

# Detaljna energetska analiza višestambene zgrade

---

**Puljić, Zvonimir**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:823769>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-19**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**

**Sveučilišni studij**

**Detaljna energetska analiza višestambene zgrade**

**Diplomski rad**

**Zvonimir Puljić**

**Osijek, 2019.**

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**Obrazac D1: Obrazac za imenovanje Povjerenstva za obranu diplomskog rada**

Osijek, 25.06.2019.

Odboru za završne i diplomske ispite

**Imenovanje Povjerenstva za obranu diplomskog rada**

<b>Ime i prezime studenta:</b>	Zvonimir Puljić
<b>Studij, smjer:</b>	Diplomski sveučilišni studij Elektrotehnika, smjer Elektroenergetika
<b>Mat. br. studenta, godina upisa:</b>	D-795, 23.09.2018.
<b>OIB studenta:</b>	15906308653
<b>Mentor:</b>	Izv. prof. dr. sc. Hrvoje Glavaš
<b>Sumentor:</b>	
<b>Sumentor iz tvrtke:</b>	
<b>Predsjednik Povjerenstva:</b>	Izv.prof.dr.sc. Tomislav Barić
<b>Član Povjerenstva:</b>	Doc.dr.sc. Ivica Petrović
<b>Naslov diplomskog rada:</b>	Detaljna energetska analiza višestambene zgrade
<b>Znanstvena grana rada:</b>	<b>Elektroenergetika (zn. polje elektrotehnika)</b>
<b>Zadatak diplomskog rada:</b>	Zadatak diplomskog rada je provesti detaljnu energetska analizu višestambene zgrade. Na proizvoljno odabranom primjeru zgrade potrebno je provesti detaljnu energetska analizu pojedinačnih stambenih jedinice. Rezultate izračuna usporediti te donijeti zaključke o energetska svojstvu zgrade i pojedinačnih stambenih jedinica. Prilikom analize potrebno je koristiti aktualnu metodologiju i alat za izračun fizike zgrade. Rad pored praktičnog dijela energetska analize treba pružiti i uvod u metodološki okvir certificiranja u zgradarstvu.
<b>Prijedlog ocjene pismenog dijela ispita (diplomskog rada):</b>	Izvrstan (5)
<b>Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:</b>	Primjena znanja stečenih na fakultetu: 3 bod/boda Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 3 bod/boda Jasnoća pismenog izražavanja: 3 bod/boda Razina samostalnosti: 3 razina
<b>Datum prijedloga ocjene mentora:</b>	25.06.2019.
Potpis mentora za predaju konačne verzije rada u Studentsku službu pri završetku studija:	Potpis:
	Datum:

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**IZJAVA O ORIGINALNOSTI RADA**

Osijek, 15.07.2019.

Ime i prezime studenta:	Zvonimir Puljić
Studij:	Diplomski sveučilišni studij Elektrotehnika, smjer Elektroenergetika
Mat. br. studenta, godina upisa:	D-795, 23.09.2018.
Ephorus podudaranje [%]:	23

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom: **Detaljna energetska analiza višestambene zgrade**

izrađen pod vodstvom mentora Izv. prof. dr. sc. Hrvoje Glavaš

i sumentora

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija. Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis studenta:

## IZJAVA

Ja, Zvonimir Puljić, OIB: 15906308653, student/ica na studiju: Diplomski sveučilišni studij Elektrotehnika, smjer Elektroenergetika, dajem suglasnost Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek da pohrani i javno objavi moj **diplomski rad**:

**Detaljna energetska analiza višestambene zgrade**

u javno dostupnom fakultetskom, sveučilišnom i nacionalnom repozitoriju.

Osijek, 15.07.2019.



---

potpis

1. UVOD .....	7
1.1. Zadatak diplomskog rada.....	8
2. PRAVNA REGULATIVA ENERGETSKOG CERTIFICIRANJA.....	9
2.1. Direktiva 2012/27/EU o energetskej učinkovitosti .....	11
2.2. Direktiva 2010/31/EU o energetskeim svojstvima zgrade .....	12
2.3. Zakonodavstvo Republike Hrvatske.....	12
2.3.1. Potencijal Republike Hrvatske.....	14
2.3.2. Zakoni i propisi vezani uz energetske certifikiranje .....	16
2.3.2. Pravilnik o energetskej pregledu zgrade i energetskej certifikiranju NN 88/17.....	17
3. ENERGETSKI PREGLED I ENERGETSKO CERTIFICIRANJE .....	19
3.1. Energetskej pregled zgrade .....	20
3.2. Analiza Metodologija provedbe energetskej pregleda .....	23
4. ANALIZA VIŠESTAMBENE ZGRADE .....	26
4.1. Opći podaci predmetne zgrade .....	26
4.2. Snimak postojećeg stanja.....	28
4.2.1. Građevinske i arhitektonske elemente predmetne zgrade.....	28
4.2.2. Strojarske sustave zgrade .....	36
4.2.3. Elektrotehničke sustave zgrade .....	40
4.2.4. Prikaz geometrije zgrade i pojedinih prostora zgrade (3D render).....	42
4.2.5. Dimenzije i vrste građevinskih elemenata i slojeva zgrade .....	47
4.3. Rezultati proračuna – postojeće stanje .....	53
4.3.1. Predmetna zgrada.....	53
4.3.2. STAN 5-L2 .....	59
4.3.3. STAN 5-D1 .....	61
4.3.4. STAN 3-L1 .....	64
4.3.5. STAN 3-D2.....	67
4.3.6. STAN 0-D1 .....	69

4.3.7. STAN 0-L1 .....	72
4.4. Usporedba rezultata proračuna – postojeće stanje.....	75
4.5. Prijedlog mjera poboljšanja .....	89
4.5.1. Mjera 1 – ugradnja toplinske izolacije na strop SV .....	90
4.5.2. Mjera 2 – ugradnja toplinske izolacije na zid VZ1, VZ2, VZ3 i VZ4.....	95
4.5.3. Mjera 3 – ugradnja toplinske izolacije na strop podruma PN1 i PN2 .....	101
4.5.4. Mjera 4 - zamjena postojeće drvene stolarije novom PVC stolarijom .....	106
4.5.5. Sumarni prikaz mjera.....	111
4.6. Rezultati proračuna – novo stanje .....	114
4.6.1. Predmetna zgrada.....	114
4.6.2. STAN 5-L2 .....	117
4.6.3. STAN 5-D1 .....	118
4.6.4. STAN 3-L1 .....	119
4.6.5. STAN 3-D2.....	121
4.6.6. STAN 0-D1 .....	122
4.6.7. STAN 0-L1 .....	123
4.7. Usporedba rezultata proračuna – novo stanje i usporedba s postojećim stanjem.....	125
5. ZAKLJUČAK .....	140
LITERATURA.....	142

## 1. UVOD

Ulaskom Hrvatske u Europsku uniju počela je obveza izdavanja energetske certifikata te izvješća o energetske pregledu za postojeće i nove zgrade koje se prodaju, iznajmljuju, daju u zakup ili daju na leasing (izuzet zgrada namijenjenih za turističku djelatnost) ukoliko imaju ukupnu korisnu površinu veću od 50m<sup>2</sup>, bez obzira radi li se certifikat za cijelu zgradu ili samo za dio zgrade. [1]

Energetski certifikat je dokument propisan od strane Ministarstva graditeljstva i prostornoga uređenja koji vrijedi 10. godina a njime se prikazuju energetska svojstva zgrade ili njenog dijela, utvrđena prethodnim energetske pregledom i energetske analizom zgrade. Na energetske certifikatu naznačen je energetski razred slovom i bojom uz brojčani prikaz potrebne toplinske energije za jednu godinu za predmetnu zgradu odnosno energetske certifikatom se predočuju energetske karakteristike zgrade i daju informacije o potrošnji energije te stanju zgrade u odnosu na energetske učinkovitost. Energetski certifikat uz prikaz energetske razreda zgrade, sadrži i prijedlog ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti zgrade koje se temelje na prethodno provedenom energetske pregledu i analizi zgrade. [1]

Poboljšanje energetske učinkovitosti je smanjenje potrošnje energije zgrade uz iste referentne uvjete kao i prije provedbe mjere poboljšanja primjenom energetske učinkovitih tehnologija, sustava i proizvoda, primjenom obnovljivih izvora energije za djelomično ili potpuno pokrivanje vlastite potrošnje energije i/ili promjene u ponašanju korisnika. [1]

Svrha energetske certificiranja je pružanje informacija vlasnicima/korisnicima zgrada o energetske razredu zgrade ili njezine samostalne uporabne cjeline te usporedba zgrada u odnosu na njihova energetska svojstva te vlasniku/korisniku predložiti ekonomski opravdane mjere za poboljšanje energetske učinkovitosti zgrade.



## 1.1. Zadatak diplomskog rada

Diplomski rad ima nekoliko zadataka odnosno ciljeva. Jedan od ciljeva je objasniti pravnu regulativu odnosno zakone, propise i pravilnike Republike Hrvatske temeljene na europskim direktivama vezane uz energetska certificiranje zgrada te prikazati postupak energetskog certificiranja na primjeru višestambene zgrade.

Glavni cilj rada je provesti detaljnu energetska analizu karakteristične višestambene zgrade. Usporediti rezultate proračuna i ukazati na razliku ukoliko se energetska razred određuje za cijelu zgradu te ukoliko se energetska razred određuje za zaseban dio zgrade (stan). Zadatak rada je i usporediti dobivene rezultate zasebnih cjelina (stanova) ovisno položaju zasebne cjeline (stana) u zgradi te predložiti mjere poboljšanje energetske učinkovitosti zgrade. Rezultate usporediti prije i poslije „implementacije“ predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti zgrade.

Svrha rada je ukazati na nelogičnosti i probleme prilikom izrade izvješća o energetskom pregledu i energetskog certifikata višestambene zgrade s kojima se suočavaju energetska certifikatori te prikazati odstupanja u određivanju energetskog razreda, ovisno o načinu pregleda i izrade izvješća na primjeru jedne višestambene zgrade.

## 2. PRAVNA REGULATIVA ENERGETSKOG CERTIFICIRANJA

Europska unija od ukupne potrošene primarne energije u zgradarstvu troši oko 40 %, slijede transport i industrija. Kućanstva, predstavljaju gotovo 2/3 cjelokupnog fonda zgrada u Europskoj uniji odnosno oko 25% ukupne potrošnje energije u Europskoj uniji se odnosi na kućanstva. Zgrade su i veliki zagađivači, jer velika potrošnje energije rezultira i štetnoj emisiji ugljičnog dioksida, zbog svih ovih razloga je energetska učinkovitost u zgradarstvu područje koje ima najveći potencijal za moguće uštede i poboljšanja. [3]

Europska unija prepoznaje potencijal za moguće uštede i poboljšanje učinkovitosti te donosi Europski plan ili strategiju energetske učinkovitosti koji naglasak stavlja na potrebu sustavne i sveobuhvatne obnove postojećeg fonda zgrada s ciljem poboljšanja njihovih energetskih svojstava kao i na poboljšanje energetske učinkovitosti sustava, uređaja i opreme koji se u njima koriste.

Europska komisija je početkom 2010. godine predložila strategiju pod nazivom Europa 2020 kojom bi se osigurao rast i povećanje radnih mjesta unutar EU. Gospodarska kriza koja je pogodila EU i svijet 2008. godine pokazala je slabosti gospodarstva, te pred EU postavila nove izazove kao što su globalizacija, pretjerano iskorištavanje prirodnih resursa i starenje stanovništva. Osim rješavanja gospodarske krize cilj strategije Europa 2020. je i stvaranje [5]:

- pametnog rasta - razvijanje ekonomije temeljene na znanju i inovaciji,
- održivog rasta - razvoj ekonomije koja učinkovitije iskorištava resurse
- uključivog rasta - ekonomija koja donosi društvenu i teritorijalnu povezanost.

EU je strategijom postavila pet ambicioznih ciljeva u području zapošljavanja, inovacija, obrazovanja, socijalne uključenosti i klime/energije koji se moraju postići do 2020 a to su [5]:

- osiguranje stope zaposlenosti od 75 % za osobe u dobi između 20 i 64 godine,
- ulaganje 3% europskog BDP-a u istraživanje i razvoj,
- smanjenje emisije stakleničkih plinova za 20 ili 30 % u usporedbi sa stanjem iz 1990. godine,
- 20% potrošene energije osigurati proizvodnjom iz obnovljivih izvora energije,
- povećati energetske učinkovitosti za 20 %,
- smanjenje stope prekida školovanja na manje od 10 %, osigurati da najmanje 40 % osoba između 30 i 34 godine završi tercijalno obrazovanje,
- smanjenje broja siromašnih i socijalno ugroženih za 20 milijuna.

Svi prethodno navedeni ciljevi su međusobno povezani, što za posljedicu ima smanjenje siromaštva. Povećano ulaganje u istraživanje i razvoj, zajedno s učinkovitijim korištenjem resursa pridonijet će rastu konkurentnosti i olakšati otvaranje novih mjesta. [5] Prekomjerno iskorištavanje prirodnih resursa dovelo je do toga da čovjek mora razmišljati o svojim postupcima prema okolišu ukoliko želimo i dalje uživati u prirodnim bogatstvima. Shodno tome jedan od osnovnih ciljeva strategije je smanjenje emisije stakleničkih plinova iskorištavanjem energije iz obnovljivih izvora i povećanjem energetske učinkovitosti odnosno smanjenjem potrošnje. [5]

Povećavanjem učinkovitosti smanjuje se emisija CO<sub>2</sub>, jača otpornost gospodarstva na klimatske rizike, te se sprečavaju klimatske katastrofe. Europa u pogledu korištenja resursa nastoji odvojiti gospodarski rast od korištenja resursa. Potiče prijelaz na gospodarstvo s niskim emisijama ugljika, razvoj zelenih tehnologija i modernizirani sektor prometa te promiče energetske učinkovitost. [5]

EU potiče gospodarski razvoj ali razvoj koji ne šteti okolišu, gospodarski rast koji je neovisan o uvozu nafte i neobnovljivim izvorima energije, neovisan o političkim zbivanjima u svijetu. Prema predviđanjima, EU bi ispunjavanjem ciljeva strategije smanjila uvoz nafte i plina za 60 milijardi eura do 2020. godine, što uz veliku financijsku uštedu predstavlja ključni korak u postizanju energetske sigurnosti. Ispunjavanjem cilja, EU od 20 % obnovljivih izvora energije otvara mogućnost za popunjavanjem 600 000 novih radnih mjesta, što utječe na povećanje BDP-a i oporavak od gospodarske krize. Pribroji li se tomu i povećanje učinkovitosti odnosno ušteda energije od 20 % u odnosu na 1990. godinu, tada je riječ o više od milijun novih radnih mjesta. [5]

U svrhu postizanja ciljeva Europa 2020. EU je donijela niz dokumenata ili smjernica, kojim se zemlje članice Europske unije usmjeravaju prema ostvarenju postavljenih ciljeva. Navedeni dokumenti ili smjernice se nazivaju Direktivama EU, i oni predstavljaju temeljni zakonodavni okvir unutar svake zemlje članice Europske unije. Svi dokumenti (zakoni, propisi, pravilnici, metodologije...) u zemljama članicama EU moraju biti doneseni u skladu s Direktivama EU. [5]

Od prethodno navedenih Direktiva EU dvije Direktive su vezane uz energetske certificiranje a to su:

- EED – DIREKTIVA 2012/27/EU – Europska direktiva od 25. listopada 2012. o energetske učinkovitosti.
- PBD (EPBD) – DIREKTIVA 2010/31/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 19. svibnja 2010. o energetske učinkovitosti zgrada.

## 2.1. Direktiva 2012/27/EU o energetskej učinkovitosti

Europski Parlament i Europsko Vijeće donijelo je Direktivu 2012/27/EU 25. listopada 2012 pod nazivom "Directive 2012/27/eu of the european parliament and of the council of 25 october 2012 on energy efficiency". Navedenom Direktivom Direktiva 2004/8/EZ o promociji kogeneracije bazirane na korisnim toplinskim potrebama na unutrašnjem tržištu energije i Direktiva 2006/32/EC o energetskej učinkovitosti i energetskim uslugama prestaju važiti. Direktiva 2012/27/EU postavlja još strože zahtjeve u pogledu energetske učinkovitosti, zbog velike ovisnosti EU o uvozu energije i sve većom potrebom zaštite okoliša. Strožim zahtjevima i poboljšanjem energetske učinkovitosti poboljšava se sigurnost opskrbe tako što se smanjuje potrošnja primarne energije, što u konačnici dovodi do izlaza iz gospodarske krize, budući da se stvaraju nova radna mjesta te se ostvaruje pametan, održiv i uključiv rast, što je jedan od osnovnih ciljeva Europe 2020. [5]

Najznačajnije promjene se predviđaju u zgradarstvu, budući da zgrade troše 37 % krajnje energije, te bi se gradnjom novih energetski učinkovitih zgrada te obnovom starih zgrada postigla značajna ušteda energije. Fond nekretnina predstavlja sektor s najvećim potencijalom za uštedu energije, potencijalom za rast i zapošljavanjem u obrtnom i građevinskom sektoru kao i sektoru usluga, kao što su arhitektonske, konzultantske usluge. Uz građevinskih mjera ušteda države članice moraju poštivati odredbe Direktive prilikom gradnje nove ili obnove stare zgrade i u smislu ugradnje inovativnih sustava mjerenja potrošnje energije, kao i pojedinačnih brojlara u višestambenim zgradama, čime korisnici mogu kontrolirati individualnu potrošnju. Uz smjernice vezane direktno za zgradarstvo Direktiva usmjerava države članice na poticaj ušteda energije i u industriji, pogotovo kod malih i srednjih poduzeća, dok su kod velikih poduzeća energetski pregledi obavezni, zbog mogućih značajnih ušteda energije. [5]

EU Direktivom skreće pažnju državama članicama na europske fondove, kako bi ulaganjem u energetske učinkovitost povukli sredstva i time olakšali postizanje cilja ušteda energije na nacionalnoj razini [5]. Direktiva 2012/27/EU sastoji se od 30 članaka i 15 priloga.

U slučaju neispunjavanja obaveza do postavljenih rokova sukladno Direktivi 2012/27/EU Europska Komisija može započeti službeni postupak zbog povrede prava EU.

## 2.2. Direktiva 2010/31/EU o energetske svojstva zgrada

Europska Direktiva 2010/31/EU predstavlja izmijenjeno izdanje Direktive o energetske svojstva zgrada 2002/91/ EC, te postavlja još strože zahtjeve vezane za energetska svojstva zgrada u odnosu na prethodnu direktivu. Upozorava na nedovoljno korištenje obnovljivih i alternativnih energetske sustava u zgradarstvu te je vrlo značajna za sektor zgradarstva i donosi velike promjene u projektiranju i gradnji. Direktivu je donesena od strane Europskog parlamenta 19. svibnja 2010. godine pod nazivom "Directive 2010/31/EU of the European parliament and of the council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast)". Navedena Direktiva od zemalja članica EU zahtjeva donošenje nacionalnih planova kojim bi se povećao broj gotovo nul energetske zgrada te da sektor javnih zgrada preuzme vodeću ulogu u povećanju energetske učinkovitosti odnosno smanjenju potrošnje energije. Direktiva 2010/31/EU sastoji se od 31 članaka i 5 priloga. [5]

## 2.3. Zakonodavstvo Republike Hrvatske

Zahvaljujući planu odnosno strategiji Europske unije Europa 2020, EU je smanjila ukupnu godišnju potrošnju primarne energije, povećala udio obnovljivih izvora te povećala BDP (bruto domaći proizvod). [6] [7] Pokretanjem pristupnih pregovora i ulaskom Republike Hrvatske u EU energetska učinkovitost postaje sve značajnija odrednica hrvatske energetske politike, te Republika Hrvatska donosi odluku o donošenju dugoročne strategije za poticanje ulaganja u obnovu nacionalnog fonda zgrada Republike Hrvatske [4]. Za postizanje ostvarenja zajedničkih ciljeva EU, nužno je nacionalne ciljeve zemalja članica uskladiti s ciljevima EU, što se postiže usklađivanjem zakonodavstva zemalja članice sa zakonodavstvom EU [5]. Shodno tome izrađen je Nacionalni program energetske učinkovitosti Republike Hrvatske (RH) za razdoblje od 2008. – 2016. – „Master plan energetske učinkovitosti za Hrvatsku“. [4] Postavljaju se zakonodavni okviri, koji se odnose na energetske sektor Republike Hrvatske, te strateškim dokumentima razvitka energetske sektora i zaštite okoliša u RH (Strategija energetske razvitka RH, „Narodne novine“ br. 38/02, Nacionalna strategija zaštite okoliša, „Narodne novine“ br. 46/02, Nacionalni energetske program...) efikasno korištenje energije, istodobna proizvodnja toplinske i električne energije u jedinstvenom procesu i korištenje obnovljivih izvora energije, utvrđeno je, u skladu s postojećim stanjem energetske sektora i razvojnim opredjeljenjem, kao interes RH. [4]

Pravni i institucionalni okvir za energetske učinkovitost u RH uključuje dva ključna ministarstva, Ministarstvu gospodarstva, rada i poduzetništva (MINGORP) ministarstvu nadležnom za energetiku i Ministarstvu zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva (MZOPUG) nadležno za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost u sektoru zgradarstva [4]. Navedena ministarstva provela su implementaciju Direktive u pravni i institucionalni okvir RH kroz tri zakona:

- Zakon o gradnji (u nadležnosti Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva)
- Zakon o prostornom uređenju (u nadležnosti Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva)
- Zakon o učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji (u nadležnosti Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva ) [5].

Na temelju prethodno navedena tri zakona uvedeni su mnogi podzakonski akti na temelju kojih je omogućeno:

- energetske certificiranje zgrada
- osposobljavanje stručnih kvalificiranih nezavisnih stručnjaka
- propisivanje minimalnih zahtjeva za energetske učinkovitost zgrada
- definiranje metodologije proračuna energetskih svojstava zgrade

Zakon o prostornom uređenju i gradnji („Narodne novine“ br. 153/13., 20/17) navodi uštede energije i toplinsku zaštitu kao jedan od bitnih zahtjeva za građevinu te da svaka zgrada mora imati certifikat o energetskim karakteristikama. Toplinski zahtjevi za građevine propisani su kroz Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama („Narodne novine“ br. 128/15, 70/18., 73/18.) prema kojemu je Iskaznica potrebne topline za grijanje zgrade sastavni dio projektne dokumentacije. [4]

Zakon o zaštiti okoliša („Narodne novine“ br. 78/2015) navodi da se zahvati u okolišu trebaju planirati i izvoditi tako da što manje opterećuju okoliš, vodeći pri tome brigu o racionalnom korištenju prirodnih resursa. Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost je također jedna od vrlo značajnih institucija za energetske učinkovitost u RH. Fond je osnovan radi financiranja pripreme, provedbe i razvoja programa, projekata sličnih aktivnosti u području očuvanja, održivog korištenja, zaštite i unapređivanja okoliša te u području energetske učinkovitosti i korištenja obnovljivih izvora energije. [4]

### 2.3.1. Potencijal Republike Hrvatske

Republika Hrvatska prepoznala je svoj potencijal po pitanju poboljšanja energetske učinkovitosti te su prema analizi općeg stanja zgrada, analizi potrošnje primarne energije Republike Hrvatske i doneseni prethodno navedeni zakoni i propisi navedeni u uvodnom dijelu poglavlja (2.3).

Situacija u Hrvatskoj prema raspodjeli potrošnje primarne energije je slična kao i u Europi, naime prema podacima iz 2005. godine (razdoblje prije primjena direktiva 2012/27/EU i 2010/31/EU) 41,3% energije se potroši u stambenim i nestambenim zgradama uz stalan porast potrošnje primarne energije. [5]

U Hrvatskoj je oko 50% zgrada izgrađeno prije 1970. godine, prije donošenja bilo kakvog propisa kojim se uređivalo područje energetske efikasnosti i uštede energije. Takve zgrade danas u prosjeku troše 230-250 kWh/m<sup>2</sup> korisne energije, čime se nikako ne uklapaju u politiku smanjenja potrošnje energije u zgradama, u svrhu zaštite okoliša i smanjenja klimatskih promjena. Najveći broj stambenih zgrada izgrađen u razdoblju 1970.-1987. godine kada je donesen i prvi propis vezan za područje energetske učinkovitosti. Budući da je prvi propis bio znatno manje zahtjevan u pogledu dopuštenih koeficijenta prolaska topline, zgrade izgrađene između 1970.-1987.godine troše 150-180 kWh/m<sup>2</sup>. Zgrade izgrađene u periodu 1987-2006.godine u prosjeku troše 100-150 kWh/m<sup>2</sup>, dok zgrade izgrađene 2006-2009.godine, usklađene sa "starim" Tehničkim propisom o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 79/05, NN 110/2008, NN 89/09) troše manje od 95 kWh/m<sup>2</sup>. [5]

Radi lakše predodžbe o potencijalu uštede potrebno je reći da današnje niskoenergetske zgrade koje se nalaze u energetske razredu A i A+ troše manje od 25 kWh/m<sup>2</sup> energije za grijanje. [5]

Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za toplinsku zaštitu zgrade je prvi propis kojim se uređuje područje uštede energije, kojim su definirani koeficijenti prolaska topline "U" za pojedine građevine dijelove za tri klimatske zone. Deset godina poslije uveden je novi propis "Norma: toplinska tehnika u građevinarstvu -tehnički uvjeti za projektiranje i građenje zgrada". Propisom su ograničeni specifični toplinski gubitci u zgradama i minimalna toplinska izolacija. Godine 1987. norma je inovirana čime su postojeći zahtjevi postali još stroži. Koliki je potencijal ušteda energije u zgradarstvu pokazuje podatak da ako postojeće zgrade izgrađene nakon donošenja zahtjeva u pogledu toplinske zaštite zgrada u okviru norme HRN U.J5.600: Toplinska tehnika u građevinarstvu, tehnički uvjeti za projektiranje i građenje zgrada, prihvatimo kao uvjetno zadovoljavajuće sa stajališta uštede energije i dalje imamo čak 83 % stambenih zgrada

koje imaju nezadovoljavajuću toplinsku zaštitu, s prosječnom potrošnjom energije 150-200 kWh/m<sup>2</sup>. Potrebno je napomenuti da među ostalih 17% zgrada sa zadovoljavajućom toplinskom zaštitom je velik broj zgrada koji ne zadovoljavaju današnje propise, budući da su oni danas znatno stroži od onih iz 1987.godine. [5]

Potrošnja energije za grijanje u „prosječno toplinski izoliranim zgradama“ danas u Hrvatskoj iznosi od 40-60 % ukupne potrošnje energije, za pripremu potrošne tople vode od 15-35%, a za kuhanje od 5-15 % [7]. Možemo zaključiti da potrošnja za toplinske potrebe predstavlja od 80-90 % ukupnih energetske potrebe zgrade, ovisno o lokaciji i načinu korištenja zgrade. Potrošnja energije za rasvjetu i za ostale netoplinske potrebe (npr. električna energija za računala, televiziju i sl.) iznosi od 10-20 % ukupne potrošnje energije, iako i taj podatak znatno ovisi o tehnologiji i načinu korištenja. Hlađenje predstavlja manji dio ukupne godišnje energetske potrošnje i to gotovo isključivo u obliku potrošnje električne energije, no podizanjem standarda korištenja prostora, očekuje se kontinuirani porast značaja hlađenja u ukupnim energetske potrebama stambenih i nestambenih zgrada. [5]

Iako potrošnja energije ponajviše ovisi o klimatskim uvjetima, zahtijevanoj temperaturi prostora, standardu korištenja prostora, sustavu grijanja, geometriji zgrade i sustavu vanjske ovojnice, potrošnja energije zgrade ovisi i o zakonodavnom okruženju. Uvođenjem strožijih zahtjeva i provođenjem mjera poboljšanja energetske učinkovitosti zgrada specifična potrošnja energije se gotovo prepolovila, današnje niskoenergetske kuće troše 115 kWh/m<sup>2</sup>, za razliku od kuća prije bilo kakvih propisa koja troši 200-250 kWh/m<sup>2</sup>. [5]

Prema popisu stanovništva koji je proveden 2001. godine, te podacima o ukupno izdanim građevinskim dozvolama i izgrađenim zgradama u razdoblju 2001-2010. godine u RH je u 2010. godini evidentirano ukupno 149,38 milijuna četvornih metara korisne površine stambenih zgrada te 43,38 milijuna četvornih metara nestambenih zgrada, od čega 9,58 milijuna četvornih metara korisne površine su zgrade javne namjene. [8]

Pretpostavimo li da se godišnje obnovi 3 % površine zgrada, odnosno oko 5 milijuna m<sup>2</sup> te da se specifična godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje smanji sa 200-250 kWh/m<sup>2</sup> na 25-50 kWh/m<sup>2</sup>, uz doprinos gradnje 10 % zgrada godišnje u gotovo nul energetske standardu te strožu zakonsku regulativu, ostvario bi se cilj uštede finalne energije za 20%, i ispunio cilj iz Europske Unije „Europa 2020“. [5]



Vlada Republike Hrvatske u cilju ostvarenja svog dijela europske Strategije "Europa 2020" je donijela program kojim će ostvariti zajedničke ciljeve EU. Programima energetske obnove zgrada do 2020. godine u Hrvatskoj će se [5]:

- godišnje obnoviti 1% površine višestambenih zgrada
- godišnje obnoviti minimalno 2000 obiteljskih kuća
- obnoviti preko 2500 zgrada komercijalne namjene
- obnoviti 200 zgrada javne namjene

### 2.3.2. Zakoni i propisi vezani uz energetska certificiranje

Od donošenja Nacionalnog programa energetske učinkovitosti RH i donošenja zakona kojima se provela implementacija Europskih Direktiva u pravni i institucionalni okvir RH navedenim u uvodnom dijelu poglavlja (2.3.) do danas, promijenili su se i zakoni i propisi te su dodatno prošireni u cilju boljeg uređenja pravne regulative RH sukladno tehničkim standardima koji se danas koriste. Trenutno važeći zakoni su Zakon o energetske učinkovitosti i Zakon o gradnji. Pored zakona imamo dvije uredbe Uredba o ugovaranju i provedbi energetske usluge u javnom sektoru i Uredba o ugovaranju i provedbi energetske usluge u javnom sektoru. Navedeno slijede 12 pravilnika od kojih je najpoznatiji Pravilnik o energetske pregledima građevina i energetske certificiranju zgrada. Treba napomenuti da se u Republici Hrvatskoj koriste i Hrvatske norme (Europske Norme sa statusom Hrvatske norme u Republici Hrvatskoj), iako nisu u nekom zakonskom okviru obvezne često se koriste kao uputa pri izradi energetske certifikata / izvješća o energetske pregledu, izračunu.

Tablica (2.1.) u nastavku navodi Hrvatske norme koje se koriste u Republici Hrvatskoj a vezane su uz energetska certificiranje.

Tablica 2.1. Norme iz područja energetske učinkovitosti. [1]

Oznaka Europske norme	Oznaka Hrvatske norme	Naslov/naziv norme
EN 16247-1:2012	HRN EN 16247-1	Energijski audit – 1. dio: Opći zahtjevi
EN 16247-2:2014	HRN EN 16247-2	Energijski audit – 2. dio: Zgrade
EN 16247-3:2014	HRN EN 16247-3	Energijski audit – 3. dio: Proces
EN 16247-4:2014	HRN EN 16247-4	Energijski audit – 4. dio: Prijevoz
EN 16247-5:2015	HRN EN 16247-5	Energijski audit – 5. dio: Kompetencije energijskih auditora

### 2.3.2. Pravilnik o energetsom pregledu zgrade i energetsom certificiranju NN 88/17.

Pravilnik o energetsom pregledu zgrade i energetsom certificiranju (NN broj 88/17.) je uz Zakon o gradnji (NN 153/13., 20/17), Zakon o energetskej učinkovitosti (NN 127/14) i Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18., 73/18.) jedan od najbitnijih propisa vezanih uz temu ovoga rada odnosno uz „energetsko certificiranje“ te je u nastavku ukratko opisana njegova svrha i sadržaj. Pravilnik se sastoji od 10 poglavlja, 30 članaka i 4 priloga.

I. poglavlje pravilnika opisuje predmet i svrhu pravilnika a to je uspostaviti sustav provedbe energetskeg pregleda zgrada.

II. poglavlje pravilnika definira pojam „zgrada javne namjene“, navodi koje javne zgrade imaju obvezu provođenja energetskeg pregleda i energetskeg certificiranja te javnog izlaganja energetskeg certifikata. [1]

III. poglavljem pravilnika propisane su obveze investitora, vlasnika i korisnika zgrade kod provođenja energetskeg pregleda zgrade i energetskeg certificiranja. [1]

IV. poglavljem pravilnika se propisuje način provođenja energetskeg pregleda i izrade i radnji koje je potrebno napraviti prije i tijekom samog energetskeg pregleda te sadržaj izvješća o provedenom energetsom pregledu zgrade. [1]

V. poglavljem pravilnika se propisuje sadržaj i izgled energetskeg certifikata te navodi za koje zgrade se izdaje energetski certifikat. [1]

VI. poglavlje pravilnika propisuje način provođenja redovitog pregleda te sadržaj izvješća. [1]

VII. poglavlje pravilnika propisuje sve vezano uz registar izvješća o provedenim energetskeg pregledima zgrade i energetskeg certifikata. [1]

VIII. poglavlje pravilnika navodi da je način provođenja neovisne kontrole energetskeg certifikata i izvješća. [1]

IX. poglavlje pravilnika navodi koja tijela su nadležna za nadzor provedbe pravilnika. [1]

X. poglavlje pravilnika se odnosi na prijelazne i završne odredbe ovoga pravilnika.

Pravilnik o energetsom pregledu zgrade i energetsom certificiranju sadržava i sljedeće priloge:

- Prilog 1 - energetski razredi zgrada i način označavanja energetskeg razreda na energetsom certifikatu

Energetski razred	$Q''_{H,nd,ref}$ specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke u kWh/(m <sup>2</sup> a)
A+	≤ 15
A	≤ 25
B	≤ 50
C	≤ 100
D	≤ 150
E	≤ 200
F	≤ 250
G	> 250

Slika 2.1. Granice energetske razreda od A+ do G prema  $Q''_{H,nd,ref}$ . [1]

Početak primjene Pravilnika o energetske pregledu zgrade i energetske certificiranju (NN broj 88/17.) energetske certifikat uz prikaz energetske razreda definiranog specifičnom godišnjom potrebnom toplinske energijom za grijanje za referentne klimatske podatke  $Q''_{H,nd,ref}$  izraženoj u kWh/(m<sup>2</sup>a) mora sadržavati i prikaz energetske razreda definiranog specifičnom godišnjom primarnom energijom,  $E_{prim}$  izraženoj u kWh/m<sup>2</sup>a.

Faktor primarne energije prema kojem se izračunava energetske razred definiranog specifičnom godišnjom primarnom energijom,  $E_{prim}$  izraženoj u kWh/m<sup>2</sup>a za Republiku Hrvatsku može varirati od 0,000 do 2,419 a ovisi o energentu koji se koristi za grijanje / hlađenje odnosno o sustavu grijanja / hlađenja.

$E_{prim}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	STAMBENA		OBITELJSKA		UREDSKA		OBRAZOVNA		BOLNICA		HOTEL I RESTORAN		SPORTSKA DVORANA		TRGOVINA		OSTALE NESTAMBENE	
	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P
A+	≤ 80	≤ 50	≤ 45	≤ 35	≤ 35	≤ 25	≤ 55	≤ 55	≤ 250	≤ 250	≤ 90	≤ 70	≤ 210	≤ 150	≤ 170	≤ 150	≤ 80	≤ 50
A	> 80	> 50	> 45	> 35	> 35	> 25	> 55	> 55	> 250	> 250	> 90	> 70	> 210	> 150	> 170	> 150	> 80	> 50
B	≤ 100	≤ 75	≤ 80	≤ 55	≤ 55	≤ 50	≤ 60	≤ 58	≤ 275	≤ 275	≤ 110	≤ 75	≤ 305	≤ 160	≤ 310	≤ 210	≤ 115	≤ 75
B	> 100	> 75	> 80	> 55	> 55	> 50	> 60	> 58	> 275	> 275	> 110	> 75	> 305	> 160	> 310	> 210	> 115	> 75
C	≤ 120	≤ 90	≤ 115	≤ 70	≤ 70	≤ 70	≤ 65	≤ 60	≤ 300	≤ 300	≤ 130	≤ 80	≤ 400	≤ 170	≤ 450	≤ 280	≤ 150	≤ 100
C	> 120	> 90	> 115	> 70	> 70	> 70	> 65	> 60	> 300	> 300	> 130	> 80	> 400	> 170	> 450	> 280	> 150	> 100
D	≤ 265	≤ 220	≤ 280	≤ 230	≤ 100	≤ 90	≤ 125	≤ 120	≤ 345	≤ 325	≤ 160	≤ 95	≤ 465	≤ 225	≤ 475	≤ 290	≤ 280	≤ 225
D	> 265	> 220	> 280	> 230	> 100	> 90	> 125	> 120	> 345	> 325	> 160	> 95	> 465	> 225	> 475	> 290	> 280	> 225
E	≤ 410	≤ 350	≤ 445	≤ 385	≤ 125	≤ 110	≤ 175	≤ 175	≤ 395	≤ 350	≤ 190	≤ 110	≤ 530	≤ 280	≤ 495	≤ 340	≤ 410	≤ 350
E	> 410	> 350	> 445	> 385	> 125	> 110	> 175	> 175	> 395	> 350	> 190	> 110	> 530	> 280	> 495	> 340	> 410	> 350
F	≤ 515	≤ 435	≤ 560	≤ 485	≤ 155	≤ 140	≤ 220	≤ 220	≤ 495	≤ 440	≤ 240	≤ 140	≤ 665	≤ 350	≤ 620	≤ 425	≤ 515	≤ 435
F	> 515	> 435	> 560	> 485	> 155	> 140	> 220	> 220	> 495	> 440	> 240	> 140	> 665	> 350	> 620	> 425	> 515	> 435
G	≤ 615	≤ 520	≤ 670	≤ 580	≤ 190	≤ 165	≤ 265	≤ 265	≤ 590	≤ 525	≤ 290	≤ 165	≤ 795	≤ 415	≤ 745	≤ 510	≤ 615	≤ 520
G	> 615	> 520	> 670	> 580	> 190	> 165	> 265	> 265	> 590	> 525	> 290	> 165	> 795	> 415	> 745	> 510	> 615	> 520

Slika 2.2. Granice energetske razreda od A+ do G prema  $E_{prim}$  za zgrade različite namjene. [1]

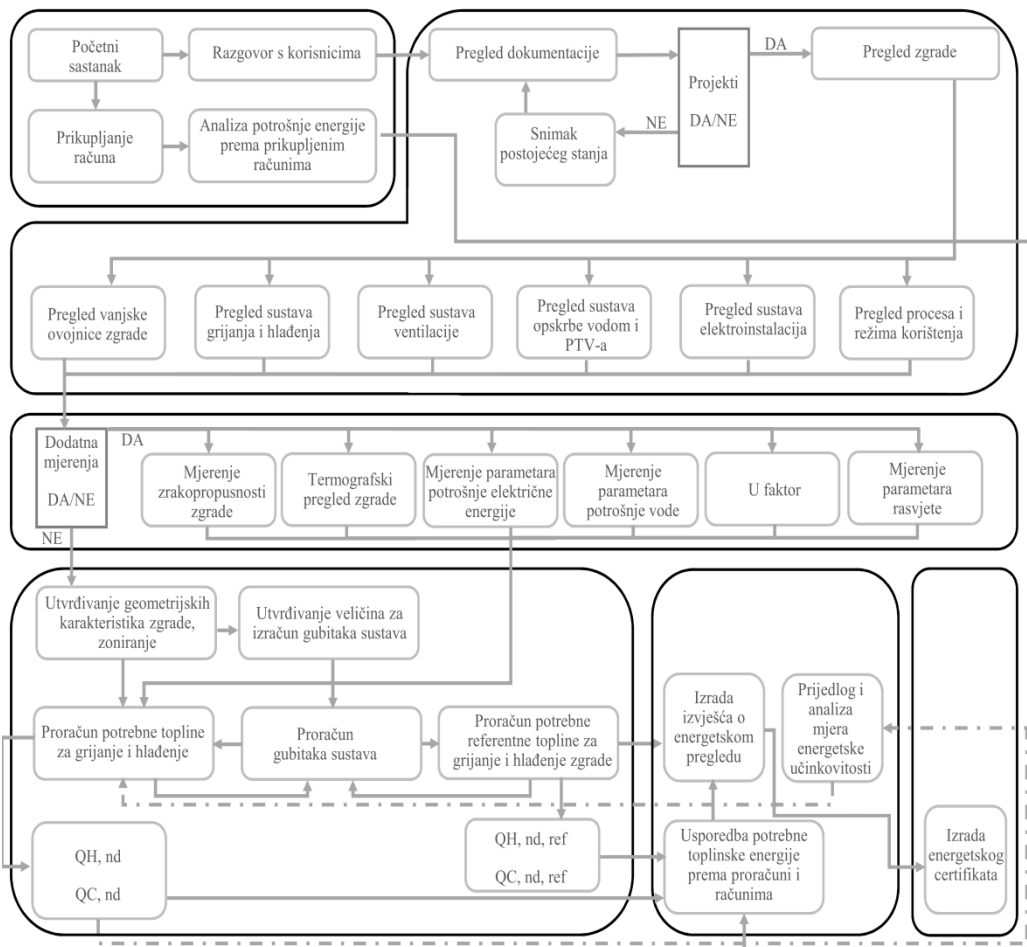
- Prilog 3 – se odnosi na prikaz registra izvješća i izdanih energetske certifikata zgrada.
- Prilog 4 – se odnosi prikaz registra izvješća o redovitim pregledima sustava grijanja, sustava hlađenja i sustava prisilne ventilacije i klimatizacije.
- Prilog 2 - izgled i sadržaj energetske certifikata

### 3. ENERGETSKI PREGLED I ENERGETSKO CERTIFICIRANJE

Energetsko certificiranje zgrade ili energetska analiza zgrade sastoji se od nekoliko faza koje je potrebno u koracima provesti za uspješnu izradu energetske certifikata i izvješća o energetske pregledu a to su:

- provedba inicijalnog sastanka – prikupljanje podataka od vlasnika/investitora/korisnika o potrošnji energije i vode, prikupljanja projektne dokumentacije zgrade, općih informacija o zgradi...
- provedba energetske pregleda zgrade – sastoji se od prikupljanja podataka o postojećem stanju zgrade, odnosno od prikupljanja podataka o vanjskoj ovojnici, sustavima grijanja, hlađenja, ventilacije, pripreme potrošne tople vode, opskrbe vodom, opskrbe i potrošnje električne energije te dodatnim mjerenjima,
- energetske analize potrošnje i postojećeg stanja zgrade – uključuje opis aktivnosti koji se odvijaju u zgradi, analize potrošnje energije i vode, analize gospodarenja energijom, izrade energetske i troškovne bilance građevine te proračuna potrebne toplinske energije prema stvarnim uvjetima korištenja zgrade te realnim klimatskim podacima,
- prijedloga mjera poboljšanja energetske učinkovitosti – nakon energetske analize potrošnje i postojećeg stanja zgrade dobivamo uvid u kojim dijelovima zgrade, njenim sustavima i načinu korištenja postoji potencijal za uštede u potrošnji energije i vode, shodno tome dodatnim proračunima predlažemo mjere koje su ekonomski opravdane,
- izrade i izdavanja završnog izvješća o energetske pregledu zgrade,
- izrade i izdavanja energetske certifikata zgrade.

Slika (3.1.) u nastavku prikazuje dijagram energetske certificiranje zgrade, odnosno redosljed provođenja energetske certificiranja, od inicijalnog i energetske pregleda, mjerenja, energetske analize, prijedloga mjera te izrade izvješća o energetske pregledu i energetske certifikata.



Slika 3.1. Dijagram postupka energetskog certificiranja. [9]

### 3.1. Energetski pregled zgrade

Energetski pregled zgrade je ključan i nezaobilazan korak u analizi učinkovitosti potrošnje energije i vode, kontroli potrošnje i smanjenja troškova i potrošnje energije, energenata i vode u zgradama. Sastavni je dio energetskog pregleda je i identificiranje preporuka za promjene načina rada postrojenja ili promjene ponašanja korisnika te preporuke za primjenu zahvata i realizaciju mjera kojima se poboljšava energetska učinkovitost zgrade bez ugrožavanja ili uz poboljšanje radnih uvjeta, ugodnosti boravka, proizvodnog procesa ili kvalitete usluge u zgradi.

