



## STAMBENA ZGRADA NA PRINCIPIMA BIOKLIMATSKE ARHITEKTURE

### RESIDENTIAL BUILDING ON THE PRINCIPLES OF BIOCLIMATIC ARCHITECTURE

Kristina Milutinović, Milena Krklješ, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

#### Arhitektura – ARHITEKTONSKO I URBANISTIČKO PROJEKTOVANJE

**Kratak sadržaj** – *Ovaj rad predstavlja projekat stambene zgrade na principima bioklimatske arhitekture. Prostor je adekvatno prilagođen ustanovljenim normama u projektovanju stambenih zgrada, sa tendencijom rasta svesti o eko-gradnji, kroz čije karakteristike se ogledaju fasade, sistemi. Metodologija koja definiše stambeni prostor je definisana kroz analizu lokacije, pristupa, terena, zelenila, orijentacije. Model unapređenja u eko-zgradu je definisan kroz primere alternativnih, prirodnih resursa. Rezultat je zgrada sa tri nadzemne i jednom podzemnom etažom.*

**Cljučne reči:** *ekologija, prirodni resursi, energija, eko-gradnja, bioklimatska arhitektura*

**Abstract** – *This article shows a residential building project based on the principles of bioclimatic architecture. The space is adequately adjusted to the established norms in the design of residential buildings, with a tendency to grow awareness of eco-construction, through whose characteristics the facades and systems are reflected. The methodology that defines the living space is defined through the analysis of location, access, terrain, greenery, orientation. The eco-building improvement model is defined through examples of alternative, natural resources. The result is a building with three floors and a basement/underground garage.*

**Keywords:** *ecology, natural resources, energy, eco construction, bioclimatic architecture*

#### 1. UVOD

Tehnološki razvoj je svoju ekspanziju doživeo XX veku, a posmatrajući iz ugla naučnika, predstavljalo je plodno tlo za istraživanje i olakšavanja života ljudima. Narušena ravnoteža na relaciji čovek-priroda dovodi do toga da sve češće priroda uzvraća čoveku na sebi svojstven način. Od samog nastanka i početka civilizacije čovek je težio da sebi obezbedi stanište, koristeći se resursima koje je nalazio u svom okruženju.

Prednosti koje pruža njihovo korišćenje, neophodno je iskoristiti na pravilan način, što iziskuje potrebu za stručnim kadrom iz različitih naučnih oblasti. Ipak, primena alternativnih materijala, može dovesti do skoka cene.

Rešavanje problema potrošnje konvencionalnih materijala, implementiranje u eko-izgradnju, kao i problem

#### NAPOMENA:

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Milena Krklješ, red. prof.**

visokih cena, moglo bi se rešiti kombinacijom primarnih i alternativnih materijala.

#### 2. O EKOLOGIJI, UGROŽENOST I ZNAČAJ

Ekologija se bavi očuvanjem prirode i njene iskorišćenosti u određenim granicama. Nesmotrenim potezima priroda je dovedena u neravnotežu, koje za posledicu mogu imati još veće prirodne katastrofe, a utičaće na samog čoveka koji je genetski predodređen da se bori za opstanak. Iako je mnogo faktora koji utiču, neki se ističu i to su sledeći: uništavanje šumskih pojaseva nesmotrenom sečom drveća, građevinskim otpadom i problemima na gradilištu, zagađivanje vodnih resursa. Stoga određeni koraci koji se preduzimaju nastoje da sačuvaju prirodu.

##### 2.1. Zaštita prirode, ugroženost i značaj

Sa uočenim problemima koje je sa sobom donelo prekomerno eksploataisanje neobnovljivih izvora energije, čovek sada nastoji da stvori zaštitu i ograniči svoje poteze, a sa druge strane proširi pozitivan uticaj na globalnom nivou. Mere koje možemo sprovesti u zaštiti prirode: odvajanje otpada na staklo, metal, plastiku i otpad od baterija; kontrolisanje industrijskih gasova; sprečavanje neplanirane gradnje; povećanje stope iskorišćenosti obnovljivih izvora energije; zaštita šumskih područja.

