

# Geoportal grada Prijedora za mjere energetske efikasnosti u višeporodičnim zgradama

Dekarbonizacija energetskog sektora u Bosni i Hercegovini

Mladen Amović<sup>1,2</sup>, Darija Gajić<sup>2</sup>, Darko Todorović<sup>3</sup>, Milovan Kotur<sup>4</sup>, Jovan Đukić<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Automated Geosolutions d.o.o. Banja Luka, Republika Srpska, BiH

<sup>2</sup>Univerzitet u Banjoj Luci, Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet, Banjaluka, Republika Srpska, BiH

<sup>3</sup>Plan d.o.o, Banjaluka, Republika Srpska, BiH

<sup>4</sup>Univerzitet u Banjoj Luci, Mašinski fakultet, Banjaluka, Republika Srpska, BiH

<sup>5</sup>Ekonomski institut Banjaluka, Republika Srpska, BiH

amgeosolutions@gmail.com, mladen.amovic@aggf.unibl.org, darija.gajic@aggf.unibl.org,

dtodorovic@agfbl.org, milovan.kotur@mf.unibl.org, jjjukic@blic.net

**Sažetak**— Jedan od načina dekarbonizacije urbanog područja Bosne i Hercegovine, kroz prikaz geoportal aplikacije za mjere energetske efikasnosti u zgradama, na primjeru grada Prijedora, predstavljen je kroz ovaj istraživački rad. Geoportal ukazuje na arhitektonske i energetske pokazatelje postojećeg stanja zgrada i energetske i ekonomske pokazatelje nakon primijenjenih mjera na omotaču zgrada i sistemu grijanja (<https://prijedor.webhexam.com/>). Iako su prikazane sve višeporodične zgrade Prijedora izgrađene do oktobra 2022. godine, sa svojim arhitektonskim i energetskim karakteristikama, navedeni podaci u aplikaciji korisnicima zgrada direktno ukazuju na isplativost primijenjenih mjera energetske efikasnosti na omotaču i na sistemu grijanja za zgrade izgrađene do 2014. godine. Takođe, podaci omogućavaju nadležnim institucijama, gradskoj upravi i komunalnim preduzećima, širu sliku neophodnog finansijskog ulaganja u obnovu svih zgrada u gradu Prijedoru izgrađenih prije 2014. godine i uopšte na prioritetnu obnovu najugroženijih zgrada sa aspekta energetskih karakteristika omotača i sistema grijanja zgrada koje nisu na sistemu daljinskog grijanja.

**Ključne riječi**—energetska efikasnost; geoportal aplikacija; stambene zgrade; ušteda energije; ekonomska isplativost

## I. UVOD

Razvoj satelitske i radarske daljinske detekcije, globalnih navigacionih satelitskih sistema, aerofotografskih kamera, senzorskih mreža, laserskog skeniranja i kartografije doprinose eksponencijalnom rastu količine prikupljenih prostorno-vremenskih podataka **Error! Reference source not found.** Posljednjih decenija, količine podataka su se značajno povećale. Gotovo da nema bilo kakve karakteristike koje nije moguće geoprostorno definisati, pa tako geoinformacije čine jedan od najznačajnijih izvora podataka. U tom pogledu posebnu ulogu zauzima pojam infrastrukture prostornih podataka (Spatial Data Infrastructure - SDI). SDI predstavlja skup smjernica, tehnologija i institucionalnih sporazuma u omogućavanju dostupnosti i pristupa prostornim podacima. Ovim konceptom obezbijedena je osnova za pronalaženje, evaluaciju i primjenu prostornih podataka od strane korisnika i

dobavljača **Error! Reference source not found., Error! Reference source not found., Error! Reference source not found., Error! Reference source not found.** Geoportal grada Prijedora za mjere energetske efikasnosti u višeporodičnim zgradama je predstavljen kroz arhitekturu samog informatičkog sistema, zatim analizom tipologije stambenih zgrada i perioda gradnje kroz arhitektonske, energetske i ekonomske pokazatelje, te kroz ukupne statističke podatke o postojećem stanju i mogućim mjerama energetske efikasnosti na omotaču zgrada i sistemu grijanja. Istraživanje postojećeg stanja i prijedlozi unapređenja, te analiziranje podataka i stvaranje geoportala je realizovano uz pomoć multidisciplinarnog pristupa istraživača i inženjera iz oblasti geodezije, arhitekture, mašinstva, ekonomije i informatike kojima je uža oblast energetska efikasnost u zgradarstvu. Tipologija stambenih zgrada grada Prijedora, periodi izgradnje i tipovi višeporodičnih zgrada, izvedeni su iz Tipologije stambenih zgrada Bosne i Hercegovine **Error! Reference source not found.** Mjere energetske efikasnosti na zgradama vođene su direktivom 2012/27/EU **Error! Reference source not found.** i regulativom EU No. 244/2012 **Error! Reference source not found.**, te stvarnim stanjem zgrada i prijedlogom autora.

