

# IZRADA DETALJNOG ENERGIJSKOG AUDITA

Objekat individualnog stanovanja:  
Saliha Žige 18, Općina Ilidža, Kanton Sarajevo

---

Februar, 2020. godine

<b>Naziv projekta:</b>	<b>Isporuca detaljnih energijskih audita za 60 stambenih objekata na prostoru općine Hadžići, Ilidža, Ilijaš i Vogošća</b>
<b>Naručilac:</b>	<b>SERDA d.o.o. Sarajevo</b>
	Kolodvorska 6
	71000 Sarajevo, BiH
	Tel: + 387 33 652 935
	Email: info@uredee.ba
<b>Konzorcij:</b>	<b>nLogic d.o.o. Sarajevo</b>
	Tešanjaska 24/a (Avaz Twist Tower)
	71 000 Sarajevo, BiH
	Tel: + 387 33 863 951 Fax: + 387 33 869 008
	Email: info@nlogic.ba
	<b>Proving d.o.o</b>
	Milana Preloga bb
	71 000 Sarajevo, BiH
	Tel: + 387 33 610 264 Fax: + 387 664 100
	Email: info@proving.ba
<b>Vrijeme izrade:</b>	Februar, 2020

## Sadržaj

<b>1.</b>	<b>UVOD .....</b>	<b>9</b>
1.1.	Svrha i cilj provođenja energijskog audita .....	9
1.2.	Kratki opis lokacije i namjene objekta.....	11
1.3.	Kratki opis korištenih energijskih sistema .....	12
1.4.	Kratki opis karakterističnih energijskih podsistema .....	13
1.5.	Kratki opis ugodnosti boravka u objektu.....	13
<b>2.</b>	<b>ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA OBJEKTA; ENERGIJSKIH KARAKTERISTIKA OBJEKTA I TERMO-TEHNIČKIH SISTEMA .....</b>	<b>14</b>
2.1.	Analiza toplotnih karakteristika omotača objekta .....	14
2.1.1.	Vanjski zidovi.....	15
2.1.2.	Podovi .....	16
2.1.3.	Strop i krov.....	17
2.1.4.	Prozori i vrata.....	18
2.1.5.	Toplotne karakteristike omotača .....	19
2.2.	Analiza energijskih svojstava sistema grijanja i ventilacije prostora .....	21
2.2.1.	Grijna tijela .....	23
2.2.2.	Cijevna mreža.....	25
2.3.	Analiza energijskih svojstava sistema hlađenja prostora .....	26
2.4.	Analiza energijskih svojstava sistema ventilacije i klimatizacije .....	26
2.5.	Analiza energijskih svojstava sistema potrošne tople vode.....	26
2.6.	Analiza energijskih svojstava sistema potrošnje električne energije – elektroinstalacije, rasvjeta, uređaji i ostala trošila .....	26
2.6.1.	Rasvjeta.....	27
2.6.2.	Sistem grijanja/hlađenja .....	28
2.6.3.	Ostali električni uređaji.....	28
2.7.	Analiza energijskih svojstava specifičnih podsistema.....	29
2.8.	Analiza potrošnje sanitarne vode.....	29
2.9.	Analiza sistema regulacije i upravljanja.....	29
2.10.	Analiza objekta sa aspekta upravljanja energijom .....	29
2.11.	Analiza energijskih svojstava sistema za proizvodnju toplotne i električne energije iz obnovljivih izvora energije (ukoliko takvi postoje na lokaciji).....	30
<b>3.</b>	<b>PROVOĐENJE POTREBNIH MJERENJA .....</b>	<b>31</b>
3.1.	Analiza toplotnih gubitaka kroz omotač objekta korištenjem infracrvene termografije .....	31
<b>4.</b>	<b>ANALIZA POTROŠNJE I TROŠKOVA ZA ENERGIJU I VODU .....</b>	<b>32</b>
4.1.	Analiza potrošnje i troškova energenata.....	32
4.1.1.	Potrošnja toplotne energije.....	32
4.1.2.	Električna energija .....	32
4.1.3.	Voda.....	34

4.1.4.	Pregled potrošnje energenata i energije .....	34
4.2.	ANALIZA POTROŠNJE ENERGIJE .....	35
4.2.1.	Pregled potrošnje energije prema namjeni .....	36
4.3.	ANALIZA INDIKATORA POTROŠNJE ENERGIJE I TROŠKOVA ZA ENERGIJU .....	36
4.3.1.	Analiza indikatora potrošnje energije .....	36
<b>5.</b>	<b>PRORAČUN TOPLOTNIH POTREBA OBJEKTA .....</b>	<b>38</b>
5.1.	Polazne osnove i podloge za proračun.....	38
5.1.1.	Klimatski parametri korišteni za proračun .....	39
5.2.	Proračun toplotnih gubitaka objekta.....	39
5.2.1.	Transmisijski gubici kroz omotač objekta .....	40
5.2.2.	Ventilacijski gubici.....	41
5.2.3.	Ukupni toplotni gubici.....	42
5.3.	Proračun toplotnih dobitaka objekta.....	44
5.4.	Proračun potrebne toplotne energije objektu.....	45
<b>6.</b>	<b>PREGLED PREDLOŽENIH MJERA POVEĆANJA ENERGIJSKE EFIKASNOSTI OBJEKTA</b>	<b>47</b>
6.1.	Pregled predloženih mjera povećanja energijske efikasnosti objekta .....	47
6.2.	Opis i analiza ušteta predloženih mjera povećanja energijske efikasnosti objekta .....	48
	ARHITEKTONSKO-GRAĐEVINSKE MJERE .....	48
6.2.1.	Termoizolacija fasade.....	48
6.2.2.	Zamjena postojeće stolarije .....	50
6.2.3.	Termoizolacija stropne konstrukcije .....	51
	MAŠINSKE MJERE.....	52
6.2.4.	Montaža plinskog bojlera.....	52
6.2.5.	Ugradnja radijatorskih ventila sa termostatskim glavama .....	53
6.3.	Scenarij implementacije predloženih mjera energijske efikasnosti .....	54
6.3.1.	Tehno-ekonomska analiza različitih scenarija predloženih mjera .....	55
6.4.	KVANTITATIVNA ANALIZA SMANJENJA EMISIJE STAKLENIČKIH GASOVA .....	57
<b>7.</b>	<b>KLASIFIKACIJA OBJEKTA U ENERGIJSKI RAZRED PREMA UREDBI O PROVOĐENJU ENERGIJSKIH AUDITA I IZDAVANJU ENERGIJSKOG CERTIFIKATA .....</b>	<b>59</b>
	<b>PRILOZI .....</b>	<b>62</b>

## Popis slika

Slika 1: Objekat individualnog stanovanja u ulici Saliha Žige 18, Općina Ilidža .....	11
Slika 2: Geografski položaj Kantona Sarajevo .....	12
Slika 3: Prikaz lokacije objekta .....	12
Slika 4: Sjeveroistočna (lijevo) i sjeverozapadna (desno) fasada objekta .....	14
Slika 5: Jugozapadna (lijevo) i jugoistočna (desno) fasada objekta .....	14
Slika 6: Karakteristične podne obloge u objektu .....	16
Slika 7: Stropna konstrukcija i negrijani tavanski prostor u objektu .....	17
Slika 8: Prikaz PVC otvora na objektu .....	18
Slika 9: Prikaz drvenih otvora i stijena od kopelita na objektu .....	19
Slika 10: Prikaz toplovodnog kotla .....	22
Slika 11. Prikaz plinskog bojlera .....	22
Slika 12: Cirkulaciona pumpa proizvođača „Grundfos“ i ekspanziona posuda .....	22
Slika 13: Prikaz aluminijskih rebrastih radijatora (lijevo) i gusanih radijatora (desno) .....	24
Slika 14: Prikaz kupatilskog radijatora .....	24
Slika 15: Dio cijevne mreže u kotlovnici (lijevo) i dio cijevne mreže u objektu (desno) .....	25
Slika 16: Prikaz bojlera za pripremu PTV .....	26
Slika 17: Prikaz rasvjetnih tijela u objektu .....	28
Slika 18: Prikaz uređaja za dogrijavanje u objektu .....	28
Slika 19: Prikaz ostalih električnih uređaja .....	29
Slika 20: Mjesečna potrošnja električne energije u objektu za period 2017. - 2019. godina .....	34
Slika 21: Potrošnja energenata u objektu za period 2017. - 2019. godina .....	35
Slika 22: Potrošnja energije za period 2017. - 2019. godina .....	36
Slika 23: Udio ukupnih toplotnih gubitaka kroz omotač objekta po mjesecima .....	43
Slika 24: Udio ukupnih toplotnih dobitaka kroz omotač objekta po mjesecima .....	45
Slika 25: Udio toplotnih potreba objekta za grijanje raspoređen po mjesecima grijne sezone .....	46
Slika 26: Komparacija energijskih i ekonomskih vrijednosti različitih scenarija .....	56
Slika 27: Indeksni prikaz uloženi novčanih sredstava i dobivenih ušteda ukupne energije za posmatrane scenarije .....	56
Slika 28: Energijski razred stambenih zgrada: Slobodnostojeće kuće - Individualno stanovanje .....	59

## Popis tabela

Tabela 1: Osnovni podaci o objektu .....	11
Tabela 2: Ukupan pregled površina objekta .....	15
Tabela 3: Konstrukcija vanjskih zidova objekta .....	15
Tabela 4: Pregled površina zidova prema prostornoj orijentaciji na objektu .....	15
Tabela 5: Podne konstrukcije objekta .....	16
Tabela 6: Površina poda predmetnog objekta .....	17
Tabela 7: Strop prema negrijanom tavanu .....	17
Tabela 8: Površina stropa .....	18
Tabela 9: Sumaran prikaz površina PVC otvora, 2-struko ostakljenje .....	19
Tabela 10: Sumaran prikaz površina drvenih otvora, 2-struko ostakljenje .....	19
Tabela 11: Sumaran prikaz površina Al otvora, 2-strani kopelit – staklene stijene u stubištu .....	19
Tabela 12: Toplotne karakteristike građevinskih elemenata od kojih je napravljen objekat .....	19
Tabela 13: Koeficijenti prolaza toplote U (W/m <sup>2</sup> K) za građevinske elemente objekta .....	20
Tabela 14: Koeficijenti prolaza toplote za prozore, portale i vrata na objektu .....	21
Tabela 15: Kratak opis sistema grijanja .....	23
Tabela 16: Stepni iskorištenja pojedinih elemenata sistema grijanja .....	23
Tabela 17: Pregled i karakteristike člankastih aluminijskih, gusanih i kupaonih radijatora .....	24
Tabela 18: Pregled potrošača električne energije .....	26
Tabela 19: Pregled rasvjetnih tijela u objektu .....	27
Tabela 20: Pregled potrošnje čvrstog goriva za period 2017.-2019. godine .....	32
Tabela 21: Potrošnja i troškovi električne energije za period 2017. do 2019. godine * .....	33
Tabela 22: Indikatori stvarne potrošnje energije .....	37
Tabela 23: Podaci o površinama dijelova ovojnice objekta .....	40
Tabela 24: Koeficijenti transmisivnih toplotnih gubitaka vanjske ovojnice objekta .....	41
Tabela 25: Ukupni gubici toplote provjetranjem .....	42
Tabela 26: Ukupni gubici toplote zgrade .....	42
Tabela 27: Vrijednosti potrebne za proračun .....	43
Tabela 28: Ukupni dobici toplote u objektu .....	44
Tabela 29: Potrebna energija za grijanje .....	45
Tabela 30: Predračun ugradnje termoizolacije fasade .....	49
Tabela 31: Zbirni pregled energijskih i ekonomskih ušteda nakon implementacije predmetnih mjera ..	49
Tabela 32: Predračun zamjene postojeće stolarije .....	50
Tabela 33: Zbirni pregled energijskih i ekonomskih ušteda nakon implementacije predmetnih mjera ..	51
Tabela 34: Predračun ugradnje termoizolacije stropne konstrukcije .....	52
Tabela 35: Zbirni pregled energijskih i ekonomskih ušteda nakon implementacije predmetnih mjera ..	52
Tabela 36: Predmjer i predračun radova za nabavku i montažu plinskog bojlera .....	53
Tabela 37: Zbirni pregled energijskih i ekonomskih ušteda nakon implementacije mjere montaže plamenika .....	53
Tabela 38: Pregled energijskih i ekonomskih* vrijednosti različitih scenarija .....	54

Tabela 39: Pregled pokazatelja isplativosti za različite scenarije (period 20 g. i diskontna stopa 5,5%)	.56
Tabela 40: Faktor emisije CO <sub>2</sub> za pojedine energente [1]	57
Tabela 41: Smanjenje emisije CO <sub>2</sub> uslijed smanjenja potrošnje električne energije	57
Tabela 42: Energijski razred objekta za trenutno stanje	60
Tabela 43: Energijska karakteristika objekta za trenutno stanje, te stanje po pojedinim scenarijima	60

## Popis mjernih oznaka korištenih u proračunima

- $Q_{H,nd}$  - potrebna toplotna energija za grijanje  
 $H_D$  - gubici kroz građevne dijelove koji graniče s vanjskim prostorom, uključujući daljinske gubitke  
 $H_g$  - suma gubitaka kroz građevne dijelove koji graniče s tlom  
 $H_U$  - suma gubitaka kroz negrijane prostore  
 $H_A$  - suma gubitaka kroz građevne dijelove koji graniče sa susjednim objektima  
 $H_{tr,adj}$  - koeficijent transmisijskog toplotnog gubitka  
 $H_{ve,adj}$  - koeficijent toplotnog gubitka provjetravanjem  
 $Q_l$  - ukupni godišnji gubici toplote  
 $Q_i$  - godišnji iskoristivi unutarnji dobiti toplote  
 $Q_s$  - godišnji iskoristivi solarni dobiti toplote  
 $Q_g$  - ukupni godišnji iskoristivi dobiti toplote  
 $Q_{H,tr}$  - transmisioni gubici toplote  
 $Q_{H,ve}$  - ventilacioni gubici toplote  
 $Q_{H,ht}$  - ukupni toplotni gubici  
 $Q_{H,sol}$  - solarni dobiti toplote  
 $Q_{H,int}$  - unutrašnji dobiti toplote  
 $Q_{H,gn}$  - ukupni toplotni dobiti  
 $Q_{H,nd}$  - godišnja potrebna toplotna energija za grijanje  
 $n_{min}$  - broj izmjena zraka uslijed otvaranja prozora  
 $\gamma_H$  - omjer toplotnih dobitaka i ukupne izmjenjenje toplote transmisijom i ventilacijom u režimu grijanja  
 $\alpha_{red,H}$  - bezdimenzijski redukcijски faktor koji uzima u obzir prekide u grijanju  
 $\eta_{H,gn}$  - bezdimenzijski parametar ovisan o vremenskoj konstanti zgrade  
 $V_V$  - zapreminski protok vazduha  
 $V_p$  - neto zapremina grijanog dijela objekta  
 $c_v$  - specifični toplotni kapacitet vazduha  
 $\rho_v$  - gustina vazduha  
 $l_v$  - broj izmjena vazduha  
 $T_u$  - projektna temperatura prostorije  
 $T_v$  - prosječna temperatura okoline  
 $\tau$  - broj dana grijanja  
 $A$  - površina grijanog dijela zgrade  
 $V_e$  - zapremina grijanog dijela zgrade  
 $f_o$  - faktor oblika zgrade  
 $A_K$  - korisna površina objekta  
 $A_{uk}$  - ukupna površina fasada  
 $A_{wuk}$  - ukupna površina prozora



## 1. UVOD

Velika potrošnja energije u zgradarstvu, ali i veliki potencijal ušteda, čine da energijska efikasnost (EE) postane prioritet i ima sve značajnije mjesto u javnom i stambenom sektoru BiH. Karakteristika velikog dijela stambenih i javnih objekata u Bosni i Hercegovini je neracionalno velika potrošnja svih vrsta energenata i energije.

Generalno, problematika energijske efikasnosti na području BiH leži u:

- nedovoljnom uticaju donosioca odluka u oblasti EE,
- nepostojanju sveobuhvatnog zakonodavnog okvira,
- nedostatku sistematskog praćenja i prikupljanja relevantnih podataka,
- nužnosti primjene mjera EE u sektorima zgradarstva, saobraćaja, industrije itd.

Potpору rješavanju navedenih problema sve više pružaju kako međunarodne organizacije, tako i domaće nadležne institucije, koje finansiraju projekte iz ove oblasti. Ciljevi takvih projekata i programa ogledaju se prije svega u razvoju domaće legislative, potpori vladinim institucijama u donošenju relevantnih propisa, razvoju domaćeg konsultantskog i građevinskog tržišta, te u krajnjoj liniji smanjenju potrošnje energije i emisije stakleničkih gasova.

Kako se bez sumnje trend finansiranja i implementacije projekta EE iz raznih fondova nastavlja, veoma je značajno da svijest o EE i njenim benefitima, kao i mogućnošću potencijalnog sufinansiranja, bude razvijena na svim nivoima vlasti.

Kako bi se pristupilo razvojnim fondovima, te apliciralo na tekuće pozive ili one koji će doći, potrebno je na vrijeme obezbijediti odgovarajuće projekte. S obzirom da aplikaciju za dodjelu nepovratnih sredstava prema fondovima mogu podnijeti sve pravne i fizičke osobe, jedinice lokalne uprave (kantoni, gradovi i općine), javne ustanove, privredna društva i druge institucije za javne objekte u njihovom vlasništvu, kao što su administrativne zgrade općina, domovi zdravlja, škole, dječiji vrtići, zgrade individualnog i kolektivnog stanovanja, itd. veoma je važno uspostaviti održivi sistem izrade projekata.