Energetski pregled zgrade podrazumijeva pregled tehničkih i energetskih svojstava zgrade i pregled svih tehničkih sustava u zgradi koji troše energiju i vodu s ciljem utvrđivanja učinkovitosti i/ili neučinkovitosti potrošnje energije i vode te donošenja zaključaka i preporuka za poboljšanje energetske učinkovitosti. [10]

Dvije su osnovne svrhe energetskeg pregleda zgrada:

- analiza postojećeg stanja i mogućnost primjene mjera poboljšanje
- određivanje razreda potrošnje energije u energetskej certifikaciji zgrada. [5]

Energetski preglede možemo podijeliti prema:

- opsegu i detaljnosti provedenog istraživanja,
- starosti zgrade,
- složenosti tehničkih sustava zgrade,
- namjeni zgrade i karakteristikama potrošnje energije. [5]

Energetski preglede prema opsegu i detaljnosti dijelimo na preliminarni i detaljni energetski pregled. Preliminarni energetski pregled zgrade uključuje kratki uvid u stanje energetske svojstva zgrade s ciljem utvrđivanja potencijala za povećanje energetske učinkovitosti, odnosno potrebe za provođenjem detaljnog energetskeg pregleda. Za potrebe energetske certifikacije zgrada potrebno je provesti detaljan energetski pregled. Detaljan energetski pregled uključuje detaljnu energetske analizu svih građevinskih i tehničkih sustava u zgradi. Prema starosti zgrade razlikujemo energetski pregled nove i postojeće zgrade. Za postojeće zgrade je postupak kojim se definiraju karakteristike potrošnje energije za postojeće stanje te se analizira mogućnost povećanja energetske učinkovitosti te se nastoji dati prijedlog za energetski, ekonomski i ekološki isplativo rješenje. Pregled novih zgrada je jednostavniji, prikupljanje podataka je olakšano jer se koriste podatci iz projektne dokumentacije zgrade, ne sadrži mjere poboljšanja, nego preporuke za korištenje zgrade i upravljanje energijom u zgradi. [5]

Tehnički sustav zgrade jest tehnička oprema ugrađena u zgradu koja služi za njezino grijanje, hlađenje, ventilaciju, klimatizaciju, pripremu tople vode, osvjetljenje i proizvodnju električne energije, dok je termotehnički sustav tehnički sustav koji ne uključuje osvjetljenje i proizvodnju električne energije. [5]

Tehničke sustave prema složenosti dijelimo na:

- energetski pregled zgrade s jednostavnim tehničkim sustavom
- energetski pregled zgrade sa složenim tehničkim sustavom. [5]

Prema namjeni i karakteristikama potrošnje energije razlikujemo:

- energetski pregled stambenih zgrada
- energetski pregled nestambenih zgrada. [5]

Tijekom analize podataka u sklopu pripreme za energetske pregled, da bi se dobila kompletna energetska slika zgrade ili skupine zgrada koje se pregledavaju potrebno je odrediti funkcionalne cjeline koje se energetskim pregledom promatraju. Ove funkcionalne cjeline nazivamo energetskim funkcionalnim cjelinama (ETC) i predstavljaju zasebne funkcionalne i energetske cjeline za koje je moguće mjeriti pripadajuću potrošnju energije i vode te parametre koji utječu na potrošnju. Određivanje ETC-a u zgradi koja se analizira te postavljanje jasnih granica promatranog sustava i definiranje svih bitnih veličina koje ulaze i izlaze iz sustava provodi se u cilju jasne analize svih tokova energije u zgradi koja se pregledava. Granice sustava se određuju uzimajući u obzir slijedeće:

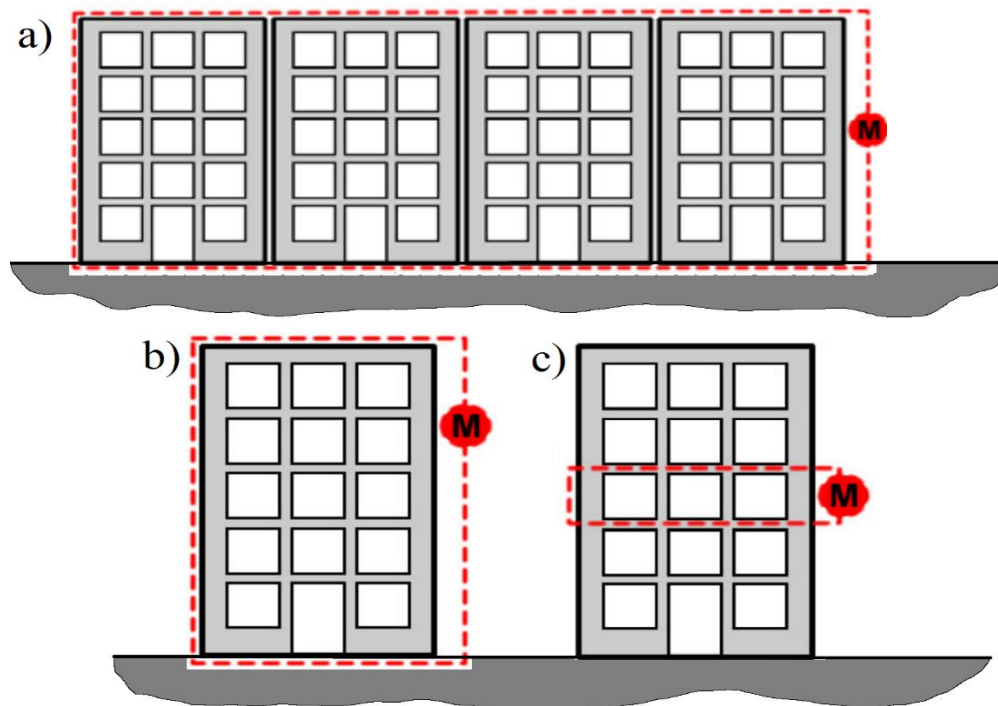
- promatrana zgrada, skup zgrada ili dio zgrade mora biti funkcionalna cjelina,
- u funkcionalnoj cjelini moguće je mjeriti pripadajuću potrošnju energije i vode,
- u funkcionalnoj cjelini moguće je mjeriti parametre koji utječu na potrošnju energije i vode. [10]

U skladu s gore navedenim smjernicama za identificiranje ETC-a, zgrada koja je predmet energetskog pregleda može se podijeliti u više ETC-a. Svrha određivanja ETC-a na taj način omogućuje točno određivanje bilance stvarne (referentne) potrošnje energije i vode po energentu te po svakoj grupi trošila. Za mjerenje potrošnje energije i vode u ETC-u treba koristiti obračunska brojila instalirana od strane dobavljača, ali moguća su i mjerenja u granicama pojedinog ETC-a sa zasebno instaliranim mjernim uređajima. [10]

U praksi se može naići na različite slučajeve funkcionalnih cjelina koje su osnove za definiranje ETC-e, u nastavku je prikazana slika (3.2.) kompleksa višestambenih zgrada za koju je moguće provesti energetske pregled, odnosno izraditi energetske certifikat i izvješće o energetskom pregledu za:

- a) cijeli kompleks zgrada,
- b) zasebno za pojedinu zgradu (ulaz) ili
- c) zasebno za pojedini stan,

ukoliko ima više ETC-a za koje se mogu izraditi zasebni energetske certifikati (uvjeti su prethodno navedeni). [10]



Slika 3.2. Vrste ETC-a na primjeru višestambene zgrade. [10]

U konačnici, svrha energetskeg pregleda zgrade je prikupljanje i obrada podataka kako bi razumjeli načine korištenja energije i vode u zgradi, identificirali potencijalne mjere poboljšanja energetske učinkovitosti te stvorili podloge za izradu energetskeg certifikata i izvješća o energetskeg pregledu zgrade.

### 3.2. Analiza Metodologija provedbe energetskeg pregleda

Republika Hrvatska odnosno „Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva“ (sada „Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja“) u lipnju 2009. godine izdala je prvo izdanje "Metodologija provođenja energetskeg pregleda zgrada" u cilju davanja upute i općih pravila energetskeg certifikatorima pri izradi energetskeg certifikata i izvješća o energetskeg pregledu.

Od izdanja prve "Metodologija provođenja energetskeg pregleda zgrada" do danas izdana su još četiri izdanja navedena u nastavku:

- Metodologija provođenja energetskeg pregleda zgrada, Zagreb, lipanj 2009. godine, Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva
- Metodologija provođenja energetskeg pregleda građevina, Zagreb, listopad 2012. godine, Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja



- Metodologija provođenja energetskeg pregleda građevina, Zagreb, lipanj 2014. godine, Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja
- Metodologija provođenja energetskeg pregleda zgrada, Zagreb, kolovoz 2017. godine, Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja

Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja je svakim izdanjem metodologije proširivalo metodologiju što po broju stranica i normi na koje se veže i na koje upućuje, nego i po pitanju detalja, prikaza izračuna, tablica, izgleda certifikata... Prvo izdanje metodologije na 91 stranici je bila uputa na koji način odrediti energetskeg učinkovitost zgrade odnosno izraditi energetskeg certifikat i izvješće o energetskeg pregledu zgrade. Napretkom i povećanjem obima posla te težnjom za preciznijim i točnijim rezultatom metodologije su se proširivale i usavršavale pa tako metodologija koja je danas u upotrebi "Metodologija provođenja energetskeg pregleda zgrada 2017." je uputa odnosno dokument sa 359 stranica koja navodi odnosno veže se na desetak normi, sadrži sedam priloga te se navodi u "Pravilniku o energetskeg pregledu zgrade i energetskeg certificiranju NN 88/17" kao dokument po kojemu je ovlaštenei energetskeg certifikator obvezan izraditi certifikat i izvješće o energetskeg pregledu zgrade. [10]

Sastavni dio "Metodologija provođenja energetskeg pregleda zgrada 2017." je i Algoritam za izračun energetskeg svojstava zgrada, objavljen (objavljen 15. svibnja 2017. - u obveznoj primjeni od 30. rujna 2017.) na internetskim stranicama Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja ([www.mgipu.hr](http://www.mgipu.hr)), koji propisuje način proračuna svih potrebnih vrijednosti za izračun energetskeg svojstva zgrade, te izrade energetskeg certifikata. [10]

Algoritam uključuje:

- Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790,
- Algoritam za određivanje energetskeg zahtjeva i učinkovitost termotehničkih sustava u zgradama (sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode),
- Algoritam za određivanje energetskeg zahtjeva i učinkovitost termotehničkih sustava u zgradama (sustavi kogeneracije, sustavi daljinskog grijanja, fotonaponski sustavi),
- Algoritam za proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade,
- Algoritam za određivanje energetskeg učinkovitosti sustava rasvjete u zgradama (energetskeg zahtjevi za rasvjetu). [10]

Dokumentom "Metodologija provođenja energetskeg pregleda zgrada 2017." (u obveznoj primjeni od 30. rujna 2017.) utvrđuje se provedba energetskeg pregleda koja je propisana Pravilnikom o energetskeg pregledu zgrade i energetskeg certificiranju. Ovim dokumentom su definirane zakonske obveze i zahtjevi za provedbu energetskeg pregleda te obveze i sam postupak energetskeg certificiranja. Metodologija definira koncept i korake provedbe energetskeg pregleda, način prikupljanja ulaznih podataka, provedbe analize i proračuna te definira izgled i sadržaj završnog izvješća o energetskeg pregledu. Sastavni dio ovog dokumenta su i algoritmi koji propisuju način i postupak proračuna svih potrebnih vrijednosti za izračun energetskeg svojstva zgrade, te izradu energetskeg certifikata. [1]

Energetski pregled je ključan i nezaobilazan korak u analizi učinkovitosti potrošnje energenata u zgradama. Osnovni cilj energetskeg pregleda zgrade je dobivanje uvida u energetska svojstva zgrade s obzirom na :

- građevinske karakteristike u smislu toplinske zaštite i potrošnje energije
- energetska svojstva sustava za klimatizaciju, grijanje, hlađenje, ventilaciju i rasvjetu, pripremu potrošne tople vode i potrošnje energije
- zastupljenost i energetska svojstva pojedinih grupa trošila i ostalih tehničkih sustava u zgradi
- strukturu upravljanja zgradom te pristup korisnika energetskeg problematici

Dakle energetski pregled podrazumijeva analizu svih tehničkih svojstava zgrade, kao i analizu svih tehničkih sustava u zgradi, s ciljem utvrđivanja učinkovitosti i/ili neučinkovitosti potrošnje energenata te utvrđivanja preporuka za poboljšanje. [1]

Optimalne mjere energetske učinkovitosti promatrane zgrade dobiju se na temelju prikupljenih i obrađenih podataka, pa je to ujedno i prvi korak u provedbi energetskeg pregleda, gdje se najčešće pojavljuju problemi u praksi. Na osnovi analize prikupljenih podataka odabiru se konkretne energetske, tehničke, ekološke i ekonomski optimalne mjere za poboljšanje energetskeg svojstva zgrade te mjere nužne za zadovoljavanje minimalnih tehničkih uvjeta.

Kod novih zgrada podaci se prikupljaju pregledom glavnog projekta i značajno je jednostavniji postupak nego kod postojećih zgrada, gdje se potrebne informacije dobiju detaljnim pregledom postojeće zgrade . [1]

## 4. ANALIZA VIŠESTAMBENE ZGRADE

### 4.1. Opći podaci predmetne zgrade

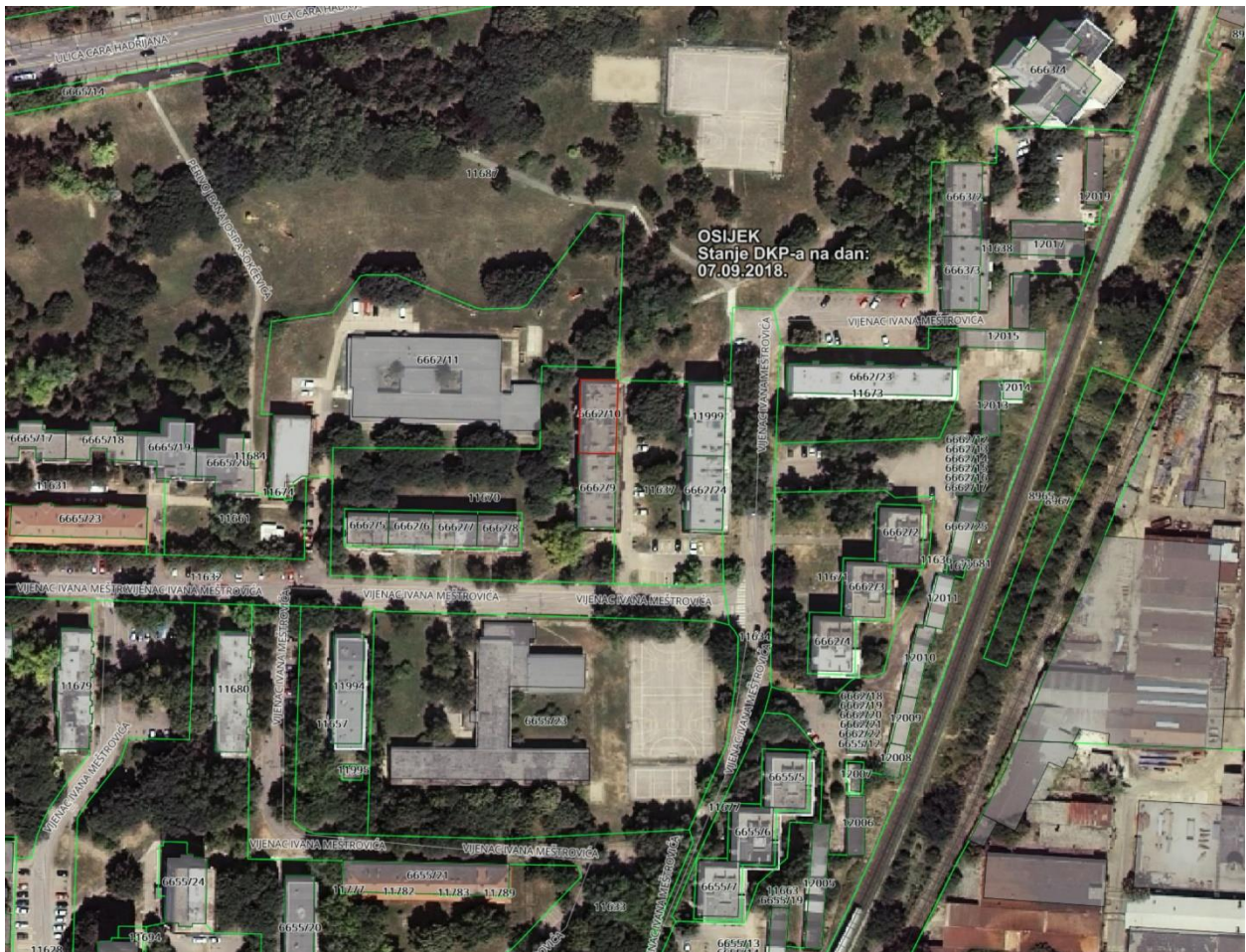
Predmetna zgrada odnosno višestambena zgrada na kojoj je se izvršena energetska analiza i na kojoj je napravljena usporedba rezultata odabrana je prema sljedećim kriterijima:

- zgrada mora imati minimalno šest različitih stanova po pitanju energetske geometrije (temperatura susjednih prostora, orijentacija...)
- zgrada mora biti naslonjena (jednom stranom) na susjednu zgradu
- mora sadržavati negrijani podrum

Prema prethodno navedenim kriterijima koji su služili kao temelj ta odabir zgrade kojom ćemo dobiti što više različitih energetske slučajeve po pitanju vanjske ovojnice i energetske učinkovitosti. Kada je riječ o energetske učinkovitosti pojedine stambene jedinice, važna je i orijentacija, položaj u zgradi, izlaganje vjetru, temperaturna razlika susjednih prostora sve su to elementi koji mogu značajno utjecati na energetske učinkovitost stana. Da bi analizom podataka dobili što širi spektar slučajeva (stanova sa različitim energetske geometrijom) u koordinaciji sa mentorom odabrana je predmetna zgrada čiji opći podaci su prikazani u tablici u nastavku:

Tablica 4.1. Opći podaci o predmetnoj zgradi

Naziv zgrade:	Višestambena zgrada na adresi Vijenac Ivana Meštrovića 19, Osijek
Adresa:	Vijenac Ivana Meštrovića
Kućni broj:	19
Mjesto:	Osijek
Poštanski broj:	31000
Županija:	Osječko-baranjska
k.o.	Osijek
k.č. br.	6662/10
Vlasnik/korisnik:	Stanari višestambene zgrade
Godina izgradnje:	1961
Broj korisnika:	38
Broj etaža:	7
Etaže:	podrum, prizemlje, 1. kat, 2. kat, 3. kat, 4. kat, 5. kat
Tip zgrade:	stambena
Vrsta zgrade:	SZ2 - Sa dva i više stana i zgrade za stanovanje zajednica (npr.: domovi umirovljenika, đачki, studentski, radnički odnosno dječji domovi, zatvori, vojarne i slično) za koje se u pravilu izrađuje jedan zajednički certifikat, a može se izraditi i zasebni energetske certifikat.



Slika 4.1. Lokacija predmetne zgrade – satelitski snimak. [11]



Slika 4.2. Lokacija predmetne zgrade – zračni snimak – smjer gledanja sa sjeverozapada.

## 4.2. Snimak postojećeg stanja

Energetskim pregledom predmetne zgrade koji je obavljen 23. lipnja 2016. izvršene su sljedeće radnje kako bi dobili što precizniji uvid u postojeće stanje:

- razgovor sa stanarima odnosno korisnicima/vlasnicima zgrade - prikupljanje podataka o zgradi (opći podaci, sastav građevnih dijelova ...) i njenim tehničkim sustavima te podataka potrošnji i načinu korištenja
- mjerenja – mjerenje dimenzije zgrade, prostora i pojedinih elemenata zgrade izvršene su digitalnim laserskim daljinometrom marke Bosch, model GLM100C.
- vizualni pregled – budući da su pojedini građevni dijelovi zgrade kao vanjski zid, i pojedini podovi oštećeni, vizualnim pregledom smo potvrdili većinu slojeva pojedinih građevnih dijelova odnosno na koji način i koji materijali su korišteni pri gradnji zgrade, isti materijali i način gradnje odgovaraju vremenskom razdoblju u kojemu je zgrada izgrađena.
- fotodokumentacija – tijekom energetskog pregleda za potrebe daljnje analize izvršeno je i foto-dokumentiranje predmetne građevine.

### 4.2.1. Građevinski i arhitektonski elementi predmetne zgrade

Višestambena predmetna zgrada jednostavnog je pravokutnog tlocrtnog oblika, tlocrtnih maksimalnih dimenzija 24,36 x 11,80 m na najširem dijelu i ukupne visine 21,04 m, odnosno 18,73 m od kote okolnog terena, ukupne maksimalne tlocrtno površine odnosno bruto površine 2.048,00 m<sup>2</sup>, neto grijane površine 1.412,00 m<sup>2</sup>. Zgrada je naslonjena na susjednu zgradu koja se nalazi na susjednoj čestici, vanjska ovojnica, svi građevinski elementi kao i tehnički sustavi su zasebni, odnosno razdvojeni. Sastoji se od 24 stambene jedinice (5 stanova za vrijeme energetskog pregleda nije bilo u upotrebi), sedam etaža podrum, prizemlje, 1. kat, 2. kat, 3. kat, 4. kat i 5. kat, u zgradi boravi 38 korisnika / stanara. Broj korisnika zgrade po pojedinim stambenim prostorima naveden je u sljedećoj tablici (4.2.).

Tablica 4.2. Broj korisnika zgrade po pojedinim stambenim prostorima.

Stambeni prostor	Broj korisnika	Stambeni prostor	Broj korisnika
Stan 0-L1	0	Stan 3-L1	1
Stan 0-L2	1	Stan 3-L2	4
Stan 0-D1	1	Stan 3-D1	0
Stan 0-D2	4	Stan 3-D2	2
Stan 1-L1	1	Stan 4-L1	0
Stan 1-L2	1	Stan 4-L2	1
Stan 1-D1	2	Stan 4-D1	2
Stan 1-D2	2	Stan 4-D2	3
Stan 2-L1	1	Stan 5-L1	1
Stan 2-L2	3	Stan 5-L2	0
Stan 2-D1	3	Stan 5-D1	0
Stan 2-D2	2	Stan 5-D2	3

Etaže zgrade:

- etaža (-1) – podrum zgrade (sastoji se od stubišta, hodnika, spremišta pojedinih stanova te zajedničkih prostorija).
- etaža (0) – prizemlje zgrade (sastoji se od stubišta, hodnika, stanova 0-L1, 0-L2, 0-D2, 0-D1).
- etaža (1) – I. kat zgrade (sastoji se od stubišta, hodnika, stanova 1-L1, 1-L2, 1-D2, 1-D1).
- etaža (2) – II. kat zgrade (sastoji se od stubišta, hodnika, stanova 2-L1, 2-L2, 2-D2, 2-D1).
- etaža (3) – III. kat zgrade (sastoji se od stubišta, hodnika, stanova 3-L1, 3-L2, 3-D2, 3-D1).
- etaža (4) – IV. kat zgrade (sastoji se od stubišta, hodnika, stanova 4-L1, 4-L2, 4-D2, 4-D1).
- etaža (5) – V. kat zgrade (sastoji se od stubišta, hodnika, stanova 5-L1, 5-L2, 5-D2, 5-D1).

Građevinski elementi predmetne zgrade (elementi vanjske ovojnice, elementi promatrani iz aspekta energetske učinkovitosti):

- Vanjski zid - VZ1
- Vanjski zid - VZ2
- Vanjski zid - VZ3

- Vanjski zid - VZ4
- Zid prema negrijanom prostoru - ZN1
- Zid prema negrijanom prostoru - ZN2
- Zid prema negrijanom prostoru - ZN3
- Zid prema negrijanom prostoru - ZN4
- Zid između grijanih prostora različitih korisnika - ZG1
- Zid između grijanih prostora različitih korisnika - ZG2
- Zid između grijanih prostora različitih korisnika - ZG3
- Zid između grijanih prostora različitih korisnika - ZG4
- Zid podruma prema tlu - ZT
- Pod prema grijanom prostoru – PG
- Pod prema negrijanom prostoru PN1
- Pod prema negrijanom prostoru PN2
- Pod podruma prema tlu - PT
- Strop prema grijanom prostoru – SG
- Strop prema vanjskom prostoru – SV

Vrste otvore predmetne zgrade prema karakterističnim energetske svojstvima:

- Otvor s drvenim okvirom i dvostrukim ostakljenjem, sistem krilo na krilo D-KNK -
- Otvor s drvenim okvirom i drvenim ispunjenjem D-D
- Otvor s PVC okvirom i PVC ispunom PVC-PVC
- Otvor s metalnim okvirom i jednostrukim ostakljenjem M-JED
- Otvor s metalnim okvirom i metalnim ispunjenjem M-M

Vanjski zidovi zgrade zidani su punom opekom od gline (25 cm (VZ1) i 38 cm(VZ2)) s vanjske i unutarnje strane ožbukani vapneno-cementnom žbukom, cokol zidovi podruma oznake VZ3 i VZ4 su od armiranog betona, 20 cm i 40 cm, neožbukani, na pojedinim mjestima obojani. Zidovi grijanih prostora (stanova) prema negrijanim prostorima (hodnicima, stubištu...) (ZN1, ZN2 i ZN3) te zidovi između grijanih prostora (ZG2, ZG3 i ZG4) različitih korisnika (zidovi između stanova) kao i svi ostali pregradni zidovi zgrade zidani su punom opekom od gline različitih debljina (10-30 cm) te s vanjske i unutarnje strane ožbukani vapneno-cementnom žbukom. Zid predmetne i susjedne zgrade na koju je predmetna zgrada naslonjena, zid koji razdvaja te dvije zgrade zidan je punom opekom od gline (ZN4 i ZG1) debljine 84 cm, zid ZG1 je s vanjske i unutarnje strane ožbukani vapneno-cementnom žbukom, dok je zid ZN4 neožbukani. Zid

podruma prema tlu ZT izveden je punom opekom od gline debljine 39 cm sa hidroizolacijom na strani zida prema tlu.

Podovi (PG) odnosno stropovi (SG) između grijanih prostora različitih korisnika izvedeni su sloja drveta, cementnoga estriha, armirano betonske ploče te vapneno-cementne žbuke. PN1 i PN2 podovi grijanih prostora prema negrijanom podrumu sastoje se od sloja drveta, cementnog estriha te armirano betonske ploče, na „pod“ PN2 je nedavno ugrađen i sloj toplinske izolacije ekspanzirani polistiren (EPS) i silikatna žbuka. Strop grijanih prostora prema van SV odnosno ravni krov zgrade sastoji se od sloja vapneno-cementne žbuke, armirano betonske ploče, paropropusne pričuvne hidroizolacije te protukorijenske membrana i sloja šljunka. Većina stolarije originalna iz vremena gradnje drvena s dvostrukim ostakljenjem, sistem krilo na krilo, ali bez IZO svojstava, cca 48% stolarije je zamijenjen novom PVC stolarijom sa dvostruko izolirajućim IZO staklom. Svi drveni i PVC prozori imaju vanjske rolete za zaštitu od sunca, manji dio stolarije je crna bravarija, te ona nema zaštitu od sunca.

Materijali slojeva, debljine slojeva, dimenzije (površine, duljine...) i sama geometrija zgrade utvrđena je snimanjem i mjerenjem tijekom pregleda zgrade, razgovorom s korisnicima te pretpostavkama s obzirom na godinu izgradnje zgrade.

Na zgradi od izgradnje zgrade 1961. godine nije bilo bitnijih zahvata u smislu projekta obnove/rekonstrukcije/nadogradnje... zgrade, od izgradnje je izvršena sanacija ravnog krova, popravak hidroizolacije, te je izmijenjena krovna kupola odnosno svjetlarnik stubišta sa svjetlarnikom sa metalnim okvirom i plastičnim pragmatičnim ostakljenjem.

Izmjene vezane uz energetske učinkovitost su te da je od izgradnje izmijenjeno 48 % postojeće stolarije (drvena stolarija, sistem krilo na krilo) sa novom PVC stolarijom sa IZO skalom, te je na manjem dijelu poda prizemlja (pod prema podrumu) postavljeno 5 cm toplinske izolacije, ekspanzirani polistiren (EPS) .

Iako su od izgradnje zgrade napravljene prethodno navedene izmjene po pitanju energetske učinkovitosti i same sanacije/održavanja zgrade treba napomenuti de je zgrada u tehnički lošem stanju i po pitanju energetske učinkovitosti i po pitanju same upotrebe zgrade kao i njenih građevinskih elemenata. U nastavku su navedene neke „kritične točke“ koje je potrebno sanirati:

- 52 % postojeće stolarije na zgradi je drvena stolarija od vremena izgradnje zgrade, pojedini prozori i vrata stolarije više ne dihtaju kako treba.
- Pojedini prozori podruma su razbijeni



- Fasada zgrade je u jako lošem stanju, vapneno-cementna žbuka je na pojedinim mjestima na fasadi popucala i otpala sa fasade tako da su nosivi zidovi (opeka i ispuna) izloženi vanjskim utjecajima (kiša, vjetar, snijeg, sunce...). Na pojedinim mjestima zbog otpadanja vapneno-cementne žbuke su vidljivi i vanjskim utjecajima izloženi odvodi sustava zaštite od djelovanja munje.
- Od Domovinskog rata na značajnom djelu fasade vidljiva su oštećenja.
- Cokl zid podruma je također zbog otpadanja žbuke na pojedinim mjestima izložen vanjskim utjecajima.
- Balkonski zidovi (ograde) balkona su zbog vremena i neodržavanja oštećeni do te mjere da je na pojedinim mjestima vidljiva armatura zida.

Sustav opskrbe vode zgrade izveden je ručnim slavinama (sudoperima, umivaonicima, WC školjkama, tuš kabinama, kadama, bideima) po pojedinim stambenim prostorima te jednom ručnom slavinom u zajedničkom prostoru u podrumu zgrade. Zgrada je priključena na javnu vodovodnu mrežu preko jednog brojila vode za cijelu zgradu.

Slikama (4.3.-4.26.) u nastavku prikazani su pojedini prethodno navedeni građevinski elementi zgrade kao i opće stanje zgrade te „kritične točke“ koje su prethodno opisane.



Slika 4.3. Istočno pročelje zgrade.



Slika 4.4. Zapadno pročelje zgrade.



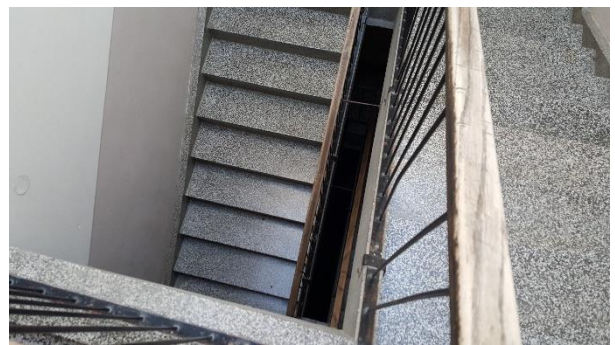
Slika 4.5. Sjeverno pročelje zgrade.



Slika 4.6. Susjedna zgrada.



Slika 4.7. Ravni krov zgrade.



Slika 4.8. Stubište zgrade.



Slika 4.9. Stubište zgrade prema podrumu.



Slika 4.10. Podrum zgrade.



Slika 4.11. Pod podruma zgrade.



Slika 4.12. Karakteristični otvor zgrade M-JED (prozor podruma).



Slika 4.13. Karakteristični otvor zgrade PVC-PVC  
(ulazna vrata stambenog prostora).



Slika 4.14. Karakteristični otvor zgrade D-D  
(ulazna vrata stambenog prostora).



Slika 4.15. Karakteristični otvor zgrade M-M  
(izlaz na krov zgrade).



Slika 4.16. Karakteristični otvor zgrade M-JED  
(svjetlarnik stubišta).



Slika 4.17. Karakteristični otvor zgrade PVC-IZO  
(prozor stambenog prostora).



Slika 4.18. Ostakljenje PVC-IZO otvor  
(prozor stambenog prostora).



Slika 4.19. Karakteristični otvor zgrade D-KNK  
(prozor stambenog prostora).



Slika 4.20. Ulazna vrata zgrade PVC-PVC.



Slika 4.21. Oštećenja na krovu zgrade.



Slika 4.22. Oštećenja na cokol zidu podruma.



Slika 4.23. Oštećenja na fasadi.



Slika 4.24. Oštećenja na fasadi.



Slika 4.25. Oštećenja balkona.



Slika 4.26. Oštećenja na otvorima (prozor podruma).

#### 4.2.2. Strojarski sustavi zgrade

Prilikom pregleda zgrade nije bilo moguće ući u svaki od stambenih prostora odnosno detaljni energetska pregled je napravljen za stambene prostore 3-L1, 2-D1 i 2-L2. Pregledom navedenih stambenih prostora i stubišta (plinskih priključaka), fasade zgrade (ispuha plinskih peći, plinskih kombi bojlera, klima uređaji) te razgovorom s pojedinim korisnicima objekta utvrđeni su podaci odnosno vrsta sustava grijanja, sustava hlađenja te sustava pripreme tople vode, isti su prikazani u tablici (4.3.). Sustav grijanja. Stambeni prostori predmetne zgrade u najvećem postotku (75 % ili 18 stambenih prostora) koriste prirodni plin kao energent za grijanje pomoću plinskih kombi bojlera (13 kom) ili plinskih peći (5 kom). Električna energija kao energent se koristi u manjem broju stanova (21 % ili 5 stambenih prostora), kao uređaji za grijanje koriste se termo akumulacijske peći (4 stambeni prostor) i električne keramičke grijače ploče (1 stambeni prostor). Jedan stambeni prostor se grije na ogrjevno drvo pomoću kaljeve peći. Za potrebe grijanja izvornim projektom u objektu su izvedeni dimovodni kanali, a kasnije je, tijekom plinifikacije, u objekt doveden plinski vod. Kroz zajedničko stubište postavljena je plinska vertikala na koju se svaki korisnik priključuje preko svog mjernog uređaja, te zatim sam koncipira svoj sustav grijanja, odabire i postavlja plinski kotao i radijatore. Osim za grijanje, pojedini stanari koriste zemni plin i za kuhanje te pripremu tople vode. Stambeni prostori gdje se koriste plinski kombi bojleri, kao ogrijevana tijela koriste se radijatori različitih izvedbi (gusani, aluminijski, cijevni...) i različitih dimenzija ovisno o potrebi i veličini prostora koji griju. Sustav hlađenja. Hlađenje pojedinih prostorija riješeno je postavljanjem monosplit klima uređajima s

jednom vanjskom i jednom unutarnjom zidnom jedinicom. Tijekom pregleda zgrade ukupno je uočeno 7 zidnih klima uređaja različitih tipova i proizvođača / izvjesno se nije jednovremeno nabavljalo sve klima uređaje, te da je svaki pojedini stanar prema vlastitoj prosudbi odabrao svoj klima uređaj. Zato klima uređaji imaju različite instalirane rashladne snage, ali radi se o klasičnim klima uređajima namijenjenim za po jednu prostoriju, nisu uočeni klima uređaji većih snaga koji bi bili namijenjeni za grupu prostorija ili veći prostor. Izvedba klima uređaja je takva da omogućuje njihovu upotrebu za zagrijavanje (dogrijavanje) prostora u hladnijem (prijelaznom) periodu godine. Sustav pripreme tople vode. Pregledom pojedinih stanova i razgovorom s korisnikom utvrđeno je da većina stambenih prostora pripremu tople sanitarne vode vrši pomoću plinskih kombi bojlera (54 % ili 13 stambenih prostora) te manji dio pomoću električnih bojlera (45 % ili 11 kom).

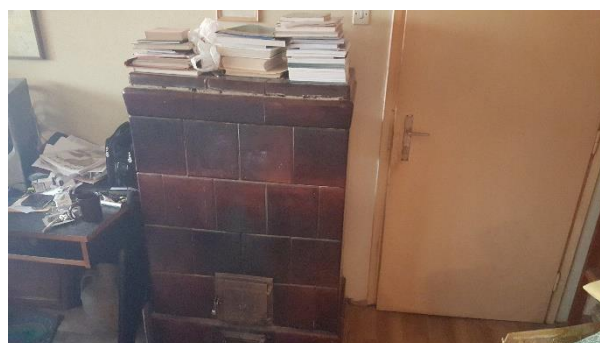
Tablica 4.3. Strojarski sustavi zgrade po pojedinim stambenim prostorima.

Stambeni prostor	Sustav grijanja	Sustav hlađenja	Sustav pripreme tople vode
0-L1	Plinski kombi bojler	Ne postoji	Plinski kombi bojler
0-L2	Plinski kombi bojler	Ne postoji	Plinski kombi bojler
0-D1	Termoakumulacijske peći	Ne postoji	Električni bojler
0-D2	Plinski kombi bojler	Ne postoji	Plinski kombi bojler
1-L1	Plinski kombi bojler	Ne postoji	Plinski kombi bojler
1-L2	Plinski kombi bojler	Ne postoji	Plinski kombi bojler
1-D1	Plinski kombi bojler	Ne postoji	Plinski kombi bojler
1-D2	Plinske peći	Ne postoji	Električni bojler
2-L1	Električne grijače ploče (keramičke)	Ne postoji	Električni bojler
2-L2	Termoakumulacijske peći	Ne postoji	Električni bojler
2-D1	Plinski kombi bojler	Ne postoji	Plinski kombi bojler
2-D2	Plinski kombi bojler	Klima uređaj 3,5 kW (split sustav)	Plinski kombi bojler
3-L1	Plinske peći	Ne postoji	Električni bojler
3-L2	Termoakumulacijske peći	Klima uređaj 3,5 kW (split sustav)	Električni bojler
3-D1	Plinski kombi bojler	Ne postoji	Plinski kombi bojler

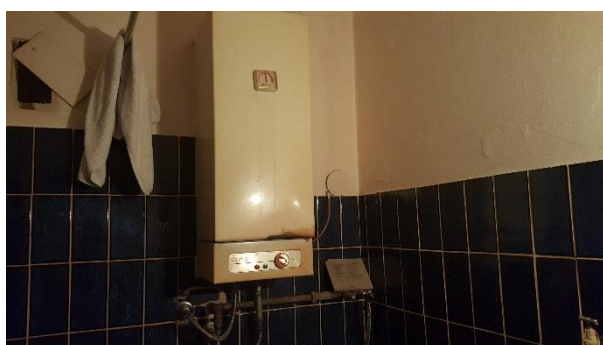
3-D2	Plinske peći	Ne postoji	Električni bojler
4-L1	Plinski kombi bojler	Klima uređaj 3,5 kW (split sustav)	Plinski kombi bojler
4-L2	Plinski kombi bojler	Ne postoji	Plinski kombi bojler
4-D1	Plinske peći	Klima uređaj 3,5 kW (split sustav)	Električni bojler
4-D2	Plinske peći	Klima uređaj 3,5 kW (split sustav)	Električni bojler
5-L1	Plinski kombi bojler	Klima uređaj 3,5 kW (split sustav)	Plinski kombi bojler
5-L2	Termoakumulacijske peći	Ne postoji	Električni bojler
5-D1	Kaljeva peć na ogrijevno drvo	Ne postoji	Električni bojler
5-D2	Plinski kombi bojler	Klima uređaj 3,5 kW (split sustav)	Plinski kombi bojler



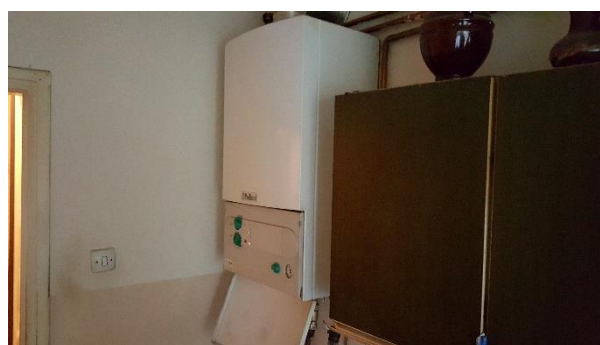
Slika 4.27. Jedno od plinskih peći.



Slika 4.28. Kaljeva peć.



Slika 4.29. Jedan od plinskih kombi bojlera 1.



Slika 4.30. Jedan od plinskih kombi bojlera 2.



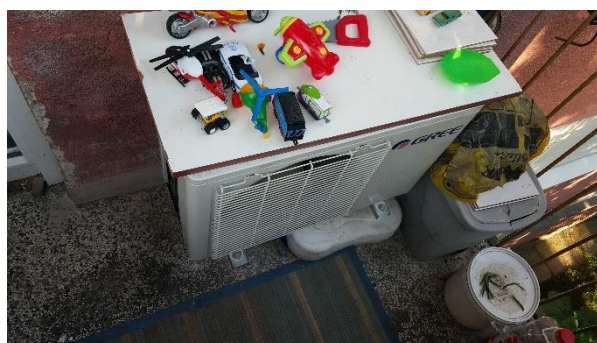
Slika 4.31. Jedno od termoakumulacijskih peći.



Slika 4.32. Jedan od električnih bojlera.



Slika 4.33. Jedan od split klima uređaja (unutarnja jedinica).



Slika 4.34. Jedan od split klima uređaja (vanjska jedinica).



Slika 4.35. Jedan od aluminijских radijatora.



Slika 4.36. Jedan od fasadnih ispuha plinskih kombi bojlera.



Slika 4.37. Jedan od plinskih priključaka stambenih prostora.



Slika 4.38. Glavni plinski priključni mjerni ormarić zgrade (MRS).



### 4.2.3. Elektrotehnički sustavi zgrade

Mjerenje potrošnje el. energije vrši se na 25 mjernih mjesta i to u bijelim tarifnim modelima kategorije potrošnje kućanstvo, 24 brojila se nalaze iznad ili pored ulaznih vrata svakog stambenog prostora uz razdjelni ormar stambenog prostora, jedno brojilo se koristi se za mjerenje potrošnje trošila zajedničkih prostora (rasvjeta podruma, stubišta...). Prilikom pregleda zgrade nije bilo moguće ući u svaki od stambenih prostora odnosno detaljni energetski pregled je napravljen za stambene prostore 3-L1, 2-D1 i 2-L2, temeljem prikupljenih podataka o električnim sustavima, trošilima i potrošnji električne energije navedenih stambenih prostora i zajedničke potrošnje izvršena je procjena tipova i broj električnih trošila predmetne zgrade te je izvršeno modeliranje potrošnje električne energije za cijelu zgrade. Analizom sustava rasvjete zgrade u zgradi se koriste sljedeći izvori svjetlosti: fluorescentna rasvjeta (4,83 %), fluokompaktna rasvjeta (2,75 %), LED rasvjeta (1,48 %), halogena rasvjeta (14,61 %), rasvjeta sa žarnom niti (76,32 %). Najveći dio potrošnje električne energije od 52,25 % odnosi na termička i ostala trošila (štednjak, perilica rublja, hladnjak...), 12,11 % odnosi se na trošila grijanja (termoakumulacijske peći, električne grijalice...) te 10,18% na trošila sustava rasvjete što je i za očekivati za ovakvu vrstu zgrade. Za predmetnu zgradu ukupna instalirana električna snaga trošila iznosi 352,69 kW (10,47 kW se odnosi na sustav rasvjete), procijenjena referentna potrošnja električne energije iznosi 86.176,00 kWh/g. Tablica (4.4.) u nastavku prikazuje procijenjenu potrošnju električne energije po pojedaj grupi trošila karakterističnih za vrstu predmetne zgrade.

Tablica 4.4. Potrošnja električne energije po vrstama i grupama potrošača

Sustavi	Potrošnja električne energije (kWh/god)	Postotak (%)
Rasvjeta	8.768,60	10,18
Termička i ostala trošila	45.023,88	52,25
Informatička trošila	8.753,80	10,16
Trošila grijanja	10.436,25	12,11
Trošila hlađenja	2.125,20	2,47
Trošila ventilacije	1.568,60	1,82
PTV električni bojleri	5.566,00	6,46
Elektromotorni pogoni	70,60	0,08
Ostali uređaji	3.863,07	4,48
UKUPNO:	86.176,00	100,00



Slika 4.39. Karakteristična rasvjeta dnevnog boravka karakterističnog stambenog prostora.



Slika 4.40. Karakteristična rasvjeta kupaonice karakterističnog stambenog prostora.



Slika 4.41. Rasvjeta zajedničkog komunikacijskog prostora (stubište).



Slika 4.42. Rasvjeta zajedničkog komunikacijskog prostora (podrum).



Slika 4.43. Karakteristični razdjelni ormar karakterističnog stambenog prostora.



Slika 4.44. Karakteristični etažni razdjelni ormar.

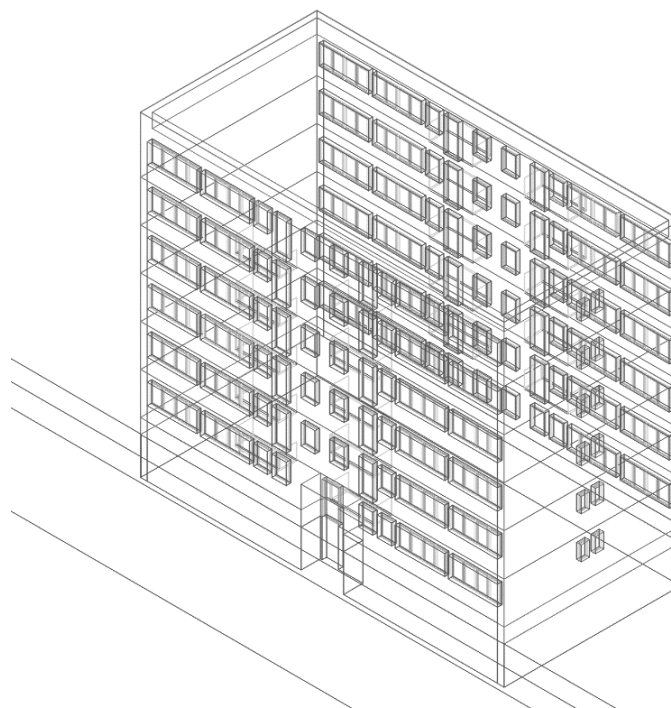
#### 4.2.4. Prikaz geometrije zgrade i pojedinih prostora zgrade (3D render)

Energetskim pregledom zgrade za potrebe izračuna energetske svojstava zgrade odnosno energetskog razreda i potrebne energije za grijanje kako za cijelu zgradu tako i za pojedine stambene prostore izvršeno je mjerenje dimenzija zgrade, prostora i pojedinih elemenata zgrade. Temeljem prikupljenih podataka o geometriji zgrade, radi lakšeg snalaženja i lakšeg izračuna pojedinih građevinskih elemenata (površine vanjske ovojnice, površine otvora, volumen grijanog prostora, volumen podruma...), geometrija predmetne zgrade je ucrtana je u program AutoCAD 2017 v.21.0.52.0, uz napomenu da je slika (4.50.) renderirana iz programskog paketa SketchUp 2019 Pro v.19.0.685.0.

Slikama u nastavku prikazan je 3D nacrt predmetne zgrade (slika (4.45.)), 2D tlocrti zgrade:

- tlocrt podruma zgrade (slika 4.46.),
- tlocrt prizemlja zgrade (slika 4.47.),
- tlocrt III. kata zgrade (slika 4.48.),
- tlocrt V. kata zgrade (slika 4.49.),

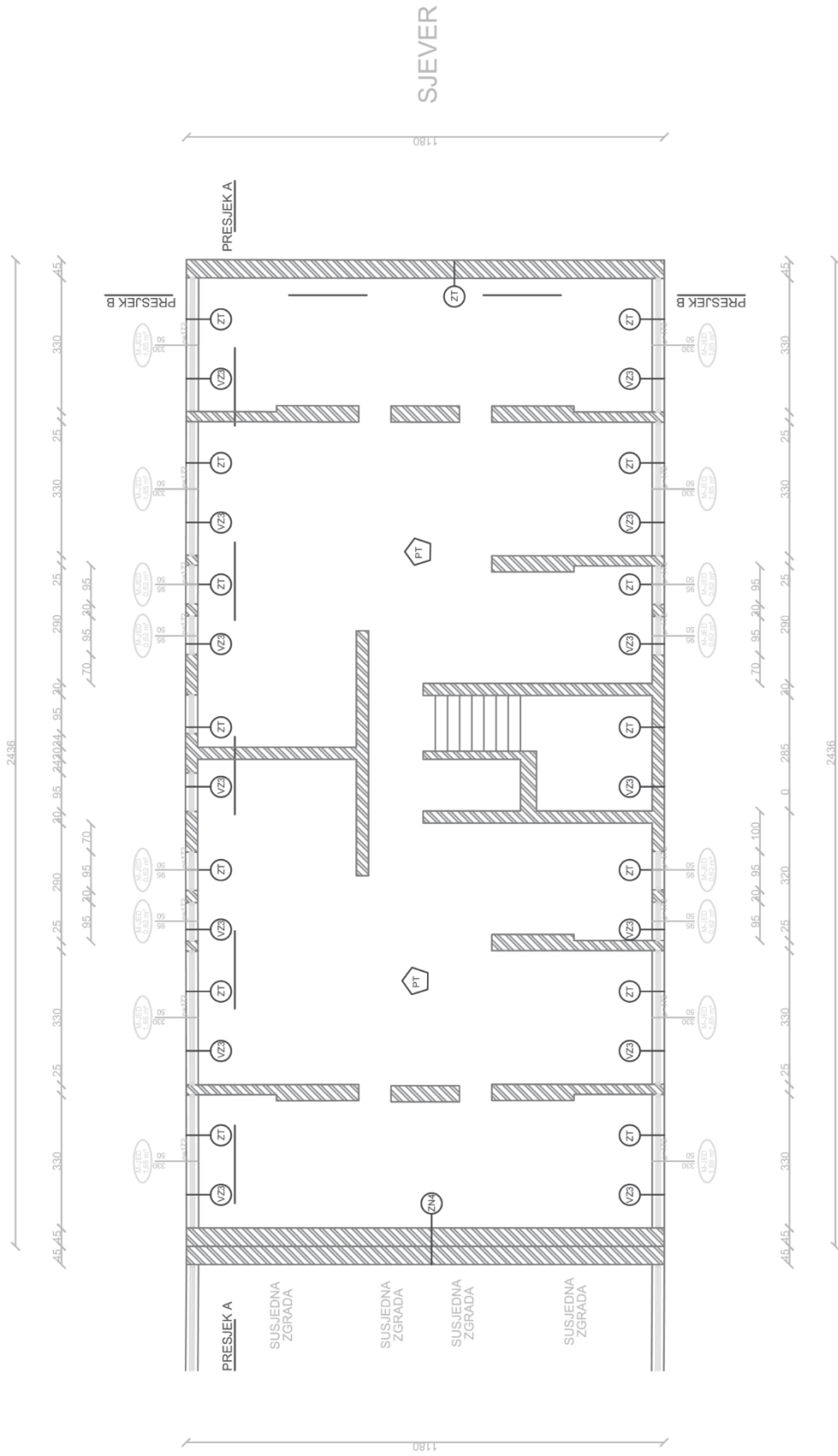
ostale etaže (I. kat, II. kat i IV. Kat) nisu prikazane zbog sličnosti sa prikazanim etažama a na istima se ne nalaze stanovi na kojima je vršena zasebna energetska analiza, te 3D vizualizacija predmetne zgrade pogled na istočno pročelje zgrade (slika 4.50.),



Slika 4.45. 3D prikaz zgrade.