## II. METODOLOGIJA IZRADE GEOPORTALA

Za potrebe realizacije projektnih aktivnosti definisana je metodologija prema kojoj će se sagledati postojeće stanje objekata višeporodičnog stanovanja na teritoriji Grada Prijedora, a koje su predmet istraživanja. Za potrebe procjene postojećih stambenih zgrada korišćena je metodologija ustanovljena korišćenjem parametara iz Tipologije stambenih zgrada Bosne i Hercegovine, te obilaskom terena (351 zgrade) i zaključivanja realnih pokazatelja arhitektonskog i energetskog stanja zgrada. U tu svrhu je bilo potrebno identifikovati sve objekte u skladu sa definisanom strukturom i neophodnim atributima kako bi se mogla izvršiti ocjena postojećeg stanja i prijedlog za energetske unapređenje

navedenih zgrada. Istraživanje predstavlja značajan doprinos, jer ni jedan grad u Republici Srpskoj nije analiziran na način da su uzete u razmatranje sve stambene zgrade grada, te osim energetske analize, prvi put su predstavljene stvarne ekonomske preporuke. U tu svrhu projektni tim je razvio ekonomski kalkulator, koji će uvažavati cijene mjera za unapređenje energetske stanja i primjenjivati ih na svakoj pojedinačnoj zgradi.

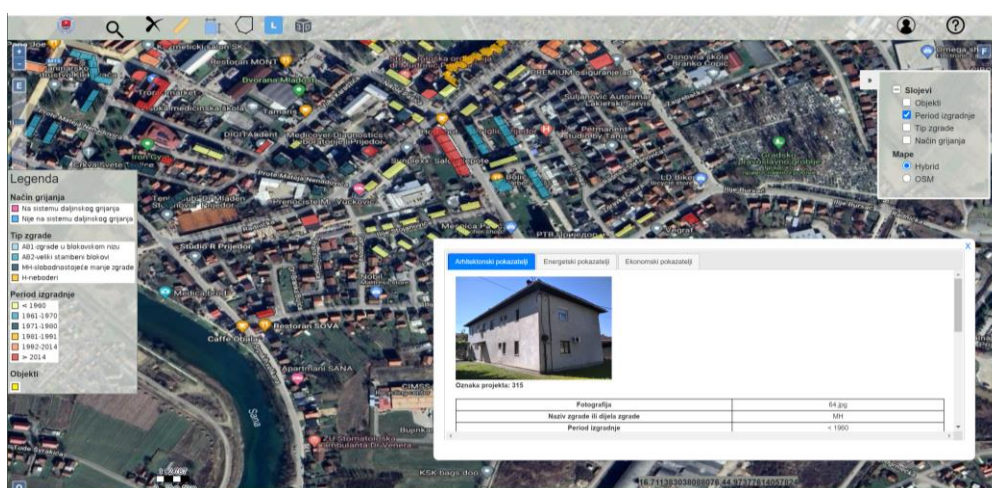
### A. Tipologija stambenih zgrada grada Prijedora

Grad Prijedor, zaključno sa oktobrom 2022. godine, posjeduje 351 stambenu zgradu podjeljenu u tipove, prema Tipologiji stambenih zgrada Bosne i Hercegovine na: MH – slobodnostojeće manje zgrade, koje sa svih strana imaju vertikalni omotač izložen spoljašnjem vazduhu, AB1 – zgrade

u blokovskom nizu, koje su građenje po obodu bloka i koje imaju dvije bočne strane zaštićene susjednim zgradama, te su samo prednja i zadnja strana vertikalnog omotača izložena spoljašnjem vazduhu, AB2 – veliki stambeni blokovi - lamele, koje ne prate blokovski niz, već slobodno stoje na parceli i pojavljuju se na dva načina:

- lamele iste spratnosti su paralelne ili upravne na ulicu (u zavisnosti od broja lamela prva i zadnja imaju tri strane vertikalnog omotača izložene spoljašnjem vazduhu, dok je kod unutrašnjih lamela izloženost samo dvije vertikalne strane) i

- lamele različite spratnosti koje su stepenasto uvučene u odnosu na ulicu, kod kojih je jedan bočni dio omotača zaštićen susjednom lamelom i H – neboderi, slobodnostojeće zgrade koje imaju više od osam spratova.



