCarthy et al., 2001).

3 Модуларне решетке су веома лаки метални решеткасти модули, монтирани на зид зграде, или независне конструкције које постају ослонац биљака пењачица. Жичане конструкције употребљавају систем челичних каблова, анкера и других елемената који чине лагане конструкције које служе за ношење биљака пењачица. Мрежне структуре су веома лагане и обезбеђују ослонац за све пењачице; направљене су од жичаног плетива причвршћеног за зид зграде и на конструкцију зграде.



Сл. 2. Традиционална зелена фасада. Кућа у Улици Браће Недић у Београду
Fig. 2. Traditional green facade. House in Braće Nedić St., Belgrade



Сл. 3. Дупла зелена фасада. Зграда Националне федерације за дивљи живи свет у Вашингтону
Fig. 3. Double-skin green facade. The National Wildlife Federation Building in Washington

са биљкама, као део композиције фасаде, посађене око зграде како би формирале зелену завесу (Сл. 4).

„Живи“ зидови (директни системи) су направљени од панела или од геотекстилног филца (geotextile felts), понекад претходно култивисаног (pre-cultivate), који су фиксирани на вертикални ослонац или на конструкцију зида (Сл. 5). Панели и геотекстилни филцеви обезбеђују ослонац вегетацији формираној од различитих биљака – папрати, малог жбуња, перенског цвећа и др. Панели могу бити различитих величина и типова, фиксирани за зид, са отворима у којима су супстрати и биљке. Геотекстилни филц системи употребљавају геотекстилни филц као подлогу за биљке или маховину и фиксирани су директно за зид.

Улога и значај зелених зидова у урбаним срединама су вишеструки. Зелени зидови подразумевају коришћење биљака на веома малом простору, не само у циљу визуелног и естетског ефекта, већ и у циљу унапређења биодиверзитета, ублажавања аерозагађења као и у циљу термалне ефикасности - зелени зидови, односно листови биљака, губе воду путем евапотранспирације, снижавајући на тај начин температуру непосредне околине и саме зграде. Зелени зидови у густо изграђеним градским

центрама утичу на микроклиму, због чега је њихова примена последњих година посебно актуелизована у контексту климатских промена.

ПРЕГЛЕД МЕЂУНАРОДНОГ ИСКУСТВА

Бројни међународни оквири који промовишу зелену инфраструктуру са циљем унапређења квалитета животне средине⁴ посебно уважавају мултифункционалност зелене инфраструктуре, као и њено умрежавање, у смислу повезивања урбаних предела са културним, односно, руралним и природним⁵. Поред тога, како је и истакнуто, развој политике, смерница, као и стандарда, указује на одлучност да се проблеми решавају у сарадњи са локалним становништвом, са посебним истицањем мултифункционалности и акцентом на политике које промовишу стратегије „за хлађење“, које заступају

4 *The Sixth Community Environmental Action Programme, Thematic Strategy on the Urban Environment, European Landscape Convention, Leipzig Charter, Aalborg Charter of European Cities and Towns towards Sustainability* и др.

5 Прелиминарна типологија предела према *Закону о Просторном плану Републике Србије* (Сл. гласник РС бр. 88/10), у „односу на развојни карактер предела – степен модификације природног предела“, издваја природне и културне, који могу бити урбани и рурални предели.

Сл. 4. Зелена фасада (периферне саксије). Зграда у Улици Тарагона у Барселони (лево)

Fig. 4. Green facade (perimeter flowerpots). Carrer de Tarragona, Barcelona (left)



Сл. 5. Зелени „живи“ зид – сегмент. Спорт Плаза Меркатор у Амстердаму (десно)

Fig. 5. Green „living“ wall – detail. Sport Plaza Mercator, Amsterdam (right)



подизање зелених кровова и обнављање изграђених површина у светлим бојама, као и сађење дрвећа, што може произвести додатне уштеде енергије, и директно и индиректно (Marić et al., 2015). Такође, указано је на чињеницу да су истраживања последњих година усмерена на квантификацију утицаја зелених простора у смислу уштеде енергије и унапређења микроклиматских карактеристика (ibid).

Прегледом и увидом у доступне актуелне иностране политике, стратегије и смернице, може се указати на чињеницу да је често опредељење на стратешком нивоу да се тематика зелених зидова промовише заједно са проблематиком зелених кровова. Ове две технике представљају савремена решења за озелењавање густо насељених централних урбаних зона и побољшање услова прилагођавања урбаних простора на климатске промене. Треба рећи да преглед, поред примера стратешких опредељења градова Сиднеја, Мелбурна, Лондона и Шангаја, садржи и приказ награђеног пројекта у Милану, као модела будуће изградње.