##### 2.2. Neobnovljivi i obnovljivi izvori energije

Osnovna podela energije je na neobnovljive i obnovljive izvore. U neobnovljive spadaju: fosilna goriva, ulja, nafta, zemni gas, uljani škriljci. U obnovljive izvore energije spadaju: sunčevo zračenje, energija vetra, hidro energija, energija biomase i geotermalna energija. Sunčevo zračenje se koristi putem solarnih prijemnika. Solarna energija se može konvertovati u električnu energiju. Energija vetra se koristi u proizvodnji električne energije, za šta su zadužene vetrenjače. Hidro energija se koristi iz vodotokova, morskih struja, plime i oseke. Sistemi transformišu i proizvode energiju. Geotermalna energija se ispušta u atmosferu, a buka koja se proizvodi u tom momentu ne šteti. Energija biomase se koristi od žive ili doskora žive materije biljnog ili životinjskog porekla, koja se može koristiti kao gorivo ili za industrijsku materiju. [1]

#### 3. ODRŽIVA ARHITEKTURA

Termin održivost se odnosi na obezbeđenje sadašnjosti i neugrožavanje narednih generacija. Održiva arhitektura ne podrazumeva samo uključenost svesti o prirodnim materijalima, već pravilan pristup projektovanju i planiranju, izgradnji, što dovodi do termina eko-arhitektura, dok pojam održiva arhitektura podrazumeva više naučnih oblasti zastupljenih u samom razvoju. Iako

se do sada u tekstu govorilo o ekonomičnoj upotrebi materijala, prirodnih resursa, obnovljivim izvorima energije, treba spomenuti da održiva arhitektura zagovara i upotrebu recikliranih materijala, poštovanjem tradicionalnih pristupa projektovanju i primenom energetske efikasnosti metoda. Ekonomski, politički i ekološki razlozi su razlozi od najvećeg značaja na koje se svodi održiva arhitektura. Važno je napomenuti da osim gore navedenih razloga, štetne uticaje mogu imati i napušteni i nedovršeni objekti. Razlog za to je u iskorišćenosti materijala, utrošku energije, eksploataciji [3].

#### 4. PRINCIPI BIOKLIMATSKE ARHITEKTURE

Projektovanje i planiranje stambene jedinice sa ekološkim elementima predstavlja izazov za investitore kako zbog izbora materijala, tako i zbog načina izgradnje i mehanizacije. Krajnji rezultat je prednost u energetske efikasnosti, prilagođenost klimatskim uslovima, ušteda vodenih resursa i smanjenje štetnih gasova. Takva je bioklimatska arhitektura. Inovacija u bioklimatskoj arhitekturi je upotreba pametnih materijala. Odluku ih trajnost, samim tim i kvalitet, i u boljoj su prednosti za gradnju u odnosu na konvencionalne materijale. Druga karakteristika koja ih krasi jeste dobra akustična zaštita.

Savremen čovek koji živi i radi u gradskoj sredini, opterećen je bukom koja dolazi sa ulica, što pokazuju i istraživanja naučnika koji su potvrdili da neugodna akustika izaziva psihološke probleme kao što su stres i nesanica. U projektu koji će se na dalje opisati, zastupljen je bioklimatski staklenik, zelena fasada, solarni sistemi i delimično ozelenjeni krov [2].

