Projekat je sufinansirao Fond za zaštitu okoliša Federacije BiH

Fond za zaštitu okoliša
Federacije BiH

info@fzofbih.org.ba
www.fzofbih.org.ba

IZRADA DETALJNOG ENERGIJSKOG AUDITA

Objekat: JU Zavičajni muzej Travnik

Mehmed-paše Kukavice 1, 72270 Travnik

Bosna i Hercegovina

Detaljni energijski audit izradio:

Juni, 2021. godine

IZRADA DETALJNOG ENERGIJSKOG AUDITA

Objekat: JU Zavičajni muzej Travnik

Mehmed-paše Kukavice 1, 72270 Travnik

„Sadržaj ovog Detaljnog energijskog audita isključiva je odgovornost nLogic d.o.o. Sarajevo i ne predstavlja nužno stav Fonda za zaštitu okoliša FBiH“

Juni, 2021. godine

Naziv projekta:	**Energijski audit zgrade JU Zavičajni muzej Travnik, Mehmed-paše Kukavice 1, 72270 Travnik**
Naručioc:	**Općina Travnik**
	Konatur bb
	72270 Travnik, BiH
	Tel: + 387 30 509 053
	Kontakt osoba: Marko Ćurak
	Email: marko.curak@opcinatravnik.com.ba
Izvršilac:	**nLogic d.o.o. Sarajevo**
	Đoke Mazalića 2
	71 000 Sarajevo, BiH
	Tel: + 387 33 863 951 Fax: + 387 33 869 008
	Email: info@nlogic.ba
Vrijeme izrade:	Juni, 2021

Ovjereno:

MSc. Nihad Harbaš, dipl.ing.maš.

---

nLogic d.o.o. Sarajevo, direktor

Sadržaj

1. UVOD 9

1.1. Svrha i cilj provođenja energijskog audita 9
1.2. Kratki opis klijenta 11
1.3. Kratki opis lokacije i namjene objekta 12
1.4. Kratki opis korištenih energijskih sistema 13
1.5. Kratki opis karakterističnih energijskih podsistema 13
1.6. Kratki opis ugodnosti boravka u objektu 13

2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA OBJEKTA; ENERGIJSKIH KARAKTERISTIKA OBJEKTA I TERMO-TEHNIČKIH SISTEMA 14

2.1. Analiza toplotnih karakteristika omotača objekta 14
2.1.1. Vanjski zidovi 15
2.1.2. Podovi 16
2.1.3. Krov 17
2.1.4. Prozori i vrata 19
2.1.5. Toplotne karakteristike omotača 20
2.2. Analiza energijskih svojstava sistema grijanja i ventilacije prostora 21
2.2.1. Grijna tijela 22
2.2.2. Cijevna mreža 24
2.3. Analiza energijskih svojstava sistema hlađenja prostora 24
2.4. Analiza energijskih svojstava sistema ventilacije i klimatizacije 25
2.5. Analiza energijskih svojstava sistema potrošne tople vode 25
2.6. Analiza energijskih svojstava sistema potrošnje električne energije – elektroinstalacije, rasvjeta, uređaji i ostala trošila 25
2.6.1. Rasvjeta 26
2.6.2. Informatička oprema 26
2.6.3. Sistem grijanja/hlađenja 27
2.6.4. Ostali električni uređaji 27
2.7. Analiza energijskih svojstava specifičnih podsistema 27
2.8. Analiza potrošnje sanitarne vode 28
2.9. Analiza sistema regulacije i upravljanja 28
2.10. Analiza objekta sa aspekta upravljanja energijom 28
2.11. Analiza energijskih svojstava sistema za proizvodnju toplotne i električne energije iz obnovljivih izvora energije (ukoliko takvi postoje na lokaciji) 28

3. ANALIZA POTROŠNJE I TROŠKOVA ZA ENERGIJU I VODU 29

3.1. Analiza potrošnje i troškova energenata 29
3.1.1. Potrošnja toplotne energije 29
3.1.2. Električna energija 30

3.1.3. Voda 31
3.1.4. Pregled potrošnje energenata i energije 32
3.2. ANALIZA POTROŠNJE ENERGIJE 33
3.2.1. Pregled potrošnje energije prema namjeni 33
3.3. ANALIZA INDIKATORA POTROŠNJE ENERGIJE I TROŠKOVA ZA ENERGIJU 34
3.3.1. Analiza indikatora potrošnje energije 34
4. PRORAČUN TOPLOTNIH POTREBA OBJEKTA 35
4.1. Polazne osnove i podloge za proračun 35
4.1.1. Klimatski parametri korišteni za proračun 36
4.2. Proračun toplotnih gubitaka objekta 36
4.2.1. Transmisijski gubici kroz omotač objekta 37
4.2.2. Ventilacijski gubici 38
4.2.3. Ukupni toplotni gubici 39
4.3. Proračun toplotnih dobitaka objekta 41
4.4. Proračun potrebne toplotne energije objektu 42
5. PREGLED PREDLOŽENIH MJERA POVEĆANJA ENERGIJSKE EFIKASNOSTI OBJEKTA 44
5.1. Pregled predloženih mjera povećanja energijske efikasnosti objekta 44
5.2. Opis i analiza ušteda predloženih mjera povećanja energijske efikasnosti objekta 45
ARHITEKTONSKO-GRAĐEVINSKE MJERE 45
5.2.1. Termoizolacija fasade 45
5.2.2. Termoizolacija krovne konstrukcije 47
MAŠINSKE MJERE 49
5.2.3. Ugradnja kalorimetra 49
5.2.4. Ugradnja radijatorskih ventila sa termostatskim glavama 49
5.2.5. Zamjena postojećih grijnih tijela 50
ELEKTRO MJERE 51
5.2.6. Zamjena rasvjetnih tijela 51
ORGANIZACIJSKO-EDUKACIJSKE MJERE 52
5.2.7. Osnivanje energijskog menadžmenta 52
5.3. Scenarij implementacije predloženih mjera energijske efikasnosti 53
5.3.1. Tehno-ekonomska analiza različitih scenarija predloženih mjera 54
5.4. KVANTITATIVNA ANALIZA SMANJENJA EMISIJE STAKLENIČKIH GASOVA 56
6. KLASIFIKACIJA OBJEKTA U ENERGIJSKI RAZRED PREMA PRAVILNIKU O ENERGIJSKOM CERTIFICIRANJU OBJEKATA FBIH 57
PRILOZI 60

Popis slika

Slika 1: Zgrada JU Zavičajni muzej Travnik 11
Slika 2: Geografski položaj Općine Travnik 12
Slika 3: Prikaz lokacije objekta 13
Slika 4: Zapadna fasada objekta 14
Slika 5: Sjeverna (lijevo) i južna (desno) fasada objekta 15
Slika 6: Istočna fasada objekta 15
Slika 7: Karakteristične podne obloge u objektu 16
Slika 8: Krovna konstrukcija K-01 18
Slika 9: Krovna konstrukcija K-02 vani (lijevo) i unutra (desno) 18
Slika 10: Prikaz PVC otvora na objektu 19
Slika 11: Instalirana oprema u toplotnoj podstanici (lijevo) i razdjelnik toplote za zgradu muzeja (desno) 21
Slika 12: Prikaz aluminijskih rebrastih radijatora (gore), lijevano željeznih radijatora (dole lijevo) i limenih radijatora (dole desno) 23
Slika 13: Dio cijevne mreže u objektu 24
Slika 14: Unutrašnja jedinica klima uređaja (lijevo) i vanjska jedinica (desno) 24
Slika 15: Prikaz bojlera za pripremu PTV 25
Slika 16: Prikaz dijela rasvjetnih tijela u objektu 26
Slika 17: Prikaz dijela informatičke opreme 27
Slika 18: Prikaz uređaja za dogrijavanje prostora 27
Slika 19: Prikaz ostalih električnih uređaja 27
Slika 20: Mjesečna potrošnja električne energije u objektu za period 2018. - 2020. godina 31
Slika 21: Mjesečna potrošnja vode u objektu za period 2018. - 2020. godina 32
Slika 22: Potrošnja energenata u objektu za period 2018. - 2020. godina 33
Slika 23: Potrošnja električne energije za period 2018. - 2020. godina 34
Slika 24: Udio ukupnih toplotnih gubitaka kroz omotač objekta po mjesecima 40
Slika 25: Udio ukupnih toplotnih dobitaka kroz omotač objekta po mjesecima 42
Slika 26: Udio toplotnih potreba objekta za grijanje raspoređen po mjesecima grijne sezone 43
Slika 27: Komparacija energijskih i ekonomskih vrijednosti različitih scenarija 54
Slika 28: Indeksni prikaz uloženih novčanih sredstava i dobivenih ušteda ukupne energije za posmatrane scenarije 55
Slika 29: Energijski razred nestambenih zgrada – ostale nestambene zgrade koje se griju na temperaturu +18^{0}C ili višu 57

Popis tabela

Tabela 1: Osnovni podaci o objektu 11
Tabela 2: Ukupan pregled površina objekta 15
Tabela 3: Konstrukcija vanjskih zidova objekta 16
Tabela 4: Pregled površina zidova prema prostornoj orijentaciji na objektu 16
Tabela 5: Podna konstrukcija objekta 17
Tabela 6: Površina podova predmetnog objekta 17
Tabela 7: Krovovi u objektu 18
Tabela 8: Površina krovova 19
Tabela 9: Sumaran prikaz površina PVC otvora, 2-struko ostakljenje 20
Tabela 10: Toplotne karakteristike građevinskih elemenata od kojih je napravljen objekat 20
Tabela 11: Koeficijenti prolaza toplote U (W/m^2K) za građevinske elemente objekta 21
Tabela 12: Koeficijenti prolaza toplote za prozore, stijene i vrata na objektu 21
Tabela 13: Kratak opis sistema grijanja 22
Tabela 14: Stepeni iskorištenja pojedinih elemenata sistema grijanja 22
Tabela 15: Pregled i karakteristike limenih radijatora u objektu 23
Tabela 16: Pregled i karakteristike člankastih radijatora u objektu 23
Tabela 17: Pregled potrošača električne energije 25
Tabela 18: Pregled rasvjetnih tijela u objektu 26
Tabela 19: Pregled troškova toplotne energije za period 2018.-2020. godine 29
Tabela 20: Potrošnja i troškovi električne energije za period 2018. do 2020. godine 30
Tabela 21: Potrošnja i troškovi vode za period 2018. do 2020. godine 31
Tabela 22. Indikatori stvarne potrošnje električne energije 34
Tabela 23: Podaci o površinama dijelova ovojnice objekta 37
Tabela 24: Koeficijenti transmisijskih toplotnih gubitaka vanjske ovojnice objekta 38
Tabela 25: Ukupni gubici toplote provjetravanjem 39
Tabela 26: Ukupni gubici toplote zgrade 39
Tabela 27: Vrijednosti potrebne za proračun 40
Tabela 28: Ukupni dobici toplote u objektu 41
Tabela 29: Potrebna energija za grijanje 42
Tabela 30: Predračun ugradnje termoizolacije fasade 46
Tabela 31: Zbirni pregled energijskih i ekonomskih ušteda nakon implementacije predmetnih mjera 46
Tabela 32: Predračun ugradnje termoizolacije krovne konstrukcije 48
Tabela 33: Zbirni pregled energijskih i ekonomskih ušteda nakon implementacije predmetnih mjera 48
Tabela 34: Predmjer i predračun radova za ugradnju kalorimetara 49
Tabela 35: Predmjer ugradnje termostatskih ventila 50
Tabela 36: Predmjer i predračun radova za zamjenu dijela grijnih tijela 50
Tabela 37: Poređenje postojećeg i predloženog stanja rasvjete 51
Tabela 38: Investicija za nabavku LED rasvjete 51
Tabela 39: Pregled energijskih i ekonomskih vrijednosti različitih scenarija* 53
Tabela 40: Pregled pokazatelja isplativosti za različite scenarije (period 20 g. i diskontna stopa 5,5%) 55

Tabela 41: Faktor emisije CO_2 za pojedine energente [1]....56
Tabela 42: Smanjenje emisije CO_2 uslijed smanjenja potrošnje električne energije 56
Tabela 43: Energijski razred objekta za trenutno stanje....58
Tabela 44: Energijska karakteristika objekta za trenutno stanje, te stanje po pojedinim scenarijima....58

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 dobici toplote
Q_s - godišnji iskoristivi solarni dobici toplote
Q_g - ukupni godišnji iskoristivi dobici toplote
$Q_{H,tr}$ - transmisioni gubici toplote
$Q_{H,ve}$ - ventilacioni gubici toplote
$Q_{H,ht}$ – ukupni toplotni gubici
$Q_{H,sol}$ - solarni dobici toplote
$Q_{H,int}$ - unutrašnji dobici toplote
$Q_{H,gn}$ - ukupni toplotni dobici
$Q_{H,nd}$ - godišnja potrebna toplotna energija za grijanje
n_{min} - broj izmjena zraka uslijed otvaranja prozora
γ_H - omjer toplotnih dobitaka i ukupne izmjenjenje toplote transmisijom i ventilacijom u režimu grijanja
$a_{red,H}$ - bezdimenzijski redukcijski faktor koji uzima u obzir prekide u grijanju
$n_{H,gn}$ - bezdimenzijski parametar ovisan o vremenskoj konstanti zgrade
V_V - zapreminski protok vazduha
Vp - neto zapremina grijanog dijela objekta
c_V - specifični toplotni kapacitet vazduha
ρ_v - gustina vazduha
I_v - broj izmjena vazduha
T_u - projektna temperatura prostorije
T_v - prosječna temperatura okoline
τ - broj dana grijanja
A - površina grijanog dijela zgrade
Ve - zapremina grijanog dijela zgrade
f_0 - 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.

Potporu 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 sufinasiranja, 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/neefikasnosti 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 KLIJENTA

Zgrada JU Zavičajni muzej Travnik na adresi Mehmed-paše Kukavice 1 u Travniku je objekat koji je svrstan u kategoriju ostale nestambene zgrade koje se griju na temperaturu +18^{0}C ili višu i služi kao muzej.

Tabela 1: Osnovni podaci o objektu

Naziv ustanove	**JU Zavičajni muzej Travnik**
Sjedište	72270 Travnik
Adresa	Mehmed-paše Kukavice 1
Kontakt	Sabina Maslić 061 605-261
Broj korisnika:	11+20
Radno vrijeme:	08:00-16:00 (ponedjeljak-petak) 10:00-18:00/14:00 (subota-nedjelja)

Trenutni broj zaposlenika u objektu je 11, dok broj posjetilaca objekta varira u zavisnosti od aktivnosti koje se odvijaju u muzeju i u prosjeku iznosi oko 20 dnevno.

Slika 1: Zgrada JU Zavičajni muzej Travnik

Zavičajni muzej Travnik utemeljen je 1950. godine. Za potrebe smještaja eksponata i zbirki prvobitno su korišteni različiti objekti u Travniku, poput austrougarskog Zatvora, Velike nadbiskupske gimnazije, zgrade Zadužbine braće Fufić, Varoške džamije, Elči Ibrahim-pašine medrese. Od 1972. godine nalazi se u današnjoj zgradi sagrađenoj u medicinsko-zdravstvene svrhe 1928. godine iz sredstava Rockfelerove fondacije. Stalna izložbena postavka u ovoj zgradi otvorena je za posjete 1975. godine.

Fundus muzeja sadrži oko 80.000 eksponata. Zavičajni muzej Travnik danas je jedini zavičajni muzej na području Srednjobosanskog kantona. Stalna izložbena postavka Muzeja sastoji se od:

- Prirodoslovne postavke,
- Arheološke postavke,
- Kulturno-povijesne postavke i
- „Život i običaji ljudi travničkog kraja“ (stalna izložbena postavka fotografija).

Raznovrsnost zbirki i mnoštvo eksponata čine ga neizostavnim mjestom za upoznavanje prošlosti i prirodne baštine travničkog kraja. Stalna izložbena postavka, kao i tematske izložbe, predstavljaju istinsku atrakciju za domaće i inostrane turiste, školske ekskurzije i druge zaljubljenike u tradicionalnu kulturu i običaje svih ljudi i naroda koji od prahistorije naseljavaju ovaj dio BiH.