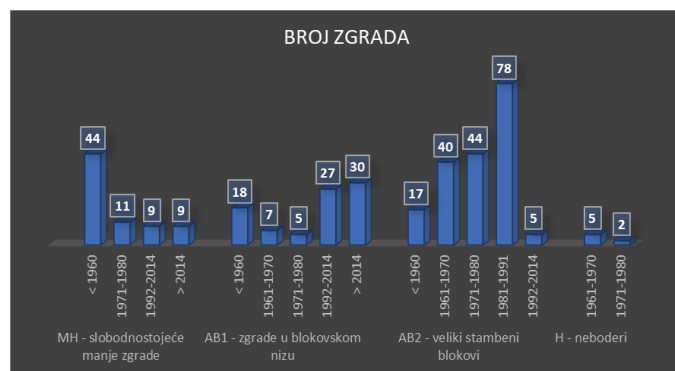
Sl.1. Geoportal za mjere energetske efikasnosti u višeporodičnim zgradama – prikaz arhitektonskih pokazatelja zgrade MH iz perioda <1960

Osim prema tipu gradnje, zgrade su podijeljene i na 6 perioda izgradnje, na čiju je podjelu, osim podataka iz Tipologije stambenih zgrada Bosne i Hercegovine, uticao i ukupan broj zgrada u Prijedoru prema navedenim periodima, te se zgrade prema periodu izgradnje dijele na periode: prije 1960 (22.50%), 1961-1970 (14.82%), 1971-1980 (17.67%), 1981-1991 (22.22%), 1992-2014 (11.68%) i nakon 2014 (11.11%), „Sl.2“.

Posmatrajući periode gradnje najviše zgrada je izgrađeno u periodu prije 1960. godine, ali kako taj period bilježi gradnju i iz austrougarskog perioda, pa sa tim zahvata period i veći od 60 godina, može se zaključiti da Prijedor bilježi najveću stambenu izgradnju u desetogodišnjem periodu od 1981-1991.

Karakteristično je i da nakon 1960. godine počinje masovnija gradnja velikih stambenih blokova – AB2. Prema tipu zgrada Prijedor posjeduje najviše velikih stambenih blokova – AB2 (52.42%), zatim zgrada u blokovskom nizu – AB1 (24.78%), pa slobodnostojećih manjih zgrada (20.78%) i najmanje nebodera – H (2%), „Sl.1“. Na portalu se za pojedinačne zgrade prikazuju svi parametri za pozicioniranje zgrade i svi arhitektonski pokazatelji „Sl.2“ koji su neophodni za proračunavanje energetske stanja zgrada, a koji kasnije i

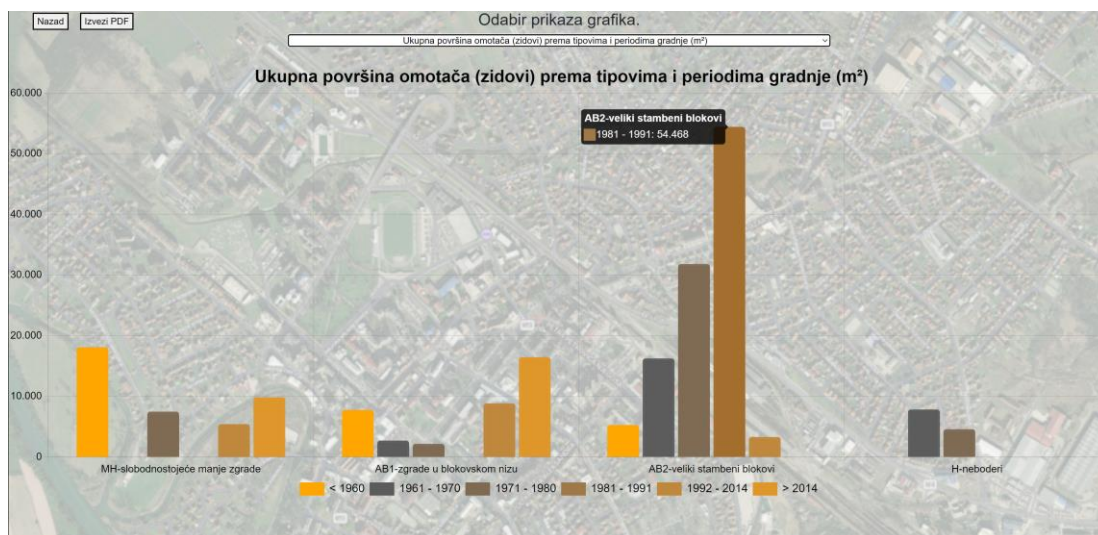
učestvuju u proračunima za energetske i ekonomske pokazatelje.