#### 5. STUDIJA SLUČAJA

##### 5.1. Prvi primer: Luksuzna rezidencija

Kao ugledni primer, za stvaranje projekta stambene zgrade na principima bioklimatske arhitekture, poslužio je idejni projekat sa jednog od konkursa na platformi GoPillar za arhitekta, pejzažne arhitekta i dizajnere enterijera. Autor projekta je srpski arhitekta Zdravko Barišić iz Kragujevca. Konkurs je raspisan krajem 2020., a završen je 2021. godine, a projekat srpskog arhitekta je dobio najvišu ocenu i tako odneo pobjedu. U arhitektonskom oblikovanju ovog objekta, drvo i staklo su prisutni u gotovo u istoj razmeri. Drveni elementi, poput panela koji osim što daju na estetici, regulišu i upad sunčevih zraka u objekat. Stakleni elementi, oivičeni drvenim, prefarbanim okvirima, u zelenoj boji, stvaraju prijatan izgled zgrade, ujedno omogućavajući i upućujući na spoj prirode i čoveka, kao i na eko-gradnju, koja kada se spomene upućuje upravo na ovu boju. Osim glavnih transparentnih i njihovih pomoćnih konstrukcija, bela boja ostatka fasade upravo je tu kako bi zgrada što manje svetlosti i toplote redukovala u letnjem periodu, odnosno apsorbirala u zimskoj sezoni.

##### 5.2. Drugi primer: Pasivna solarna kuća Andromeda

Pasivna solarna kuća Andromeda, realizovana je 1982. godine, na preko 100 lokacija u bivšoj SFRJ. Objekat je projektovan u polunivoima, a forma stvara utisak simbioze kuće i prirode. Ovakav tip objekta se realizuje samo na terenu koji je u blagom padu. Fasadni zidovi su obloženi opekama i staklom na južnoj strani objekta. Na

dalje, to i jeste ostvareno prozorima pod nagibom na južnoj strani fasade, koji uvode svetlost unutar objekta do većih dubina. Na južnoj strani je postavljen i Trombov zid. Nagib i transparentnost fasade stvara termički komfor, koji ovu kuću čini prijatnom za stanovanje.

#### 6. ANALIZA OBJEKTA

##### 6.1. Zadatak

Potrebno je isprojektovati stambenu zgradu spratnosti Po+P+2, sa lokacijom u blizini gradskog naselja Zvečan, koja teritorijalno pripada istoimenoj opštini. Zgrada će po etaži imati dva stana, a u svom sklopu stanovi trebaju imati biostaklenike. Podzemna etaža treba imati namenu garažnog parkiranja, a krov zgrade treba biti ravan i služiti kao krovni vrt. U skladu sa savremenim načinima izgradnje, primeniti ekološke elemente u vidu fotopanela, zelene fasade, termo-panele. Ekološke panele primeniti tako da se estetski ne narušava izgled zgrade.

##### 6.2. Analiza lokacije

Izabrana lokacija se nalazi u novoizgrađenom naselju „Sunčana dolina“, u opštini Zvečan. Pripada Kosovskomitrovačkom okrugu. U blizini naselja se nalazi srednjevekovna tvrđava, koja je služila kao pogranično utvrđenje za vreme vladavine dinastije Nemanjića. Pored istorijskog značaja, geografske činjenice krasi ovu lokaciju. Naime, opština Zvečan leži na ugašenoj vulkanskoj kupi, na čijem vrhu se nalazi gorepomenuta tvrđava. Podno tvrđave, a pored reke Ibar, nalazi se nekadašnji najveći industrijski i ekonomski tigar u bivšoj Jugoslaviji, Trepča.

##### 6.3. Analiza vremenskih prilika

Analiza vremenskih uslova na godišnjem nivou pokazala je prosečne vrednosti pa imamo sledeće rezultate: Prosečne dnevne padavine su najviše u junu i iznose 67 mm, a najniže u januaru i februaru. Prosečna dnevni maksimum temperature je najveći u julu i avgustu koji dostiže 27°C, dok je najniži u decembru i januaru i iznose oko 5°C. Prosečni dnevni minimum u letnjim mesecima je 16°C, a u zimskim mesecima je 5°C. Kada je reč o hladnim noćima u letnjem periodu, temperatura bude u proseku 11°C, dok u zimskom periodu iznosi -10°C. Snežne padavine su najveće u zimskim mesecima. Oktobar i april su meseci kada se takodje mogu desiti snežne padavine, ali u veoma maloj količini. Brzina vetra je najveća u martu i iznosi 17 km/h. Prosečna brzina vetra je 11 km/h, a minimalna 5 km/h. Vetar je najslabiji u letnjim mesecima i iznosi prosečno 7 km/h. Maksimalno može dostići brzinu od 12 km/h, a minimalno 2 km/h.