Пример Сиднеја⁶

Према предвиђањима, град Сиднеј до 2030. год. очекује повећање броја становника за око 40%, што ће условити потребу и за већим капацитетима инфраструктуре и зелених простора. Са циљем повећања броја квалитетних зелених зидова и кровова и унапређења отпорности и капацитета прилагођавања изграђене средине, град Сиднеј је 2014. год. усвојио *Стратегију зелених кровова и зидова (Green Roofs and Walls Policy, Implementation Plan)*. Основни циљеви Стратегије дају свеобухватну подршку развоју зелених кровова и зидова и обухватају, између осталог, и: 1) подршку одрживом пројектовању путем истраживања, образовања, смерница и стандарда; 2) сарадњу са локалном заједницом, индустријом и другим стејхолдерима; 3) континуално информисање и едукацију о зеленим крововима и зидовима и континуалну подршку локалном, практичном раду; и 4) подизање зелених зидова и кровова на објектима који су у власништву града, уз

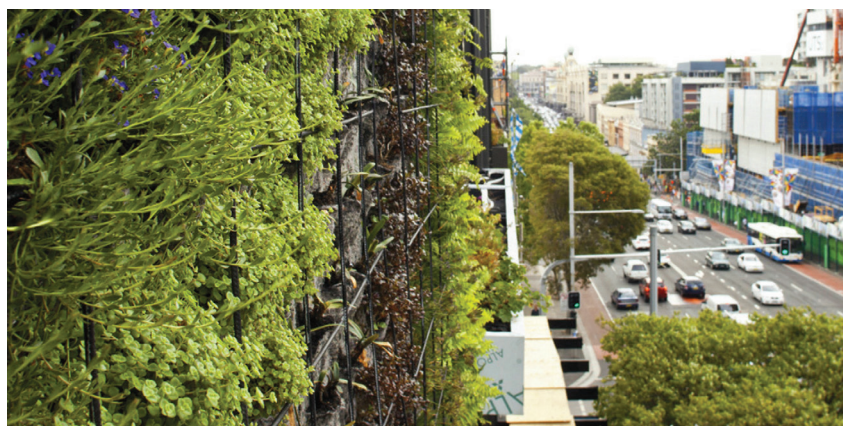
6 Приказ сачињен на основу: Green Roofs and Walls Policy, Implementation Plan; http://www.cityofsydney.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0010/200242/Green-Roofs-and-Walls-Policy-Implementation-Plan-Adopted.pdf

стални мониторинг, евалуацију и извештавање о напретку изградње. У марту 2014. год., град Сиднеј је имао више од 98.000 m² зелених кровова и зидова. Ове површине се континуално увећавају, јер сваке недеље градски савет добија најмање једну пријаву за изградњу која укључује и формирање зеленог зида или крова. Потенцијал града за озелењавање зеленим зидовима и крововима је велики, на шта указују и актуелни подаци према којима зелени кровови заузимају мање од 1% укупних површина кровова које се могу озеленити, док се 18% кровова централне бизнис зоне Сиднеја може адаптирати, а може се формирати и зелени зид (Сл. 6).

Пример Мелбурна⁷

У Мелбурну, зелени зидови и кровови представљају актуелна средства у напорима градских власти за јачање услова прилагођавања климатским променама. За подизање зелених зидова неопходна је планска дозвола – дозвола за изградњу, односно за извођење радова, која укључује и изграђене конструкције као што су перголе или друге конструкције које се употребљавају за зелене зидове. Препорука градских власти Мелбурна је да се провери да ли је потребна дозвола још у фази идејног пројекта, ако се планира подизање зеленог зида или крова. Такође, посебно се издваја и подржава озелењавање балкона и тераса (Сл. 7) јер, како је указано, кошта мање од зеленог зида. Град нуди могућност организовања састанка са надлежним органима како би се разјасниле и евентуалне недоумице. Листа питања која се разматрају приликом одлуке за издавање дозволе обухвата и следећа: 1) разматрање локације – да ли је обавезна дозвола за изградњу, односно да ли локација треба да буде процењена уз уважавање законске основе; 2) извештај грађевинског инжењера у случају када се предлажу: додатна оптерећења, људи, простори за озелењавање, задржавање воде или додатне конструкције; 3) заштита од пожара – процена у односу на могућност избијања пожара за нове конструкције; 4) хидроизолација и дренажа постојеће конструкције и нове зелене површине крова, како би се осигурало здравље и да станари испод предметног крова нису угрожени; 5) безбедно кретање

7 Приказ сачињен према: <http://www.melbourne.vic.gov.au/Sustainability/CouncilActions/Pages/GreenWallsandFacades.aspx>.



