



UPOTREBA VERTIKALNIH SISTEMA ZELENILA I SOLARNIH PANELA U KOOPERATIVNOM PROSTORU U CILJU POSTIZANJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

UTILIZATION OF GREEN WALLS CONCEPT AND SOLAR PANELS IN CO – WORKING SPACE FOR SUSTAINABILITY AND ENERGY EFFICIENCY

Ivana Lalović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA – DIZAJN ENTERIJERA

**Kratak sadržaj** – Intenzivna istraživanja su sprovedena kako bi se umnožio broj projekata zelene gradnje korišćenjem alternativnih metoda tehnologije održivog građenja, kako bi se smanjila potrošnja energije, a u isto vrijeme povećala korisnost prirodnih resursa. Projekat obuhvata implementaciju koncepta zelenih zidova i solarnih panela u projektovanju kooperativnog prostora u cilju smanjenja: gradskog toplotnog ostrva, temperature zgrade, potražnje energije za hlađenje i grijanje, kao i poboljšanja kvaliteta radnog okruženja. Prema tome, jasno je da je glavna funkcija ovog projekta energetska optimizacija kooperativnog prostora, za održavanje određenog nivoa komfora na radnom mjestu, u cilju postizanja sveukupne energetske efikasnosti. Cilj ovog projekta jeste prije svega motivacija za preispitivanje dosadašnjih već ustanovljenih vrijednosti i postavljanje novih ciljeva u polju očuvanja okoline, i tako razvoja ljudske svijesti.

**Gljučne reči:** energetska efikasnost, zelena gradnja, solarni paneli, kooperativni prostor, očuvanje životne sredine

**Abstract** – Intensive research has been undertaken to multiply the number of green building projects using alternative methods of sustainable construction technologies, in order to reduce energy consumption while at the same time increasing the usefulness of natural resources. The project encompasses the implementation of the concept of green walls and solar panels in design of co - working space in order to reduce: the city's thermal island, temperature of the building, demand for cooling and heating energy, and improvement of quality of the working environment. Therefore, it is clear that the main function of this project is the energy optimization of the co – working space for maintaining a certain level of comfort in the workplace, in order to achieve overall energy efficiency. The goal of this project is above all the motivation for re-examining the already established values and setting new goals in the field of environmental protection, and thus the development of human consciousness.

**Keywords:** energy efficiency, green building, solar panels, co – working office, preservation of the environment.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marko Todorov.

1. UVOD

Zgrade su definisane kao jedan od glavnih doprinosa ekološkim problemima, i utvrđeno je da troše oko 40% ukupne svjetske energije [1]. Najveći procenat potrošnje energije u zgradi, imaju ventilacija i klimatizacija, posebno u poslovnim zgradama [2], [3]. Osim toga, očekuje se strahovit porast potrošnje energije u narednih 15 godina, od 1.200 Mm<sup>2</sup> do 2200 Mm<sup>2</sup>, što je povećanje za 50% [4].

Generalno, poslovne zgrade troše više energije u poređenju sa drugim vrstama zgrada. Većini ljudi odlazak na posao predstavlja svakodnevnicu, pa prosječan zaposlen čovjek provede oko 90,000 sati na poslu tokom života, što predstavlja jednu trećinu njegovog životnog vijeka. Tako da se zasigurno može reći da posao ima veliki uticaj na kvalitet našeg života, kao i na generalnu sreću tokom istog. Razvijanjem tehnologije, dolazi do fleksibilnosti u odabiru radnog mjesta i komfora unutra njega, što se narušava povećanom temperaturom vazduha koja dovodi do nelagodnosti u zatvorenim prostorima [5,6].

Optimizacija ventilacije za hlađenje unutrašnjosti poslovne zgrade se može poboljšati kroz proces smanjenja apsorpcije spoljašnje toplote zgrade, kao što je solarna toplota. To uključuje postavljanje solarnih kolektora, zatamnjenih stakala i pasivnih elemenata za stvaranje sunčeve sijenke [7].