##### 6.4. Analiza pristupa

Izabrana parcela se nalazi na okosnici naselja „Sunčana dolina“, potez koji je namenjen stambenim zgradama. Sa zapadne strane parcele, prolazi saobraćajnica koja je veza centralnog dela naselja i izlaza iz istog. Sa severne strane nalazi se brdovit šumski predeo. Istočno i južno nalaze se izgrađeni objekti, a pogled usmeren ka Kosovskoj Mitrovici. Objektu na samoj parceli, moguće je organizovati pristup sa jedne strane, a ulaz se može postaviti zapadno, južno i severno.

Istraživanjem, skicama i analizama najbolji pristup je organizovati pešački ulaz sa zapadne strane objekta, dok su severni i južni ulaz manje povoljni. Kolski pristup moguće je organizovati i kao severni i kao južni ulaz.

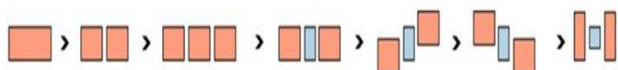
### 6.5. Analiza zelenila i terena

Na samoj parceli nalazi se pretežno nisko rastinje i trava. Visokih stabala nema, pa ni u okolini osim šumskog predela u blizini. Teren je blago pokrenut od zapadne ka istočnoj strani i od severne je blagi pad ka južnoj strani.

### 6.6. Istraživanje osnove tipskog sprata

U primeru na slici 1 iz modula stanovanja, sa potrebama komunikacije, predstavljene su dve celine. Kao krajnji rezultat dobijena je dvolinijska organizacija prostora, stambene namene, sa centralnim komunikacijama, horizontalnim i vertikalnim. Igra modula ili ćelija, pokazuje način na koji se forma iz oblika može napraviti, tako da predstavljaju razigrane forme interesantne posmatračima.

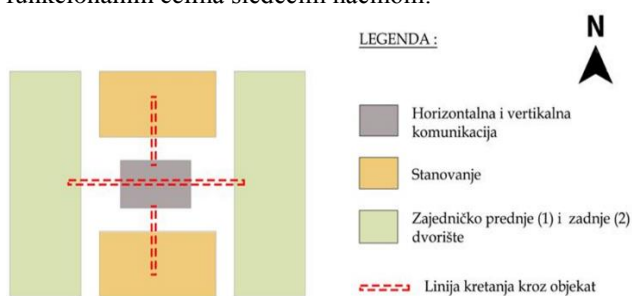
Takve forme objekta se mogu razviti u nameri projektanta da zaštiti objekat od vetra, okreći uglove fasada prema najjačim udarima vetra, zatim u nameri da omogući veću insolaciju objekta i minimizira zasenčenje.



Slika 1. Shema (Izvor: Lična arhiva)

### 6.7. Analiza orijentacije i funkcionalna organizacija

Pristup zgradi sa zapadne strane, koja je ujedno i pristupna kolska strana, nametnuo je ulaz u zgradu upravo sa zapadne strane. Na dalje, usledila je orijentacija funkcionalnih celina sledećim načinom:



Slika 2. Shema funkcionalne organizacije (izvor: Lična arhiva)

## 7. TEHNIČKI OPIS

Stambeni objekat je projektovan prema projektom zadatku i važećim propisima i standardima za ovu vrstu objekta.

### 7.1. Lokacija i namena

Lokacija predmetnog objekta je parcela površine 2497 m<sup>2</sup>. Parcela je pravougaonog oblika. Novoizgrađeni objekti u okruženju nemaju jasnu stilsku karakteristiku. Prema nameni su stambeni, locirani na udaljenosti od regulacione linije od 3 m do 5 m i od granica bočnih parcela po 3 m.