Сл. 6. Зелени „живи“ зид – сегмент. Стамбена зграда „Централ парк један“ у Сиднеју (лево)

Fig. 6. Green „living“ wall – detail. Apartment complex „One Central Park“, Sydney (left)

Сл. 7. Зелена фасада. Зграда градског већа у Мелбурну (десно)

Fig. 7. Green facade. Council House 2 (CH2), Melbourne (right)

за кориснике у подручју објекта и око њега, укључујући и рампе, степенице и ограде; б) све потребне измене у оквиру саме зграде, за случај ванредних ситуација и др.; 7) одговарајућа хидроизолација и одводњавање.

Пример Лондона⁸

Лондон ће, услед климатских промена, бити изложен повећаном ризику од поплава и суша и периодима топлог времена, због све чешћих врелих и сувљих лета и топлијих зима. Град Лондон пружа подршку извођењу зелених зидова (Сл. 8) и кровова, уважавајући њихове бројне еколошке предности, а што је посебно истакнуто и у оквиру *Акционог плана за биодиверзитет града 2010-2015 (The City's Biodiversity Action Plan 2010-2015)*.

На званичној интернет презентацији градске управе Лондона,⁹ поред прегледа избора студија случаја, дата је и публикација *Техничка подршка за зелене кровове и зидове: Подршка планској политици Лондона (Living Roofs and Walls Technical report: Supporting London Plan Policy)*. Ово је од изузетног значаја, јер је недостатак адекватне политичке подршке за зелене зидове и кровове у Лондону једно од основних ограничења њиховој широј примени.

Објект тима архитеката *Bennetts Associates*, који је освојио неколико награда, међу којима и RIBA награду за Лондон 2012. год., туристички је објект – хотел капацитета 600 соба (Сл. 9), који се издваја јер има „један од највиших зелених зидова у Европи“ и 75% покривености крова зеленилом. На тај начин, овај пројект обезбеђује станиште за бројне врсте и позитивно утиче на биодиверзитет, смањење количине кишнице и изолацију објекта.

8 Приказ сачињен према: Greater London Authority (2008) *Living Roofs and Walls, Technical Report: Supporting London Plan policy*; <http://www.london.gov.uk/sites/default/files/archives/uploads-living-roofs.pdf>

9 Званична интернет презентација града Лондона (Велика Британија): <https://www.cityoflondon.gov.uk/services/environment-and-planning/planning/design/sustainable-design/Pages/green-roofs.aspx>

Пример Шангаја¹⁰

Са циљем промовисања различитих „зелених“ карактеристика зграда које омогућавају уштеду енергије, градска управа Шангаја је у септембру 2012. год. издала публикацију *Посебне мере подршке пројектима за уштеду енергије града Шангај (Shanghai City Building Energy Saving Projects Special Support Measures)*. Локална власт града Шангаја је за ове потребе издвојила 1.174.177 евра, како би промовисала зграде са „зеленим“ карактеристикама у неколико категорија, укључујући, између осталих (реновирање прозора и засене), и зелене зидове (Сл. 10) и кровове. За зелене зидове ће бити обезбеђено до 3,46 евра по квадратном метру. Поред тога, градска влада је издвојила и класификовала „посебно“ просторе за зелене зидове где се може конкурисати за средства до 23,08 евра по квадратном метру. Треба рећи да оваква политика представља значајан допринос успостављеном стратешком циљу Кине да 2020. год. „зелене зграде“ обухватају најмање 30% нових зграда изграђених од 2012. год. и у складу је са актуелном политиком зелене изградње за уштеду енергије града Шангаја (*Shanghai Green Building Energy Saving Policy*).

Пример објекта Bosco Verticale у Милану¹¹

Пројект, који је награђен наградом *International Highrise Award 2014*. год., представља модел будуће изградње објекта у све урбанизованијим и густо насељеним градовима. Објект под називом *Bosco Verticale* чине две куле са укупно 113 станова (Сл. 11).

Сваки стан садржи и смакнуту терасу са баштом – укупно 800 стабала и 14.000 биљака је на фасади, тако да објект, у визуелном смислу, одаје изглед вертикалне шуме. Поред тога, овај објект је самоодржив – струја се производи уз помоћ соларних панела док се отпадне воде након третмана користе за заливање.

10 Приказ сачињен према: <http://www.re-green.eu/en/go/case-of-the-month--shanghai>.