Pri dodjeli nepovratnih sredstava, prednost se daje projektima koji imaju spremnu dokumentaciju koja dokazuje, između ostalog, opravdanost investicije, tj. Preliminarni i detaljni energijski pregled (audit) i/ili certifikat.

### 1.1. SVRHA I CILJ PROVOĐENJA ENERGIJSKOG AUDITA

Energijski audit je analiza toplotnih karakteristika omotača objekta i karakteristika tehničkih sistema s ciljem utvrđivanja efikasnosti/inefikasnosti potrošnje energije, te donošenja zaključaka i preporuka za povećanje EE. Energijskim auditom se utvrđuje način korištenja energije, te sistemi i mjesta na kojima su prisutni veliki gubici energije kako bi se odredile mjere za racionalno korištenje energije i povećanje energijske efikasnosti.

Svrha i cilj izrade metodologije provođenja energijskih audita objekata je osiguranje alata ovlaštenim licima za provođenje energijskih audita kroz propisivanje detaljne procedure svih aktivnosti u tom procesu.

Osnovni cilj energijskog audita objekta je prikupljanjem i obradom raznih elemenata objekta dobiti što tačniji uvid u zatečeno energijsko stanje objekta s obzirom na:

- građevinske karakteristike u smislu toplotne zaštite,
- energijska svojstva sistema za klimatizaciju, grijanje, hlađenje, ventilaciju i rasvjetu,
- zastupljenost i energijska svojstva pojedinih grupa trošila,
- strukturu upravljanja zgradom i
- pristup korisnika energijskoj problematici – tzv. ljudski faktor.

Na osnovu analize prikupljenih podataka odabiru se konkretne energijski, ekonomski i okolinski optimalne mjere povećanja EE za posmatranu zgradu.

Dvije su osnovne svrhe energijskog audita:

- analiza stanja i mogućnosti primjene mjera poboljšanja energijskih svojstava objekta i povećanja energijske efikasnosti u novim i postojećim objektima
- osnovni alat u određivanju razreda potrošnje energije u energijskoj certifikaciji.

Preciznost podataka ključ je uspješne provedbe energijskog audita. To najviše dolazi do izražaja kod postojećih objekata. Ponekad nije moguće doći do svih potrebnih podataka, te je potrebno izvršiti dodatna mjerenja. Za kvalitetu energijskog audita je važno da je nedostatak podataka ili netačnost podataka svedena na najmanju moguću mjeru. Osoba koja provodi energijski audit mora biti stručna i osposobljena da putem uvida u postojeće stanje, provođenjem mjerenja i potrebnih proračuna, što tačnije ustanovi postojeće energijsko stanje i da preporuke za poboljšanje energijskih svojstava objekta.

## 1.2. KRATKI OPIS LOKACIJE I NAMJENE OBJEKTA

Stambeni objekat za individualno stanovanje nalazi se u ulici Saliha Žige broj 18 u naselju Butmir, Općina Ilidža u Kantonu Sarajevo. Objekat je po svojoj namjeni isključivo stambenog karaktera. Trenutno u objektu živi 6 stanara.

Tabela 1: Osnovni podaci o objektu

Naziv objekta	Objekat individualnog stanovanja
<b>Sjedište</b>	Sarajevo, Općina Ilidža
<b>Adresa</b>	Saliha Žige 18, Butmir
<b>Kontakt</b>	Mirsad Ožegović 061 373-526
<b>Broj stanara:</b>	6
<b>Okupiranost objekta:</b>	00:00-24:00

Objekat je izgrađen u periodu do 1967. do 1968. godine i od tada su periodično vršene određene manje sanacije na njemu. Urađena je zamjena finalnih podnih obloga, a u toku posljednjih pet godina izvršena je zamjena većine otvora na objektu i ugrađeni su novi od PVC profila sa dvostrukim ostakljenjem.



Slika 1: Objekat individualnog stanovanja u ulici Saliha Žige 18, Općina Ilidža

Kanton Sarajevo (skraćeno KS) jedan je od 10 kantona Federacije Bosne i Hercegovine. Sastoji se od Grada Sarajeva i 5 susjednih općina. Sarajevo je glavni i najveći grad Bosne i Hercegovine, njena metropola i njen najveći urbani, kulturni, ekonomski i prometni centar, glavni grad Federacije Bosne i Hercegovine i sjedište Kantona Sarajevo. Sarajevo je vodeći politički, društveni i kulturni centar u Bosni i Hercegovini i istaknuti centar na Balkanu. Zbog svoje duge i bogate istorije, vjerskih i kulturnih raznolikosti, Sarajevo se naziva i Jerusalem Evrope ili Jerusalem Balkana.

Prema popisu stanovništva iz 2013. i trenutnoj teritorijalnoj podjeli sa 4 općine grad ima 275.524 stanovnika. Nalazi se u središnjem dijelu jugoistočne Evrope i Balkana, a takođe i u središnjem dijelu Bosne i Hercegovine. Zaprema površinu od 141,50 km<sup>2</sup>, a prosječna nadmorska visina Sarajevskog polja je 500 metara. Kroz grad protiče rijeka Miljacka, njegovi centralni dijelovi su smješteni u

kompozitnoj Sarajevskoj kotlini, koja se pruža od istoka prema zapadu i završava u Sarajevskom polju. Oko grada se nalaze planine: Jahorina, Bjelašnica, Igman, Treskavica i Trebević.



Slika 2: Geografski položaj Kantona Sarajevo

Općina Ilidža je jedna od devet općina koje se nalaze u sastavu Kantona Sarajevo. Ilidža je smještena u podnožju planine Igman u zelenom pejzažu koji je bogat i vodom i šumom. Reljef područja Ilidže je raznolikog oblika – kreće se od tipičnog ravničarskog do brežuljkastog i krškog u području planine Igman koja prirodno ograničava područje Ilidže s jugozapadne strane. Ukupna površina područja općine Ilidža iznosi 143,4 km<sup>2</sup>. Prema popisu stanovništva iz 2013. godine, općina Ilidža broji 71.892 stanovnika.

U neposrednoj blizini predmetnog stambenog objekta smješteni su pretežno objekti za individualno stanovanje niže spratnosti.



Slika 3: Prikaz lokacije objekta

Predmetni stambeni objekat spada u kategoriju obiteljskih stambenih objekata za individualno stanovanje. Građen je kao samostalni objekat spratnosti Po+P+1 i izgrađen je na ravnom terenu.

Bruto površina objekta iznosi:  $A= 233,70 \text{ m}^2$ , od čega korisnu površinu objekta čini:  $A_k= 194,76 \text{ m}^2$ .

### 1.3. KRATKI OPIS KORIŠTENIH ENERGIJSKIH SISTEMA

Kako bi se u objektu zadovoljile potrebe za toplotnom i električnom energijom, od energijskih sistema u objektu instalisani su uređaji koji za sopstveni pogon koriste električnu energiju, dok se toplotna energija za potrebe grijanja obezbeđuje iz kotlovnice smještene u podrumu objekta.

#### **1.4. KRATKI OPIS KARAKTERISTIČNIH ENERGIJSKIH PODSISTEMA**

Prilikom provođenja audita u objektu nisu zabilježeni značajni energijski podsistemi koji bi trebali biti analizirani kao zasebne cjeline.

#### **1.5. KRATKI OPIS UGODNOSTI BORAVKA U OBJEKTU**

U toku posjete tima auditora, a prema izjavama korisnika objekta toplotni komfor se može ostvariti u sezoni grijanja na osnovu primjenjenog režima rada grijanja. U kotlovnici je instaliran jedan toplovodni kotao na ogrijevno drvo i ugalj, te plinski bojler smješten na spratu objekta koji se trenutno ne koristi zbog zastarjelosti (plinski bojler je instaliran 1998. godine) i zbog visoke cijene energenta.

## 2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA OBJEKTA; ENERGIJSKIH KARAKTERISTIKA OBJEKTA I TERMO-TEHNIČKIH SISTEMA

### 2.1. ANALIZA TOPLOTNIH KARAKTERISTIKA OMOTAČA OBJEKTA

Opis karakteristika objekta sačinjen je na osnovu posjete objekta, razgovora sa vlasnikom, premjera gabarita sa lica mjesta, te uvida u dio dokumentacije koja je data na raspolaganje za izradu elaborata. Opći dojam objekta sa aspekta toplotnih karakteristika omotača je nezadovoljavajući ukoliko se posmatra cjelokupna slika objekta.

Obiteljski stambeni objekat u ulici Salih Žige broj 18, u naselju Butmir je slobodnostojeći stambeni objekat u osnovi pravougaonog oblika, vanjskih gabarita 9,50 x 8,20 m, a koji se sastoji od podruma, prizemlja i sprata. Na sjeverozapadnoj strani objekta nalazi se ulaz koji vodi na prizemnu etažu, a takođe i ulaz koji vodi u podrumsku etažu. Podrumaska etaža je negrijani dio objekta. Prosječna visina prizemlja iznosi 2,45 m, a sprata 2,35 m.

Objekat je izgrađen klasičnim sistemom gradnje od AB stubova / serklaža i ispunom od šupljih betonskih blokova, sa AB međuspratnom konstrukcijom. Iznad prve etaže je negrijani tavanski prostor sa klasičnom krovnom konstrukcijom sa četiri slivne krovne plohe (četverovodni krov) pokriven crijepom.

Na narednim slikama prikazane su fasade objekta, a prateća tabela daje ukupni pregled površina objekta.



Slika 4: Sjeveroistočna (lijevo) i sjeverozapadna (desno) fasada objekta



Slika 5: Jugozapadna (lijevo) i jugoistočna (desno) fasada objekta

Tabela 2: Ukupan pregled površina objekta

STAMBENI OBJEKAT Saliha Žige 18 Ilidža, Sarajevo	Visina prostora	Tlocrtna površina			Zapremina prostora	
	H <sub>bruto</sub> [m]	A <sub>bruto</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>neto</sub> [m <sup>2</sup> ]	i <sub>net/brut</sub> [%]	V <sub>bruto</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>neto</sub> [m <sup>3</sup> ]
Podrum - NEGRIJANO	1,95	77,90	62,32	80,00	151,91	121,52
Prizemlje	2,45	77,90	66,22	85,00	190,86	162,24
Sprat I	2,35	77,90	66,22	85,00	183,07	155,62
<b>UKUPNO (grijani prostor)</b>		<b>155,80</b>	<b>132,44</b>		<b>373,92</b>	<b>317,86</b>
<b>UKUPNO</b>		<b>233,70</b>	<b>194,76</b>		<b>525,83</b>	<b>439,38</b>

Ukupna bruto površina predmetnog objekta iznosi  $A = 233,70 \text{ m}^2$ , od čega neto površinu grijanog dijela objekta čini  $A_k = 132,44 \text{ m}^2$ . Bruto zapremina grijanog prostora iznosi  $V_e = 373,92 \text{ m}^3$ .

### 2.1.1. Vanjski zidovi

Na predmetnom objektu razlikujemo jedan tip vanjskih zidova (Vz-01) i to klasični zidani zid od šupljih betonskih blokova, malterisan sa unutrašnje i vanjske strane, ukupne debljine 24 cm. Sa aspekta toplotnih potreba uočljivi su toplotni gubici usljed nedostatka toplotne izolacije, a na fasadi su mjestimično vidljiva mala oštećenja u vidu pukotina na završnom fasadnom malteru.

Takođe, razlikujemo i jedan tip vanjskih zidova koji su karakteristični za podrum (Vz-02) koji predstavlja negrijani dio objekta. To je betonski zid, malterisan sa vanjske strane, ukupne debljine 42 cm.

U narednoj tabeli dat je pregled svih tipova vanjskih zidova na objektu i njihovih karakteristika.

Tabela 3: Konstrukcija vanjskih zidova objekta

Ukupna površina - grijani dio (m <sup>2</sup> )		176,40	Maksimalno dopuštena U vrijednost (W/m <sup>2</sup> K)		0,35
Naziv konstrukcije	Sastav konstrukcije	Izolacija	U vrijednost (W/m <sup>2</sup> K)	Opća procjena stanja	
Vz-01_Do=24,00 cm	Vapneno-cementni malter 2,00 cm Šuplji betonski blok 20,00 cm Fasadni malter 2,00 cm	Ne	2,05	Loše	
Vz-02_Do=34,00 cm (negrijani podrum)	Grubi malter 2,00 cm Betonski zid 30,00 cm Fasadni malter 2,00 cm	Ne	2,84	Srednje	

U narednoj tabeli prikazan je pregled površina zidova prema prostornoj orijentaciji na objektu.

Tabela 4: Pregled površina zidova prema prostornoj orijentaciji na objektu

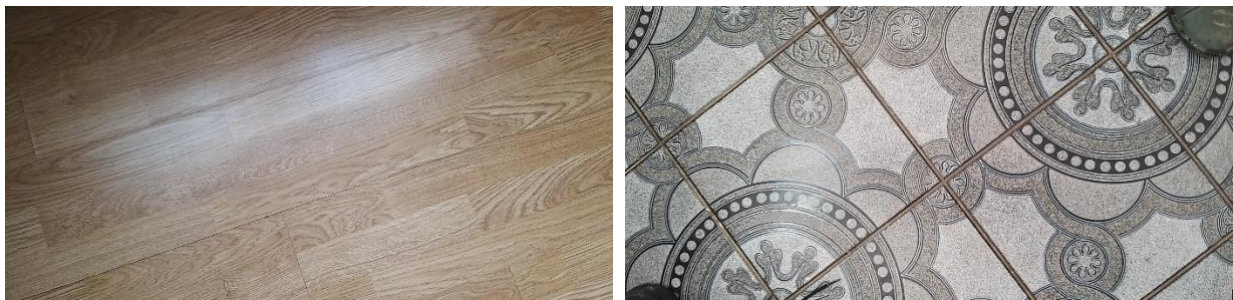
Orijentacija – Površina zida (m <sup>2</sup> )	SI	JZ	Jl	SZ
Vz-01_Do=24,00 cm	42,30	37,00	38,70	23,60
Vz-02_Do=34,00 cm (negrijani podrum)	10,45	8,25	7,92	6,02

Ukupna površina vanjskih zidova grijanog dijela predmetnog objekta iznosi  $A=141,60 \text{ m}^2$ , dok ukupna površina vanjskih zidova negrijanog podruma predmetnog objekta iznosi  $A=32,64 \text{ m}^2$ .

### 2.1.2. Podovi

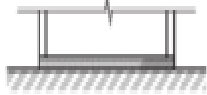
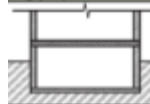
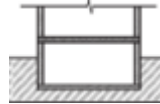
Razlikujemo jedan tipa podova u grijanom dijelu predmetnog objekta, a to su podovi prizemlja prema negrijanom podrumu. Finalna obrada podova je definirana u skladu sa funkcijom pojedinih prostorija i čine je najvećim dijelom laminat, a manjim dijelom keramičke pločice. Podna konstrukcija je izvedena na AB ploči debljine  $d=15 \text{ cm}$ . Preko nje nanosi se sloj hidroizolacije  $d=1 \text{ cm}$ , nasip šute  $d=5 \text{ cm}$  između drvenih letvica na kojima je brodski drveni pod. Prilikom adaptacije podova preko broskog poda postavljen je laminat. Sa aspekta toplotnih potreba nisu uočljivi toplotni gubici, s obzirom da sloj šute i drveni brodski pod predstavljaju određenu toplotnu izolaciju.

Na narednim slikama su prikazane karakteristične podne obloge u objektu, dok je u tabeli u nastavku dat pregled svih tipova podova i njihove karakteristike.



Slika 6: Karakteristične podne obloge u objektu

Tabela 5: Podne konstrukcije objekta

<b>Ukupna površina poda – grijani dio (<math>\text{m}^2</math>)</b>	<b>66,22</b>	<b>Maksimalno dopuštena U vrijednost (<math>\text{W}/\text{m}^2\text{K}</math>)</b>	<b>0,40</b>
<b>Tip poda FL 1 Ploča na tlu</b>	<b>Tip poda FL 2 Negrijani podrum</b>	<b>Tip poda FL 3 Grijani podrum</b>	
			

Naziv konstrukcije	Sastav konstrukcije	Izolacija	U vrijednost ( $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ )	Opća procjena stanja
Pp-01 (pod prema negrijanom podrumu)	Laminat 1,00 cm Brodski pod 2,00 cm Nasip šuta 5,00 cm Hidroizolacija 1,00 cm AB ploča 15,00 cm	Ne	1,51	Srednje

Naredna tabela daje pregled površina pojedinih tipova poda u objektu.



Tabela 6: Površina poda predmetnog objekta

Tip poda	Površina	Debljina	Vrsta konstrukcije	U vrijednost
	m <sup>2</sup>	m		W/m <sup>2</sup> K
Pp-01 (pod prema negrijanom podrumu)	66,22	0,240	FL2	1,51

Ukupna površina podova grijanog dijela predmetnog objekta iznosi 66,22 m<sup>2</sup>.

### 2.1.3. Strop i krov

Stropna konstrukcija etaže I prema negrijanom tavanu nije toplotno izolovana i sastoji se od horizontalnih nosivih drvenih greda dimenzije 12x12 cm, sa daščanim pokovom i rigipsom sa unutrašnje strane. Sa tavske strane ove konstrukcije nalazi se nasip štuta debljine 10 cm. Prema izjavi stanara, sa aspekta toplotnih potreba uočljivi su toplotni gubici usljed nedostatka klasične toplotne izolacije. Iznad tavana je izveden četverovodni krov od drvene krovne konstrukcije, pokriven crijepom. Obilaskom objekta utvrđeno je da se krovna konstrukcija i pokrov nalaze u dobrom stanju.