1.3. KRATKI OPIS LOKACIJE I NAMJENE OBJEKTA

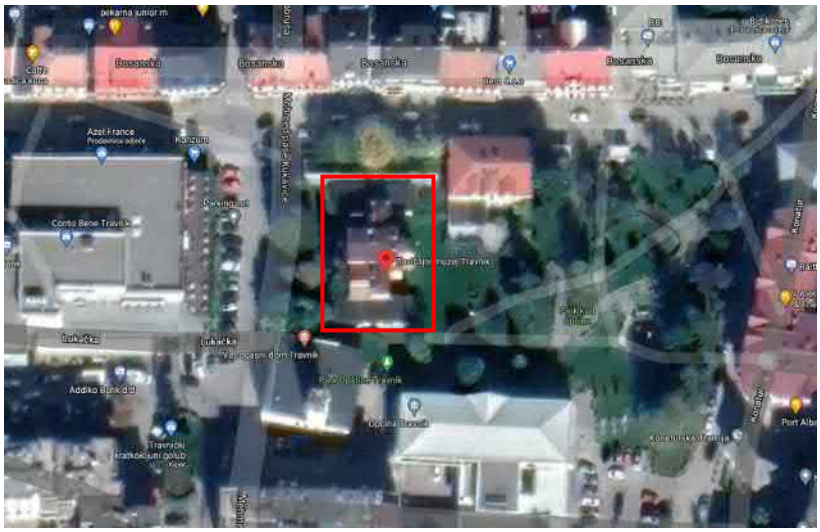
Zgrada JU Zavičajni muzej Travnik nalazi se na adresi Mehmed-paše Kukavice 1 u Travniku, u Srednjobosanskom kantonu. Izgrađena je 1928. godine. Spratnosti je Pod+P+1+Pot, u osnovi razuđenog pravougaonog oblika. Od značajnijih adaptacija na vanjskoj ovojnici objekta u toku 2018. godine izvršena je zamjena svih vanjskih fasadnih otvora sa novim energijski efikasnim.

Travnik je grad i sjedište istoimene općine u centralnom dijelu Bosne i Hercegovine, 90 km zapadno od Sarajeva, te je ujedno glavni grad Srednjobosanskog kantona. U općini Travnik živi oko 57.000 stanovnika. Poznat je po tome što je bio prijestolnica osmanskih vezira od 1686. do 1850. godine. Travnik se nalazi vrlo blizu geografskog centra Bosne i Hercegovine. Rijeka Lašva protiče kroz grad, od zapada prema istoku, prije svoga ušća u rijeku Bosnu. Grad Travnik se nalazi u velikoj lašvanskoj dolini, koja povezuje dolinu rijeke Bosne na zapadu sa dolinom rijeke Vrbas, na istoku. Travnik leži na nadmorskoj visini od 514 m. Njegovo najistaknutije geografsko obilježje su planine Vilenica i Vlašić, sa nadmorskom visinom od 1943 m. Travnik ima kontinentalnu klimu, sudeći po svom položaju između Jadranskog mora na jugu i Panonije na sjeveru. Prosječna ljetna temperatura je 18,2°C. Sa druge strane, prosječna zimska temperatura je 5°C.

Slika 2: Geografski položaj Općine Travnik

Predmetni objekat se nalazi u najužoj gradskoj zoni, a u njegovoj neposrednoj blizini smještena je zgrada Općine Travnik, zgrada Vatrogasnog doma Travnik, Park Općine Travnik i tržni centar.

Na narednoj slici je prikazana lokacija objekta.



Slika 3: Prikaz lokacije objekta

Zgrada JU Zavičajni muzej Travnik spada u kategoriju nestambenih objekata koji je svrstan u kategoriju ostale nestambene zgrade koje se griju na temperaturu +18^{0}C ili višu i služi kao muzej. Građen je kao objekat spratnosti Pod+P+1+Pot, u osnovi razuđenog pravougaonog oblika.

Bruto površina objekta iznosi: A= 932,05 m^2, od čega korisnu površinu objekta čini: Ak= 712,24 m^2.

1.4. 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 obezbjeđuje putem sistema gradskog daljinskog grijanja.

1.5. KRATKI OPIS KARAKTERISTIČNIH ENERGIJSKIH PODSISTEMA

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

1.6. KRATKI OPIS UGODNOSTI BORAVKA U OBJEKTU

Prema izjavama korisnika objekta toplotni komfor se ne može ostvariti u sezoni grijanja na osnovu primjenjenog režima rada grijanja.

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 uposlenicima objekta, uvida u dio dokumentacije koja je data na raspolaganje za izradu detaljnog energijskog audita, te premjera gabarita sa lica mjesta. Opći dojam objekta sa aspekta toplotnih karakteristika omotača je nezadovoljavajući ukoliko se posmatra cjelokupna slika objekta.

Zgrada JU Zavičajni muzej Travnik na adresi Mehmed-paše Kukavice 1 u Travniku je nestambeni objekat, u osnovi razuđenog pravougaonog oblika i maksimalnih vanjskih gabarita 30,60 x 17,95 m.

Spratnosti je Po+P+1+Pot. Glavni ulaz u objekat se nalazi sa zapadne strane i njime se pristupa u vestibil prizemlja iz kojeg se dalje ulazi u izložbene prostorije muzeja. Na prvom spratu objekta su također smješteni izložbeni prostori, sala za vjenčanja, biblioteka i kancelarijske prostorije uposlenika, dok potkrovlje služi kao depo muzejskih eksponata. Prizemlje, sprat i potkrovlje su grijani prostori objekta, dok se ispod centralnog dijela prizemlja nalazi podrum u kojem je smještena radionica i depo eksponata i podrum predstavlja negrijani dio objekta.

Spratovi su međusobno povezani putem dvokrakog stepeništa. Prosječna visina prizemlja iznosi 3,25 m, prosječna visina sprata 2,90 m, dok prosječna visina potkrovlja iznosi 2,50 m.

Materijali korišteni za izgradnju su puna opeka i beton, a za objekat je karakteristična drvena međuspratna konstrukcija. Iznad dijelova objekta prizemne spratnosti (južno i sjeverno krilo muzeja) izveden je ravni prohodni krov od armiranog betona, dok je iznad prvog sprata i potkrovlja izveden ravni neprohodni krov od drvenih greda koji je pokriven Al limom u blagom nagibu. Svi fasadni otvori su izrađeni od PVC profila sa prekinutim termičkim mostom i dvostrukim ostakljenjem.

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

Slika 4: Zapadna fasada objekta

Slika 5: Sjeverna (lijevo) i južna (desno) fasada objekta

Slika 6: Istočna fasada objekta

Tabela 2: Ukupan pregled površina objekta

JU Zavičajni muzej Travnik Mehmed-paše Kukavice 1, Travnik	Visina prostora	Tlocrtna površina			Zapremina prostora	
	H_{bruto} [m]	A_{bruto} [m^2]	A_{neto} [m^2]	$i_{net/brut}$ [%]	V_{bruto} [m^3]	V_{neto} [m^3]
Podrum (NEGRIJANO)	1,98	221,77	168,54	76,00	572,17	333,71
Prizemlje	3,25	420,71	320,92	76,00	1.577,66	1.042,99
Sprat I	2,90	198,26	152,07	77,00	674,08	441,00
Potkrovlje	2,50	91,31	70,71	77,00	273,93	176,78
UKUPNO (grijani prostor)		**710,28**	**543,70**		**2.525,68**	**1.660,77**
UKUPNO		**932,05**	**712,24**		**3.097,84**	**1.994,48**

Ukupna bruto površina predmetnog objekta iznosi A= 932,05 m^2, od čega neto površinu grijanog dijela objekta čini Ak= 543,70 m^2. Bruto zapremina grijanog prostora iznosi Ve= 2.525,68 m^3.

2.1.1. Vanjski zidovi

Na grijanom dijelu predmetnog objekta razlikujemo jedan tip vanjskih zidova i to klasični zidani zid od pune opeke (Vz-01), malterisan sa unutrašnje i vanjske strane, ukupne debljine 50,00 cm. Sa aspekta toplotnih potreba uočljivi su toplotni gubici usljed nedostatka toplotne izolacije, a na fasadi su mjestimično vidljiva oštećenja usljed dotrajalosti.

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^2)	**818,85**	**Maksimalno dopuštena U vrijednost (W/m^2K)**	**0,35**

Naziv konstrukcije	**Sastav konstrukcije**	**Izolacija**	**U vrijednost (W/m^2K)**	**Opća procjena stanja**
Vz-01_Do=50,00 cm	Vapneno-cementni malter 3,00 cm Zidani zid (puna opeka) 45,00 cm Fasadni malter 2,00 cm	Ne	1,30	Loše

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^2)	**I**	**Z**	**S**	**J**
Vz-01_Do=50,00 cm	182,37	176,71	229,19	230,59

Ukupna površina vanjskih zidova grijanog dijela predmetnog objekta iznosi A=818,85 m^2.

2.1.2. Podovi

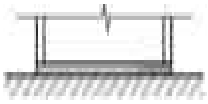
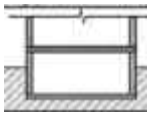
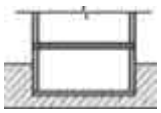
Razlikujemo dva tipa podova u grijanom dijelu predmetnog objekta. Prvi tip su podovi dijela prizemlja (južnog i sjevernog krila muzeja) na tlu Pt-01. Finalna obrada ovih podova na tlu je definirana u skladu sa funkcijom pojedinih prostorija i čine je parket i itison. Konstrukcija podova na tlu položena je na sloj šljunka debljine d=15,00 cm, preko kojeg je postavljena betonska podloga debljine d=10,00 cm. Preko nje nanosi se sloj hidroizolacije d=1,00 cm, cementni estrih d=5,00 cm i završna podna obloga (parket i itison). Podovi na tlu se nalaze u zadovoljavajućem stanju i s obzirom da se nalaze na tlu ova konstrukcija ima relativno dobre toplotne karakteristike.

Drugi tip podova u grijanom dijelu predmetnog objekta je pod centralnog dijela prizemlja iznad negrijanog podruma Pp-02. Finalna obrada podova je itison i teraco postavljen na cementni estrih d=5,00 cm, sloj hidroizolacije d=1,00 cm i drvenu međuspratnu konstrukciju izgrađenu od drvenih greda sa ispunom od sloja šute koji je karakterističan za period izgradnje objekta. S obzirom da sloj šute posjeduje određena termoizolaciona svojstva, ova konstrukcija ima zadovoljavajuće toplotne karakteristike.

Na narednim slikama su prikazane karakteristične podne obloge u objektu, dok je u tabeli u nastavku dat pregled svih tipa i karakteristika poda.

Slika 7: Karakteristične podne obloge u objektu

Tabela 5: Podna konstrukcija objekta

Ukupna površina poda – grijani dio (m^2)	**320,92**	**Maksimalno dopuštena U vrijednost (W/m^2K)**	**0,40**
Tip poda FL 1 Ploča na tlu	**Tip poda FL 2 Negrijani podrum**		**Tip poda FL 3 Grijani podrum**
			

Naziv konstrukcije	**Sastav konstrukcije**	**Izolacija**	**U vrijednost (W/m^2K)**	**Opća procjena stanja**
Pt-01 (pod prizemlja na tlu)	Parket, itison 1,50 cm Cementni estrih 5,00 cm Hidroizolacija 1,00 cm Betonska podloga 10,00 cm Šljunak 15,00 cm	Ne	1,33	Srednje
Pp-02 (pod iznad negrijanog podruma)	Itison, teraco 1,50 cm Cementni estrih 5,00 cm Daščani pokov 2,50 cm Drvene grede sa ispunom šute 30,00 cm Daščani pokov 2,50 cm Malter na trstici 2,50 cm	Ne	0,88	Srednje

Naredna tabela daje pregled površina pojedinih tipova podova u objektu.

Tabela 6: Površina podova predmetnog objekta

Tip poda	**Površina**	**Debljina**	**Vrsta konstrukcije**	**U vrijednost**
	m^2	**m**		**W/m^2K**
Pt-01 (pod prizemlja na tlu)	152,38	0,325	FL1	1,33
Pp-02 (pod iznad negrijanog podruma)	168,54	0,440	FL2	0,88

Ukupna površina podova u grijanom dijelu predmetnog objekta iznosi 320,92 m^2.

2.1.3. Krov

Na predmetnom objektu razlikujemo dva tipa krovne konstrukcije.

Iznad dijelova objekta prizemne spratnosti (južno i sjeverno krilo muzeja) izveden je AB ravni prohodni krov – terasa na koju se pristupa sa prvog sprata (K-01). Sastoji se od AB ploče debljine d=15,00 cm koja je malterisana sa unutrašnje strane, dok je sa njene vanjske strane postavljen nagibni beton d=8,00 cm i kao završni sloj hidroizolacija od bitumenske ljepenke d=1,00 cm koja se nalazi u lošem stanju.

Iznad prvog sprata i potkrovlja izveden je ravni neprohodni krov (K-02). Sastoji se od drvenih greda sa daščanim pokovom i slojem maltera na trstici sa unutrašnje strane, dok su sa vanjske strane postavljene drvene letve i kao završni pokrov Al lim u blagom nagibu.

Na svim navedenim krovnim konstrukcijama, sa aspekta toplotnih potreba uočljivi su veliki toplotni gubici usljed nedostatka toplotne izolacije, a na krovovima su mjestimično vidljiva oštećenja.

Na narednim slikama je prikazan pogled na krovne konstrukcije u objektu.

Slika 8: Krovna konstrukcija K-01

Slika 9: Krovna konstrukcija K-02 vani (lijevo) i unutra (desno)

U narednoj tabeli dat je opis i karakteristike krovova u objektu, dok je u tabeli u nastavku pregled površina istih.

Tabela 7: Krovovi u objektu

Ukupna površina (m^2)	**417,73**	**Maksimalno dopuštena U vrijednost (W/m^2K)**		**0,25**
Naziv konstrukcije	**Sastav konstrukcije**	**Izolacija**	**U vrijednost (W/m^2K)**	**Opća procjena stanja**
K-01 Ravni prohodni krov	Vapneno-cementni malter 2,00 cm AB ploča 15,00 cm Nagibni beton 8,00 cm Hidroizolacija 1,00 cm	Ne	3,05	Loše
K-02 Ravni neprohodni krov	Malter na trstici 2,50 cm Daščani pokov 2,50 cm Drvene grede 14,00x14,00 cm Daščani pokov 2,50 cm Zračni prostor sa drvenim letvama 10,00 cm Al lim 0,50 cm	Ne	1,82	Loše

Tabela 8: Površina krovova

Vrsta konstrukcije	Površina	Debljina	U vrijednost
	m²	m	W/m²K
K-01 (ravni prohodni krov)	216,30	0,260	3,05
K-02 (ravni neprohodni krov)	201,43	0,320	1,82

2.1.4. Prozori i vrata

Prilikom obilaska je utvrđeno da su svi prozori i ulazna vrata u grijanom dijelu objekta izrađeni od PVC profila sa dvostrukim ostakljenjem. Ugrađeni su u toku 2018. godine i nalaze se 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 navedenu PVC stolariju je 1,40 W/m²K.

Evidentirano je da su spojevi fasadnih otvora i vanjskih zidova loše građevinske izvedbe.

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

Slika 10: Prikaz PVC otvora 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	I	Z	S	J
Ukupna površina (m^2)	51,64	57,30	14,69	13,29
Prosječna U-vrijednost (W/m^2K)	1,40	1,40	1,40	1,40

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 10: Toplotne karakteristike građevinskih elemenata od kojih je napravljen objekat

Rb.	Građevinski element	Koeficijent toplotne provodljivosti λ (W/mK)
1.	Armirani beton	2,30
2.	Beton	1,35
3.	Cementni malter	1,60
4.	Vapneno-cementni malter	1,00
5.	Puna opeka	0,81
6.	Cementni estrih	1,60
7.	Hidroizolacija	0,23
8.	Pjesak, šljunak	0,81
9.	Parket	0,13
10.	Itison	0,06
11.	Daščani pokov	0,13
12.	Al lim	160,00
13.	Teraco	2,80

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

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

Gdje je:

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

δ_i (m) - debljina stijenke i-tog građevinskog elementa;

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

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

α_u i α_v su koeficijenti određeni empirijski i iznose 8 (α_u) i 23 (α_v) W/m^2K.

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 11: Koeficijenti prolaza toplote U (W/m^2K) za građevinske elemente objekta

Rb.	Naziv građevnog dijela	Koeficijent prolaza toplote U [W/m^2K]
1.	Vz-01_Do=50,00 cm (vanjski zid)	1,30
2.	Pt-01_Do=32,50 cm (pod prizemlja na tlu)	1,33
3.	Pp-02_Do=44,00 cm (pod iznad negrijanog podruma)	0,88
4.	K-01_Do=26,00 cm (ravni prohodni krov)	3,05
5.	K-02_Do=32,00 cm (ravni neprohodni krov)	1,82

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

Tabela 12: Koeficijenti prolaza toplote za prozore, stijene i vrata na objektu

Rb.	Stolarija/bravarija	Koeficijent prolaza toplote U (W/m^2K)
1.	PVC profil, ostakljenje dvostruko staklo	1,40

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

2.2. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA GRIJANJA I VENTILACIJE PROSTORA

Zagrijavanje predmetnog objekta koji toplotnu energiju dobiva iz sistema gradskog daljinskog grijanja vrši se pomoću instaliranog sistema grijanja koji se sastoji od:

- grijnih tijela,
- cijevne mreže,
- instalacija u toplotnoj podstanici.