Sl.2. Broj svih višeporodičnih zgrada Prijedora prema tipu i periodu izgradnje

Kod modula za registrovane korisnike moguće je uz pomoć “Odabira prikaza grafika” sagledati ukupne arhitektonske, energetske i ekonomske pokazatelje za sve zgrade „Sl.3“. Takvi podaci su neophodni za obnovu zgrada, jer pri odlučivanju relevantnih institucija, koje zgrade prioritarno treba energetski unaprijediti, potrebno je poznavati

kvalitet omotača zgrada, period izgradnje, broj zgrada, površinu omotača zgrada, vertikalne i horizontalne gabarite zgrada itd.



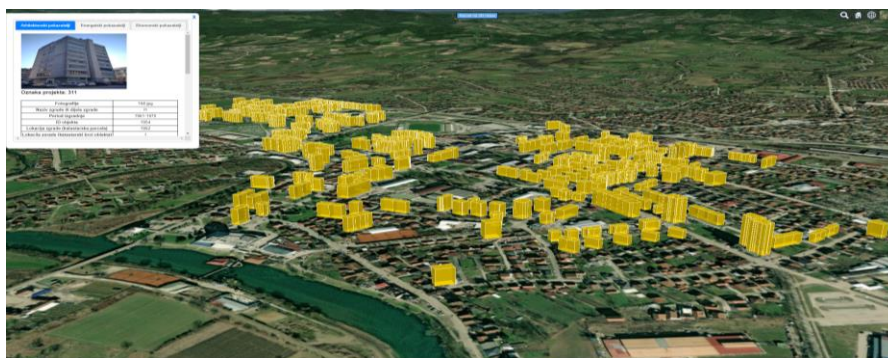
Sl.3. Geoportal za mjere energetske efikasnosti u višeporodičnim zgradama za registrovane korisnike – prikaz grafika Ukupna površina omotača (zidova) prema tipovima i periodima gradnje (m<sup>2</sup>)

### B. Arhitektura sistema geoportala

Vodeći se konceptima SDI u ovom istraživanju razvijena je Geoportal aplikacija za procjenu mjera energetske efikasnosti na principima troslojne servisno-orijentisane arhitekture. Geoportal je standardizovan u skladu sa preporukama ISO 19100-19140 i OGC Web Feature Service **Error! Reference source not found., Error! Reference source not found.** Sistem funkcioniše tako što su svi podaci strukturirani u bazi podataka koja se nalazi u PostgreSQL sistemu upravljanja bazama podataka sa POSTGIS proširenjem. Komunikacija

između korisničke Geoportal aplikacije i baze podataka se odvija putem servisa. Naime, kao središnji sloj se koristi Geoserver, a komunikacija se odvija putem Web Feature Service – Transactional. Aplikativni sloj je razvijen u potpunosti na WEB orijentisanoj platformi. Korišćene su tehnologije Open Layers i Cesium, za kreiranje sinhronizovanog upravljanja dvodimenzionalnim i trodimenzionalnim prikazom prostornog sadržaja „Sl.4“.



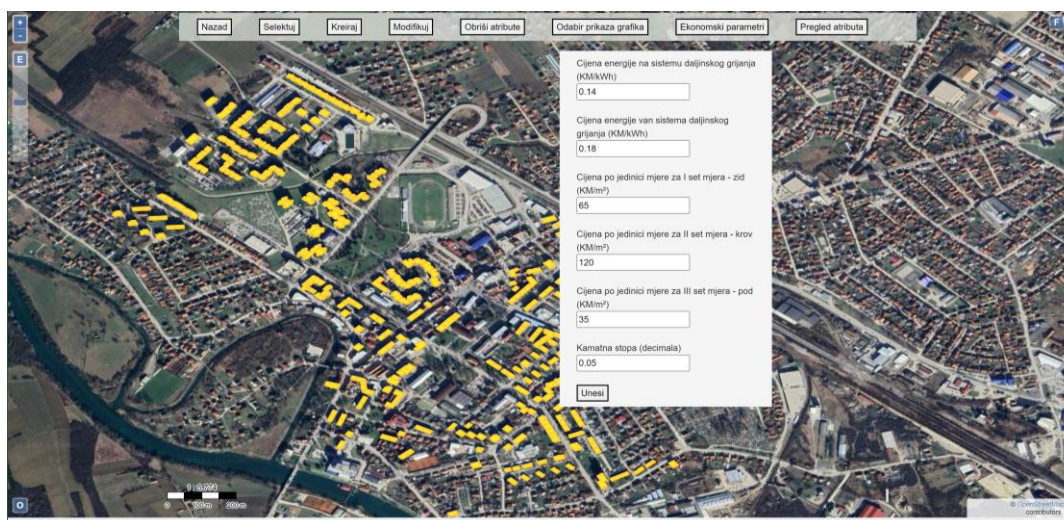


Sl.4. Geoportala za mjere energetske efikasnosti u višeporodičnim zgradama – slika gore prikaz zgrada sa svim zgradama na hybrid mapi, slika dolje 3D prikaz svih zgrada

Za potrebe terenskog prikupljanja podataka i unošenje osnovnih parametara o objektima razvijena je android aplikacija koja direktno komunicira sa postojećom bazom podataka, tako da unošenje novih podataka i ažuriranje postojećih vrši u realnom vremenu. Na takav način je omogućeno pristupanje eksternih korisnika u postupku održavanja aplikacije.