# TLOCRT PODRUMA

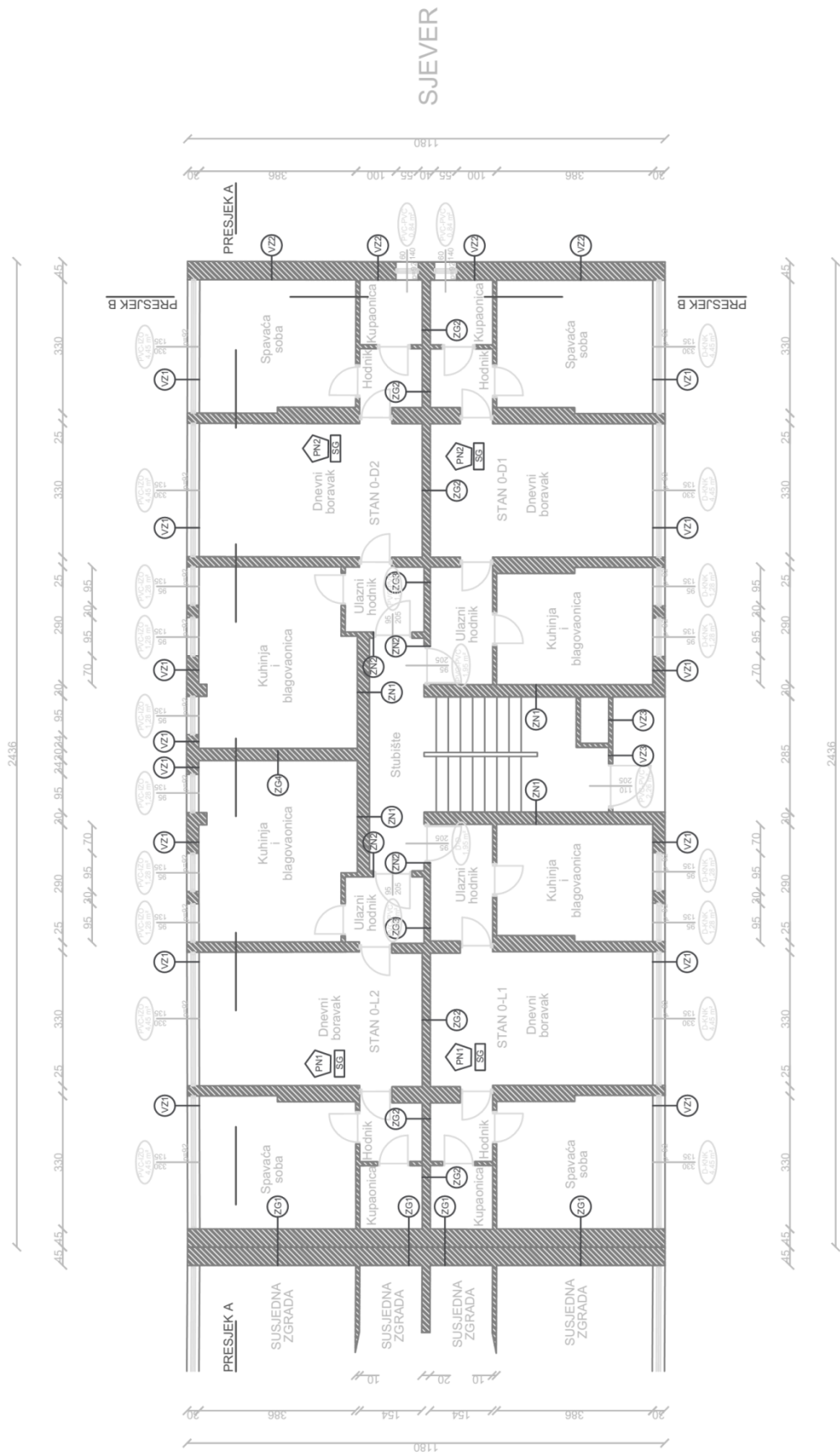
ZAPAD



Slika 4.46. Tlocrt podruma zgrade.

# TLOCRT PRIZEMLJA

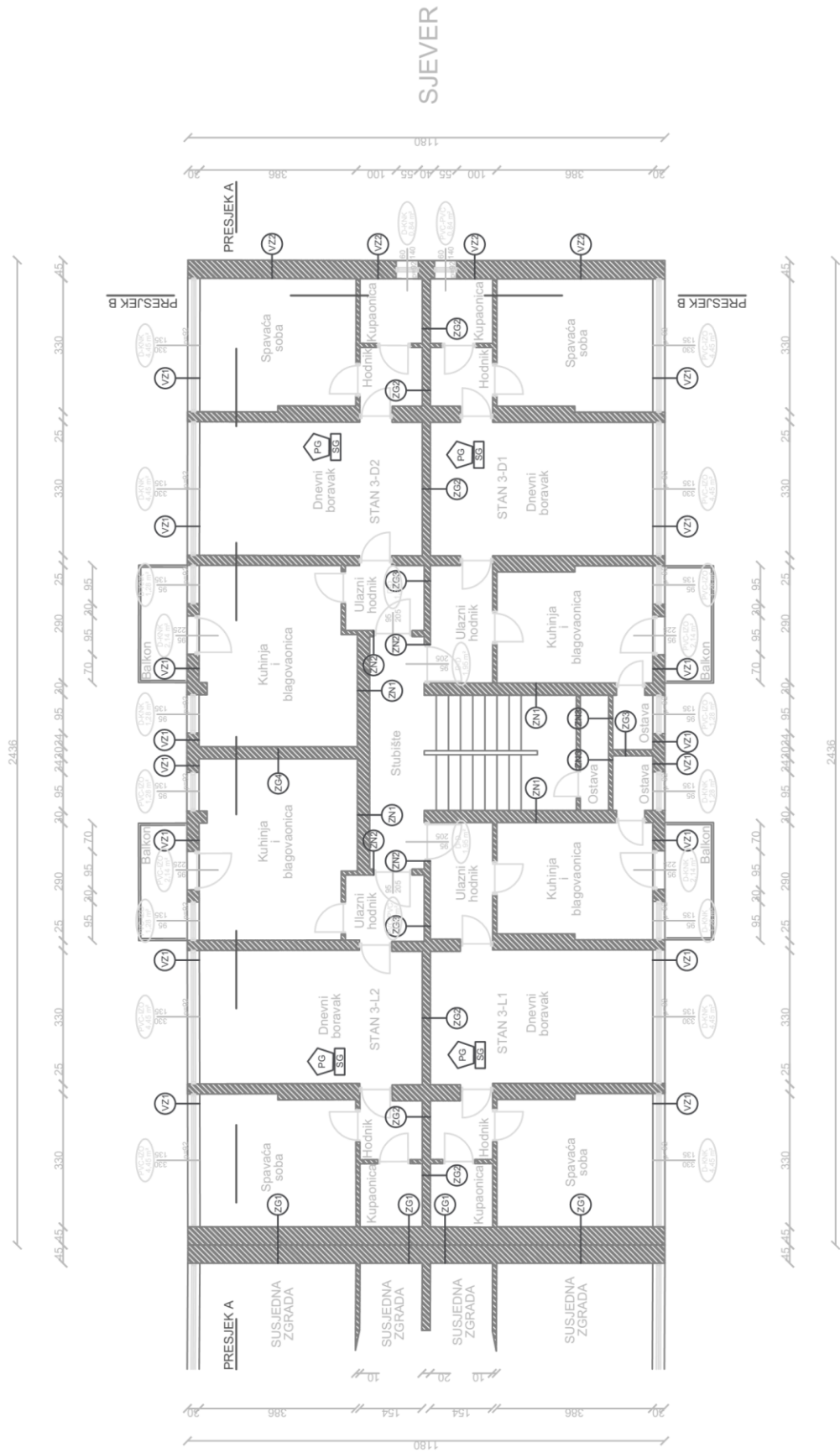
ZAPAD



Slika 4.47. Tlocrt prizemlja zgrade.

# TLOCRT III. KATA

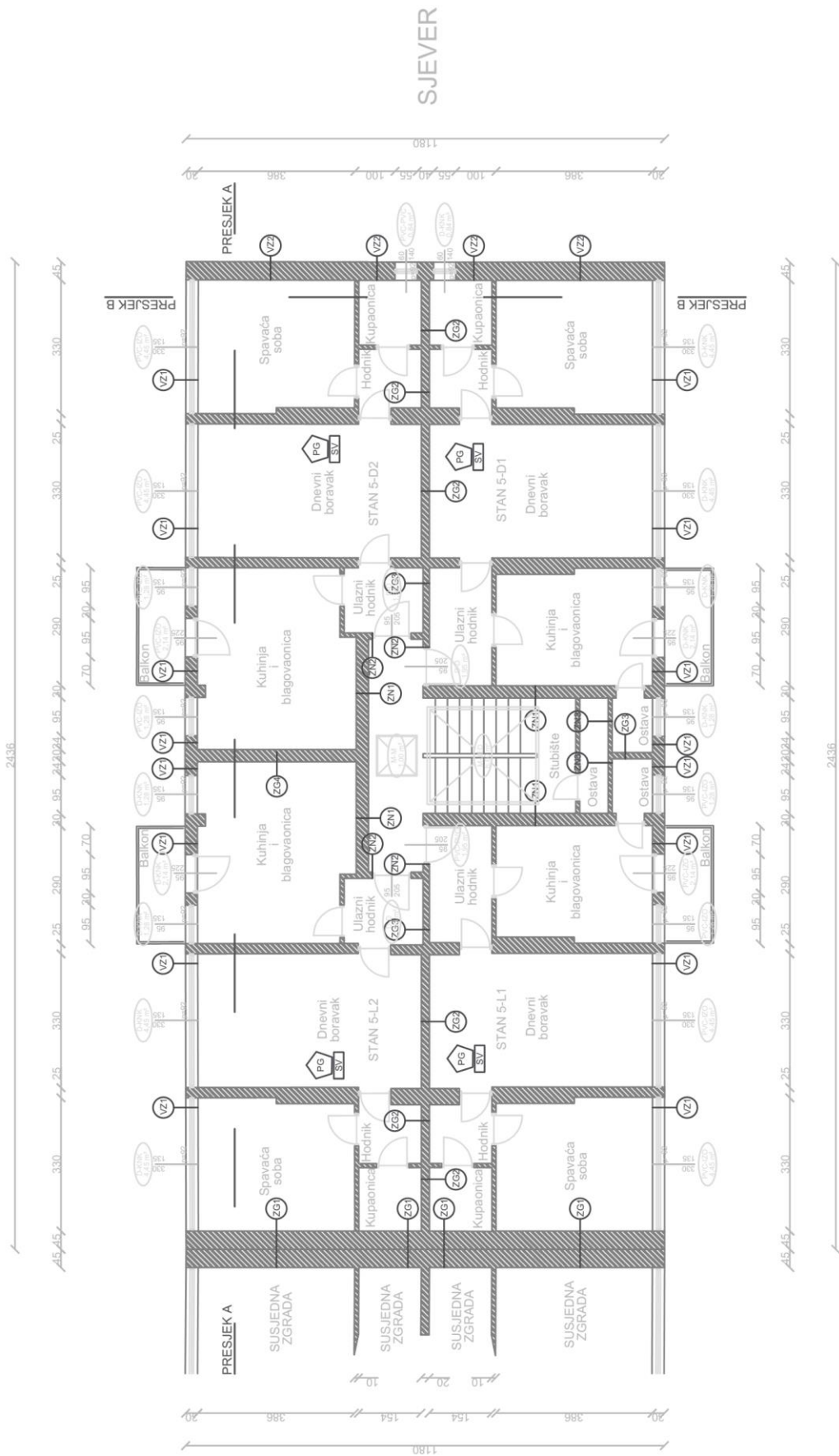
ZAPAD



Slika 4.48. Tlocrt III. kata zgrade.

# TLOCRT V. KATA

ZAPAD



Slika 4.49. Tlocrt V. kata zgrade.



Slika 4.50. Vizualizacija D – pogled na istočno i sjeverno pročelje zgrade.

#### 4.2.5. Dimenzije i vrste građevinskih elemenata i slojeva zgrade

Proračun gubitaka kroz ovojnicu zgrade izrađuje se radi toga da bi se moglo sagledati njezino stanje te temeljem toga odrediti mjere potrebne za povećanje energetske učinkovitosti. Izračun se temelji na konstruktivnim osobinama zgrade (ploština korisne površine, oplošje grijanog dijela, volumen grijanog dijela zgrade ...), vrsti, debljini i toplinskim svojstvima upotrijebljenih građevinskih materijala, površini i orijentaciji vanjskih zidova, vrsti i veličini vanjskih otvora, vrsti i svojstvu podova prema tlu i između etaža, te vrsti i svojstvu krova. [12]

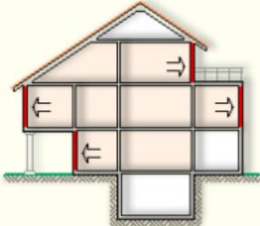
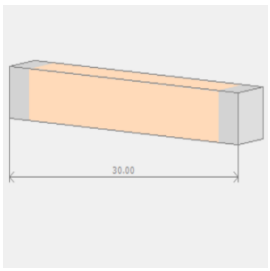
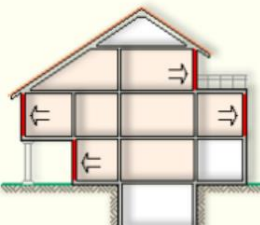
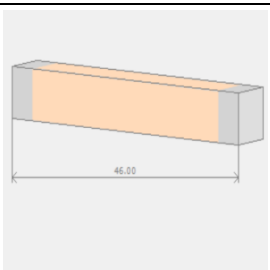
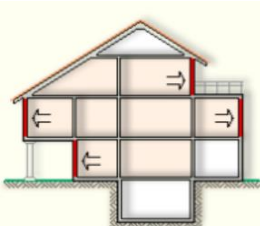
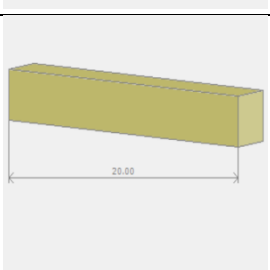
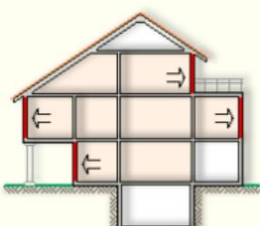
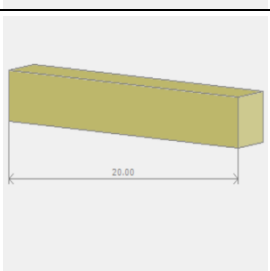
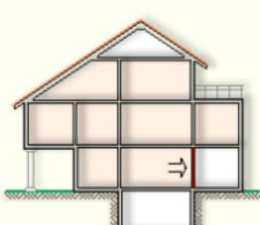
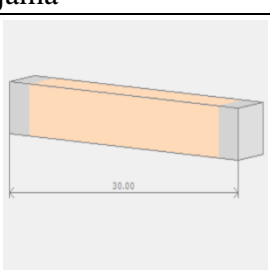
Dimenzije pojedinih građevinskih elemenata odnosno vanjske ovojnice zgrade dobiveni su izračunom ili mjerenjem u nacrtu u program AutoCAD 2017 v.21.0.52.0. nakon što smo predmetnu zgradu (3D nacrt, tlocrte i presjeke) ucrtali u programu. Nacrta su dobiveni ucrtavanjem predmetne zgrade u programski alat na temelju podataka iz energetskog pregleda pregledom zgrade i mjerenjem na lokaciji. Dimenzije građevinskih elemenata referentne cjeline (predmetne zgrade, stan 0-L1, 0-D1 ...) prikazani su u poglavlju (4.4.).

Pregledom zgrade, mjerenjem na lokaciji, razgovorom s korisnicima te vizualnim pregledom (budući da su pojedini građevni dijelovi zgrade kao vanjski zid, i pojedini podovi oštećeni te su materijali slojeva vidljivi) smo potvrdili većinu slojeva pojedinih građevnih dijelova odnosno na koji način i koji materijali su korišteni pri gradnji zgrade, isti materijali i način gradnje odgovaraju vremenskom razdoblju u kojemu je zgrada izgrađena.

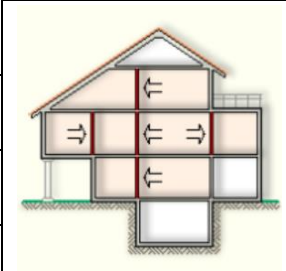
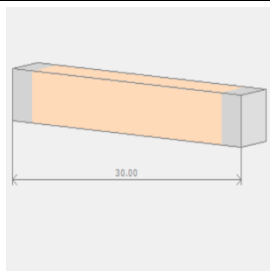
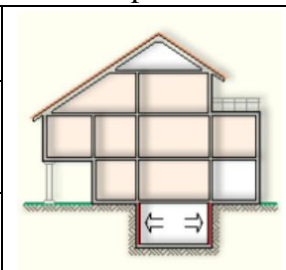
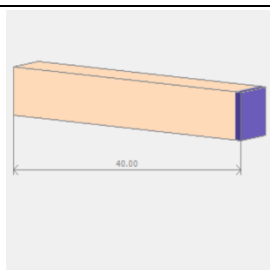
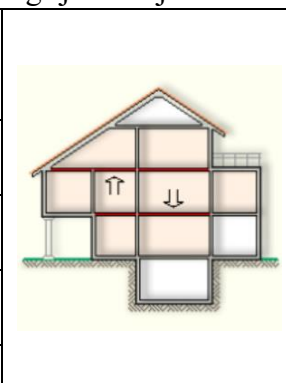
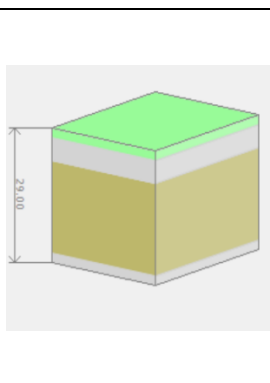
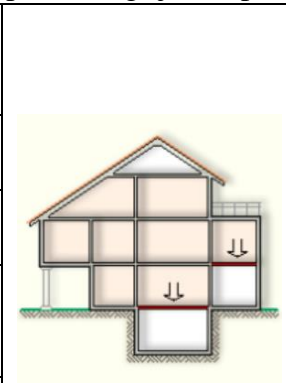
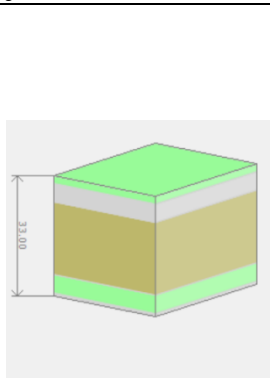
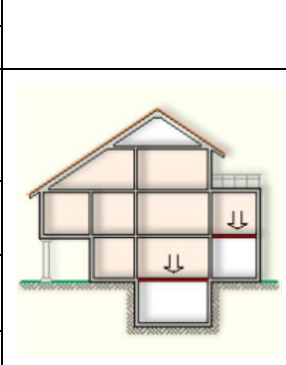
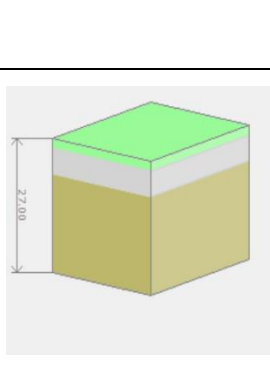


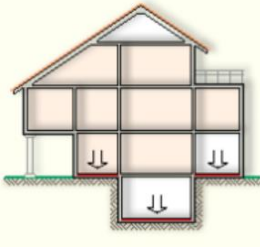
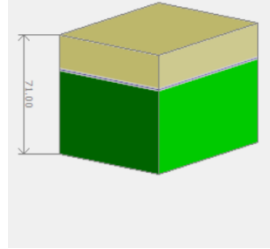
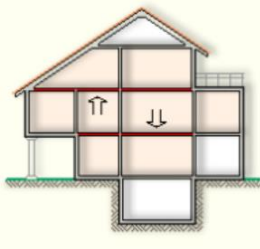
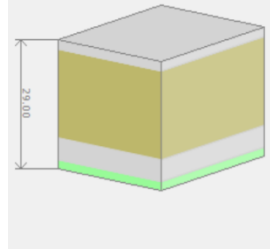
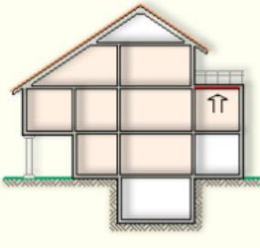
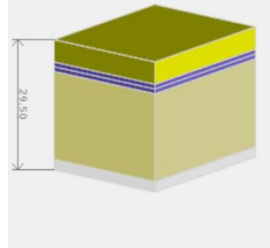
Tablica (4.5.) u nastavku prikazuje debljine pojedinih građevinskih elemenata i njihovi slojevi odnosno materijali i debljine materijala korištenih pri gradnji predmetne zgrade te koeficijenti prolaska topline određene programskim alatom KI Expert Plus v.7.5.0.0.

Tablica 4.5. Podaci i prikaz građevnih dijelova.

GRAĐ. DIO	SLOJ	d [cm]	LOKACIJA/VRSTA GRAĐ. DIJELA	3D PRIKAZ	Koeficijent prolaska topline U [W/m <sup>2</sup> K]
<b>Vanjski zidovi</b>					
VZ1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	2,5			1,7
	1.02 Puna opeka od gline	25			
	3.03 Vapneno-cementna žbuka	2,5			
	UKUPNO:	30			
VZ2	3.03 Vapneno-cementna žbuka	4			1,24
	1.02 Puna opeka od gline	38			
	3.03 Vapneno-cementna žbuka	4			
	UKUPNO:	46			
VZ3	2.01 Armirani beton	20			4,05
	UKUPNO:	20			
VZ4	2.01 Armirani beton	40			3,09
	UKUPNO:	40			
<b>Zidovi prema negrijanim prostorijama</b>					
ZN1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	2,5			1,48
	1.02 Puna opeka od gline	25			
	3.03 Vapneno-cementna žbuka	2,5			
	UKUPNO:	30			

ZN2	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,5			2,14
	1.02 Puna opeka od gline	12			
	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,5			
	UKUPNO:	15			
ZN3	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,5			2,54
	1.02 Puna opeka od gline	7			
	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,5			
	UKUPNO:	10			
ZN4	1.02 Puna opeka od gline	84			0,67
	UKUPNO:	84			
<b>Zidovi između grijanih dijelova različitih korisnika</b>					
ZG1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	3			0,64
	1.02 Puna opeka od gline	84			
	3.03 Vapneno-cementna žbuka	3			
	UKUPNO:	90			
ZG2	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1			1,84
	1.02 Puna opeka od gline	18			
	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1			
	UKUPNO:	20			
ZG3	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,5			2,14
	1.02 Puna opeka od gline	12			
	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,5			
	UKUPNO:	15			

ZG4	3.03 Vapneno-cementna žbuka	2,5			1,48
	1.02 Puna opeka od gline	25			
	3.03 Vapneno-cementna žbuka	2,5			
	UKUPNO:	30			
<b>Zidovi prema tlu</b>					
ZT	1.02 Puna opeka od gline	39			1,34
	Tekući hidroizolacijski premaz	1			
	UKUPNO:	40			
<b>Stropovi između grijanih dijelova različitih korisnika</b>					
PG	4.06 Drvo - tvrdo - bjelogorica	2			1,96
	3.19 Cementni estrih	5			
	2.01 Armirani beton	20			
	3.03 Vapneno-cementna žbuka	2			
	UKUPNO:	29			
<b>Stropovi prema negrijanim prostorijama</b>					
PN1	4.06 Drvo - tvrdo - bjelogorica	2			0,54
	3.19 Cementni estrih	5			
	2.01 Armirani beton	20			
	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	5			
	3.16 Silikatna žbuka	1			
	UKUPNO:	33			
PN2	4.06 Drvo - tvrdo - bjelogorica	2			2,04
	3.19 Cementni estrih	5			
	2.01 Armirani beton	20			
	UKUPNO:	27			

Podovi na tlu					
PT	2.01 Armirani beton	20			1,86
	Tekući hidroizolacijski premaz	1			
	Pijesak i šljunak	50			
	UKUPNO:	71			
Stropovi između grijanih dijelova različitih korisnika					
SG	3.03 Vapneno-cementna žbuka	2			1,96
	2.01 Armirani beton	20			
	3.19 Cementni estrih	5			
	4.06 Drvo - tvrdo - bjelogorica	2			
	UKUPNO:	29			
Ravni krovovi iznad grijanog prostora					
SV	3.03 Vapneno-cementna žbuka	2,5			2,68
	2.01 Armirani beton	20			
	Paropropusna pričuvna hidroizolacija	1			
	Protukorijenska membrana	1			
	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	5			
	UKUPNO:	29,5			

Tablica (4.6.) u nastavku prikazuje karakteristike (materijal okvira, vrsta ostakljenja...) pojedinih otvora (prozora, vrata) predmetne zgrade te njihove koeficijente prolaska topline određene prema podacima iz energetskeg pregleda i „Priručniku za energetske certifikiranje zgrada, studeni 2010. godine“ [14].

Tablica 4.6. Podaci o otvorima građevine.

Oznaka otvora	Materijal okvira	Ostakljenje	Površina cjelog otvora [m <sup>2</sup> ]	Koeficijent prolaska topline U [W/m <sup>2</sup> K]
D-KNK 1	Drvo	Dvostruko ostakljenje (sistem krilo na krilo)	4,45	2,7
D-KNK 2			1,28	2,7
D-KNK 3			2,14	2,7
D-KNK 4			0,84	2,7
D-D 1		Ispuna (drvo)	1,95	2,5
PVC-PVC 1	PVC (polivinil hlorid)	Ispuna (PVC)	1,95	1,1
PVC-IZO 1		Dvostruko izolirajuće staklo (s jednim međuslojem zraka/plina)	1,28	1,1
PVC-IZO 2			2,14	1,1
PVC-IZO 3			4,45	1,1
PVC-IZO 4			0,84	1,1
PVC-IZO 5			2,26	1,1
M-JED 1	Metal	Jednostruko staklo (bezbojno, ravno float staklo)	1,65	5,9
M-JED 2			0,62	5,9
M-M 1		Ispuna (metal)	1,00	5,9
M-JED		Jednostruko staklo (bezbojno, ravno float staklo)	6,60	5,9

### 4.3. Rezultati proračuna – postojeće stanje

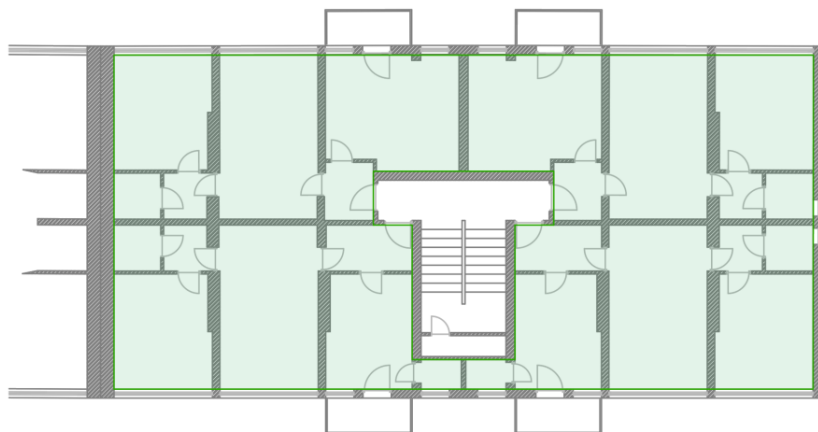
Analiza fizike zgrade odnosno izračun energetske svojstva predmetne zgrade / stambenih jedinica odnosno energetskog razreda i potrebne energije za grijanje izvršen je u programu KI Expert Plus v.7.5.0.0 kako za cijelu zgradu tako i za pojedine stambene prostore prema građevinskim elementima, slojevima i koeficijentima prolaska topline opisanih u prethodnom poglavlju (4.2. Snimak postojećeg stanja). Programski KI Expert Plus v.7.5.0.0 paket napravljen je u skladu sa svim propisima i normama koje uređuju ovo područje u Republici Hrvatskoj.

Koeficijenti prolaska topline građevinskih elemenata (VZ1, PG, SV...) utvrđeni su unosom u „Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ / „programski paket KI Expert Plus v.7.5.0.0“, unosom vrste odnosno materijala sloja i dimenzije odnosno debljine sloja, koeficijenti prolaska topline otvora utvrđeni su prema materijalu i vrsti okvira te vrsti ostakljenja prema podacima iz energetskog pregleda i „Priručniku za energetske certificiranje zgrada, studeni 2010. godine“ [14]

#### 4.3.1. Predmetna zgrada

Analiza fizike zgrade odnosno izračun energetske svojstva predmetne zgrade (svih stambenih jedinica (stanova) promatranih kao jedna grijana cjelina, prikazana je u nastavku.

Slika (4.51.) u nastavku prikazuje referentnu površinu korištenu pri izračunima, odnosno prikazuje neto grijanu površinu  $A_k$  (etaža na slici je kat IV., na svim etažama zgrade gledana je ista površina, neto grijana površina stambenih jedinica).



Slika 4.51. Prikaz referentne / neto grijane površine predmetne zgrade.

Referentni volumen zgrade  $V$ , odnosno volumen grijanog zraka određen je umnoškom  $A_k$  i svijetle visine  $h$  tj. visine od površine poda do donje strane ploče stropa, po pojedinim etažama.

Nakon što smo odredili referentnu površinu i volumen zgrade za koji ćemo proračunavati energetska svojstva, odnosno energetski razred zgrade tablicama:

- 4.7. Klimatološki podaci predmetne zgrade,
- 4.8. Geometrijske karakteristike predmetne zgrade,
- 4.9. Površine građevnih dijelova predmetne zgrade,
- 4.10. Otvori predmetne zgrade,

prikazani su ključni ulazni podaci korišteni pri unosu u algoritam odnosno program KI Expert Plus v.7.5.0.0 kako bi izračunali / odredili energetska svojstva / energetski razred predmetne zgrade.

Tablica 4.7. Klimatološki podaci predmetne zgrade.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Temperature zraka ( ° C)													
m	0,2	2,2	6,5	12	17,5	20,6	22,1	21,7	16,3	11,6	6,3	1,1	11,6
min	-16,1	-14,3	-8,8	-0,1	7	8,4	13,7	11,2	7,9	-0,6	-6	-15	-16,1
max	11,6	13,7	17,5	22,5	25,8	29,4	31,5	29,1	27,9	21,2	17,6	14	31,5
Broj dana grijanja													
Temperatura vanjskog zraka											≤ 10 ° C	161,2	
											≤ 12 ° C	180,4	
											≤ 15 ° C	200,2	

Predmetna građevina se nalazi u 2. zoni globalnog Sunčevog zračenja sa srednjom mjesečnom temperaturom vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade  $\theta_{e,mj,min} \leq 3 \text{ °C}$  i unutarnjom temperaturom  $\theta_i \geq 18 \text{ °C}$ .

Tablica 4.8. Geometrijske karakteristike predmetne zgrade.

Oplošje grijanog dijela zgrade – $A$ [ $\text{m}^2$ ]	1.887,78
Obujam grijanog dijela zgrade – $V_e$ [ $\text{m}^3$ ]	4.644,74
Obujam grijanog zraka – $V$ [ $\text{m}^3$ ]	3.715,79
Faktor oblika zgrade - $f_0$ [ $\text{m}^{-1}$ ]	0,41
Ploština korisne površine – $A_K$ [ $\text{m}^2$ ]	1.412,00
Ukupna ploština pročelja – $A_{uk}$ [ $\text{m}^2$ ]	1.131,13
Ukupna ploština prozora – $A_{wuk}$ [ $\text{m}^2$ ]	350,36

Tablica 4.9. Površine građevnih dijelova predmetne zgrade.

VZ1 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):	Istok	184,83
	Zapad	189,30
VZ2 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):	Sjever	157,92
VZ3 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):	Istok	5,11
	Zapad	7,37
VZ4 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):	Sjever	7,84
ZN1 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		230,00
ZN2 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		46,20
ZN3 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		43,13
ZN4 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		24,64
ZG1 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		168,00
ZT - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		103,80
PT - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		261,00
PN1 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		143,00
PN2 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		118,00
SV - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		228,40

Tablica 4.10. Otvori predmetne zgrade.

Naziv otvora	$U_w$ [W/m <sup>2</sup> K]	Orijentacija	$A_w$ [m <sup>2</sup> ]	Broj otvora [n]
D-KNK 1	2,70	Istok	4,45	12,00
		Zapad	4,45	12,00
D-KNK 2	2,70	Istok	1,28	12,00
		Zapad	1,28	12,00
D-KNK 3	2,70	Istok	2,14	4,00
		Zapad	2,14	6,00
D-KNK 4	2,70	Sjever	0,84	3,00
D-D 1	2,50	Sjever	1,95	13,00
PVC-PVC 1	1,10	Sjever	1,95	11,00
PVC-IZO 1	1,10	Istok	1,28	12,00
		Zapad	1,28	12,00
PVC-IZO 2	1,10	Istok	2,14	6,00



Ventilacija predmetne zgrade i svih stambenih jedinica se vrši prirodnim putem, prozračivanjem pomoću otvora.

Klimatološki podaci predmetne zgrade identični su i za sve predmetne stanove, stanove predmetne višestambene zgrade.

Rezultati proračuna dobiveni prema „Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ odnosno unosom prethodno navedenih podataka u tablicama (4.7., 4.8., 4.9., 4.10.,) u „programski paket KI Expert Plus v.7.5.0.0“, za predmetnu zgradu prikazani su u tablici (4.11.) ključni podaci rezultata proračuna predmetne zgrade.

Izračunom energetske svojstava prema „Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ energetske razred predmetne zgrade je indikator energetske svojstava zgrade, a izražen je preko specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske podatke koja za predmetnu zgradu iznosi  $Q_{H,nd} = 107.791,70$  kWh/a. Ista energija ( $Q_{H,nd}$ ) svedena na jedinicu korisne površine zgrade ( $A_k = 1.412,00$  m<sup>2</sup>) iznosi  $Q''_{H,nd} = 76,34$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $50 < Q''_{H,nd} \leq 100$  kWh/(m<sup>2</sup>a), što ovu građevinu svrstava u energetske razred C prema „specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje za referentne klimatske podatke“.

Energetski razred prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji koja iznosi  $E_{prim} = 189,82$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $120 < E_{prim} \leq 265$  kWh/(m<sup>2</sup>a) je C.

Predmetna zgrada svrstana je u energetske kategoriju odnosno energetske razred C iako je u tehnički lošem stanju, dobra energetske svojstva su zadržana dijelom zbog značajnog broja PVC prozora sa izolirajućim staklima te izolacija dijela poda prema negrijanom podrumu, značajnu ulogu igraju i materijali odnosno debljine slojeva koji su korišteni pri samoj gradnji zgrade.

Tablica 4.11. Ključni podaci rezultata proračuna predmetne zgrade.

PODACI O PROSTORU	REDNI BROJ	PREDMETNI PROSTOR:	Predmetna zgrada
	1	Ploština korisne površine grijanog dijela predmetnog prostora $A_k$ [m <sup>2</sup> ]	1.412,00
2	Građevinska bruto površina grijanog dijela predmetnog prostora $P_b$ [m <sup>2</sup> ]	2.084,00	
3	Oplošje grijanog dijela predmetnog prostora $A$ [m <sup>2</sup> ]	1.887,78	
4	Obujam grijanog dijela predmetnog prostora $V_e$ [m <sup>3</sup> ]	4.644,74	
5	Faktor oblika predmetnog prostora $f_0$ [m <sup>-1</sup> ]	0,41	
ENERGETSKI RAZRED	6	Energetski razred prema specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	C
	7		76,34
	8	Energetski razred prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji $E_{prim}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	C
	9		189,82
	10	Specifična godišnja isporučena energija $E_{del}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	148,89
	11	Specifična godišnja emisija $CO_2$ [kg/(m <sup>2</sup> a)]	33,54
12	Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka $H'_{tr,adj}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,18	
GRAD. DIJELOVI ZGRADE $U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	13	Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, provjetravanom tavanu	1,70
	14	Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema provjetravanom tavanu	2,68
	15	Zidovi prema tlu, podovi prema tlu	1,86
	16	Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže	-
	17	Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0°C	1,48
	18	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi pročelja	2,70
	19	Vanjska vrata s neprozirnim krilom	2,50
	20	Zidovi i stropovi između samostalnih uporabnih cjelina predmetnog prostora (stanova, poslovnih prostora)	0,64

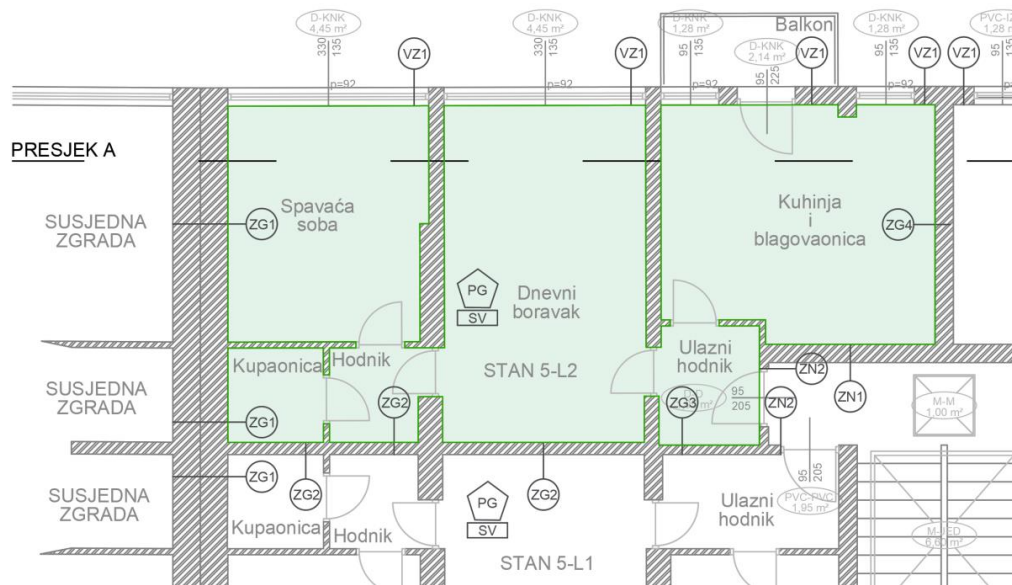
REFERENTNI KLIMATSKI PODACI	21	Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ - Ukupno [kWh/a]	107.791,70
	22	Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ - Specifično [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	76,34
	23	Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$ - Ukupno [kWh/a]	45.150,88
	24	Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$ - Specifično [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	31,98
	25	Godišnja isporučena energija $E_{del}$ - Ukupno [kWh/a]	210.232,20
	26	Godišnja isporučena energija $E_{del}$ - Specifično [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	148,89
	27	Godišnja primarna energija $E_{prim}$ - Ukupno [kWh/a]	268.025,60
	28	Godišnja primarna energija $E_{prim}$ - Specifično [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	189,82
STVARNI KLIMATSKI PODACI	29	Godišnja potrebna primarna energija za stvarne klimatske podatke $E_{prim}$ [kWh/a]	282.370,48
	30	Godišnja potrebna primarna energija po jedinici ploštine korisne površine predmetnog prostora za stvarne klimatske podatke $E_{prim}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)] (za stambene ili nestambene zgrade)	199,98
	31	Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke $Q_{H,nd}$ [kWh/a]	115.504,92
	32	Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine predmetnog prostora, za stvarne klimatske podatke $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)] (za stambene ili nestambene zgrade)	81,80
	33	Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$ [kWh/a] (za zgrade sa sustavom hlađenja)	47.107,33
	34	Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine predmetnog prostora $Q''_{C,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)] (za zgrade sa sustavom hlađenja)	33,36

### 4.3.2. STAN 5-L2

Analiza fizike stambenog prostora „STAN 5-L2“ odnosno izračun energetske svojstva prikazana je u nastavku. Predmetni stan nalazi se na V. katu višestambene zgrade na adresi Vijenac Ivana Meštrovića 19, Osijek, u jugozapadnom kutu zgrade.

Vanjska ovojnica predmetnog stana sastoji se od vanjskog zida na zapadnoj strani, zida prema negrijanom stubištu, zida prema grijanim prostorima (susjednim stanovima i susjednoj zgradi), poda prema grijanom prostoru (susjednom stanu) i stropa prema vanjskom prostoru te otvori stana. Predmetni stan grijan je pomoću termoakumulacijskih peći, sustav hlađenja ne postoji a priprema sanitarne tople vode vrši se električnim bojlerima.

Slika (4.52.) u nastavku prikazuje referentnu površinu korištenu pri izračunima, odnosno prikazuje neto grijanu površinu  $A_k$ .



Slika 4.52. Prikaz referentne / neto grijane površine predmetnog stana.

Referentni volumen  $V$  predmetnog stana, odnosno volumen grijanog zraka određen je umnoškom  $A_k$  i svijetle visine  $h$  tj. visine od površine poda do donje strane ploče stropa predmetnog stana.

Nakon što smo odredili referentnu površinu i volumen predmetnog stana za koji ćemo proračunavati energetska svojstva, odnosno energetske razred predmetnog stana tablicama:

- 4.12. Geometrijske karakteristike predmetnog stana,
- 4.13. Površine građevnih dijelova predmetnog stana,
- 4.14. Otvori predmetnog stana,

prikazani su ključni ulazni podaci korišteni pri unosu u algoritam odnosno program KI Expert Plus v.7.5.0.0 kako bi izračunali / odredili energetska svojstva / energetski razred predmetnog stana.

Tablica 4.12. Geometrijske karakteristike predmetnog stana.

Oplošje grijanog dijela zgrade – $A$ [ $m^2$ ]	204,75
Obujam grijanog dijela zgrade – $V_e$ [ $m^3$ ]	194,90
Obujam grijanog zraka – $V$ [ $m^3$ ]	148,12
Faktor oblika zgrade - $f_0$ [ $m^{-1}$ ]	1,05
Ploština korisne površine – $A_K$ [ $m^2$ ]	59,25
Ukupna ploština pročelja – $A_{uk}$ [ $m^2$ ]	89,25
Ukupna ploština prozora – $A_{wuk}$ [ $m^2$ ]	13,60

Tablica 4.13. Površine građevnih dijelova predmetnog stana.

VZ1 - Definirana ploština [ $m^2$ ]:	Zapad	16,40
ZN1 - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		7,25
ZN2 - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		2,05
ZG1 - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		13,75
ZG2 - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		17,50
ZG3 - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		4,00
ZG4 - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		9,75
PG - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		59,25
SV - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		59,25

Tablica 4.14. Otvori predmetnog stana.

Naziv otvora	$U_w$ [ $W/m^2 K$ ]	Orijentacija	$A_w$ [ $m^2$ ]	Broj otvora [n]
D-KNK 1	2,70	Zapad	4,45	2,00
D-KNK 2	2,70	Zapad	1,28	2,00
D-KNK 3	2,70	Zapad	2,14	1,00
D-D 1	2,50	Sjever	1,95	1,00

Ključni podaci rezultata proračuna za postojeće stanje dobiveni prema „Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ odnosno

unosom prethodno navedenih podataka u tablicama (4.12., 4.13., 4.14.,) u „programski paket KI Expert Plus v.7.5.0.0“, za predmetni stan prikazani su u poglavlju (4.4.), tablica (4.30.).

Prema „Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ energetska razred predmetnog stana je indikator energetske svojstava, a izražen je preko specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske podatke koja za predmetni stan iznosi  $Q_{H,nd} = 11.308,50$  kWh/a. Ista energija ( $Q_{H,nd}$ ) svedena na jedinicu korisne površine predmetnog stana ( $A_k = 59,25$  m<sup>2</sup>) iznosi  $Q''_{H,nd} = 190,86$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $150 < Q''_{H,nd} \leq 200$  kWh/(m<sup>2</sup>a), što predmetni stan svrstava u energetska razred E prema „specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje za referentne klimatske podatke“.

Energetska razred prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji koja iznosi  $E_{prim} = 328,22$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $265 < E_{prim} \leq 428$  kWh/(m<sup>2</sup>a) je D.

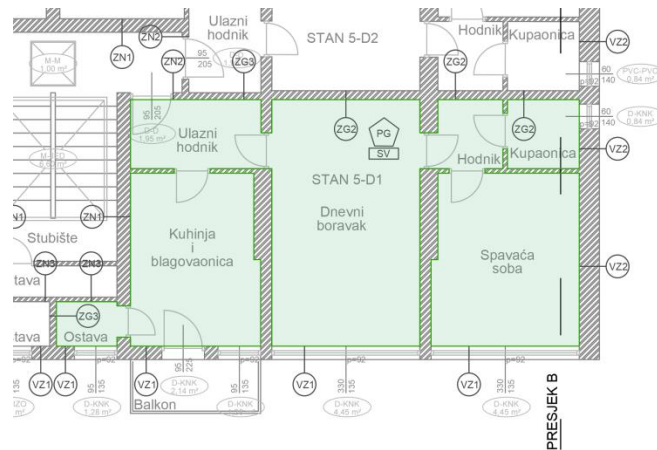
Predmetni stan svrstan je u energetska kategoriju odnosno energetska razred E, razlog tome je drvena stolarija sa nepovoljnim koeficijentima prolaska topline te ne izoliranost prostora po pitanju fasade i krova te velika površina vanjske ovojnice prostora (strop SV i vanjski zid VZ1) koja je izložena vanjskom prostoru bez toplinske izolacije. Uključujući i primarnu energiju predmetni stan svrstan je energetska razred E, razlog tome je nepovoljan faktor primarne energije koji za energent koji koristi predmetni stan (električna energija) iznosi 1,614.