Toplotna podstanica je zajednička za zgradu Općine Travnik i Zavičajni muzej i nalazi se u odvojenom objektu u blizini muzeja. U podstanici se nalaze sabirnici/razdjelnici toplote za dva objekta, cirkulacione pumpe, dvije ekspanzione posude, dva izmjenjivača toplote i kotao na tečno gorivo sa pratećom opremom koji se prije koristio za grijanje Općine Travnik. Instalirana oprema u toplotnoj podstanici može se vidjeti na slici u nastavku.

Slika 11: Instalirana oprema u toplotnoj podstanici (lijevo) i razdjelnik toplote za zgradu muzeja (desno)

Na osnovu informacija dobivenih od korisnika može se zaključiti da je kompletna oprema u dobrom stanju. Instalacija je projektovana i izvedena za rad u toplovodnom temperaturnom režimu 90/70°C. Naredna tabela daje kratki opis instalacije grijanja.

Tabela 13: Kratak opis sistema grijanja

Tip sistema	Gradsko daljinsko grijanje
Generator toplote	Kotlovnica Unis Energetika d.o.o.
Curenje	Ne
Distributivni sistem	Dvocijevni
Materijal cijevi	Čelik
Nosilac toplote	Voda
Grijna tijela	Radijatori
Broj radijatora	34
Termostatski ventili na radijatorima	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 14: Stepeni iskorištenja pojedinih elemenata sistema grijanja

Stepen iskorištenja cijevne mreže	95,00%
Stepen iskorištenja grijnih tijela	95,00%
Ukupno	**90,25%**

2.2.1. Grijna tijela

Zagrijavanje objekta vrši se pomoću više vrsta radijatora, a to su: aluminijski rebrasti radijatori, lijevano željezni radijatori i radijatori starije izvedbe sa limenom maskom. Radijatori su različitih dimenzija, zavisno od veličine i namjene prostorija. Grijna tijela su najvećim dijelom postavljena na parapetnim zidovima, dok su za mjesta gdje to nije bilo moguće izabrani adekvatni prostori za postavljanje radijatora. Na radijatorima nema ugrađene instalacije koja bi vršila regulaciju protoka na osnovu postignute temperature u prostoriji, te 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 regulacija temperature u prostorijama nije moguća.
Prikaz radijatora je dat na narednim slikama, dok se popis radijatora u objektu prema tipu i veličini nalazi u pratećim tabelama.

Slika 12: Prikaz aluminijskih rebrastih radijatora (gore), lijevano željeznih radijatora (dole lijevo) i limenih radijatora (dole desno)

Tabela 15: Pregled i karakteristike limenih radijatora u objektu

Tip radijatora	Broj radijatora	Toplotni učinak	Instalirana snaga
			W
Limeni-mali	5	1.200	6.000
Limeni-srednji	1	1.500	1.500
Limeni-veliki	1	3.500	3.500
UKUPNO	**7**		**11.000**

Tabela 16: Pregled i karakteristike člankastih radijatora u objektu

Tip radijatora	Broj radijatora	Broj članaka	Toplotni učinak	Instalirana snaga
			W/članak	W
SE 500	1	5	129	645
SE 500	2	8	129	2.064
SE 500	3	10	129	3.870
SE 500	1	14	129	1.806
SE 500	3	20	129	7.740
SE 500	1	24	129	3.096
SE 500	1	26	129	3.354
SE 500	3	30	129	11.610
Lijevano željezni	4	10	135	5.400
Lijevano željezni	1	12	135	1.620
Lijevano željezni	4	15	135	8.100
Lijevano željezni	1	16	135	2.160

Tip radijatora	Broj radijatora	Broj članaka	Toplotni učinak	Instalirana snaga
			W/članak	W
Lijevano željezni	1	18	135	2.430
Lijevano željezni	1	25	135	3.375
UKUPNO	**27**			**57.250**

2.2.2. Cijevna mreža

Kompletna cijevna mreža urađena je od čeličnih cijevi. Razvod cijevnog sistema u objektu prolazi kroz grijani prostor, tako da na tom dijelu razvoda termička izolacija cjevovoda nije potrebna. Cjevovod je izveden u klasičnom dvocijevnom sistemu. Snabdijevanje prostora toplotnom energijom vrši se putem gradskog daljinskog grijanja. Od toplotne podstanice, cijevi su vođene ispod zemlje, a u predmetni objekat ulaze ispod stropa podruma.

Od glavnog horizontalnog voda u podrumu objekta, odvajaju se vertikalni vodovi za napajanje grijnih tijela prizemlja i sprata. Dio cijevnog razvoda u objektu prikazan je na sljedećoj slici.

Slika 13: Dio cijevne mreže u objektu

2.3. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA HLAĐENJA PROSTORA

Dio prostorija u objektu se se hladi pomoću lokalno instaliranih klima uređaja. Klima uređaji su u split izvedbi i sastoje se od jedne unutrašnje i jedne vanjske jedinice, koje su međusobno povezane bakrenim cijevima.

S obzirom da su klima uređaji reverzibilni, mogu se koristiti i za zagrijavanje prostora u prelaznom periodu (jesen/proljeće). Prikaz vanjskih i unutrašnjih klima jedinica dat je na sljedećoj slici.

Slika 14: Unutrašnja jedinica klima uređaja (lijevo) i vanjska jedinica (desno)

U objektu su instalirana 4 klima uređaja prosječne snage 1,50 kW, što čini ukupno instaliranu snagu od 6,00 kW.

2.4. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE

U predmetnom objektu ne postoji centralni sistem ventilacije i klimatizacije.

2.5. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SISTEMA POTROŠNE TOPLE VODE

U objektu je za pripremu tople potrošne vode instaliran jedan akumulacioni bojler zapremine 50 litara i jedan protočni bojler zapremine 10 litara, električne snage po 2,00 kW. Ukupna snaga potrošača za pripremu potrošne tople vode iznosi 4,00 kW. Ne postoji centralna priprema potrošne tople vode u objektu. Izgled bojlera u objektu je prikazan na narednoj slici.

Slika 15: Prikaz bojlera za pripremu PTV

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

Napajanje objekta električnom energijom vrši se na niskonaponskom nivou iz javne elektrodistributivne mreže, preko JP "Elektroprivreda BiH" d.d., podružnica "Elektrodistribucija" Zenica.

Svi potrošači u prostoru bi se po svojoj funkciji mogli svrstati u pet grupa:

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

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

Tabela 17: Pregled potrošača električne energije

Uređaj	Komada	Snaga po kom (W)	Ukupno instalirana snaga (W)
Računar	7	400	2.800
Printer	4	300	1.200
Kopir aparat	2	350	700
Električni rešo	1	1.500	1.500
Kuhalo	1	2.000	2.000

Uređaj	Komada	Snaga po kom (W)	Ukupno instalirana snaga (W)
Termoakumulaciona peć	1	2.000	2.000
Konvektor	3	2.500	7.500
Klima uređaj	4	1.500	6.000
Protočni bojler	1	2.000	2.000
Akumulacioni bojler	1	2.000	2.000
Ukupno (W)			**27.700**

2.6.1. Rasvjeta

Objekat je opremljen rasvjetom, intenzitet rasvjete zadovoljava, a tip rasvjetnih tijela je različit. Rasvjeta u objektu je izvedena od fluorescentnih cijevi snage 18 W i 36 W, LED cijevi snage 12 W i sijalica sa žarnom niti snage 75 W.

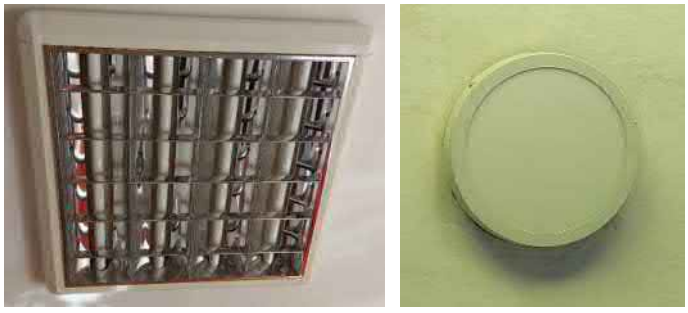
Prikaz rasvjetnih tijela je prikazan u sljedećoj tabeli.

Tabela 18: Pregled rasvjetnih tijela u objektu

Vrsta rasvjetnog tijela	Komada	Snaga po kom (W)	Ukupno instalirana snaga (W)
LED sijalica	9	12	108
Fluorescentna cijev	12	18	216
Fluorescentna cijev	247	36	8.892
Sijalica sa žarnom niti	7	75	525
UKUPNO	**275**		**9.741**

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

Ukupna snaga instaliranih rasvjetnih tijela u objektu iznosi 9,74 kW. Prikaz rasvjetnih tijela dat je na narednim slikama.



Slika 16: Prikaz dijela rasvjetnih tijela u objektu

2.6.2. Informatička oprema

U objektu je od uređaja koji spadaju u informatičku opremu instalirano ukupno 7 računara, 4 printera i 2 kopir aparata. Ukupno instalirana snaga informatičke opreme je 4,70 kW.

Slika 17: Prikaz dijela informatičke opreme

2.6.3. Sistem grijanja/hlađenja

Ukupno instalirana snaga sistema grijanja i hlađenja iznosi 15,50 kW, a od uređaja koji spadaju u tu grupu potrošača instalirana su 3 konvektora, jedna termoakumulaciona peć i četiri klima uređaja. Prikaz uređaja za dogrijavanje prostora dat je na sljedećoj slici.

Slika 18: Prikaz uređaja za dogrijavanje prostora

2.6.4. Ostali električni uređaji

Ostali električni uređaji imaju instaliranu snagu koja ukupno iznosi 3,50 kW i u tu grupu spadaju električni uređaji poput kuhala za vodu, frižidera, električnih rešoa, itd. Prikaz ostalih električnih uređaja dat je na sljedećoj slici.

Slika 19: Prikaz ostalih električnih uređaja

2.7. ANALIZA ENERGIJSKIH SVOJSTAVA SPECIFIČNIH PODSISTEMA

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

2.8. ANALIZA POTROŠNJE SANITARNE VODE

Priprema potrošne tople vode vrši se pomoću jednog akumulacionog bojlera zapremine 10 litara, i jednog akumulacionog bojlera, zapremine 50 litara, električne snage po 2,00 kW. Ukupna priključna snaga uređaja za pripremu potrošne tople vode iznosi 4,00 kW. Opis uređaja koji se koriste za PTV dat je u poglavlju 2.5. Analiza energijskih svojstava sistema potrošne tople vode.

2.9. ANALIZA SISTEMA REGULACIJE I UPRAVLJANJA

Prilikom provođenja detaljnog energijskog audita, u predmetnom objektu nisu zabilježeni sistemi automatske regulacije i upravljanja.

2.10. ANALIZA OBJEKTA SA ASPEKTA UPRAVLJANJA ENERGIJOM

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

- potrošnja toplotne energije,
- potrošnja električne energije,
- potrošnja vode.

Vrijedi napomenuti da je način praćenja potrošnje električne energije 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 prikupljanih 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. ANALIZA POTROŠNJE I TROŠKOVA ZA ENERGIJU I VODU

3.1. 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 toplotnu energiju, električnu energiju i vodu. Toplotna energija se obezbjeđuje putem distributera toplotne energije UNIS Energetika d.o.o. Travnik. Opskrbu električnom energijom vrši JP "Elektroprivreda BiH" d.d., podružnica "Elektrodistribucija" Zenica. Sva energija potrebna za zagrijavanje objekta dobija se putem sistema gradskog daljinskog grijanja, dok se električna energija koristi pri upotrebi električnih uređaja, informatičke opreme, te za rasvjetu i dijelom za pripremu potrošne tople vode.

Pregled potrošnje energenata dat je u nastavku, uz napomenu da su analizirani podaci za 2018., 2019. i 2020. godinu, tako da se potrošnja energije razmatrala za te tri godine. Pregled potrošnje energenata dat je u nastavku.

3.1.1. Potrošnja toplotne energije

Predmetni objekat toplotnu energiju za zagrijavanje dobija od strane preduzeća Toplana Travnik – UNIS Energetika d.o.o., koja se bavi distribucijom toplotne energije, a plaćanje se vrši po površini grijanog prostora. Uvidom u račune za usluge koje obezbjeđuje UNIS Energetika d.o.o., utvrđeno je da se mjesečni iznos naknade za utrošak toplotne energije formira kao zbir naknade za obračun zagrijavanja po grijanoj površini i naknade za održavanje (zagrijavanje – paušal). Stvarna potrošnja toplotne energije za trenutno stanje toplotnih potreba prostora nije poznata jer se plaćanje vrši prema grijanoj površini objekta.

Tabela 19: Pregled troškova toplotne energije za period 2018.-2020. godine

Mjesec	2018.	2019.	2020.
	KM	KM	KM
jan	2.265,85	2.433,80	2.433,80
feb	2.265,85	2.433,80	2.433,80
mar	2.265,85	2.433,80	2.433,80
apr	2.265,85	2.433,80	2.433,80
maj	2.265,85	2.433,80	2.433,80
jun	2.265,85	2.433,80	2.433,80
jul	2.265,85	2.433,80	2.433,80
aug	2.265,85	2.433,80	2.433,80
sep	2.265,85	2.433,80	2.433,80
okt	2.265,85	2.433,80	2.433,80
nov	2.265,85	2.433,80	2.433,80
dec	2.265,85	2.433,80	2.433,80
UKUPNO	**27.190,20**	**29.205,60**	**29.205,60**

3.1.2. Električna energija

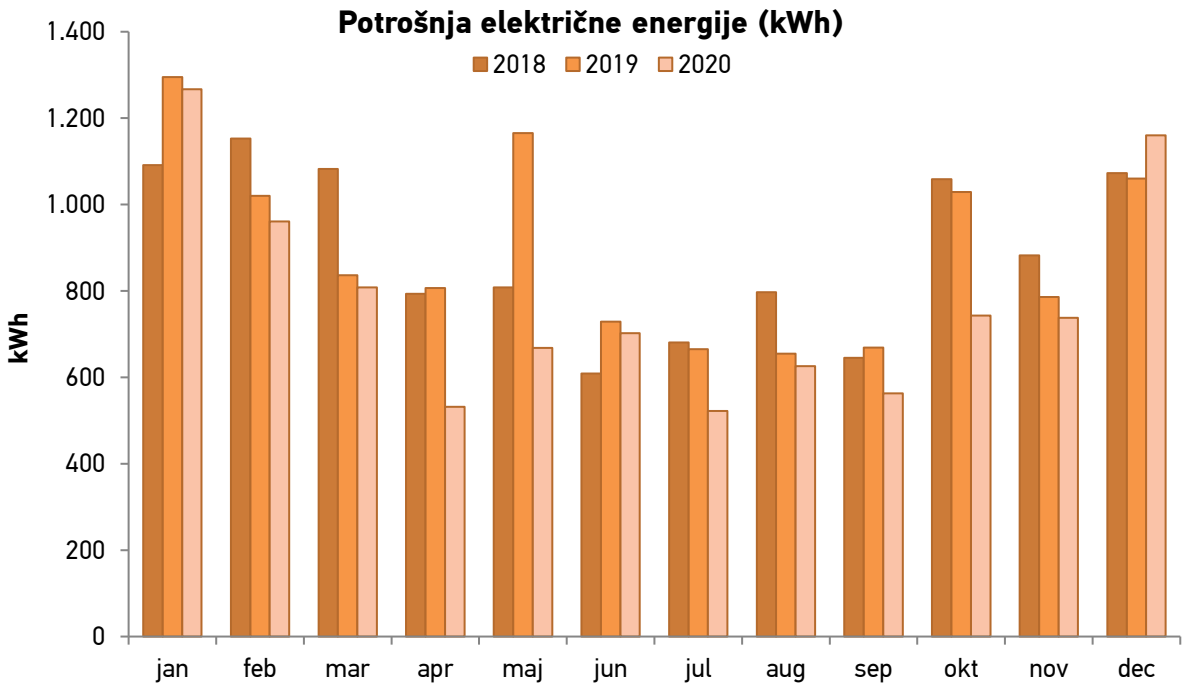
Potrošnja električne energije u objektu se ostvaruje preko više potrošača ovog oblika energije u različite svrhe. Električna energija se dijelom troši za rasvjetu unutar objekta, dijelom za pripremu potrošne tople vode, kao i svih ostalih uređaja. Uvidom u dostavljene podatke o potrošnji energije, za 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 "Elektroprivreda BiH" d.d., podružnica "Elektrodistribucija" Zenica. 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 2018. - 2020. godine su dati u tabelama i dijagramima u nastavku.