Za potrebe Geoportala je razvijena niz funkcionalnosti kojim korisnik bez obaveze logovanja ima mogućnost pregleda sadržaja objekata, vršenja geoprostornih upita prema bilo kom parametru, učitavanja podataka iz spoljnih izvora i preklapanja sa postojećim podacima, mjerenja i slično. Razvijena je poseban modul za registrovane korisnike koji imaju mogućnost izmjene postojećih parametara objekata, kao i kreiranja novih prema predefinisanoj šemi (površina, tipova zgrada, gabarita, načina grijanja i slično). Sve izmjene koje

potvrđi korisnik se čuvaju u sistemu. Za potrebe aplikacije razvijena je ekonomski kalkulator na nivou baze podataka koji na osnovu definisanja osnovnih varijabli automatski vrši određivanje ekonomskih parametara „Sl.5“. Funkcije koje su razvijene, za predviđene setove mjera su: računanje korisne površine objekta u m<sup>2</sup>, potrebna energija u MWh/god, isporučena energija u MWh/god, primarna energija MWh/god, emisija CO<sub>2</sub> u t/god, specifična potrebna energija za grijanje -  $Q''_{H,nd}$  u kWh/m<sup>2</sup>a, ukupna investicija (bez PDV) u KM, ukupna investicija (sa PDV) u KM, neto ušteta u KM/god, pay-back - period povrata u godinama, NPV - neto sadašnja vrijednost i NPVQ - koeficijent neto sadašnje vrijednosti. U ovom dijelu se ogleda poseban naučni doprinos, budući da je razvijena posebna SQL biblioteka za potrebe SUBP PostgreSQL koja ima mogućnost adaptacije ovih ekonomskih funkcija u bilo koju sličnu aplikaciju.



Sl.5. Geoportala za mjere energetske efikasnosti u višeporodičnim zgradama za registrovane korisnike – prikaz dijela aplikacije gdje je moguće izmijeniti ekonomske parametare

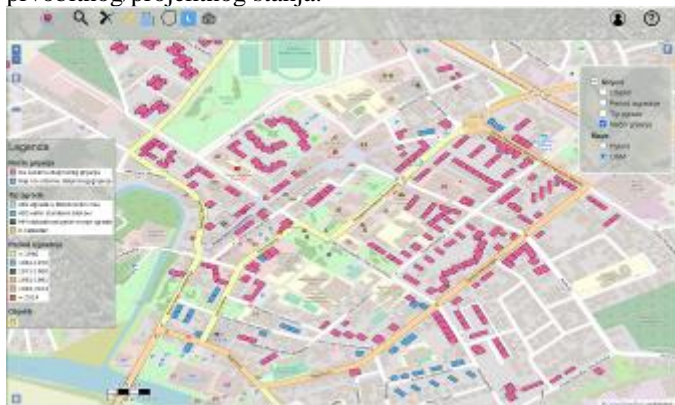
### III. ENERGETSKI I EKONOMSKI POKAZATELJI SETOVA MJERA ZA ENERGETSKO UNAPREĐENJE ZGRADA

Energetski i ekonomski pokazatelji u aplikaciji su stvoreni nakon opsežnog rada na terenu i istraživanju neophodnih podataka, koji su sagledani iz dokumentacije relevantnih institucija i dosadašnjih projekata u vezi sa energetsom

efikasnošću u zgradama, a koji su izvedeni na području Bosne i Hercegovine. **Error! Reference source not found., Error! Reference source not found., Error! Reference source not found.** Autorski tim je nakon opsežne analize zastupljenosti svih tipova i perioda zgrada, zaključio da ima 14 karakterističnih tipova koji će poslužiti za metodološki put proračuna energetske pokazatelja, a da će od površine

pojedinih dijelova omotača zavisiti ekonomski proračun. Aktivnosti su se odvijale u skladu sa dobijanjem podataka od relevantnih institucija. Terenski rad je pokazao da postoji i više zgrada nego što je prikazano u dokumentaciji valorizacije, jer se ona vodi zaključno sa 2008. godinom. Autorski tim je doradivao podloge i prikupio podatke i za te zgrade, iako se većina njih smatra novim zgradama, nad kojima nije analizirano, niti navođeno energetska unapređivanje, nego je prikazano postojeće energetska stanje.