11 Приказ сачињен према: <http://www.stefanoberioarchitetti.net/en/portfolios/bosco-verticale/>

Сл. 8. Зелени „живи“ зид. Зграда у Улици Фенчерч 20 у Лондону (лево)

Fig. 8. Green „living“ wall. 20 Fenchurch Street building, London (left)

Сл. 9. Минт хотел Тауер, Лондон. Зелени „живи“ зид (десно)

Fig. 9. Mint Hotel Tower, London. Green „living“ wall (right)





Сл. 10. Зелени „живи“ зид, Природњачки музеј у Шангају (лево)



Fig. 10. Green „living“ wall, Natural History Museum, Shanghai (left)

Сл. 11. Комплекс „Усправна шума“, Милано (десно)

Fig. 11. Bosco Verticale, Milan (right)

На основу напред наведеног, може се констатовати да иновирање законских и планских основа урбаног развоја, усмерено ка усаглашавању са актуелним оквирима по питањима одрживог развоја и проблематике климатских промена, посебно промовише питање подизања зелених зидова као саставног дела стратешких оквира планирања и развоја урбаних подручја. Издвојени примери представљају примере добре праксе и показују да локална иницијатива представља значајан потенцијал за планирање и пројектовање зелених зидова у урбаним срединама.

ОСВРТ НА ПЕРФОРМАНСЕ ЗЕЛЕНИХ ЗИДОВА У КОНТЕКСТУ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА

Перформансе зелених зидова, посматране у контексту климатских промена, подразумевају њихову могућност да допринесу повећању капацитета урбаних простора за прилагођавање утицајима климатских промена. Под тиме се подразумевају користи од зелених зидова, у смислу уштеде енергије, умањења температуре урбаних простора и УТО ефекта и друго.

Прва истраживања о примени биљака за контролу сунчеве светлости забележена су још осамдесетих година прошлог века. Акбари и др. су указали да засена од дрвећа, у два зградама које су пратили, обезбеђује сезонско умањење потребе за хлађењем за 30%, а то одговара дневној уштеди енергије од 3,6-4,8 kWh (Akbari et al., 1997). У функцији заштите од сунца, зелени зидови могу доста да умање спољне температуре зграде. Ефикасност овог утицаја „хлађења“ зависи, пре свега, од укупног простора који је под засеном и од утицаја евапотранспирације вегетације, више него од дебљине зеленог зида коју формирају саме биљке пењачице (Kohler, 1993).

У складу са принципима биоклиматског планирања и пројектовања, промовише се садња листопадног дрвећа на јужним странама објеката, јер се током летњих месеци на овај начин штити објекат од прегревања, а током зиме, када је сунце ниско, може много лакше да продре у објекат (Pucar et al., 1994).

На Универзитету Брајтон у Великој Британији, спроведен је експеримент у коме је дупла зелена фасада (double-skin) постављена на прозор канцеларије и упоређена је са

прозором канцеларије где није било биљака. Резултати овог експеримента под називом *Bioshader* (биозасена) показују унутрашње смањење температуре од 3,5-5,6°C. Такође, мерена је и пропустљивост лишћа за сунчеву светлост: износи од 0,43 са једним слојем лишћа до 0,14 са пет слојева лишћа. То одговара умањењу соларне радијације од стране биљке од 37% са једним слојем лишћа до 86% са пет слојева лишћа (Miller et al., 2007; Ip et al., 2010). Како је и истакнуто, „нове студије показују да биљке пењачице могу да обезбеде потенцијал за хлађење површине зграде који је веома значајан током топлих периода у току године, посебно у топлијим крајевима“ (Perez et al., 2011:4856).

Резултати истраживања (према Brajkovich, M.S.L., 2014) два различита система зелених зидова у трима различитим климатским условима показали су да, у односу на индиректне системе (зелене фасаде тј. биљке пењачице које расту, односно пењу се на носачу), системи са геотекстилом (садрже додатну површину на коју се каче биљке, „живи“ зидови) доносе више уштеде енергије: 14% у Лондону (индиректни системи 9%), 30% у Барселони (12% индиректни системи) и 40% уштеде енергије у Дубају (30% индиректни системи). Овакав резултат је, како је указано, последица додатног слоја у системима са геотекстилом, који делује као термоизолациони слој којим се побољшавају перформансе зграде у смислу размене енергије између унутрашњег и спољашњег простора.

Александри (Alexandri) и Џонс (Jones) су процењивали ефекат зелених кровова и зидова у урбаним кањонима¹² (Alexandri, Jones, 2008). Резултати су показали да, у односу на урбану геометрију, што је шири кањон, мањи је ефекат који зелени зидови и кровови имају на умањење температуре. У свим разматраним климатским подручјима, резултати показују да зелени зидови имају јачи ефекат унутар кањона, а зелени кровови на нивоу крова, односно урбане средине. Комбинација ова два типа зелених површина утиче на укупно умањење температуре. На основу истраживања, дошло се до резултата да је вегетација генерално имала већи ефекат на температуре

¹² За потребе истраживања је специјално направљен дводимензионални модел у микро размери. Уважавајући климатске услове девет градова, истраживање је обухватило перформансе зелених зидова и кровова у односу на три геометрије урбаних кањона, две оријентације и два правца ветра.