Tabela 20: Potrošnja i troškovi električne energije za period 2018. do 2020. godine

Mjesec	2018.		2019.		2020.	
	kWh	KM	kWh	KM	kWh	KM
jan	1.091,00	272,76	1.295,00	317,08	1.267,00	320,85
feb	1.153,00	294,79	1.020,00	251,43	961,00	243,97
mar	1.082,00	274,74	836,00	213,45	808,00	194,97
apr	793,00	192,97	807,00	203,92	532,00	134,29
maj	808,00	206,55	1.165,00	291,00	668,00	179,03
jun	609,00	156,10	729,00	184,51	702,00	171,29
jul	681,00	171,73	665,00	157,75	522,00	129,92
aug	797,00	204,48	655,00	166,96	626,00	149,53
sep	645,00	157,08	669,00	166,60	563,00	139,42
okt	1.059,00	270,57	1.029,00	264,46	743,00	185,33
nov	882,00	223,00	786,00	206,94	738,00	186,29
dec	1.073,00	267,81	1.060,00	267,75	1.160,00	305,69
UKUPNO	**10.673,00**	**2.692,58**	**10.716,00**	**2.691,85**	**9.290,00**	**2.340,58**



Slika 20: Mjesečna potrošnja električne energije u objektu za period 2018. - 2020. godina

Za period 2018.–2020. godine vidljive su određene oscilacije u potrošnji električne energije tokom čitave godine. Nešto veća potrošnja električne energije vidljiva je u mjesecu januaru 2019. godine i iznosila je 1.295,00 kWh. Ukupna godišnja potrošnja električne energije je bila najintenzivnija u 2018. godini kada je iznosila 10.716,00 kWh.

3.1.3. Voda

Objekat se vodom snabdijeva iz sistema gradskog vodovoda preko preduzeća JKP "Bašbunar" d.o.o. Travnik. Pošto je u objektu instaliran vodomjer, plaćanje se vrši prema utrošku. Podaci o stvarnoj potrošnji vode dobiveni su na osnovu računa za vodu. Kao i kod analize električne energije analizirani su podaci za period 2018.-2020. godine. Pregled mjesečne potrošnje vode za period od 2018. do 2020. godine dat je u narednoj tabeli i predstavljen je na pratećem dijagramu.

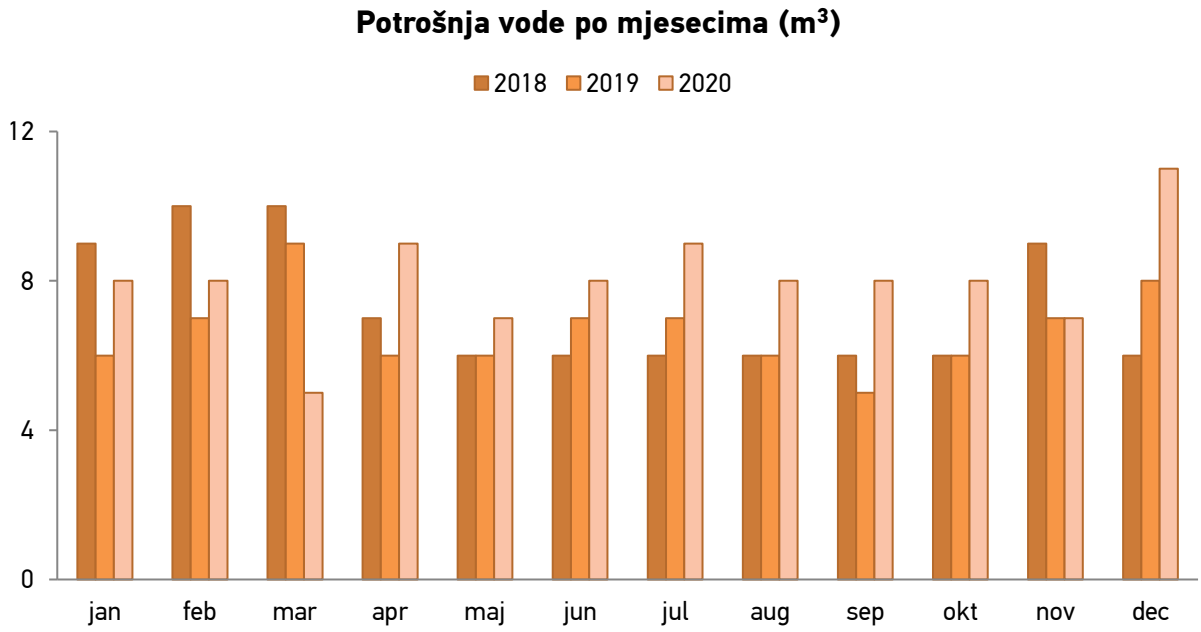
Tabela 21: Potrošnja i troškovi vode za period 2018. do 2020. godine

Mjesec	2018.		2019.		2020.	
	m^3	KM	m^3	KM	m^3	KM
jan	9,00	109,70	6,00	99,00	8,00	106,15
feb	10,00	113,25	7,00	102,55	8,00	106,15
mar	10,00	113,25	9,00	109,70	5,00	58,90
apr	7,00	102,55	6,00	99,00	9,00	109,70
maj	6,00	99,00	6,00	99,00	7,00	102,55
jun	6,00	99,00	7,00	102,55	8,00	106,15
jul	6,00	99,00	7,00	102,55	9,00	109,70

aug	6,00	99,00	6,00	99,00	8,00	106,15
sep	6,00	99,00	5,00	95,40	8,00	106,15
okt	6,00	99,00	6,00	99,00	8,00	106,15
nov	9,00	109,70	7,00	102,55	7,00	102,55
dec	6,00	99,00	8,00	106,15	11,00	116,85
UKUPNO	**87,00**	**1.241,45**	**80,00**	**1.216,45**	**96,00**	**1.237,15**

Iz prethodne tabele se vidi da se potrošnja vode u posmatranom periodu mijenja i da je najviša bila u 2020. godini kada je iznosila 96,00 m^3 kao i pripadajući troškovi od 1.237,15 KM.

U troškove vode uključena je i mjesečna naknada za odvoz smeća u iznosu od 73,00 KM.

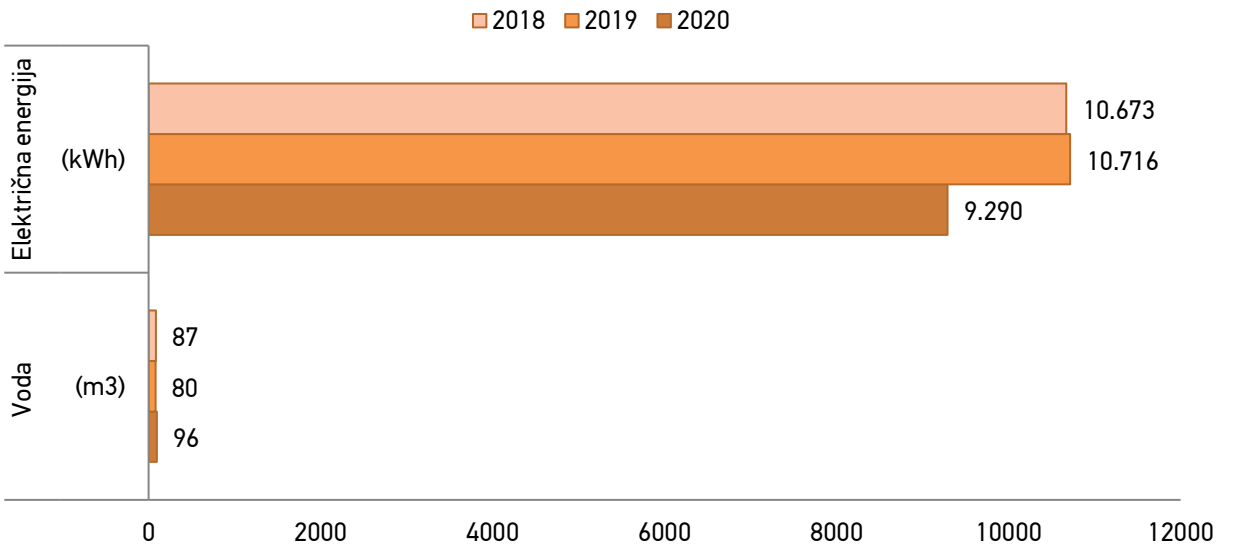


Slika 21: Mjesečna potrošnja vode u objektu za period 2018. - 2020. godina

3.1.4. 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 prostoru za period 2018.-2020. godina, prikazan je na narednom dijagramu. Na dijagramu je predstavljena potrošnja električne energije u kWh i potrošnja vode u m^3.

Potrošnja toplotne energije nije prikazana, jer se naplata toplotne energije vrši prema površini grijanog prostora.



	Voda (m3)	Električna energija (kWh)
2018	87	10.673
2019	80	10.716
2020	96	9.290

Slika 22: Potrošnja energenata u objektu za period 2018. - 2020. godina

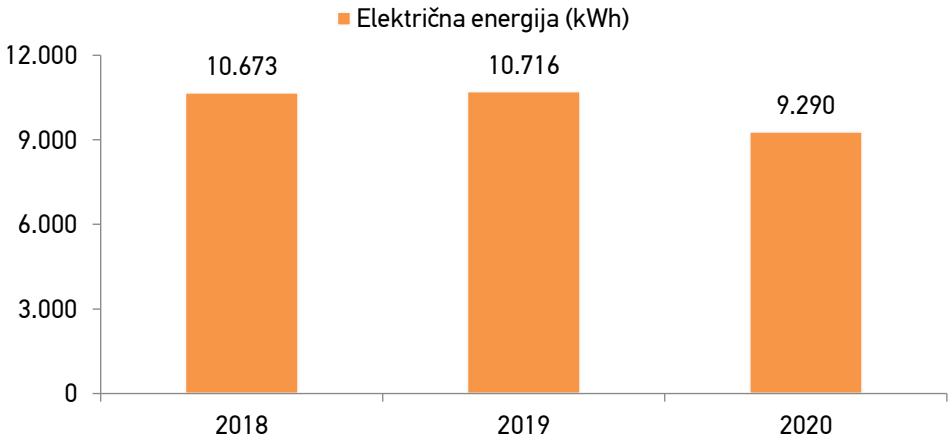
3.2. ANALIZA POTROŠNJE ENERGIJE

Za zadovoljenje energijskih potreba objekta koriste se toplotna i električna energija.
Toplotna energija koristi se za grijanje kancelarija, hodnika, izložbenih sala, dok se električna energija koristi za rasvjetu, pripremu potrošne tople vode, informatičku opremu, kao i kod ostalih uređaja na električnu energiju.

Pregled ukupne potrošnje energije u različite svrhe za period 2018.-2020. godina detaljno je opisan u nastavku.

3.2.1. Pregled potrošnje energije prema namjeni

Ukupna potrošnja energije u objektu ogleda se u potrošnji toplotne i električne energije za zagrijavanje prostora, te električne energije u svrhu rasvjete, pripreme potrošne tople vode preko električnih bojlera, informatičke opreme i ostalih uređaja. Toplotna energija koja je potrebna za zagrijavanje objekta dobija se putem gradskog daljinskog grijanja, ali podaci o potrošnji toplotne energije nisu bili dostupni. S tim u vezi, prikaz ukupne potrošnje električne energije dat je na narednom dijagramu.



Slika 23: Potrošnja električne energije za period 2018. - 2020. Godina

3.3. 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.

3.3.1. 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 2018.- 2020. godina prikazani su u narednoj tabeli.

Tabela 22. Indikatori stvarne potrošnje električne energije

Indikator	**Jedinica**	**Godina**		
		2018.	**2019.**	**2020.**
Potrošnja električne enegije	kWh/god	10.673	10.716	9.290
	kWh/m^2	19,63	19,71	17,09

Iz tabele se vidi da specifična ukupna potrošnja električne energije po površini iznosi 19,63 kWh/m^2 u 2018. godini, 19,71 kWh/m^2 u 2019. godini i 17,09 kWh/m^2 u 2020. godini

4. PRORAČUN TOPLOTNIH POTREBA OBJEKTA

4.1. 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 karakteristika 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 instalisanih 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 ušteda implementacijom predviđenih mjera.

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

4.1.1. 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 Zenicu 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 16:00 sati.

4.2. 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:

$$Q=Qtran+Qvent+Qsis-Qun-Qsun;$$

gdje je:

Q (kWh) - potrebna toplota za grijanje;

Qtran (kWh) - transmisijski gubici kroz omotač objekta;

Qvent (kWh) - ventilacioni gubici objekta;

Qsis (kWh) - gubici u sistemu grijanja;

Qun (kWh) - unutrašnji dobici od uređaja i ljudi;

Qsun (kWh) - dobici od Sunca.

4.2.1. 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:

$$Qtran = Qzid + Qproz + Qpod + Qvrata + Qkrov;$$

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

$$Q = U*A*(Tu-Tv)*\tau;$$

gdje je:

A (m^2) – površina ovojnice objekta;

Tu (˚C) – unutrašnja temperatura u objektu;

Tv (˚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 mjesece 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^2]	U [W/m^2K]
Vz-01_Do=50,00 cm (vanjski zid)	818,85	1,30
Pt-01_Do=32,50 cm (pod prizemlja na tlu)	152,38	1,33
Pp-02_Do=44,00 cm (pod iznad negrijanog podruma)	168,54	0,88
K-01_Do=26,00 cm (ravni prohodni krov)	216,30	3,05
K-02_Do=32,00 cm (ravni neprohodni krov)	201,43	1,82
PVC profil, ostakljenje dvostruko staklo	136,91	1,40

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

$$H_T = H_D + H_g + H_u + H_A \quad (4);$$

gdje je:

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.

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

Tabela 24: Koeficijenti transmisijskih toplotnih gubitaka vanjske ovojnice objekta

Vrsta transmisionog gubitka	Oznaka	Gubici toplote (W/K)
Gubici topline kroz vanjski omotač zgrade	H_D	2.345,68
Gubici topline kroz tlo	Hg	263,24
Gubici topline kroz negrijane prostore	Hu	0,00
Gubici topline kroz susjedne objekte	H_A	0,00
Koeficijent transmisijskog toplotnog gubitka	H_T	2.608,92

4.2.2. Ventilacijski gubici

Pored navedenih transmisionih gubitaka toplote, potrebno je proračunati i ventilacione gubitke, odnosno gubitke provjetravanjem. U objektu je prisutno prirodno provjetravanje.

Ventilacijski toplotni gubici se računaju na osnovu jednačine:

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

gdje je:

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

Vp (m^3) – neto zapremina grijanog dijela objekta,

c_V (W/kgK) – specifični toplotni kapacitet zraka,

ρ_v(kg/m^3) – gustina zraka,

Iv (h^{-1}) - broj izmjena zraka,

Tu (°C) – projektna temperatura prostorije,

Tv (°C) – prosječna temperatura okoline,

τ – 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

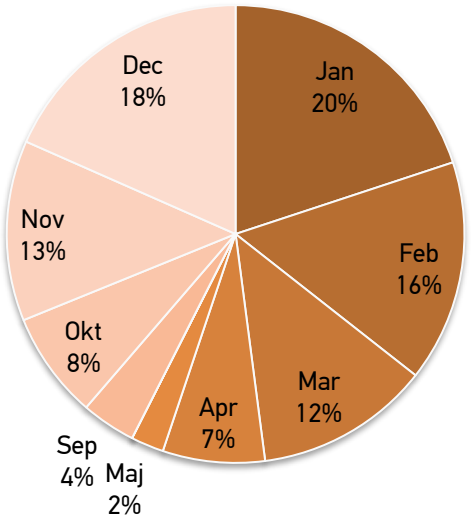
Proračun protoka zraka	
Referentna površina zone	A = 543,70 [m^2]
Neto volumen zone	V = 1.660,77 [m^3]
Broj izmjena zraka pri nametnutoj razlici tlaka od 50 Pa	n_{50} = 2,00 [h^{-1}]
Površina kanala	A_{duct} = 0,00 [m^2]
Površina kanala smještenih unutar zone	$A_{indoorduct}$ = 0,00 [m^2]
Faktor zaštićenosti zgrade od vjetra	e_{wind} = 0,02 [-]
Faktor zaštićenosti zgrade od vjetra	f_{wind} = 20,00 [-]
Dnevno vrijeme korištenja zone	t_{Kor} = 6,00 [h]
Dnevni broj sati rada sustava mehaničke ventilacije	$t_{v,mech}$ = 8,00 [h]
Minimalno potrebni volumni protok vanjskog zraka po jedinici površine	V_A = 4,00 [$m^3/(hm^2)$]
Minimalno potreban broj izmjena vanjskog zraka	n_{req} = 1,31 [h^{-1}]
Koeficijent ventilacione razmjene toplote	H_V = 182,54 [W/K]

4.2.3. Ukupni toplotni gubici

Računanjem transmisionih i ventilacionih gubitaka toplote, došlo se do ukupnih gubitaka toplote, odnosno ukupnog koeficijenta toplotnog gubitka koji iznosi H = 2.791,46 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	145.874	40.521	2.762
Februar	114.611	31.836	2.771
Mart	90.314	25.087	2.777
April	52.788	14.663	2.803
Maj	17.002	4.723	3.319
Juni	0	0	1.689
Juli	0	0	2.377
August	0	0	2.330
Septembar	28.160	7.822	3.004
Oktobar	55.179	15.327	2.798
Novembar	93.323	25.923	2.778
Decembar	134.568	37.380	2.768
UKUPNO	**731.820**	**203.283**	**32.175**



Slika 24: 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 20%, zatim decembru sa 18% 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:

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

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	1.694,56	[m^2]
Zapremina grijanog dijela zgrade	V_e	2.525,68	[m^3]
Zapremina grijanog zraka (Propis o uštedi energije i toplinskoj zaštiti, čl.4, st.11)	V	1.660,77	[m^3]
Faktor oblika zgrade	f_0	0,67	[m^{-1}]
Korisna površina grijanog dijela zgrade	A_K	543,70	[m^2]
Proračunska površina korisne površine grijanog dijela	A_K'	543,70	[m^2]
Površina kondicionirane (grijane i hlađene) zone računate s vanjskim dimenzijama	A_f	710,28	[m^2]
Ukupna površina pročelja	A_{uk}	1.413,61	[m^2]
Ukupna površina prozora	A_{wuk}	143,09	[m^2]

4.3. 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.