### 4.3.3. STAN 5-D1

Analiza fizike stambenog prostora „STAN 5-D1“ odnosno izračun energetske svojstava prikazana je u nastavku. Predmetni stan nalazi se na V. katu višestambene zgrade na adresi Vijenac Ivana Meštrovića 19, Osijek, u sjeveroistočnom kutu zgrade.

Vanjska ovojnica predmetnog stana sastoji se od vanjskog zida na istočnoj i sjevernoj strani, zida prema negrijanom stubištu, zida prema grijanim prostorima (susjednim stanovima), poda prema grijanom prostoru (susjednom stanu) i stropa prema vanjskom prostoru te otvori stana. Predmetni stan grijan je pomoću kaljene peći na ogrjevno drvo, sustav hlađenja ne postoji a priprema sanitarne tople vode vrši se električnim bojlerima.

Slika (4.53.) u nastavku prikazuje referentnu površinu korištenu pri izračunima, odnosno prikazuje neto grijanu površinu  $A_k$ .



Slika 4.53. Prikaz referentne / neto grijane površine predmetnog stana.

Referentni volumen  $V$  predmetnog stana, odnosno volumen grijanog zraka određen je umnoškom  $A_K$  i svijetle visine  $h$  tj. visine od površine poda do donje strane ploče stropa predmetnog stana.

Nakon što smo odredili referentnu površinu i volumen predmetnog stana za koji ćemo proračunavati energetska svojstva, odnosno energetski razred predmetnog stana tablicama:

- 4.15. Geometrijske karakteristike predmetnog stana,
- 4.16. Površine građevnih dijelova predmetnog stana,
- 4.17. Otvori predmetnog stana,

prikazani su ključni ulazni podaci korišteni pri unosu u algoritam odnosno program KI Expert Plus v.7.5.0.0 kako bi izračunali / odredili energetska svojstva / energetski razred predmetnog stana.

Tablica 4.15. Geometrijske karakteristike predmetnog stana.

Oplošje grijanog dijela zgrade – $A$ [m <sup>2</sup> ]	199,26
Obujam grijanog dijela zgrade – $V_e$ [m <sup>3</sup> ]	187,11
Obujam grijanog zraka – $V$ [m <sup>3</sup> ]	142,20
Faktor oblika zgrade - $f_0$ [m <sup>-1</sup> ]	1,06
Ploština korisne površine – $A_K$ [m <sup>2</sup> ]	56,88
Ukupna ploština pročelja – $A_{uk}$ [m <sup>2</sup> ]	99,26
Ukupna ploština prozora – $A_{wuk}$ [m <sup>2</sup> ]	14,44

Tablica 4.16. Površine građevnih dijelova predmetnog stana.

VZ1 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):	Istok	15,03
VZ2 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):	Sjever	12,91
ZN1 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		11,50
ZN2 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		0,93
ZN3 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		4,13
ZG2 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		17,75
ZG3 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		6,88
PG - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		56,88
SV - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		56,88

Tablica 4.17. Otvori predmetnog stana.

Naziv otvora	$U_w$ [W/m <sup>2</sup> K]	Orijentacija	$A_w$ [m <sup>2</sup> ]	Broj otvora [n]
D-KNK 1	2,70	Istok	4,45	2,00
D-KNK 2	2,70	Istok	1,28	2,00
D-KNK 3	2,70	Istok	2,14	1,00
D-D 1	2,50	Sjever	1,95	1,00
D-KNK 4	2,70	Sjever	0,84	1,00

Ključni podaci rezultata proračuna za postojeće stanje dobiveni prema „Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ odnosno unosom prethodno navedenih podataka u tablicama (4.15., 4.16., 4.17.) u „programski paket KI Expert Plus v.7.5.0.0“, za predmetni stan prikazani su u poglavlju (4.4.), tablica (4.30.).

Prema „Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ energetska razred predmetnog stana je indikator energetskih svojstava, a izražen je preko specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske podatke koja za predmetni stan iznosi  $Q_{H,nd} = 11.657,38$  kWh/a. Ista energija ( $Q_{H,nd}$ ) svedena na jedinicu korisne površine predmetnog stana ( $A_k = 56,88$  m<sup>2</sup>) iznosi  $Q''_{H,nd} = 204,95$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $200 < Q''_{H,nd} \leq 250$  kWh/(m<sup>2</sup>a), što predmetni stan svrstava u energetska razred F prema „specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje za referentne klimatske podatke“.

Energetska razred prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji koja iznosi  $E_{prim} = 225,12$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $120 < E_{prim} \leq 265$  kWh/(m<sup>2</sup>a) je C.



Predmetni stan svrstan je u energetska kategoriju odnosno energetski razred F, razlog tome je drvena stolarija sa nepovoljnim koeficijentima prolaska topline te ne izoliranost prostora po pitanju fasade i krova te velika površina vanjske ovojnice prostora (strop SV i vanjski zid VZ1, VZ2) koja je izložena vanjskom prostoru bez toplinske izolacije.

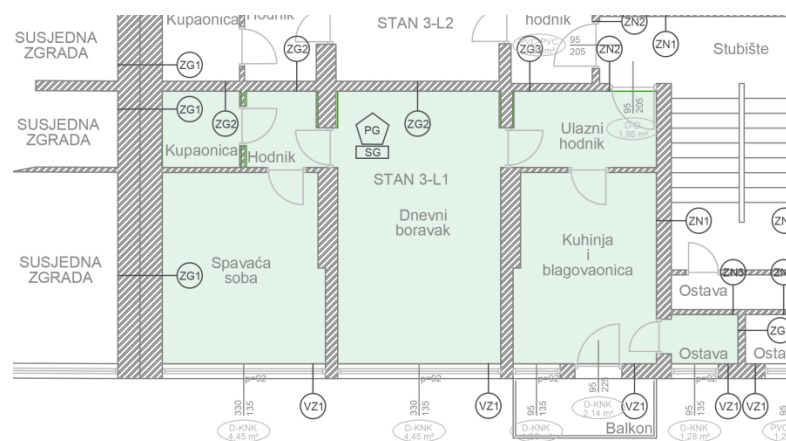
Uključujući i primarnu energiju predmetni stan svrstan je energetski razred C, razlog tome je izrazito povoljan faktor primarne energije koji za energent koji koristi predmetni stan (ogrjevno drvo) iznosi 1,0000.

#### 4.3.4. STAN 3-L1

Analiza fizike stambenog prostora „STAN 3-L1“ odnosno izračun energetskih svojstava prikazana je u nastavku. Predmetni stan nalazi se na 3. katu višestambene zgrade na adresi Vijećnica Ivana Meštrovića 19, Osijek, u jugoistočnom kutu zgrade.

Vanjska ovojnica predmetnog stana sastoji se od vanjskog zida na istočnoj strani, zida prema negrijanom stubištu, zida prema grijanim prostorima (susjednim stanovima i susjednoj zgradi), poda i stropa prema grijanim prostorima (susjednim stanovima) te otvori stana. Predmetni stan grijan je pomoću plinskih (fasadne plinske peći) peći, sustav hlađenja ne postoji a priprema sanitarne tople vode vrši se električnim bojlerima.

Slika (4.54.) u nastavku prikazuje referentnu površinu korištenu pri izračunima, odnosno prikazuje neto grijanu površinu  $A_k$ .



Slika 4.54. Prikaz referentne / neto grijane površine predmetnog stana.

Referentni volumen  $V$  predmetnog stana, odnosno volumen grijanog zraka određen je umnoškom  $A_k$  i svijetle visine  $h$  tj. visine od površine poda do donje strane ploče stropa predmetnog stana.

Nakon što smo odredili referentnu površinu i volumen predmetnog stana za koji ćemo proračunavati energetska svojstva, odnosno energetski razred predmetnog stana tablicama:

- 4.18. Geometrijske karakteristike predmetnog stana,
- 4.19. Površine građevnih dijelova predmetnog stana,
- 4.20. Otvori predmetnog stana,

prikazani su ključni ulazni podaci korišteni pri unosu u algoritam odnosno program KI Expert Plus v.7.5.0.0 kako bi izračunali / odredili energetska svojstva / energetski razred predmetnog stana.

Tablica 4.18. Geometrijske karakteristike predmetnog stana.

Oplošje grijanog dijela zgrade – $A$ [ $m^2$ ]	199,26
Obujam grijanog dijela zgrade – $V_e$ [ $m^3$ ]	187,11
Obujam grijanog zraka – $V$ [ $m^3$ ]	142,20
Faktor oblika zgrade - $f_0$ [ $m^{-1}$ ]	1,06
Ploština korisne površine – $A_K$ [ $m^2$ ]	56,88
Ukupna ploština pročelja – $A_{uk}$ [ $m^2$ ]	28,63
Ukupna ploština prozora – $A_{wuk}$ [ $m^2$ ]	13,60

Tablica 4.19. Površine građevnih dijelova predmetnog stana.

VZ1 - Definirana ploština [ $m^2$ ]:	Istok	15,03
ZN1 - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		11,50
ZN2 - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		0,93
ZN3 - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		4,13
ZG1 - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		13,75
ZG2 - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		17,75
ZG3 - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		6,88
PG - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		56,88
SG - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		56,88

Tablica 4.20. Otvori predmetnog stana.

Naziv otvora	$U_w$ [W/m <sup>2</sup> K]	Orijentacija	$A_w$ [m <sup>2</sup> ]	Broj otvora [n]
D-KNK 1	2,70	Istok	4,45	2,00
D-KNK 2	2,70	Istok	1,28	2,00
D-KNK 3	2,70	Istok	2,14	1,00
D-D 1	2,50	Sjever	1,95	1,00

Ključni podaci rezultata proračuna za postojeće stanje dobiveni prema „Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ odnosno unosom prethodno navedenih podataka u tablicama (4.18., 4.19., 4.20.,) u „programski paket KI Expert Plus v.7.5.0.0“, za predmetni stan prikazani su u poglavlju (4.4.), tablica (4.30.).

Prema „Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ energetski razred predmetnog stana je indikator energetskih svojstava, a izražen je preko specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske podatke koja za predmetni stan iznosi  $Q_{H,nd} = 2.763,46$  kWh/a. Ista energija ( $Q_{H,nd}$ ) svedena na jedinicu korisne površine predmetnog stana ( $A_k = 56,88$  m<sup>2</sup>) iznosi  $Q''_{H,nd} = 48,58$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $25 < Q''_{H,nd} \leq 50$  kWh/(m<sup>2</sup>a), što predmetni stan svrstava u energetski razred B prema „specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje za referentne klimatske podatke“.

Energetski razred prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji koja iznosi  $E_{prim} = 73,37$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $E_{prim} \leq 80$  kWh/(m<sup>2</sup>a) je A+.

Predmetni stan svrstan je u energetsku kategoriju odnosno energetski razred B, razlog tome je izoliranost prostora odnosno izoliranost površine vanjske ovojnice od vanjskog prostora, ukoliko na predmetni stan gledamo kao na geometrijsko tijelo kocku, četiri strane kocke naslonjene su na susjedne stanove odnosno grijane prostore, jedna strana naslonjena je na negrijano stubište te jedna strana na vanjski prostor. Iako predmetni stan nije izoliran po pitanju toplinske izolacije, niti su ugrađeni otvori sa povoljnim koeficijentom prolaska topline, zbog velike izoliranosti stana od vanjskih utjecaja gubitci su znatno manji te je samim time potrebna energija za grijanje manja a energetski razred povoljniji.

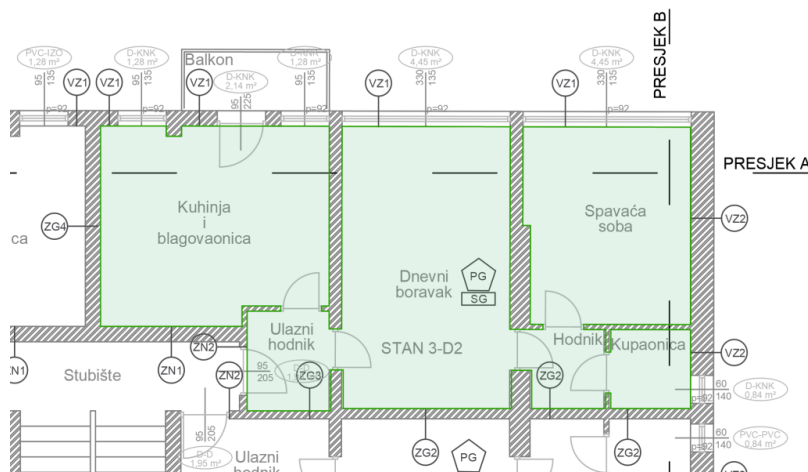
Uključujući i primarnu energiju predmetni stan svrstan je energetski razred A+, razlog tome je izrazito povoljan faktor primarne energije koji za energent koji koristi predmetni stan (prirodni pin) iznosi 1,095.

### 4.3.5. STAN 3-D2

Analiza fizike stambenog prostora „STAN 3-D2“ odnosno izračun energetske svojstava prikazana je u nastavku. Predmetni stan nalazi se na 3. katu višestambene zgrade na adresi Vijenac Ivana Meštrovića 19, Osijek, u sjeverozapadnom kutu zgrade.

Vanjska ovojnica predmetnog stana sastoji se od vanjskog zida na zapadnoj i sjevernoj strani, zida prema negrijanom stubištu, zida prema grijanim prostorima (susjednim stanovima), poda i stropa prema grijanim prostorima (susjednim stanovima) te otvori stana. Predmetni stan grijan je pomoću plinskih (fasadne plinske peći) peći, sustav hlađenja ne postoji a priprema sanitarne tople vode vrši se električnim bojlerima.

Slika (4.55.) u nastavku prikazuje referentnu površinu korištenu pri izračunima, odnosno prikazuje neto grijanu površinu  $A_k$ .



Slika 4.55. Prikaz referentne / neto grijane površine predmetnog stana.

Referentni volumen  $V$  predmetnog stana, odnosno volumen grijanog zraka određen je umnoškom  $A_k$  i svijetle visine  $h$  tj. visine od površine poda do donje strane ploče stropa predmetnog stana.

Nakon što smo odredili referentnu površinu i volumen predmetnog stana za koji ćemo proračunavati energetska svojstva, odnosno energetski razred predmetnog stana tablicama:

- 4.21. Geometrijske karakteristike predmetnog stana,
- 4.22. Površine građevnih dijelova predmetnog stana,
- 4.23. Otvori predmetnog stana,

prikazani su ključni ulazni podaci korišteni pri unosu u algoritam odnosno program KI Expert Plus v.7.5.0.0 kako bi izračunali / odredili energetska svojstva / energetski razred predmetnog stana.

Tablica 4.21. Geometrijske karakteristike predmetnog stana.

Oplošje grijanog dijela zgrade – $A$ [ $m^2$ ]	204,25
Obujam grijanog dijela zgrade – $V_e$ [ $m^3$ ]	194,90
Obujam grijanog zraka – $V$ [ $m^3$ ]	148,12
Faktor oblika zgrade – $f_0$ [ $m^{-1}$ ]	1,05
Ploština korisne površine – $A_K$ [ $m^2$ ]	59,25
Ukupna ploština pročelja – $A_{uk}$ [ $m^2$ ]	42,88
Ukupna ploština prozora – $A_{wuk}$ [ $m^2$ ]	14,44

Tablica 4.22. Površine građevnih dijelova predmetnog stana.

VZ1 - Definirana ploština [ $m^2$ ]:	Istok	15,53
VZ2 - Definirana ploština [ $m^2$ ]:	Istok	12,91
ZN1 - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		7,25
ZN2 - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		2,18
ZG2 - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		17,75
ZG3 - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		4,00
ZG4 - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		9,75
PG - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		59,25
SG - Definirana ploština [ $m^2$ ]:		59,25

Tablica 4.23. Otvori predmetnog stana.

Naziv otvora	$U_w$ [ $W/m^2 K$ ]	Orijentacija	$A_w$ [ $m^2$ ]	Broj otvora [n]
D-KNK 1	2,70	Zapad	4,45	2,00
D-KNK 2	2,70	Zapad	1,28	2,00
D-KNK 3	2,70	Zapad	2,14	1,00
D-KNK 4	2,70	Sjever	0,84	1,00
D-D 1	2,50	Sjever	1,95	1,00

Ključni podaci rezultata proračuna za postojeće stanje dobiveni prema „Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ odnosno unosom prethodno navedenih podataka u tablicama (4.21., 4.22., 4.23.) u „programski paket KI Expert Plus v.7.5.0.0“, za predmetni stan prikazani su u poglavlju (4.4.), tablica (4.30.).

Prema „Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ energetski razred predmetnog stana je indikator energetskih svojstava, a izražen je preko specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske podatke koja za predmetni stan iznosi  $Q_{H,nd} = 3.907,34$  kWh/a. Ista energija ( $Q_{H,nd}$ ) svedena na jedinicu korisne površine predmetnog stana ( $A_k = 59,25$  m<sup>2</sup>) iznosi  $Q''_{H,nd} = 65,95$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $50 < Q''_{H,nd} \leq 100$  kWh/(m<sup>2</sup>a), što predmetni stan svrstava u energetski razred C prema „specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje za referentne klimatske podatke“.

Energetski razred prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji koja iznosi  $E_{prim} = 92,39$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $80 < E_{prim} \leq 100$  kWh/(m<sup>2</sup>a) je A.

Predmetni stan svrstan je u energetsku kategoriju odnosno energetski razred B, razlog tome je izoliranost prostora odnosno izoliranost površine vanjske ovojnice od vanjskog prostora, ukoliko na predmetni stan gledamo kao na geometrijsko tijelo kocku, tri strane kocke naslonjene su na susjedne stanove odnosno grijane prostore, jedna strana naslonjena je na negrijano stubište te dvije strane na vanjski prostor. Iako predmetni stan nije izoliran po pitanju toplinske izolacije, niti su ugrađeni otvori sa povoljnim koeficijentom prolaska topline, zbog velike izoliranosti stana od vanjskih utjecaja gubitci su znatno manji te je samim time potrebna energija za grijanje manja a energetski razred povoljniji.

Uključujući i primarnu energiju predmetni stan svrstan je energetski razred A, razlog tome je izrazito povoljan faktor primarne energije koji za energent koji koristi predmetni stan (prirodni pin) iznosi 1,095.

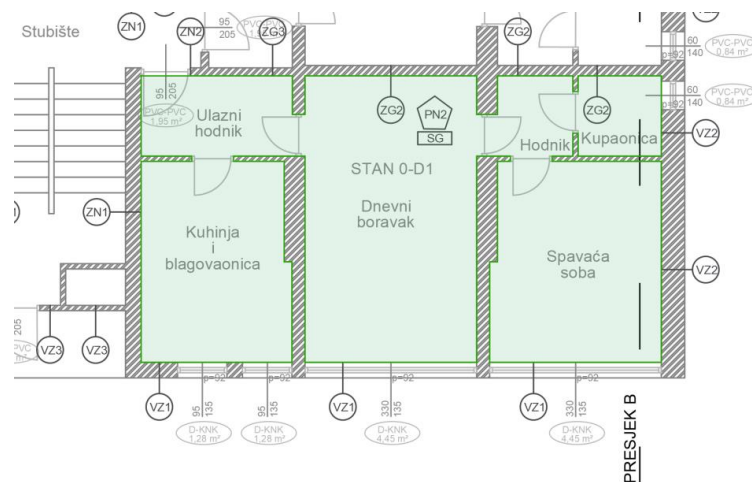
#### 4.3.6. STAN 0-D1

Analiza fizike stambenog prostora „STAN 0-D1“ odnosno izračun energetskih svojstava prikazana je u nastavku. Predmetni stan nalazi se u prizemlju višestambene zgrada na adresi Vijenac Ivana Meštrovića 19, Osijek, u sjeveroistočnom kutu zgrade.

Vanjska ovojnica predmetnog stana sastoji se od vanjskog zida na istočnoj i sjevernoj strani, zida prema negrijanom stubištu, zida prema grijanom prostoru (susjednom stanu), poda prema negrijanom podrumu i stropa prema grijanom prostoru (susjednom stanu) te otvori stana.

Predmetni stan grijan je pomoću termoakumulacijskih peći, sustav hlađenja ne postoji a priprema sanitarne tople vode vrši se električnim bojlerima.

Slika (4.56.) u nastavku prikazuje referentnu površinu korištenu pri izračunima, odnosno prikazuje neto grijanu površinu  $A_k$ .



Slika 4.56. Prikaz referentne / neto grijane površine predmetnog stana.

Referentni volumen  $V$  predmetnog stana, odnosno volumen grijanog zraka određen je umnoškom  $A_k$  i svijetle visine  $h$  tj. visine od površine poda do donje strane ploče stropa predmetnog stana.

Nakon što smo odredili referentnu površinu i volumen predmetnog stana za koji ćemo proračunavati energetska svojstva, odnosno energetska razred predmetnog stana tablicama:

- 4.24. Geometrijske karakteristike predmetnog stana,
- 4.25. Površine građevnih dijelova predmetnog stana,
- 4.26. Otvori predmetnog stana,

prikazani su ključni ulazni podaci korišteni pri unosu u algoritam odnosno program KI Expert Plus v.7.5.0.0 kako bi izračunali / odredili energetska svojstva / energetska razred predmetnog stana.

Tablica 4.24. Geometrijske karakteristike predmetnog stana.

Oplošje grijanog dijela zgrade – $A$ [ $m^2$ ]	187,50
Obujam grijanog dijela zgrade – $V_e$ [ $m^3$ ]	180,92
Obujam grijanog zraka – $V$ [ $m^3$ ]	137,50
Faktor oblika zgrade - $f_0$ [ $m^{-1}$ ]	1,04
Ploština korisne površine – $A_K$ [ $m^2$ ]	55,00
Ukupna ploština pročelja – $A_{uk}$ [ $m^2$ ]	77,23
Ukupna ploština prozora – $A_{wuk}$ [ $m^2$ ]	30,46

Tablica 4.25. Površine građevnih dijelova predmetnog stana.

VZ1 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):	Istok	13,54
VZ2 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):	Sjever	12,91
VZ3 - Definirana ploština [m <sup>2</sup>	Istok	5,11
	Zapad	7,37
VZ4 - Definirana ploština [m <sup>2</sup>	Sjever	7,84
ZN1 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		13,75
ZN2 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		0,93
ZN4 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		24,64
ZG2 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		17,75
ZG3 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		4,38
ZT - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		103,80
SG - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		55,00
PT - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		261,00
PN1 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		55,00

Tablica 4.26. Otvori predmetnog stana.

Naziv otvora	$U_w$ [W/m <sup>2</sup> K]	Orijentacija	$A_w$ [m <sup>2</sup> ]	Broj otvora [n]
D-KNK 1	2,70	Istok	4,45	2,00
D-KNK 2	2,70	Istok	1,28	2,00
PVC-PVC 1	1,10	Sjever	1,95	1,00
PVC-IZO 4	1,10	Sjever	0,84	1,00
M-JED 1	5,90	Istok	1,65	4,00
	5,90	Zapad	1,65	4,00
M-JED 2	5,90	Istok	0,62	4,00
	5,90	Zapad	0,62	4,00

Ključni podaci rezultata proračuna za postojeće stanje dobiveni prema „Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ odnosno unosom prethodno navedenih podataka u tablicama (4.24., 4.25., 4.26.) u „programski paket KI Expert Plus v.7.5.0.0“, za predmetni stan prikazani su u poglavlju (4.4.), tablica (4.30.).



Prema „Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ energetski razred predmetnog stana je indikator energetskih svojstava, a izražen je preko specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske podatke koja za predmetni stan iznosi  $Q_{H,nd} = 7.368,72$  kWh/a. Ista energija ( $Q_{H,nd}$ ) svedena na jedinicu korisne površine predmetnog stana ( $A_k = 55,00$  m<sup>2</sup>) iznosi  $Q''_{H,nd} = 133,98$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $100 < Q''_{H,nd} \leq 150$  kWh/(m<sup>2</sup>a), što predmetni stan svrstava u energetski razred D prema „specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje za referentne klimatske podatke“.

Energetski razred prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji koja iznosi  $E_{prim} = 236,41$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $120 < E_{prim} \leq 265$  kWh/(m<sup>2</sup>a) je C.

Predmetni stan svrstan je u energetsku kategoriju odnosno energetski razred D, razlog tome je drvena stolarija sa nepovoljnim koeficijentima prolaska topline te ne izoliranost prostora po pitanju fasade te velika površina vanjske ovojnice prostora (vanjski zid VZ1, VZ2) koja je izložena vanjskom prostoru bez toplinske izolacije. Velika površina poda PN2 prema negrijanom podrumu.

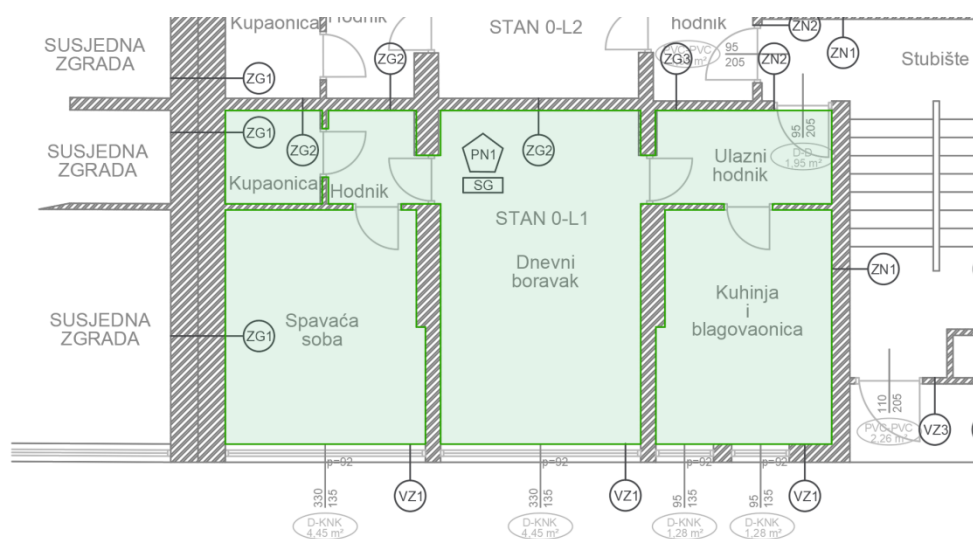
Uključujući i primarnu energiju predmetni stan svrstan je energetski razred C, razlog tome je nepovoljan faktor primarne energije koji za energent koji koristi predmetni stan (električna energija) iznosi 1,614.

#### 4.3.7. STAN 0-L1

Analiza fizike stambenog prostora „STAN 0-L1“ odnosno izračun energetskih svojstava prikazana je u nastavku. Predmetni stan nalazi se u prizemlju višestambene zgrada na adresi Vijenac Ivana Meštrovića 19, Osijek, u jugoistočnom kutu zgrade.

Vanjska ovojnica predmetnog stana sastoji se od vanjskog zida na istočnoj strani, zida prema negrijanom stubištu, zida prema grijanim prostorima (susjednom stanu i susjednoj zgradi),, poda prema negrijanom podrumu i stropa prema grijanom prostoru (susjednom stanu) te otvori stana. Predmetni stan grijan je pomoću plinskog kombi bojlera koji se ujedno koristi i za priprema sanitarne tople vode, sustav hlađenja ne postoji.

Slika (4.57.) u nastavku prikazuje referentnu površinu korištenu pri izračunima, odnosno prikazuje neto grijanu površinu  $A_k$ .



Slika 4.57. Prikaz referentne / neto grijane površine predmetnog stana.

Referentni volumen  $V$  predmetnog stana, odnosno volumen grijanog zraka određen je umnoškom  $A_k$  i svijetle visine  $h$  tj. visine od površine poda do donje strane ploče stropa predmetnog stana.

Nakon što smo odredili referentnu površinu i volumen predmetnog stana za koji ćemo proračunavati energetska svojstva, odnosno energetski razred predmetnog stana tablicama:

- 4.27. Geometrijske karakteristike predmetnog stana,
- 4.28. Površine građevnih dijelova predmetnog stana,
- 4.29. Otvori predmetnog stana,

prikazani su ključni ulazni podaci korišteni pri unosu u algoritam odnosno program KI Expert Plus v.7.5.0.0 kako bi izračunali / odredili energetska svojstva / energetski razred predmetnog stana.

Tablica 4.27. Geometrijske karakteristike predmetnog stana.

Oplošje grijanog dijela zgrade – $A$ [ $m^2$ ]	187,50
Obujam grijanog dijela zgrade – $V_e$ [ $m^3$ ]	180,92
Obujam grijanog zraka – $V$ [ $m^3$ ]	137,50
Faktor oblika zgrade - $f_0$ [ $m^{-1}$ ]	1,04
Ploština korisne površine – $A_K$ [ $m^2$ ]	55,00
Ukupna ploština pročelja – $A_{uk}$ [ $m^2$ ]	63,48
Ukupna ploština prozora – $A_{wuk}$ [ $m^2$ ]	29,62

Tablica 4.28. Površine građevnih dijelova predmetnog stana.

VZ1 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):	Istok	13,54
VZ3 - Definirana ploština [m <sup>2</sup>	Istok	5,11
	Zapad	7,37
VZ4 - Definirana ploština [m <sup>2</sup>	Sjever	7,84
ZN1 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		13,75
ZN2 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		0,93
ZN4 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		24,64
ZG1 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		13,75
ZG2 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		17,75
ZG3 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		4,38
ZT - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		103,80
SG - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		55,00
PT - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		261,00
PN1 - Definirana ploština [m <sup>2</sup> ):		55,00

Tablica 4.29. Otvori predmetnog stana.

Naziv otvora	$U_w$ [W/m <sup>2</sup> K]	Orijentacija	$A_w$ [m <sup>2</sup> ]	Broj otvora [n]
D-KNK 1	2,70	Istok	4,45	2,00
D-KNK 2	2,70	Istok	1,28	2,00
D-D 1	2,50	Sjever	1,95	1,00
M-JED 1	5,90	Istok	1,65	4,00
		Zapad	1,65	4,00
M-JED 2	5,90	Istok	0,62	4,00
		Zapad	0,62	4,00

Ključni podaci rezultata proračuna za postojeće stanje dobiveni prema „Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ odnosno unosom prethodno navedenih podataka u tablicama (4.27., 4.28., 4.29.) u „programski paket KI Expert Plus v.7.5.0.0“, za predmetni stan prikazani su u poglavlju (4.4.), tablica (4.30.).

Prema „Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ energetski razred predmetnog stana je indikator energetskih svojstava, a izražen je preko specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne

klimatske podatke koja za predmetni stan iznosi  $Q_{H,nd} = 18.566,45$  kWh/a. Ista energija ( $Q_{H,nd}$ ) svedena na jedinicu korisne površine predmetnog stana ( $A_k = 55,00$  m<sup>2</sup>) iznosi  $Q''_{H,nd} = 337,57$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $250 < i''_{H,nd} < 300$  kWh/(m<sup>2</sup>a), što predmetni stan svrstava u energetske razred G prema „specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje za referentne klimatske podatke“.

Energetski razred prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji koja iznosi  $E_{prim} = 389,82$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $265 < E_{prim} \leq 410$  kWh/(m<sup>2</sup>a) je D.

Predmetni stan svrstan je u energetske kategoriju odnosno energetske razred G, razlog tome je nekoliko ključnih faktora navedenih u nastavku:

- drvena stolarija sa nepovoljnim koeficijentima prolaska topline,
- ne izoliranost prostora po pitanju fasade (vanjski zid VZ1),
- velika površina poda PN1 prema negrijanom podrumu gdje se ostvaruju značajni gubici.

Uključujući i primarnu energiju predmetni stan svrstan je u energetske razred D, razlog tome je izrazito povoljan faktor primarne energije koji za energent koji koristi predmetni stan (prirodni pin) iznosi 1,095.

#### 4.4. Usporedba rezultata proračuna – postojeće stanje

Izvršenom energetske analizom postojećeg stanja za predmetnu zgradu te energetske analizom postojećeg stanja za pojedine stanove predmetne zgrade, prikazom dobivenih rezultata analize i davanje zaključka / obrazloženja dobivenih rezultata sa pojedini predmetni prostor, dobili smo jasnu sliku energetske stanja u kojem se predmetni prostori nalaze. Ovim poglavljem dan je sumarni prikaz rezultata energetske analize te su isti rezultati uspoređeni (rezultati energetske analize za predmetnu zgradu i za pojedine stambene jedinice). Detaljnijom analizom usporedbom dobivenih rezultata dani su zaključci i obrazloženja dobivenih rezultata, obrazloženja pojedinih ekstrema (odstupanja od očekivanih rezultata) te su dana objašnjenja među veza i korelacija pojedinih veličina.

Tablicom (4.30., 4.31., 4.32.) u nastavku prema rednim brojevima dan je sumarni prikaz ključnih podataka rezultata proračuna energetske analize za predmetnu zgradu i za pojedine stambene jedinice (stanove) za koje je izvršena energetske analiza.

Gdje je (prema rednim brojevima):

- 1 - Ploština korisne površine grijanog dijela predmetnog prostora  $A_k$  [ $m^2$ ]
- 2 - Građevinska bruto površina grijanog dijela predmetnog prostora  $P_b$  [ $m^2$ ]
- 3 - Oplošje grijanog dijela predmetnog prostora  $A$  [ $m^2$ ]
- 4 - Obujam grijanog dijela predmetnog prostora  $V_e$  [ $m^3$ ]
- 5 - Faktor oblika predmetnog prostora  $f_0$  [ $m^{-1}$ ]
- 6 i 7 - Energetski razred prema specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje  $Q''_{H,nd}$  [ $kWh/(m^2a)$ ]
- 8 i 9 - Energetski razred prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji  $E_{prim}$  [ $kWh/(m^2a)$ ]
- 10 - Specifična godišnja isporučena energija Edel [ $kWh/(m^2a)$ ]
- 11 - Specifična godišnja emisija  $CO_2$  [ $kg/(m^2 a)$ ]
- 12 - Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka  $H'_{tr,adj}$  [ $W/(m^2K)$ ]
- 13 - Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, provjetrovanom tavanu ( $U$  [ $W/(m^2K)$ ])
- 14 - Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema provjetrovanom tavanu ( $U$  [ $W/(m^2K)$ ])
- 15 - Zidovi prema tlu, podovi prema tlu ( $U$  [ $W/(m^2K)$ ])
- 16 - Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže ( $U$  [ $W/(m^2K)$ ])
- 17 - Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od  $0^\circ C$  ( $U$  [ $W/(m^2K)$ ])
- 18 - Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi pročelja ( $U$  [ $W/(m^2K)$ ])
- 19 - Vanjska vrata s neprozirnim krilom ( $U$  [ $W/(m^2K)$ ])
- 20 - Zidovi i stropovi između samostalnih uporabnih cjelina predmetnog prostora (stanova, poslovnih prostora) ( $U$  [ $W/(m^2K)$ ])
- 21 - Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q_{H,nd}$  - Ukupno [ $kWh/a$ ]  
(REFERENTNI KLIMATSKI PODACI)
- 22 - Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q_{H,nd}$  - Specifično [ $kWh/(m^2a)$ ]  
(REFERENTNI KLIMATSKI PODACI)
- 23 - Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje  $Q_{C,nd}$  - Ukupno [ $kWh/a$ ]  
(REFERENTNI KLIMATSKI PODACI)
- 24 - Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje  $Q_{C,nd}$  - Specifično [ $kWh/(m^2a)$ ]  
(REFERENTNI KLIMATSKI PODACI)
- 25 - Godišnja isporučena energija  $E_{del}$  - Ukupno [ $kWh/a$ ] (REFERENTNI KLIMATSKI PODACI)
- 26 - Godišnja isporučena energija  $E_{del}$  - Specifično [ $kWh/(m^2a)$ ] (REFERENTNI KLIMATSKI PODACI)
- 27 - Godišnja primarna energija  $E_{prim}$  - Ukupno [ $kWh/a$ ] (REFERENTNI KLIMATSKI PODACI)
- 28 - Godišnja primarna energija  $E_{prim}$  - Specifično [ $kWh/(m^2a)$ ] (REFERENTNI KLIMATSKI PODACI)
- 29 - Godišnja potrebna primarna energija za stvarne klimatske podatke  $E_{prim}$  [ $kWh/a$ ]  
(STVARNI KLIMATSKI PODACI)

- 30 - Godišnja potrebna primarna energija po jedinici ploštine korisne površine predmetnog prostora za stvarne klimatske podatke  $E_{\text{prim}}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] (za stambene ili nestambene zgrade) (STVARNI KLIMATSKI PODACI)
- 31 - Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke  $Q_{\text{H,nd}}$  [kWh/a] (STVARNI KLIMATSKI PODACI)
- 32 - Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine predmetnog prostora, za stvarne klimatske podatke  $Q''_{\text{H,nd}}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] (za stambene ili nestambene zgrade) (STVARNI KLIMATSKI PODACI)
- 33 - Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje  $Q_{\text{C,nd}}$  [kWh/a] (za zgrade sa sustavom hlađenja) (STVARNI KLIMATSKI PODACI)
- 34 - Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine predmetnog prostora  $Q''_{\text{C,nd}}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] (za zgrade sa sustavom hlađenja) (STVARNI KLIMATSKI PODACI)

Sukladno provedenoj analizi u programskoj podršci možemo iskazati da geometrijski podaci iz prethodnih tablica (4.30., 4.31., 4.32.) :

- 1 - Ploština korisne površine grijanog dijela predmetnog prostora  $A_k$  [m<sup>2</sup>] -  $\Delta\%$ (max) = 3,87 %
- 2 - Građevinska bruto površina grijanog dijela predmetnog prostora  $P_b$  [m<sup>2</sup>] -  $\Delta\%$ (max) = 6,73 %
- 3 - Oplošje grijanog dijela predmetnog prostora  $A$  [m<sup>2</sup>] -  $\Delta\%$ (max) = 4,86 %
- 4 - Obujam grijanog dijela predmetnog prostora  $V_e$  [m<sup>3</sup>] -  $\Delta\%$ (max) = 3,87 %
- 5 - Faktor oblika predmetnog prostora  $f_0$  [m<sup>-1</sup>] -  $\Delta\%$ (max) = 0,95 %

ne odstupaju znatno od prosjeka, te se shodno tome može zaključiti da su stanovi predmetne zgrade u prosjeku prema prethodno navedenim geometrijskim podacima odnosno stanovi su vrlo sličnih dimenzija te omjera vanjske ovojnice i volumena, koeficijenti prolaska topline (redni brojevi 13-20 u tablici (4.30., 4.31., 4.32.)) također su relativno slični ukoliko se izuzmu ekstremi. Shodno tome podaci dobiveni energetsom analizom (energetski razred, potrebna energija za grijanje...) trebali bi isto tako biti bliskih vrijednosti što nije slučaj, što ćemo u nastavku prikazati (tablica 4.38. i graf 4.6.) i obrazložiti.

Tablica 4.30. Sumarni prikaz ključnih podataka rezultata proračuna energetske analize – SEGMENT A.

RED. BROJ	Predmetna zgrada	STAN 5-L2	STAN 5-D1	STAN 3-L1	STAN 3-D2	STAN 0-D1	STAN 0-L1
1	1.412,00	59,25	56,88	56,88	59,25	55,00	55,00
2	2.084,00	73,05	69,92	69,92	73,05	64,50	64,50
3	1.887,78	204,75	199,26	199,26	204,25	187,50	187,50
4	4.644,74	194,90	187,11	187,11	194,90	180,92	180,92
5	0,41	1,05	1,06	1,06	1,05	1,04	1,04
6	C	E	F	B	C	D	G
7	76,34	190,86	204,95	48,58	65,95	133,98	337,57
8	C	D	C	A+	A	C	D
9	189,82	328,22	225,12	73,37	92,39	236,41	389,82
10	148,89	203,36	217,45	61,08	78,45	145,48	350,07
11	33,54	47,75	8,90	13,63	17,46	34,39	77,27
12	1,18	1,11	1,19	0,32	0,41	1,08	1,98
13	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
14	2,68	2,68	2,68	-	-	-	-
15	1,86	-	-	-	-	1,86	1,86
16	-	-	-	-	-	-	-
17	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	0,54	2,04
18	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	5,90	5,90
19	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	1,10	2,50
20	0,64	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96
21	107.791,70	11.308,50	11.657,38	2.763,46	3.907,34	7.368,72	18.566,45
22	76,34	190,86	204,95	48,58	65,95	133,98	337,57
23	45.150,88	3.286,59	3.133,80	1.947,08	1.825,76	5.567,35	4.907,89
24	31,98	55,47	55,10	34,23	30,81	101,22	89,23
25	210.232,20	12.049,12	12.368,38	3.474,46	4.647,97	8.056,22	19.253,95
26	148,89	203,36	217,45	61,08	78,45	146,48	350,07
27	268.025,60	19.447,29	12.804,93	4.173,54	5.473,91	13.002,74	21.439,89
28	189,82	328,22	225,12	73,37	92,39	236,41	389,82
29	282.370,48	20.550,64	13.517,91	4.421,03	5.881,03	13.663,21	22.674,72
30	199,98	346,85	237,66	77,73	99,26	248,42	412,27
31	115.504,92	11.992,12	12.370,36	2.989,47	4.279,14	7.777,93	19.694,15
32	81,80	202,40	217,48	52,56	72,22	141,42	358,08
33	47.107,33	2.875,45	2.712,97	1.649,29	1.567,75	4.844,20	4.175,17
34	33,36	48,53	47,70	29,00	26,46	88,08	75,91

Tablica 4.31. Sumarni prikaz ključnih podataka rezultata proračuna energetske analize – SEGMENT B.

RED. BROJ	PROSJEK	STAN 5-L2	STAN 5-D1	STAN 3-L1	STAN 3-D2	STAN 0-D1	STAN 0-L1
		Δ					
1	57,04	2,21	0,16	0,16	2,21	2,04	2,04
2	69,16	3,89	0,76	0,76	3,89	4,66	4,66
3	197,09	7,66	2,17	2,17	7,16	9,59	9,59
4	187,64	7,26	0,53	0,53	7,26	6,72	6,72
5	1,05	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
6	-	-	-	-	-	-	-
7	163,65	27,21	41,30	115,07	97,70	29,67	173,92
8	-	-	-	-	-	-	-
9	224,22	104,00	0,90	150,85	131,83	12,19	165,60
10	175,98	27,38	41,47	114,90	97,53	30,50	174,09
11	33,23	14,52	24,33	19,60	15,77	1,16	44,04
12	1,02	0,10	0,18	0,70	0,61	0,07	0,97
13	1,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	2,68	0,00	0,00	-	-	-	-
15	1,86	-	-	-	-	0,00	0,00
16	-	-	-	-	-	-	-
17	1,42	0,06	0,06	0,06	0,06	0,88	0,62
18	3,77	1,07	1,07	1,07	1,07	2,13	2,13
19	2,27	0,23	0,23	0,23	0,23	1,17	0,23
20	1,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	9.261,98	2.046,53	2.395,41	6.498,52	5.354,64	1.893,26	9.304,48
22	163,65	27,21	41,30	115,07	97,70	29,67	173,92
23	3.444,75	158,16	310,95	1.497,67	1.618,99	2.122,61	1.463,15
24	61,01	5,54	5,91	26,78	30,20	40,21	28,22
25	9.975,02	2.074,10	2.393,36	6.500,56	5.327,05	1.918,80	9.278,93
26	176,15	27,21	41,30	115,07	97,70	29,67	173,92
27	12.723,72	6.723,57	81,21	8.550,18	7.249,81	279,02	8.716,17
28	224,22	104,00	0,90	150,85	131,83	12,19	165,60
29	13.451,42	7.099,22	66,49	9.030,39	7.570,39	211,79	9.223,30
30	237,03	109,82	0,63	159,30	137,77	11,39	175,24
31	9.850,53	2.141,59	2.519,83	6.861,06	5.571,39	2.072,60	9.843,62
32	174,03	28,37	43,45	121,47	101,81	32,61	184,05
33	2.970,81	95,36	257,84	1.321,52	1.403,06	1.873,40	1.204,37
34	52,61	4,08	4,91	23,61	26,15	35,47	23,30



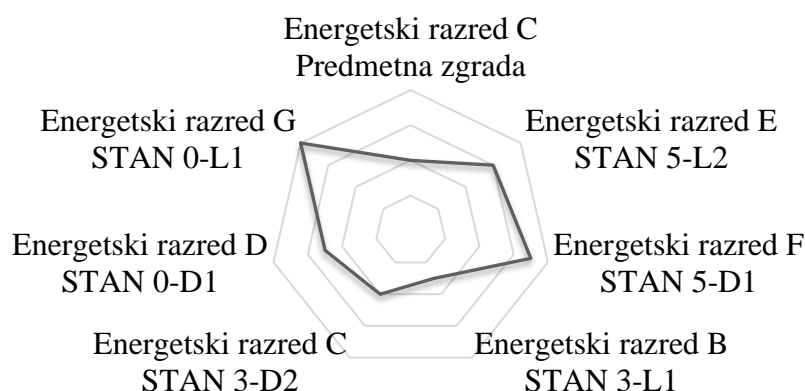
Tablica 4.32. Sumarni prikaz ključnih podataka rezultata proračuna energetske analize – SEGMENT C.

RED. BROJ	STAN 5-L2	STAN 5-D1	STAN 3-L1	STAN 3-D2	STAN 0-D1	STAN 0-L1	$\Delta\%$ (max)
	$\Delta\%$						
1	3,87	0,29	0,29	3,87	3,58	3,58	3,87
2	5,63	1,10	1,10	5,63	6,73	6,73	6,73
3	3,89	1,10	1,10	3,63	4,86	4,86	4,86
4	3,87	0,28	0,28	3,87	3,58	3,58	3,87
5	0,00	0,95	0,95	0,00	0,95	0,95	0,95
6	-	-	-	-	-	-	-
7	16,63	25,24	70,31	59,70	18,13	106,28	106,28
8	-	-	-	-	-	-	-
9	46,38	0,40	67,28	58,80	5,44	73,85	73,85
10	15,56	23,56	65,29	55,42	17,33	98,92	98,92
11	43,68	73,22	58,99	47,46	3,48	132,51	132,51
12	9,36	17,24	68,47	59,61	6,40	95,07	95,07
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	-	-	-	-	0,00
15	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00
16	-	-	-	-	-	-	-
17	4,47	4,47	4,47	4,47	61,88	44,00	61,88
18	28,32	28,32	28,32	28,32	56,64	56,64	56,64
19	10,29	10,29	10,29	10,29	51,47	10,29	51,47
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	22,10	25,86	70,16	57,81	20,44	100,46	100,46
22	16,63	25,24	70,31	59,70	18,13	106,28	106,28
23	4,59	9,03	43,48	47,00	61,62	42,47	61,62
24	9,08	9,69	43,89	49,50	65,91	46,25	65,91
25	20,79	23,99	65,17	53,40	19,24	93,02	93,02
26	15,45	23,45	65,32	55,46	16,84	98,74	98,74
27	52,84	0,64	67,20	56,98	2,19	68,50	68,50
28	46,38	0,40	67,28	58,80	5,44	73,85	73,85
29	52,78	0,49	67,13	56,28	1,57	68,57	68,57
30	46,33	0,27	67,21	58,12	4,80	73,93	73,93
31	21,74	25,58	69,65	56,56	21,04	99,93	99,93
32	16,30	24,97	69,80	58,50	18,74	105,76	105,76
33	3,21	8,68	44,48	47,23	63,06	40,54	63,06
34	7,76	9,34	44,88	49,71	67,41	44,28	67,41

Tablicom (4.33.) i grafom (4.1.) u nastavku prikazani su rezultati proračuna odnosno energetski razredi prema specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] za predmetnu zgradu i za pojedine stanove za koje je izvršena energetska analiza.