у климатским подручјима које карактеришу суви и топли периоди времена, него у хладнијим и влажнијим урбаним подручјима, мада и ова подручја могу да имају користи од озелењавања кровова и фасада. Закључак аутора је да је ефекат вегетације на урбане температуре већи што су топлији и сувљи климатски услови. На нивоу блока, зелени зидови и кровови могу да ублаже УТО ефекат, а на нивоу града могу значајније да допринесу умањењу температуре ваздуха и, посебно у подручјима која карактеришу сувљи и топлији периоди, спусте температуру и допринесу уштеди енергије потребне за хлађење зграда од 32-100% (Ibid.).

Зелени зидови могу да створе одређене промене у амбијенталним условима у погледу температуре и влажности у простору између „зеленог платна“, односно биљака, и зида зграде. Овај слој ваздуха може да оствари одређени изолациони утицај, при чему треба узети у обзир могућности измене ваздуха, густину лишћа као и распоред отвора фасада (Greater London Authority, 2008; Perez et al, 2011). За „живе“ зидове изолациони капацитет може да зависи и од дебљине супстрата, док присуство дрвећа има улогу баријера и блокира топлотно зрачење које емитује површина фасаде саме зграде. Пренос топлоте кроз бетонски зид је значајно нижи ако је он споља прекривен слојем вегетације (Perez et al, 2011). Како је истакнуто, „живи“ зид може да умањи трансфер енергије у зидани зид $0,24\text{kW h/m}^2$ (Ноиано, 1988).

Избор врста биљака утиче на могућност хлађења. Приликом избора врста за формирање зелених зидова, од значајног утицаја је сама физиологија биљака, као и морфологија – величина листа, како би се повећао ефекат хлађења (Cameron, Taylor & Emmett, 2014). Резултати истраживања за бршљан (*Hedera helix*) показују да то могу бити врсте које се препоручују за „хлађење“ зидова (Ibid.). Такође, у случају када друге биљке повећавају густину, и самим тим прекривеност, како расту временом, оне заправо могу обезбедити боље могућности за хлађење, посебно ако су добро наводњаване и оспособљене да одржавају сталну евапотранспирацију. Треба рећи да овај начин представља релативно једноставно решење за изолацију старијег стамбеног фонда и доприноси умањењу ефекта УТО.

У односу на економску исплативост, Перини и Розаско су указали да „још увек није јасно дали су системи вертикалног озелењавања економски одрживи“ (Perini & Rosasco, 2013:110). Ови аутори наводе да су резултати спроведене анализе користи и трошкова (Cost benefit analyses – CBA) указали да поједини вертикални системи озелењавања јесу економски одрживи, док економски подстицаји (умањење пореза и друго) умањују појединачне индивидуалне трошкове и утичу на популаризацију и „ширење“ оваквих система и њихових позитивних ефеката – ублажавање утицаја УТО ефекта, умањење загађења ваздуха и друго. Најрелевантније користи израчунате у CBA су повезане са самом некретношћу, односно зградом, и уштедом енергије за хлађење током летњих месеци. Ова корист је посебно везана за локацију истраживања коју карактерише медитеранска клима. Са друге стране, социјалне користи

израчунате у овој студији имају јако мали утицај на CBA, јер су само користи повезане са квалитетом ваздуха и умањењем угљен-диоксида биле квантификоване. Резултати упоредних анализа зелених фасада (индиректне зелене фасаде) и „живих“ зидова (директне зелене фасаде) указују да:

- индиректна зелена фасада је економски одржива за све сценарије, уважавајући ову студију са просеком од 20 година враћања;
- индиректне зелене фасаде могу (скоро увек) бити одрживе у зависности од материјала који се користи за ношење;
- индиректне зелене фасаде, комбиноване са саксијама (planter boxes), представљају (минимално) економски одрживе системе само у случају најбољег сценарија (број година потребан за економску добит да се достигну трошкови - најгори сценарио износи 24 године а најбољи 16), због трошкова инсталација и одржавања (мисли се на системе за ослонац и за заливање);
- „живи“ зидови који су разматрани не могу се сматрати економски одрживим због високих трошкова инсталације и одржавања.

Уз уважавање остварених резултата, указано је да „умањењем иницијалних трошкова за инсталацију вертикалних зелених система економска одрживост таквих система може значајно да повећа распрострањеност примене“ (Perini & Rosasco, 2013:120).