Nakon obilaska terena zaključeno je da većina stanara/korisnika zgrada ima izmijenjene prozore u odnosu na prvobitno stanje, te je odlučeno da se ta mjera neće koristiti u unapređenju omotača zgrada, a da će se tretirati u energetska proračunu kao novi prozori (koeficijenti prolaza toplote propisani u važećem Pravilniku o minimalnim energetska karakteristikama zgrada) **Error! Reference source not found.** Zgrade izgrađene nakon 2014. godine neće imati primijenjene mjere unapređenja, jer zbog perioda izgradnje trebale su biti građene u skladu sa navedenim važećim pravilnikom i smatraju se novim zgradama. Većina novih zgrada u gradskom nizu, tip AB1, će svoje potpune energetska pokazatelje dobiti tek izgradnjom svih susjednih predviđenih zgrada u tom nizu. Pojedine zgrade građene prije 1960. godine imale su obnovu omotača, čiji netransparentni dio omotača nije unaprijeđen u skladu sa važećim Pravilnicima, te je zaključeno da će se taj dio omotača tretirati kao da je prvobitnog/projektnog stanja.



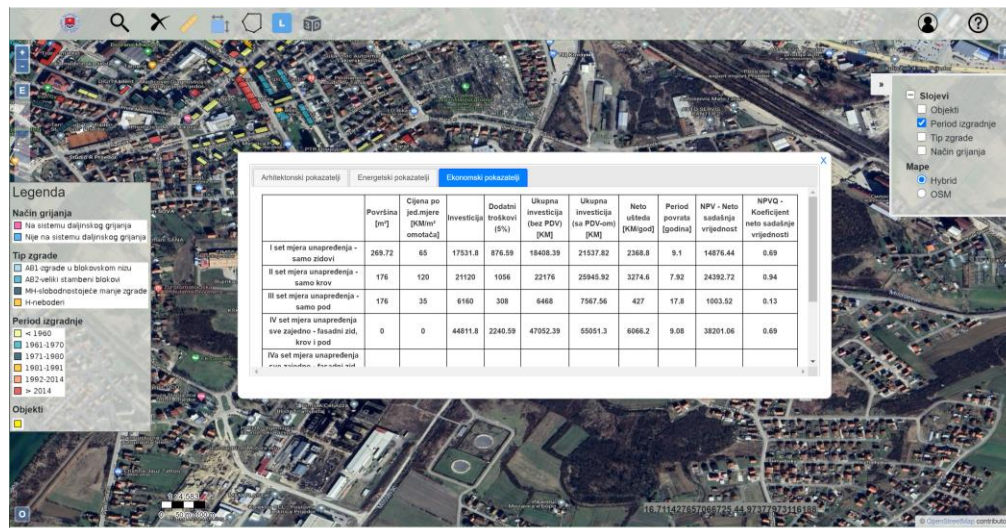
Sl.6. Geoportal – prikaz zgrada sa slojem način grijanja i OSM mapom

Nakon analize svih zgrada i nakon testiranja proračuna energetska i ekonomskih pokazatelja, zaključeno je da će, u aplikaciji, biti ponuđene ukupno 4 varijante unapređenja omotača zgrada (I set mjera – zidovi, II set mjera – krov, III set mjera - pod, IV set mjera – zidovi, krov i pod). Detaljnom analizom sistema grijanja utvrđeno je da se stambeni fond zgrada Prijedora može podijeliti na dva tipa u odnosu na sistem grijanja, odnosno na zgrade priključene na daljinski sistem grijanja i zgrade koje nisu na daljinska sistem grijanja „Sl.6“, gdje je crvenom bojom prikazana grupa objekata koji jesu, a plavom oni koji nisu na sistem

daljinskog grijanja. Za zgrade koje su u potpunosti primijenile IV set mjera unapređenja omotača, predviđena je i opcija unapređenja sistema grijanja u zavisnosti od tipa sistema grijanja (IVa set mjera – sa unapređenom efikasnošću sistema daljinskog grijanja i IVb set mjera – sa zamjenom postojećeg sistema grijanja). Za zgrade priključene na sistem daljinskog grijanja predviđena je varijanta unapređenja sistema grijanja koja je označena kao IVa set mjera. Ova mjera se odnosi na osavremenjavanje, odnosno rekonstrukciju kompletnog sistema daljinskog grijanja, i prikazana je samo u energetska uštedama, a ne i u ekonomskim uštedama, jer direktni korisnici neće osjetiti ekonomska uštede od ove mjere. Za zgrade koje nisu na sistem daljinskog grijanja predviđena je varijanta izmjene sistema grijanja, (IVb set mjera). Kod seta mjera IVb biće prikazani energetska i ekonomski pokazatelji primijenjene mjere s obzirom da će korisnici osjetiti ekonomska uštede od realizacije ove mjere.