Tablica 4.33. Energetski razredi prema specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje  $Q''_{H,nd}$ .

Predmetna zgrada	STAN 5-L2	STAN 5-D1	STAN 3-L1	STAN 3-D2	STAN 0-D1	STAN 0-L1
Energetski razred C	Energetski razred E	Energetski razred F	Energetski razred B	Energetski razred C	Energetski razred D	Energetski razred G



Graf 4.1. Energetski razredi prema specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje  $Q''_{H,nd}$ .

Iz prethodnog grafa (4.1.) vidljivo je da energetski razredi pojedinih stambenih jedinica i energetski razred predmetne zgrade znatno odstupaju (varijacije od energetskog razreda B do G) od nekog prosječnog energetskog razreda.

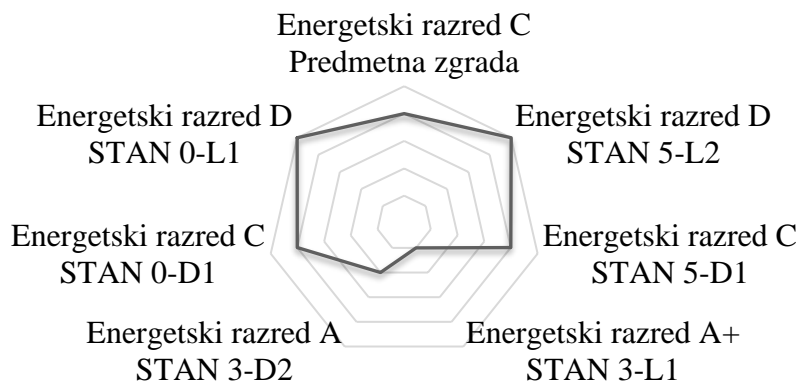
Prosječni energetski razred svih stambenih jedinica zgrade bi bio energetski razred za predmetnu zgradu, energetski razred C, iako je prosječni energetski razred stambenih jedinica za koje je izvršena analiza energetski razred E,  $Q''_{H,nd} = 163,65 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ , energetski razred predmetne zgrade treba uzimati kao prosjek za cijelu zgradu.

Iako su geometrijske karakteristike i koeficijenti prolaska topline pojedinih građevinskih dijelova stambenih jedinica vrlo slični, bliski prosjeku, to nije slučaj sa energetskim razredima.

Tablicom (4.34.) i grafom (4.2.) u nastavku prikazani su rezultati proračuna odnosno energetski razredi prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji  $E_{\text{prim}}$  za predmetnu zgradu i za pojedine stanove za koje je izvršena energetska analiza.

Tablica 4.34. Energetski razredi prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji  $E_{\text{prim}}$  [ $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ].

Predmetna zgrada	STAN 5-L2	STAN 5-D1	STAN 3-L1	STAN 3-D2	STAN 0-D1	STAN 0-L1
Energetski razred C	Energetski razred D	Energetski razred C	Energetski razred A+	Energetski razred A	Energetski razred C	Energetski razred D



Graf 4.2. Energetski razredi prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji  $E_{\text{prim}}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)].

Prethodni graf (4.2.) prikazuje energetski razredi pojedinih stambenih jedinica i energetski razred predmetne zgrade prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji  $E_{\text{prim}}$ . Energetski razredi pojedinih stambenih jedinica također znatno odstupaju (varijacije od energetskog razreda A+ do D) od nekog prosječnog energetskog razreda za primarnu energiju. Kao i za  $Q''_{\text{H,nd}}$  i za  $E_{\text{prim}}$  prosječni energetski razred svih stambenih jedinica zgrade bi bio energetski razred za predmetnu zgradu, energetski razred C, prosječni energetski razred stambenih jedinica za koje je izvršena analiza je također (u ovom slučaju) energetski razred C,  $E_{\text{prim}} = 92,39 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ .

Energetski razredi prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji  $E_{\text{prim}}$  je energetski razred prema specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje  $Q''_{\text{H,nd}}$  (uključujući i energiju za hlađenje  $Q_{\text{C,nd}}$ ) pomnožen sa faktorom primarne energije koji ovisi o energentu koji se koristi za grijanje / hlađenje odnosno o sustavu grijanja / hlađenja. Shodno tome energetski razredi prema  $E_{\text{prim}}$  jesu u vezi sa energetskim razredima prema  $Q''_{\text{H,nd}}$  no zbog dodatnog faktora primarne energije koji sa za Republiku Hrvatsku koji može varirati od 0,000 do 2,419 prema kojem se računaju mogu znatno odstupati od energetskih razreda prema  $Q''_{\text{H,nd}}$ .

Tablicom (4.35.) i grafom (4.3.) dana je usporedba:

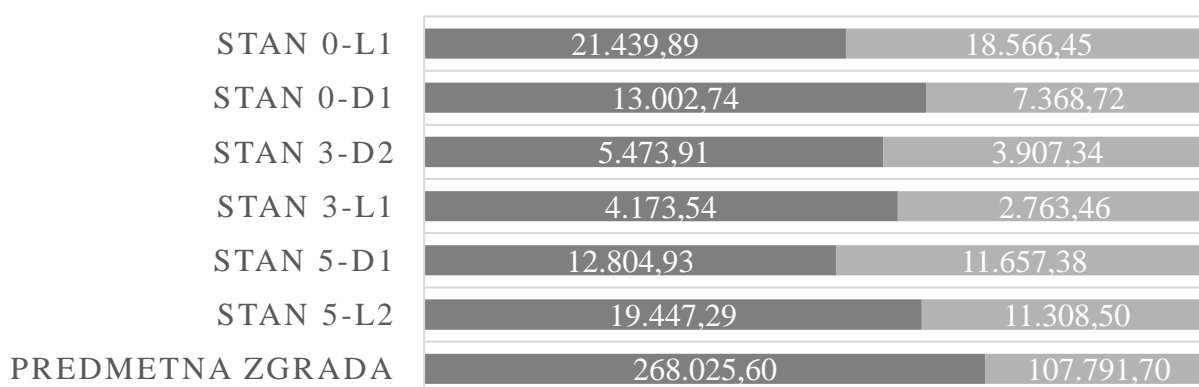
- godišnje primarne energije  $E_{\text{prim}}$  - ukupno [kWh/a] i
- godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{\text{H,nd}}$  - ukupno [kWh/a],

te njihov međusobni odnos gdje je:

- 27 - Godišnja primarna energija  $E_{\text{prim}}$  - Ukupno [kWh/a],
- 21 - Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q_{\text{H,nd}}$  - Ukupno [kWh/a],
- k – omjer godišnje primarne energije  $E_{\text{prim}}$  i godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{\text{H,nd}}$ .

Tablica 4.35. Usporedba godišnje primarne energije  $E_{\text{prim}}$  i godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{\text{H,nd}}$ .

RED. BROJ	Predmetna zgrada	STAN 5-L2	STAN 5-D1	STAN 3-L1	STAN 3-D2	STAN 0-D1	STAN 0-L1
27	268.025,60	19.447,29	12.804,93	4.173,54	5.473,91	13.002,74	21.439,89
21	107.791,70	11.308,50	11.657,38	2.763,46	3.907,34	7.368,72	18.566,45
k	0,40	0,58	0,91	0,66	0,71	0,57	0,87



- Godišnja primarna energija  $E_{\text{prim}}$  - Ukupno [kWh/a]
- Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q_{\text{H,nd}}$  - Ukupno [kWh/a]

Graf 4.3. Usporedba godišnje primarne energije  $E_{\text{prim}}$  i godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{\text{H,nd}}$ .

Uspoređivanjem dobivenih rezultata za predmetnu zgradu i pojedine stambene prostore i to veličina:

- specifične godišnje potrebne energije za grijanje  $Q''_{\text{H,nd}}$  [kWh/a] i
- godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{\text{H,nd}}$  - Ukupno [kWh/a],

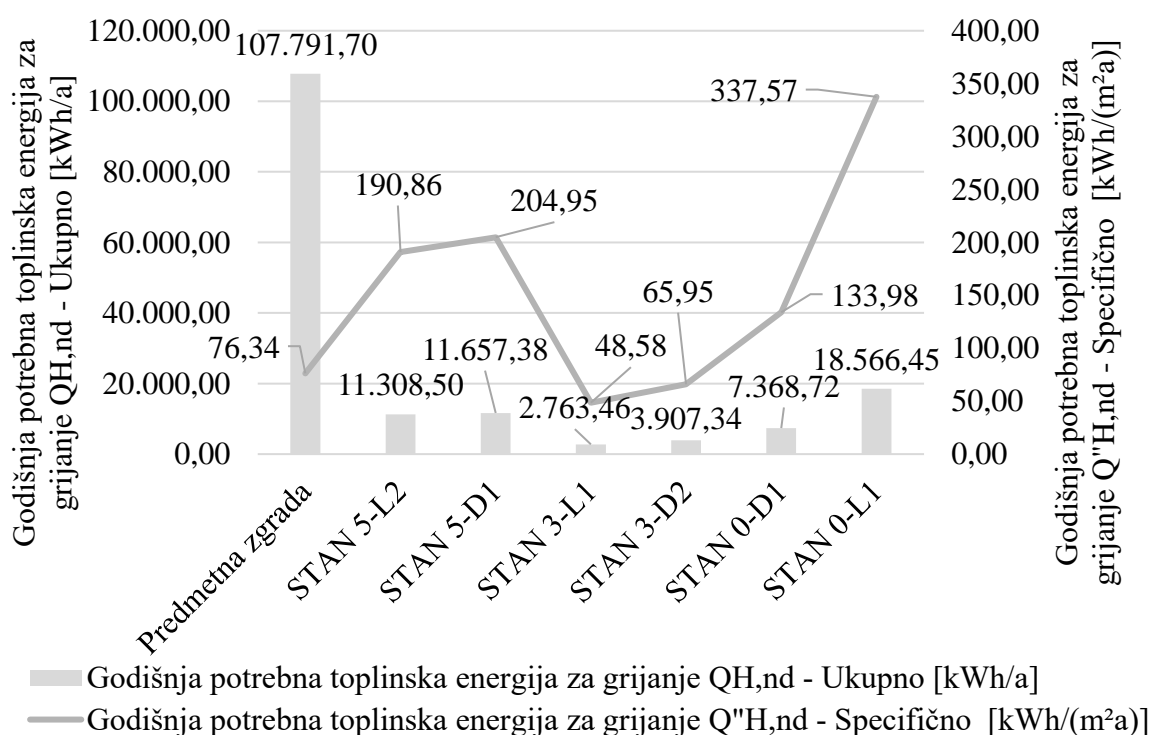
podaci prikazani u tablici (4.36.) i grafom (4.4.), vidljivo je da godišnja potrebna energija za grijanje  $Q_{\text{H,nd}}$  prati krivulju energetskeg razreda odnosno krivulju specifične godišnje potrebne energije za grijanje  $Q''_{\text{H,nd}}$ . Izuzet podataka za predmetne zgrade, koje je uzrokovano zbog značajnog odstupanja faktora oblika (faktora oblika koji je omjer oplošja grijanog dijela predmetnog prostora  $A$  [ $\text{m}^2$ ] i obujma grijanog dijela predmetnog prostora  $V_e$  [ $\text{m}^3$ ]) predmetne zgrade od faktora oblika pojedinih stambenih jedinica za koje je izvršena analiza, kako je i prikazano u tablici (4.42.) gdje je:

- 21 - Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q_{\text{H,nd}}$  - Ukupno [kWh/a],

- 7 - Energetski razred prema specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)],
- 5 - Faktor oblika predmetnog prostora  $f_0$  [m<sup>-1</sup>].

Tablica 4.36. Usporedba specifične godišnje potrebne energije za grijanje  $Q''_{H,nd}$  i godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{H,nd}$ .

RED. BROJ	Predmetna zgrada	STAN 5-L2	STAN 5-D1	STAN 3-L1	STAN 3-D2	STAN 0-D1	STAN 0-L1
21	107.791,70	11.308,50	11.657,38	2.763,46	3.907,34	7.368,72	18.566,45
7	76,34	190,86	204,95	48,58	65,95	133,98	337,57
5	0,41	1,05	1,06	1,06	1,05	1,04	1,04



Graf 4.4. Usporedba specifične godišnje potrebne energije za grijanje  $Q''_{H,nd}$  i godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{H,nd}$ .

Tablicom (4.37.) i grafom (4.5.) dana je usporedba:

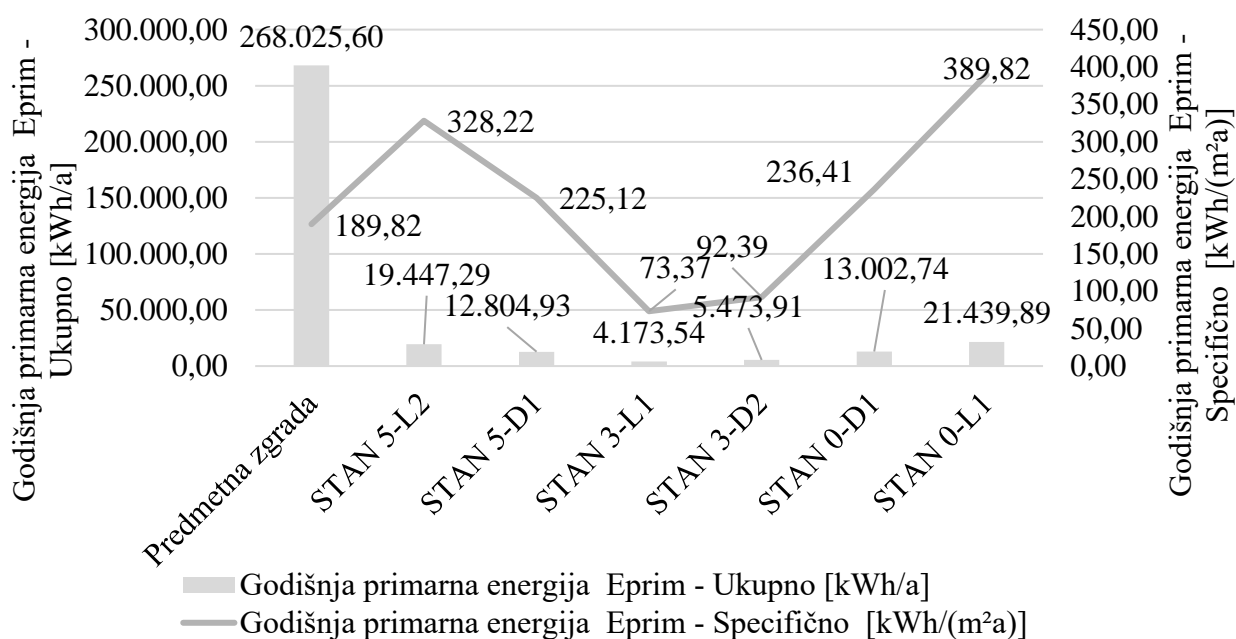
- 27 - godišnje primarne energije  $E_{prim}$  - ukupno [kWh/a] i
- 9 - godišnje primarne energije  $E_{prim}$  - specifično [kWh/(m<sup>2</sup>a)],

te njihov međusobni prema kojemu je vidljivo da su  $E_{prim}$  - ukupno [kWh/a] i  $E_{prim}$  - specifično [kWh/(m<sup>2</sup>a)] u linearnoj vezi te su iste u vezi sa  $Q_{H,nd}$  - ukupno [kWh/a] i  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)].

Kao i za  $Q_{H,nd}$  - ukupno [kWh/a] i  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] odstupanje odnosno jedini ekstrem su podaci za predmetnu zgradu koje je uzrokovano zbog značajnog odstupanja faktora oblika predmetne zgrade od faktora oblika pojedinih stambenih jedinica za koje je izvršena analiza.

Tablica 4.37. Usporedba godišnje primarne energije  $E_{prim}$  – ukupno i godišnje primarne energije  $E_{prim}$  – specifično.

RED. BROJ	Predmetna zgrada	STAN 5-L2	STAN 5-D1	STAN 3-L1	STAN 3-D2	STAN 0-D1	STAN 0-L1
27	268.025,60	19.447,29	12.804,93	4.173,54	5.473,91	13.002,74	21.439,89
9	189,82	328,22	225,12	73,37	92,39	236,41	389,82



Graf 4.5. Usporedba godišnje primarne energije  $E_{prim}$  – ukupno i godišnje primarne energije  $E_{prim}$  – specifično.

Pregledom sumarnog prikaza rezultata energetske analize za postojeće stanje prikazanih u tablicama (4.30., 4.31., 4.32.) vidljivo je da geometrijski podaci pojedinih stambenih jedinica i predmetne zgrade nisu u očekivanoj korelaciji sa podacima koji ukazuju na energetska svojstva dobivenih energetsom analizom (energetski razred, potrebna energija za grijanje...) s obzirom na vrlo slične koeficijente prolaska topline pojedinih građevnih dijelova i otvora.

Detaljnijom analizom podataka energetske analize za postojeće stanje prikazanih u tablicama (4.30., 4.31., 4.32.) predmetne zgrade i pojedinih stambenih jedinica, uspoređivanjem međusobnih korelacija i veza može zaključiti da je prethodno navedeno odstupanje:

- geometrijski podaci pojedinih stambenih jedinica i predmetne zgrade nisu u očekivanoj korelaciji sa podacima koji ukazuju na energetska svojstva dobivenih energetskom analizom (energetski razred, potrebna energija za grijanje...)

je uzrokovano odnosno vezano je uz razinu izloženosti vanjskim utjecajima promatranog grijanog prostora i površini oplošja prema negrijanim prostorijama.

Ukoliko je:

- Omjer = Oplošje grijanog dijela zgrade  $A$  [ $m^2$ ] / Oplošje grijanog dijela zgrade  $A_{v+p}$  [ $m^2$ ] - prema negrijanom podrumu i vanjskom prostoru

veći, za rezultat se dobiju nepovoljnija energetska svojstava, lošiji energetski razred, veći iznos godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{H,nd}$  ...

Tablicom (4.38.) i grafom (4.6.) prikazan odnos / veza:

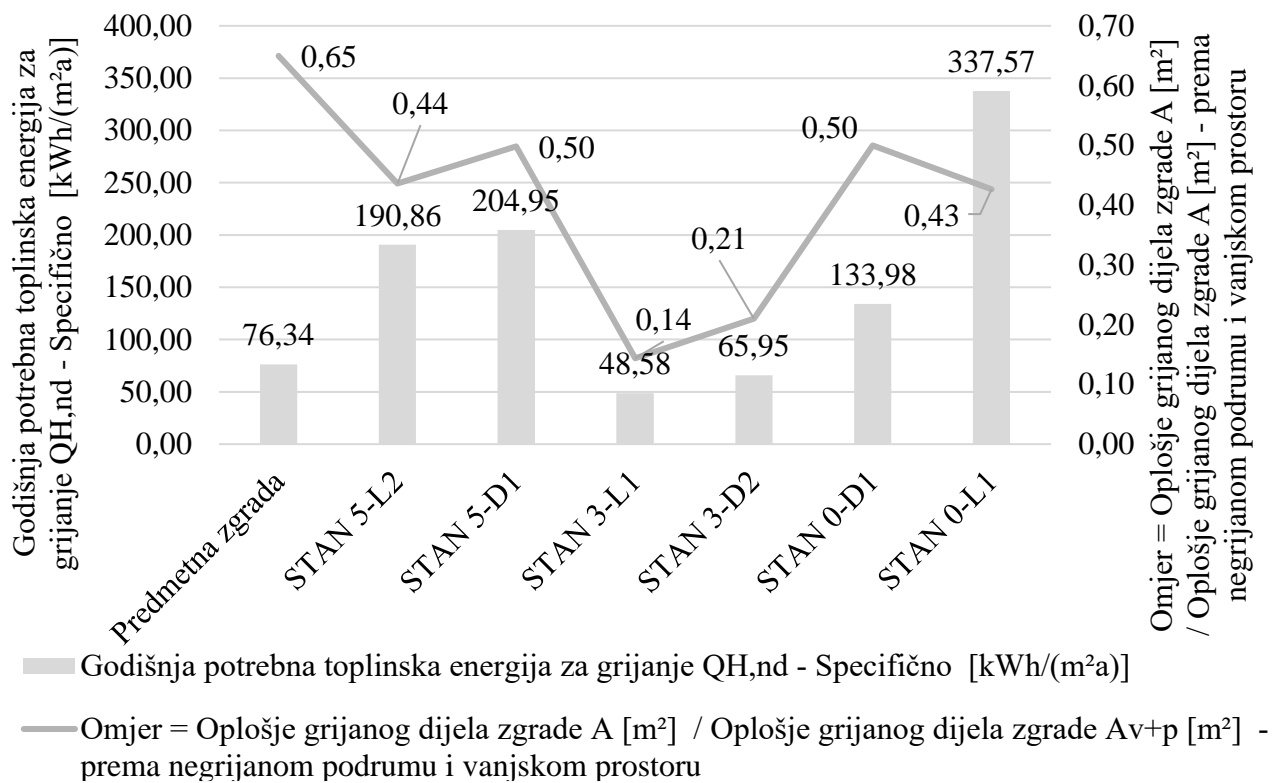
- Omjera = Oplošje grijanog dijela zgrade  $A$  [ $m^2$ ] / Oplošje grijanog dijela zgrade  $A_{v+p}$  [ $m^2$ ] - prema negrijanom podrumu i vanjskom prostoru sa
- energetskim svojstvima,

gdje je:

- 3 - Oplošje grijanog dijela predmetnog prostora  $A$  [ $m^2$ ],
- k1 - Oplošje grijanog dijela zgrade  $A_v$  [ $m^2$ ] - prema vanjskom prostoru,
- k2 – Oplošje grijanog dijela zgrade  $A_p$  [ $m^2$ ] - prema negrijanom podrumu,
- k3 – Oplošje grijanog dijela zgrade  $A_{v+p}$  [ $m^2$ ] - prema negrijanom podrumu i vanjskom prostoru,
- k4 – Omjer = Oplošje grijanog dijela zgrade  $A$  [ $m^2$ ] / Oplošje grijanog dijela zgrade  $A_{v+p}$  [ $m^2$ ] - prema negrijanom podrumu i vanjskom prostoru,
- 6 – Energetski razred prema specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje  $Q''_{H,nd}$  [ $kWh/(m^2a)$ ],
- 7 – specifična godišnja potrebna energija za grijanje  $Q''_{H,nd}$  [ $kWh/(m^2a)$ ],
- 21 - Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q_{H,nd}$  - Ukupno [ $kWh/a$ ],

Tablica 4.38. Usporedba geometrijskih podataka i podataka o energetskim svojstvima.

RED. BROJ	Predmetna zgrada	STAN 5-L2	STAN 5-D1	STAN 3-L1	STAN 3-D2	STAN 0-D1	STAN 0-L1
3	1.887,78	204,75	199,26	199,26	204,25	187,50	187,50
k1	965,45	89,25	99,26	28,63	42,88	38,75	25,00
k2	261,00	0,00	0,00	0,00	0,00	55,00	55,00
k3	1.226,45	89,25	99,26	28,63	42,88	93,75	80,00
k4	0,65	0,44	0,50	0,14	0,21	0,50	0,43
6	C	E	F	B	C	D	G
7	76,34	190,86	204,95	48,58	65,95	133,98	337,57
21	107.791,70	11.308,50	11.657,38	2.763,46	3.907,34	7.368,72	18.566,45



Graf 4.6. Usporedba geometrijskih podataka i podataka o energetskeim svojstvima.

Iz prethodnog grafa vidljivo je da su:

- specifična godišnja potrebna energija za grijanje  $Q''_{H,nd}$  i
- Omjer = Oplošje grijanog dijela zgrade A [m²] / Oplošje grijanog dijela zgrade A<sub>v+p</sub> [m²] - prema negrijanom podrumu i vanjskom prostoru,

međusobno povezani vezi, proporcionalni, odnosno da porastom iznosa omjera  $A / A_{v+p}$  i iznos specifične godišnje potrebne energije za grijanje  $Q''_{H,nd}$  raste. Iako dobiveni rezultati za predmetnu zgradu i za stan 0-L1 odstupaju od očekivanih rezultata i kose se sa prethodno navedenom činjenicom i za ta odstupanja postoji objašnjenje. Za predmetnu zgradu podaci odstupaju zbog njenog faktora oblika koji je cca dvostruko manji od faktora oblika stambenih prostora čiji faktor oblika se međusobno razlikuju za manje od 1 %. Rezultat za stan 0-L1 odstupa od očekivanih rezultata iz razloga što se stan 0-L1, kao i stan 0-D1 nalaze u prizemlju zgrade te imaju (osim površine vanjske ovojnice koja je izložena vanjskom prostoru, kao i svi ostali predmetni stanovi) velike gubitke kroz pod zbog velike površine (55,00 m²) prema negrijanom podrumu zgrade (pod ostalih stanova za koje je napravljena energetska analiza gleda prema susjednom stanu odnosno grijanom prostoru). Stan 0-D1 je kao i stan 0-L1 naslonjen preko površine poda na negrijani podrum međutim na rezultatima analize za stan 0-D1 odstupanja su znatno manja jer je pod stana 0-D1 prema negrijanom podrumu izoliran sa 5 cm toplinske izolacije, ekspanzirani polistiren (EPS).



Provedenom energetsom analizom sa predmetnu zgradu te energetsom analizom predmetnih stambenih jedinica, pregledom dobivenih rezultata za svaku pojedinu cjelinu i međusobnom usporedbom dobivenih rezultata između pojedinih cjelina (predmetna zgrada, stambene jedinice), zaključujemo da se izradom jednog energetskog certifikata za višestambenu zgradu, odnosno gledanjem na višestambenu zgradu kao jednu zonu, jednu cijelu, pojavljuju se određeni problemi. Iako se izradom jednog energetskog certifikata za višestambenu zgradu dobiju točni i precizni podaci, isti podaci su rezultat analize napravljene za cijelu zgradu, zgrada je promatrana i analizirana kao jedna cjelina te i na dobivene rezultate na taj način treba gledati. Dobiveni rezultati se nikako ne mogu promatrati za jedan dio zgrade (jedno krilo, jednu etažu, jedan stan...) i reći da energetska svojstva dobivena analizom za cijelu zgradu vrijede i za samo jedan dio zgrade, makar svi koeficijenti prolaska topline građevnih dijelova zgrade i otvora bili isti u cijeloj zgradi, jer omjer  $A / A_{v+p}$  (faktor izloženosti površine ovojnice prema vanjskim i negrijanim prostorima u odnosu na površinu cijele ovojnice) za dio zgrade (jedno krilo, jednu etažu, jedan stan...) i omjer  $A / A_{v+p}$  za cijelu zgradu nije isti. Omjer  $A / A_{v+p}$  za cijelu je prosjek cijele zgrade a omjer  $A / A_{v+p}$  za dio zgrade je samo jedan dio tog prosjeka, koji može biti:

- manji od prosjeka,
- isti kao prosjek i
- veći od prosjeka.

Shodno prethodno opisanom problematikom, izradu jednog energetskog certifikata za cijelu višestambenu zgradu kao jednu cjelinu, iako je zakonskim okvirom dozvoljeno, iz praktičnih, vlasničkih, korisničkih te tehničkih razloga koji zbog:

- različitih vlasnika stanova,
- različitih korisnika stanova,
- razdvojenih sustava grijanja, hlađenja, ventilacije, klimatizacije, sustava rasvjete, sustava opskrbe vodom i ostalih sustava,

višestambenu zgradu razdvajaju na više zasebnih cjelina, nije preporučljivo. Vrlo je nekorektno prema pojedinim vlasnicima / korisnicima stambenih jedinica koji će u pri prodaji ili iznajmljivanju vlastitog stambenog prostora biti oštećeni tako što će se prikazati energetski razred C (energetski razred za cijelu višestambenu zgradu, energetski prosjek) a zapravo njihov stambeni prostor spada u energetski razred B, opet u nekim drugim slučajevima će pojedini kupci stambenih prostora ili budući korisnici koji će stambeni prostor iznajmiti biti oštećeni jer su kupili / iznajmili stambeni prostor za kojega je energetski razred (prema certifikatu za cijelu višestambenu zgradu) C kategorije za zapravo je zbog povećane izloženosti vanjskim utjecajima, većeg omjera  $A / A_{v+p}$ , energetski razred G.

## 4.5. Prijedlog mjera poboljšanja

Analizom rezultata proračuna za postojeće stanje mogu se primijetiti znatne razlike između energetske razreda predmetne zgrade (prosječna) i energetske razreda pojedinih stambenih jedinica za koje je napravljena energetska analiza, razlika koja je uzrokovana različitim omjerom izloženosti vanjske ovojnice prema van i površine vanjske ovojnice.

Kako bi dobili jasnu sliku koliko odstupanja u energetske razredima nastaju u višestambenim zgradama koje imaju karakteristike drukčije od predmetne višestambene zgrade. Smanjuje li se ili se pak povećava razlika u energetske razredima između pojedinih stambenih jedinica ukoliko je višestambena zgrada kvalitetno izolirana odnosno ukoliko zgrada ima dobra energetska svojstva. Kako bi napravili prethodno opisanu usporedbu, na zgradi koja je energetske učinkovita, izvršili smo energetske obnovu predmetne zgrade odnosno primijenili smo mjera poboljšanja energetske učinkovitosti koje su opisane u nastavku za koje smo smatrali da su sa financijske strane, strane poboljšanja uvjeta korištenja i poboljšanja općeg stanja zgrade opravdane, mjere koje su i u praksi realne, odnosno mjere za koje je moguće očekivati da će korisnici/vlasnici odnosno stanari predmetne višestambene zgrade i primijeniti u skorijoj budućnosti.

Izračun ušteda u kWh, odnosno izračun smanjenja iznosa godišnje potrebne energije za grijanje, te izračun uštede u troškovima potrošnje energije i smanjenja emisije  $CO_2$  prikazani u nastavku su bazirani na izračunu za kompletnu zgradu, odnosno za referenti prostor je uzeta predmetna zgrada kao primjer izračuna.

Jedinična cijena od 0,40 kn/kWh za izračun ušteda u kunama (prosječna jedinična cijena za energent prirodni plin) je uzeta kao referentna budući da većina stanova predmetne zgrade kao energent za grijanje koristi prirodni plin.

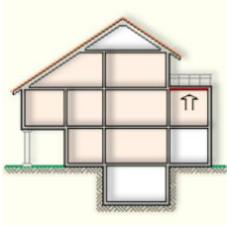
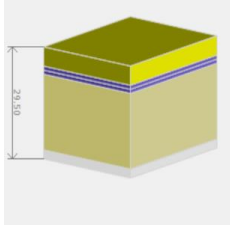
#### 4.5.1. Mjera 1 – ugradnja toplinske izolacije na strop SV

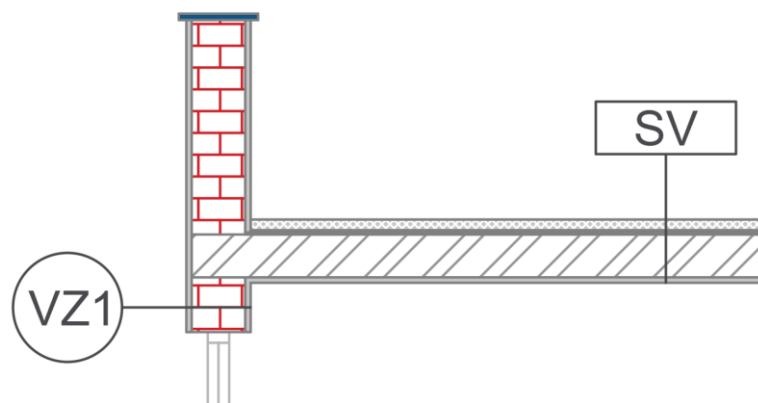
Mjerom 1 - ugradnja toplinske izolacije na strop SV, kao mjera za poboljšanje toplinskih svojstava vanjske ovojnice zgrade i smanjenje potrošnje energije za grijanje predlaže se ugradnja toplinske izolacije na strop SV, izolacija stiroporom (ekspandirani polistiren (EPS))  $d=5$  cm.

Ugradnja sloja toplinske izolacije ekspandirani polistiren (EPS) predviđena je na strop kao prvi sloj gledano iz smjera grijanog prostora. Debljina sloja toplinske izolacije ( $d=5$  cm) odabrana je prema iskustvenim podacima iz prakse, sa strane energetske učinkovitosti debljim slojem toplinske izolacije povećavamo energetska svojstva, energetska učinkovitost a time smanjujemo godišnju potrebnu energiju za grijanje, međutim sa strane ugodnosti boravka korisnika te mogućnostima ugradnje odabrano je  $d=5$  cm kako se visina prostora stanova V. kata ne bih znatno smanjila te time narušila uvjete ugodnosti boravka u navedenim stanovima.

Tablicom (4.39.) i slikom (4.58.) dan je prikaz postojećeg stanja, prikaz građevnog dijela SV te presjek na kojemu je vidljiv građevni dio SV u postojećem stanju, prije implementacije mjere.

Tablica 4.39. Podaci i prikaz građevnog dijela SV – prije implementacije mjere.

GRAĐ. DIO	SLOJ	$d$ [cm]	LOKACIJA/VRSTA GRAĐ. DIJELA	3D PRIKAZ	Koefijent prolaska topline $U$ [ $W/m^2 K$ ]
Ravni krovovi iznad grijanog prostora					
SV	3.03 Vapneno-cementna žbuka	2,5			2,68
	2.01 Armirani beton	20			
	Paropropusna pričuvna hidroizolacija	1			
	Protukorijenska membrana	1			
	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	5			
	UKUPNO:	29,5			

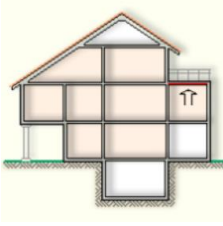
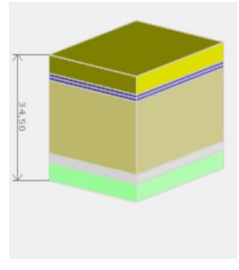


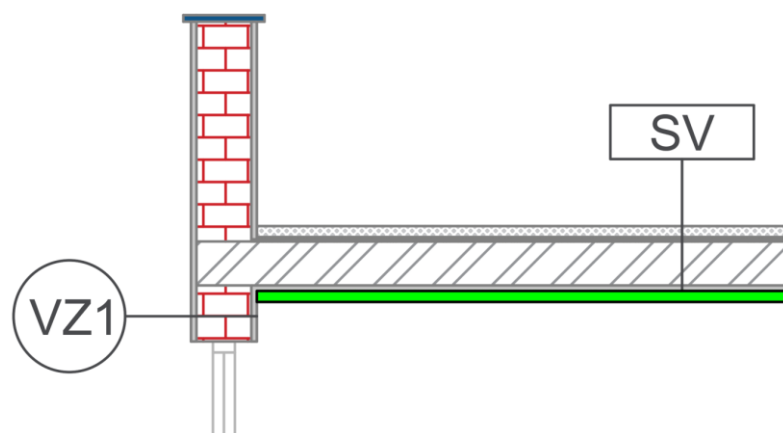
Slika 4.58. Prikaz presjeka građevnog dijela SV – prije implementacije mjere.

Proračun iznosa smanjenja koeficijenta prolaska topline građevnog dijela SV, odnosno izračun koeficijenta prolaska topline  $U$  [ $\text{W/m}^2 \text{ K}$ ] nakon implementacije predmetne mjere te izračun ušteda u kWh odnosno izračun smanjenja iznosa godišnje potrebne energije za grijanje  $Q''_{\text{H,nd}}$ , dobiven je unosom dodatnog sloja (ekspandirani polistiren (EPS),  $d=5$  cm) u postojeću fiziku predmetne zgrade, predmetnog građevnog dijela. Unos u postojeći model fizike zgrade napravljen u programskom alatu KI Expert Plus v.7.5.0.0. Nakon unosa dodatnog sloja, nakon unesene prethodno opisane promjene u model fizike (nakon „implementacije“ mjere) ponovo je izrađen energetska certifikat i projekt fizike zgrade u kojemu su prikazani podaci o energetskim svojstvima (nakon „implementacije“ mjere) potrebni za daljinu analizu odnosno izračun uštede u troškovima i periodi povrata investicije.

Tablicom (4.40.) i slikom (4.59.) dan je prikaz novog stanja, prikaz građevnog dijela SV te presjek na kojemu je vidljiv građevni dio SV u novom stanju, nakon implementacije mjere.

Tablica 4.40. Podaci i prikaz građevnog dijela SV – nakon implementacije mjere.

GRAĐ. DIO	SLOJ	$d$ [cm]	LOKACIJA/VRSTA GRAĐ. DIJELA	3D PRIKAZ	Koefijent prolaska topline $U$ [W/m <sup>2</sup> K]
Ravni krovovi iznad grijanog prostora					
SV	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	5			0,58
	3.03 Vapneno-cementna žbuka	2,5			
	2.01 Armirani beton	20			
	Paropropusna pričuvna hidroizolacija	1			
	Protukorijenska membrana	1			
	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	5			
	UKUPNO:	29,5			



Slika 4.59. Prikaz presjeka građevnog dijela SV – nakon implementacije mjere.

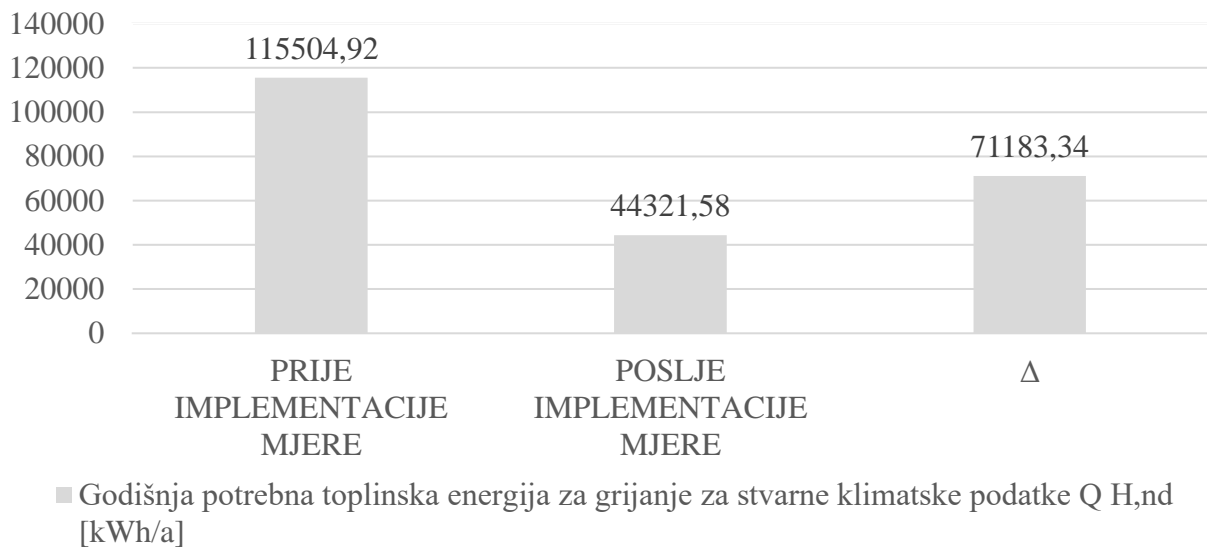
U nastavku tablicom (4.41.) je dana usporedba pojedinih energetske svojstava, usporedba koeficijenta prolaska topline građevnog dijela SV prije i poslije implementacije predložene mjere. Dan je pojednostavljeni troškovnik mjere (procijenjeni iznos investicije, procijenjene uštede....), iskazane cijene su bez PDV-a rezultati proračuna odnosno period povrata investicije prikazan je u nastavku.

Tablica 4.41. Ekonomska i energetska bilanca – mjera 1.

STAVKA	PRIJE IMPL- MENTACIJE MJERE	POS LJ E IMPL- MENTACIJE MJERE	$\Delta$	$\Delta\%$
$Q''_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	76,34	57,27	18,08	23,99
$E_{prim}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	205,89	161,58	44,31	21,52
Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema provjetravanom tavanu $U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	2,68	0,58	2,10	78,36
Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema provjetravanom tavanu $U_{dop}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,25			
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke $Q_{H,nd}$ [kWh/a]	115.504,92	44.321,58	71.183,34	61,63
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine zgrade, za stvarne klimatske podatke $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)] (za stambene ili nestambene zgrade)	81,80	59,73	22,07	26,98
Površina građevnog dijela [m <sup>2</sup> ]	228,40			
Procjenjeni iznos investicije [kn/m <sup>2</sup> ]	170,00			
Procjenjeni iznos investicije [kn]	38.828,00			
Ukupne uštede [kWh]	71.183,34			
Jedinična cijena [kn/kWh]	0,40			
Ukupne uštede [kn]	28.473,34			
Period povrata investicije $JPP$ [g]	1,36			

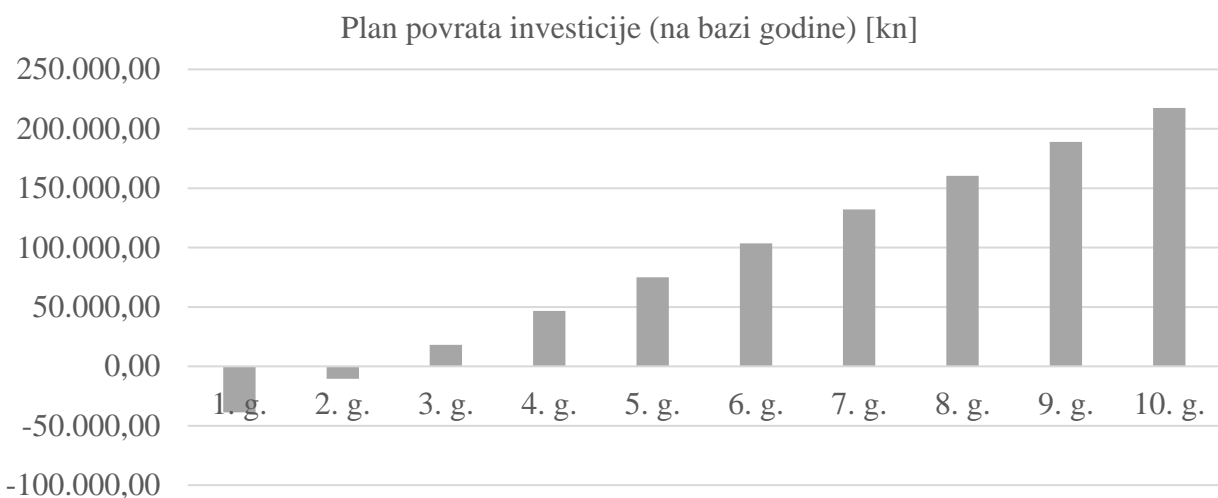
Najveći dopušteni  $U_{dop}$  [W/(m<sup>2</sup>K)] za građevni dio SV prema „Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama („Narodne novine“ broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18)“ je 0,25 W/(m<sup>2</sup>K), iz prethodne tablice vidljivo je da će  $U$  [W/(m<sup>2</sup>K)] nakon implementacije predložene mjere iznositi 0,58 W/(m<sup>2</sup>K). Iako iznos  $U$  [W/(m<sup>2</sup>K)] nije zadovoljen, zbog udobnosti boravka korisnika odabran je sloj toplinske izolacije od  $d=5$  cm kako ne bi znatno smanjili visinu stambenih prostora u kojima se ugrađuje toplinska izolacija.

Grafom (4.7.) dana je usporedba godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za stvarne klimatske podatke  $Q_{H,nd}$  [kWh/a] prije i poslije implementacije te prikaz ušteda  $Q_{H,nd}$  [kWh/a].



Graf 4.7. Usporedba  $Q_{H,nd}$  [kWh/a] prije i poslije implementacije mjere te prikaz ušteda.

Grafom (4.8.) prikazan je plan povrata investicije na bazi godine.



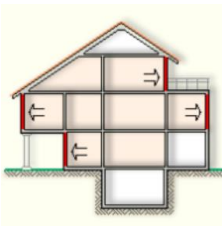
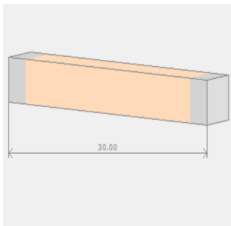
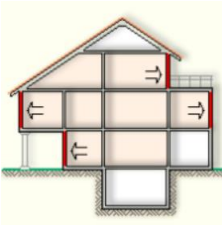
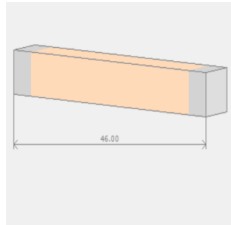
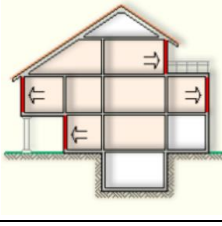
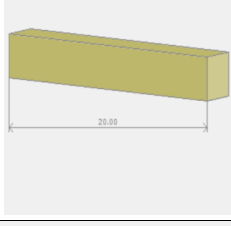
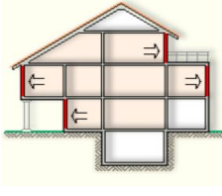

Graf 4.8. Plan povrata investicije (na bazi godine) [kn].

Implementacijom ove mjere uz investiciju od 38.828,00 kn ostvarile bi se uštede s u iznosu od 71.183,34 kWh/god odnosno godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke  $Q_{H,nd}$  bi iznosila 44.321,58 kWh/god a specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke bi se promijenila s  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] =76,34 kWh/m<sup>2</sup>/god na  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] =57,27 kWh/m<sup>2</sup>/god. Procijenjene uštede uz jediničnu cijenu od 0,40 kn/kWh iznose 28.473,34 kn/god te period povrata investicije za ovu mjeru iznosi 1,36 godina.