Треба истаћи и предности зелених зидова у смислу биодиверзитета урбаних простора, јер они, пре свега, обезбеђују значајан извор хране као и станишта за раст и гнезда бескичмењака, птица и слепих мишева (Greater London Authority, 2008). Тако, нпр., бршљан (*Hedera helix*) представља значајан извор хране за бројне бескичмењаке који се хране његовим лишћем, цвећем и нектаром и такође обезбеђује значајно станиште током зимских месеци када су животиње у стању хибернацију (ibid).

Остале предности зелених зидова обухватају „биозасену“ – умањење сунчевог зрачења које продире кроз прозоре, задржавање прашине и других загађујућих материја из ваздуха као и падавина. Резултати истраживања спроведеног дуж аутопута у Немачкој, где је мерен проценат покривености честицама површине листова биљака као што је, између осталих, и бршљан, показују да честице и прашина прекривају 40% површине листа, док је нерватура лишћа прекривена чак до 100% (Kohler, 1993). Биљке пењачице могу да помогну да се заштити површина зграде од штетних утицаја, посебно од веома тешких и јаких падавина и града, и могу имати неку улогу у успоравању и привременом задржавању воде током олуја, као што чине и зелени кровови (Greater London Authority, 2008). Поред предности које доносе зелени зидови у погледу уштеда енергије, подршке заштити и унапређењу биодиверзитета као и у погледу контроле атмосферских вода, посебну пажњу треба посветити и буци. На основу спроведеног истраживања указано је да зелени зидови имају и значајан

потенцијал као средства звучне изолације за зграде, али да треба да се ураде неке измене у пројектовању, као што је побољшање заптивања спојева између њихових модуларних грађевинских елемената (Azkorra et al., 2015).

Поред значајних предности које обезбеђују зелени зидови, треба рећи да постоје и одређени мањи недостаци. Под тиме се подразумевају: могуће штете на фасади, неопходни радови на одржавању као и сам приступ који може бити опасан, станишта су бројних инсеката и др.

ОСВРТ НА СТАЊЕ У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

Планирање система зелених површина, односно зелене инфраструктуре у Републици Србији спроводи се без одговарајуће законске основе и неопходних активности за успостављање процедуралних оквира за усвајање *Закона о заштити и унапређењу зелених површина* (Crnčević & Sekulić, 2012; Manić et al., 2011, и др.). Увођењем предела у законску основу путем *Закона о Просторном плану Републике Србије*, посебна пажња је посвећена и зеленилу. Планом се предвиђа, између осталог, „унапређење/очување слике и структуре урбаног предела кроз... очување, унапређење и одрживо коришћење отворених, зелених простора и елемената природе у градовима и креирању мреже зелених и јавних простора којом се повезују природне и културне вредности насеља, периурбаног подручја и руралног предела”.

Остала законска основа којом се регулише планирање и уређење простора нема посебних одредаба за зелену инфраструктуру. *Закон о планирању и изградњи* не садржи

експлицитно дефинисане термине зелена површина као ни зелена инфраструктура, већ само термин инфраструктура, а за њено планирање управо горенаведени термини представљају основ. Издваја се *Закон о заштити животне средине*, који промовише јавне зелене површине и за урбанистичко и просторно планирање и успоставља обавезу њиховог уважавања као и формулисања посебног закона којим би се прописали „општи услови заштите, начин подизања и одржавања, обнове уништених јавних зелених површина као и вођење података о јавним зеленим површинама” (*Закон о заштити животне средине*, Сл. гласник РС 135/04 и 36/09).

У пракси, која бележи бројне позитивне примере, истиче се значај постојања информационе основе као основе за усмеравање развоја као и примене савремених принципа планирања (Crnčević, Vakić, 2008). Пример израде Плана детаљне регулације за Блок 23 у Белој Цркви представља иновативни приступ којим се урбана пољопривреда промовише као саставни део зелених површина, чиме се повезују постојећи изграђени делови града и на тај начин остварује утицај на повећање адаптивне улоге овог урбаног простора у односу на климатске промене (Manić et al., 2011).

Као корективно зеленило, вертикално зеленило, односно зелени зидови, помињу се заједно са зеленим крововима у *Генералном плану Београда 2021*. (ГП, 2003), али и даље нису „препознати у процесу израде планске документације и не улазе у укупан проценат озелењености блока односно парцела” (Crnčević, Sekulić, 2012). У урбаним срединама присутни су зелени зидови као саставни део, може се рећи, урбаног мобилијара, и то углавном на зградама подигнутим средином прошлог века (старији грађевински фонд) (Сл. 2).