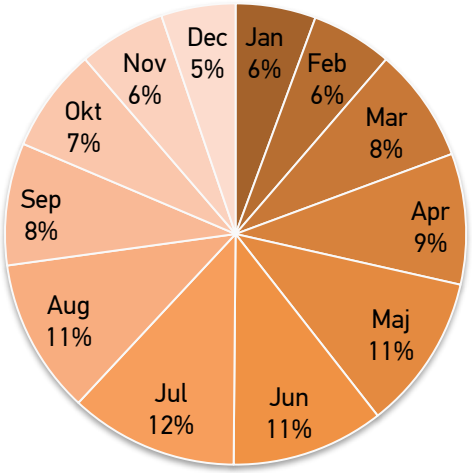
Solarni dobici toplote se računaju za definisane otvore u objektu. U proračunu solarnih dobitaka, uticaj definiranih zaslona se uzima u obzir za mjesece: maj, juni, juli, august i septembar.

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	14.996	4.166
Februar	15.172	4.214
Mart	21.409	5.947
April	24.434	6.787
Maj	29.055	8.071
Juni	28.502	7.917
Juli	31.443	8.734
August	28.995	8.054
Septembar	22.834	6.343
Oktobar	19.438	5.399
Novembar	16.255	4.515
Decembar	13.891	3.859
UKUPNO	**266.423**	**74.006**



Slika 25: Udio ukupnih toplotnih dobitaka kroz omotač objekta po mjesecima

4.4. PRORAČUN POTREBNE TOPLOTNE ENERGIJE OBJEKTU

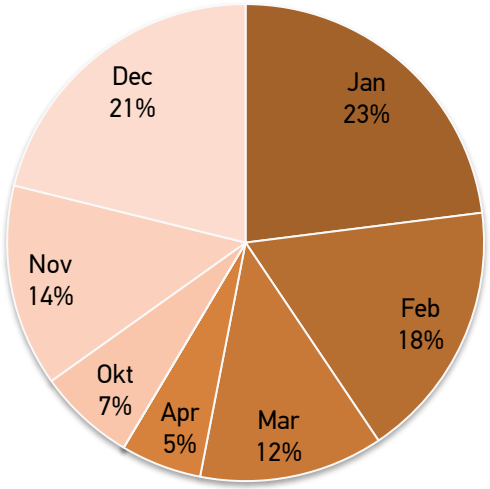
Na osnovu izračunatih toplotnih gubitaka i dobitaka toplote, uzimajući u obzir broj izmjena zraka uslijed otvaranja prozora, omjer toplotnih dobitaka i ukupne izmijenjenje toplote transmisijom i ventilacijom u režimu grijanja, redukcijski faktor koji uzima u obzir prekide u grijanju i parametar ovisan 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]	γ_H	$n_{H,gn}$	$a_{red,H}$	$L_{h,m}$	$Q_{H,nd}$ [kWh]
Januar	37.140	3.381	40.521	1.739	2.427	4.166	0,1	0,998	0,89	31	22.482
Februar	29.227	2.610	31.836	2.022	2.192	4.214	0,13	0,996	0,86	28	17.191
Mart	23.182	1.906	25.087	3.520	2.427	5.947	0,24	0,984	0,76	31	12.193
April	13.725	939	14.663	4.438	2.349	6.787	0,46	0,929	0,53	30	5.365
Maj	4.643	-80	4.563	5.644	2.427	8.071	1,77	0,506	0,42	6	0
Juni	-509	-545	-1.054	5.569	2.349	7.917	1.000,00	0,001	0,42	0	0
Juli	-4.058	-900	-4.958	6.307	2.427	8.734	1.000,00	0,001	0,42	0	0
August	-3.278	-840	-4.118	5.627	2.427	8.054	1.000,00	0,001	0,42	0	0
Septembar	7.531	291	7.822	3.994	2.349	6.343	0,81	0,801	0,42	15	0

Mjesec	$Q_{H,tr}$	$Q_{H,ve}$	$Q_{H,ht}$ [kWh]	$Q_{H,sol}$	$Q_{H,int}$	$Q_{H,gn}$ [kWh]	γ_H	$n_{H,gn}$	$a_{red,H}$	$L_{h,m}$	$Q_{H,nd}$ [kWh]
Oktobar	14.358	969	15.327	2.972	2.427	5.399	0,35	0,961	0,64	31	6.453
Novembar	23.886	2.037	25.923	2.166	2.349	4.515	0,17	0,993	0,82	30	13.398
Decembar	34.251	3.129	37.380	1.431	2.427	3.859	0,1	0,998	0,89	31	20.673
UKUPNO											**97.755**

Iz tabele je vidljivo da su godišnje toplotne potrebe objekta za grijanje na osnovu trenutnog stanja objekta 97.755 kWh.



Slika 26: Udio toplotnih potreba objekta za grijanje raspoređen po mjesecima grijne sezone

5. PREGLED PREDLOŽENIH MJERA POVEĆANJA ENERGIJSKE EFIKASNOSTI OBJEKTA

5.1. 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 na cijelom objektu. 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 ekspandiranog polistirena (EPS) debljine d=10,00 cm na vanjskim zidovima Vz-01, sa svim pratećim fasaderskim i molerskim radovima.

- **Termoizolacija krovne konstrukcije**
  AB ravni prohodni krov K-01 iznad dijelova objekta prizemne spratnosti (južno i sjeverno krilo muzeja) i drveni ravni neprohodni krov K-02 iznad prvog sprata i potkrovlja objekta ne posjeduju termoizolaciju, te se predviđa ugradnja toplotne izolacije od ekstrudiranog polistirena (XPS) debljine d=15,00 cm na ravne krovove K-01 i K-02, uključujući i rekonstrukciju završnih slojeva. Time će se obezbjediti ugodniji boravak i uštede u potrošnji toplotne energije.

- **Ugradnja mjerila toplotne energije/kalorimetra**
  Kao preporuka se predlaže ugradnja mjerila toplotne energije. Na ovaj način će se ostvariti mjerenje potrošnje toplotne energije u objektu. Finansijske uštede implementacijom arhitektonsko-građevinskih mjera bi se ostvarile samo u kombinaciji sa mjerom ugradnje mjerila i prelaska na plaćanje po utrošku prema cjenovniku UNIS Energetika d.o.o. Travnik.

- **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 postavljanje termostatskih ventila s termostatskom glavom koji zajedno čine termostatski set, koji će omogućiti regulaciju temperature u svakoj prostoriji posebno.

- **Zamjena dijela grijnih tijela**
  Razgovorom sa korisnicima objekta, ustanovljeno je da je dio grijnih tijela u lošem stanju. Ovom mjerom predlaže se zamjena svih lijevano željeznih i limenih radijatora, novim pločastim radijatorima. Novi radijatori će biti iste ili nešto veće snage u odnosu na postojeće radijatore i bit će postavljeni na ista mjesta kao i postojeća grijna tijela.

- **Zamjena rasvjetnih tijela**
  U većini objekata je električna rasvjeta vrlo značajan potrošač. Pravilnim izborom rasvjetnih tijela mogu se ostvariti značajne uštede električne energije. Ovom mjerom se predlaže zamjena postojećih rasvjetnih tijela sa LED rasvjetnim tijelima.
- **Osnivanje energijskog menadžmenta**
  Svrsishodno je formiranje tijela za energijski menadžment koje bi se sastojalo od zaposlenih čija bi osnovna funkcija bila monitoring i upravljanje potrošnjom energije.

U nastavku je dat detaljni opis predloženih mjera energijske efikasnosti.

5.2. OPIS I ANALIZA UŠTEDA PREDLOŽENIH MJERA POVEĆANJA ENERGIJSKE EFIKASNOSTI OBJEKTA

ARHITEKTONSKO-GRAĐEVINSKE MJERE

5.2.1. 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 949,65 m² tzv. ETICS sistemom. Fasada se izoluje postavljanjem ploča EPS-a u debljini od 10,00 cm sa vanjske strane zida (Vz-01), na koji se postavlja armaturna mrežica i završni fasadni malter, čime se U vrijednost ovog dijela konstrukcije smanjuje na 0,29 W/m²K. U području podnožja zidova tj. zidova negrijanog podruma (sokla) gdje je veće opterećenje vlagom primjenjuje se izolacija od XPS ploča debljine 5,00 cm, prosječne visine od 100,00 cm (u zavisnosti od visine postojećeg sokla) sa završnim slojem od kulirplasta.

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 minimalnim zahtjevima za energijskim karakteristikama zgrada, maksimalna dozvoljena vrijednost za ovaj tip konstrukcije iznosi 0,35 W/m²K.

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.

**NAPOMENA: Potrebno je naročitu pažnju obratiti na obradu špaletni (kontakt fasade sa postojećim fasadnim otvorima koji se zadržavaju), te je sve radove potrebno raditi prema uputstvu i tipskim detaljima proizvođača fasadnog sistema.*

Tabela 30: Predračun ugradnje termoizolacije fasade

R.br.	Opis pozicije rada	Jed. mjere	Količina	Iznos (KM)	Ukupno (KM)
1.	Termička izolacija fasade zgrade (Vz-01) ukupne površine 818,85 m² s tvrdim pločama EPS-a debljine 10,00 cm sa završnom obradom. Cijena obuhvata nabavku, transport, skidanje postojećih slojeva i odvoz šuta na deponiju. Nabavka i postavljanje maltera za lijepljenje EPS ploča, maltera za armaturnu mrežicu, armaturne mrežice i završnog dekorativnog fasadnog maltera. Termička izolacija sokla objekta (vanjski zidovi negrijanog podruma) površine 130,80 m² s tvrdim pločama XPS-a debljine 5,00 cm sa završnom obradom. Cijena obuhvata nabavku, transport, skidanje postojećih slojeva i odvoz šuta na deponiju. Nabavka i postavljanje ljepila za lijepljenje XPS ploča, maltera za armaturnu mrežicu, armaturne mrežice i završnog dekorativnog kulirplasta. Cijena obuhvata dodatne radove.	m²	949,65	73,50	69.796,79
				UKUPNO	**69.796,79**
				Nepredviđeni radovi 5%	**3.489,84**
				UKUPNO CIJENA (sa PDV-om)	**73.286,63**

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=50,00 cm	
				Površina m²	818,85	
Koeficijent prolaza toplote U [W/m²K]		**Toplotne potrebe objekta**		**Uštede**		
Prije mjere [W/m²K]	**Nakon mjere [W/m²K]**	**Prije mjere [kWh]**	**Nakon mjere [kWh]**	**Finalna energija [kWh]**	**Primarna energija [kWh]**	**KM**
1,30	0,29	97.755	71.150	26.605	29.463	3.830,19

Implementacijom predložene mjere ostvarile bi se uštede u primarnoj energiji od 29.463 kWh, dok bi uštede u troškovima iznosile 3.830,19 KM na godišnjem nivou. Ukupna investicija u mjeru termoizolacije fasade iznosi 73.286,63 KM.

5.2.2. Termoizolacija krovne konstrukcije

Postojeće stanje

Prilikom analize i obilaska objekta evidentirano je da AB ravni prohodni krov K-01 iznad dijelova objekta prizemne spratnosti (južno i sjeverno krilo muzeja) i drveni ravni neprohodni krov K-02 iznad prvog sprata i potkrovlja objekta ne posjeduju termoizolaciju. U svrhu obezbjeđenja ugodnog boravka i uštede u potrošnji energije predviđa se ugradnja toplotne izolacije od ekstrudiranog polistirena (XPS) debljine d=15,00 cm na ravne krovove K-01 i K-02, uključujući i rekonstrukciju završnih slojeva.

Opis mjere

a./ Mjerom se predviđa skidanje svih postojećih slojeva na ravnom prohodnom AB krovu K-01 sve do nagibnog betona.

Izrada toplotne izolacije ravnog prohodnog AB krova ukupne površine 216,30 m^2 koja se sastoji od sljedećih slojeva:

a. Parna brana / PVC folija direktno na nagibni beton;
b. Termoizolacija od XPS ploča debljine 15,00 cm;
c. Razdjelni sloj, geotekstil na bazi propilena, težine 300 g/ m^2, otporan na atmosferilije i starenje;
d. Hidroizolacija SBS bitumenska traka sa uloškom od poliesterskog filca, d=4,00 mm u 3 sloja;
e. Sloj od šljunka debljine 3,00 cm i završne betonske ploče debljine 4,00 cm.

b./ Mjerom se predviđa skidanje svih postojećih slojeva na ravnom neprohodnom drvenom krovu K-02 sve do daščanog pokova (skidanje Al lima i drvenih letvi).

Izrada toplotne izolacije ravnog neprohodnog krova ukupne površine 201,43 m^2 koja se sastoji od sljedećih slojeva:

a. Parna brana / PVC folija direktno na daščani pokov;
b. Termoizolacija od XPS ploča debljine 15,00 cm;
c. Razdjelni sloj, geotekstil na bazi propilena, težine 300 g/ m^2, otporan na atmosferilije i starenje;
d. Hidroizolacija SBS bitumenska traka sa uloškom od poliesterskog filca, d=4,00 mm u 3 sloja,
e. Ugradnja drvenih letvi za zračni kanal,
f. Ugradnja pokrova od Al trapezastog lima koji je potrebno izvesti u nagibu, preko drvenih letvi čime se osigurava ventilacija.

NAPOMENA: Prije uklanjanja slojeva ravnih krovova potrebno je izvršiti uklanjanje postojeće gromobranske instalacije. Nakon izrade novih slojeva ravnih krovova potrebno je izvršiti postavljanje nove gromobranske instalacije za koju je neophodna izrada projekta, a što ne spada u EE mjere, te nije obuhvaćeno ovim predračunom.

Tabela 32: Predračun ugradnje termoizolacije krovne konstrukcije

R.br.	Opis pozicije rada	Jed. mjere	Količina	Iznos (KM)	Ukupno (KM)
1.	a./ Skidanje i čišćenje slojeva postojećeg ravnog prohodnog AB krova K-01 ukupne površine 216,30 m^2 sve do nagibnog betona. Nabavka materijala, transport i ugradnja parna brane, termoizolacije (XPS debljine 15,00 cm), geotekstila, hidroizolacije, nasipa šljunčanog materijala i završnih betonskih ploča. b./ Skidanje i čišćenje slojeva postojećeg ravnog neprohodnog krova K-02 ukupne površine 201,43 m^2 sve do daščanog pokova (skidanje Al lima i drvenih letvi). Nabavka materijala, transport i ugradnja parne brane, termoizolacije (XPS debljine 15,00 cm), geotekstila, hidroizolacije, ugradnja drvenih letvi za zračni kanal i finalnog pokrova od Al trapezastog lima, preko drvenih letvi čime se osigurava ventilacija. Stavka se odnosi i na elemente potrebne za rješenje odvodnje oborinske vode. Stavkom obuhvaćen sav potreban rad i materijal, transport istog do mjesta izvođenja.	m^2	417,73	113,54	47.429,09
			UKUPNO		**47.429,09**
			Nepredviđeni radovi 5%		**2.371,45**
			UKUPNO CIJENA (sa PDV-om)		**49.800,54**

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 – Termoizolacija ravnog krova K-01 i K-02				**Dio konstrukcije**	Ravni krov K-01 Ravni krov K-02	
				Površina m^2	417,73	
Koeficijent prolaza toplote U [W/m^2K]		**Toplotne potrebe objekta**		**Uštede**		
Prije mjere [W/m^2K]	**Nakon mjere [W/m^2K]**	**Prije mjere [kWh]**	**Nakon mjere [kWh]**	**Finalna energija [kWh]**	**Primarna energija [kWh]**	**KM**
3,05	0,20	97.755	67.562	30.193	33.436	4.346,68
1,82	0,19					

Implementacijom predložene mjere ostvarile bi se uštede u primarnoj energiji od 33.436 kWh, dok bi uštede u troškovima iznosile 4.346,68 KM na godišnjem nivou. Ukupna investicija u mjeru termoizolacije krovne konstrukcije iznosi 49.800,54 KM.