Na narednim slikama je prikazan pogled na stropnu konstrukciju u objektu.



Slika 7: Stropna konstrukcija i negrijani tavanski prostor u objektu

U narednoj tabeli dat je opis i karakteristike (različitih tipova) stropa u objektu, dok je u tabeli u nastavku pregled površina istih.

Tabela 7: Strop prema negrijanom tavanu

Ukupna površina (m <sup>2</sup> )	66,22	Maksimalno dopuštena U vrijednost (W/m <sup>2</sup> K)		0,25
Naziv konstrukcije	Sastav konstrukcije	Izolacija	U vrijednost (W/m <sup>2</sup> K)	Opća procjena stanja

Stropna konstrukcija St-01	Rigips 2,00 cm Daščani pokrov 2,40 cm Drvena greda 12,00x12,00 cm Nasip štuta 10,00 cm	Ne	1,37	Srednje
----------------------------	---	----	------	---------

Tabela 8: Površina stropa

Vrsta konstrukcije	Površina	Debljina	U vrijednost
	m <sup>2</sup>	m	W/m <sup>2</sup> K
Stropna konstrukcija St-01	66,22	0,264	1,37

#### 2.1.4. Prozori i vrata

Prozori i ulazna vrata na objektu su najvećim dijelom izrađeni od PVC profila sa dvostrukim ostakljenjem (4/16/4 mm). Ugradnja istih izvršena je u toku posljednjih pet godina, te je obilaskom objekta utvrđeno da se nalaze u dobrom stanju. Na osnovu izgleda stolarije i na osnovu preporuka, kao i na osnovu vremena izgradnje usvojeni su koeficijenti prolaza toplote. Prosječan koeficijent prolaza toplote za PVC stolariju je 1,40 W/m<sup>2</sup>K.

Prozori u hodniku na etaži I su izrađeni od drvenih profila sa dvostrukim ostakljenjem (4/16/4 mm), a na pojedinim prozorima jedno staklo nedostaje. Utvrđeno je da se nalaze u lošem stanju. Prosječan koeficijent prolaza toplote za ovu drvenu stolariju je 2,90 W/m<sup>2</sup>K.

U stepenišnom dijelu objekta otvori su izrađeni kao fiksne stijene od Al profila i sa ostakljenjen od dvostranog kopelita, sa prosječnim koeficijentom prolaza toplote 3,20 W/m<sup>2</sup>K i nalaze se u zadovoljavajućem stanju.

Na slikama u nastavku prikazan je izgled vanjskih otvora na objektu.



Slika 8: Prikaz PVC otvora na objektu



Slika 9: Prikaz drvenih otvora i stijena od kopelita na objektu

Tabele u nastavku prikazuju različite tipove otvora na objektu, kao i njihovu orijentaciju i površinu.

Tabela 9: Sumaran prikaz površina PVC otvora, 2-struko ostakljenje

Orijentacija	SI	JZ	JI	SZ
Ukupna površina (m <sup>2</sup> )	4,20	9,50	4,80	1,70
Prosječna U-vrijednost (W/m <sup>2</sup> K)	1,40	1,40	1,40	1,40

Tabela 10: Sumaran prikaz površina drvenih otvora, 2-struko ostakljenje

Orijentacija	SI	JZ	JI	SZ
Ukupna površina (m <sup>2</sup> )	2,80	2,80	-	12,80
Prosječna U-vrijednost (W/m <sup>2</sup> K)	2,90	2,90	2,90	2,90

Tabela 11: Sumaran prikaz površina Al otvora, 2-strani kopelit – staklene stijene u stubištu

Orijentacija	SI	JZ	JI	SZ
Ukupna površina (m <sup>2</sup> )	1,10	1,10	-	3,40
Prosječna U-vrijednost (W/m <sup>2</sup> K)	3,20	3,20	3,20	3,20

### 2.1.5. Toplotne karakteristike omotača

Na osnovu tačke 2.1., te na osnovu poznatih karakteristika za materijale koji su bili korišteni prilikom izgradnje tretiranog objekta, moguće je procijeniti koeficijent toplotne provodljivosti za svaki građevinski element.

Tabela 12: Toplotne karakteristike građevinskih elemenata od kojih je napravljen objekat

Rb.	Građevinski element	Koeficijent toplotne provodljivosti $\lambda$ (W/mK)
1.	Armirani beton	2,60
2.	Cementni malter	1,60
3.	Vapneno-cementni malter	1,00
4.	Beton	2,00
5.	Šuplji betonski blokovi	0,70
6.	Keramičke pločice	1,30
7.	Laminat	0,13
8.	Hidroizolacija	0,23
9.	PE folija	0,60
10.	Pjesak, šljunak	0,81
11.	Daščani pokov	0,13
12.	Gps kartonske ploče	0,25

Koeficijent prolaza toplote  $U$  (W/m<sup>2</sup>K) kroz građevinski dio se računa na osnovu formule:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_v}} \quad [1]$$

Gdje je:

$\alpha_u$  ( $\frac{W}{m^2 K}$ ) - koeficijent prelaza toplote sa unutrašnjeg vazduha na unutrašnju stranu zida;

$\delta_i$  (m) - debljina stijenke i-tog građevinskog elementa;

$\lambda_i$  ( $\frac{W}{mK}$ ) - koeficijent toplotne provodljivosti stijenke i-tog građevinskog elementa;

$\alpha_v$  ( $\frac{W}{m^2 K}$ ) - koeficijent prelaza toplote sa zida na vanjski vazduh;

$\alpha_u$  i  $\alpha_v$  su koeficijenti određeni empirijski i iznose 8 ( $\alpha_u$ ) i 23 ( $\alpha_v$ ) W/m<sup>2</sup>K.

Na osnovu podataka o sastavu i debljini građevinskih elemenata, te podataka iz literature za koeficijente toplotne provodljivosti pomoću formule [1] se dobiju koeficijenti prolaza toplote za građevinske elemente.

Tabela 13: Koeficijenti prolaza toplote  $U$  (W/m<sup>2</sup>K) za građevinske elemente objekta

Rb.	Naziv građevnog dijela	Koeficijent prolaza toplote $U$ [W/m <sup>2</sup> K]
1.	Vz-01_Do=24,00 cm	2,05
2.	Vz-02_Do=34,00 cm (negrijani podrum)	2,84
3.	Pp-01_Do=24,00 (pod prema negrijanom podrumu)	1,51

Rb.	Naziv građevnog dijela	Koeficijent prolaza toplote U [W/m <sup>2</sup> K]
4.	St-01_Do=26,40 cm (strop prema negrijanom tavanu)	1,37

Na osnovu raspoložive literature određeni su i koeficijenti prolaska toplote za sve fasadne pozicije na objektu.

Tabela 14: Koeficijenti prolaza toplote za prozore, portale i vrata na objektu

Rb.	Stolarija/bravarija	Koeficijent prolaza toplote U (W/m <sup>2</sup> K)
1.	PVC profil, ostakljenje dvostruko staklo	1,40
2.	Drveni profil, ostakljenje dvostruko staklo	2,90
3.	Al profil, ostakljenje dvostrani kopelit	3,20

Koristeći podatke iz navedenih tabela, ali i ostale neophodne podatke, određiće se toplotni gubici objekta.

## 2.2. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA GRIJANJA I VENTILACIJE PROSTORA

Zagrijavanje objekta za individualno stanovanje koje je osigurano sistemom grijanja na čvrsto gorivo, vrši se pomoću instaliranog sistema centralnog grijanja sastavljenog od:

- grijnih tijela,
- cijevne mreže,
- instalacija u kotlovnici - toplovodni kotao na čvrsto gorivo

Objekat nema instaliran sistem za hlađenje, a ventilacija je prirodna.

Kotlovnica je smještena u podrumu objekta. Instalacije kotlovnice se sastoje od jednog kotla koji kao energent koristi čvrsto gorivo i sistema za potis tople vode. Instalirani kotao na čvrsto gorivo je proizvođača „Termomont“ i sam kotao je u relativno dobrom stanju. Na kotlu sva regulacija vrši se ručno uključujući i sistem dopreme energenta u ložište. Karakteristike kotla su nepoznate. Kotao nije opremljen sistemom za prinudnu ventilaciju odnosno poboljšanje sagorijevanja. Dimovodni kanal je spojen na dimnjak koji je izvan prostora kotlovnice.

Toplovodni kotao se može vidjeti na slici u nastavku.



Slika 10: Prikaz toplovodnog kotla

Na spratu objekta je instaliran plinski bojler proizvođača „Ariston“ također nepoznatih karakteristika. Plinski bojler je spojen na cijevnu mrežu ali zbog zastarjelosti i visoke cijene energenta trenutno nije u upotrebi. Plinski bojler se može vidjeti na slici u nastavku.



Slika 11. Prikaz plinskog bojlera

U kotlovnici se pored toplovodnog kotla još nalaze: cirkulaciona pumpa i ekspanziona posuda. Ekspanziona posuda je spojena na toplovodni kotao i služi da se kompenzira istežanje vode u zatvorenom sistemu grijanja. Na cjevovodu je instalirana jedna cirkulaciona pumpa proizvođača Grundfos oznake UPBASIC 25-6, maksimalne snage 60 W.



Slika 12: Cirkulaciona pumpa proizvođača „Grundfos“ i ekspanziona posuda

Energenti koji se koriste za zagrijavanje su ugalj i drvo, nalaze se u skladištu u podrumu pored kotla. Vizuelnim pregledom i na osnovu informacija dobivenih od korisnika može se zaključiti da je kompletna oprema u dobrom stanju. Instalirana oprema uspijeva zagrijati sve prostore na potrebnu temperaturu.

Instalacija je projektovana i izvedena za rad u toplovodnom sistemu 90/70 °C. Termički račun je rađen za vanjsku temperaturu -18 °C. Naredna tabela daje kratki opis instalacije grijanja.

Tabela 15: Kratak opis sistema grijanja

Tip sistema	Toplovodni
<b>Generator toplote</b>	Vlastita kotlovnica
<b>Curenje</b>	Ne
<b>Distributivni sistem</b>	Dvocijevni
<b>Materijal cijevi</b>	Bakar
<b>Nosilac toplote</b>	Voda
<b>Grijna tijela</b>	Radijatori
<b>Broj radijatora</b>	12
<b>Termostatski ventili na radijatorima</b>	Ne

Za potrebe daljih analiza, na osnovu stanja grijnih tijela i na osnovu stanja cijevne mreže, kao i na osnovu dostupnih preporuka i iskustvenih podataka usvojeni su stepeni iskorištenja pojedinih elemenata sistema grijanja koje daje sljedeća tabela.

Tabela 16: Stepeni iskorištenja pojedinih elemenata sistema grijanja

Stepen iskorištenja cijevne mreže	98,00%
Stepen iskorištenja grijnih tijela	98,00%
Stepen iskorištenja kotlova	72,00%
<b>Ukupno</b>	<b>69,15%</b>

### 2.2.1. Grijna tijela

Zagrijavanje prostorija stambenog objekta vrši se preko aluminijskih rebrastih radijatora proizvođača „Lipovica“ tip: EKONOMIC, gusanih i kupatilskih radijatora. Radijatori su različitih dimenzija, zavisno od veličine i namjene prostorije.

Radijatori su u polaznom vodu snabdijevani sa radijatorskim ventilima, a u povratnom sa radijatorskim navijcima.

Grijna tijela su najvećim dijelom postavljani na parapetnim zidovima dok su za mjesta gdje to nije bilo moguće izabrani adekvatni prostori za postavljanje radijatora. Na radijatorima nema ugrađene nikakve instalacije koja bi vršila regulaciju protoka na osnovu postignute temperature u prostoriji nego su svi radijatori postavljeni sa klasičnim ventilom za ručno zatvaranje odnosno otvaranje protoka vode kroz radijator.

Obzirom da na radijatorima nema ugrađenih termostatskih ventila i sama automatska regulacija prostorije na osnovu temperature prostorije nije moguća.

Prikaz radijatora je dat na narednim slikama, dok se popis radijatora u objektu prema tipu i veličini nalazi u pratećim tabelama.



Slika 13: Prikaz aluminijskih rebrastih radijatora (lijevo) i gusanih radijatora (desno)



Slika 14: Prikaz kupatilskog radijatora

Tabela 17: Pregled i karakteristike člankastih aluminijskih, gusanih i kupaonih radijatora

Tip radijatora	Broj radijatora	Broj članaka	Toplotni učinak	Instalisana snaga
			W/članak	W
SE 690	1	7	168	1.176
SE 690	1	13	168	2.184
SE 690	1	6	168	1.008
SE 690	1	17	168	2.856



Tip radijatora	Broj radijatora	Broj članaka	Toplotni učinak	Instalisana snaga
			W/članak	W
SE 690	1	14	168	2.352
SL 600	1	5	121	605
SL 600	1	15	121	1.814
SL 600	1	25	121	3.023
SL 600	1	20	121	2.418
Kupatilski 1120x400	1	-	744	744
Kupatilski 1120x500	1	-	883	883
Kupatilski 1120x600	1	-	1.009	1.009
<b>UKUPNO</b>	<b>12</b>	<b>122</b>		<b>20.071</b>

### 2.2.2. Cijevna mreža

Kompletna cijevna mreža urađena je od bakarnih cijevi. Razvod cijevnog sistema u objektu prolazi kroz grijani prostor objekta tako da na tom dijelu razvoda termička izolacija cjevovoda nije potrebna. Termička izolacija nije napravljena na dijelu razvoda koji se nalaze u negrijanoj kotlovnici.

Napajanje objekta vrši se iz vlastite kotlovnice koja se nalazi u podrumu objekta. Cjevovod je izveden u klasičnom dvocijevnom sistemu, horizontalni razvod grijanja unutar objekta projektovan je na oko 5 cm iznad poda grijanog prostora, odakle se vode vertikalni vodovi za napajanje grijnih tijela prizemlja i sprata.

Na sljedećoj slici prikazan je razvod cijevne mreže kroz kotlovnicu i prostorije.



Slika 15: Dio cijevne mreže u kotlovnici (lijevo) i dio cijevne mreže u objektu (desno)

Vizuelnim pregledom i razgovorom sa vlasnikom objekta ustanovljeno je da je kompletan cjevovod u dobrom stanju, da nema curenja i korozije.

### 2.3. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA HLAĐENJA PROSTORA

U stambenom objektu ne postoji uređaj koji se koristi za hlađenje prostorija i nisu izvedene instalacija centralnog sistema hlađenja.

### 2.4. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE

U stambenom objektu ne postoji centralni sistem ventilacije i klimatizacije.

### 2.5. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA POTROŠNE TOPLE VODE

Stambeni objekat za pripremu tople potrošne vode posjeduje jedan električni akumulacioni bojler zapremine 50 l i jedan kombinovani akumulacioni bojler zapremine 50 l, snage po 2 kW. Izgled bojlera u objektu je prikazan na narednim slikama.



Slika 16: Prikaz bojlera za pripremu PTV

### 2.6. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE – ELEKTROINSTALACIJE, RASVJETA, UREĐAJI I OSTALA TROŠILA

Napajanje električnom energijom zgrade vrši se na niskonaponskom nivou iz javne elektrodistributivne mreže, preko JP „Elektroprivreda BiH“, odnosno podružnice „Elektrodistribucija“ Sarajevo.

Svi potrošači u objektu bi se po svojoj funkciji mogli svrstati u tri grupe:

- sistem grijanja/hlađenja,
- priprema tople vode,
- ostali potrošači.

Glavni potrošači električne energije su električna rasvjeta, grijalice, računari i ostalo. U narednoj tabeli dat je pregled potrošača električne energije.

Tabela 18: Pregled potrošača električne energije

Uređaj	Komada	Snaga po kom (W)	Ukupno instalisana snaga (W)
Računari	2	400	800
Mašina za pranje veša	1	2.300	2.300
Električni bojler	1	2.000	2.000
Kombinovani bojler	1	2.000	2.000
TV	2	200	400
Frižider	1	1000	1.000
Mašina za pranje posuđa	1	2.000	2.000
Električni šporet	1	2.000	2.000
Električni uređaj za	4	2.400	9.600
Električni uređaj za	1	7.100	7.100
Napa	1	150	150
<b>Ukupno (W)</b>			<b>29.350</b>

Iz prethodne tabele se vidi da najveći dio ukupne snage otpada na mašine za pranje veša i električne šporete.

### 2.6.1. Rasvjeta

Objekat je opremljen rasvjetom, intezitet rasvjete zadovoljava, a tip rasvjetnih tijela je različit. Rasvjeta u objektu je izvedena preko sijalica sa žarnom niti različite snage i nekoliko halogenih, fluorescentnih, štednih i LED sijalica.

Prikaz rasvjetnih tijela je prikazan u slijedećoj tabeli.

Tabela 19: Pregled rasvjetnih tijela u objektu

Vrsta rasvjetnog tijela	Komada	Snaga po kom (W)	Ukupno instalisana snaga (W)
Sijalica sa žarnom niti	9	60	540
Sijalica sa žarnom niti	13	40	480
Halogena rasvjeta	2	100	200
Štedna sijalica	2	18	36
Fluorescentna sijalica	2	36	72
LED	1	9	9
<b>UKUPNO</b>	<b>29</b>		<b>1.377</b>

Režim angažovanja rasvjete prije svega ima sezonski karakter zbog različite dužine dana tokom godine. Također, zavisno od namjene prostora i popunjenosti različiti su i režimi rada rasvjete na dnevnoj osnovi. Upravljanje radom rasvjete je ručno.