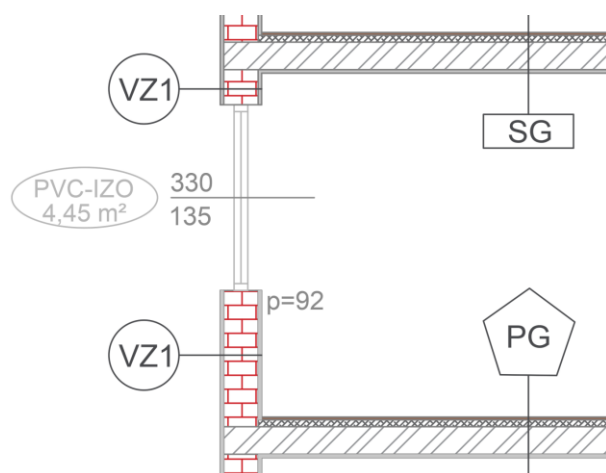
#### 4.5.2. Mjera 2 – ugradnja toplinske izolacije na zid VZ1, VZ2, VZ3 i VZ4

Mjerom 2 - ugradnja toplinske izolacije na zid VZ1, VZ2, VZ3 i VZ4, kao mjera za poboljšanje toplinskih svojstava vanjske ovojnice zgrade i smanjenje potrošnje energije za grijanje predlaže se ugradnja toplinske izolacije na vanjske zidove predmetne zgrade, zid VZ1, VZ2, VZ3 i VZ4, izolacija stiroporom (ekspandirani polistiren (EPS))  $d=15$  cm. Ugradnja sloja toplinske izolacije ekspandirani polistiren (EPS) predviđena je na postojeću fasadu. Tablicom (4.42.) i slikom (4.60.) dan je prikaz postojećeg stanja, prikaz predmetni građevnih dijelova te presjek na kojemu je vidljivi građevni dio VZ1 (kao primjer) u postojećem stanju, prije implementacije mjere.

Tablica 4.42. Podaci i prikaz građevnih dijelova VZ1, VZ2, VZ3 i VZ4 – prije implementacije mjere.

GRAĐ. DIO	SLOJ	$d$ [cm]	LOKACIJA/VRSTA GRAĐ. DIJELA	3D PRIKAZ	Koeficijent prolaska topline $U$ [ $W/m^2 K$ ]
Vanjski zidovi					
VZ1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	2,5			1,7
	1.02 Puna opeka od gline	25			
	3.03 Vapneno-cementna žbuka	2,5			
	UKUPNO:	30			
VZ2	3.03 Vapneno-cementna žbuka	4			1,24
	1.02 Puna opeka od gline	38			
	3.03 Vapneno-cementna žbuka	4			
	UKUPNO:	46			
VZ3	2.01 Armirani beton	20			4,05
	UKUPNO:	20			
VZ4	2.01 Armirani beton	40			3,09
	UKUPNO:	40			





Slika 4.60. Prikaz presjeka jednog od vanjskih zidova VZ – prije implementacije mjere.

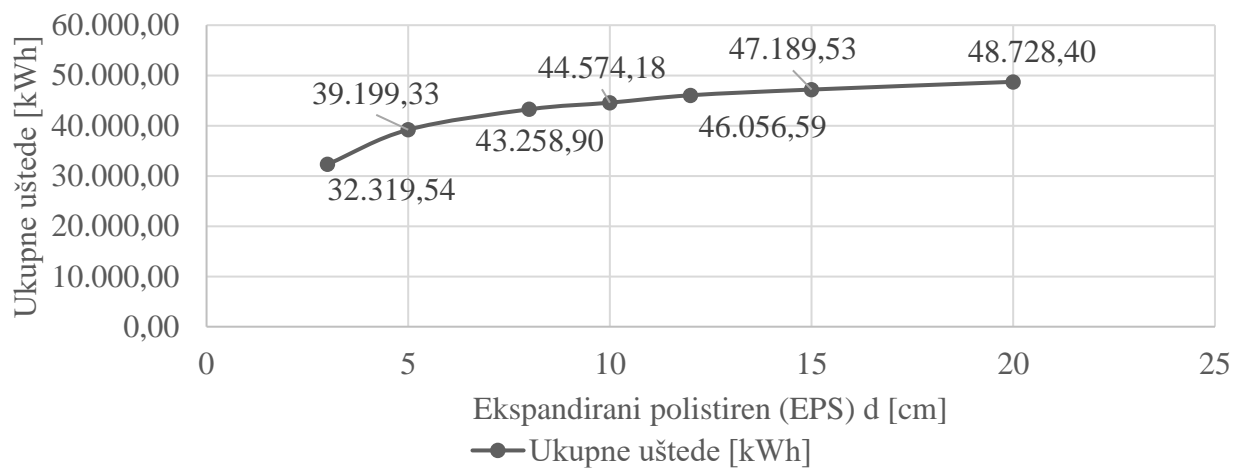
Debljina sloja toplinske izolacije ( $d=15$  cm) odabrana je prema rezultatima analize odnosno usporedbom ekonomskih pokazatelja (iznos investicije, uštede, period povrata...) i energetskih svojstava ukoliko se na vanjske zidove ugradi toplinska izolacija, usporedba pokazatelja i svojstava je napravljena na sedam različitih debljina sloja toplinske izolacije (ekspandirani polistiren (EPS)), od  $d=3$  cm do  $d=20$  cm. Uz uvjet da se zadovolji koeficijent prolaska topline  $U$  [ $W/(m^2K)$ ] koji za vanjske zidove koji dijele grijani prostor od vanjskog zraka prema „Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama („Narodne novine“ broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18)“ iznosi  $U_{dop}=0,30$   $W/(m^2K)$ . Rezultati prethodno opisane analize prikazani su tablicom (4.43.) i grafovima (4.9. i 4.10.) u nastavku.

Tablica 4.43. Ekonomska i energetska bilanca – mjera 1.

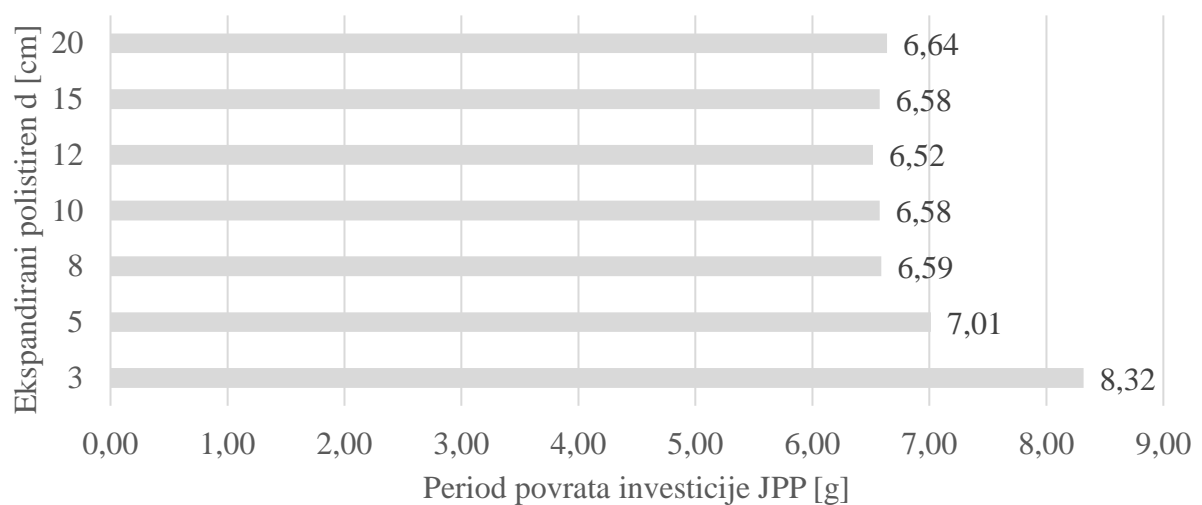
A	0	3	5	8	10	12	15	20
B	115.504,92	83.185,38	76.305,59	72.246,02	70.930,74	69.448,33	68.315,39	66.776,52
C	81,80	58,91	54,04	51,17	50,23	49,18	48,38	47,29
D	403,90	403,90	403,90	403,90	403,90	403,90	403,90	403,90
E	-	266,28	272,28	282,28	290,28	297,28	307,28	320,28
F	-	107.548,80	109.972,20	114.011,20	117.242,40	120.069,70	124.108,70	129.359,40
G	-	32.319,54	39.199,33	43.258,90	44.574,18	46.056,59	47.189,53	48.728,40
H	0,40							
I	-	12.927,82	15.679,73	17.303,56	17.829,67	18.422,64	18.875,81	19.491,36
J	-	8,32	7,01	6,59	6,58	6,52	6,58	6,64

Gdje je (prema oznakama A - J):

- A – Ekspandirani polistiren (EPS)  $d$  [cm],
- B – Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke  $Q_{H,nd}$  [kWh/a],
- C – Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine, za stvarne klimatske podatke  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] (za stambene ili nestambene zgrade),
- D – Površina građevnog dijela [m<sup>2</sup>],
- E – Procijenjeni iznos investicije [kn/m<sup>2</sup>],
- F – Procijenjeni iznos investicije [kn],
- G – Ukupne uštede [kWh],
- H – Jedinčna cijena [kn/kWh],
- I – Ukupne uštede [kn],
- J – Period povrata investicije  $JPP$  [g].



Graf 4.9. Prikaz veze između uštede u energiji za grijanje u kWh i debljine toplinske izolacije u cm.



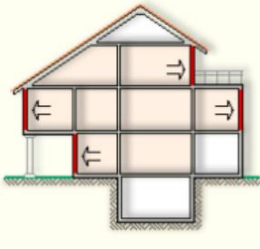
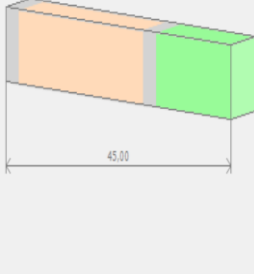
Graf 4.10. Prikaz veze između vremena perioda povrata investicije u godinama i debljine toplinske izolacije u cm.

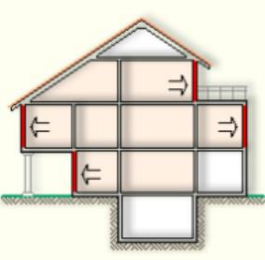
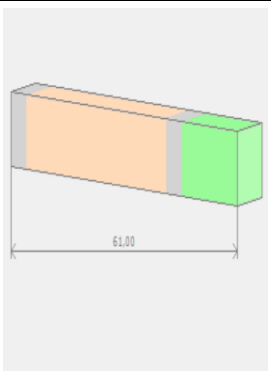
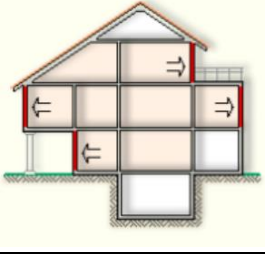
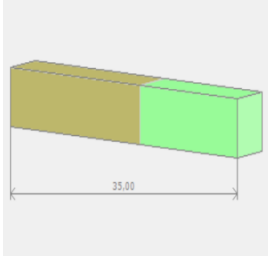
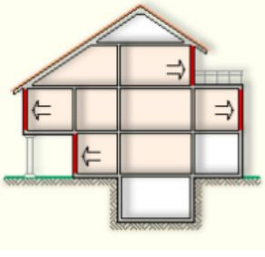
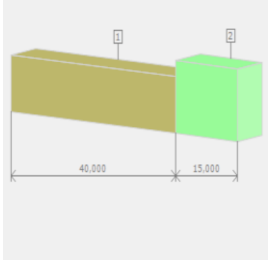
Iako je period povratna investicije za slučaj ugradnje toplinske izolacije od 12 cm (EPS-a) najpovoljniji (ugradnja 12 cm EPS-a je najoptimalnije rješenje, najkraći je period provrata investicije), za ovu mjeru odabrali smo sloj toplinske izolaciju od 15 cm (EPS-a) kako bi zadovoljili „Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama („Narodne novine“ broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18)“ odnosno koeficijent prolaska topline za vanjske zidove od  $U=0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , na svim predmetnim vanjskim zidovima.

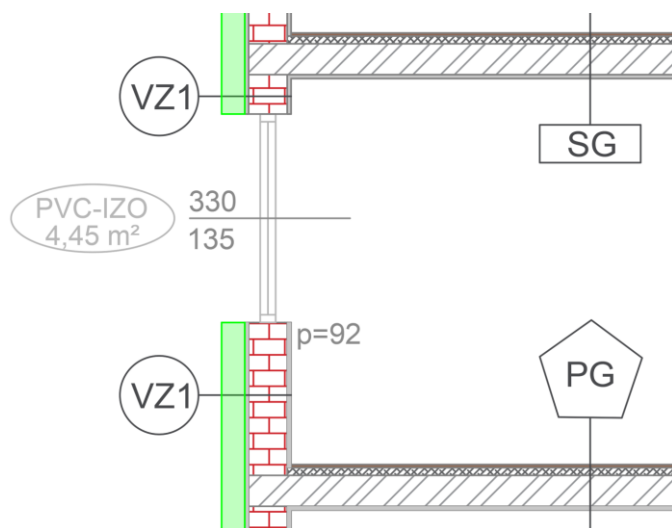
Proračun iznosa smanjenja koeficijenta prolaska topline građevnih dijelova VZ1, VZ2, VZ3 i VZ4, odnosno izračun koeficijenta prolaska topline  $U \text{ [W}/\text{m}^2 \text{ K]}$  nakon implementacije predmetne mjere te izračun ušteda u kWh odnosno izračun smanjenja iznosa godišnje potrebne energije za grijanje  $Q''_{\text{H,nd}}$ , dobiven je unosom dodatnog sloja (ekspandirani polistiren (EPS),  $d=15 \text{ cm}$ ) u postojeću fiziku predmetne zgrade, predmetnih građevnih dijelova. Unos u postojeći model fizike zgrade napravljen u programskom alatu KI Expert Plus v.7.5.0.0. Nakon unosa dodatnog sloja, nakon unesene prethodno opisane promjene u model fizike (nakon „implementacije“ mjere) ponovo je izrađen energetska certifikat i projekt fizike zgrade u kojemu su prikazani podaci o energetska svojstvima (nakon „implementacije“ mjere) potrebni za daljinu analizu odnosno izračun uštede u troškovima i periodu povrata investicije.

Tablicom (4.44.) i slikom (4.61.) dan je prikaz novog stanja, prikaz građevnih dijelova VZ1, VZ2, VZ3 i VZ4 te presjek na kojemu je vidljiv građevni dio VZ1 (kao primjer) u novom stanju, nakon implementacije mjere.

Tablica 4.44. Podaci i prikaz građevnih dijelova VZ1, VZ2, VZ3 i VZ4 – nakon implementacije mjere.

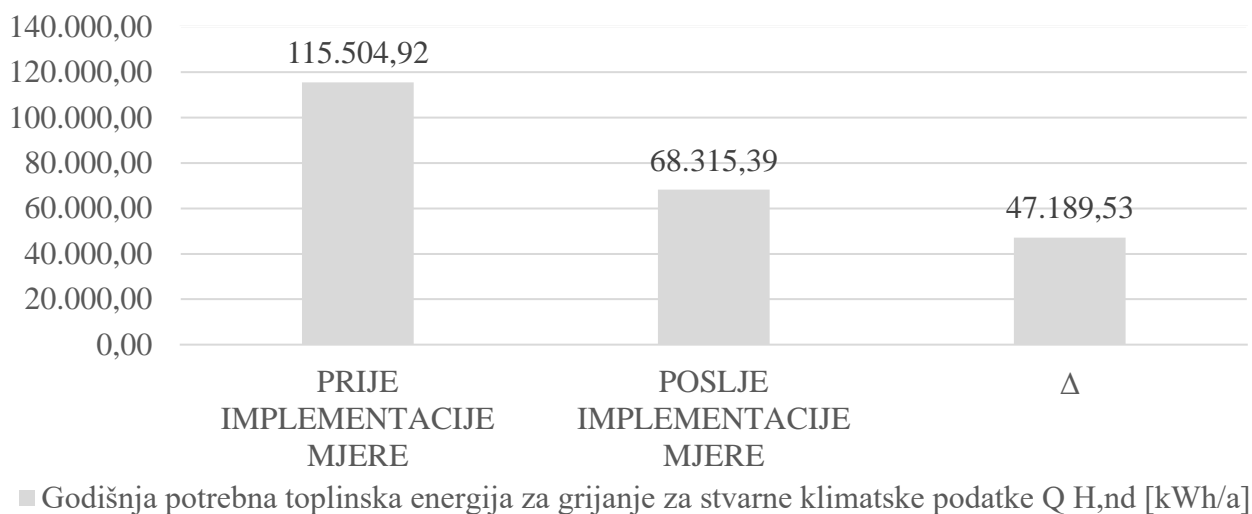
GRAĐ. DIO	SLOJ	$d$ [cm]	LOKACIJA/VRSTA GRAĐ. DIJELA	3D PRIKAZ	Koeficijent prolaska topline $U$ [W/m <sup>2</sup> K]
Vanjski zidovi					
VZ1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	2,5			0,22
	1.02 Puna opeka od gline	25			
	3.03 Vapneno-cementna žbuka	2,5			
	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	15			
	UKUPNO:	45			

VZ2	3.03 Vapneno-cementna žbuka	4			0,21
	1.02 Puna opeka od gline	38			
	3.03 Vapneno-cementna žbuka	4			
	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	15			
	UKUPNO:	61			
VZ3	2.01 Armirani beton	20			0,23
	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	15			
	UKUPNO:	35			
VZ4	2.01 Armirani beton	40			0,23
	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	15			
	UKUPNO:	55			



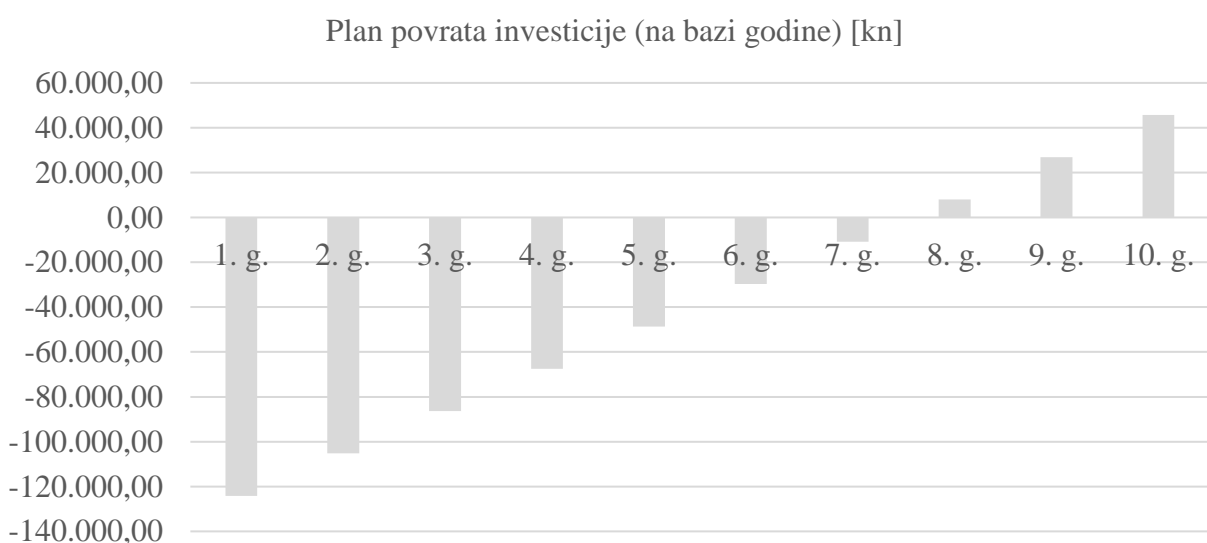
Slika 4.61. Prikaz presjeka jednog od vanjskih zidova VZ – nakon implementacije mjere.

Grafom (4.11.) dana je usporedba godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za stvarne klimatske podatke  $Q_{H,nd}$  [kWh/a] prije i poslije implementacije te prikaz ušteda  $Q_{H,nd}$  [kWh/a].



Graf 4.11. Usporedba  $Q_{H,nd}$  [kWh/a] prije i poslije implementacije mjere te prikaz ušteda.

Grafom (4.12.) prikazan je plan povrata investicije na bazi godine.



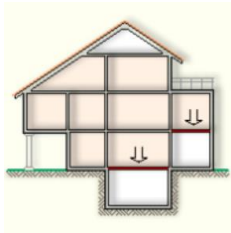
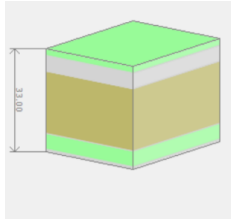
Graf 4.12. Plan povrata investicije (na bazi godine) [kn].

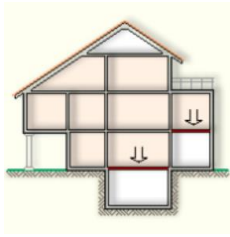
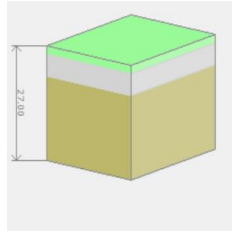
Implementacijom ove mjere uz investiciju od 124.108,70 kn ostvarile bi se uštede s u iznosu od 47.189,53 kWh/god odnosno godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke  $Q_{H,nd}$  bi iznosila 68.315,39 kWh/god a specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke bi se promijenila s  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] = 76,34 kWh/m<sup>2</sup>/god na  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] = 46,77 kWh/m<sup>2</sup>/god. Procijenjene uštede uz jediničnu cijenu od 0,40 kn/kWh iznose 18.875,81 kn/god te period povrata investicije za ovu mjeru iznosi 6,58 godina.

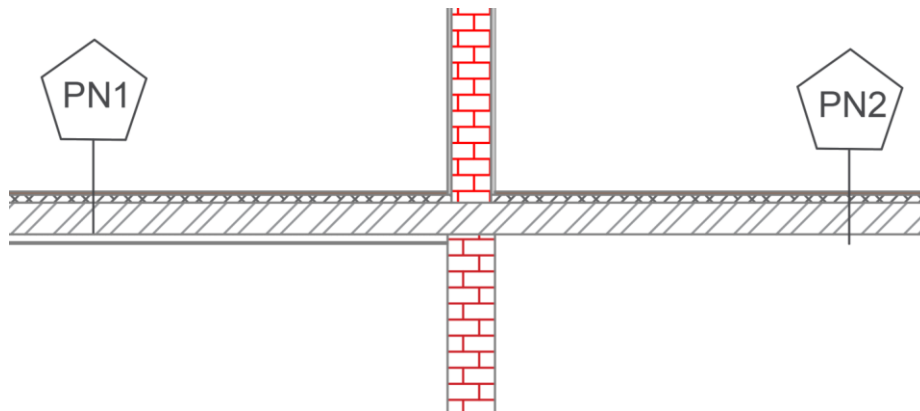
### 4.5.3. Mjera 3 – ugradnja toplinske izolacije na strop podruma PN1 i PN2

Mjerom 3 - ugradnja toplinske izolacije na strop na strop podruma PN1 i PN2, kao mjera za poboljšanje toplinskih svojstava vanjske ovojnice zgrade i smanjenje potrošnje energije za grijanje predlaže se ugradnja toplinske izolacije na strop podruma PN1 i PN2, izolacija stiroporom (ekspandirani polistiren (EPS))  $d=5$  cm na PN1 i  $d=10$  cm na PN2. Ugradnja sloja toplinske izolacije ekspandirani polistiren (EPS) predviđena je na strop kao prvi sloj gledano iz smjera negrijanog podruma. Debljina sloja toplinske izolacije ( $d=5$  cm na PN1 i  $d=10$  cm na PN2) odabrana je prema iskustvenim podacima iz prakse, sa strane energetske učinkovitosti debljim slojem toplinske izolacije povećavamo energetska svojstva, energetska učinkovitost a time smanjujemo godišnju potrebnu energiju za grijanje, međutim sa strane uporabljivosti prostora podruma (ostava i zajedničkih prostorija...) te mogućnostima ugradnje odabrano je  $d=5$  cm na PN1 i  $d=10$  cm na PN2 kako se visina prostora podruma ne bih znatno smanjila te time narušila uvjete korištenja podruma. Različita debljina sloja toplinske izolacije koja je predviđena za ugradnju na strop podruma za PN1 i PN2 nastala je iz razloga što je na strop podruma PN1 već ugrađen sloj toplinske izolacije (ekspandirani polistiren (EPS))  $d=5$  cm. Tablicom (4.45.) i slikom (4.62.) dan je prikaz postojećeg stanja, prikaz građevnog dijela PN1 i PN2 te presjek na kojemu su vidljivi građevni dijelovi PN1 i PN2 u postojećem stanju, prije implementacije mjere.

Tablica 4.45. Podaci i prikaz građevnih dijelova PN1 i PN2 – prije implementacije mjere.

GRAĐ DIO	SLOJ	$d$ [cm]	LOKACIJA/VRSTA GRAĐ. DIJELA	3D PRIKAZ	Koeficijent prolaska topline $U$ [W/m <sup>2</sup> K]
Stropovi prema negrijanim prostorijama					
PN1	4.06 Drvo - tvrdo - bjelogorica	2			0,54
	3.19 Cementni estrih	5			
	2.01 Armirani beton	20			
	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	5			
	3.16 Silikatna žbuka	1			
	UKUPNO:	33			

PN2	4.06 Drvo - tvrdo - bjelogorica	2			2,04
	3.19 Cementni estrih	5			
	2.01 Armirani beton	20			
	UKUPNO:	27			

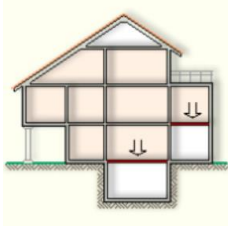
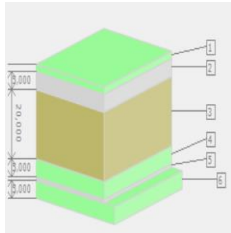
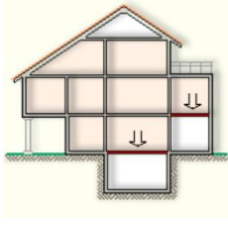
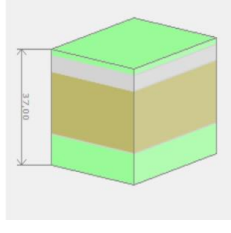


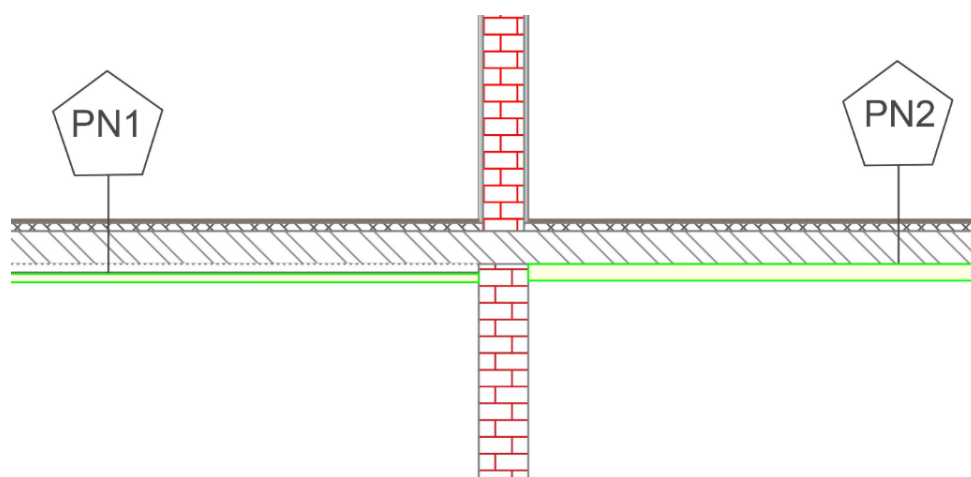
Slika 4.62. Prikaz presjeka građevnih dijelova PN1 i PN2 – prije implementacije mjere.

Proračun iznosa smanjenja koeficijenta prolaska topline građevnih dijelova PN1 i PN2, odnosno izračun koeficijenta prolaska topline  $U$  [ $W/m^2 K$ ] nakon implementacije predmetne mjere te izračun ušteda u kWh odnosno izračun smanjenja iznosa godišnje potrebne energije za grijanje  $Q''_{H,nd}$ , dobiven je unosom dodatnog sloja (ekspandirani polistiren (EPS),  $d=5$  cm na PN1 i  $d=10$  cm na PN2) u postojeću fiziku predmetne zgrade, predmetnih građevnih dijelova. Unos u postojeći model fizike zgrade napravljen u programskom alatu KI Expert Plus v.7.5.0.0. Nakon unosa dodatnog sloja, nakon unesene prethodno opisane promjene u model fizike (nakon „implementacije“ mjere) ponovo je izrađen energetski certifikat i projekt fizike zgrade u kojemu su prikazani podaci o energetskim svojstvima (nakon „implementacije“ mjere) potrebni za daljinu analizu odnosno izračun uštede u troškovima i periodi povrata investicije.

Tablicom (4.46.) i slikom (4.63.) dan je prikaz novog stanja, prikaz građevnih dijelova PN1 i PN2 te presjek na kojemu su vidljivi građevni dijelovi PN1 i PN2 u novom stanju, nakon implementacije mjere.

Tablica 4.46. Podaci i prikaz građevnih dijelova PN1 i PN2 – nakon implementacije mjere.

GRAĐ DIO	SLOJ	$d$ [cm]	LOKACIJA/VRSTA GRAĐ. DIJELA	3D PRIKAZ	Koeficijent prolaska topline $U$ [W/m <sup>2</sup> K]
Stropovi prema negrijanim prostorijama					
PN1	4.06 Drvo - tvrdo - bjelogorica	2			0,31
	3.19 Cementni estrih	5			
	2.01 Armirani beton	20			
	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	5			
	3.16 Silikatna žbuka	1			
	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	5			
	UKUPNO:	38			
PN2	4.06 Drvo - tvrdo - bjelogorica	2			0,31
	3.19 Cementni estrih	5			
	2.01 Armirani beton	20			
	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	10			
	UKUPNO:	37			



Slika 4.63. Prikaz presjeka građevnih dijelova PN1 i PN2 – nakon implementacije mjere.

U nastavku tablicom (4.47.) je dana usporedba pojedinih energetskih svojstava, usporedba koeficijenta prolaska topline građevnih dijelova PN1 i PN2 prije i poslije implementacije predložene mjere. Dan je pojednostavljeni troškovnik mjere (procijenjeni iznos investicije, procijenjene uštede...), iskazane cijene su bez PDV-a rezultati proračuna odnosno period povrata investicije prikazan je u nastavku.

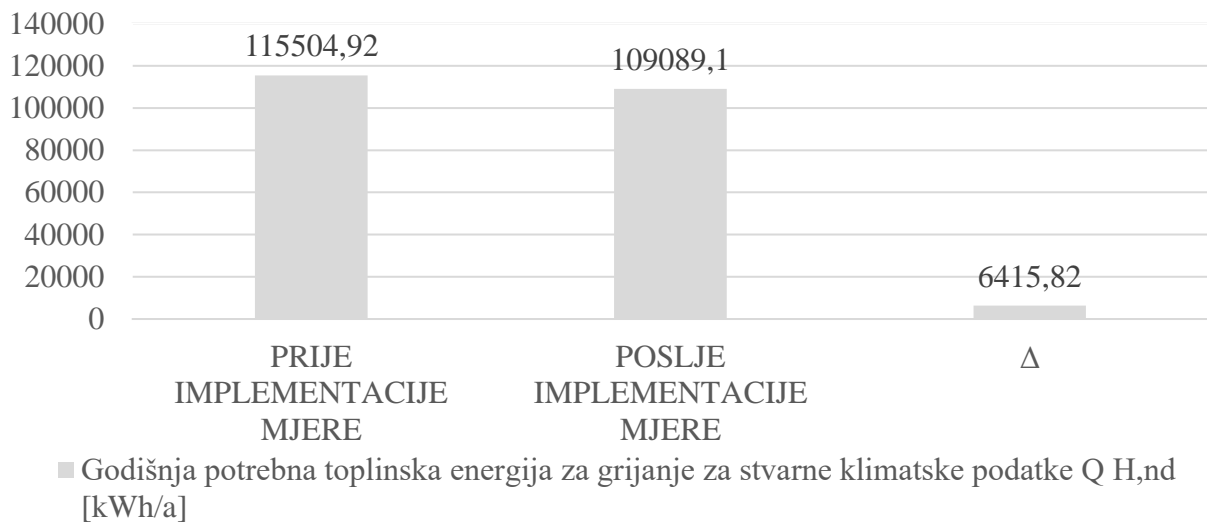


Tablica 4.47. Ekonomska i energetska bilanca – mjera 3.

STAVKA	PRIJE IMPLEMENTACIJE MJERE	POSLE IMPLEMENTACIJE MJERE	$\Delta$	$\Delta\%$
$Q''_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	76,34	74,19	1,16	1,54
$E_{prim}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	205,89	187,47	18,42	8,95
PN1 - Stropovi prema negrijanim prostorijama $U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,54	0,31	0,23	42,59
PN2 - Stropovi prema negrijanim prostorijama $U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	2,04	0,31	1,73	84,80
Stropovi prema negrijanim prostorijama $U_{dop}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,40			
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke $Q_{H,nd}$ [kWh/a]	115.504,92	109.089,10	6.415,82	5,55
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine zgrade, za stvarne klimatske podatke $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)] (za stambene ili nestambene zgrade)	81,80	77,26	4,54	5,55
Površina građevnog dijela [m <sup>2</sup> ]	PN1=	143,00	PN2=	118,00
Procjenjeni iznos investicije [kn/m <sup>2</sup> ]	PN1=	158,00	PN2=	176,00
Procjenjeni iznos investicije [kn]	43.362,00			
Ukupne uštede [kWh]	6.415,82			
Jedinična cijena [kn/kWh]	0,40			
Ukupne uštede [kn]	2.566,33			
Period povrata investicije $JPP$ [g]	16,90			

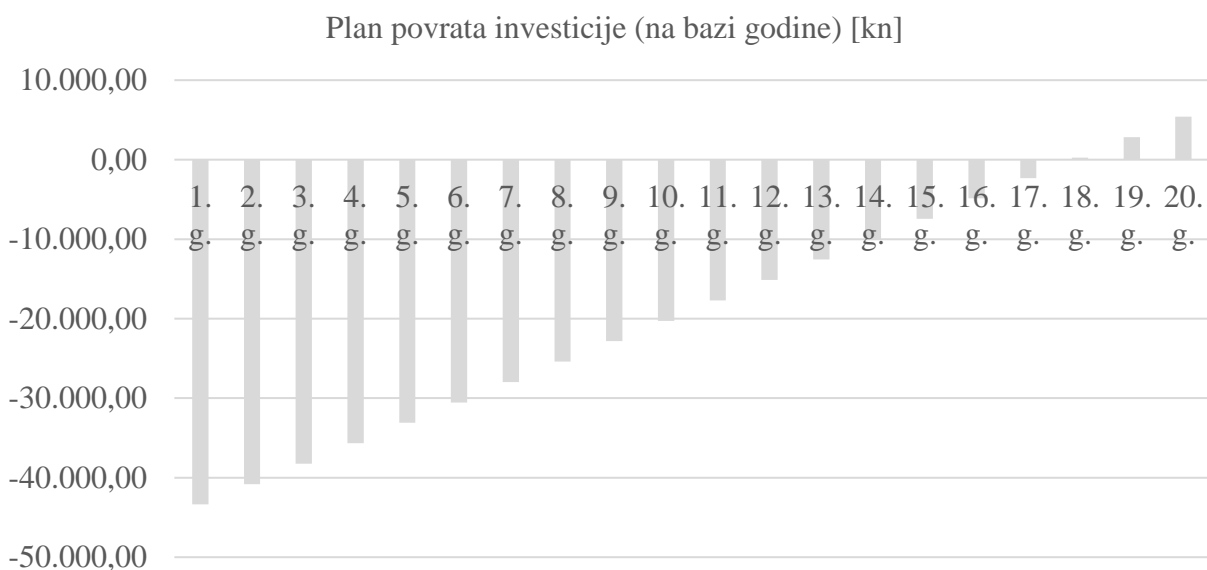
Najveći dopušteni  $U_{dop}$  [W/(m<sup>2</sup>K)] za građevne dijelove PN1 i PN2 prema „Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama („Narodne novine“ broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18)“ je 0,40 W/(m<sup>2</sup>K), iz prethodne tablice vidljivo je da će  $U$  [W/(m<sup>2</sup>K)] nakon implementacije predložene mjere iznositi 0,31 W/(m<sup>2</sup>K).

Grafom (4.13.) dana je usporedba godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za stvarne klimatske podatke  $Q_{H,nd}$  [kWh/a] prije i poslije implementacije te prikaz ušteda  $Q_{H,nd}$  [kWh/a].



Graf 4.13. Usporedba  $Q_{H,nd}$  [kWh/a] prije i poslije implementacije mjere te prikaz ušteda.

Grafom (4.14.) prikazan je plan povrata investicije na bazi godine.



Graf 4.14. Plan povrata investicije (na bazi godine) [kn].

Implementacijom ove mjere uz investiciju od 43.362,00 kn ostvarile bi se uštede s u iznosu od 6.415,82 kWh/god odnosno godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke  $Q_{H,nd}$  bi iznosila 109.089,10 kWh/god a specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke bi se promijenila s  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] =76,34 kWh/m<sup>2</sup>/god na  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] =74,19 kWh/m<sup>2</sup>/god. Procijenjene uštede uz jediničnu cijenu od 0,40 kn/kWh iznose 2.566,33 kn/god te period povrata investicije za ovu mjeru iznosi 16,90 godina.

#### 4.5.4. Mjera 4 - zamjena postojeće drvene stolarije novom PVC stolarijom

Mjerom 4 - zamjena postojeće drvene stolarije novom PVC stolarijom, kao mjera za poboljšanje toplinskih svojstava vanjske ovojnice zgrade i smanjenje potrošnje energije za grijanje predlaže se zamjena postojeće drvene stolarije sa dvostrukim ostakljenjem (sistem krilo na krilo) koeficijenta prolaska topline  $U_w = 2,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  te drvenih ulaznih vrata stambenih prostora bez ostakljenja koeficijenta prolaska topline  $U_w = 2,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  novom PVC stolarijom sa trostruko izolirajućim staklima s dva stakla niske emisije (dvije Low-E obloge) ukupnog koeficijenta prolaska topline  $U_w = 0,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Postojeća PVC stolarija na zgradi je energetska učinkovita koeficijenta prolaska topline  $U_w = 1,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  što u potpunosti zadovoljava „Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama („Narodne novine“ broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18)“, najveći dopušteni koeficijenta prolaska topline  $U_{\text{dop}} [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$  za predmetne otvore je  $1,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Nova (prethodno opisana) PVC stolarija koja će zamijeniti postojeću drvenu stolariju odnosno karakteristike nove PVC stolarije (materijal okvira, vrsta ostakljenja, koeficijenta prolaska topline...) i jedinična cijena stolarije od  $2.000,00 \text{ kn}/\text{m}^2$  su odabrane prema iskustvenim podacima iz prakse, razgovorom sa nekoliko različitih prodavača i građevinskih izvođača radova. Cijene na tržištu znatno ovise o prethodno navedenim karakteristikama stolarije, lokaciji na kojoj se stolarija kupuje, prodavaču, broju otvora, veličini otvora, raznim dodacima (zasjenjenima, boji stolarije...) i nisu striktno definirane, budući da je na iste moguće kod određenih prodavača (ukoliko isti vrši i zamjenu stolarije) ostvariti dodatne popuste.

Tablicom (4.48.) dan je prikaz karakteristika postojeće drvene stolarije koja će se zamijeniti novom PVC stolarijom, a slikom (4.64.) karakteristični postojeći otvor na kojem će se implementirati mjera.

Tablica 4.48. Podaci i prikaz karakteristika postojeće drvene stolarije koja će se zamijeniti novom PVC stolarijom.

NAZIV OTVORA	KOEFICIJENTA PROLASKA TOPLINE $U_w$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	ORIJENTACIJA	POVRŠINA OTVORA $A_w$	BROJ OTVORA [n]	UKUPNA POVRŠINA OTVORA $A_{w, uk}$
D-KNK 1	2,70	Istok	4,45	12,00	53,40
		Zapad	4,45	12,00	53,40
D-KNK 2	2,70	Istok	1,28	12,00	15,36
		Zapad	1,28	12,00	15,36
D-KNK 3	2,70	Istok	2,14	4,00	8,56
		Zapad	2,14	6,00	12,84
D-KNK 4	2,70	Sjever	0,84	3,00	2,52
D-D 1	2,50	Sjever	1,95	13,00	25,35
UKUPNO	-	-	-	74,00	186,79



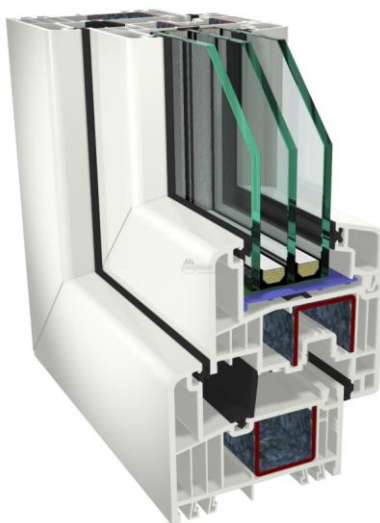
Slika 4.64. Prikaz karakterističnog postojećeg otvora na kojem će se implementirati mjera.

Proračun ušteda u kWh implementacijom mjere, odnosno izračun smanjenja iznosa godišnje potrebne energije za grijanje  $Q''_{H,nd}$ , dobiven je izmjenom koeficijenta prolaska topline  $U_w$  [W/(m<sup>2</sup>K)] za predmetne otvore sa postojećeg koeficijenta prolaska topline na koeficijent prolaska topline nove PVC stolarije  $U_w = 0,70$  W/(m<sup>2</sup>K) u postojeću fiziku predmetne zgrade. Unos u postojeći model fizike zgrade napravljen u programskom alatu KI Expert Plus v.7.5.0.0. Nakon unesene prethodno opisane promjene u model fizike (nakon „implementacije“ mjere) ponovo je izrađen energetska certifikat i projekt fizike zgrade u kojemu su prikazani podaci o energetskim svojstvima (nakon „implementacije“ mjere) potrebni za daljinu analizu odnosno izračun uštede u troškovima i periodu povrata investicije.

Tablicom (4.49.) dan je prikaz karakteristika nove PVC stolarije koja će zamijeniti postojeću drvenu stolariju, a slikom (4.65.) prikaz presjeka nove PVC stolarije.

Tablica 4.49. Podaci i prikaz karakteristika nove PVC stolarije.

NAZIV OTVORA	KOEFICIJENTA PROLASKA TOPLINE $U_w$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	ORIJENTACIJA	POVRŠINA OTVORA $A_w$	BROJ OTVORA [n]	UKUPNA POVRŠINA OTVORA $A_{w, uk}$
D-KNK 1	0,70	Istok	4,45	12,00	53,40
		Zapad	4,45	12,00	53,40
D-KNK 2	0,70	Istok	1,28	12,00	15,36
		Zapad	1,28	12,00	15,36
D-KNK 3	0,70	Istok	2,14	4,00	8,56
		Zapad	2,14	6,00	12,84
D-KNK 4	0,70	Sjever	0,84	3,00	2,52
D-D 1	0,70	Sjever	1,95	13,00	25,35
UKUPNO	-	-	-	74,00	186,79



Slika 4.65. Prikaz presjeka nove PVC stolarije.

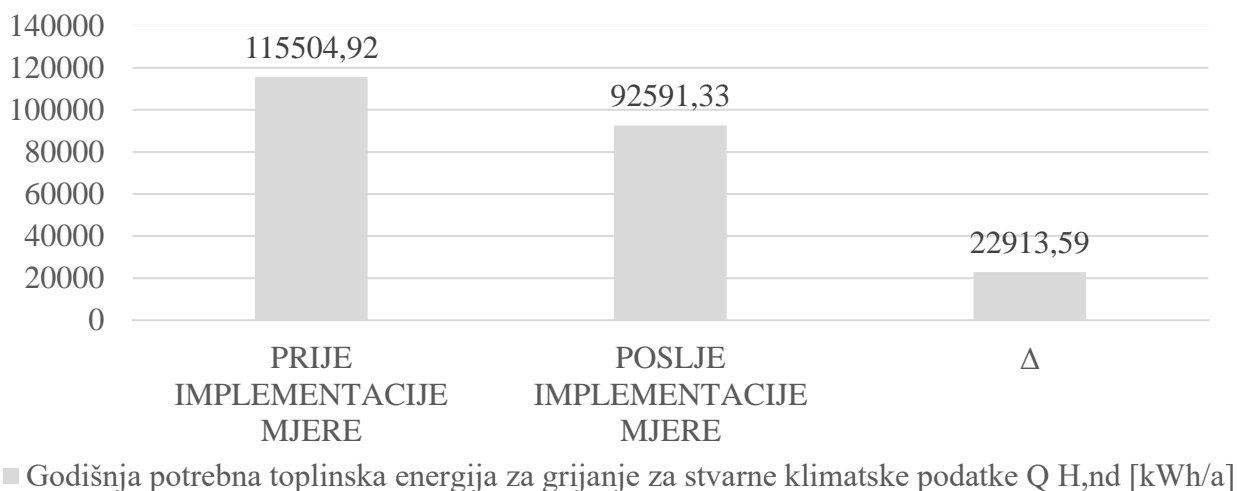
U nastavku tablicom (4.50.) je dana usporedba pojedinih energetskih svojstava, usporedba koeficijenta prolaska topline predmetnih otvora prije i poslije implementacije predložene mjere. Dan je pojednostavljeni troškovnik mjere (procijenjeni iznos investicije, procijenjene uštede...), iskazane cijene su bez PDV-a rezultati proračuna odnosno period povrata investicije prikazan je u nastavku.

Tablica 4.50. Ekonomska i energetska bilanca – mjera 4.

STAVKA	PRIJE IMPLEMENTACIJE MJERE	POSILJE IMPLEMENTACIJE MJERE	$\Delta$	$\Delta\%$
$Q''_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	76,34	63,03	12,32	16,35
$E_{prim}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	205,89	181,13	24,76	12,03
Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja $U_w$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	2,70	0,70	2,00	74,07
Vanjska vrata s neprovidnim vratnim krilom $U_w$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	2,50	0,70	1,80	72,00
Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja $U_{dop}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,60			
Vanjska vrata s neprovidnim vratnim krilom $U_{dop}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	2,00			
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke $Q_{H,nd}$ [kWh/a]	115.504,92	92.591,33	22.913,59	19,84
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine zgrade, za stvarne klimatske podatke $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)] (za stambene ili nestambene zgrade)	81,80	65,57	16,23	19,84
Površina građevnog dijela [m <sup>2</sup> ]	186,79			
Procjenjeni iznos investicije [kn/m <sup>2</sup> ]	2.000,00			
Procjenjeni iznos investicije [kn]	373.580,00			
Ukupne uštede [kWh]	22.913,59			
Jedinična cijena [kn/kWh]	0,40			
Ukupne uštede [kn]	9.165,44			
Period povrata investicije $JPP$ [g]	40,76			

Najveći dopušteni  $U_{dop}$  [W/(m<sup>2</sup>K)] za predmetne otvore prema „Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama („Narodne novine“ broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18)“ je 2,00 W/(m<sup>2</sup>K) za vanjska vrata s neprovidnim vratnim krilom a 1,60 W/(m<sup>2</sup>K) za prozore, balkonska vrata, krovne prozore, prozračne elemente pročelja, iz prethodne tablice vidljivo je da će  $U_w$  [W/(m<sup>2</sup>K)] nakon implementacije predložene mjere iznositi 0,70 W/(m<sup>2</sup>K).