Као одговор и подстицај даљој промоцији развоја ових типова зелених површина, на VI Салону пејзажне архитектуре одржаном у Београду 2015. год., плакету у категорији: *Реализовани пројекти добио је пројекат Зелени зид на платоу Ђоке Вјештице* у Београду (Сл. 12) аутора Александре Вукићевић и сарадника. Значај овог зеленог зида ширине од 18 m и са око 2.000 биљака, позиционираног у централном градском ткиву, је, како је истакнуто, „у савременој интерпретацији домена пејзажне архитектуре чији је циљ системско решавање унапређења квалитета живота у граду успостављањем зелене инфраструктуре града Београда” (*Katalog 6. Salona pejzažne arhitekture*, 2015).

ЗАКЉУЧАК

Све видљивији и, може се рећи, интензивнији утицаји климатских промена указују на неопходност активнијег деловања на свим нивоима. За урбане средине које карактерише значајна концентracија загађујућих материја и велика густина изграђености, од посебне важности је и постојање одговарајуће зелене инфраструктуре. Последњих година, као последица све веће пажње усмерене ка проблематици климатских промена и активније улоге међународних и других релевантних организација,

Сл. 12. Зелени „живи” зид на Платоу Ђоке Вјештице у Београду
Fig. 12. Green „living” wall, Plato Đoke Vještica, Belgrade



зелена инфраструктура, због својих значајних еколошких, социјалних, али и економских, ефеката, посебно добија на значају и постаје саставни део стратешких опредељења и решења.

Значај зелених зидова у односу на друге типове зелених површина (изузев зелених кровова), јесте да представљају решење и значајан потенцијал за озелењавање густо насељених урбаних центара. Перформансе зависе од типа, али се, генерално, утицај зелених зидова огледа у томе да позитивно утичу на квалитет ваздуха, увећање локалног биодиверзитета, да имају декоративну функцију и утичу позитивно на микроклиматске услове средине, јер обогаћују простор кисеоником, снижавају температуре и пружају довољну влажност ваздуха. У том смислу, а у контексту климатских промена, од значаја је њихов позитиван ефекат на смањење утицаја УТО ефекта и уштеду енергије.

Значај овог типа зелених површина препознат је и у Републици Србији. Међутим, недостаје свеобухватна политика којом би се успоставили одговарајући услови за планирање и пројектовање као и за промоцију развоја зелених зидова. У том контексту, препорука рада је да је неопходно приступити активностима за успостављање законских и планских оквира за укључивање зелених зидова као саставних делова зелене инфраструктуре града као и у укупан проценат озелењености блока, односно парцела. Под тиме, се пре свега, подразумева: успостављање услова за наставак процедуре усвајања *Закона о заштити и унапређењу зелених површина* као и израда *Правилника за изградњу зелених зидова*, уз континуалну промоцију истраживања са циљем квантификовања позитивних утицаја зелених зидова у контексту климатских промена.

ЛИТЕРАТУРА

- Akbari, H., D. M. Kurn, S. E. Bretz, Hanford (1997) *Peak power and cooling energy savings of shade trees*, *Energy Build*, No. **25**, pp.139-148.
- Alexandri, E., P. Jones (2008) *Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climate*, *Building and Environment*, No. **43**, pp. 480-493.
- Azkorra, Z., G. Perez, J. Coma, L. F. Cabeza, S. Bures, J. E. Alvato, A. Erkoreka, M. Urrestarazu (2015) *Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system*, *Applied Acoustics*, No. **89**, pp. 46-56.
- Brajkovich, M. S. de L. (2014) *Comparative life cycle assessment for Green walls systems*, *International Green Wall Conference, Stoke on Trent (UK), The Green Wall Centre, Staffordshire University*, https://www.staffs.ac.uk/assets/03.MichelleSanchez.IGWC.presentation_tcm44-80150.pdf (приступљено 20.08.2015)
- Generalni plan Beograda 2021, Sl. gl. grada Beograda, br.27/03,25/05,34/07,63/09 и 70/14
- Zakon o planiranju i izgradnji, Sl. glasnik RS 72/09, 81/09, 64/10-US, 24/11, 121/12, 42/13-US, 98/13-US, 132/14 i 145/14
- Zakon o Prostornom planu Republike Srbije, Sl. glasnik RS 88/10
- Zakon o zaštiti životne sredine, Sl.glasnik RS 135/04 i 36/09
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014) *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Core Writing Team, R. K. Pachauri and L. A. Meyer (eds.), Geneva, IPCC
- Ip, K., M. Lam, A. Miller (2010) *Shading performance of a vertical deciduous climbing plant canopy*, *Build Environment*, No. **45**, pp.81-88.
- Katalog 6. Salona pejzažne arhitekture (2015) Beograd, Udruženje pejzažnih arhitekata (UPAS)
- Kohler (1993) *Fassaden und Dachbe gruenung*, Ulmer