Ukupna snaga instalisanih rasvjetnih tijela u objektu iznosi 1,37 kW. Prikaz rasvjetnih tijela dat je na narednim slikama.



Slika 17: Prikaz rasvjetnih tijela u objektu

### 2.6.2. Sistem grijanja/hlađenja

U objektu se koriste uređaji za dodatno zagrijavanje. U objektu se nalaze četiri električna uređaja za dogrijavanje snage 2,4 kW i jedna snage 7,1 kW. Ovi uređaji se koriste za dogrijavanje objekta u prelaznom periodu kao i u periodima visoke potebe za toplotnom energijom. Na sljedećim slikama su prikazani uređaji za dogrijavanje.



Slika 18: Prikaz uređaja za dogrijavanje u objektu

### 2.6.3. Ostali električni uređaji

Ostali potrošači imaju instaliranu snagu koja ukupno iznosi 12,65 kW i ta grupa se sastoji od uređaja poput TV prijemnika, frižidera, kuhala i sličnih potrošača prikazanih na narednoj slici.



Slika 19: Prikaz ostalih električnih uređaja

## 2.7. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SPECIFIČNIH PODSISTEMA

Prilikom provođenja audita, nisu zabilježeni značajni podsistemi koji bi trebali biti analizirani kao zasebne cjeline.

## 2.8. ANALIZA POTROŠNJE SANITARNE VODE

Priprema tople vode vrši se pomoću jednog električnog akumulacionog bojlera zapremine 50 l i jednog kombinovanog akumulacionog bojlera zapremine 50 l, snage po 2,0 kW. Opis uređaja koji se koristi za PTV dat je u poglavlju 2.5. Analiza energijskih svojstava sistema potrošne tople vode.

## 2.9. ANALIZA SISTEMA REGULACIJE I UPRAVLJANJA

Objekat nema instaliranog sistema automatske regulacije i upravljanja sistemom grijanja.

## 2.10. ANALIZA OBJEKTA SA ASPEKTA UPRAVLJANJA ENERGIJOM

Sljedeći podaci o potrošnji energenata i vode se bilježe, u vidu računa:

- potrošnja toplotne energije (ogrijevno drvo i ugalj),
- potrošnja električne energije,
- potrošnja vode.

Vrijedi napomenuti da je način praćenja potrošnje električne energije i vode zasnovan na očitavanju brojila i kontrole računa na mjesečnom nivou. Međutim, ne postoji kontinuirano praćenje potrošnje energije tokom jednog mjeseca, kao ni upravljanje potrošnjom koje bi bilo u funkciji optimizacije potrošnje na osnovu prikupljenih podataka. Obzirom da se ne prati potrošnja energije, ne obračunava se ni specifični utrošak energije, niti se po pitanju utroška energije i energijske efikasnosti vrši poređenje sa drugim, sličnim objektima i djeluje na njeno smanjenje.

## **2.11. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA ZA PROIZVODNJU TOPLOTNE I ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE (UKOLIKO TAKVI POSTOJE NA LOKACIJI)**

Na lokaciji ne postoje sistemi za proizvodnju toplotne i električne energije iz obnovljivih izvora energije.

### 3. PROVOĐENJE POTREBNIH MJERENJA

#### 3.1. ANALIZA TOPLOTNIH GUBITAKA KROZ OMOTAČ OBJEKTA KORIŠTENJEM INFRACRVENE TERMOGRAFIJE

Pri analizi i ustanovljavanju energijskog stanja vanjske ovojnice zgrade poželjno je koristiti bezkontaktnu nerazornu metodu termografskog snimanja intenziteta toplotnog zračenja u infracrvenom području. Analizom se može uspostaviti termogram čijom se interpretacijom dobivaju informacije o raspodjeli temperature na površini posmatranog objekta. Problemi koje je moguće otkriti termografskim snimanjem su: nehomogenost materijala zida, neispravnosti ili nepostojanje toplotne izolacije, vlaga u konstrukciji, problemi ravnih krovova, toplinski mostovi, otvoreni propusti za zrak, fuge, te koncentracija i/ili propuštanja instalacija u podu i zidu. Snimanjem zgrade metodom infracrvene termografije, te stručnom interpretacijom moguće je brzo odrediti njezine građevinske i energijske karakteristike, te stanje energijskih sistema. Mogućnost bezkontaktnog i daljinskog snimanja ukupnog temperaturnog polja površine posmatranog objekta daje velike prednosti u odnosu na klasične analize građevnih dijelova vanjske ovojnice. Primjena je podjednako korisna na postojećim zgradama, zgradama pod zaštitom kao i novim zgradama.

Nepravilnosti toplotnih karakteristika vanjske ovojnice zgrade rezultiraju u razlici temperature površine elementa.

U toku provođenja energijskog audita predmetnog objekta nije bilo moguće obaviti termovizijsko snimanje i druga mjerenja zbog vremenskih uslova, te djelomičnog rada KGH sistema posmatranog objekta, odnosno nepostojanja temperaturnog gradijenta i ostalih neophodnih uslova potrebnih za validno snimanje.

## 4. ANALIZA POTROŠNJE I TROŠKOVA ZA ENERGIJU I VODU

### 4.1. ANALIZA POTROŠNJE I TROŠKOVA ENERGENATA

U ovom poglavlju će se analizirati potrošnja energenata i energije. Instalirani sistemi u objektu, kao pogonsko gorivo za obezbjeđenje toplotnog komfora koriste ogrijevno drvo i ugalj, električnu energiju i vodu. Toplotna energija se obezbjeđuje putem vlastite kotlovnice. Opskrba električnom energijom vrši se od JP “Elektroprivreda BiH”, podružnica “Elektrodistribucija” Sarajevo, opskrbu vodom vrši firma KJKP “Vodovod i kanalizacija” d.o.o Sarajevo. Sva energija potrebna za zagrijavanje objekta dobija se u sopstvenoj kotlovnici, dok se električna energija koristi pri upotrebi električnih uređaja, za rasvjetu, dogrijavanje objekta i dijelom za pripremu potrošne tople vode.

Pregled potrošnje energenata dat je u nastavku, uz napomenu da su analizirani podaci za 2017., 2018. i 2019. godinu, tako da se potrošnja energije razmatrala za te tri godine. Pregled potrošnje energenata dat je u nastavku.

#### 4.1.1. Potrošnja toplotne energije

Prikupljanjem podataka o energijskim svojstvima stambenih zgrada i zapažanjima sa terena, obavljanim u toku energijskog pregleda, ustanovljeno je da se zagrijavanje objekta koji je predmet energijskog audita koristi toplotna energija putem kotla na čvrsto gorivo (ugalj i ogrijevno drvo). Za potrebe daljnjih proračuna usvojit će se, prema izjavi korisnika, potrošnja od 8 m<sup>3</sup> ogrijevnog drveta i 5 tona uglja na godišnjem nivou.

Tabela 20: Pregled potrošnje čvrstog goriva za period 2017.-2019. godine

Godina	Ugalj			Drvo		
	t	kWh	KM	m <sup>3</sup>	kWh	KM
2017	5	25.500	675	8	14.400	720
2018	5	25.500	675	8	14.400	720
2019	5	25.500	675	8	14.400	720

#### 4.1.2. Električna energija

Potrošnja električne energije u objektu se ostvaruje preko više potrošača ovog oblika energije u različite svrhe. Električna energija se dijelom troši za rasvjetu unutar objekata, dijelom za pripremu potrošne tople vode, dogrijavanje objekta, kao i na ostale uređaje. Uvidom u dostavljene podatke o potrošnji energije, za električnu energiju došlo se do podataka o potrošnji električne energije, kao i promjene cijena električne energije tokom posmatranog perioda.

U ovom energijskom auditu analizirani period za potrošnju električne energije je tri godine. Napajanje objekta električnom energijom vrši JP EPBiH, podružnica “Elektrodistribucija” Sarajevo. Potrošnja električne energije se bilježi preko jednog mjernog mjesta.

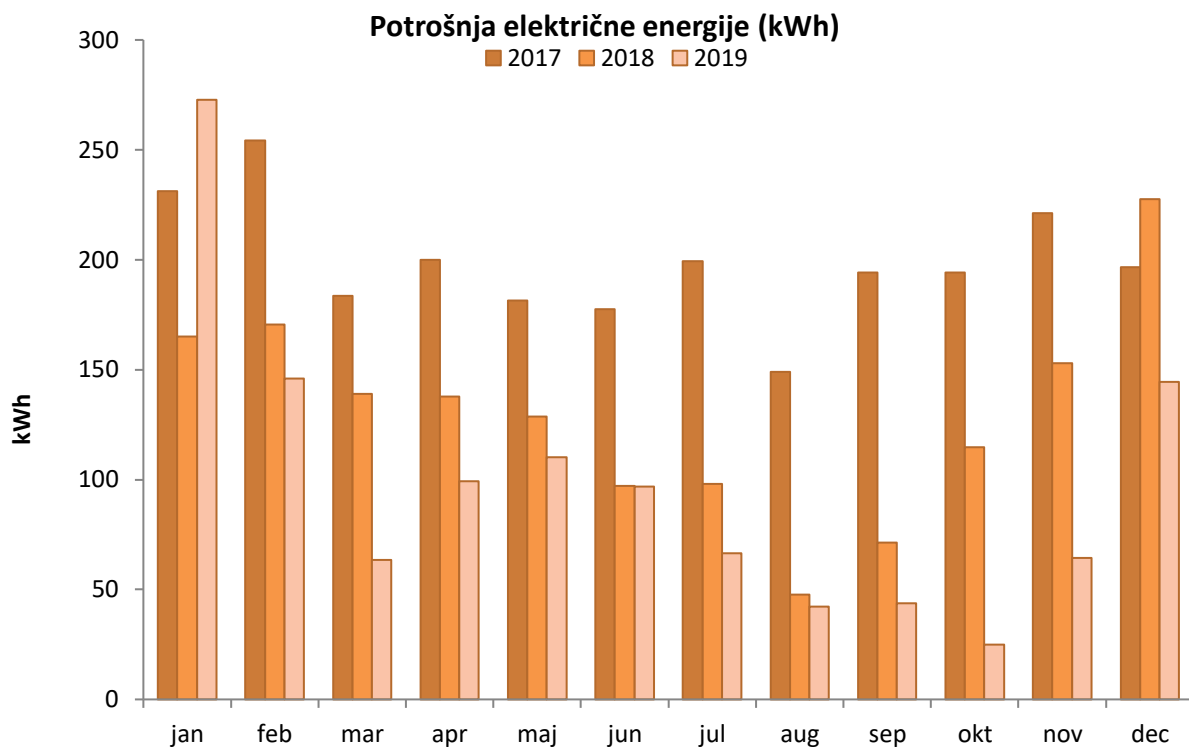


Za obračun potrošene električne energije koriste se tarifni elementi: obračunata energija VT (kWh), obračunata energija MT (kWh), obračunata snaga (kW), mjerno mjesto (kom), obračunata energija - mrežarina VT (kWh), obračunata energija - mrežarina MT (kWh), obračunata snaga – mrežarina (kW), prekomjerna reaktivna energija – mrežarina (kVARh), mjerno mjesto (kom) i naknada za obnovljive izvore (kWh). Mjesečna i godišnja potrošnja električne energije, kao i troškovi, za period 2017 - 2019. godine su dati u tabelama i dijagramima u nastavku.

Tabela 21: Potrošnja i troškovi električne energije za period 2017. do 2019. godine \*

Mjesec	2017.		2018.		2019.	
	kWh	KM	kWh	KM	kWh	KM
jan	231,33	52,05	165,07	37,14	272,76	61,37
feb	254,13	57,18	170,40	38,34	146,09	32,87
mar	183,73	41,34	138,84	31,24	63,38	14,26
apr	199,96	44,99	137,69	30,98	99,33	22,35
maj	181,38	40,81	128,76	28,97	110,09	24,77
jun	177,42	39,92	97,07	21,84	96,93	21,81
jul	199,24	44,83	97,96	22,04	66,44	14,95
aug	148,98	33,52	47,64	10,72	42,31	9,52
sep	194,22	43,70	71,24	16,03	43,69	9,83
okt	194,22	43,70	114,80	25,83	24,98	5,62
nov	211,07	49,74	152,84	34,39	64,22	14,45
dec	196,56	44,23	227,60	51,21	144,49	32,51
<b>UKUPNO</b>	<b>2.382,27</b>	<b>536,01</b>	<b>1.549,91</b>	<b>348,73</b>	<b>1.174,71</b>	<b>264,31</b>

\*Napomena: Potrošnja električne energije (kWh) za dati period dobijena je dijeljenjem troška za električnu energiju (KM) uzetog iz analitičke kartice korisnika „Elektroprivrede BiH“ sa usrednjenom cijenom električne energije koja je uzeta kao  $C_{el} = 0,225 \text{ KM/kWh}$ .



Slika 20: Mjesečna potrošnja električne energije u objektu za period 2017. - 2019. godina

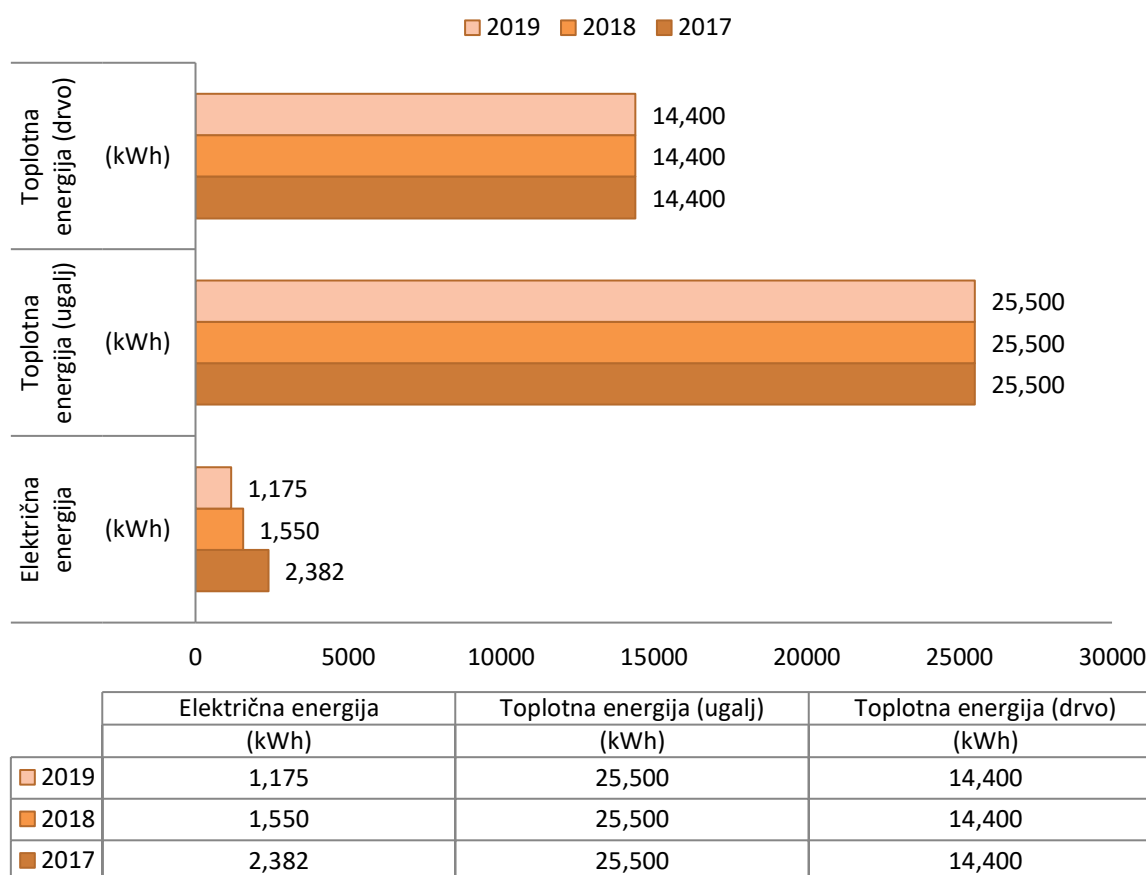
Iz prethodnog dijagrama se može zaključiti da potrošnja električne energije tokom uporedivih mjeseci oscilira u zavisnosti od mjeseca, pa je tako naprimjer veća za one mjesece gdje su se prostori zagrijavali grijalicom. Ljeti je potrošnja bez većih oscilacija. Nešto veća potrošnja električne energije vidljiva je u januaru 2019. godine i iznosila je 272,76 kWh. Ukupna godišnja potrošnja električne energije je bila najintenzivnija 2017. godini kada je iznosila 2.382,27 kWh.

#### 4.1.3. Voda

Stambeni objekat vodom se snabdijeva iz sistema gradskog vodovoda preko preduzeća JP "Vodovod i Kanalizacija" Sarajevo. Nepotpuni podaci zbog nedostatka računa, prema izjavi korisnika prosječni trošak iznosi **20,00 KM**, dakle godišnji trošak za vodu iznosi **240 KM**.