Korisnicima aplikacije je omogućeno da sagledaju korisnosti unapređenja omotača preko pojedinačnih mjera (set mjera: I, II ili III), te efekta njihovog zajedničkog unapređenja (IV set mjera), što znači da će biti 4 varijante prikaza vezane za unapređenje omotača. U zavisnosti od sistema grijanja zgradama je ponuđena po jedna varijanta unapređenja sistema grijanja (set mjera: IVa ili IVb). Za jednu zgradu ukupno je ponuđeno 5 varijanti unapređenja energetska stanja, što je u zavisnosti od unapređenja sistema grijanja podržano i sa ekonomskim pokazateljima. Aplikacija ima fiksne pokazatelje energetska stanja zgrade prije i nakon primijenjenih setova mjera, kroz parametre: potrebna energija, finalna energija, isporučena energija, primarna energija i emisija CO<sub>2</sub>, te ušteda energije „Sl.8“.

Ekonomski pokazatelji su predstavljeni kroz parametre cijene po jedinici mjere seta mjera, zatim ukupne investicije sa PDV-om, cijene energije, neto uštede, kamatne stope, prostog perioda povrata – payback, neto sadašnje vrijednosti – NPV i koeficijenta neto sadašnje vrijednosti – NPVQ. U zavisnosti od kategorije korisnika (automatski/standardni ili napredni/registrovani) ponuđeni su ekonomski pokazatelji. Automatski/standardni prikazuju sljedeće fiksne ekonomska pokazatelje: ukupna investicija, neto ušteda i 3 parametra ocjene investicije (pay-back, NPV, NPVQ) „Sl.9“. Za registrovane korisnike ponuđene su izmjene parametara: cijena po jedinici mjere dijela omotača, cijena energije i kamatna stopa „Sl.10“. Za ekonomski vijek trajanja mjera na omotaču zgrada usvojen je period od 30 godina prema regulativi EU No. 244/2012 **Error! Reference source not found.** Procjena fiksnih ekonomskih parametara za automatska/podrazumijevane ekonomska pokazatelje navedena je u skladu sa cijenama materijala i radova, energije, nominalnom kamatnom stopom i stopom inflacije iz oktobra 2022.godine.



Sl.9. Geoportala - prikaz ekonomskih pokazatelja nakon primijenjenih mjera na zgradi MH iz perioda <1960. godine

#### IV. ZAKLJUČAK

Prikaz geoportala aplikacije za mjere energetske efikasnosti u zgradama, na primjeru grada Prijedora, pokazatelj je kako je moguće svrsishodnost energetske obnove zgrada približiti običnim građanima/korisnicima zgrada, kao i nadležnim institucijama, pri donošenju odluka koje je zgrade neophodno prioritetno obnoviti, odnosno koja je ekonomska isplativost provođenja određenih mjera pristupom kroz javno dostupnu web stranicu. Svaki grad ima svoje osobnosti, u smislu tipologije zgrada, perioda gradnje, načina grijanja i ponašanja korisnika, pa će i energetske i ekonomske proračune varirati i zavisiti od kvaliteta provedenih analiza eksperata iz oblasti energetske efikasnosti zgrada. Posljednja dešavanja u svijetu, ukazuju na nestabilnost ekonomskih parametara, koji u znatnoj mjeri utiču na donosiocima odluka. Ova aplikacija registrovanim korisnicima pruža mogućnost promjene cijena energije, materijala i kamatnih stopa, a time i donošenja kvalitetnih odluka koje će donekle uobziriti potrebe koji se dešavaju na tržištu. U okviru istraživanja identifikovane su cijene ekonomskih setova mjera uzimajući u obzir trenutno stanje na tržištu (oktobar 2022. godine). Naučni doprinos istraživanja predstavlja prva tipološka i energetska analiza svih stambenih zgrada grada Prijedora izgrađenih do 2022. godine, te stvarna energetska i ekonomska analiza parametara za moguće energetske unapređenje zgrada preko setova mjera sa fiksnim cijenama za automatsku/podrazumijevanu upotrebu geoportala i sa promjenjivim ekonomskim parametrima za napredne/registerovane korisnike.

#### ZAHVALNICA

U okviru GIZ projekta „Dekarbonizacija energetskog sektora u Bosni i Hercegovini (GIZDecES)“ i njegovoj komponenti navedenoj u Pozivu broj: 83404583 izvedena je metodologija i model implementacije GIS rješenja sa prikupljenim podacima za višepodružne zgrade (MAB – Multi Apartment Buildings) i harmonizaciju u kontekstu mjera energetske efikasnosti (EE) u zgradarstvu na nivou opštine Prijedor. Projekat je realizovao konzorcijum Automated

Geosolutions d.o.o. Banja Luka (nosilac konzorcijuma) 80% i Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci 20%.