### 7.2. Prostorna organizacija, funkcionalne celine

Prema funkciji, predmetni objekat je po svojoj nameni stambeni spratnosti Po+P+2 namenjen višeporodičnom stanovanju. Podzemna etaža je predviđena za zaštitu automobila od vremenskih prilika tj. garažiranje, kao i za odlaganje materijala, kontrolu vodosnabdevanja i električne energije kao izvora napajanja u posebnim slučajevima. Prizemlje i druge dve etaže se preslikavaju u delu stanova, stepeništa. Stanovi i njihov broj po etaži je isti na svakoj, pa su tako osnove gotovo identične, s tim što se u prizemlju nalazi glavni ulaz, ostava, dok iznad tog dela na spratu pojavljuju se ostave namenjene korisnicima najbližih stanova. Krovna bašta je namenjena odmoru na otvorenom. Na njoj su postavljeni mobilijar za odmor i fotonaponski paneli.

### 7.3. Prostorna organizacija i oblikovanje

Gabarit projektovanog objekta prema Aktu o urbanističkom planiranju postavljen je u okviru građevinskih linija. Građevinska linija prizemlja objekta je povučena za 5.00 m u odnosu na regulacionu liniju, što je definisano u grafičkom prikazu. Visinska regulacija definisana je spratnošću Po+P+2 sa ravnim prohodnim krovom. Pri projektovanju objekta uslovi su ispoštovani u potpunosti. Objekat ima 3 nadzemne etaže. Objekat je projektovan kao kocka, razudene osnove. Na parceli je postavljen paralelno u odnosu na regulacionu liniju. Razlog za to je specifična kompozicija objekta i lomljenje jakih udara vetra o dve fasade, što je povoljno s obzirom da najjači udar vetra dolazi sa južne strane. Fasade su u oblikovanju i u materijalizaciji rešene tako da se prozorima i balkonskim vratima što više spajaju sa prirodnim okruženjem. Predviđeni materijali u obradi fasade jesu dekorativni malter i imitacija drveta, a na nekim segmentima predviđen je ozelenjeni zid.

### 7.4. Analiza parternog rešenja

Minimalnim popločavanjem parcele ostavljena je mogućnost za veću upotrebu zelenila. Korišćene su različite vrste biljne vegetacije, od najnižeg do najvišeg rastinja. Vegetacija služi kao prirodna barijera vetru i kao prirodni regulator temperature i vlažnosti vazduha u okruženju. U hladnoj sezoni temperatura bude niža na lokacijama sa više vegetacije, dok u letnjoj sezoni vegetacija smanjuje temperaturu stvarajući rashlađeni vazduh u okolini.

### 7.5. Konstrukcija

Konstruktivna koncepcija objekta je bazirana na gredama i armirano-betonskim stubovima, a za međuspratne konstrukcije predviđene su armirano-betonske ploče debljine a=30 cm. Podrumski armirano-betonski zidovi, debljine a=30 cm i a=25 cm, imaju osnovnu ulogu zaštite podruma od zemljanih pritisaka u stanju mirovanja. Kada je reč o fasadnom omotaču, fasadni i pregradni zidovi tretirani su kao ispuna.

### 7.6. Fundiranje

Fundiranje objekta je izvršeno postavljanjem armirano-betonske ploče, na koju su oslonjena armirano-betonski stubovi i grede, koji zajedno čine skeletni sistem.



## 7.6. Horizontalna i vertikalna komunikacija

Vertikalna komunikacija obavlja se pomoću centralnog armirano-betonskog stepeništa.

U vertikalnoj komunikaciji prisutno je stepenište, dok liftovi nisu predviđeni za ovu spratnost objekta, pa je tako stepenište smešteno između armirano-betonskih zidova debljine  $a=20$  cm i  $b=30$  cm.