Korišćenje biljaka i zelenila je takođe ekološko rješenje za kontrolu sunčevog zračenja i smanjenje temperature. Primjena vertikalnih sistema zelenila ne samo da smanjuje temperaturu, već ima i mnoge ekonomske, ekološke i društvene koristi [1]. Predstavlja inteligentan način da se ublaže neki od ovih nedostataka i da se ublaži iscrpljivanje resursa [8]. Smanjenje temperature je takođe jedno od važnih svojstava vertikalnih sistema zelenila. Osim toga efekti sjenčenja, efekti hlađenja biljaka su takodje efikasni u smanjenju temperature, tako i pomažu u smanjenju potrošnje energije za hlađenje i potrošnje energije. Sposobnost zgrade da radi i funkcioniše sa minimalnom potrošnjom energije je energetska efikasnost [9].

Uzimajući u obzir sve navedene činjenice, postavljena je jasna tendencija da se Podgorici ponudi nova jedinstvena arhitektonska cjelina sa navedenim osobinama, tako predstavljajući jedan od prvih ovakvih sistema u gradu.

Funkcionalni zahtjevi pri izradi ovog projekta bili su specifični jer se radi o izgradnji objekta poslovne namjene

shodnu evoluciji radnog mjesta, što znači da su funkcionalne cjeline ostavljene arhitekti za slobodnu interpretaciju, uz poštovanje osnovnih standarda objekata ove namjene, kao i potreba za projektom zelene gradnje u skladu sa definicijom njegovog djelovanja.

Prema tome, jasno je da je glavna funkcija ovog projekta energetska optimizacija kooperativnog prostora, upotrebom vertikalnih sistema zelenila i solarnih panela, za održavanje određenog nivoa komfora na radnom mjestu, u cilju postizanja sveukupne energetske efikasnosti.

## 2. TEORIJSKI OKVIR ISTRAŽIVANJA

### 2.1. Razvoj radnog mjesta kroz vjekove

Današnje kancelarije su počele da uključuju prostore za smještaj različitih stilova rada - sve u istom prostoru. Moderni kancelarijski prostori treba da pruže niz različitih funkcija i prostorija za: saradnju i komunikaciju, mir, tišinu i privatnost onda kada im je potrebna [10].

Ljudi takođe postaju sve više svjesni prirode kompanija u kojima rade, a održivost je postala vrijednost koja se očekuje od kompanija. Istraživanja pokazuju da gotovo 90% milenijalaca smatra da je važno raditi za kompaniju koja je etički i društveno odgovorna [11].

### 2.2. Vertikalni sistemi zelenila

Urbanizacija i brzo rastuća populacija mijenjaju osobine grada i pretvaraju ih u betonske džungle. Dovode do nekih problema kao što su zagađenje vazduha, buka i zagađenje vode, povećanje betonskih zgrada i tvrdih površina, nedostatak vegetacije, povećanje gradskog toplotnog ostrva, globalno zagrijavanje itd. [12]. Povećana temperatura vazduha dovodi do sve veće nelagodnosti u zatvorenim prostorima [8].

Primjena vertikalnih sistema zelenila ne samo da smanjuje temperaturu, već ima i mnoge ekonomske, ekološke i društvene koristi [13]. Predstavlja inteligentan način da se ublaže neki od ovih nedostataka i da se ublaži iscrpljivanje resursa [14].

Iako je sunce glavni izvor prirodne energije u svijetu, njegovo zračenje zagrijeva okruženje i dovodi do povećanja temperature. Korišćenje biljaka i zelenila je ekološko rješenje za kontrolu sunčevog zračenja i smanjenje temperature. Štaviše, upotreba biljaka ima prirodne prednosti jer su biljke čisti izvor [13]. U spoljnim prostorima, biljke su prirodni alati za kontrolu mikroklimatskih uslova svojim efektima zasjenčivanja, sposobnosti apsorpcije i refleksije [15]. Dokazano je da male zelene površine razmahnute na odgovarajućim intervalima hlade okolinu [16], a eksperiment potvrđuje ovu tvrdnju i otkriva direktnu vezu između temperature i zelenih površina [17].