#### LITERATURA

- [1] M. Amović, M. Govedarica, A. Radulović & I. Janković, „Big Data in Smart City: Management Challenges“, Applied Sciences, 2021, doi: 10.3390/app11104557.
- [2] D. Jovanović, S. Milovanov, I. Ruskovski, M. Govedarica, D. Sladić, A. Radulović, V. Pajić, „Building Virtual 3D City Model for Smart Cities Applications: A Case Study on Campus Area of the University of Novi Sad“, ISPRS Int. J. Geo-Inf., 2020, 9, 476, doi:10.3390/ijgi9080476.
- [3] M. Amović, V. Pajić, M. Govedarica, S. Vasiljević, „Spatio-temporal types of data in big data paradigm“, IFKAD 2016, Towards a New Architecture of Knowledge: Big Data, Culture and Creativity; Dresden, Germany, IFKAD, 2016; pp. 466–480, ISBN 978-88-96687-09-3.
- [4] P. Oosterom, C.W. Quak, T. Tijssen, & E. Verbree, „The Architecture of the Geo-Information Infrastructure“. Proceedings of UDMS 2000, 22nd Urban Data Management Symposium, Delft, 2023.
- [5] T. Kolbe, „Representing and Exchanging 3D City Models with CityGML“, 2009, doi:10.1007/978-3-540-87395-2\_2.
- [6] D. Arnautović-Aksić, M. Burazor, N. Delalić, D. Gajić, P. Gvero, Dž. Kadrić, M. Kotur, E. Salihović, D. Todorović i N. Zagora, „Tipologija stambenih zgrada Bosne i Hercegovine“, Sarajevo: Arhitektonski fakultet Univerziteta u Sarajevu, 2016.
- [7] Directive 2012/27/EU of European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC, Official Journal of the European Union, 14.11.2012., L 315
- [8] REGULATIONS COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) No 244/2012 of 16 January 2012 supplementing Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings by establishing a comparative methodology framework for calculating cost-optimal levels of minimum energy performance requirements for buildings and building elements, Official Journal of the European Union
- [9] INSPIRE Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007: Establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community, Official Journal of the European Union.
- [10] ERD: OGC - Open Geospatial Consortium, <http://www.opengeospatial.org/>
- [11] ZAGREBINSPEKT d.o.o. Mostar, „Troškovno-optimalna analiza stambenih objekata Bosne i Hercegovine sa testiranjem novih klimatskih

podataka za stambene i nestambene objekte“, GIZ EE Bosna i Hercegovina, 2017.

- [12] GIZ EE Bosna i Hercegovina, „Strategija obnove zgrada u Republici Srpskoj za period do 2050. godine“, 2019.
- [13] Ministarstvo za prostorno uređenje, građevinarstvo i ekologiju Republike Srpske. Pravilnik o minimalnim zahtjevima za energetske karakteristike zgrada Republike Srpske, Sl. gl. RS br. 30/15, [https://ekofondrs.org/sadrzaj/dokumenti/ee/Pravilnik\\_o\\_minimalnim\\_zah\\_tjevima\\_za\\_energetske\\_karakteristike\\_zgrada.pdf](https://ekofondrs.org/sadrzaj/dokumenti/ee/Pravilnik_o_minimalnim_zah_tjevima_za_energetske_karakteristike_zgrada.pdf)

#### ABSTRACT

One of the ways of decarbonizing the urban area of Bosnia and Herzegovina, through the presentation of a geoportal application for energy efficiency measures in buildings, on the example of the city of Prijedor, is presented through this research paper. The geoportal application indicates the architectural and energy indicators of the existing state of buildings and the energy and economic indicators after applied measures on the building envelope and heating system ([www.prijedor.webhexam.com](http://www.prijedor.webhexam.com)). Although all multi apartment buildings (MABs) in Prijedor built until October 2022 are shown, with their architectural and energy characteristics, the data in the application directly indicate to building users the cost-effectiveness of applied energy efficiency measures on the envelope and heating system for buildings built before 2014. Also, the data enables competent institutions, the city administration and utility companies, a broader picture of the necessary financial investment in the renovation of all buildings in the city of Prijedor built before 2014 and in general the priority renovation of the most endangered buildings from the aspect of the energy characteristics of the envelope and heating system of buildings that are not on the system district heating.

#### **GEOPORTAL OF THE CITY OF PRIJEDOR FOR ENERGY EFFICIENCY MEASURES IN MULTI APARTMENT BUILDINGS**

*Decarbonization of the energy sector in Bosnia and Herzegovina*

Mladen Amović, Darija Gajić, Darko Todorović,  
Milovan Kotur, Jovan Đukić