MAŠINSKE MJERE

5.2.3. Ugradnja kalorimetra

Postojeće stanje

Postizanje finansijskih efekata ušteda nakon implementacije mjera iz arhitektonsko-građevinskog dijela je jedino moguće nakon ugradnje mjerila toplotne energije (kalorimetra) i prelaska na plaćanje po utrošku prema cjenovniku preduzeća UNIS Energetika d.o.o. Travnik. Ušteda koja proizilazi iz mjere ugradnje mjerila toplotne energije je određivanje stvarne potrošnje toplotne energije i plaćanje prema preuzetoj toplotnoj energiji.

Opis mjere

Ukoliko bi došlo do implementacije predviđene mjere, dosadašnji način plaćanja za toplotnu energiju bio bi promijenjen. Tako bi se sa paušalnog plaćanja po m^2, prešlo na plaćanje po isporučenoj/preuzetoj količini toplotne energije s tim da bi jedan dio tog iznosa plaćao fiksno.

Ovakav način mjerenja potrošnje toplotne energije dovodi do racionalne upotrebe toplotne energije i ušteda.

Ukupna investicija, sa kompletnom ugradnjom kalorimetra iznosila bi 3.514,00 KM.

Tabela 34: Predmjer i predračun radova za ugradnju kalorimetara

R.br.	Opis pozicije rada	Jed. mjere	Količina	Iznos (KM)	Ukupno (KM)
1.	Nabavka i ugradnja kalorimetra	kom.	1	3.003,42	3.003,42
			UKUPNO		**3.003,42**
			UKUPNO (sa PDV 17%)		**3.514,00**

5.2.4. 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 34 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 2.040,00 KM sa PDV-om.

Ova mjera se smatra kao 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 cijevne 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.

Tabela 35: Predmjer ugradnje termostatskih ventila

R.br.	Opis pozicije rada	Jed. mjere	Količina	Iznos (KM)	Ukupno (KM)
1.	Ventil sa termostatskom glavom	kom.	34	51,28	1.743,59
			UKUPNO		**1.743,59**
			UKUPNO (sa PDV 17%)		**2.040,00**

5.2.5. Zamjena postojećih grijnih tijela

Razgovorom sa korisnicima objekta, ustanovljeno je da je dio grijnih tijela u lošem stanju. Ovom mjerom predlaže se zamjena svih lijevano željeznih i limenih radijatora, novim pločastim radijatorima. Novi radijatori će biti iste ili nešto veće snage u odnosu na postojeće radijatore i bit će postavljeni na ista mjesta kao i postojeća grijna tijela.

Pored zamjene dijela radijatora koji su u lošem stanju, bilo bi preporučljivo da ovlaštena osoba izvrši hidrauličko balansiranje sistema grijanja, što bi doprinjelo ujednačenom grijanju svih prostorija u objektu.

Rekapitulacija pločastih radijatora, kao i njihove cijene, predstavljeni su u sljedećoj tabeli.

Tabela 36: Predmjer i predračun radova za zamjenu dijela grijnih tijela

R.br.	Opis pozicije rada	Jed. mjere	Količina	Iznos (KM)	Ukupno (KM)
1.	Radijator tip 22 600-600	kom.	5	73,84	369,20
2.	Radijator tip 22 600-800	kom.	2	90,41	180,82
3.	Radijator tip 22 600-1000	kom.	5	106,32	531,60
4.	Radijator tip 22 600-1200	kom.	1	123,72	123,72
5.	Radijator tip 22 600-1600	kom.	2	159,17	318,34
			UKUPNO		**1.523,68**
			UKUPNO (sa PDV 17%)		**1.782,71**

ELEKTRO MJERE

5.2.6. Zamjena rasvjetnih tijela

Mjere na rasvjeti imaju za cilj smanjiti potrošnju električne energije za osvjetljenje, a pri tome ne narušiti kvalitet osvjetljenja.

Uz sve to najnovije generacije LED sijalice daju 50-70% bolji svjetlosni efekt odnosno bolju osvijetljenost površine.

Za zamjenu fluokompaktnih cijevi snage 18 W i 36 W predlažu se LED cijevi snage 9 W i 18 W, respektivno. Za zamjenu sijalica sa žarnom niti snage 75 W predlažu se LED sijalice snage 10 W. Poređenje postojećeg i predloženog stanja rasvjete prikazano je u narednoj tabeli.

Tabela 37: Poređenje postojećeg i predloženog stanja rasvjete

	Rasvjetno tijelo	Kom.	Snaga	Broj radnih sati	Broj radnih dana	Potrošnja električne energije	Troškovi
			W/kom	h/dan	dana/god	kWh/god	KM/god
Postojeće stanje rasvjete i predloženo rješenje sa LED rasvjetom	LED sijalica	9	12	4	190	82,08	20,52
	Fluorescentna cijev	12	18	4	190	164,16	41,04
	Fluorescentna cijev	247	36	4	190	6.757,92	1.689,48
	Sijalica sa žarnom niti	7	75	4	190	399,00	99,75
	Ukupno:					**7.403,16**	**1.850,79**
	LED sijalica	9	12	4	190	82,08	20,52
	LED cijev	12	9	4	190	82,08	20,52
	LED cijev	247	18	4	190	3.378,96	844,74
	LED sijalica	7	10	4	190	53,20	13,30
	Ukupno:					**3.596,32**	**899,08**
Uštede						**3.806,84**	**951,71**
Uštede (%)						**51,42**	**51,42**

Tabela 38: Investicija za nabavku LED rasvjete

Opis pozicije	Količina kom.	Cijena KM/kom	Ukupna investicija KM
LED cijevi 9 W	12	6,67	80,00
LED cijev 18 W	247	8,38	2.068,89
LED sijalica 10 W	7	3,16	22,14
		UKUPNO (bez PDV-a)	**2.171,03**
		UKUPNO (sa PDV 17%)	**2.540,10**

Ukupna investicija za nabavku nove LED rasvjete iznosi 2.540,10 KM (sa PDV-om).

Usvajajući broj radnih sati koji je prikazan u tabeli iznad godišnji troškovi za električnu energiju koja se troši za rasvjetu, za postojeće stanje iznose 1.850,79 KM/god. Implementacijom predloženog rješenja (sa LED rasvjetom) smanjit će se potrošnja i iznosit će 899,08 KM/god, tj. ostvarit će se ušteda od 951,71 KM/god. Dijeljenjem ukupne investicije za nabavku LED rasvjete s ukupnom procijenjenom uštedom na godišnjem nivou dobije se period povrata investicije od 2,67 godina.

ORGANIZACIJSKO-EDUKACIJSKE MJERE

5.2.7. Osnivanje energijskog menadžmenta

Sistem monitoringa i preventivnog djelovanja na potrošnju toplotne energije, električne energije i vode nije izvodiv u ovakvom slučaju kada se sva kontrola zasniva na pregledu ispostavljenih računa te ne postoji nikakva kauzalna veza koja bi korektivnim akcijama sprječavala mogućnost velikog trošenja energije i energenata. Kao bitna mjera za unapređenje sistema upravljanja potrošnjom energije, a koja bi u konačnici mogla služiti i za planiranje budžeta i mogućih tekućih ili investicionih ulaganja jeste osnivanje energijskog menadžmenta na nivou ustanove koji bi na osnovu geneze događaja i troškova vršio monitoring nad potrošnjom svih energenata.

Sve nelogičnosti ili povećanja potrošnje energije bi se u najkraćem vremenskom periodu mogla dijagnosticirati, na osnovu čega bi se mogle pokrenuti korektivne akcije kako bi se neželjena povećanja potrošnje energije zaustavila. Na osnovu toga bi se mogle izvršiti akcije koje bi u budućnosti smanjile vjerovatnoću za ponavljanjem istog ili sličnog uzroka povećanja potrošnje energije. Osoblje energijskog menadžmenta bi trebao da preuzme kontrolu nad potrošnjom energije i preventivno djeluje kako bi se potrošnja energije optimizirala.

Realizacijom mjera opisanih u ovome elaboratu ostvarile bi se uštede kroz primjenu predloženih tehničkih mjera energijske efikasnosti. Međutim, da bi se planirane uštede ostvarivale i u narednom periodu, iz godine u godinu, odnosno da bi projekat bio održiv, neophodno je donijeti i primjenjivati organizacione mjere. Na prvi pogled, organizacione mjere ne čine se toliko značajnim, ali bez njihovog sprovođenja, efekti tehničkih (investicionih) mjera ne bi bili dovoljno visoki. To znači, da se sa paralelnim sprovođenjem organizacionih mjera povećava efikasnost tehničkih mjera i osigurava se povrat sredstava u kraćem vremenu. Organizacione mjere i upravljanje s aspekta energijske efikasnosti, zahtijevalo bi praćenje indikatora potrošnje energije od strane zaduženog i imenovanog lica, a uz obaveznu potporu menadžmenta (kao npr. izrada upustva za ponašanje korisnika u smislu provjere rasvjete (isključivati kada nije potrebna), regulacija temperature u prostorijama kroz ručno ili automatsko podešavanje, zatvaranje nepotrebno otvorenih prozora i vrata itd.).

Upravljanje s aspekta energijske efikasnosti, značilo bi stalno bavljenje energijom u svojim strukturama organizacije u cilju neprekidnog smanjenja potrošnje energije i vode, te održavanja postignutih unapređenja putem implementacije mjera energijske efikasnosti. Drugim riječima, energijski menadžment zahtjeva stalno angažovanje osoblja na praćenju potrošnje energije, kao i trenutno izvještavanje o poremećajima u pogledu utroška energije usljed neke nepredviđene okolnosti ili usljed neispravnosti rada dijelova energijskog sistema. Ovaj pristup osigurava da institucija neprekidno prolazi i kroz ciklus izrade strategije, planiranja i implementiranja akcija i provjere rezultata, na osnovu kojih se pravi nova strategija i kontinuirano unapređuje postignuto. Osnivanje energijskog menadžmenta i djelovanje u skladu sa principima energijske efikasnosti doprinijelo bi održivosti cjelokupnog projekta, ali ne bi doprinijelo direktnom smanjenju toplotnih potreba za grijanje kao što je to slučaj sa tehničkim mjerama.

5.3. 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):

M1- Termoizolacija fasade
M2- Termoizolacija krova
M3- Ugradnja kalorimetra
M4- Ugradnja termost. ventila
M5- Zamjena radijatora
M6- Zamjena rasvjete

SCENARIJ II (S2):

M1- Termoizolacija fasade
M2- Termoizolacija krova

SCENARIJ III (S3):

M1- Termoizolacija fasade
M2- Termoizolacija krova
M6- Zamjena rasvjete

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

Tabela 39: Pregled energijskih i ekonomskih* vrijednosti različitih scenarija

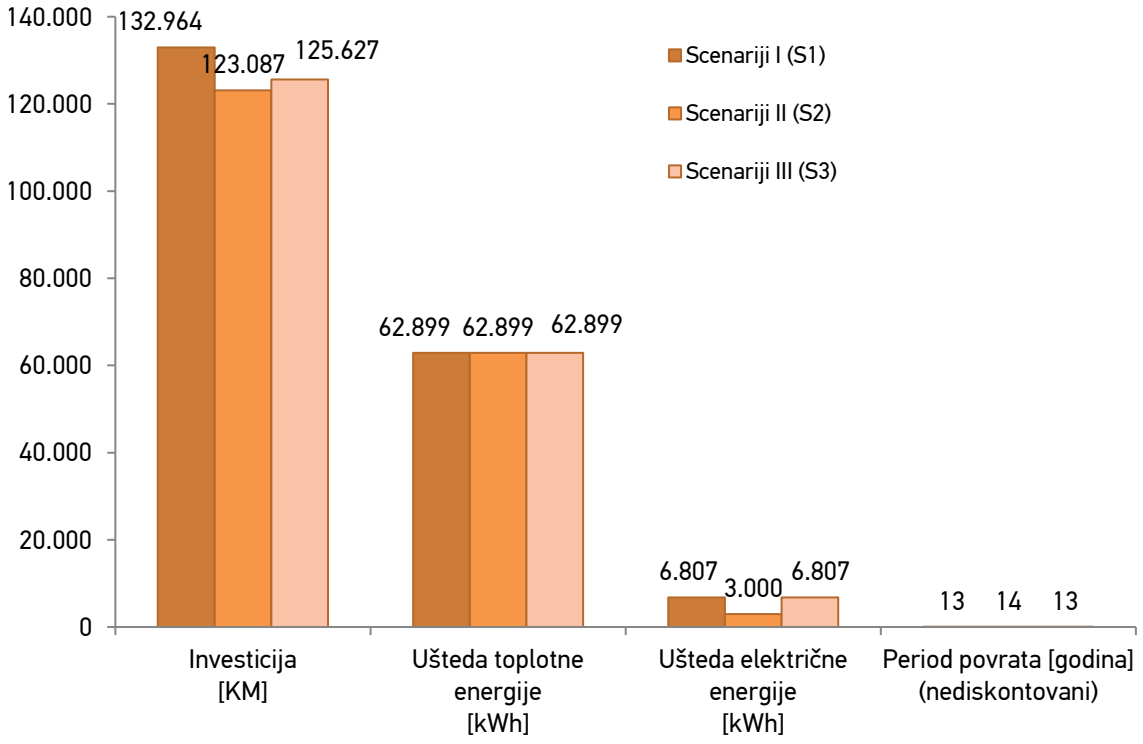
	Investicija	**Ušteda toplotne energije**		**Ušteda električne energije**		**Period povrata**	**Indeks isplativosti**
	[KM]	[kWh]	[KM]	[kWh]	[KM]	[god]	[kWh/KM]
M1- Termoizolacija fasade	73.287	29.463	3.830,19	3.000	750,00	16,00	0,44
M2- Termoizolacija krova	49.800	33.436	4.346,68	-	-	11,46	0,67
M3- Ugradnja kalorimetra	3.514	-	-	-	-	N/A	0,00
M4- Ugradnja termostatskih ventila	2.040	-	-	-	-	N/A	0,00
M5-Zamjena radijatora	1.783	-	-	-	-	N/A	0,00
M6- Zamjena rasvjete	2.540	-	-	3.807	951,71	2,67	1,50
Scenarij 1 (M1+M2+M3+ M4+M5+M6)	**132.964**	**62.899**	**8.176,87**	**6.807**	**1.701,71**	**13,46**	**0,52**
Scenarij 2 (M1+M2)	**123.087**	**62.899**	**8.176,87**	**3.000**	**750,00**	**13,79**	**0,54**
Scenarij 3 (M1+M2+M6)	**125.627**	**62.899**	**8.176,87**	**6.807**	**1.701,71**	**12,72**	**0,55**

** Cijene su date sa PDV-om*

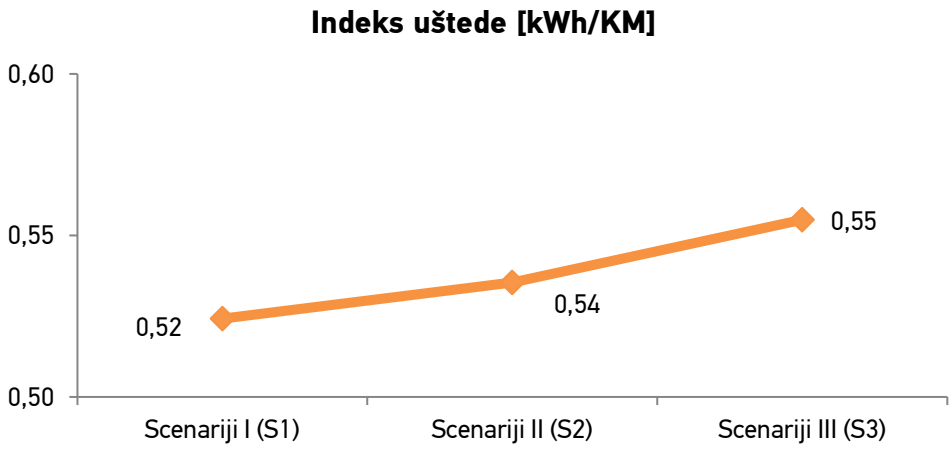
5.3.1. Tehno-ekonomska analiza različitih scenarija predloženih mjera

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 porede 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 uloženih novčanih sredstava i dobivenih ušteda ukupne energije na osnovu energijskih i ekonomskih ušteda raziličitih 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 27: Komparacija energijskih i ekonomskih vrijednosti različitih scenarija



Slika 28: Indeksni prikaz uloženih novčanih sredstava i dobivenih ušteda ukupne energije za posmatrane scenarije

Tabela 40: Pregled pokazatelja isplativosti za različite scenarije (period 20 g. i diskontna stopa 5,5%)

	S1	S2	S2
Indeks isplativosti (kWh/KM)	0,52	0,54	0,55
Diskontovani period povrata (god)	0,00	0,00	0,00
Neto sadašnja vrijednost (KM)	-14.911	-16.407	-7.574
Interna stopa rentabilnosti	4,11%	3,84%	4,76%
NPQV (dobit po 1KM investicije)	-0,11	-0,13	-0,06

Na osnovu dobijenih podataka se može zaključiti da scenarij implementacije predloženih mjera povećanja energijske efikanosti prema scenariju S3 ima najkraći period povrata.