Grafom (4.15.) dana je usporedba godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za stvarne klimatske podatke  $Q_{H,nd}$  [kWh/a] prije i poslije implementacije te prikaz ušteda  $Q_{H,nd}$  [kWh/a].



Graf 4.15. Usporedba  $Q_{H,nd}$  [kWh/a] prije i poslije implementacije mjere te prikaz ušteda.

Grafom (4.16.) prikazan je plan povrata investicije na bazi godine.



Graf 4.16. Plan povrata investicije (na bazi godine) [kn].

Implementacijom ove mjere uz investiciju od 373.580,00 kn ostvarile bi se uštede s u iznosu od 22.913,59 kWh/god odnosno godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke  $Q_{H,nd}$  bi iznosila 92.591,33 kWh/god a specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke bi se promijenila s  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] =76,34 kWh/m<sup>2</sup>/god na  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] =63,03 kWh/m<sup>2</sup>/god. Procijenjene uštede uz jediničnu cijenu od 0,40 kn/kWh iznose 9.165,44 kn/god te period povrata investicije za ovu mjeru iznosi 40,76 godina. Iako je period povrata investicije za ovu mjeru dulji od 40 godina i mjera nije ekonomski opravdana u ovoj mjeri je zbog općeg stanja velikog broja otvora zgrade, prvo potrebno promatrati tehničko stanje stolarije (postojeća stolarija je dotrajala, prozori nedihčaju, tijekom vremena pojavila su se razna oštećenja, drveni okviri su ispucali, pojedini elementi zasjenjena nisu više u funkciji) iz aspekta udobnosti boravka i zadovoljavanju minimalnih tehničkih uvjeta pa tek onda energetski aspekt i isplativost investicije.

#### 4.5.5. Sumarni prikaz mjera

Na temelju podataka prikupljenih iz provedenog energetskeg pregleda predmetne zgrade izvršena je analiza zgrade pri čemu su analizirana svojstva vanjske ovojnice zgrade, termotehnički, elektrotehnički i sustavi potrošnje vode. Na temelju podataka dobivenih analizom predložene su mjere poboljšanja energetske učinkovitosti (mjere 1-4).

Tablicom (4.51.) dan je prikaz ključnih podataka svih predloženih mjera s uračunatom međuovisnosti.

Međuovisnosti pojedinih mjera u energetskej analizi je međusobna veza između pojedinih mjera, implementacija jedne mjere može bitno promijeniti rezultate (iznos uštede, perioda povrata investicije) druge mjere.

Kao primjer možemo uzeti slučaj za predmetnu zgradu, implementacijom prve mjere ostvariti ćemo uštede u godišnjoj potrebnoj toplinskej energiji za grijanje za stvarne klimatske podatke  $Q_{H,nd}$  [kWh/a] u iznosu od 61,63 % ( $Q_{H,nd}$  [kWh/a] će se smanjiti sa 115.504,92 kWh/a na 44.321,58 kWh/a). Implementacijom druge mjere  $Q_{H,nd}$  [kWh/a] će se smanjiti za 40,85 % (za 47.189,53 kWh/a).

Međutim to više nije iznos od 40,85 % u odnosu na  $Q_{H,nd} = 115.504,92$  kWh/a nego u odnosu na  $Q_{H,nd}$  [kWh/a] nakon implementacije prve mjere odnosno  $Q_{H,nd} = 44.321,58$  kWh/a.

Podatak o uštedi od 47.189,53 kWh/a (40,85 % u odnosu na 115.504,92 kWh/a) nije točan već će stvarni iznos uštede druge mjere iznositi 18.105,36 kWh/a (40,85 % u odnosu na 44.321,58 kWh/a,  $Q_{H,nd}$  [kWh/a] nakon implementacije prve mjere).

Izračun međuovisnosti je napravljen za sve predložene mjere, odnosno sve mjere su uzete u obzir pri izračunu utjecaja međuovisnosti, izračuna ušteda u kWh, perioda povrata investicije... sa međuovisnosti.

Točan i precizan izračun ušteda u kWh, perioda povrata investicije... sa međuovisnosti je izvršen na način da je u postojeću fiziku predmetne zgrade (unos u postojeći model fizike zgrade napravljen u programskom alatu KI Expert Plus v.7.5.0.0.) unesena promjena odnosno implementirali smo mjere u modelu fizike zgrade, nakon unesene prethodno opisane promjene u model fizike (nakon „implementacije“ mjera) ponovo je izrađen energetske certifikat i projekt fizike zgrade u kojemu su prikazani podaci o energetskeim svojstvima (nakon „implementacije“ mjera) potrebni za daljinu analizu odnosno izračun uštede u troškovima i periodi povrata investicije kombinacije predloženih mjera.



Implementacijom ove kombinacije mjera poboljšanja energetske učinkovitosti (mjere 1-4) uz procijenjenu investiciju od 579.878,70 kn ostvaruju uštede u  $Q_{H,nd}$  [kWh/a] od 87.417,10 kWh godišnje, uz novčanu uštedu od 34.966,84 kn godišnje period povrata investicije iznosi 16,58 godina. Godišnja potrebna energija za grijanje bi iznosila 28.087,82 kWh/god a specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke bi se promijenila s  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] =76,34 kWh/m<sup>2</sup>/god (energetski razred C) na  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] =18,52 kWh/m<sup>2</sup>/god (energetski razred A).

Za realizaciju predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti potrebno je izraditi projektnu dokumentaciju (glavni projekt energetske obnove) i troškovnike predloženih mjera, te nakon toga studiju izvodljivosti ili detaljan investicijski plan. Investitoru odnosno vlasniku / korisniku prostora predlaže se da projekt energetske obnove prostora aplicira prema Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost i/ili prema nekom od Europskih fondova ili da prihvati ESCO model energetske obnove zgrade nekog od pružatelja usluga ESCO modela.

Tablica 4.51. Ekonomska i energetska bilanca – kombinacije mjera 1-4 s uračunatom međuovisnosti.

GRUPA	REDNI BROJ	PRIJE IMPLEMENTACIJE KOMBINACIJE MJERE	POSLJE IMPLEMENTACIJE KOMBINACIJE MJERE	$\Delta$	$\Delta\%$
ENERGETSKI RAZRED	6	C	A	-	-
	7	76,34	18,52	57,82	75,74
	8	C	C	-	-
	9	189,82	143,19	46,63	24,57
	10	148,89	99,64	49,25	33,08
	11	33,54	22,90	10,64	31,72
	12	1,18	0,35	0,83	70,34
REFERENTNI KLIMATSKI PODACI	21	107.791,70	26.153,17	81.638,53	75,74
	22	76,34	18,52	57,82	75,74
	23	45.150,88	57.449,70	-12.298,82	-27,24
	24	31,98	40,69	-8,71	-27,24
	25	210.232,20	140.688,30	69.543,90	33,08
	26	148,89	99,64	49,25	33,08
	27	268.025,60	202.177,30	65.848,30	24,57
STVARNI KLIMATSKI PODACI	28	189,82	143,19	46,63	24,57
	29	282.370,48	187.714,52	94.655,96	33,52
	30	199,98	132,94	67,04	33,52
	31	115.504,92	28.087,82	87.417,10	75,68
	32	81,80	19,89	61,91	75,68
	33	47.107,33	51.007,27	-3.899,94	-8,28
34	33,36	36,12	-2,76	-8,27	
Iznos investicije kombinacije mjera [kn]			579.878,70		
Ukupne uštede [kWh]			87.417,10		
Jedinična cijena [kn/kWh]			0,40		
Ukupne uštede [kn]			34.966,84		
Period povrata investicije <i>JPP</i> [g]			16,58		

Iznosi u tablici (4.51.) prikazani su prema rednim brojevima koji predstavljaju energetske veličine prethodno opisane u poglavlju (4.4.), veza broj – veličina je identična kao i za tablice (4.30., 4.31., 4.32.).

## 4.6. Rezultati proračuna – novo stanje

Primjenom mjera poboljšanja energetske učinkovitosti koje su opisane u poglavlju (4.5.) na postojeće stanje zgrade opisano u poglavlju (4.3.) u nastavku dana je analiza i obrazloženje rezultata analize pojedinih energetske veličina nakon energetske obnove zgrade odnosno nakon implementacije mjera poboljšanja energetske učinkovitosti koje su navedene i detaljno opisane u poglavlju (4.5.).

### 4.6.1. Predmetna zgrada

Analiza fizike zgrade odnosno izračun energetske svojstava predmetne zgrade (svih stambenih jedinica (stanova) promatranih kao jedna grijana cjelina, nakon implementacije predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti prikazana je u nastavku.

Opis predmetne zgrade, prikaz referentne površine korištene pri izračunima, opis vanjske ovojnice prikazani su i opisani u poglavlju (4.3.1.).

Nakon što smo u postojeći (postojeće stanje) model fizike zgrade izrađenog prema „Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ u „programski paket KI Expert Plus v.7.5.0.0“ unijeli promjene odnosno implementirali mjere poboljšanja energetske učinkovitosti, za predmetnu zgradu izradili smo energetski certifikat i projekt fizike zgrade prema novom stanju, rezultati proračuna su prikazani u tablici (4.52.).

Izvršenim proračunom za novo stanje prema „Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ energetski razred predmetne zgrade je indikator energetske svojstava zgrade, a izražen je preko specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske podatke koja za predmetnu zgradu za novo stanje iznosi  $Q_{H,nd} = 26.153,17$  kWh/a. Ista energija ( $Q_{H,nd}$ ) svedena na jedinicu korisne površine zgrade ( $A_k=1.412,00$  m<sup>2</sup>) iznosi  $Q''_{H,nd} = 18,52$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $15 < Q''_{H,nd} \leq 25$  kWh/(m<sup>2</sup>a), što ovu građevinu svrstava u energetski razred A prema „specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje za referentne klimatske podatke“.

Energetski razred prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji za novo stanje koja iznosi  $E_{\text{prim}} = 143,19 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  odnosno  $120 < E_{\text{prim}} \leq 265 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  je C.

Implementiranjem predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti u poglavlju (4.5.) na predmetnoj zgradi se energetska učinkovitost poboljšava po pitanju:

- ugradnje toplinska izolacija  $d=15 \text{ cm}$  (ekspandirani polistiren (EPS) na vanjske zidove,
- postojeća stolarija se zamjenjuje novom energetski učinkovitim PVC stolarijom,
- na strop prema van se ugrađuje toplinska izolacija  $d=5 \text{ cm}$  (ekspandirani polistiren (EPS).
- na strop podruma se ugrađuje toplinska izolacija  $d=5 \text{ cm}$  na PN1 i  $d=10 \text{ cm}$  na PN2 (ekspandirani polistiren (EPS).

Primjenom prethodno navedenih predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti detaljno opisanih u poglavlju (4.5.) za predmetnu zgradu se:

- $Q_{\text{H,nd}}$  od  $107.791,70 \text{ kWh/a}$  se smanjio na  $26.153,17 \text{ kWh}$ ,
- $Q''_{\text{H,nd}}$  od  $76,34 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  se smanjio na  $18,52 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ,
- energetski razred predmetne zgrade se promijenio sa C na A,
- ostvarile su se uštede u godišnjoj potrošnji energije za grijanje  $Q_{\text{H,nd}} = 81.638,53 \text{ kWh/a}$ .

Tablica 4.52. Ključni podaci rezultata proračuna predmetne zgrade-novo stanje.

PODACI O PROSTORU	REDNI BROJ	PREDMETNI PROSTOR:	Predmetna zgrada
	1	Ploština korisne površine grijanog dijela predmetnog prostora $A_k$ [ $\text{m}^2$ ]	1.412,00
2	Građevinska bruto površina grijanog dijela predmetnog prostora $P_b$ [ $\text{m}^2$ ]	2.084,00	
3	Oplošje grijanog dijela predmetnog prostora $A$ [ $\text{m}^2$ ]	1.887,78	
4	Obujam grijanog dijela predmetnog prostora $V_e$ [ $\text{m}^3$ ]	4.644,74	
5	Faktor oblika predmetnog prostora $f_0$ [ $\text{m}^{-1}$ ]	0,41	
ENERGETSKI RAZRED	6	Energetski razred prema specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje $Q''_{\text{H,nd}}$ [ $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ]	A
	7		18,52
	8	Energetski razred prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji $E_{\text{prim}}$ [ $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ]	C
	9		143,19
	10	Specifična godišnja isporučena energija $E_{\text{del}}$ [ $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ]	99,64
	11	Specifična godišnja emisija $\text{CO}_2$ [ $\text{kg}/(\text{m}^2 \text{a})$ ]	22,90
	12	Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka $H'_{\text{tr,adj}}$ [ $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ]	0,35

GRAD. DIJELOVI ZGRADE $U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	13	Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, provjetravanom tavanu	0,22
	14	Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema provjetravanom tavanu	0,58
	15	Zidovi prema tlu, podovi prema tlu	1,86
	16	Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže	-
	17	Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0°C	1,48
	18	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi pročelja	0,70
	19	Vanjska vrata s neprozirnim krilom	0,70
	20	Zidovi i stropovi između samostalnih uporabnih cjelina predmetnog prostora	0,64
REFERENTNI KLIMATSKI PODACI	21	Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ - Ukupno [kWh/a]	26.153,17
	22	Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ - Specifično [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	18,52
	23	Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$ - Ukupno [kWh/a]	57.449,70
	24	Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$ - Specifično [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	40,69
	25	Godišnja isporučena energija $E_{del}$ - Ukupno [kWh/a]	140.688,30
	26	Godišnja isporučena energija $E_{del}$ - Specifično [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	99,64
	27	Godišnja primarna energija $E_{prim}$ - Ukupno [kWh/a]	202.177,30
	28	Godišnja primarna energija $E_{prim}$ - Specifično [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	143,19
STVARNI KLIMATSKI PODACI	29	Godišnja potrebna primarna energija za stvarne klimatske podatke $E_{prim}$ [kWh/a]	187.714,52
	30	Godišnja potrebna primarna energija po jedinici ploštine korisne površine predmetnog prostora za stvarne klimatske podatke $E_{prim}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)] (za stambene ili nestambene zgrade)	132,94
	31	Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke $Q_{H,nd}$ [kWh/a]	28.087,82
	32	Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine predmetnog prostora, za stvarne klimatske podatke $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	19,89
	33	Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$ [kWh/a] (za zgrade sa sustavom hlađenja)	51.007,27
	34	Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine predmetnog prostora $Q''_{C,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)] (za zgrade sa sustavom hlađenja)	36,12

## 4.6.2. STAN 5-L2

Analiza fizike stambenog prostora „STAN 5-L2“ odnosno izračun energetske svojstava nakon implementacije predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti prikazana je u nastavku.

Opis predmetnog stana, prikaz referentne površine korištene pri izračunima, opis vanjske ovojnice i izloženosti stana vanjskim utjecajima kao i geometrijski položaj u zgradi prikazani su i opisani u poglavlju (4.3.2.).

Nakon što smo u postojeći (postojeće stanje) model fizike predmetnog stana izrađenog prema „Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ u „programski paket KI Expert Plus v.7.5.0.0“ unijeli promjene odnosno implementirali mjere poboljšanja energetske učinkovitosti, za predmetni stan izradili smo energetske certifikat i projekt fizike predmetnog stana prema novom stanju, ključni rezultati proračuna za predmetni stan (novo stanje) prikazani su u poglavlju (4.7.).

Izvršenim proračunom za novo stanje prema „Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ energetske razred predmetnog stana je indikator energetske svojstava zgrade, a izražen je preko specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske podatke koja za predmetni stan za novo stanje iznosi  $Q_{H,nd} = 2.135,33$  kWh/a. Ista energija ( $Q_{H,nd}$ ) svedena na jedinicu korisne površine predmetnog stana ( $A_k = 59,25$  m<sup>2</sup>) iznosi  $Q_{H,nd} = 36,04$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $25 < Q_{H,nd} \leq 50$  kWh/(m<sup>2</sup>a), što predmetni stan svrstava u energetske razred B prema „specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje za referentne klimatske podatke“.

Energetski razred prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji za novo stanje koja iznosi  $E_{prim} = 78,34$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $E_{prim} \leq 80$  kWh/(m<sup>2</sup>a) je A+.

Implementiranjem predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti u poglavlju (4.5.) na predmetnoj zgradi za predmetni stan se energetska učinkovitost poboljšava po pitanju:

- ugradnje toplinska izolacija  $d=15$  cm (ekspandirani polistiren (EPS)) na vanjske zidove,
- postojeća stolarija se zamjenjuje novom energetske učinkovitom PVC stolarijom,
- na strop prema van se ugrađuje toplinska izolacija  $d=5$  cm (ekspandirani polistiren (EPS)).

Primjenom prethodno navedenih predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti detaljno opisanih u poglavlju (4.5.) za predmetni stan se:

- $Q_{H,nd}$  od 11.308,50 kWh/a se smanjio na 2.135,33 kWh,
- $Q''_{H,nd}$  od 190,86 kWh/(m<sup>2</sup>a) se smanjio na 36,04 kWh/(m<sup>2</sup>a),
- energetski razred predmetnog stana se promijenio sa E na B,
- ostvarile su se uštede u godišnjoj potrošnji energije za grijanje  $Q_{H,nd} = 9.173,17$  kWh/a.

Predmetna zgrada (cijela zgrada) nakon implementacije predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti svrstana je u energetski razred A, međutim predmetni stan je zbog svojeg geometrijskog položaja u zgradi odnosno razini izloženosti vanjske ovojnice prema vanjskom prostoru (strop SV i vanjski zid VZ1) svrstan u energetski razred B.

#### 4.6.3. STAN 5-D1

Analiza fizike stambenog prostora „STAN 5-D1“ odnosno izračun energetske svojstava nakon implementacije predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti prikazana je u nastavku.

Opis predmetnog stana, prikaz referentne površine korištene pri izračunima, opis vanjske ovojnice i izloženosti stana vanjskim utjecajima kao i geometrijski položaj u zgradi prikazani su i opisani u poglavlju (4.3.3.).

Nakon što smo u postojeći (postojeće stanje) model fizike predmetnog stana izrađenog prema „Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ u „programski paket KI Expert Plus v.7.5.0.0“ unijeli promjene odnosno implementirali mjere poboljšanja energetske učinkovitosti, za predmetni stan izradili smo energetski certifikat i projekt fizike predmetnog stana prema novom stanju, ključni rezultati proračuna za predmetni stan (novo stanje) prikazani su u poglavlju (4.7.).

Izvršenim proračunom za novo stanje prema „Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ energetski razred predmetnog stana je indikator energetske svojstava zgrade, a izražen je preko specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske podatke koja za predmetni stan za novo stanje iznosi  $Q_{H,nd} = 2.140,49$  kWh/a. Ista energija ( $Q_{H,nd}$ ) svedena na jedinicu korisne površine predmetnog stana ( $A_k = 56,88$  m<sup>2</sup>) iznosi  $Q''_{H,nd} = 37,63$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $25 < Q''_{H,nd} \leq 50$  kWh/(m<sup>2</sup>a), što predmetni stan svrstava u energetski razred B prema „specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje za referentne klimatske podatke“.

Energetski razred prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji za novo stanje koja iznosi  $E_{\text{prim}} = 57,81 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  odnosno  $E_{\text{prim}} \leq 80 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  je A+.

Implementiranjem predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti u poglavlju (4.5.) na predmetnoj zgradi za predmetni stan se energetska učinkovitost poboljšava po pitanju:

- ugradnje toplinska izolacija  $d=15 \text{ cm}$  (ekspandirani polistiren (EPS) na vanjske zidove,
- postojeća stolarija se zamjenjuje novom energetski učinkovitim PVC stolarijom,
- na strop prema van se ugrađuje toplinska izolacija  $d=5 \text{ cm}$  (ekspandirani polistiren (EPS)).

Primjenom prethodno navedenih predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti detaljno opisanih u poglavlju (4.5.) za predmetni stan se:

- $Q_{\text{H,nd}}$  od 11.657,38 kWh/a se smanjio na 2.140,49 kWh,
- $Q''_{\text{H,nd}}$  od 204,95 kWh/(m<sup>2</sup>a) se smanjio na 37,63 kWh/(m<sup>2</sup>a),
- energetski razred predmetnog stana se promijenio sa F na B,
- ostvarile su se uštede u godišnjoj potrošnji energije za grijanje  $Q_{\text{H,nd}} = 9.516,89 \text{ kWh/a}$ .

Predmetna zgrada (cijela zgrada) nakon implementacije predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti svrstana je u energetski razred A, međutim predmetni stan je zbog svojeg geometrijskog položaja u zgradi odnosno razini izloženosti vanjske ovojnice prema vanjskom prostoru (strop SV i vanjski zidovi VZ1 i VZ2) svrstan u energetski razred B.

#### 4.6.4. STAN 3-L1

Analiza fizike stambenog prostora „STAN 3-L1“ odnosno izračun energetskih svojstava nakon implementacije predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti prikazana je u nastavku.

Opis predmetnog stana, prikaz referentne površine korištene pri izračunima, opis vanjske ovojnice i izloženosti stana vanjskim utjecajima kao i geometrijski položaj u zgradi prikazani su i opisani u poglavlju (4.3.4.).

Nakon što smo u postojeći (postojeće stanje) model fizike predmetnog stana izrađenog prema „Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ u „programski paket KI Expert Plus v.7.5.0.0“ unijeli promjene odnosno implementirali mjere poboljšanja energetske učinkovitosti, za predmetni stan izradili smo energetski certifikat i projekt fizike predmetnog stana prema novom stanju, ključni rezultati proračuna za predmetni stan (novo stanje) prikazani su u poglavlju (4.7.).



Izvršenim proračunom za novo stanje prema „Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ energetska razred predmetnog stana je indikator energetske svojstava zgrade, a izražen je preko specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske podatke koja za predmetni stan za novo stanje iznosi  $Q_{H,nd} = 369,85$  kWh/a. Ista energija ( $Q_{H,nd}$ ) svedena na jedinicu korisne površine predmetnog stana ( $A_k = 56,88$  m<sup>2</sup>) iznosi  $Q''_{H,nd} = 6,05$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $Q''_{H,nd} \leq 15$  kWh/(m<sup>2</sup>a), što predmetni stan svrstava u energetska razred A+ prema „specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje za referentne klimatske podatke“.

Energetska razred prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji za novo stanje koja iznosi  $E_{prim} = 27,30$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $E_{prim} \leq 80$  kWh/(m<sup>2</sup>a) je A+.

Implementiranjem predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti u poglavlju (4.5.) na predmetnoj zgradi za predmetni stan se energetska učinkovitost poboljšava po pitanju:

- ugradnje toplinska izolacija  $d=15$  cm (ekspandirani polistiren (EPS) na vanjske zidove,
- postojeća stolarija se zamjenjuje novom energetska učinkovitim PVC stolarijom,

Primjenom prethodno navedenih predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti detaljno opisanih u poglavlju (4.5.) za predmetni stan se:

- $Q_{H,nd}$  od 2.763,46 kWh/a se smanjio na 369,85 kWh,
- $Q''_{H,nd}$  od 48,58 kWh/(m<sup>2</sup>a) se smanjio na 6,05 kWh/(m<sup>2</sup>a),
- energetska razred predmetnog stana se promijenio sa B na A+,
- ostvarile su se uštede u godišnjoj potrošnji energije za grijanje  $Q_{H,nd} = 2.393,61$  kWh/a.

Predmetna zgrada (cijela zgrada) nakon implementacije predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti svrstana je u energetska razred A, međutim predmetni stan je zbog svojeg izrazito povoljnog geometrijskog položaja u zgradi odnosno niskoj razini izloženosti vanjske ovojnice prema vanjskom prostoru (vanjski zid VZ1) svrstan u energetska razred A+.

#### 4.6.5. STAN 3-D2

Analiza fizike stambenog prostora „STAN 3-D2“ odnosno izračun energetske svojstava nakon implementacije predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti prikazana je u nastavku.

Opis predmetnog stana, prikaz referentne površine korištene pri izračunima, opis vanjske ovojnice i izloženosti stana vanjskim utjecajima kao i geometrijski položaj u zgradi prikazani su i opisani u poglavlju (4.3.5.).

Nakon što smo u postojeći (postojeće stanje) model fizike predmetnog stana izrađenog prema „Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ u „programski paket KI Expert Plus v.7.5.0.0“ unijeli promjene odnosno implementirali mjere poboljšanja energetske učinkovitosti, za predmetni stan izradili smo energetske certifikat i projekt fizike predmetnog stana prema novom stanju, ključni rezultati proračuna za predmetni stan (novo stanje) prikazani su u poglavlju (4.7.).

Izvršenim proračunom za novo stanje prema „Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ energetske razred predmetnog stana je indikator energetske svojstava zgrade, a izražen je preko specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske podatke koja za predmetni stan za novo stanje iznosi  $Q_{H,nd} = 497,42$  kWh/a. Ista energija ( $Q_{H,nd}$ ) svedena na jedinicu korisne površine predmetnog stana ( $A_k = 59,25$  m<sup>2</sup>) iznosi  $Q''_{H,nd} = 8,40$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $Q''_{H,nd} \leq 15$  kWh/(m<sup>2</sup>a), što predmetni stan svrstava u energetske razred A+ prema „specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje za referentne klimatske podatke“.

Energetski razred prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji za novo stanje koja iznosi  $E_{prim} = 29,37$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $E_{prim} \leq 80$  kWh/(m<sup>2</sup>a) je A+.

Implementiranjem predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti u poglavlju (4.5.) na predmetnoj zgradi za predmetni stan se energetska učinkovitost poboljšava po pitanju:

- ugradnje toplinska izolacija  $d=15$  cm (ekspandirani polistiren (EPS) na vanjske zidove,
- postojeća stolarija se zamjenjuje novom energetske učinkovitom PVC stolarijom,

Primjenom prethodno navedenih predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti detaljno opisanih u poglavlju (4.5.) za predmetni stan se:

- $Q_{H,nd}$  od 3.907,34 kWh/a se smanjio na 497,42 kWh,
- $Q''_{H,nd}$  od 65,95 kWh/(m<sup>2</sup>a) se smanjio na 8,40 kWh/(m<sup>2</sup>a),

- energetski razred predmetnog stana se promijenio sa C na A+,
- ostvarile su se uštede u godišnjoj potrošnji energije za grijanje  $Q_{H,nd} = 3.409,92$  kWh/a.

Predmetna zgrada (cijela zgrada) nakon implementacije predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti svrstana je u energetski razred A, međutim predmetni stan je zbog svojeg izrazito povoljnog geometrijskog položaja u zgradi odnosno niskoj razini izloženosti vanjske ovojnice prema vanjskom prostoru (vanjski zidovi VZ1 i VZ2) svrstan u energetski razred A+. Predmetni stan ima vrlo slične rezultate analize kao i stan 3-L1 ali ipak nešto nepovoljnije zbog veće izloženosti vanjskom prostoru (vanjski zid VZ2) u odnosu na stan 3-L1.

#### 4.6.6. STAN 0-D1

Analiza fizike stambenog prostora „STAN 0-D1“ odnosno izračun energetske svojstava nakon implementacije predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti prikazana je u nastavku.

Opis predmetnog stana, prikaz referentne površine korištene pri izračunima, opis vanjske ovojnice i izloženosti stana vanjskim utjecajima kao i geometrijski položaj u zgradi prikazani su i opisani u poglavlju (4.3.6.).

Nakon što smo u postojeći (postojeće stanje) model fizike predmetnog stana izrađenog prema „Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ u „programski paket KI Expert Plus v.7.5.0.0“ unijeli promjene odnosno implementirali mjere poboljšanja energetske učinkovitosti, za predmetni stan izradili smo energetski certifikat i projekt fizike predmetnog stana prema novom stanju, ključni rezultati proračuna za predmetni stan (novo stanje) prikazani su u poglavlju (4.7.).

Izvršenim proračunom za novo stanje prema „Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ energetski razred predmetnog stana je indikator energetske svojstava zgrade, a izražen je preko specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske podatke koja za predmetni stan za novo stanje iznosi  $Q_{H,nd} = 4.423,26$  kWh/a. Ista energija ( $Q_{H,nd}$ ) svedena na jedinicu korisne površine predmetnog stana ( $A_k = 55,00$  m<sup>2</sup>) iznosi  $Q''_{H,nd} = 80,42$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $50 < Q''_{H,nd} \leq 100$  kWh/(m<sup>2</sup>a), što predmetni stan svrstava u energetski razred C prema „specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje za referentne klimatske podatke“.

Energetski razred prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji za novo stanje koja iznosi  $E_{\text{prim}} = 149,98 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  odnosno  $120 < E_{\text{prim}} \leq 265 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  je C.

Implementiranjem predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti u poglavlju (4.5.) na predmetnoj zgradi za predmetni stan se energetska učinkovitost poboljšava po pitanju:

- ugradnje toplinska izolacija  $d=15 \text{ cm}$  (ekspandirani polistiren (EPS) na vanjske zidove,
- postojeća drvena stolarija se zamjenjuje novom energetski učinkovitim PVC stolarijom,
- na strop podruma se ugrađuje toplinska izolacija  $d=10 \text{ cm}$  na PN2 (ekspandirani polistiren (EPS).

Primjenom prethodno navedenih predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti detaljno opisanih u poglavlju (4.5.) za predmetni stan se:

- $Q_{\text{H,nd}}$  od  $7.368,72 \text{ kWh/a}$  se smanjio na  $4.423,26 \text{ kWh}$ ,
- $Q''_{\text{H,nd}}$  od  $133,98 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  se smanjio na  $80,42 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ,
- energetski razred predmetnog stana se promijenio sa D na C,
- ostvarile su se uštede u godišnjoj potrošnji energije za grijanje  $Q_{\text{H,nd}} = 2.945,46 \text{ kWh/a}$ .

Predmetna zgrada (cijela zgrada) nakon implementacije predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti svrstana je u energetski razred A, međutim predmetni stan je zbog svojeg geometrijskog položaja u zgradi odnosno razini izloženosti vanjske ovojnice prema vanjskom prostoru i negrijanom podrumu (pod PN2 i vanjski zidovi VZ1 i VZ2) te zadržavanja dijela postojeće stolarije koja u odnosu na novu stolariju ima lošija energetska svojstva svrstan u energetski razred C.

#### 4.6.7. STAN 0-L1

Analiza fizike stambenog prostora „STAN 0-L1“ odnosno izračun energetske svojstava nakon implementacije predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti prikazana je u nastavku.

Opis predmetnog stana, prikaz referentne površine korištene pri izračunima, opis vanjske ovojnice i izloženosti stana vanjskim utjecajima kao i geometrijski položaj u zgradi prikazani su i opisani u poglavlju (4.3.7.).

Nakon što smo u postojeći (postojeće stanje) model fizike predmetnog stana izrađenog prema „Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ u „programski paket KI Expert Plus v.7.5.0.0“ unijeli promjene odnosno implementirali mjere poboljšanja energetske učinkovitosti, za predmetni stan izradili smo energetski certifikat i projekt fizike predmetnog stana prema novom stanju, ključni rezultati proračuna za predmetni stan (novo stanje) prikazani su u poglavlju (4.7.).

Izvršenim proračunom za novo stanje prema „Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ energetski razred predmetnog stana je indikator energetske svojstava zgrade, a izražen je preko specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske podatke koja za predmetni stan za novo stanje iznosi  $Q_{H,nd} = 936,56$  kWh/a. Ista energija ( $Q_{H,nd}$ ) svedena na jedinicu korisne površine predmetnog stana ( $A_k = 55,00$  m<sup>2</sup>) iznosi  $Q''_{H,nd} = 17,03$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $15 < Q''_{H,nd} \leq 25$  kWh/(m<sup>2</sup>a), što predmetni stan svrstava u energetski razred A prema „specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje za referentne klimatske podatke“.

Energetski razred prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji za novo stanje koja iznosi  $E_{prim} = 38,82$  kWh/(m<sup>2</sup>a) odnosno  $E_{prim} \leq 80$  kWh/(m<sup>2</sup>a) je A+.

Implementiranjem predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti u poglavlju (4.5.) na predmetnoj zgradi za predmetni stan se energetska učinkovitost poboljšava po pitanju:

- ugradnje toplinska izolacija  $d=15$  cm (ekspandirani polistiren (EPS) na vanjske zidove,
- postojeća stolarija se zamjenjuje novom energetski učinkovitom PVC stolarijom,
- na strop podruma se ugrađuje toplinska izolacija  $d=5$  cm na PN1 (ekspandirani polistiren (EPS)).

Primjenom prethodno navedenih predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti detaljno opisanih u poglavlju (4.5.) za predmetni stan se:

- $Q_{H,nd}$  od 18.566,45 kWh/a se smanjio na 936,56 kWh,
- $Q''_{H,nd}$  od 337,57 kWh/(m<sup>2</sup>a) se smanjio na 17,03 kWh/(m<sup>2</sup>a),
- energetski razred predmetnog stana se promijenio sa G na A,
- ostvarile su se uštede u godišnjoj potrošnji energije za grijanje  $Q_{H,nd} = 17.629,89$  kWh/a.

Predmetni stan iako je prema položaju u zgradi vrlo sličan stanu 0-D1 ipak ima znatno povoljnije rezultate analize zbog promjene kompletne stolarije predmetnog stana novom PVC stolarijom te manje izloženosti vanjskom prostoru u odnosu na stan 0-D1 koji zadržava dio postojeće stolarije.

## 4.7. Usporedba rezultata proračuna – novo stanje i usporedba s postojećim stanjem

Izvršenom energetsom analizom novog stanja nakon implementacije predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti za predmetnu zgradu te energetsom analizom novog stanja za pojedine stanove predmetne zgrade, prikazom dobivenih rezultata analize i davanje zaključka / obrazloženja dobivenih rezultata sa pojedini predmetni prostor, dobili smo jasnu sliku energetske stanja u kojem se predmetni prostori nalaze nakon energetske obnove odnosno nakon implementacije predloženih mjera. Ovim poglavljem dan je sumarni prikaz rezultata energetske analize novog stanja te su isti rezultati uspoređeni (rezultati energetske analize za predmetnu zgradu i za pojedine stambene jedinice). Detaljnijom analizom usporedbom dobivenih rezultata dani su zaključci i obrazloženja dobivenih rezultata, obrazloženja pojedinih ekstrema (odstupanja od očekivanih rezultata) te su isti rezultati uspoređeni sa rezultatima analize postojećeg stanja.

Tablicom (4.53., 4.54., 4.55.) u nastavku prema rednim brojevima dan je sumarni prikaz:

- ključnih podataka rezultata proračuna energetske analize postojećeg stanja za predmetnu zgradu i za pojedine stambene jedinice (stanove) za koje je izvršena energetska analiza,
- ključnih podataka rezultata proračuna energetske analize novog stanja za predmetnu zgradu i za pojedine stambene jedinice (stanove) za koje je izvršena energetska analiza,
- prikaz razlike ili ostvarenih ušteda implementacijom predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti odnosno razlika između postojećeg stanja i novog stanja.

Iznosi u tablici (4.53., 4.54., 4.55.) prikazani su prema rednim brojevima koji predstavljaju energetske veličine prethodno opisane u poglavlju (4.4.), veza broj – veličina je identična kao i za tablice (4.30., 4.31., 4.32.), uz redne brojeve su još dodane i oznake P, N ili  $\Delta$ :

- P – iznos veličine se odnosni na rezultat analize postojećeg stanja,
- N - iznos veličine se odnosni na rezultat analize novog stanja,
- $\Delta$  - iznos veličine se odnosni na razliku analize postojećeg i novog stanja.

Tablica (4.53., 4.54., 4.55.) podijeljena je u tri segmenta:

- Segment A – daje prikaz iznosa pojedinih veličina, ključnih podataka rezultata proračuna energetske analize novog stanja, postojećeg stanja te razliku iznosa veličina postojećeg i novog stanja,
- Segment B – daje prikaz prosjeka iznosa pojedinih veličina, ključnih podataka rezultata proračuna energetske analize stambenih jedinica (stanova) te prikazuje  $\Delta$  odnosno razliku pojedinih veličina pojedinog stambenog prostora u odnosu na prosjek za novo stanje,
- Segment C – daje prikaz  $\Delta\%$  odnosno razliku pojedinih veličina pojedinog stambenog prostora u odnosu na prosjek u postocima za novo stanje.

Tablica 4.53. Sumarni prikaz ključnih podataka rezultata proračuna energetske analize – SEGMENT A.

RED. BROJ	Predmetna zgrada	STAN 5-L2	STAN 5-D1	STAN 3-L1	STAN 3-D2	STAN 0-D1	STAN 0-L1
1	1.412,00	59,25	56,88	56,88	59,25	55,00	55,00
2	2.084,00	73,05	69,92	69,92	73,05	64,50	64,50
3	1.887,78	204,75	199,26	199,26	204,25	187,50	187,50
4	4.644,74	194,90	187,11	187,11	194,90	180,92	180,92
5	0,41	1,05	1,06	1,06	1,05	1,04	1,04
P 6	C	E	F	B	C	D	G
N 6	A	B	B	A+	A+	C	A
P 7	76,34	190,86	204,95	48,58	65,95	133,98	337,57
N 7	18,52	36,04	37,63	6,05	8,40	80,42	17,03
Δ 7	57,82	154,82	167,32	42,53	57,55	53,56	320,54
P 8	C	D	C	A+	A	C	D
N 8	C	A+	A+	A+	A+	C	A+
P 9	189,82	328,22	225,12	73,37	92,39	236,41	389,82
N 9	143,19	78,34	57,81	27,30	29,37	149,98	38,82
Δ 9	46,63	249,88	167,31	46,07	63,02	86,43	351,00
P 10	148,89	203,36	217,45	61,08	78,45	145,48	350,07
N 10	99,64	48,54	50,13	19,00	20,90	92,92	29,53
Δ 10	49,25	154,82	167,32	42,08	57,55	52,56	320,54
P 11	33,54	47,75	8,90	13,63	17,46	34,39	77,27
N 11	22,90	11,40	4,03	4,37	4,78	21,82	6,68
Δ 11	10,64	36,35	4,87	9,26	12,68	12,57	70,59
P 12	1,18	1,11	1,19	0,32	0,41	1,08	1,98
N 12	0,35	0,25	0,27	0,07	0,09	0,77	0,39
Δ 12	0,83	0,86	0,92	0,25	0,32	0,31	1,59
P 13	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
N 13	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Δ 13	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48
P 14	2,68	2,68	2,68	-	-	-	-
N 14	0,58	0,58	0,58	-	-	-	-
Δ 14	2,10	2,10	2,10	-	-	-	-
P 15	1,86	-	-	-	-	1,86	1,86
N 15	1,86	-	-	-	-	1,86	1,86
Δ 15	0,00	-	-	-	-	0,00	0,00
P 16	-	-	-	-	-	-	-
N 16	-	-	-	-	-	-	-
Δ 16	-	-	-	-	-	-	-
P 17	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	0,54	2,04
N 17	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	0,54	0,22
Δ 17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,82
P 18	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	5,90	5,90
N 18	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	5,90	5,90
Δ 18	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00
P 19	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	1,10	2,50
N 19	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	1,10	0,70

Δ 19	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	0,00	1,80
P 20	0,64	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96
N 20	0,64	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96
Δ 20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P 21	107.791,70	11.308,50	11.657,38	2.763,46	3.907,34	7.368,72	18.566,45
N 21	26.153,17	2.135,33	2.140,49	369,85	497,42	4.423,26	936,56
Δ 21	81.638,53	9.173,17	9.516,89	2.393,61	3.409,92	2.945,46	17.629,89
P 22	76,34	190,86	204,95	48,58	65,95	133,98	337,57
N 22	18,52	36,04	37,63	6,05	8,40	80,42	17,03
Δ 22	57,82	154,82	167,32	42,53	57,55	53,56	320,54
P 23	45.150,88	3.286,59	3.133,80	1.947,08	1.825,76	5.567,35	4.907,89
N 23	57.449,70	2.788,80	2.741,63	3.094,26	3.002,46	6.823,37	8.490,63
Δ 23	-12.298,82	497,79	392,17	-1.147,18	-1.176,70	-1.256,02	-3.582,74
P 24	31,98	55,47	55,10	34,23	30,81	101,22	89,23
N 24	40,69	47,07	48,20	54,40	50,67	124,06	154,38
Δ 24	-8,71	8,40	6,90	-20,17	-19,86	-22,84	-65,15
P 25	210.232,20	12.049,12	12.368,38	3.474,46	4.647,97	8.056,22	19.253,95
N 25	140.688,30	2.875,96	2.851,49	1.080,85	1.238,05	5.110,76	1.624,06
Δ 25	69.543,90	9.173,16	9.516,89	2.393,61	3.409,92	2.945,46	17.629,89
P 26	148,89	203,36	217,45	61,08	78,45	146,48	350,07
N 26	99,64	48,54	50,13	19,00	20,90	92,92	29,53
Δ 26	49,25	154,82	167,32	42,08	57,55	53,56	320,54
P 27	268.025,60	19.447,29	12.804,93	4.173,54	5.473,91	13.002,74	21.439,89
N 27	202.177,30	4.641,80	3.288,05	1.552,54	1.740,05	8.248,76	2.135,16
Δ 27	65.848,30	14.805,49	9.516,88	2.621,00	3.733,86	4.753,98	19.304,73
P 28	189,82	328,22	225,12	73,37	92,39	236,41	389,82
N 28	143,19	78,34	57,81	27,30	29,37	149,98	38,82
Δ 28	46,63	249,88	167,31	46,07	63,02	86,43	351,00
P 29	282.370,48	20.550,64	13.517,91	4.421,03	5.881,03	13.663,21	22.674,72
N 29	187.714,52	4.894,74	3.442,99	1.487,82	1.704,58	8.546,90	2.005,40
Δ 29	94.655,96	15.655,90	10.074,92	2.933,21	4.176,45	5.116,31	20.669,32
P 30	199,98	346,85	237,66	77,73	99,26	248,42	412,27
N 30	132,94	82,61	60,53	26,16	28,77	155,40	36,46
Δ 30	67,04	264,24	177,13	51,57	70,49	93,02	375,81
P 31	115.504,92	11.992,12	12.370,36	2.989,47	4.279,14	7.777,93	19.694,15
N 31	28.087,82	2.292,05	2.295,44	310,75	465,03	4.607,98	818,06
Δ 31	87.417,10	9.700,07	10.074,92	2.678,72	3.814,11	3.169,95	18.876,09
P 32	81,80	202,40	217,48	52,56	72,22	141,42	358,08
N 32	19,89	38,68	40,36	5,46	7,85	83,78	14,87
Δ 32	61,91	163,72	177,12	47,10	64,37	57,64	343,21
P 33	47.107,33	2.875,45	2.712,97	1.649,29	1.567,75	4.844,20	4.175,17
N 33	51.007,27	2.499,60	2.396,39	2.698,41	2.691,08	6.055,42	7.874,93
Δ 33	-3.899,94	375,85	316,58	-1.049,12	-1.123,33	-1.211,22	-3.699,76
P 34	33,36	48,53	47,70	29,00	26,46	88,08	75,91
N 34	36,12	42,19	42,19	47,44	45,42	110,10	143,18
Δ 34	-2,76	6,34	5,51	-18,44	-18,96	-22,02	-67,27



Tablica 4.54. Sumarni prikaz ključnih podataka rezultata proračuna energetske analize – SEGMENT B.

RED. BROJ	PROSJEK	STAN	STAN	STAN	STAN	STAN	STAN
		5-L2	5-D1	3-L1	3-D2	0-D1	0-L1
		Δ					
N 1	57,04	2,21	0,16	0,16	2,21	2,04	2,04
N 2	69,16	3,89	0,76	0,76	3,89	4,66	4,66
N 3	197,09	7,66	2,17	2,17	7,16	9,59	9,59
N 4	187,64	7,26	0,53	0,53	7,26	6,72	6,72
N 5	1,05	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
N 6	-	-	-	-	-	-	-
N 7	30,93	5,11	6,70	24,88	22,53	49,49	13,90
N 8	-	-	-	-	-	-	-
N 9	63,60	14,74	5,79	36,30	34,23	86,38	24,78
N 10	43,50	5,04	6,63	24,50	22,60	49,42	13,97
N 11	8,85	2,55	4,82	4,48	4,07	12,97	2,17
N 12	0,31	0,06	0,04	0,24	0,22	0,46	0,08
N 13	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N 14	0,58	0,00	0,00	-	-	-	-
N 15	1,86	-	-	-	-	0,00	0,00
N 16	-	-	-	-	-	-	-
N 17	1,11	0,37	0,37	0,37	0,37	0,57	0,89
N 18	2,43	1,73	1,73	1,73	1,73	3,47	3,47
N 19	0,77	0,07	0,07	0,07	0,07	0,33	0,07
N 20	1,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N 21	1.750,49	384,85	390,01	1.380,64	1.253,07	2.672,78	813,93
N 22	30,93	5,11	6,70	24,88	22,53	49,49	13,90
N 23	4.490,19	1.701,39	1.748,56	1.395,93	1.487,73	2.333,18	4.000,44
N 24	79,80	32,73	31,60	25,40	29,13	44,26	74,58
N 25	2.463,53	412,43	387,96	1.382,68	1.225,48	2.647,23	839,47
N 26	43,50	5,04	6,63	24,50	22,60	49,42	13,97
N 27	3.601,06	1.040,74	313,01	2.048,52	1.861,01	4.647,70	1.465,90
N 28	63,60	14,74	5,79	36,30	34,23	86,38	24,78
N 29	3.680,41	1.214,34	237,42	2.192,59	1.975,83	4.866,50	1.675,01
N 30	64,99	17,62	4,46	38,83	36,22	90,41	28,53
N 31	1.798,22	493,83	497,22	1.487,47	1.333,19	2.809,76	980,16
N 32	31,83	6,85	8,53	26,37	23,98	51,95	16,96
N 33	4.035,97	1.536,37	1.639,58	1.337,56	1.344,89	2.019,45	3.838,96
N 34	71,75	29,56	29,56	24,31	26,33	38,35	71,43

Tablica 4.55. Sumarni prikaz ključnih podataka rezultata proračuna energetske analize – SEGMENT C.