#### 4.1.4. Pregled potrošnje energenata i energije

Energenti koji se koriste u objektu, a koji su predmet ovog izvještaja, su toplotna energija, električna energija i voda. Zbirni pregled potrošnje energenata u objektu za period 2017.- 2019. godina, prikazan je na narednom dijagramu. Na dijagramu je predstavljena potrošnja toplotne energije koja se dobije iz potrošenih energenata (ogrijevno drvo i ugalj) izražena u kWh i potrošnja električne energije u kWh. S obzirom da su nepotpuni podaci o potrošnji vode nije ih bilo moguće predstaviti putem dijagrama



Slika 21: Potrošnja energenata u objektu za period 2017. - 2019. godina

Bitno je naglasti da se ukupna godišnja potrošnja toplotne energije sastoji od potrošnje ogrijevnog drveta (kWh) i od potrošnje uglja (kWh), gdje na potrošnju ogrijevnog drveta otpada 14.400 kWh godišnje, a na potrošnju uglja 25.500 kWh na godišnjem nivou.

#### 4.2. ANALIZA POTROŠNJE ENERGIJE

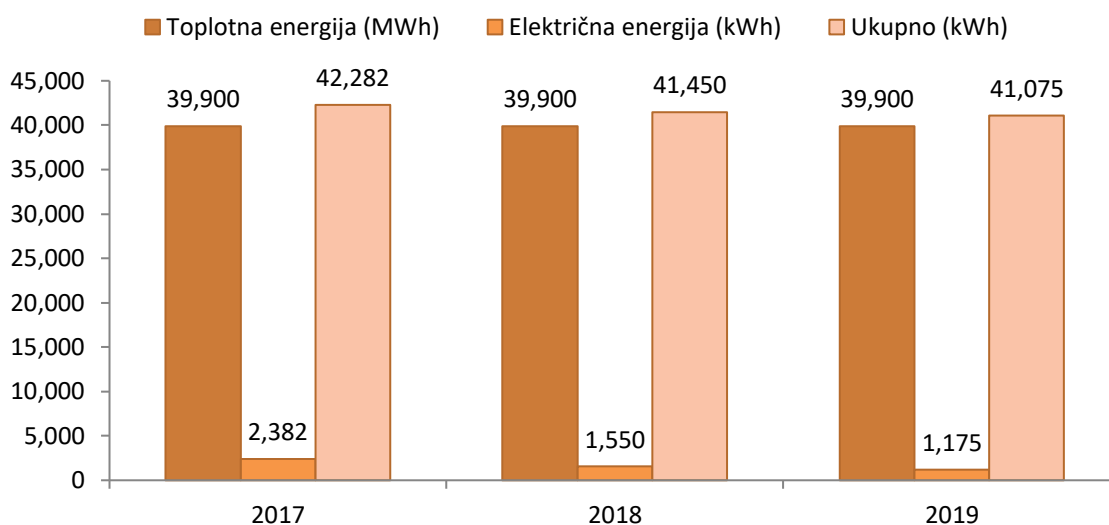
Za zadovoljenje energijskih potreba objekta koriste se toplotna i električna energija.

Toplotna energija koristi se za grijanje prostorija za boravak, hodnika, dok se električna energija koristi za rasvjetu, pripremu potrošne tople vode, informatičku opremu, kao i kod ostalih uređaja na električnu energiju, te na zagrijavanje prostora.

Pregled ukupne potrošnje energije u različite svrhe za period 2017. - 2019. godina detaljno je opisan u nastavku.

#### 4.2.1. Pregled potrošnje energije prema namjeni

Ukupna potrošnja energije u objektu ogleda se u potrošnji toplotne energije za zagrijavanje prostora, te električne energije u svrhu rasvjete, pripreme sanitarne tople vode preko jednog električnog bojlera i jednog kombinovanog bojlera, informatičke opreme i ostalih uređaja. Toplotna energija koja je potrebna za zagrijavanje objekta i koja se proizvodi u vlastitoj kotlovnici ostvaruje se sagorijevanjem ogrijevnog drveta i uglja u kotlu. Ukupna potrošnja toplotne i električne energije data je na narednom dijagramu.



Slika 22: Potrošnja energije za period 2017. - 2019. Godina

#### 4.3. ANALIZA INDIKATORA POTROŠNJE ENERGIJE I TROŠKOVA ZA ENERGIJU

U okviru ove tačke u prvom koraku se daje pregled indikatora vezanih za potrošnju energije, dok se u drugom dijelu analiziraju troškovi vezani za energiju u zadnjih 36 mjeseci uz analizu karakteristike troškova energije, te indikatori troškova za energiju za objekat.

##### 4.3.1. Analiza indikatora potrošnje energije

Analiza i način praćenja stvarne potrošnje energije prati se mjesečno očitavanjem brojila i kontrolom računa za električnu energiju.

U nastavku je dat pregled indikatora stvarne potrošnje energije. Indikatori vezani uz upotrebu energije u periodu 2017. - 2019. godina prikazani su u narednoj tabeli.

Tabela 22. Indikatori stvarne potrošnje energije

Indikator	Jedinica	Godina		
		2017.	2018.	2019.
Ukupna potrošnja energije	kWh/god	42.282	41.450	41.075
	kWh/m <sup>2</sup>	319,25	312,97	310,14
Potrošnja električne enegije	kWh/god	2.382	1.550	1.175
	kWh/m <sup>2</sup>	17,98	11,70	8,87
Potrošnja toplotne energije	kWh/god	39.900	39.900	39.900
	kWh/m <sup>2</sup>	301,26	301,26	301,26

Iz tabele se vidi da specifična ukupna potrošnja električne energije po površini iznosi 17,98 kWh/m<sup>2</sup> u 2017. godini, 11,70 kWh/m<sup>2</sup> u 2018. godini i 8,87 kWh/m<sup>2</sup> u 2019. godini.

Iz tabele se vidi da specifična ukupna potrošnja toplotne energije po površini iznosi 301,26 kWh/m<sup>2</sup> za sve posmatrane godine.

## 5. PRORAČUN TOPLOTNIH POTREBA OBJEKTA

### 5.1. POLAZNE OSNOVE I PODLOGE ZA PRORAČUN

U ovom poglavlju analizirane su toplotne potrebe objekta prema trenutnom stanju u kojem se objekat nalazi, tzv. baseline. Proračun toplotnih potreba objekta analizirat će se prema postojećim karakteristikama ovojnice objekata, unutrašnjoj projektnoj temperaturi, kao i svim ostalim parametrima koji imaju uticaj na ostvarenje toplotnog komfora unutar objekta.

Pored toga, proračun potrebne toplotne energije preko sistema grijanja i potrošne tople vode analiziraće se prema trenutnom stanju instaliranih sistema u objektu.

Metodologija proračuna toplotnih potreba objekta se vrši na osnovu Uredbe o provođenju energijskih audita i izdavanju energijskog certifikata ("Službene novine Federacije FBiH", br. 87/18 prilozi) i Pravilnika o minimalnim zahtjevima za energijskim karakteristikama zgrada ("Službene novine FBiH", br. 81/19, 85/19).

Za proračun toplotnih potreba objekta, u skladu sa zahtjevima navedenih pravilnika korišten je softverski model KI Expert BiH, koncerna Knauf Insulation.

Ulazni podaci za navedeni model su:

- Klimatski podaci za najbližu meteorološku stanicu - definisani u Pravilniku o minimalnim zahtjevima za energijskim karakteristikama zgrada ("Službene novine FBiH", br. 81/19, 85/19),
- Sastav i površine građevinskih dijelova objekta, prema stranama svijeta - određeni na osnovu obavljenog snimka postojećeg stanja objekta i instalacija, raspoložive tehničke dokumentacije, razgovora sa domaćinima zgrade i stručnih procjena eksperata uključenih u energijski pregled,
- Ventilacioni gubici i broj izmjena zraka u objektu - usvojeni na osnovu posjete objektu, razgovora sa domaćinima zgrade, poređenjima sa objektima sličnih karakteristika i iste namjene, te stručnog mišljenja eksperata na bazi iskustva uključenih u energijski pregled,
- Broj radnih sati sistema grijanja u sedmici – određeni na osnovu razgovora sa domaćinima zgrade, poređenjima sa objektima sličnih karakteristika i iste namjene, te stvarnim potrebama za rad sistema grijanja.

Pomoću programa KI Expert BiH, vrši se proračun toplotnih potreba za energijom u zgradama u skladu sa zahtjevima metoda:

- BAS EN ISO 6946 – za proračun koeficijenta prolaza toplote „U“
- BAS EN ISO 14683 – za proračun gubitaka zbog uticaja toplotnih mostova
- BAS EN ISO 10077-1 – za proračun gubitaka kroz otvore
- BAS EN ISO 13370 – za proračun prenosa toplote preko tla

- BAS EN ISO 13789 – za proračun transmisijskih gubitaka
- BAS EN ISO 13790 – za proračun energije za grijanje

Na osnovu izlaznih podataka iz modela, računa se finalna potrošnja energenata u zavisnosti od sistema grijanja (stepena efikasnosti) i vrste energenta (vrijednosti donje toplotne moći goriva), te se vrši komparacija izračunatih podataka i stvarne potrošnje energije. Na osnovu stvarne potrošnje energenata, stanja objekta, razgovora o načinu korištenja energenata i stvarnim potrebama vrši se komparacija ulaznih podataka u modelu, te se na taj način provjeravaju dobijene vrijednosti iz modela. Kalibracija i poređenje vrijednosti dobivenih modelom ne može se vršiti sa mjerenim vrijednostima iz razloga što ti podaci nisu dostupni jer nema ugrađenog mjerila za potrošnju toplotne energije. Ugradnjom mjerila potrošnje toplotne energije u objekat, dobiće se stvarne vrijednosti utrošene toplotne energije za grijanje za dati period. Na taj način, izvršit će se najbolja provjera vrijednosti dobivenih računskim modelom.

Na osnovu usvojenih – validiranih toplotnih potreba vrši se proračun ušteta implementacijom predviđenih mjera.

Za proračune određivanja toplotnih gubitaka i dobitaka objekta korištene su polazne osnove i klimatski podaci kako je dato u nastavku.

#### 5.1.1. Klimatski parametri korišteni za proračun

Klimatski uslovi imaju značajan uticaj na sistem grijanja, naročito u odabiru opreme za grijanje i kontrolu sistema. Glavni tehnički parametri u vezi sa klimatskim uslovima su:

- a) Prosječna temperatura vazduha tokom sezone grijanja,
- b) Vanjska temperatura vazduha,
- c) Trajanje sezone grijanja,
- d) Broj dana grijanja,
- e) Vlažnost vazduha i
- f) Ruža vjetrova.

S obzirom na lokaciju objekta uzeće se klimatski podaci za grad Sarajevo definisani na osnovu člana 81. Zakona o prostornom planiranju i uređenju zemljišta na nivou Federacije Bosne i Hercegovine (“Službene novine Federacije Bosne i Hercegovine”, br. 2/06, 72/07 i 32/08) kroz Pravilnik o minimalnim zahtjevima za energijskim karakteristikama zgrada (“Službene novine FBiH”, br. 81/19, 85/19).

Dalji proračuni će se vršiti s obzirom na tip i namjenu objekta, stvarni broj stepen dana i dana grijanja za lokaciju objekta. Objekat se grije 7 dana u sedmici od 08:00 do 23:00 sata.

#### 5.2. PRORAČUN TOPLOTNIH GUBITAKA OBJEKTA

Proračun toplotnih potreba zgrada se računa na osnovu toplotnih gubitaka i dobitaka kroz omotač objekta u toku grijne sezone. Potrebna toplota objekta se računa prema sljedećoj formuli:

$$Q=Q_{\text{tran}}+Q_{\text{vent}}+Q_{\text{sis}}-Q_{\text{un}}-Q_{\text{sun}}$$

Gdje je:

- Q (kWh) - potrebna toplota za grijanje;
- $Q_{\text{tran}}$  (kWh) - transmisijski gubici kroz omotač objekta;
- $Q_{\text{vent}}$  (kWh) - ventilacioni gubici objekta;
- $Q_{\text{sis}}$  (kWh) - gubici u sistemu grijanja;
- $Q_{\text{un}}$  (kWh) - unutrašnji dobitci od uređaja i ljudi;
- $Q_{\text{sun}}$  (kWh) - dobitci od sunca.

### 5.2.1. Transmisijski gubici kroz omotač objekta

Transmisijski gubici kroz omotač objekta se računaju za pojedinačne transmisijske gubitke kroz zidove, podove, otvore i krov, tj. na osnovu formule:

$$Q_{\text{tran}} = Q_{\text{zid}} + Q_{\text{proz}} + Q_{\text{pod}} + Q_{\text{vrata}} + Q_{\text{krov}}$$

Gubici toplote kroz dijelove ovojnice objekta se dalje računaju na osnovu jednačine:

$$Q=U \cdot A \cdot (T_u - T_v) \cdot \tau$$

Gdje je:

- A (m<sup>2</sup>) – površina ovojnice objekta;
- T<sub>u</sub> (°C) – unutrašnja temperatura u objektu;
- T<sub>v</sub> (°C) – prosječna vanjska temperatura u sezoni grijanja;
- τ (h) – broj sati grijanja u godini dana.

Proračun se provodi na osnovu standardne unutrašnje temperature od 20°C. Prosječna vanjska temperatura je uzeta na mjesečnoj bazi u sezoni grijanja i to za sve mjeseci u kojima je prosječna temperatura manja od 12°C. Kod računanja gubitaka prema tlu usvojena je vrijednost temperature tla ispod objekta 3 °C i -3 °C temperatura tla sa strane vanjskog zida.

Nakon predmjera i proračuna objekta dolazi se do podataka o površinama pojedinih dijelova ovojnica objekata kako je prikazano u narednoj tabeli.

Tabela 23: Podaci o površinama dijelova ovojnice objekta

Naziv građevnog dijela	Površina [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]
Vz-01_Do=24,00 cm	141,60	2,05



Vz-02_Do=34,00 cm (negrijani podrum)	32,64	2,84
Pp-01_Do=24,00 (pod prema negrijanom podrumu)	66,22	1,51
St-01_Do=26,40 cm (strop prema negrijanom tavanu)	66,22	1,37
PVC profil, ostakljenje dvostruko staklo	20,20	1,40
Drveni profil, ostakljenje dvostruko staklo	18,40	2,90
Al profil, ostakljenje dvostrani kopelit	5,60	3,20

Na osnovu prethodnih podataka izračunavaju se mjesečne toplotne potrebe za grijanjem, odnosno koeficijent transmisivskih gubitaka koji predstavlja zbir sljedećih gubitaka toplote (izraženih u W/K):

$$HT=HD+Hg+Hu+HA \quad (4)$$

gdje je:

HD - gubici kroz građevne dijelove koji graniče s vanjskim prostorom, uključujući daljinske gubitke

Hg - suma gubitaka kroz građevne dijelove koji graniče s tlom

HU - suma gubitaka kroz negrijane prostore

HA - suma gubitaka kroz građevne dijelove koji graniče sa susjednim objektima

Prema navedenih podacima, proračunati su gubici toplote objekta i dati u narednoj tabeli.

Tabela 24: Koeficijenti transmisivskih toplotnih gubitaka vanjske ovojnice objekta

Vrsta transmisivnog gubitka	Oznaka	Gubici toplote (W/K)
Gubici toplote kroz vanjski omotač zgrade	H <sub>D</sub>	500,462
Gubici toplote kroz tlo	H <sub>g</sub>	63,783
Gubici toplote kroz negrijane prostore	H <sub>u</sub>	0,000
Gubici toplote kroz susjedne objekte	H <sub>A</sub>	0,000
Koeficijent transmisivskog toplotnog gubitka	H <sub>T</sub>	564,245

### 5.2.2. Ventilacijski gubici

Pored navedenih transmisivnih gubitaka toplote, potrebno je proračunati i ventilacione gubitke, odnosno gubitke provjetranjem. U objektu je prisutno prirodno provjetranje.

Ventilacijski toplotni gubici se računaju na osnovu jednačine:

$$Q_{vent} = V_v * c_v * \rho_v * (T_u - T_v) * \tau$$

gdje je:

$V_v = V_p * I_v$  (m<sup>3</sup>/h) – zapreminski protok zraka,

$V_p$  (m<sup>3</sup>) – neto zapremina grijanog dijela objekta,

$c_v$  (W/kgK) – specifični toplotni kapacitet zraka,

$\rho_v$  (kg/m<sup>3</sup>) – gustina zraka,

- $lv$  ( $h^{-1}$ ) - broj izmjena zraka,
- $T_u$  ( $^{\circ}C$ ) – projektna temperatura prostorije,
- $T_v$  ( $^{\circ}C$ ) – prosječna temperatura okoline,
- $\tau$  – broj dana grijanja.

Broj izmjena zraka se može pretpostaviti na osnovu zatečenog stanja objekta i to uzimajući u obzir stanje stolarije. Dobivene vrijednosti ukupnih ventilacijskih gubitaka su prikazane u narednoj tabeli.