Kada se radi o mjerama energijske efikasnosti u javnim objektima vrlo je značajno analizirati sve moguće pozitivne i negativne efekte koje mjere mogu generisati ukoliko se implementriraju. 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. Tome doprinose različite društveno-ekonomske koristi i njih je korisno identificirati i valorizirati. Ako se u obzir uzmu ostali pozitivni efekti ovih mjera, optimalni scenarij implementacije predloženih mjera povećanja energijske efikasnosti je izabran scenarij S3 koji za svaku uloženu konvertibilnu marku ostvaruje uštede u iznosu od 0,55 kWh.

Društveno-ekonomski efekti su u ovoj analizi podijeljeni na finansijske i nefinansijske. Finansijski su oni koje je moguće novčano valorizirati i koji su referentni za donošenje investicione odluke. Nefinansijski efekti su oni čiji se pozitivan ili negativan uticaj na društvenu zajednicu ne može uvijek lako kvantificirati, ali definitivno donose značajne koristi za širu društvenu zajednicu. 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 društveno-ekonomski značaj i opravdanost ovom projektu.

5.4. KVANTITATIVNA ANALIZA SMANJENJA EMISIJE STAKLENIČKIH GASOVA

U okviru kvantitativne analize smanjenja emisije stakleničkih gasova u objektu određuje se smanjenje emisije CO_2 na godišnjem nivou za identificirane mjere povećanja energijske efikasnosti.

Uzimajući u obzir očekivano smanjenje potrošnje toplotne i električne energije nakon implementacije određenih mjera, te emisioni faktor energenta dat u narednoj tabeli, dok prateća tebela prikazuje vrijednosti smanjenja emisije CO_2 kao rezultat implementacije mjera povećanja energijske efikasnosti.

Tabela 41: Faktor emisije CO_2 za pojedine energente [1]

Izvor energije	**Faktor emisije CO_2 po energijskoj jedinici goriva [$kgCO_2/kWh$]**
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_2 prema toplotnim potrebama objekta iznosi 36,69 (tCO_2/god), a emisije CO_2 usljed potrošnje električne energije iznose 7,61 (tCO_2/god).

Tabela 42: Smanjenje emisije CO_2 uslijed smanjenja potrošnje električne energije

	Scenarij 1	**Scenarij 2**	**Scenarij 3**
	(tCO_2/god)	(tCO_2/god)	(tCO_2/god)
Smanjenje emisije usljed smanjenja potrošnje toplotne energije	21,31	21,31	21,31
Smanjenje emisije usljed smanjenja potrošnje električne energije	5,07	2,23	5,07
Ukupno smanjenje emisije CO_2	**26,38**	**23,54**	**26,38**

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.

[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

6. KLASIFIKACIJA OBJEKTA U ENERGIJSKI RAZRED PREMA PRAVILNIKU O ENERGIJSKOM CERTIFICIRANJU OBJEKATA FBIH

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 nestambene zgrade koje mogu biti:

1) uredske, administrativne i druge poslovne zgrade slične namjene,
2) zgrade namjenjene obrazovanju (školske i fakultetske zgrade, vrtići i druge odgojne i obrazovne ustanove),
3) zgrade namjenjene zdravstvu i socijalnoj zaštiti (bolnice i ostale zgrade za zdravstvenu i rehabilitacionu zaštitu i sl.),
4) zgrade namjenjene turizmu i ugostiteljstvu (hoteli i slične zgrade za kratkotrajni boravak, zgrade ugostiteljske namjene-gostionice, restorani i sl.),
5) zgrade namjenjene za sport i rekreaciju (sportske dvorane i sl.),
6) zgrade trgovine – veleprodaja i maloprodaja (trgovački centri, zgrade s prodavnicama),
7) ostale nestambene zgrade koje se griju na temperaturu +18^{0}C ili višu (npr. zgrade za promet i komunikacije, terminali, postaje, zgrade za promet, pošte, telekomunikacijske zgrade, zgrade za kulturno-umjetničku djelatnost i zabavu, muzeji i knjižnice i slično).

Objekat koji je predmet energijskog audita svrstan je u kategoriju: ostale nestambene zgrade koje se griju na temperaturu +18^{0}C ili višu (muzeji).

Druge zgrade koje se griju na temperaturu +18 °C ili višu							
Energijski razred	$Q_{H,nd,rel}$ [%]	Sjever, Θe,mj,min ≤ 3 °C Q"H,nd; [kWh/(m^{2}a)]			Jug, Θe,mj,min > 3 °C Q"H,nd; [kWh/(m^{2}a)]		
		$f_0 \leq 0,20$	$0,20 < f_0 < 1,05$	$f_0 \geq 1,05$	$f_0 \leq 0,20$	$0,20 < f_0 < 1,05$	$f_0 \geq 1,05$
A+	≤ 30	≤14	≤ (10,88+15,42*f0)	≤27	≤10	≤ (8,15+8,52*f0)	≤17
A	≤ 50	≤23	≤ (18,4+25,7*f0)	≤45	≤16	≤ (13,58+14,2*f0)	≤29
B	≤ 100	≤47	≤ (36,28 + 51,41*f0)	≤90	≤32,85	≤ (27,17 + 28,41*f0)	≤57
C	≤ 200	≤93	≤ (72,56+102,82*f0)	≤181	≤66	≤ (54,34+56,82*f0)	≤114
D	≤ 300	≤140	≤ (108,84+154,23*f0)	≤271	≤99	≤ (81,51+85,23*f0)	≤171
E	≤ 375	≤175	≤ (136,05+192,78*f0)	≤338	≤123	≤ (101,88+106,53*f0)	≤214
F	≤ 450	≤210	≤ (163,26+231,34*f0)	≤406	≤148	≤ (122,26+127,84*f0)	≤257
G	> 450	>210	> (163,26+231,34*f0)	>406	>148	> (122,26+127,84*f0)	>257

Slika 29: Energijski razred nestambenih zgrada – ostale nestambene zgrade koje se griju na temperaturu +18^{0}C ili višu

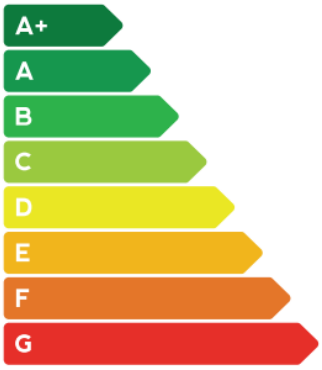
Energijski razred zgrade je pokazatelj energijskih svojstava zgrade. Izražen je preko relativne vrijednosti specifične godišnje potrošnje toplotne energije za grijanje [%], i predstavlja odnos specifične godišnje potrebne toplotne energije za referentne klimatske podatke $Q''_{H,nd,ref}$ [kWh/m^{2}god]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

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

$$Q"_{H,nd,rel} = \frac{179,80}{70,72} * 100\% = 254\%$$

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 43: Energijski razred objekta za trenutno stanje

Energijski razred	Q"H,nd,rel = 254 %	
	≤ 30 ≤ 50 ≤ 100 ≤ 200 ≤ 300 ≤ 375 ≤ 450 >450	D

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

Tabela 44: Energijska karakteristika objekta za trenutno stanje, te stanje po pojedinim scenarijima

	Trenutno stanje	S1	S2	S3
Specifična godišnja potrebna toplotna energija $Q"_{H,nd,ref}$ (kWh/m^2 god)	179,80	56,97	56,97	56,97
Relativna vrijednost specifične godišnje potrošnje toplotne energije $Q"_{H,nd,rel}$ (%)	254%	81%	81%	81%
Energijski razred (A^+ : G)	D	B	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, S2 i S3 bio energijski povoljan 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 projektnu temperaturu. Sa druge strane, za potrebu izrade energijskog certifikata 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 predloženih mjera

- ***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 predloženih mjera

PROCJENA INVESTICIONIH ULAGANJA
Zgrada JU Zavičajni muzej Travnik
OPĆI UVJETI ZA RADOVE OBUHVAĆENE PREDMJEROM I PREDRAČUNOM RADOVA

OPĆI UVJETI ZA RADOVE OBUHVAĆENE PREDMJEROM I PREDRAČUNOM RADOVA

1. Sastav građevinskih dijelova objekta određen je iz tehničke dokumentacije, vizualnim pregledom objekta te na osnovu perioda građenja kao i na osnovu prikupljenih podataka od uposlenih djelatnika.

2. Iskazane količine u troškovniku proizlaze iz dimenzija određenih vizualnim pregledom i mjerenjem objekta.

3. Prije izvedbe potrebno je izvršiti detaljan uvid na licu mjesta te utvrditi slojeve konstrukcije vizualnim ispitivanjem i otvaranjem konstrukcija koje se rekonstruiraju.

4. Troškovnik je ogledni, stoga opisi radova iz pojedinih stavki troškovnika mogu biti nepotrebni, odnosno isto tako mogu nedostajati, ovisno o složenosti pročelja.

5. Za određivanje detaljnijeg i tačnijeg proračuna količina radova za provođenje mjera energetske efikasnosti te tačnije ukupne vrijednosti investicije, potrebno je izraditi investicijsko-tehničku dokumentaciju na razini glavnog projekta.

6. Prije početka radova izvođač je dužan obići i pregledati građevinu zbog ocjene njezinog građevinskog stanja, radova obuhvaćenih troškovnikom, uvjeta organizacije gradilišta, načina i mogućnosti pristupa građevini, mogućnosti zauzimanja javne površine, postave skele, osiguranja ulaza u građevinu i sl. te kontrolirati sve mjere koje su mu potrebne za izvedbu.

7. Ako se ustanove bitne razlike u mjerama, veće promjene ili neki nedostaci koji bi mogli utjecati na izvedbu radova, izvođač je dužan o tome pravodobno obavijestiti investitora i pismeno zatražiti njegove daljnje upute, te ne započeti s radovima dok se ne uklone uočeni nedostaci. Odstupanje od konačno odobrenih nacrta dozvoljeno je na temelju pismenog odobrenja projektanta uz suglasnost investitora, a kod većih odstupanja na temelju novog odobrenog projekta.

8. Pojedine stavke ovog troškovnika investitor i projektant imaju pravo prije početka radova izmijeniti ili dopuniti kroz troškovnik, sheme i detalje koji čine jednu cjelinu, a međusobno se nadopunjuju. Promjene pojedinih stavki ili detalja moguće je samo uz prethodno odobrenje projektanta i/ili nadzornog inženjera.

9. Davanjem ponude izvođač se obvezuje da će pravovremeno nabaviti sav materijal opisan u pojedinim stavkama troškovnika. U slučaju nemogućnosti nabave opisanog materijala tijekom izvođenja radova, za svaku će se izmjenu prikupiti ponude i u prisutnosti investitora i nadzornog inženjera odabrati najpovoljnija.

10. Materijali, proizvodi, oprema i radovi moraju biti izrađeni u skladu s važećim normama i tehničkim propisima.
    Ukoliko se upotrebljava materijal za koji ne postoji odgovarajući standard, njegovu kvalitetu treba dokazati atestima.

OPĆI UVJETI ZA RADOVE OBUHVAĆENE PREDMJEROM I PREDRAČUNOM RADOVA

11. Ukoliko je tekst pojedinih stavki nepotpun ili nejasan, kod nuđenja, izvedbe i obračuna je mjerodavno uputstvo proizvođača.

12. Sva oštećenja nastala tijekom građenja na vlastitim ili tuđim radovima otkloniti će izvođač o svom trošku.

13. Jedinične cijene trebaju uključivati: materijalne troškove, tj. nabavnu cijenu materijala uvećanu za visinu cijene transporta (utovar, prijevoz, istovar i skladištenje na gradilištu). Skladištenje treba provesti na način da materijal bude osiguran od vlaženja i lomova, jer samo neoštećen i kvalitetan materijal smije biti ugrađen. Rad obuhvaća, osim onog opisanog u troškovniku, još i prijenose, prijevoze, dizanje, utovar i istovar materijala, zaštićivanje od štetnih atmosferskih utjecaja, sve pomoćne radove kao: sakupljanje rasutog materijala, održavanje čistoće gradilišta, čišćenje zgrade za vrijeme i nakon gradnje i sl.
    U cijenu treba uključiti i ispitivanja materijala i sve troškove u vezi sa dobavljanjem potrebnih atesta.
    Sve potrebne zaštitne konstrukcije i skele obračunavaju se posebno.
    Skela mora biti na vrijeme postavljena kako ne bi nastao zastoj u radu. Pod pojmom skela podrazumijeva se i prilaz istoj, te ograda. Skele moraju biti izvedene u skladu sa propisima.

14. Izvođač će čistiti gradilište tokom građenja, a na kraju će izvesti sva fina čišćenja zidova, podova, vrata, prozora, stijena, stakala i dr. što se neće posebno opisivati niti naplaćivati.

15. Nakon naplate okončane situacije izvođač će predati građevinu investitoru ili po investitoru određenom korisniku.

PROCJENA INVESTICIONIH ULAGANJA

Zgrada JU Zavičajni muzej Travnik

TERMOIZOLACIJA VANJSKIH ZIDOVA

GRAĐEVINSKO - ZANATSKI RADOVI

R.br	Vrsta rada	Jed. mj.	Količina	Jed. cijena /KM/	Ukup. cijena /KM/
	Sastav građevinskih dijelova objekta određen je vizualnim pregledom objekta te na osnovu perioda građenja kao i na osnovu prikupljenih podataka od vlasnika objekta. Sve radove treba izvesti isključivo po uputama proizvođača ponuđenog fasadnog sistema, koristeći materijale, alate i način izvođenja po tehnologiji proizvođača slojeva fasade i u skladu sa pravilima struke i pravilima sistema ETICS prilagođenih sanaciji fasade. Prije postupka izvođenja radova, mjere uzeti na objektu i usaglasiti detalje sa projektantom.				
1.	**PRIPREMNI RADOVI**				
1.1.	Nabavka i montaža fasadne skele. Svi radovi oko postave, razne preinake (prepravci), demontaža i odvoz fasadne skele uključeni su u jediničnu cijenu. Skelu treba postaviti tako de se nesmetano može pristupiti svim fasadnim elementima i krovištu. U površinu uračunata dužina jedne šire i uže strane objekta, s obzirom da će se radovi vršiti etapno. Širina skele je 80 do 90 cm, a montira se na nužnoj udaljenosti od fasade za nesmetano odvijanje radova. Skela mora biti propisno popođena i ukrućena prema svim važećim propisima zaštite na radu i važećim standardima, a sigurna za sve prolaznike. Skela mora biti opremljena zaštitnom mrežom, penjalicama te zaštitnim krovom na gornjoj etaži radi kontinuirane izvedbe radova. Visina skele za 1 m viša od vijenca. Sva eventualna oštećenja nastala uslijed vezivanja skele na građevinu izvođač je dužan otkloniti o svom trošku. Skelu prima i preko dnevnika daje dozvolu za upotrebu statičar. Sve u skladu sa važećim propisima ZNR. Koristi se za vrijeme trajanja radova. U cijenu skele uračunata je izrada projekta skele, revidiranog i ovjerenog sa aspekta zaštite na radu i zaštite od požara, koji se prije početka radova treba dostaviti na saglasnost nadležnoj općinskoj službi i nadzornom organu. Obračun po m^2.	m^2	500,00	4,50	2.250,00
1.2.	Obijanje postojećeg završnog maltera i ostalih završnih obloga na fasadi objekta, nabavka materijala i malterisanje fasade na mjestima obijenog maltera. Sve sa svim predradnjama i radnjama, spojnim sredstvima i materijalom potrebnim za ovu vrstu radova. U cijenu uračunati i odvoz šuta na deponiju. Skela uračunata u stavci 1.1. pripremnih radova. Obračun po m^2.	m^2	949,65	1,75	1.661,89