Biljke koje se uzgajaju na vertikalnim površinama nazivamo vertikalnim sistemima zelenila [18]. Na ovaj način jedna ili više vrsta vegetacije mogu rasti vertikalno na površini, bilo prirodnim putem ili posađeno od strane ljudi, bilo unutar ili izvan zgrade, pričvršćene za zid zgrade ili slobodnostojeće ispred zida. Ukratko, vertikalni sistemi zelenila opisani su kao uzgoj svake vrste biljaka na svakoj vrsti vertikalne površine [19].

Primjena vertikalnih sistema zelenila za njegove društvene koristi datira još iz antičkog doba, a Vavilonska Viseća Bašta je jedan od poznatih primjera [20]. Ljudi su koristili zelenilo u zgradama i njihovim stambenim prostorima u različitim oblicima za njihov estetski utisak, jer je povezivanje sa prirodom biološki urođeno.

Postoje različite klasifikacije za vertikalne sisteme zelenila. Jedan takav sistem klasifikacije zasniva se na rastućim karakteristikama, metodama gradnje i vrstama biljaka [21]. Tako dijelimo ovakve sisteme na četiri kategorije: drvo-uz-zid; puzavice; visilice i tip modula (slika 1).

### 2.3. Solarni paneli i hibridni solarni sistem

Fotonaponsko staklo (PV staklo) se direktno koristi za proizvodnju fotonaponske energije i komponente solarnog termalnog sistema za proizvodnju električne energije i igra ulogu u kontroli prenosa i sunčeve svjetlosti, ili provođenju. Uglavnom se sastoji od ultra čistog stakla, TCO stakla i PV antirefleksnog stakla.

Kina kao najveći svjetski proizvođač fotonaponskog stakla čini oko 75% ukupnog kapaciteta. U 2015. proizvela je 310 miliona kvadratnih metara PV stakla, što je za 14,1% više u odnosu na prethodnu godinu. Očekuje se da proizvodnja dostigne 350 miliona kvadratnih metara u 2016. i da premaši 500 miliona kvadratnih metara u 2020. godini [22].

Hibridni solarni fotonaponski sistem povezan je na mrežu, omogućujući korišćenje struje noću ili kada sunce ne sija. Kada solarni paneli proizvode više električne energije nego što ih objekat koristi, električna energija se može vratiti u mrežu, ako je aktivan program neto mjerenja. Ovo omogućava rotiranje mjerača kredita unazad.

Prema višestrukim izvorima vijesti, PV polja trebaju biti okrenuta prema zapadu ili istoku i zapadu, a ne prema jugu, kao što je standard. Prošle godine, najveća solarna farma u Evropi - Cestasova fabrika od 300 MW u jugozapadnoj Francuskoj - izgrađena je sa panelima orijentisanim prema istoku i zapadu. Investitor, Neoen, objavio je da je to omogućilo projektu da proizvede tri do četiri puta više energije po kvadratnom metru nego da je okrenuta prema jugu.

Zaključci su proizašli iz dvije studije, od kojih je jedna iz Tekaškog istraživačkog instituta u Pećanu, 2013. godine, i jedne iz 2014. godine iz britanskog univerziteta Loughborough, koja je istakla da su paneli okrenuti zapadu, istoku i zapadu, osigurali više struje [23].

Orijentacija istok – zapad takođe ima porast primjene na ravnim krovovima komercijalnih i industrijskih objekata u Njemačkoj. To omogućava skladištima, fabrikama i poslovnim prostorima da stave više panela na svoje krovove, dok moduli i dalje generišu količinu snage koja usko odgovara energetskim potrebama zgrada, što dovodi do veće štednje sopstvene potrošnje.