Tabela 25: Ukupni gubici toplote provjetravanjem

Proračun protoka zraka	
Referentna površina zone	$A = 132,44 [m^2]$
Neto volumen zone	$V = 317,86 [m^3]$
Broj izmjena zraka pri nametnutoj razlici tlaka od 50 Pa	$n_{50} = 2,00 [h^{-1}]$
Površina kanala	$A_{duct} = 0,00 [m^2]$
Površina kanala smještenih unutar zone	$A_{indoorduct} = 0,00 [m^2]$
Faktor zaštićenosti zgrade od vjetra	$e_{wind} = 0,10 [-]$
Faktor zaštićenosti zgrade od vjetra	$f_{wind} = 15,00 [-]$
Dnevno vrijeme korištenja zone	$t_{kor} = 15,00 [h]$
Dnevni broj sati rada sustava mehaničke ventilacije	$t_{v,mech} = 17,00 [h]$
Minimalno potrebni volumni protok vanjskog zraka po jedinici površine	$V_A = 0,00 [m^3/(hm^2)]$
Minimalno potreban broj izmjena vanjskog zraka	$n_{req} = 0,50 [h^{-1}]$

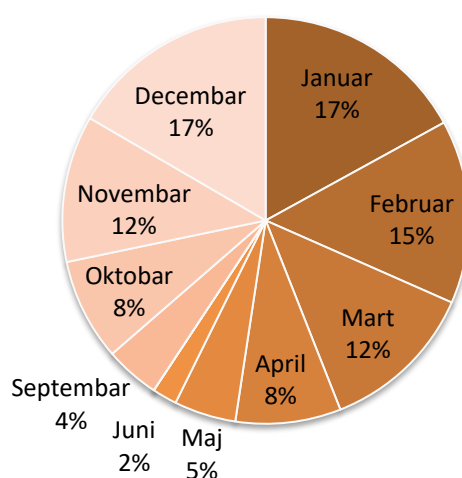
### 5.2.3. Ukupni toplotni gubici

Računanjem transmisionih i ventilacionih gubitaka toplote, došlo se do ukupnih gubitaka toplote, odnosno ukupnog koeficijenta toplotnog gubitka koji iznosi  $H = 615,585 W/K$ , dok su ukupni gubici toplote dati u narednoj tabeli, te predstavljeni pratećim dijagramom.

Tabela 26: Ukupni gubici toplote zgrade

Mjesec	Toplotni gubici [MJ]	Toplotni gubici [kWh]	Koef. topl. gubitka za grijanje [W/K]
Januar	31.426	8.729	602
Februar	26.980	7.494	603
Mart	22.918	6.366	607
April	15.481	4.300	618
Maj	9.088	2.524	658
Juni	3.634	1.009	843
Juli	0	0	121

Avgust	3	1	-2
Septembar	8.018	2.227	666
Oktobar	14.976	4.160	622
Novembar	21.561	5.989	609
Decembar	30.689	8.525	603
<b>UKUPNO</b>	<b>184.773</b>	<b>51.326</b>	<b>6.551</b>



Slika 23: Udio ukupnih toplotnih gubitaka kroz omotač objekta po mjesecima

Sa prethodnog dijagrama je vidljivo da je najveći udio u toplotnim gubicima prisutan u mjesecu januaru sa 17%, zatim decembru sa 17% kada su ujedno i najniže temperature tokom sezone grijanja. Na osnovu površine ovojnice omotača i zapremine grijanog dijela objekta izračunava se faktor oblika zgrade  $f_0$ :

$$f_0 = \frac{A}{V} \text{ (m}^{-1}\text{)};$$

U narednoj tabeli dati su podaci potrebni za proračun faktora oblika zgrade, kao i ostale vrijednosti bitne za proračun toplotnih gubitaka i dobitaka.

Tabela 27: Vrijednosti potrebne za proračun

Potrebni podaci	Oznaka	Vrijednost	Mjerna jedinica
Površina ovojnice grijanog dijela zgrade	A	312,57	[m <sup>2</sup> ]
Zapremina grijanog dijela zgrade	V <sub>e</sub>	373,92	[m <sup>3</sup> ]
Zapremina grijanog zraka (Propis o uštedi energije i toplinskoj zaštiti, čl.4, st.11)	V	317,86	[m <sup>3</sup> ]
Faktor oblika zgrade	f <sub>0</sub>	0,84	[m <sup>-1</sup> ]
Korisna površina grijanog dijela zgrade	A <sub>K</sub>	132,44	[m <sup>2</sup> ]
Proračunska površina korisne površine grijanog dijela	A <sub>K</sub> '	132,44	[m <sup>2</sup> ]

Površina kondicionirane (grijane i hladene) zone računate s vanjskim dimenzijama	$A_f$	155,80	[m <sup>2</sup> ]
Ukupna površina pročelja	$A_{uk}$	227,93	[m <sup>2</sup> ]
Ukupna površina prozora	$A_{wuk}$	53,69	[m <sup>2</sup> ]

### 5.3. PRORAČUN TOPLOTNIH DOBITAKA OBJEKTA

Toplotni dobici u objektu su sljedeći:

- Solarni dobici/dobici od Sunca
- Latentni dobici od boravka osoblja u objektu
- Dobici od osvjetljenja
- Dobici od rada uređaja

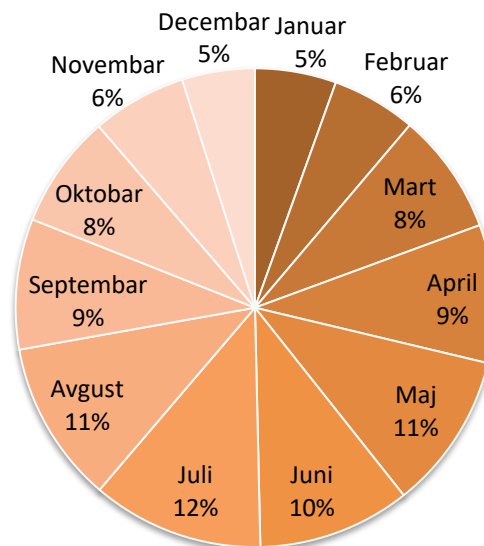
Solarni dobici toplote se računaju za definisane otvore u objektu. U proračunu solarnih dobitaka, uticaj definiranih zaslona se uzima u obzir za mjesec: maj, juni, juli, august i septembar.

Unutrašnji dobici toplote računaju se prema Annexu G iz BAS EN 13790. Tako su o ovom proračunu uzeti u obzir metabolički dobici prema dostupnoj korisnoj površini objekta po korisniku i dobici od uređaja prema vrsti objekta.

Pregled ukupnih dobitaka toplote u objektu u grijnoj sezoni prikazan je u narednoj tabeli i na pratećem dijagramu.

Tabela 28: Ukupni dobici toplote u objektu

Mjesec	Toplotni dobici [MJ]	Toplotni dobici [kWh]
Januar	5.436	1.510
Februar	5.655	1.571
Mart	8.124	2.257
April	9.241	2.567
Maj	10.506	2.918
Juni	10.217	2.838
Juli	11.493	3.193
Avgust	10.850	3.014
Septembar	8.732	2.426
Oktobar	7.605	2.113
Novembar	6.333	1.759
Decembar	4.876	1.355
<b>UKUPNO</b>	<b>99.069</b>	<b>27.519</b>



Slika 24: Udio ukupnih toplotnih dobitaka kroz omotač objekta po mjesecima

#### 5.4. PRORAČUN POTREBNE TOPLOTNE ENERGIJE OBJEKTU

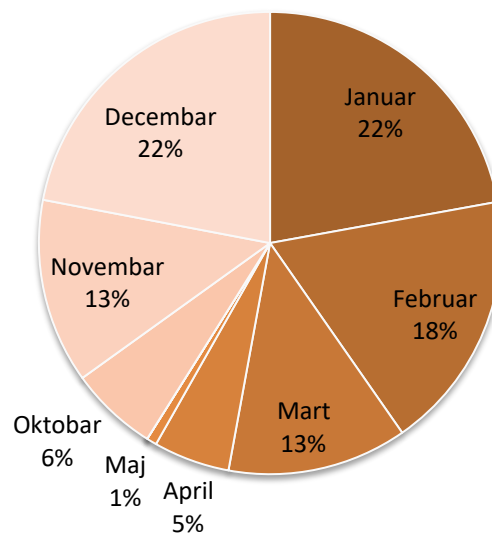
Na osnovu izračunatih toplotnih gubitaka i dobitaka toplote, uzimajući u obzir broj izmjena zraka uslijed otvaranja prozora, omjer toplotnih dobitaka i ukupne izmijenjenje toplote transmisijom i ventilacijom u režimu grijanja, redukcijski faktor koji uzima u obzir prekide u grijanju i parametar ovisan o vremenskoj konstanti zgrade može se izračunati i ukupna potrebna toplotna energija za grijanje objekta koja je data u narednoj tabeli, dok je na dijagramu prikazan procentualni udio toplotnih potreba po mjesecima.

Tabela 29: Potrebna energija za grijanje

Mjesec	$Q_{H,tr}$	$Q_{H,ve}$	$Q_{H,ht}$ [kWh]	$Q_{H,sol}$	$Q_{H,int}$	$Q_{H,gn}$ [kWh]	$\gamma_H$	$\eta_{H,gn}$	$\alpha_{red,H}$	Lh,m	$Q_{H,nd}$ [kWh]
Januar	7.939	790	8.729	978	532	1.510	0,17	0,98	0,88	31	5.356
Februar	6.822	672	7.494	1.090	481	1.571	0,21	0,98	0,85	28	4.395
Mart	5.813	553	6.366	1.725	532	2.257	0,35	0,93	0,75	31	3.040
April	3.948	352	4.300	2.052	515	2.567	0,60	0,84	0,71	30	1.289
Maj	2.352	173	2.524	2.386	532	2.918	1,16	0,64	0,71	21	172
Juni	983	26	1.009	2.323	515	2.838	2,81	0,33	0,71	0	0
Juli	14	-71	-56	2.660	532	3.193	1,00	0,00	0,71	0	0
Avgust	67	-67	1	2.482	532	3.014	4,27	0,00	0,71	0	0

Mjesec	$Q_{H,tr}$	$Q_{H,ve}$	$Q_{H,ht}$ [kWh]	$Q_{H,sol}$	$Q_{H,int}$	$Q_{H,gn}$ [kWh]	$\gamma_H$	$\eta_{H,gn}$	$\alpha_{red,H}$	Lh,m	$Q_{H,nd}$ [kWh]
Septembar	2.075	152	2.227	1.911	515	2.426	1,09	0,66	0,71	15	0
Oktobar	3.816	344	4.160	1.580	532	2.113	0,51	0,88	0,71	31	1.489
Novembar	5.462	527	5.989	1.244	515	1.759	0,29	0,95	0,79	30	3.125
Decembar	7.751	774	8.525	822	532	1.355	0,16	0,99	0,89	31	5.321
<b>UKUPNO</b>											<b>24.187</b>

Iz tabele je vidljivo da su godišnje toplotne potrebe objekta za grijanje na osnovu trenutnog stanja objekta 24.187 kWh.



Slika 25: Udio toplotnih potreba objekta za grijanje raspoređen po mjesecima grijne sezone

## 6. PREGLED PREDLOŽENIH MJERA POVEĆANJA ENERGIJSKE EFIKASNOSTI OBJEKTA

### 6.1. PREGLED PREDLOŽENIH MJERA POVEĆANJA ENERGIJSKE EFIKASNOSTI OBJEKTA

Na osnovu pregleda mogućih mjera povećanja energijske efikasnosti, te analize trenutnog stanja toplotnih karakteristika omotača predmetnog objekta, predlažu se sljedeće mjere energijske efikasnosti relevantne za implementaciju u ovom trenutku:

- **Termoizolacija fasade**  
S obzirom na postojeće stanje objekta, na nedostatne tehničke karakteristike ugrađenih materijala kao i samu pojavnost objekta, predviđa se ugradnja nove fasade. Ugradnjom nove fasade objekat će u estetsko-oblikovnom smislu biti atraktivniji i pojavno prikladniji funkciji koju posjeduje, ali će zadovoljavati i savremene zahtjeve fizike zgrade, te obezbjediti ugodniji boravak i uštede u potrošnji toplotne energije. Projekat termoizolacije postojeće fasade podrazumijeva ugradnju toplotne izolacije od ekspaniranog polistirena (EPS) debljine  $d=10$  cm na zidovima Vz-01 i ugradnju toplotne izolacije od ekstrudiranog polistirena (XPS) debljine  $d=10$  cm na zidovima Vz-02, sa svim pratećim fasaderskim i molerskim radovima.
- **Zamjena postojeće stolarije i bravarije objekta**  
Na dijelu objekta prisutna je postojeća stolarija loših toplotnih karakteristika, koja se očituje visokim transmisijskim i ventilacijskim gubicima. Nakon detekcije, mjerom zamjene postojeće, energijski efikasnijom, postići će se uštede i uspostaviti odgovarajući toplotni komfor za korisnike prostora.
- **Termoizolacija stropne konstrukcije**  
Stropna drvena konstrukcija St-01 iznad etaže I prema negrijanom tavanu nije toplotno izolovana, te su sa aspekta toplotnih potreba uočljivi toplotni gubici usljed nedostatka toplotne izolacije stropne konstrukcije. S obzirom na postojeće stanje, predviđa se ugradnja toplotne izolacije od staklene mineralne vune debljine  $d=12$  cm u tavanski prostor čime će se obezbjediti ugodniji boravak i uštede u potrošnji toplotne energije.
- **Nabavka i montaža plinskog bojlera**  
Obzirom da se trenutno kao osnovni energenti koriste ogrijevno drvo i ugalj, koji sa aspekta njegove cijene ima karakter vrlo povoljnog energenta, mjera bi podrazumjevala zamjenu postojećeg energenta prirodnim gasom, smatra se opravdanom za analizu u kombinaciji sa predloženim arhitektonsko-građevinskim mjerama.  
Za korištenje novog energenta postoji odgovarajuća infrastruktura, odnosno postojeći bojler na prirodni gas koji bi se ovom mjerom zamjenio.
- **Ugradnja radijatorskih ventila sa termostatskim glavama**  
Radijatori najčešće imaju ručne regulacijske ventile kojim se može regulisati protok tople vode, ali nikad nije moguće tačno regulisati temperaturu kako bi se optimalno koristila energija i povećala ugodnost boravka u prostoru. Jedno od najjednostavnijih rješenja je postavljane termostatskih ventila s termostatskom glavom koji zajedno čine termostatski

set, koji će omogućiti regulaciju temperature u svakoj prostoriji posebno. najčešće imaju ručne regulacijske ventile kojim se može regulisati protok tople vode, ali nikad nije moguće tačno regulisati temperaturu kako bi se optimalno koristila energija i povećala ugodnost boravka u prostoru. U većini objekata starijih od 10 godina zbog devastacije takvih ventila nije moguća čak ni takva regulacija. Jedno od najjednostavnijih rješenja je postavljane termostatskih ventila s termostatskom glavom koji zajedno čine termostatski set, koji će omogućiti regulaciju temperature u svakoj prostoriji posebno.

U nastavku je dat detaljni opis predloženih mjera energetske efikasnosti.

## 6.2. OPIS I ANALIZA UŠTEDA PREDLOŽENIH MJERA POVEĆANJA ENERGIJSKE EFIKASNOSTI OBJEKTA

### ARHITEKTONSKO-GRAĐEVINSKE MJERE

#### 6.2.1. Termoizolacija fasade

##### Postojeće stanje

Fasadni plašt objekta nema termoizolaciju i računski je utvrđeno da svojim karakteristikama ne zadovoljava uslove iz Pravilnika o energijskom certificiranju.

##### Opis mjere

Termoizolacija fasade objekta, ukupne površine 174,24 m<sup>2</sup> tzv. ETICS sistemom. Fasada objekta (Vz-01) površine 141,60 m<sup>2</sup> se izoluje postavljanjem ploča EPS-a u debljini od 10 cm sa vanjske strane zida, na koji se postavlja armaturna mrežica i završni fasadni malter. Fasada podruma objekta (Vz-02) površine 32,64 m<sup>2</sup> se izoluje postavljanjem ploča XPS-a u debljini od 10 cm sa vanjske strane zida, na koji se postavlja armaturna mrežica i završni dekorativni zaribani malter - kulir. Time se U vrijednost ovih dijelova konstrukcije smanjuje na 0,31 W/m<sup>2</sup>K, odnosno na 0,30 W/m<sup>2</sup>K. Smanjenjem koeficijenta prolaza toplote, smanjit će se i toplotne potrebe objekta, odnosno potrebna energija za zagrijavanje prostora, te time i troškovi za energiju. Cijena obuhvata i dodatne radove. Prema Pravilniku o energijskom certificiranju, maksimalna dozvoljena vrijednost za ovaj tip konstrukcije iznosi 0,35 W/m<sup>2</sup>K.

Prije početka radova, obratiti pažnju da:

- Svi staklarski radovi moraju biti završeni, a sve vanjske instalacije, interfoni itd. postavljeni prije početka postavljanja fasade,
- Prozorske klupice moraju biti postavljene tako da budu najmanje 3 cm udaljene od novopostavljene fasade,
- Temperatura zraka, podloge i materijala ne smije biti ispod +8°C. Ova temperatura vrijedi kako za radove ugradnje, tako i za vrijeme otvrdnjavanja materijala,



- Radovi se ne smiju izvoditi pod direktnim sunčevim zračenjem, vjetrom ili oborinama,
- Pri izvedbi sistema na fasadnu skelu treba postaviti odgovarajuću zaštitu,
- Podloga mora biti čvrsta (nosiva), čista i suha.

Sve radove potrebno je raditi prema uputstvu i tipskim detaljima proizvođača sistema. Mjere koje su navedene su aproksimativne, te ih je potrebno uzeti na licu mjesta prije izvođenja.