## 7.8. Materijali

Materijali koji su korišćeni u izradi ovog objekta jesu: armirani beton, giter blok, malter. To su ujedno i materijali koji se najčešće primenjuju u građevini. Beton se nalazi u svim svojim modifikacijama oko nas, bilo kao laki, armirani ili prednapregnuti. Giter blok je zapravo jedna vrsta cigle većih dimenzija. Poseduju svoje šupljine, tzv. komore. Dobra izolacija, brza gradnja i jeftina cena učinile su da giter blok postane veoma popularan građevinski materijal. Radi estetike objekta, upotrebljeno je drvo na fasadi. Drvo je jedan od izuzetnijih materijala, ekološki, obnovljiv građevinski materijal, za čiju obradu i nastanak troši najmanja količina energije.

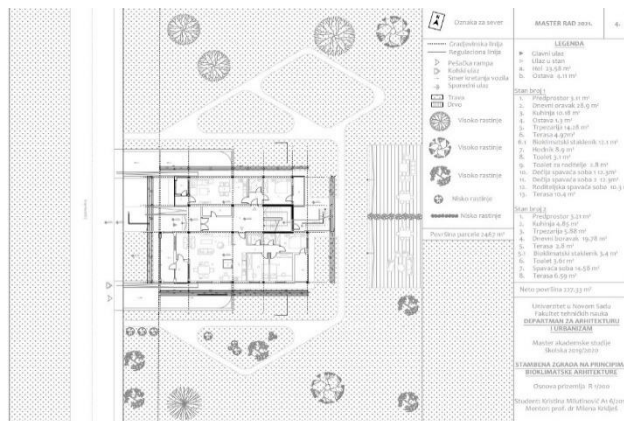
Još jedan od materijala koji se primenjuje u savremenoj arhitekturi jeste staklo. Strukturalno je to čvrst materijal koji nastaje od silicijuma i baza, sode, oksida alkalnih metala i krečnjaka, pod uticajem visokih temperatura. Zbog svoje obnovljive karakteristike, recikliranjem se može ponovo dovesti na visok nivo, pa tako pokazuje ekološku stranu. Ozelenjeni su istočni fasadni zid, deo južnog zida i deo severnog zida. Čelične niti su dodate na istočnim zidovima, tačnije terasama pozicioniranim istočno. Na zapadnoj strani fasadnog omotača, na delu bioklimatskog staklenika i terasa pozicioniranih pored glavnog ulaza, postavljene su isto tako čelične niti koje će biti smernica za rast puzavica.

## 8. ZAKLJUČAK

Sa razvojem tehnologije unapređeni su i materijali kao i sama proizvodnja materijala. Iako iziskuju veću količinu energije za proizvodnju, iako je dokazano da štete okolini i ljudima, njihova proizvodnja ne prestaje. Propagandom o ekologiji se ne postiže mnogo. Primenom prethodno analiziranih mehanizama u budućnosti može se uticati na ekološki kvalitet okoline. Nakon primene mehanizama neophodno je da korisnici održavaju novo stanje. Takođe, potrebno je znati i da se određeni materijali mogu reciklirati. Samim tim smanjila bi se upotreba energije neophodne za novu proizvodnju tog istog materijala.



Slika 3. Ambijentalni prikaz stambene zgrade



Slika 4. Osnova prizemlja sa parternim rešenjem

## 9. LITERATURA

- [1] <https://www.ekoloji.com/hr/ekoloji/venilenebilir-enerji-ve-ekoloji/> Pristup 7.10.2021
- [2] <https://www.renovablesverdes.com/bs/bioklimatska-arhitektura/> Pristup 10.10.2021
- [3] <https://www.ekokucamagazin.com/ek-prikazivanje/odrziva-arhitektura-arhitektura-sutrasnjice> Pristup 14.10.2021.

## Kratka biografija



**Kristina Milutinović** rođena je u Kosovskoj Mitrovici 1996. god. Osnovne akademske studije je završila 2019. godine u Kosovskoj Mitrovici. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura – Arhitektonsko i urbanističko projektovanje brani 2021. godine.



**Prof. dr Milena Krklješ** (1979) diplomirala je 2002. godine na Departmanu za arhitekturu i urbanizam Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, magistrirala 2007. godine i doktorirala jula 2011. godine. Od 2021. godine je u zvanju redovnog profesora.