### 3. PROJEKTANTSKI RAD – OPIS PROJEKTA

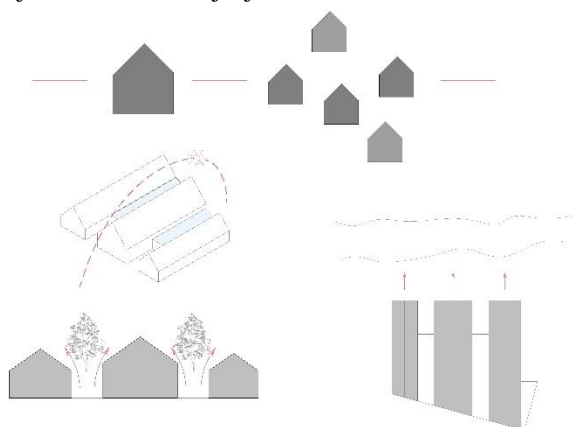
#### 3.1. Konceptualizacija rješenja

Inicijalna ideja objekta kooperativnog prostora leži u samoj definiciji njegovog djelovanja. U akcentu je njegov važan uticaj na očuvanje životne sredine, uz podizanje svijesti ljudi o problemima sa kojim se danas susrećemo. U prilog tome, zamišljeno je neprimjetno postojanje objekta, koji neće narušavati okolni pejzaž a ipak sadržati sve potrebne funkcionalne komponente u cilju postizanja energetske efikasnosti. Osnovni zadatak ovoj projekta jeste spajanje čovjeka sa prirodom.

Da bi se nastavila zelena i čista vizura obale rijeke, odlučila sam da spustim objekat za jednu etažu ispod kote terena. Tako objekat samo svojim krovovima izvire iz linije horizonta, da bi nas podsjetio na njegovo postojanje, dok iz unutrašnjosti korisnik doživljava kompletnu vizuru kanjona, a ostatak grada ostaje izvan vidika. Time korisnik ima utisak izolovanosti od gradske sredine sa pogledom na rijeku, a zapravo je u glavnom gradskom jezgru. Tom doživljaju doprinosi Njegošev park koji služi kao tampon zona između objekta i bulevara.

Oblik objekta proizilazi iz forme tradicionalnih Crnogorskih dvovodnih kuća, čiji se primjerci nalaze u neposrednoj blizini lokacije, naselju Stara Varoš koja je bila srce stare Podgorice u periodu Osmanske vlasti. Ovom dijelu grada posvećene su i brojne pjesme, a o njenom nekadašnjem izgledu, kao i životu u ovom dijelu grada Staropodgoričani rado pričaju.

S osvrtnom na tradiciju i istoriju, konačan oblik proistekao je iz ideje grupacije više kuća koje tako formiraju naselje. Transponovanjem forme kuće, i jedinjenjem grupacije, ideja je rezultirala nastajanjem dinamične fasade.



Slika 1. Razrada koncepta

#### 3.2. Prostorna organizacija i primjena vertikalnih sistema zelenila i solarnih panela

Funkcionalni zahtjevi pri izradi ovog projekta bili su specifični jer se radi o izgradnji objekta poslovne namjene shodnom evoluciji radnog mjesta, što znači da su funkcionalne cjeline ostavljene arhitekti za slobodnu interpretaciju, uz poštovanje osnovnih standarda objekata ove namjene, kao i potreba za projektom zelene gradnje u skladu sa definicijom njegovog djelovanja.

Prostorna organizacija ovog poslovnog objekta zasnovana je u velikoj mjeri na fluidnosti i fleksibilnosti plana, kao i odnosu definisanih i nedefinisanih prostora i među-prostora.

*Sinergija* predstavlja ključnu riječ i tako se jednom riječju obašnjaava zamisao autora. Sinergija otvorenog i zatvorenog prostora omogućena je upotrebom velikih staklenih površina, koji pružaju nesmetanu vizuru na atraktivni pejzaž kanjona rijeke Morače. Spuštanjem objekta za čitavu etažu u odnosu na kotu terena, doprinosi se ovom osjećaju mira, prostranosti, i izolovanosti.