Tabela 30: Predračun ugradnje termoizolacije fasade

R.br.	Opis pozicije rada	Jed. mjere	Količina	Iznos (KM)	Ukupno (KM)
1.	Termička izolacija fasade zgrade s tvrdim pločama EPS-a debljine 10 cm sa završnom obradom. Cijena obuhvata nabavku, transport, skidanje postojećih slojeva i odvoz šteta na deponiju. Nabavka i postavljanje maltera za lijepljenje EPS ploča, maltera za armaturnu mrežicu, armaturne mrežice i završnog dekorativnog fasadnog maltera. Cijena obuhvata dodatne radove.	m <sup>2</sup>	141,60	70,16	9.935,37
2.	Termička izolacija fasade podruma objekta s tvrdim pločama XPS-a debljine 10 cm sa završnom obradom. Cijena obuhvata nabavku, transport, skidanje postojećih slojeva i odvoz šteta na deponiju. Nabavka i postavljanje maltera za lijepljenje XPS ploča, maltera za armaturnu mrežicu, armaturne mrežice i završnog dekorativnog zaribanog maltera - kulira. Cijena obuhvata dodatne radove.	m <sup>2</sup>	32,64	72,42	2.363,82
<b>UKUPNO</b>					<b>12.299,19</b>
<b>Nepredviđeni radovi 5%</b>					<b>614,96</b>
<b>UKUPNO CIJENA</b>					<b>12.914,15</b>

U narednoj tabeli je prikazan zbirni pregled energijskih i ekonomskih ušteda nakon implementacije predložene mjere za povećanje energijske efikasnosti.

Tabela 31: Zbirni pregled energijskih i ekonomskih ušteda nakon implementacije predmetnih mjera

Mjera 1 - Termoizolacija fasade				Dio konstrukcije	Vz-01_Do=24,00 cm Vz-02_Do=34,00 cm	
				Površina m <sup>2</sup>	174,24	
Koeficijent prolaza toplote U [W/m <sup>2</sup> K]		Toplotne potrebe objekta		Uštede		
Prije mjere [W/m <sup>2</sup> K]	Nakon mjere [W/m <sup>2</sup> K]	Prije mjere [kWh]	Nakon mjere [kWh]	Finalna energija [kWh]	Primarna energija [kWh]	KM
2,05	0,31	24.187	12.274	11.913	17.227	602,97

2,84	0,30				
------	------	--	--	--	--

Implementacijom predložene mjere ostvarile bi se uštede u primarnoj energiji od 17.227 kWh ili za cca 23%, dok bi uštede u troškovima iznosile 602,97 KM na godišnjem nivou. Ukupna investicija u mjeru termoizolacije fasade iznosi 12.914,15 KM.

### 6.2.2. Zamjena postojeće stolarije

#### Postojeće stanje

Prozori u hodniku na etaži I su izrađeni od drvenih profila sa dvostrukim ostakljenjem (4/16/4 mm) i sa prosječnim koeficijentom prolaza toplote 2,90 W/m<sup>2</sup>K. Navedena stolarija nalazi se u lošem stanju i svojim karakteristikama ne zadovoljava uslove iz Pravilnika o energijskom certificiranju.

#### Opis mjere

Ovom mjerom predviđa se zamjena navedene drvene stolarije. Zamjena će se izvršiti sa stolarijom koja obezbjeđuje ukupan koeficijent prolaza toplote manji od trenutno važećeg dozvoljenog koeficijenta (1,40 W/m<sup>2</sup>K).

Primjer takve stolarije je stolarija urađena s ramovima od PVC profila i izo staklom, čime se U koeficijent smanjuje. U koeficijent profila iznosi 1,1-1,4 W/m<sup>2</sup>K, a stakla Ug = 1,1 W/m<sup>2</sup>K.

Tabela 32: Predračun zamjene postojeće stolarije

R. br.	Opis pozicije rada	Jed. mjere	Količina	Iznos (KM)	Ukupno (KM)
1.	Demontaža postojećih drvenih prozora sa odvozom na deponiju. Zamjena prozora na objektu, izrada, transport i montaža ostakljenih prozora, izgleda i dimenzija kao postojeća. Stolariju izraditi od PVC sa petokomornim ili šestokomornim sistemom profila (Uf ≤ 1,3W/m <sup>2</sup> K). Boja profila bijela. Ostakljenje niskoemisionim staklom 4+16A+4 lowe, punjeno argonom (Ug ≤ 1,1 W/m <sup>2</sup> K). U cijenu uključena zidarska obrada unutrašnjih špaleta sa farbanjem, izrada unutrašnjih tipskih klupica, vanjskih prozorskih tipskih klupica od plastificiranog lima i tipskih završnih elemenata uz zidove.	m <sup>2</sup>	18,40	236,67	4.354,74
<b>UKUPNO</b>					<b>4.354,74</b>
<b>Nepredviđeni radovi 5%</b>					<b>217,74</b>
<b>UKUPNO CIJENA</b>					<b>4.572,48</b>

U narednoj tabeli je dat zbirni pregled energijskih i ekonomskih ušteda nakon implementacije predložene mjere za povećanje energijske efikasnosti.

Tabela 33: Zbirni pregled energijskih i ekonomskih ušteda nakon implementacije predmetnih mjera

Mjera 2 - Zamjena prozora				Dio konstrukcije		Prozori	
				Površina m <sup>2</sup>		18,40	
Koeficijent prolaza toplote U [W/m <sup>2</sup> K]		Toplotne potrebe objekta		Uštede			
Prije mjere [W/m <sup>2</sup> K]	Nakon mjere [W/m <sup>2</sup> K]	Prije mjere [kWh]	Nakon mjere [kWh]	Finalna energija [kWh]	Primarna energija [kWh]	KM	
2,90	1,20	24.187	22.248	1.939	2.804	98,14	

Implementacijom predložene mjere ostvarile bi se uštede u primarnoj energiji od 2.804 kWh ili za cca 17%, dok bi uštede u troškovima iznosile 98,14 KM na godišnjem nivou. Ukupna investicija u mjeru zamjene stolarije/bravarije iznosi 4.572,48 KM.

### 6.2.3. Termoizolacija stropne konstrukcije

#### Postojeće stanje

Prilikom analize i obilaska samog objekta evidentirano je da stropna drvena konstrukcija etaže I objekta prema negrijanom tavanu nije toplotno izolovana. U svrhu obezbjeđenja ugodnog boravka i uštede u potrošnji energije predlaže se ugradnja toplotne izolacije od staklene mineralne vune debljine d=12 cm u tavanski prostor, sa gornje strane stropne konstrukcije.

#### Opis mjere

Mjerom se predviđa čišćenje stropne drvene konstrukcije u tavanskom prostoru od postojeće prašine i uklanjanja sloja šute. Nakon što se ista ukloni provjeriti stanje daščanog pokova i izvršiti eventualnu zamjenu.

Izrada toplotne izolacije stropne konstrukcije koja se sastoji od sljedećih slojeva:

- PE folija (aktivna parna brana)
- Termoizolacija od staklene mineralne vune debljine 12 cm
- Postavljanje paropropusne-vodonepropusne folije kako bi se izolacioni materijal zaštitio od prašine koja se nalazi u potkrovlju

Ukupna površina drvene stropne konstrukcije: P=66,22 m<sup>2</sup>.

Tabela 34: Predračun ugradnje termoizolacije stropne konstrukcije

R.br.	Opis pozicije rada	Jed. mjere	Količina	Iznos (KM)	Ukupno (KM)
1.	Čišćenje postojeće drvene stropne konstrukcije u tavanskom prostoru od prašine i uklanjanje šute. Nabavka materijala, transport i ugradnja PE folije (aktivne parne brane) koja se postavlja direktno na gornju plohu konstrukcije, zatim termoizolacije od staklene mineralne vune debljine d=12 cm i paropropusne-vodonepropusne folije preko izolacionog materijala kako bi se isti zaštitio od prašine koja se nalazi u potkrovlju. Stavkom obuhvaćen sav potreban rad i materijal, transport istog do mjesta izvođenja.	m <sup>2</sup>	66,22	42,12	2.789,19
<b>UKUPNO</b>					<b>2.789,19</b>
<b>Nepredviđeni radovi 5%</b>					<b>139,46</b>
<b>UKUPNO CIJENA</b>					<b>2.928,65</b>

U narednoj tabeli je dat zbirni pregled energijskih i ekonomskih ušteta nakon implementacije predložene mjere za povećanje energijske efikasnosti.

Tabela 35: Zbirni pregled energijskih i ekonomskih ušteta nakon implementacije predmetnih mjera

Mjera 3 – Termoizolacija stropne konstrukcije				Dio konstrukcije	Stropna konstrukcija	
				Površina m <sup>2</sup>	66,22	
Koeficijent prolaza toplote U [W/m <sup>2</sup> K]		Toplotne potrebe objekta		Uštede		
Prije mjere [W/m <sup>2</sup> K]	Nakon mjere [W/m <sup>2</sup> K]	Prije mjere [kWh]	Nakon mjere [kWh]	Finalna energija [kWh]	Primarna energija [kWh]	KM
1,37	0,24	24.187	20.817	3.370	4.873	170,57

Implementacijom predložene mjere ostvarile bi se uštede u primarnoj energiji od 4.873 kWh ili za cca 17%, dok bi uštede u troškovima iznosile 170,57 KM na godišnjem nivou. Ukupna investicija u mjeru termoizolacije stropne konstrukcije iznosi 2.928,65 KM.

## MAŠINSKE MJERE

### 6.2.4. Montaža plinskog bojlera

Obzirom da se trenutno kao osnovni energent za pogon kotla Termomont koristi uglj i ogrijevno drvo, koji sa aspekta cijene imaju karakter vrlo povoljnih energenata, mjera koja bi podrazumjevala nabavku i ugradnju plinskog bojlera sa svom pratećom opremom. Trenutno u objektu postoji instaliran plinski bojler koji zbog zastarjelosti više nije moguće koristiti. Ugradnjom novog plinskog bojlera, odnosno zamjenu postojećeg energenta prirodnim gasom, smatra se opravdanom za analizu u kombinaciji sa predloženim arhitektonsko-građevinskim mjerama.

Tabela 36: Predmjer i predračun radova za nabavku i montažu plinskog bojlera

R.br.	Opis pozicije rada	Jed. mjere	Količina	Iznos (KM)	Ukupno (KM)
1.	Plinski bojler Q=24 kW sa svom neophodnom pratećom opremom sa ugradnjom.	kpl.	1	1.910,00	1.910,00
<b>UKUPNO</b>					<b>1.910,00</b>

Usvojeno je da je povećanje stepena iskorištenja sistema sa toplovodnim kotlom sa 69,15% na 86% koliko iznosi stepen korisnosti sistema sa bojlerom na prirodni plin.

Tabela 37: Zbirni pregled energijskih i ekonomskih ušteda nakon implementacije mjere montaže plamenika

Mjera	Potrebe prije	Stepen korisnosti sistema	Potrošnja	Stepen korisnosti sistema	Potrebe poslije	Uštede	Uštede
	kWh /god	%	kWh /god	%	kWh /god	kWh /god	KM /god
<b>Bez primjene arhitektonsko-građevinskih mjera</b>	24.187	69,15	34.977,58	86	28.124,42	6.853,16	-
<b>Nakon primjene</b>	6.037	69,15	8.730,29	86	7.019,76	1.710,52	-

Napomena: Uštede u novcu u ovom slučaju nisu moguće zbog vrlo niske cijene ogrijevnog drveta i uglja, ali se promjenom energenta zadovoljavaju ekološki standardi i termalni komfor.

### 6.2.5. Ugradnja radijatorskih ventila sa termostatskim glavama

#### Postojeće stanje

Obzirom da na sistemu grijanja nema nikakve regulacije, predlaže se ugradnja ventila sa termostatskim glavama na sva grijna tijela.

#### Opis mjere

U posmatranom objektu postoji 12 radijatora na koje bi bilo potrebno ugraditi ventile sa termostatskim glavama. Investicija u ugradnju radijatorskih ventila sa termoregulacionim glavama

obuhvata nabavku, transport, pražnjenje instalacije, demontažu postojećeg radijatorskog ventila i prilagođavanje cijevnog priključka, te po komadu iznosi 60,00 KM. Tako ukupna investicija u ugradnju termostatskih ventila iznosi 720,00 KM sa PDV-om.

Ova mjera se smatra neophodna u kombinaciji sa bilo kojom drugom mjerom koja je iz domena fizike zgrade, jer je jedino u njihovoj kombinaciji moguće postići uštede, odnosno održati toplotne gubitke na nivou koji je prikazan za svaku pojedinu građevinski mjeru. U slučaju kombinacije ove mjere sa građevinskim mjerama, ukupna ušteda koja se ostvaruje jednaka je iznosu uštede te građevinske mjere, a ugradnja termostatskih ventila je uslov njenog postizanja. Termostatski ventil uz prateću opremu jedan je od načina da se u prostoru temperatura ograniči onom koja je ušla u proračun ušteda građevinskog porijekla. Neophodno je da se izvrši ispiranje radijatora i cjevne mreže radi poboljšanja cirkulacije vode i smanjenja otpora prenosa toplote sa radnog fluida na površinu radijatora. Potrebno je naglasiti da ova mjera sama po sebi ne donosi uštede, ali je neophodna za ostvarivanje ušteda drugih mjera.

### 6.3. SCENARIJ IMPLEMENTACIJE PREDLOŽENIH MJERA ENERGIJSKE EFIKASNOSTI

Na osnovu kvantitativne analize energijskih i ekonomskih ušteda predloženih mjera povećanja energijske efikasnosti u objektu u ovom koraku analizira se kombinacija predloženih mjera preko scenarija implementacije. Uzimajući u obzir navedene mjere, posmatraju se sljedeći scenariji:

#### **SCENARIJ I (S1) – optimalni scenarij usaglašen sa vlasnikom objekta za koji se u prilogu daje detaljna procjena investicije:**

- M1- Termoizolacija fasade
- M2- Zamjena prozora
- M3- Termoizolacija stropa
- M5- Ugradnja termostatskih ventila

#### **SCENARIJ II (S2) – idealni scenarij po prijedlogu auditora:**

- M1- Termoizolacija fasade
- M2- Zamjena prozora
- M3- Termoizolacija stropa
- M4- Nabavka plinskog bojlera
- M5- Ugradnja termostatskih ventila

U narednoj tabeli dat je pregled svih opisanih mjera energijske efikasnosti, kao i njihove kombinacije u okviru scenarija.

Tabela 38: Pregled energijskih i ekonomskih\* vrijednosti različitih scenarija

	Investicija	Ušteda toplotne energije	Ušteda električne	Period povrata	Indeks isplativosti
--	-------------	--------------------------	-------------------	----------------	---------------------

	energije						
	[KM]	[kWh]	[KM]	[kWh]	[KM]	[god]	[kWh/KM]
M1- Termoizolacija fasade	12.914	17.227	602	-	-	21,45	1,33
M2- Zamjena prozora	4.572	2.804	98	-	-	>20	0,61
M3- Termoizolacija stropa	2.929	4.873	170	-	-	17,23	1,66
M4- Plinski bojler	1.910	-	-	-	-	-	-
M5- Ugradnja termostatskih ventila	720	-	-	-	-	-	-
<b>Scenarij 1 (M1+M2+M3+M5)</b>	<b>21.135</b>	<b>24.904</b>	<b>870</b>	-	-	<b>24,29</b>	<b>1,18</b>
<b>Scenarij 2 (M1+M2+M3+M4+M5)</b>	<b>23.045</b>	<b>24.904</b>	<b>870</b>	-	-	<b>26,49</b>	<b>1,08</b>

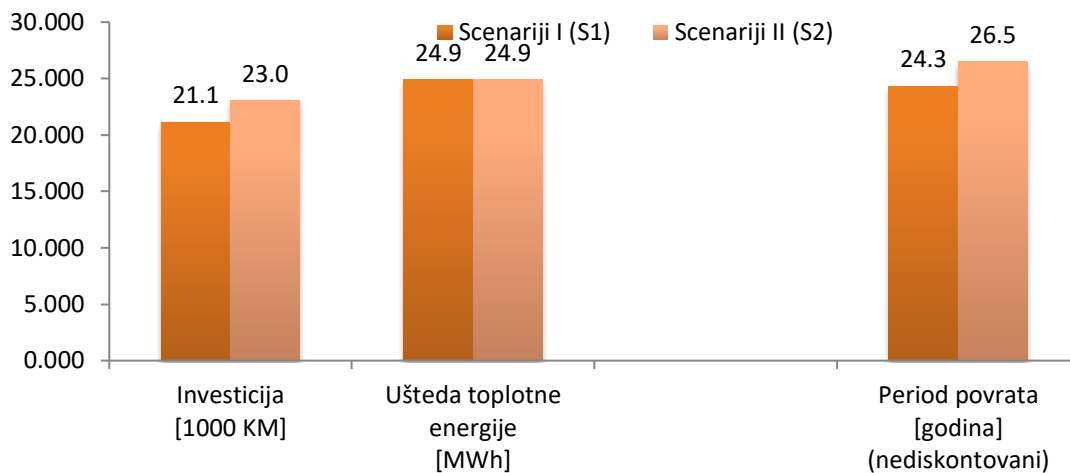
\*Cijene su date sa PDV-om

### 6.3.1. Tehno-ekonomska analiza različitih scenarija predloženih mjera

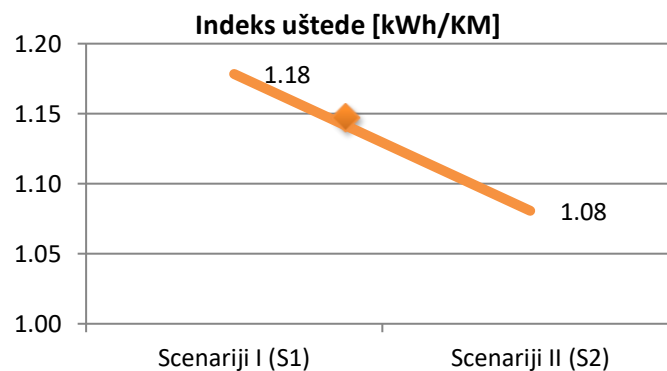
Tehno-ekonomska analiza, čiji je cilj identifikacija optimalnog scenarija implementacije mjera povećanja energijske efikasnosti sa aspekta tehnički mogućeg i finansijski opravdanog rješenja, a na osnovu navedenih scenarija, se obrađuje u tri koraka.