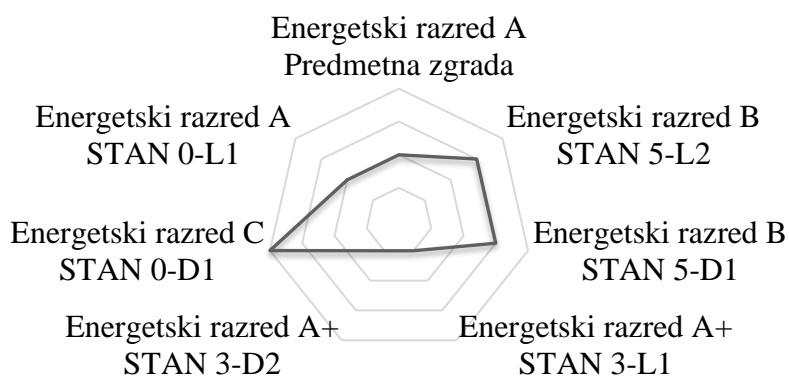
RED. BROJ	STAN 5-L2	STAN 5-D1	STAN 3-L1	STAN 3-D2	STAN 0-D1	STAN 0-L1	$\Delta\%$ (max)
	$\Delta\%$						
N 1	3,87	0,29	0,29	3,87	3,58	3,58	3,87
N 2	5,63	1,10	1,10	5,63	6,73	6,73	6,73
N 3	3,89	1,10	1,10	3,63	4,86	4,86	4,86
N 4	3,87	0,28	0,28	3,87	3,58	3,58	3,87
N 5	0,00	0,95	0,95	0,00	0,95	0,95	0,95
N 6	-	-	-	-	-	-	-
N 7	16,63	25,24	70,31	59,70	18,13	106,28	106,28
N 8	-	-	-	-	-	-	-
N 9	46,38	0,40	67,28	58,80	5,44	73,85	73,85
N 10	15,56	23,56	65,29	55,42	17,33	98,92	98,92
N 11	43,68	73,22	58,99	47,46	3,48	132,51	132,51
N 12	9,36	17,24	68,47	59,61	6,40	95,07	95,07
N 13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N 14	0,00	0,00	-	-	-	-	0,00
N 15	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00
N 16	-	-	-	-	-	-	-
N 17	4,47	4,47	4,47	4,47	61,88	44,00	61,88
N 18	28,32	28,32	28,32	28,32	56,64	56,64	56,64
N 19	10,29	10,29	10,29	10,29	51,47	10,29	51,47
N 20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N 21	22,10	25,86	70,16	57,81	20,44	100,46	100,46
N 22	16,63	25,24	70,31	59,70	18,13	106,28	106,28
N 23	4,59	9,03	43,48	47,00	61,62	42,47	61,62
N 24	9,08	9,69	43,89	49,50	65,91	46,25	65,91
N 25	20,79	23,99	65,17	53,40	19,24	93,02	93,02
N 26	15,45	23,45	65,32	55,46	16,84	98,74	98,74
N 27	52,84	0,64	67,20	56,98	2,19	68,50	68,50
N 28	46,38	0,40	67,28	58,80	5,44	73,85	73,85
N 29	52,78	0,49	67,13	56,28	1,57	68,57	68,57
N 30	46,33	0,27	67,21	58,12	4,80	73,93	73,93
N 31	21,74	25,58	69,65	56,56	21,04	99,93	99,93
N 32	16,30	24,97	69,80	58,50	18,74	105,76	105,76
N 33	3,21	8,68	44,48	47,23	63,06	40,54	63,06
N 34	7,76	9,34	44,88	49,71	67,41	44,28	67,41

Predmetni stanovi zgrade iako prema energetskim svojstvima (koeficijentima prolaska topline građevnih dijelova) i geometrijskim karakteristikama su međusobno vrlo slični, rezultati energetske analize (energetski razred, potrebna energija za grijanje...) trebali bi isto tako biti bliskih vrijednosti međutim kao i za postojeće stanje, tako i za novo stanje to nije slučaj, što ćemo u nastavku i prikazati (tablica 4.61. i graf 4.22.) i obrazložiti.

Tablicom (4.56.) u nastavku prikazani su rezultati proračuna odnosno energetski razredi prema specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] za predmetnu zgradu i za pojedine stanove za koje je izvršena energetska analiza, prikaz novog stanja i postojećeg stanja.

Tablica 4.56. Energetski razredi prema specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje  $Q''_{H,nd}$  – postojeće i novo stanje.

Analiza	Predmetna zgrada	STAN 5-L2	STAN 5-D1	STAN 3-L1	STAN 3-D2	STAN 0-D1	STAN 0-L1
Postojeće stanje	Energetski razred A	Energetski razred B	Energetski razred B	Energetski razred A+	Energetski razred A+	Energetski razred C	Energetski razred A
Novo stanje	Energetski razred C	Energetski razred E	Energetski razred F	Energetski razred B	Energetski razred C	Energetski razred D	Energetski razred G



Graf 4.17. Energetski razredi prema specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje  $Q''_{H,nd}$  – novo stanje.

Iz prethodnog grafa (4.17.) vidljivo je da energetski razredi nakon energetske obnove odnosno implementacije predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti pojedinih stambenih jedinica i energetski razred predmetne zgrade odstupaju od nekog prosječnog energetskog razreda ali znatno manje (varijacije od energetskog razreda A+ do C) u odnosu na rezultate analize za postojeće stanje.

Prosječni energetska razred svih stambenih jedinica zgrade bi bio energetska razred za predmetnu zgradu, energetska razred predmetne zgrade za novo stanje je A.

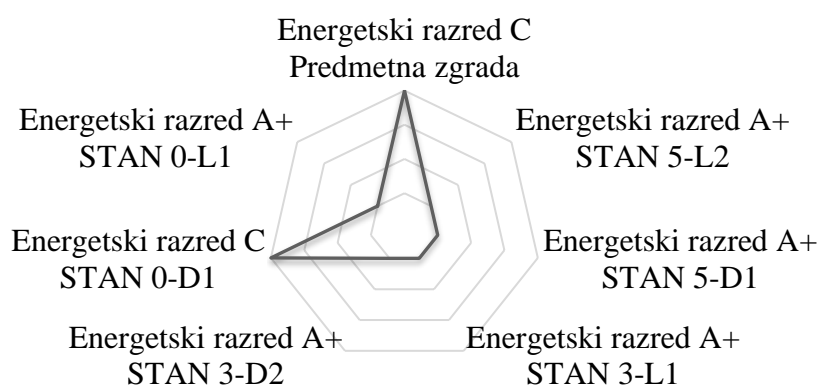
Iako su geometrijske karakteristike i koeficijenti prolaska topline pojedinih građevinskih dijelova stambenih jedinica vrlo slični, bliski prosjeku, kao i za postojeće stanje tako i za novo stanje to nije slučaj sa energetska razredima.

Razlika odnosno odstupanja u energetska razredima (varijacije od energetska razreda A+ do C) između pojedinih stanova predmetne zgrade prema novom stanju je znatno manja u odnosu na energetska razrede prema postojećem stanju (varijacije od energetska razreda B do G). Međutim to je iz razloga što smo energetska obnovom odnosno primjenom mjera smanjili iznose specifične godišnje potrebne energije za grijanje  $Q''_{H,nd}$ , razlike u postotnom iznosu između pojedinih stanova predmetne zgrade prema novom stanju su veće u odnosu na razlike u postotnom iznosu između pojedinih stanova predmetne zgrade prema postojećem stanju.

Tablicom (4.57.) i grafom (4.18.) u nastavku prikazani su rezultati proračuna odnosno energetska razredi prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji  $E_{prim}$  za predmetnu zgradu i za pojedine stanove za koje je izvršena energetska analiza, prikaz novog stanja i postojećeg stanja.

Tablica 4.57. Energetska razredi prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji  $E_{prim}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] – postojeće i novo stanje.

Analiza	Predmetna zgrada	STAN 5-L2	STAN 5-D1	STAN 3-L1	STAN 3-D2	STAN 0-D1	STAN 0-L1
Postojeće stanje	Energetska razred C	Energetska razred D	Energetska razred C	Energetska razred A+	Energetska razred A	Energetska razred C	Energetska razred D
Novo stanje	Energetska razred C	Energetska razred A+	Energetska razred A+	Energetska razred A+	Energetska razred A+	Energetska razred C	Energetska razred A+



Graf 4.18. Energetska razredi prema specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji  $E_{prim}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] – novo stanje.

Budući da je  $E_{\text{prim}}$  vezan za  $Q''_{\text{H,nd}}$  energetske razredi nakon energetske obnove odnosno implementacije predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti pojedinih stambenih jedinica i energetske razred predmetne zgrade kao i za  $Q''_{\text{H,nd}}$  odstupaju od nekog prosječnog energetske razreda. Energetske razredi prema  $E_{\text{prim}}$  kao i za  $Q''_{\text{H,nd}}$  za novo stanje odstupaju znatno manje (varijacije od energetske razreda A+ do C) u odnosu na rezultate analize za postojeće stanje. Kao i za  $Q''_{\text{H,nd}}$  i za  $E_{\text{prim}}$  prosječni energetske razred svih stambenih jedinica zgrade bi bio energetske razred za predmetnu zgradu, energetske razred C.

Tablicom (4.58.) dana je usporedba:

- godišnje primarne energije  $E_{\text{prim}}$  - ukupno [kWh/a] novog stanja, postojećeg stanja te razliku iznosa veličina postojećeg i novog stanja,
- godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{\text{H,nd}}$  - ukupno [kWh/a] novog stanja, postojećeg stanja te razliku iznosa veličina postojećeg i novog stanja,

te njihov međusobni odnos gdje je:

- 27 - Godišnja primarna energija  $E_{\text{prim}}$  - Ukupno [kWh/a],
- 21 - Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q_{\text{H,nd}}$  - Ukupno [kWh/a],
- k – omjer godišnje primarne energije  $E_{\text{prim}}$  i godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{\text{H,nd}}$ ,

a oznake P, N ili  $\Delta$  označuju:

- P – iznos veličine se odnosni na rezultat analize postojećeg stanja,
- N - iznos veličine se odnosni na rezultat analize novog stanja,
- $\Delta$  - iznos veličine se odnosni na razliku analize postojećeg i novog stanja.

Tablica 4.58. Usporedba godišnje primarne energije  $E_{\text{prim}}$  i godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{\text{H,nd}}$  – postojeće i novo stanje.

	RED. BROJ	Predmetna zgrada	STAN 5-L2	STAN 5-D1	STAN 3-L1	STAN 3-D2	STAN 0-D1	STAN 0-L1
P	27	268.025,60	19.447,29	12.804,93	4.173,54	5.473,91	13.002,74	21.439,89
N	27	202.177,30	4.641,80	3.288,05	1.552,54	1.740,05	8.248,76	2.135,16
$\Delta$	27	65.848,30	14.805,49	9.516,88	2.621,00	3.733,86	4.753,98	19.304,73
P	21	107.791,70	11.308,50	11.657,38	2.763,46	3.907,34	7.368,72	18.566,45
N	21	26.153,17	2.135,33	2.140,49	369,85	497,42	4.423,26	936,56
$\Delta$	21	81.638,53	9.173,17	9.516,89	2.393,61	3.409,92	2.945,46	17.629,89
	k	0,40	0,58	0,91	0,66	0,71	0,57	0,87

STAN 0-L1	2.135,16	936,56
STAN 0-D1	8.248,76	4.423,26
STAN 3-D2	1.740,05	497,42
STAN 3-L1	1.552,54	369,85
STAN 5-D1	3.288,05	2.140,49
STAN 5-L2	4.641,80	2.135,33
PREDMETNA ZGRADA	202.177,30	26.153,17

- Godišnja primarna energija  $E_{\text{prim}}$  - Ukupno [kWh/a]
- Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q_{\text{H,nd}}$  - Ukupno [kWh/a]

Graf 4.19. Usporedba godišnje primarne energije  $E_{\text{prim}}$  i godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{\text{H,nd}}$  - novo stanje.

Uspoređivanjem dobivenih rezultata analize novog stanja za predmetnu zgradu i pojedine stambene prostore i to veličina:

- specifične godišnje potrebne energije za grijanje  $Q''_{\text{H,nd}}$  [kWh/a] i
- godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{\text{H,nd}}$  - Ukupno [kWh/a],

podaci prikazani u tablici (4.59.) i grafom (4.20.), vidljivo je da se iznosi prethodno navedenih veličina i krivulje grafa (4.20.) usporedno prate rezultate analize za postojeće stanje te da godišnja potrebna energija za grijanje  $Q_{\text{H,nd}}$  prati krivulju energetskog razreda odnosno krivulju specifične godišnje potrebne energije za grijanje  $Q''_{\text{H,nd}}$ . Izuzet podataka za predmetnu zgrade, koje je uzrokovano kao i za postojeće stanje zbog značajnog odstupanja faktora oblika (faktora oblika koji je omjer oplošja grijanog dijela predmetnog prostora  $A$  [ $\text{m}^2$ ] i obujma grijanog dijela predmetnog prostora  $V_e$  [ $\text{m}^3$ ]) predmetne zgrade od faktora oblika pojedinih stambenih jedinica za koje je izvršena analiza, kako je i prikazano u tablici (4.59.) gdje je:

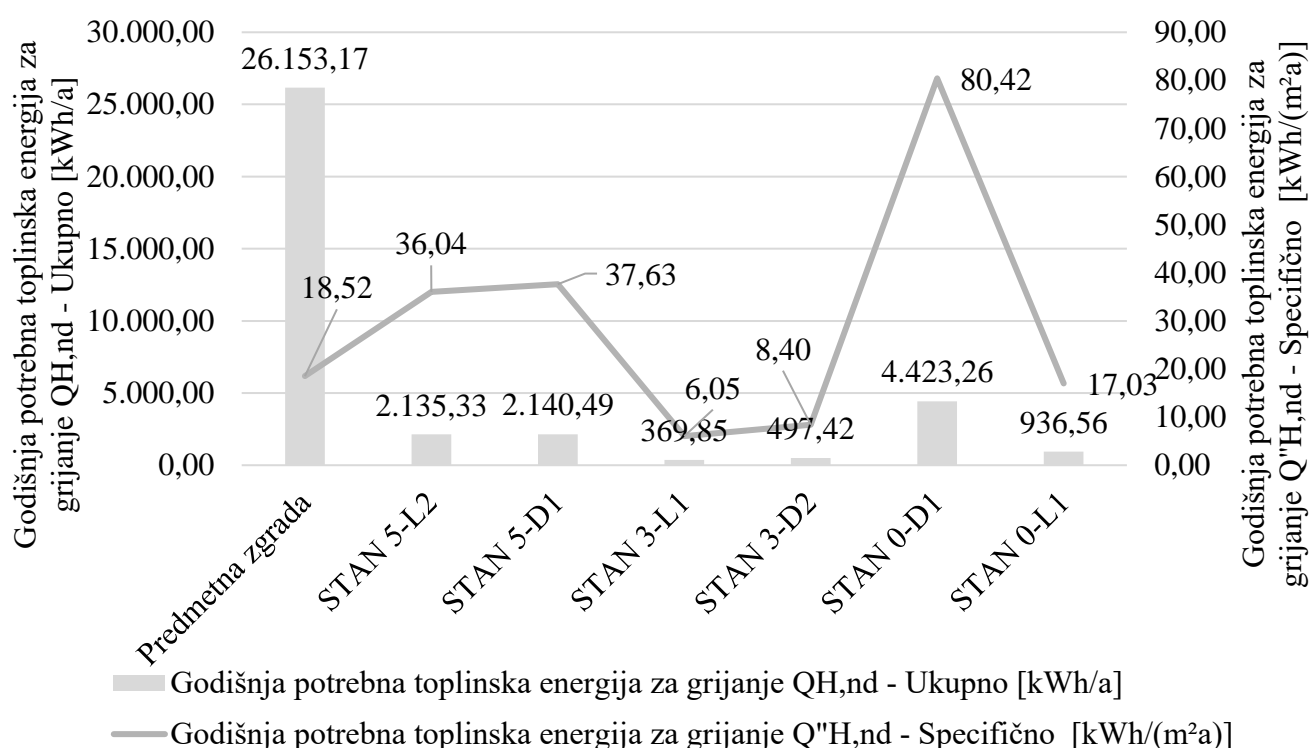
- 21 - Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q_{\text{H,nd}}$  - Ukupno [kWh/a],
- 7 - Energetski razred prema specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje  $Q''_{\text{H,nd}}$  [kWh/( $\text{m}^2\text{a}$ )],
- 5 - Faktor oblika predmetnog prostora  $f_0$  [ $\text{m}^{-1}$ ].

a oznake P, N ili  $\Delta$  označuju:

- P – iznos veličine se odnosi na rezultat analize postojećeg stanja,
- N - iznos veličine se odnosi na rezultat analize novog stanja,
- $\Delta$  - iznos veličine se odnosi na razliku analize postojećeg i novog stanja.

Tablica 4.59. Usporedba specifične godišnje potrebne energije za grijanje  $Q''_{H,nd}$  i godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{H,nd}$  – postojeće i novo stanje.

	RED. BROJ	Predmetna zgrada	STAN 5-L2	STAN 5-D1	STAN 3-L1	STAN 3-D2	STAN 0-D1	STAN 0-L1
P	21	107.791,70	11.308,50	11.657,38	2.763,46	3.907,34	7.368,72	18.566,45
N	21	26.153,17	2.135,33	2.140,49	369,85	497,42	4.423,26	936,56
$\Delta$	21	81.638,53	9.173,17	9.516,89	2.393,61	3.409,92	2.945,46	17.629,89
P	7	76,34	190,86	204,95	48,58	65,95	133,98	337,57
N	7	18,52	36,04	37,63	6,05	8,40	80,42	17,03
$\Delta$	7	57,82	154,82	167,32	42,53	57,55	53,56	320,54
	k	0,41	1,05	1,06	1,06	1,05	1,04	1,04



Graf 4.20. Usporedba specifične godišnje potrebne energije za grijanje  $Q''_{H,nd}$  i godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{H,nd}$  - novo stanje.

Tablicom (4.60.) i grafom (4.21.) dana je usporedba:

- godišnje primarne energije  $E_{prim}$  - ukupno [kWh/a] i
- godišnje primarne energije  $E_{prim}$  - specifično [kWh/(m²a)],

za novo stanje, postojeće stanje te razliku iznosa veličina postojećeg i novog stanja, te njihov međusobni odnos gdje je:

- 27 - godišnja primarna energija  $E_{prim}$  - Ukupno [kWh/a],
- 9 - specifična godišnja primarna energija  $E_{prim}$  [kWh/(m²a)],

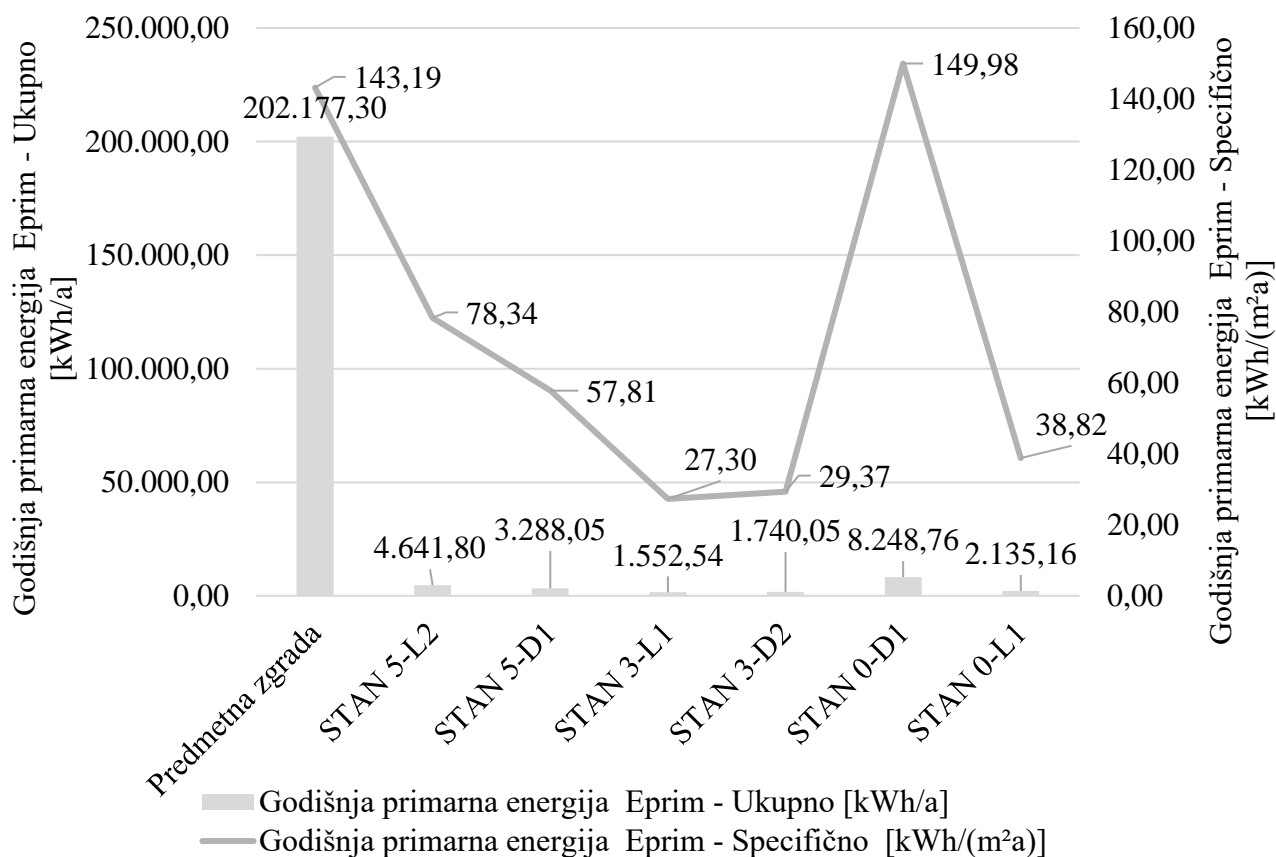
a oznake P, N ili  $\Delta$  označuju:

- P – iznos veličine se odnosi na rezultat analize postojećeg stanja,
- N - iznos veličine se odnosi na rezultat analize novog stanja,
- $\Delta$  - iznos veličine se odnosi na razliku analize postojećeg i novog stanja.

Rezultati postojećeg stanja usporedno prate rezultate novog stanja kao i za  $Q_{H,nd}$  - ukupno [kWh/a] i  $Q''_{H,nd}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)].

Tablica 4.60. Usporedba godišnje primarne energije  $E_{prim}$  – ukupno i godišnje primarne energije  $E_{prim}$  – specifično – postojeće i novo stanje.

	RED. BROJ	Predmetna zgrada	STAN 5-L2	STAN 5-D1	STAN 3-L1	STAN 3-D2	STAN 0-D1	STAN 0-L1
P	27	268.025,60	19.447,29	12.804,93	4.173,54	5.473,91	13.002,74	21.439,89
N	27	202.177,30	4.641,80	3.288,05	1.552,54	1.740,05	8.248,76	2.135,16
$\Delta$	27	65.848,30	14.805,49	9.516,88	2.621,00	3.733,86	4.753,98	19.304,73
P	9	189,82	328,22	225,12	73,37	92,39	236,41	389,82
N	9	143,19	78,34	57,81	27,30	29,37	149,98	38,82
$\Delta$	9	46,63	249,88	167,31	46,07	63,02	86,43	351,00



Graf 4.21. Usporedba godišnje primarne energije  $E_{prim}$  – ukupno i godišnje primarne energije  $E_{prim}$  – specifično - novo stanje.



Pregledom sumarnog prikaza rezultata podataka energetske analize za novo stanje prikazanih u tablicama (4.53., 4.54., 4.55.) isto kao i za rezultate analize za postojeće stanje vidljivo je da geometrijski podaci pojedinih stambenih jedinica i predmetne zgrade nisu u očekivanoj korelaciji sa podacima koji ukazuju na energetska svojstva dobivenih energetskom analizom (energetski razred, potrebna energija za grijanje...) s obzirom na vrlo slične koeficijente prolaska topline pojedinih građevnih dijelova i otvora. Detaljnijom analizom podataka energetske analize za postojeće i novo stanje prikazanih u tablicama (4.53., 4.54., 4.55.) predmetne zgrade i pojedinih stambenih jedinica, uspoređivanjem međusobnih korelacija i veza može zaključiti da je prethodno navedeno odstupanje:

- geometrijski podaci pojedinih stambenih jedinica i predmetne zgrade nisu u očekivanoj korelaciji sa podacima koji ukazuju na energetska svojstva dobivenih energetskom analizom (energetski razred, potrebna energija za grijanje...),
- poboljšavanjem energetske svojstava odnosno energetskom obnovom (implementacijom predloženih mjera u poglavlju (4.5.)), korelacija geometrijskih podataka sa podacima koji ukazuju na energetska svojstva dobivenih energetskom analizom (energetski razred, potrebna energija za grijanje...) ostaje ista,
- nevezano za energetska svojstva zgrade (ukoliko su ona jednolika po cijeloj zgradi (nema značajnih odstupanja između koeficijenata prolaska topline građevnih dijelova između različitih dijelova zgrade)) geometrijski podaci pojedinih stambenih jedinica i predmetne zgrade neće biti u očekivanoj korelaciji sa podacima koji ukazuju na energetska svojstva dobivenih energetskom analizom (energetski razred, potrebna energija za grijanje...),

što je uzrokovano odnosno vezano je uz razinu izloženosti vanjskim utjecajima promatranog grijanog prostora i površini oplošja prema negrijanim prostorijama kako je već prethodno opisano u poglavlju (4.4.). Tablicom (4.61.) i grafom (4.22.) prikazan odnos / veza:

- $Omjera = \frac{Oplošje\ grijanog\ dijela\ zgrade\ A[m^2]}{Oplošje\ grijanog\ dijela\ zgrade\ A_{v+p}[m^2]}$   
- prema negrijanom podrumu i vanjskom prostoru sa
- energetskim svojstvima,

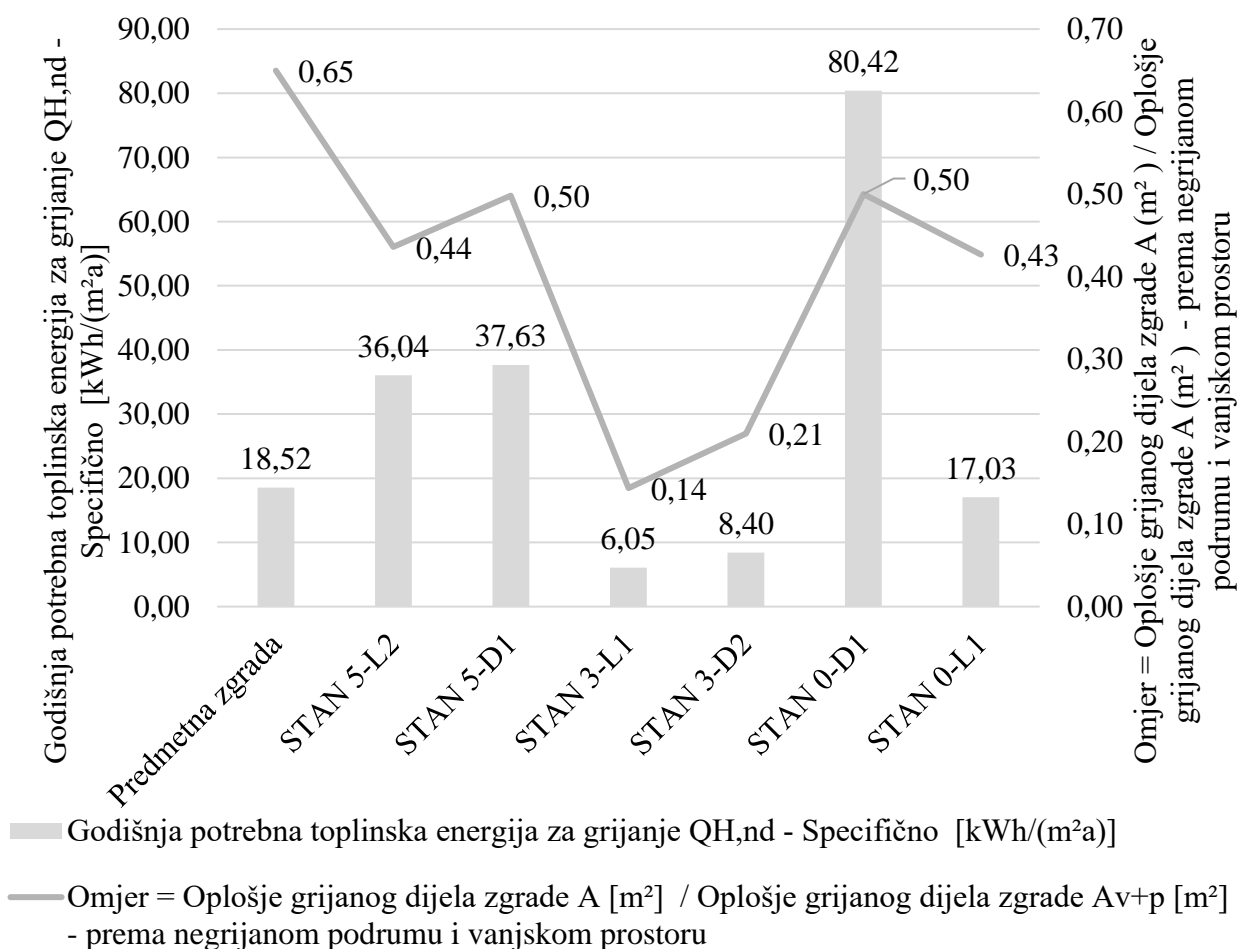
gdje je:

- 3 - Oplošje grijanog dijela predmetnog prostora  $A [m^2]$  ,
- $k_1$  - Oplošje grijanog dijela zgrade  $A_v [m^2]$  - prema vanjskom prostoru,
- $k_2$  – Oplošje grijanog dijela zgrade  $A_p [m^2]$  - prema negrijanom podrumu,
- $k_3$  – Oplošje grijanog dijela zgrade  $A_{v+p} [m^2]$  - prema negrijanom podrumu i vanjskom prostoru,

- k4 – Omjer = Oplošje grijanog dijela zgrade A [m<sup>2</sup>] / Oplošje grijanog dijela zgrade A<sub>v+p</sub> [m<sup>2</sup>] - prema negrijanom podrumu i vanjskom prostoru,
- 6 – Energetski razred prema specifičnoj godišnjoj potrebnoj energiji za grijanje Q<sup>"</sup><sub>H,nd</sub> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] – novo stanje,
- 7 – specifična godišnja potrebna energija za grijanje Q<sup>"</sup><sub>H,nd</sub> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] – novo stanje,
- 21 - Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje Q<sub>H,nd</sub> - Ukupno [kWh/a] – novo stanje.

Tablica 4.61. Usporedba geometrijskih podataka i podataka o energetskim svojstvima – novo stanje.

RED. BROJ	Predmetna zgrada	STAN 5-L2	STAN 5-D1	STAN 3-L1	STAN 3-D2	STAN 0-D1	STAN 0-L1
3	1.887,78	204,75	199,26	199,26	204,25	187,50	187,50
k1	965,45	89,25	99,26	28,63	42,88	38,75	25,00
k2	261,00	0,00	0,00	0,00	0,00	55,00	55,00
k3	1.226,45	89,25	99,26	28,63	42,88	93,75	80,00
k4	0,65	0,44	0,50	0,14	0,21	0,50	0,43
6	A	B	B	A+	A+	C	A
7	18,52	36,04	37,63	6,05	8,40	80,42	17,03
21	26.153,17	2.135,33	2.140,49	369,85	497,42	4.423,26	936,56



Graf 4.22. Usporedba geometrijskih podataka i podataka o energetskim svojstvima – novo stanje.

Iz prethodnog grafa koji prikazuje podatke analize za novo stanje kao i za postojeće stanje prikazano u poglavlju (4.4.) vidljivo je da su:

- specifična godišnja potrebna energija za grijanje  $Q''_{H,nd}$  i
- Omjer = Oplošje grijanog dijela zgrade  $A$  [m<sup>2</sup>] / Oplošje grijanog dijela zgrade  $A_{v+p}$  [m<sup>2</sup>] - prema negrijanom podrumu i vanjskom prostoru,

međusobno povezani vezi, proporcionalni, odnosno da porastom iznosa omjera  $A / A_{v+p}$  i iznos specifične godišnje potrebne energije za grijanje  $Q''_{H,nd}$  raste.

Provedenom energetsom analizom novog stanja (nakon implementacije predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti) sa predmetnu zgradu te energetsom analizom predmetnih stambenih jedinica, pregledom dobivenih rezultata za svaku pojedinu cjelinu i međusobnom usporedbom dobivenih rezultata između pojedinih cjelina (predmetna zgrada, stambene jedinice), kao i u poglavlju (4.4.) (zaključak analize postojećeg stanja) zaključujemo da se izradom jednog eneretskog certifikata za višestambenu zgradu, odnosno gledanjem na višestambenu zgradu kao jednu zonu, jednu cijelu, pojavljuju se određeni problemi, bilo da se radi o energetske učinkovitoj zgradi ili ne, odnosno toplinski izoliranoj zgradi ili ne.

Iako se izradom jednog eneretskog certifikata za višestambenu zgradu dobiju točni i precizni podaci, isti podaci su rezultat analize napravljene za cijelu zgradu, zgrada je promatrana i analizirana kao jedna cjelina te i na dobivene rezultate na taj način treba gledati. Dobiveni rezultati se nikako ne mogu promatrati za jedan dio zgrade (jedno krilo, jednu etažu, jedan stan...) i reći da energetska svojstva dobivena analizom za cijelu zgradu vrijede i za samo jedan dio zgrade, makar svi koeficijenti prolaska topline građevnih dijelova zgrade i otvora bili isti u cijeloj zgradi, neovisno o energetske svojstvima odnosno toplinskoj izoliranosti zgrade, jer omjer  $A / A_{v+p}$  (faktor izloženosti površine ovojnice prema vanjskim i negrijanim prostorima u odnosu na površinu cijele ovojnice) za dio zgrade (jedno krilo, jednu etažu, jedan stan...) i omjer  $A / A_{v+p}$  za cijelu zgradu nije isti. Omjer  $A / A_{v+p}$  za cijelu je prosjek cijele zgrade a omjer  $A / A_{v+p}$  za dio zgrade je samo jedan dio tog prosjeka, koji može biti:

- manji od prosjeka,
- isti kao prosjek i
- veći od prosjeka.

Shodno prethodno opisanom problematikom, izradu jednog energetskeg certifikata za cijelu višestambenu zgradu kao jednu cjelinu, neovisno o energetskeim svojstvima odnosno toplinske izoliranosti zgrade, iako je zakonskim okvirom dozvoljeno, iz praktičnih, vlasničkih, korisničkih te tehničkih razloga koji zbog:

- različitih vlasnika stanova,
- različitih korisnika stanova,
- razdvojenih sustava grijanja, hlađenja, ventilacije, klimatizacije, sustava rasvjete, sustava opskrbe vodom i ostalih sustava,

višestambenu zgradu razdvajaju na više zasebnih cjelina, nije preporučljivo. Vrlo je nekorektno prema pojedinim vlasnicima / korisnicima stambenih jedinica koji će u pri prodaji ili iznajmljivanju vlastitog stambenog prostora biti oštećeni tako što će se prikazati energetski razred C (energetski razred za cijelu višestambenu zgradu, energetski prosjek) a zapravo njihov stambeni prostor spada u energetski razred B, opet u nekim drugim slučajevima će pojedini kupci stambenih prostora ili budući korisnici koji će stambeni prostor iznajmiti biti oštećeni jer su kupili / iznajmili stambeni prostor za kojega je energetski razred (prema certifikatu za cijelu višestambenu zgradu) C kategorije za zapravo je zbog povećane izloženosti vanjskim utjecajima, većeg iznosa omjera  $A / A_{v+p}$ , energetski razred G.

Iako razlika u energetskeim razredima (varijacije od energetskeg razreda A+ do C) između pojedinih stambenih prostora za novo stanje odnosno za zgrade sa dobrim energetskeim svojstvima nije toliko značajna kao u slučaju kada zgrada ima loša energetska svojstva (postojeće stanje), ukoliko se ta razlika prikaže preko  $Q''_{H,nd}$  u postotnom iznosu, vidljivo je da su razlike između pojedinih stanova za zgrade sa dobrim energetskeim svojstvima (novo stanje) veće. Razlika preko energetskeg razreda nije toliko vidljiva jer je za zgrade sa dobrim energetskeim svojstvima  $Q''_{H,nd}$  manjeg iznosa pa značajne varijacije između energetskeih razreda nisu moguće zbog same podjele granica energetskeih razreda.

## 5. ZAKLJUČAK

Prvi cilj rada je bio objasniti pravnu regulativu energetske certificiranja zgrada te prikazati postupak energetske certificiranja na primjeru višestambene zgrade, drugi cilj je bio provesti detaljnu energetske analizu karakteristične višestambene zgrade te pojedinih stambenih prostora (stanova) i usporediti rezultate proračuna i ukazati na razliku ukoliko se energetske razred određuje za cijelu zgradu i ukoliko se energetske razred određuje za zaseban dio zgrade pojedini stambeni prostor (stan).

Poglavljem (2.) objašnjena je svrha energetske certificiranja zgrada i pravna regulativa energetske certificiranja zgrada u Europskoj uniji u Republici Hrvatskoj te je naznačeno zašto je energetske certificiranje zgrada bitno i koje njene prednosti, a poglavljem (3.) prema „Pravilnik o energetske pregledu zgrade i energetske certificiranju“ i „Metodologiji provođenja energetske pregleda zgrada“ ukratko je opisan postupak odnosno način izrade i sadržaj energetske certifikata i izvješća o energetske pregledu zgrade.

Za ispunjenje drugog cilja rada odabrana je predmetna karakteristična višestambena zgrada koja je detaljno opisana i prikazana u poglavlju (4.1. i 4.2.). Energetskim pregledom predmetne zgrade i odabranih predmetnih stanova za energetske analizu prikupljeni su potrebni podaci za provedbu detaljne energetske analize predmetne zgrade i odabranih predmetnih stanova, odnosno za izradu energetske certifikata i izvješća o energetske pregledu zgrade pojedinog referentnog prostora.

Nakon što je smo prikupili sve potrebne podatke za predmetnu zgradu i odabrane predmetne stanove izradili smo energetske certifikate i izvješća o energetske pregledu za postojeće stanje i za novo stanje odnosno stanje nakon implementacije predloženih mjera poboljšanja energetske učinkovitosti opisanih u poglavlju (4.5.).

Izvršenom energetske analizom postojećeg i novog stanja za predmetnu zgradu te energetske analizom postojećeg stanja za pojedine stanove predmetne zgrade, prikazom dobivenih rezultata analize i davanje zaključka / obrazloženja dobivenih rezultata za pojedini predmetni prostor, dobili smo jasnu sliku energetske stanja u kojem se predmetni prostori nalaze.

Sumarnim prikazom rezultata energetske analize su isti rezultati uspoređeni (rezultati energetske analize za predmetnu zgradu i za pojedine stambene jedinice). Detaljnijom analizom usporedbom dobivenih rezultata dani su zaključci i obrazloženja dobivenih rezultata, obrazloženja pojedinih ekstrema (odstupanja od očekivanih rezultata) te su dana objašnjenja među veza i korelacija pojedinih energetske i geometrijske veličina.

Izvršenom analizom i usporedbom podataka može se zaključiti da su specifična godišnja potrebna energija za grijanje  $Q''_{H,nd}$  odnosno energetska razred zgrade i Omjer = Oplošje grijanog dijela zgrade  $A$  [m<sup>2</sup>] / Oplošje grijanog dijela zgrade  $A_{v+p}$  [m<sup>2</sup>] - prema negrijanom podrumu i vanjskom prostoru, međusobno povezani, proporcionalno, porastom omjera  $A / A_{v+p}$  i iznos specifične godišnje potrebne energije za grijanje  $Q''_{H,nd}$  raste.

Glavni zaključak ovog rada je da se zbog prethodno opisane veze između  $Q''_{H,nd}$  i Omjera =  $A / A_{v+p}$  izradom jednog energetskog certifikata za slučaj višestambene zgrade dobiju točni i precizni podaci, isti podaci su rezultat analize napravljene za cijelu zgradu, zgrada je promatrana i analizirana kao jedna cjelina te i na dobivene rezultate na taj način treba gledati. Rezultati dobiveni izračunom za cijelu zgradu se nikako ne mogu promatrati za jedan dio zgrade (jedno krilo, jednu etažu, jedan stan...) i zaključiti da energetska svojstva dobivena analizom za cijelu zgradu vrijede i za samo jedan dio zgrade, neovisno o energetskim svojstvima odnosno toplinskoj izoliranosti zgrade, jer omjer  $A / A_{v+p}$  (faktor izloženosti površine ovojnice prema vanjskim i negrijanim prostorima u odnosu na površinu cijele ovojnice) za dio zgrade (jedno krilo, jednu etažu, jedan stan...) i omjer  $A / A_{v+p}$  za cijelu zgradu nije isti. Omjer  $A / A_{v+p}$  za cijelu zgradu je prosjek cijele zgrade a omjer  $A / A_{v+p}$  za dio zgrade je samo jedan dio tog prosjeka, koji može biti manji, isti ili veći od prosjeka.

Zaključno s prethodno opisanom problematikom, izradu jednog energetskog certifikata za cijelu višestambenu zgradu kao jednu cjelinu, neovisno o energetskim svojstvima odnosno toplinskoj izoliranosti zgrade, iako je zakonskim okvirom dozvoljeno, iz praktičnih, vlasničkih, korisničkih te tehničkih razloga koji zbog:

- različitih vlasnika stanova,
- različitih korisnika stanova,
- razdvojenih sustava grijanja, hlađenja, ventilacije, klimatizacije, sustava rasvjete, sustava opskrbe vodom i ostalih sustava,

višestambenu zgradu razdvajaju na više zasebnih cjelina, nije preporučljivo. Vrlo je nekorektno prema pojedinim vlasnicima / korisnicima stambenih jedinica koji će u pri prodaji ili iznajmljivanju vlastitog stambenog prostora biti oštećeni tako što će se prikazati netočan (nepovoljniji) energetska razred a u nekim drugim slučajevima će pojedini kupci stambenih prostora ili budući korisnici koji će stambeni prostor iznajmiti biti oštećeni, netočan (povoljniji) energetska razred.

## LITERATURA

- [1] Službena stranica Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja RH, <http://www.mgipu.hr/default.aspx?id=4716>, pristupljeno 01.8.2017.
- [2] Blog energetska-certifikat-zagreb, <http://energetski-certifikat-zagreb.blogspot.hr/>, pristupljeno 13.8.2017.
- [3] Glass Europe, članak o raspodjeli energije po različitim sektorima u EU, <http://www.glassforeurope.com/en/issues/faq.php>, pristupljeno 14.8.2017.
- [4] Valentina Herega, Energetska učinkovitost zgrada, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Varaždin, 2016. , dostupno na: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/gfv%3A155> , pristup ostvaren 14.08.2017.
- [5] Tanja Franjić, Građevinske mjere povećanja energetske učinkovitosti Obiteljske kuće, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Građevinski fakultet Osijek, Osijek, 2016., dostupno na: <https://repozitorij.gfos.hr/islandora/object/gfos:268> , pristup ostvaren 14.08.2017.
- [6] Carbon Brief, članak o padu potrošnje energije u EU, <http://www.carbonbrief.org/seven-charts-showing-how-the-eus-energy-use-is-being-transformed>, pristupljeno 17.8.2017.
- [7] Carbon Brief, graf raspodjele proizvedene energije prema primarnom izvoru, <http://www.carbonbrief.org/media/377747/eurostat2.png>, pristupljeno 17.8.2017.
- [8] Slide Serve, PowerPoint prezentacija o solarnoj kući, <http://www.slideserve.com/peggy/solarna-ku-a>, pristupljeno 21.8.2017.
- [9] Energetski certifikati Fabel, blog o energetskim certifikatima u Republici Hrvatskoj, [http://www.fabel-energetski-certifikati.hr/energetski\\_pregledi\\_zgrada](http://www.fabel-energetski-certifikati.hr/energetski_pregledi_zgrada), pristupljeno 22.8.2017.
- [10] Službena stranica Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja RH, „Metodologija provođenja energetske pregleda zgrada 2017“, [http://www.mgipu.hr/doc/EnergetskaUcinkovitost/METODOLOGIJA\\_EPG.pdf](http://www.mgipu.hr/doc/EnergetskaUcinkovitost/METODOLOGIJA_EPG.pdf), pristupljeno 23.8.2017.
- [11] Geoportal Državne geodetske uprave Republike Hrvatske, <https://geoportal.dgu.hr>, pristupljeno 23.8.2017.
- [12] Izvješće o energetskom pregledu zgrade „Višenamjenska sportska dvorana Žatika – Poreč, Žatika bb, 52440 Poreč“ broj: E-112/15, Inel d.o.o. Đakovo, kolovoz 2015. godine

[13] Izvješće o energetsom pregledu zgrade Program Ujedinjenih naroda za razvoj - UNDP, dostupno na: <https://www.enu.hr/wp-content/uploads/2016/03/Priručnik-za-energetsko-certificirane-zgrada.pdf> , pristup ostvaren 15.04.2019.

[14] Zelena knjižnica energetske efikasnosti, dostupno na: <http://www.enu.fzoeu.hr/hio/zelena-ee-knjiznica> , pristup ostvaren 16.04.2019.



## Sažetak

Glavni cilj rada je provesti detaljnu energetska analizu višestambene zgrade. Izvršenom energetska analizom usporedbom rezultata dani su zaključci i obrazloženja dobivenih rezultata, obrazloženja pojedinih ekstrema te su dana objašnjenja veza pojedinih energetska i geometrijska veličina. Zaključak rada je da izradom jednog energetska certifikata za višestambenu zgradu dobiju točni i precizni podaci, ali ti podaci su rezultat analize napravljene za cijelu zgradu, zgrada je promatrana i analizirana kao jedna cjelina. Rezultati dobiveni izračunom za cijelu zgradu se nikako ne mogu promatrati za jedan dio zgrade odnosno jedan stan i zaključiti da energetska svojstva dobivena analizom za cijelu zgradu vrijede i za samo jedan dio zgrade, neovisno o energetska svojstvima zgrade. Uzrok tome je različita razina izloženosti ovojnice prema vanjskom i negrijanom prostoru između različitih referentnih prostora.

Ključne riječi: energetska certificiranje, energetska certifikat, izvješće o energetska pregledu, energetska analiza, energetska učinkovitost, mjere poboljšanja, višestambena zgrada,

## Abstract

The main goal is to conduct a detailed energy analysis of an apartment building. The energy analysis was performed and by comparing results conclusions and explanations of the obtained results, explanations of individual extremes, and the explanation of the connections of certain energy and geometric sizes are given. The conclusion of the work is that by producing a certificate for an entire apartment building you get the correct and precise data, but these data are the result of the analysis made for the whole building, the building was observed and analysed as a whole. Results obtained by calculation for the entire building cannot be observed for one part of the building or one apartment and conclude that the energy properties obtained by analysis for the entire building are valid for only one part of the building The cause of this is different levels of the coating exposure to outside space and non-heated building areas between different reference areas.

Key words: energy certification, energy performance certificates, energy review report, building energetic analysis, energy efficiency, improvement measures, apartment building

## Životopis

Zvonimir Puljić rođen je 17.06.1990. u Đakovu u Hrvatskoj. Osnovnu školu završio je u Đakovu. Pohađao je obrtničku srednju školu u Đakovu, smjer elektromehaničar a po završetku i smjer električar, koju je završio 2008. godine, čime je stekao srednju stručnu spremu. Obrazovanje je nastavio na elektrotehničkom fakultetu u Osijeku upisom na stručni studij, smjer elektroenergetika 2008. godine. Godine 2012. završio je stručni studij, te iste godine se zapošljava u tvrtki INEL d.o.o. kao projektant suradnik i upisuje razlikovnu godinu za preddiplomski sveučilišni studij koju je i završio 2013. godine, 2014. godine upisao je diplomski studij, smjer elektroenergetika.