R.br	Vrsta rada	Jed. mj.	Količina	Jed. cijena /KM/	Ukup. cijena /KM/
1.3.	Demontaža postojećih vertikalnih oluka, sve zajedno sa pričvrsnim elementima (obujmicama). U cijenu uračunati i odvoz vertikalnih oluka na deponiju. Skela uračunata u stavci 1.1. pripremnih radova. Obračun po m'.	m'	130,00	2,00	260,00
1.4.	Prije uklanjanja završnog maltera na fasadi, potrebno je izvršiti privremenu demontažu i izmještanje natpisnih ploča i pločica sa adresom, kablova, svjetiljki vanjske rasvjete, vanjskih jedinica klime, postolja za zastave, gromobranskih instalacija, nadzornih kamera i slično sa fasade cijelog objekta, kako bi se na fasadu mogao postaviti fasadni kompozitni toplinski sistem - ETICS. Jediničnom cijenom predvidjeti i njihovo vraćanje na prvobitno mjesto, kao i eventualno potrebne nove nosače, a uzimajući u obzir promjenu debljine fasade. Obračun po kompletu.	kpl	1,00	1.500,00	1.500,00
	UKUPNO PRIPREMNI RADOVI				**5.671,89**
2.	**SISTEM KONTAKTNE FASADE**				
2.1.	**SISTEM KONTAKTNE FASADE sa EPS-om** Nabavka materijala, izrada i ugradnja vanjskog kompozitnog toplinskog fasadnog sistema (ETICS) na svim dijelovima fasade objekta (vanjski zid Vz-01) zajedno sa završnim slojem zaštitno dekorativne silikatne fasade zaribane teksture. U cijenu je potrebno uračunati dobavu materijala, te izradu fasade prema uputama proizvođača. Obraditi pažnju na detalje fasade. Provjera ravnosti zidne površine i ukoliko su odstupanja veća od 1,0 cm na 4 m, potrebno je žbukanjem izravnati neravnine, zatim nanijeti polimerno-cementno ljepilo u debljini sloja od 0,5 cm, te ljepljenje ploča od ekspandiranog polistirena hrapave površine. EPS ploče moraju pored ljepljenja biti pričvršćene tiplama sa vijcima, i to min 6 kom/m2, koji ulaze u nosivu konstrukciju min 5 cm. Na postavljenu termoizolaciju se nanosi polimerno-cementno ljepilo u koje utiskujemo tekstilno-staklenu mrežicu alkalno otpornu sa preklopima od 1cm, koja se pregletava drugim slojem polimerno-cementnog ljepila. Nakon sušenja od cca. 5-7 dana, a prije izvođenja završnog sloja potrebno je nanijeti impregnirajući sloj. kao završni sloj preporučuje se mineralni, silikatni ili silikonski min. 2 mm strukture zrna.				

R.br	Vrsta rada	Jed. mj.	Količina	Jed. cijena /KM/	Ukup. cijena /KM/
	Slojevi fasade: - polimerno cementno ljepilo 0,5 cm, **- ekspandirani polistiren EPS - 10,00 cm,** - polimerno cementno ljepilo 0,3 cm, - tekstilno staklena mrežica, - polimerno cementno ljepilo 0,2 cm, - impregnirajući predpremaz, - završni dekorativni sloj. Obračun po m^2	m^2	818,85	47,00	38.485,95
2.2.	**SISTEM KONTAKTNE FASADE sa XPS-om** Izvedba tankoslojnog kontaktnog sistema termo fasade u području podnožja zidova gdje je veće opterećenje vlagom (vanjski zidovi negrijanog podruma), prosječne visine od 100,00 cm (u zavisnosti od visine postojećeg sokla). U cijenu je potrebno uračunati dobavu materijala, te izradu fasade prema uputama proizvođača. Provjera ravnosti zidne površine i ukoliko su odstupanja veća od 1,0 cm na 4 m, potrebno je žbukanjem izravnati neravnine, zatim nanijeti hidroizolirajuće bitumensko ljepilo u debljini sloja od 0,5 cm, te ljepljenje ploča od ekstrudiranog polistirena hrapave površine. Na postavljene ploče ekstrudiranog polistirena se nanosi bitumensko ljepilo u koje utiskujemo tekstilno-staklenu mrežicu alkalno otpornu sa preklopima od 1 cm, koja se pregletava drugim slojem bitumenskog ljepila. Nakon sušenja od cca. 5-7 dana, a prije izvođenja završnog sloja potrebno je nanijeti impregnirajući sloj. Kao završni sloj postavlja se kulirplast. Slojevi fasade: - hidroizolirajuće bitumensko ljepilo 0, 5 cm, **- ekstrudirani polistiren XPS - 5,00 cm,** - hidroizolirajuće bitumensko ljepilo 0,3 cm, - tekstilno staklena mrežica, - hidroizolirajuće bitumensko ljepilo 0,2 cm, - impregnirajući predpremaz, - završni dekorativni sloj (kulir). Obračun po m^2	m^2	130,80	51,30	6.710,04

R.br	Vrsta rada	Jed. mj.	Količina	Jed. cijena /KM/	Ukup. cijena /KM/
2.3.	**OBRADA ŠPALETNI** Nabavka materijala, transport i obrada špaletni po sistemu ''kontaktne fasade'' tehničkih karakteristika iste, uključujući toplotnu izolaciju debljine d=3 cm, širina špaletni 20-30 cm. Na kontaktu fasade sa prozorskim otvorima, koristiti samoljepljivi špaletni PVC profil sa elastičnom vodootpornom trakom-APU lajsne. Na svim špaletnama iznad otvora postaviti tipske okapne profile. Radove je potrebno izvoditi prema uputstvu i tipskim detaljima proizvođača sistema.				
	Obračun po m'	m'	332,00	15,00	4.980,00
	UKUPNO FASADERSKI RADOVI-KOMPAKTNA TERMO FASADA				**50.175,99**
3.	**LIMARSKI RADOVI**				
3.1.	Nabavka i ugradnja vanjske tipske klupice od plastificiranog lima sa tipskim završnim elementima uz vanjske zidove na postojećim prozorima koji se neće mijenjati. Širina klupice do 20 cm. Klupice moraju biti postavljene tako da budu najmanje 3 cm udaljene od ruba novopostavljene fasade.				
	Obračun po m'	m'	80,50	15,00	1.207,50
3.2.	Nabavka i ugradnja novih vertikalnih oluka sve zajedno sa novim pričvrsnim elementima (obujmicama i nosačima) prilagođenim novoj termoizolacionoj fasadi.				
	Obračun po m'	m'	130,00	20,00	2.600,00
	UKUPNO LIMARSKI RADOVI				**3.807,50**

REKAPITULACIJA:

PRIPREMNI RADOVI	5.671,89
SISTEM KONTAKTNE FASADE	50.175,99
LIMARSKI RADOVI	3.807,50
CIJENA BEZ PDV-a	**59.655,38**
PDV-17%	**10.141,41**
CIJENA SA PDV-om	**69.796,79**
NEPREDVIĐENI RADOVI-5%	**3.489,84**
UKUPNA CIJENA SA PDV-om	**73.286,63**

PROCJENA INVESTICIONIH ULAGANJA
Zgrada JU Zavičajni muzej Travnik
IZOLATERSKI RADOVI - RAVNI KROV
GRAĐEVINSKO - ZANATSKI RADOVI

R.br	Vrsta rada	Jed. mj.	Količina	Jed. cijena /KM/	Ukup. cijena /KM/
	Prije izvedbe potrebno je izvršiti detaljan uvid na licu mjesta te utvrditi slojeve konstrukcije vizualnim ispitivanjem i otvaranjem konstrukcija koje se rekonstruiraju.				
1.	**PRIPREMNI RADOVI - RADOVI DEMONTAŽE**				
1.1.	Skidanje postojećih slojeva sa ravnog prohodnog krova K-01 iznad dijelova objekta prizemne spratnosti (južno i sjeverno krilo muzeja) sve do nagibnog betona, uključujući i gromobranske instalacije i horizontalne oluke. Sve sa svim potrebnim predradnjama za ovu vrstu radova. Obračun po kompletu.	kpl	1,00	1.000,00	1.000,00
1.2.	Skidanje postojećih slojeva sa ravnog neprohodnog drvenog krova K-02 sve do daščanog pokova (skidanje Al lima i drvenih letvi), uključujući i gromobranske instalacije i horizontalne oluke. Sve sa svim potrebnim predradnjama za ovu vrstu radova. Obračun po kompletu.	kpl	1,00	1.000,00	1.000,00
	UKUPNO PRIPREMNI RADOVI - RADOVI DEMONTAŽE				**2.000,00**
2.	**POSTAVLJANJE TERMOIZOLACIJE STROPA I RAVNOG KROVA**				
2.1.	Nabavka materijala, transport i ugradnja slojeva ravnog prohodnog krova K-01 koji se sastoji od: - PVC folije (parne brane) koja se postavlja na postojeći sloj nagibnog betona; spojeve preklopiti za 10,00 cm i zalijepiti univerzalnom ljepljivom trakom; - termoizolacije na ravnom prohodnom krovu od ekstrudiranog polistirena XPS debljine 15,00 cm, duplo falcovani, tijesno polagan; stavka se odnosi i na obradu atika, te podizanje uz zidove termoizolacije; - razdjelni sloj geotekstila 300 gr/m2 preko postavljene XPS termoizolacije; - novi sloj hidroizolacije ravnog prohodnog krova sa SBS bitumenskom trakom sa uloškom od poliesterskog filca, debljine 4,00 mm; izolacija se radi u 3 sloja; - završni zaštitni sloj od betonskih ploča debljine 4,00 cm koje se polažu na sloj šljunka debljine 3,00 cm. Obračun po m^2.	m^2	216,30	102,55	22.181,57

R.br	Vrsta rada	Jed. mj.	Količina	Jed. cijena /KM/	Ukup. cijena /KM/
2.2.	Nabavka materijala, transport i ugradnja slojeva ravnog neprohodnog krova (K-02) koji se sastoje od: - PVC folije (parne brane) koja se postavlja direktno na daščani pokov; spojeve preklopiti za 10,00 cm i zalijepiti univerzalnom ljepljivom trakom; - termoizolacije na ravnom neprohodnom krovu od ekstrudiranog polistirena (XPS) debljine 15,00 cm, duplo falcovani, tijesno polagan; - razdjelni sloj geotekstila 300 gr/m^2 preko postavljene XPS termoizolacije; - novi sloj hidroizolacije ravnog neprohodnog krova sa SBS bitumenskom trakom sa uloškom od poliesterskog filca, debljine 4,00 mm; izolacija se radi u 3 sloja; - nabavka i ugradnja drvenih letvi i kontraletvi 3/5 cm za zračni kanal; - nabavka materijala, radionička izrada i montaža krovnog, samouklapajućeg Al trapezastog lima debljine 0,50 cm, koji je potrebno izvesti u nagibu, preko drvenih letvi čime se osigurava ventilacija. Stavka obuhvaća sav potreban rad i materijal, transport istog do mjesta izvođenja.				
	Obračun po m^2.	m^2	201,43	81,20	16.356,12
	UKUPNO POSTAVKA TERMOIZOLACIJE RAVNOG KROVA				**38.537,68**
3.	**LIMARSKI RADOVI**				
3.1.	Nabavka, krojenje i ugradnja limene okapnice i opšava na ravnim krovovima objekta od čeličnog, plastificiranog bojenog lima debljine 0,55 mm. Stavka se odnosi i na elemente potrebne za rješenje odvodnje oborinske vode na ravnim krovovima - horizontalni oluci.				
	Obračun po kompletu.	kpl	1,00	4.000,00	4.000,00
	UKUPNO LIMARSKI RADOVI				**4.000,00**

REKAPITULACIJA:

PRIPREMNI RADOVI - RADOVI DEMONTAŽE	2.000,00
POSTAVLJANJE TERMOIZOLACIJE STROPA I RAVNOG KROVA	38.537,68
LIMARSKI RADOVI	4.000,00
CIJENA BEZ PDV-a	**40.537,68**
PDV-17%	**6.891,41**
CIJENA SA PDV-om	**47.429,09**
NEPREDVIĐENI RADOVI-5%	**2.371,45**
UKUPNA CIJENA SA PDV-om	**49.800,54**

PROCJENA INVESTICIONIH ULAGANJA
Zgrada JU Zavičajni muzej Travnik
MAŠINSKE INSTALACIJE
PROCJENA RADOVA

Red Br.	Vrsta rada	Jed. Mj.	Količina	Jed. cijena /KM/	Ukup. cijena /KM/
	Prije same realizacije instalacije sistema grijanja potrebno je uraditi projekat sistema grijanja od ovlaštenog projektanta u skladu sa zahtjevima investitora.				
	1. MAŠINSKE INSTALACIJE				
1.1.	**UGRADNJA KALORIMETRA**				
	Nabavka i ugradnja kalorimetra	kom	1,00	3.003,42	3.003,42
1.2.	**UGRADNJA VENTILA SA TERMOSTATSKOM GLAVOM**				
	Ugradnja ventila sa termostatskom glavom	kom	34,00	51,28	1.743,59
1.3.	**ZAMJENA DIJELA GRIJNIH TIJELA**				
	Radijator tip 22 600-600	kom	5,00	73,84	369,20
	Radijator tip 22 600-800	kom	2,00	90,41	180,82
	Radijator tip 22 600-1000	kom	5,00	106,32	531,60
	Radijator tip 22 600-1200	kom	1,00	123,72	123,72
	Radijator tip 22 600-1600	kom	2,00	159,17	318,34
	UKUPNO				1.523,68

REKAPITULACIJA:

UGRADNJA KALORIMETRA	3.003,42
UGRADNJA VENTILA SA TERMOSTATSKOM GLAVOM	1.743,59
ZAMJENA DIJELA GRIJNIH TIJELA	1.523,68
UKUPNA CIJENA BEZ PDV-a	**6.270,69**
PDV-17%	**1.066,02**
UKUPNA CIJENA SA PDV-om	**7.336,71**

PROCJENA INVESTICIONIH ULAGANJA
Zgrada JU Zavičajni muzej Travnik
ELEKTRO INSTALACIJE
PROCJENA RADOVA

Red Br.	Vrsta rada	Jed. Mj.	Količina	Jed. cijena /KM/	Ukup. cijena /KM/
	1.ELEKTRO INSTALACIJE				
1.1.	**ZAMJENA RASVJETNIH TIJELA**				
	Demontaža postojećih fluokompaktnih cijevi i sijalica sa žarnom niti. Nabavka isporuka i ugradnja LED cijevi i LED sijalica. Ugradnja LED cijevi snage 9 W i 18 W kao zamjena postojećim fluo-cijevima snage 18 i 36 W, respektivno. Postojeće sijalice sa žarnom niti snage 75 W mijenjaju se LED sijalicama snage 10 W.				
	LED cijev 9 W	kom	12,00	6,67	80,00
	LED cijev 18 W	kom	247,00	8,38	2.068,89
	LED sijalica 10 W	kom	7,00	3,16	22,14
	REKAPITULACIJA:				
	ZAMJENA RASVJETNIH TIJELA				2.171,02
	UKUPNA CIJENA BEZ PDV-a				**2.171,02**
	PDV-17%				**369,07**
	UKUPNA CIJENA SA PDV-om				**2.540,10**

PROCJENA INVESTICIONIH ULAGANJA
Zgrada JU Zavičajni muzej Travnik

REKAPITULACIJA EE MJERA	
TERMOIZOLACIJA VANJSKIH ZIDOVA	
CIJENA BEZ PDV-a	**59.655,38**
PDV-17%	**10.141,41**
CIJENA SA PDV-om	**69.796,79**
NEPREDVIĐENI RADOVI-5%	**3.489,84**
UKUPNA CIJENA SA PDV-om	**73.286,63**
TERMOIZOLACIJA RAVNOG KROVA	
CIJENA BEZ PDV-a	**40.537,68**
PDV-17%	**6.891,41**
CIJENA SA PDV-om	**47.429,09**
NEPREDVIĐENI RADOVI-5%	**2.371,45**
UKUPNA CIJENA SA PDV-om	**49.800,54**
MAŠINSKE INSTALACIJE - UGRADNJA KALORIMETRA, TERMOSTATSKIH VENTILA I ZAMJENA DIJELA GRIJNIH TIJELA	
UKUPNA CIJENA BEZ PDV-a	**6.270,69**
PDV-17%	**1.066,02**
UKUPNA CIJENA SA PDV-om	**7.336,71**
ELEKTRO INSTALACIJE - ZAMJENA RASVJETNIH TIJELA	
UKUPNA CIJENA BEZ PDV-a	**2.171,02**
PDV-17%	**369,07**
UKUPNA CIJENA SA PDV-om	**2.540,10**
UKUPNO - Zgrada JU Zavičajni muzej Travnik	**132.963,98**