Naime, u prvom koraku se definišu ukupne uštede toplotne i električne energije za različite scenarije izražene u procentulanim vrijednostima, zatim se u drugom koraku poredi uštede toplotne energije, električne energije, ukupne investicije i period povrata investicije izražen preko simple pay-back metode. U trećem koraku se, ukoliko prethodna dva nisu dozvoljavali opravdanu eliminaciju jednog od scenarija rezultirajući sa jasnom identifikacijom optimalnog scenarija, poredi indeks uloženi novčanih sredstava i dobivenih ušteda ukupne energije na osnovu energijskih i ekonomskih ušteda različitih scenarija.

Pored energijskih vrijednosti izraženih u MWh, te pojedinih investicija različitih scenarija izraženih u hiljadama KM, naredni dijagram prikazuje period povrata investicije izražen u godinama preko simple pay-back metode. Pregled uštede toplotne energije, električne energije, ukupne investicije i jednostavni period povrata investicije prikazan je u prethodnoj tabeli u poglavlju 5.3.



Slika 26: Komparacija energijskih i ekonomskih vrijednosti različitih scenarija



Slika 27: Indeksni prikaz uloženi novčanih sredstava i dobivenih ušteda ukupne energije za posmatrane scenarije

Tabela 39: Pregled pokazatelja isplativosti za različite scenarije (period 20 g. i diskontna stopa 5,5%)

	S1	S2
Indeks isplativosti (kWh/KM)	1,18	1,08
Diskontovani period povrata (god)	0,0	0,0
Neto sadašnja vrijednost (KM)	-10,73	-12,64
Interna stopa rentabilnosti	-1,78%	-2,54%
NPQV (dobit po 1KM investicije)	-0,51	-0,55

Na osnovu dobijenih podataka se može zaključiti da optimalni scenarij implementacije S1 usaglašen sa predstavnicima stanara ima kraći period povrata u odnosu na idealni scenarij prema prijedlogu auditora.

Kada se radi o mjerama energetske efikasnosti u stambenim objektima vrlo je značajno analizirati sve moguće pozitivne i negativne efekte koje mjere mogu generisati ukoliko se implementiraju. Nije



nužno da mjere koje nisu finansijski isplative budu i ekonomski neisplative. Drugim riječima, moguće je da koristi mjera koje su nefinansijske prirode premašuju ukupne troškove i time čine projekat isplativim.

Budući da je priroda mjera energijske efikasnosti takva da ima za cilj stvaranje boljih uslova rada i boravka korisnika, te da je postojeće stanje objekta takvo da nije moguće na duži period prolongirati neophodne investicije, to već samo po sebi daje izuzetan značaj i opravdanost ovom projektu.

Uzimajući u obzir navedene pokazatelje, te spremnost stanara objekta za investicije, kao optimalni scenarij odabran je scenarij S1.

#### 6.4. KVANTITATIVNA ANALIZA SMANJENJA EMISIJE STAKLENIČKIH GASOVA

U okviru kvantitativne analize smanjenja emisije stakleničkih gasova u objektu određuje se smanjenje emisije CO<sub>2</sub> na godišnjem nivou za identificirane mjere povećanja energijske efikasnosti.

Uzimajući u obzir očekivano smanjenje potrošnje toplotne i električne energije nakon implementacije određenih mjera, te emisijski faktor energenta dat u narednoj tabeli, dok prateća tabela prikazuje vrijednosti smanjenja emisije CO<sub>2</sub> kao rezultat implementacije mjera povećanja energijske efikasnosti.

Tabela 40: Faktor emisije CO<sub>2</sub> za pojedine energente [1]

Izvor energije	Faktor emisije CO <sub>2</sub> po energijskoj jedinici goriva [kgCO <sub>2</sub> /kWh]
Ekstra lako lož ulje*	0,263974
Lož ulje*	0,275735
Ukapljeni plin	0,202095
Kameni ugljen	0,333749
Mrki ugljen	0,338923
Lignit	0,357034
Prirodni plin	0,20095
Električna energija	0,7446

Za trenutne uslove emisija CO<sub>2</sub> prema toplotnim potrebama objekta iznosi 11,85 (tCO<sub>2</sub>/god), a emisije CO<sub>2</sub> usljed potrošnje električne energije iznose 1,27 (tCO<sub>2</sub>/god).

Tabela 41: Smanjenje emisije CO<sub>2</sub> usljed smanjenja potrošnje električne energije

	Scenarij 1	Scenarij 2

[1] Izvor podataka: Federalno ministarstvo prostornog uređenja, "Smjernice za provođenje energijskog pregleda za nove i postojeće objekte s jednostavnim i složenim tehničkim sistemom", Sarajevo, avgust 2009. godine

	(tCO <sub>2</sub> /god)	(tCO <sub>2</sub> /god)
Smanjenje emisije usljed smanjenja potrošnje toplotne energije	10,44	10,44
Smanjenje emisije usljed smanjenja potrošnje električne energije	0,00	0,00
<b>Ukupno smanjenje emisije CO<sub>2</sub></b>	<b>10,44</b>	<b>10,44</b>

Kao rezultat realizacije mjera povećanja energijske efikasnosti po predloženim scenarijima očekuje se ukupno smanjenje emisije stakleničkih gasova u iznosima kako je prikazano u prethodnoj tabeli.

## 7. KLASIFIKACIJA OBJEKTA U ENERGIJSKI RAZRED PREMA UREDBI O PROVOĐENJU ENERGIJSKIH AUDITA I IZDAVANJU ENERGIJSKOG CERTIFIKATA

Obaveze energijskog certificiranja, kao i sam način certificiranja i označavanja objekata, dat je u Uredbi o provođenju energijskih audita i izdavanju energijskog certifikata ("Službene novine FBiH", br. 87/18) i Pravilnika o minimalnim zahtjevima za energijskim karakteristikama zgrada ("Službene novine FBiH", br. 81/19, 85/19).

Energijski razred objekta utvrđen je prema parametrima koji se nalaze na sljedećoj slici, shodno kategorizaciji za stambene zgrade koje mogu biti:

- 1) višestambene zgrade i zgrade za kolektivno stanovanje su stambene zgrade s tri i više stanova, zgrade za stanovanje zajednica (domovi – đaćki, studentski, umirovljenički, radnički, dječji domovi, zatvori, vojarne i sl. zgrade za stanovanje) – zgrade kod kojih se može izraditi zajednički certifikat ili zasebni certifikat za svaku stambenu jedinicu;
- 2) obiteljske stambene zgrade su samostojeće stambene zgrade i zgrade s jednim stanom, zgrade s jednim stanom u nizu ili drukčije povezane zgrade s jednim stanom, zgrade do tri stana i zgrade u nizu s više stanova po lameli – zgrade kod kojih se izrađuje poseban certifikat za svaku stambenu jedinicu.

Objekat koji je predmet energijskog audita svrstan je u kategoriju: obiteljske stambene zgrade.

Slobodnostojeće kuće - Individualno stanovanje							
Energijski razred	Q <sub>H,nd,rel</sub> [%]	Sjever, Θ <sub>e,mj,min</sub> ≤ 3 °C			Jug, Θ <sub>e,mj,min</sub> > 3 °C		
		Q <sup>''</sup> <sub>H,nd</sub> ; [kWh/(m <sup>2</sup> a)]					
		f <sub>0</sub> ≤ 0,20	0,20 < f <sub>0</sub> < 1,05	f <sub>0</sub> ≥ 1,05	f <sub>0</sub> ≤ 0,20	0,20 < f <sub>0</sub> < 1,05	f <sub>0</sub> ≥ 1,05
A+	≤ 25	≤ 14	≤ (10,88+15,42*f <sub>0</sub> )	≤ 27	≤ 10	≤ (8,15+8,52*f <sub>0</sub> )	≤ 17
A	≤ 50	≤ 23	≤ (18,4+25,7*f <sub>0</sub> )	≤ 45	≤ 17	≤ (13,58+14,2*f <sub>0</sub> )	≤ 29
B	≤ 100	≤ 47	≤ (36,28 + 51,41*f <sub>0</sub> )	≤ 90	≤ 33	≤ (27,17 + 28,41*f <sub>0</sub> )	≤ 57
C	≤ 200	≤ 96	≤ (75,83+102,82*f <sub>0</sub> )	≤ 184	≤ 65	≤ (52,71+56,82*f <sub>0</sub> )	≤ 113
D	≤ 300	≤ 146	≤ (115,38+154,23*f <sub>0</sub> )	≤ 277	≤ 96	≤ (78,25+85,23*f <sub>0</sub> )	≤ 168
E	≤ 375	≤ 183	≤ (144,23+192,78*f <sub>0</sub> )	≤ 347	≤ 120	≤ (97,82+106,53*f <sub>0</sub> )	≤ 210
F	≤ 450	≤ 219	≤ (173,07+231,34*f <sub>0</sub> )	≤ 416	≤ 143	≤ (117,38+127,84*f <sub>0</sub> )	≤ 252
G	> 450	> 219	> (173,07+231,34*f <sub>0</sub> )	> 416	> 143	> (117,38+127,84*f <sub>0</sub> )	> 252

Slika 28: Energijski razred stambenih zgrada: Slobodnostojeće kuće - Individualno stanovanje


Energijski razred zgrade je pokazatelj energijskih svojstava zgrade. Izražen je preko relativne vrijednosti specifične godišnje potrošnje toplotne energije za grijanje [%], i predstavlja odnos specifične godišnje potrebne toplotne energije za referentne klimatske podatke Q<sup>''</sup><sub>H,nd,ref</sub> [kWh/m<sup>2</sup>god] i dopuštene specifične godišnje potrebne toplotne energije Q<sup>''</sup><sub>H,nd,dop</sub> [kWh/m<sup>2</sup>god] za određeni tip zgrada:

$$Q''_{H,nd,rel} = \frac{Q''_{H,nd,ref}}{Q''_{H,nd,dop}} * 100\%$$

$$Q''_{H,nd,rel} = \frac{182,63}{79,46} * 100\% = 230\%$$

Na osnovu izvršenog energijskog pregleda zgrade, te detaljne analize trenutnog stanja toplotnih karakteristika omotača predmetnog objekata i tehničkih sistema objekta, a u skladu sa važećom regulativom, predmetni objekat pripada energijskom razredu D, a kako stoji u narednoj tabeli.

Tabela 42: Energijski razred objekta za trenutno stanje

Energijski razred	$Q''_{H,nd,rel} = 230 \%$	
A+	$\leq 25$	
A	$\leq 50$	
B	$\leq 100$	
C	$\leq 200$	
D	$\leq 300$	
E	$\leq 375$	
F	$\leq 450$	
G	$>450$	

S obzirom na to da su predložene mjere energijske efikasnosti na omotaču objekta, indikatori potrošnje energije i toplotnih potreba se mijenjaju.

Tabela 43: Energijska karakteristika objekta za trenutno stanje, te stanje po pojedinim scenarijima

	Trenutno stanje	S1	S2
Specifična potrošnja toplotne energije- $Q''_{H,nd,ref}$ (kWh/m <sup>2</sup> god)	182,63	45,59	45,59
Relativna vrijednost specifične godišnje potrošnje toplotne energije - $Q''_{H,nd,rel}$ (%)	230	57	57
Energijski razred (A <sup>+</sup> : G)	D	B	B

Iz prethodne tabele se vidi da za trenutno stanje objekat spada u kategoriju razreda D, dok bi nakon implementacije pojedinih scenarija energijski razred za scenarij S1 i S2 bio razred "B".

Energijski razred koji se iskazuje za potrebe energijskog pregleda je dobijen na osnovu specifične potrebne toplotne energije u sezoni grijanja za sadašnje stanje odnosno stanje nakon implementacije pojedinih scenarija i stvarne uslove rada, tj. prema stvarnom broju sati rada postrojenja za proizvodnju toplotne energije, kao i temperature na kojoj se objekat održava kada sistem grijanja nije u funkciji tj. u vrijeme kada nije potrebno održavati unutrašnju projektanu temperaturu. Sa druge strane, za potrebu izrade energijskog sertifikata objekat se posmatra pod uslovima normiranih vrijednosti pojedinih parametara koji zavise od namjene objekta i mogu imati drugačiju vrijednost od vrijednosti datih u izvještaju o energijskom pregledu.

Drugim riječima, energijski razred i ostali pokazatelji dati u izvještaju o energijskom pregledu odnose se na stvarne uslove korištenja objekta, dok se za potrebe energijskog certificiranja referiše na normirane vrijednosti prema namjeni objekta, a čime se stiču uslovi da se svi objekti iste namjene mogu međusobno porediti jer se kroz energijsko certificiranje analiziraju za iste uslove.

Ukoliko postoji veća razlika između stvarnog i “normiranog” režima rada nekog objekta, to će i razlika energijske karakteristike date u izvještaju o energijskom pregledu i one date u energijskom certifikatu biti veća.

# PRILOZI

- **PRILOG 1**  
*Popis normi za proračun toplotnih potreba objekta*
- **PRILOG 2**  
*Procjena investicije mjera prema usaglašenom scenariju*

- **PRILOG 1**  
*Popis normi za proračun toplotnih potreba objekta*

1. BAS EN ISO 13790:2008 Energijska svojstva građevina – Proračun energije potrebne za grijanje i hlađenje prostora
2. EN 15603 Energijska svojstva zgrada – Ukupna potrošnja energije i definisanje energijskih razreda
3. BAS EN 15217:2008 Energijska svojstva zgrada – Metode za izražavanje energijskog svojstva zgrada i za certifikaciju zgrada s obzirom na energiju
4. BAS EN ISO 6946:2005 Građevinski dijelovi i građevinski elementi - Toplotna izolacija i provodljivost - Proračunska metoda
5. BAS EN ISO 13370:2007 Toplotne karakteristike građevina – Prenos toplote preko tla – Metode proračuna
6. BAS EN ISO 13789:2009 Toplotne karakteristike građevina - Koeficijenti prenošenja toplote transmisijom i ventilacijom– Metode proračuna
7. BAS EN ISO 14683:2005 Termički mostovi u građevinskim konstrukcijama (u visokogradnji) - Koeficijent toplotne provodljivost - Pojednostavljene metode ispitivanja i orijentacione vrijednosti
8. BAS EN 15316-1 Sistemi grijanja u građevinama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i efikasnosti sistema – 1. dio: Općenito
9. BAS EN 15316-2-1 Sistemi grijanja u građevinama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i efikasnosti sistema – Dio 2-1: Sistemi za grijanje prostora zračenjem toplote
10. BAS EN 15316-2-3 Sistemi grijanja u građevinama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i efikasnosti sistema – Dio 2-3: Razvodi sistema grijanja prostora
11. BAS EN 15316-3-1 Sistemi grijanja u građevinama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i efikasnosti sistema – Dio 3-1: Sistemi za pripremu potrošne tople vode, pokazatelji potreba prema izljevnome mjestu
12. BAS EN 15316-3-2 Sistemi grijanja u građevinama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i efikasnosti sistema – Dio 3-2: Sistemi za pripremu potrošne tople vode, razvod
13. BAS EN 15316-3-3 Sistemi grijanja u građevinama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i efikasnosti sistema – Dio 3-3: Sistemi za pripremu potrošne tople vode, zagrijavanje
14. BAS EN 15316-4-1 Sistemi grijanja u građevinama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i efikasnosti sistema – Dio 4-1: Sistemi za proizvodnju toplote sagorijevanjem (kotlovi)
15. BAS EN 15316-4-2 Sistemi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i efikasnosti sistema – Dio 4-2: Sistemi za proizvodnju toplote, Sistemi toplotnih pumpi
16. BAS EN 15316-4-3 Sistemi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i efikasnosti sistema – Dio 4-3: Sistemi za proizvodnju toplote, toplotni sistemi sunčevog zračenja
17. BAS EN 15316-4-4 Sistemi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i efikasnosti sistema – Dio 4-4: Sistemi za proizvodnju toplote, Sistemi kogeneracije uklopljeni u zgradu
18. BAS EN 15316-4-5 Sistemi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i efikasnosti sistema – Dio 4-5: Sistemi za proizvodnju toplote za grijanje prostora, pokazatelji i kvaliteta daljinskog grijanja i sistema velikih zapremina



19. BAS EN 15316-4-7 Sistemi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-7: Sistemi za proizvodnju toplote izgaranjem biomase
20. BAS EN 15241 Ventilacija u zgradama – Metode proračuna energijskih gubitaka zbog ventilacije i infiltracije u poslovnim zgradama
21. BAS EN 15242 Ventilacija u zgradama – Metode proračuna za određivanje protoka zraka u zgradama uključujući infiltraciju
22. BAS EN 15243 Ventilacija u zgradama – Proračun temperatura, opterećenja i energije u prostorijama zgrada sa sistemima klimatizacije prostora
23. BAS EN 15193 Energijska svojstva zgrade – Energijski zahtjevi za rasvjetu

- **PRILOG 2**  
*Procjena investicije mjera prema usaglašenom scenariju*