Sinergija čovjeka i prirode takođe se dešava upotrebom sistema ozelenjavanja, kao što su zeleni zidovi, raznolika upotreba biljaka, i prožimanje atrijuma tako omogućujući prirodnu ventilaciju objekta. U gore navedenim istraživanjima dokazano je da je povezivanje sa prirodom biološki urođeno, te da kontakt sa prirodom ima psihološki uticaj i povećava zdravlje i blagostanje ljudi. Pored toga, smanjen stres i niža gojaznost postižu se blizinom zelenih površina.

Pored socijalnih koristi, važno je da ljudi postanu svjesni ekonomskih i ekoloških prednosti vertikalnih sistema zelenila. Tako upotrebljeni vertikalni sistem zelenila igra značajnu ulogu u hlađenju objekta uslijed velikih temperatura ljeti, obavljanju fotosinteze, apsorbovanju prašine, i ostalih koristi upotrebe ovog sistema.

Primarni oblik vertikalnih sistema zelenila u ovom radu predstavlja sistem puzavica. Razlog za upravo njihovu upotrebu je teren na kom se objekat nalazi. Prirodno je bogat vegetacijom, a samim tim i pogodan za rast ove vrste biljaka. Njegov odabir uslijedio je i nivelacijom objekta, koja je rezultat ideje da se objekat stopi sa kanjonom. Vremenom će objekat biti djelimično do potpuno pokriven vegetacijom.

Osim konkretno definisanih prostornih okvira sa jasnim funkcijama i namjenama (administracija objekta, tehnički blok, sanitarni čvor, kafeterija, objekat je spoj raznovrsnih prostora koji se prilagođavaju individualnim potrebama korisnika i samog događaja u okviru njega. Tako sadrži prostorije za: timski rad, sastanke, konferencije i projekcije s jedne, i prostorije za odmor i mir, lounge zone i sobu sa igrama sa druge strane, što je rezultat evolucije u organizaciji radnog mjesta i razvoja tehnologije koja omogućava rad iz bilo kojeg odgovarajućeg mjesta, ne vežući korisnika za radni sto. Kao dopunu objekta ovakvog tipa, predlaže se i mogućnost otvaranja ljetnje terase koja se nadovezuje na postojeću kafeteriju.

S druge strane, solarni paneli postavljeni su čitavom dužinom objekta, iz dva dijela. Orijentisani su u pravcu istok - zapad, koja predstavlja najpovoljniju orijentaciju za prikupljanje energije. Nalaze se u prostorima između tri definisana kubusa i tako stvaraju zastakljen krov koji istovremeno obavlja dvije funkcije: prikupljanje energije putem solarnih kolektora i pužanje prirodnog osvetljenja čitavom objektu.

### 3. ZAKLJUČAK

Projektovanje kooperativnog prostora koji je specifičan u svojoj namjeni postizanja energetske efikasnosti, prevazilazi ispunjenje isključivo onih zahtjeva koji se tiču kvalitetnih odvijanja funkcionalnih procesa, nudeći korisnicima i svom kontekstu dodatne vrijednosti u smislu očuvanja životne sredine.

Ovakav objekt ima višestruke beneficije energetske efikasnosti i one uključuju stvari kao što su: smanjeni uticaj klimatskih promjena, smanjeno zagađenje zraka i poboljšano zdravlje, poboljšani uslovi u unutrašnjosti prostora, poboljšana energetska sigurnost i smanjenje rizika cijena za potrošače energije. Takođe rad u ovakvom prostoru povećava dobrobit i sreću svojih korisnika pored njihove profesionalne produktivnosti.

Prema tome, jasno je da je glavna funkcija ovog projekta energetska optimizacija kooperativnog prostora, upotrebom vertikalnih sistema zelenila i solarnih panela, za održavanje određenog nivoa komfora na radnom mjestu, u cilju postizanja sveukupne energetske efikasnosti.

Cilj ovog projekta jeste prije svega motivacija za preispitivanje dosadašnjih već ustanovljenih vrijednosti i postavljanje novih ciljeva u polju odgovornosti prema ekosistemu, i tako razvoja ljudske svijesti.