- Manić, B., T. Crnčević, A. Niković (2011) *Uloga zelenih površina u prostornoj funkcionalnoj koncepciji Bloka 23 u Beloj Crkvi, Arhitektura i urbanizam*, br. **33**, str. 67-74.
- Marić, I., T. Crnčević, J. Cvejić (2015) *Green infrastructure planning for cooling urban communities: overview of the contemporary approaches with special references to Serbian experiences*, *SPATIUM*, br. **33**, pp. 55-61.
- McCarthy J., O. Canyiani, N. Leary, D. Dokken, K. White (eds.) (2001) *Climate change 2001: impacts, adaptation and vulnerability*, Cambridge, Cambridge University Press
- Miller, A., K. Shaw, M. Lam (2007) *Vegetation on building facades: "Bioshader". Case study report*
- G. Papadakis, P. Tsamis, S. Kyritis (2001) *An experimental investigation of the effect of shading with plants for solar control of buildings*, *Energy Build*, No. **33**, pp. 831-836.
- Perez, G., L. Rincon, A. Vila, J. M. Gonzales, L. F. Cabeza (2011) *Green vertical systems for buildings as passive systems for energy savings*, *Applied Energy*, No. **88**, pp. 4854-4859.
- Perini, K., P. Rosasco (2013) *Cost – benefit analysis for green facades and living walls*, *Building and Environmental*, No. **70**, pp. 110-121.
- Pucar, M., M. Pajević, M. Jovanović-Popović (1994) *Bioklimatsko planiranje i projektovanje – urbanistički parametri*, Beograd, Zavet
- Hoyano, A. (1988) *Climatological uses of plants for solar control and the effects on the thermal environment of a building*, *Energy and Buildings*, No. **11(1-3)**, pp. 181-199.
- Cameron, R. W. F, J. E. Taylor, M. R. Emmett (2014) *What's 'cool' in the world of green facades? How plant choice influences the cooling properties of green walls?*, *Building and Environment*, No. **73**, pp.198-207.
- Crnčević, T., O. Bakić (2008) *The system of green surfaces in spas with special reference to the case studies: Vrnjačka, Kanjiža and Pribojka spa*, *SPATIUM*, br. **17/18**, pp. 92-97.
- Crnčević, T., O. Dželebdžić, I. Marić (2015) *Klimatske promene i zaštita – novija iskustva u planiranju područja kulturnog i prirodnog nasleđa*, *Arhitektura i urbanizam*, br. **40**, str. 37-46.
- Crnčević, T., M. Sekulić (2012) *Zeleni krovovi u kontekstu klimatskih promena – pregled novijih iskustava*, *Arhitektura i urbanizam*, br. **36**, str. 57-67.
- Cvejić, J., A. Tutundžić, A. Bobić, S. Radulović (2011) *Zelena infrastruktura: prilog istraživanju adaptacije gradova na klimatske promene*, u: Đokić, V., Lazović, Z. (ur.) *Uticaј klimatskih promena na planiranje i projektovanje*, Beograd, Arhitektonski fakultet, str. 85-108.

ИНТЕРНЕТ ИЗВОРИ

- Greater London Authority (2008) *Living Roofs and Walls, Technical Report: Supporting London Plan policy*, <http://www.london.gov.uk/sites/default/files/archives/uploads-living-roofs.pdf> (приступљено 16. 05. 2015)
- Green Roofs and Walls Policy, Implementation Plan (2014) http://www.cityofsydney.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0010/200242/Green-Roofs-and-Walls-Policy-Implementation-Plan-Adopted.pdf (приступљено 20. 08. 2015)
- <http://www.re-green.eu/en/go/case-of-the-month---shanghai>. (приступљено 20. 08. 2015)
- <https://www.cityoflondon.gov.uk/services/environment-and-planning/planning/design/sustainable-design/Pages/green-roofs.aspx> (приступљено 18. 06. 2015)
- <https://www.melbourne.vic.gov.au/Sustainability/CouncilActions/Pages/GreenWallsandFacades.aspx>. (приступљено 15. 07. 2015)
- <http://www.stefanoboerichitetti.net/en/portfolios/bosco-verticale/>

ИЗВОРИ ИЛУСТРАЦИЈА

- Сл. 1. фотографија аутора
- Сл. 2. фотографија аутора
- Сл. 3. <http://continuingeducation.bnppmedia.com>
- Сл. 4. фотографија аутора
- Сл. 5. фотографија аутора
- Сл. 6. <http://eco-publicart.org>
- Сл. 7. <https://en.wikipedia.org>
- Сл. 8. <http://www.wwf.org.hk>
- Сл. 9. фотографија аутора
- Сл. 10. <http://www.archilovers.com/>
- Сл. 11. <https://commons.wikimedia.org>
- Сл. 12. фотографија аутора