#### 4. LITERATURA

- [1] Mat Santamouris (2005) "Energy in the urban built environment: The role of natural ventilation". Cristian Ghiaus & Francis Allard (Eds) (pp. 1-19). London: Earthscan.
- [2] Liang Zhou and Fariborz Haghighat (2005) „Optimization of ventilation system design and operation in office environment, Part I: Methodology“. Building and Environment, 44(4), 651-656.
- [3] A.L.S. Chan, T.T. Chow, K.F. Fong and Z. Lin (2009) „Investigation on energy performance of double skin façade in Hong Kong“. Energy and Buildings, 41(11), 1135-1142.
- [4] Yi-Kai Juan, Peng Gao and Jie Wang (2010) „A hybrid decision support system for sustainable office building renovation and energy performance improvement“. Energy and Buildings, 42(3), 290-297.
- [5] Ismail A, Abdul Samad MH, Abdul Rahman A. (2008) „Using green roof concept as a passive design technology to minimise the impact of global warming“. (ICBEDC 2008), Malaysia; 2008. p. 588-98.
- [6] Aziz HA, Ismail Z. (2011) „Design guideline for sustainable green roof system“. Malaysia:IEEE;2011;198-203
- [7] Cristian Ghiaus and Claude-Alain Roulet (2005) „Strategies for natural ventilation“. In Cristian Ghiaus & Francis Allard (Eds) (pp. 136-157). London: Earthscan.
- [8] Ahmed MHB , Rashid R. (2009) „Thermal performance of rooftop greenery system in tropical climate of Malaysia“. In: Proceedings of the conference on technology & sustainability in the built environment; p.391-408.
- [9] Web izvor: <http://morganlovell.co.uk>
- [10] Web izvor: <http://k2space.co.uk>
- [11] Web izvor: <http://mindspace.me>
- [12] Zain ZM,Taib MN,Baki SMS. (2007) „Hot and humid climate: prospect for thermal comfort in residential building. Desalination; 209:261-8.
- [13] Wong NH,Chen Y, Ong CL, Sia A. (2003) „Investigation of thermal benefits of rooftop garden in the tropical environment“. Build Environ; 38:261-70.
- [14] Ahmed MHB , Rashid R. (2009) „Thermal performance of rooftop greenery system in tropical climate of Malaysia“. In: Proceedings of the conference on technology & sustainability in the built environment; p.391-408.
- [15] Picot X. (2004) „Thermal comfort in urban spaces: impact of vegetation growth: case study: Piazza della Scienza, Milan, Italy. Energy Build; 36:329-34.
- [16] Skinner C.J. (2006) „Urban density, meteorology and rooftops“. Urban Policy Res; 24:355-67.
- [17] Shiah K, Kim JW, Oldridge S. (2011) “An investigation into the application of vertical garden at the New SUBAtrium”. Vancouver,Canada: The University of British Columbia; 2011.
- [18] Loh s. (2008) “Living wall – a way to green the built environment”. Australia: Royal Australian Institute of Architect; 8.
- [19] Wong NH, Tan A.Y.K., Tan P.Y., Wong N.C. (2009) “Energy simulation of vertical greenery systems”. EnergyBuild 2009; 41:1401-8.
- [20] Wong NH, Tan A.Y.K., Tan P.Y., Sia A, Wong N.C. (2010) “Perception studies of vertical greenery systems in Singapore”. J UrbanPlanDev – ASCE; 136:330-8.
- [21] Yu C, Hien W. (2009) “Thermal impact of strategic landscaping incities: a review.” Adv BuildEnergyRes(ABER); 3:237.
- [22] Web izvor: <http://archive.glassonline.com>
- [23] Web izvor: <http://rechargegenews.com>

#### Kratka biografija:



**Ivana Lalović** rođena je u Podgorici 1994. god. Osnovne i specijalističke studije završila je na Arhitektonskom fakultetu u Podgorici, a master rad odbranila je 2019. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, iz oblasti Arhitekture – Dizajn enterijera.