



CZECH REPUBLIC
DEVELOPMENT COOPERATION



STVARANJE I JAČANJE KAPACITETA JEDINICA LOKALNE SAMOUPRAVE U OBLASTI POSLOVNIH MODELA DRVNE BIOMASE

Konverzija grijanja osnovne škole „Treštenica“
s mrkog uglja na drvnu biomasu

Sarajevo, decembar 2018.



Ova studija je pripremljena u okviru projekta „Zapošljavanje i sigurno snabdijevanje energijom korištenjem biomase u Bosni i Hercegovini“ koji finansira Češka Republika, a koji provodi Razvojni program Ujedinjenih nacija (UNDP) u BiH. Sadržaj ove studije ne odražava nužno stajališta donatora, partnera ili UNDP-a.

SADRŽAJ

SADRŽAJ	2
POPIS TABELA.....	3
POPIS SLIKA	4
1 UVOD	5
2 ANALIZA ENERGETSKIH KARAKTERISTIKA OBJEKTA.....	7
2.1 Opšti dio	7
2.2 Analiza toplotnih karakteristika omotača	8
2.2.1 Vanjski zidovi	8
2.2.2 Prozori i vrata	11
2.2.3 Krovovi.....	13
2.2.4 Podovi.....	15
2.3 Analiza energetskih karakteristika sistema grijanja	16
2.3.1 Grijna tijela	16
2.3.2 Cijevna mreža	18
2.3.3 Instalacije kotlovnice.....	19
3 ANALIZA ENERGETSKIH TROŠKOVA	22
3.1 Potrošnja energenata	22
3.1.1 Potrošnja električne energije	22
3.1.2 Potrošnja toplotne energije	22
3.2 Analiza potrošnje električne energije.....	23
3.3 Analiza potrošnje toplotne energije.....	25
3.4 Analiza indikatora potrošnje energije i njenih troškova.....	26
4 PRORAČUN TOPLOTNIH POTREBA OBJEKTA	27
4.1 Proračun toplotnih gubitaka objekta	27
4.2 Proračun toplotne energije potrebne objektu	27
4.3 Potrošnja energije u svrhu grijanja	28
5 ZAMJENA ENERGENATA.....	29
5.1 Analiza ekonomskih efekata	29
5.2 Analiza okolinskih efekata	31
6 UPRAVLJANJE ENERGIJOM UNUTAR OBJEKTA	34
7 ZAKLJUČNA RAZMATRANJA	35
8 PRILOZI.....	36

POPIS TABELA

Tabela 1:	Osnovni podaci o objektu	8
Tabela 2:	Raspored grijanja objekta	8
Tabela 3:	Arhitektonski podaci o objektu	8
Tabela 4:	Konstrukcija zidova objekta	9
Tabela 5:	Površine i orijentacija zidova glavnog školskog objekta	9
Tabela 6:	Površine i orijentacije zidova glavnog školskog objekta	10
Tabela 7:	Površina dvorane	10
Tabela 8:	Konstrukcija zidova dvorane	10
Tabela 9:	Površine i orijentacije zidova dvorane	11
Tabela 10:	Površine i karakteristike prozora i vrata objekta	11
Tabela 11:	Površine prozora glavnog školskog objekta	12
Tabela 12:	Površine i karakteristike vrata na objektu	12
Tabela 13:	Površina vrata na glavnom školskom objektu	12
Tabela 14:	Površine prozora na dvorani	13
Tabela 15:	Krovne konstrukcije	14
Tabela 16:	Površine krovova glavnog školskog objekta	14
Tabela 17:	Površina krova dvorane	14
Tabela 18:	Podna konstrukcija	15
Tabela 19:	Površine podova glavnog školskog objekta	16
Tabela 20:	Površine poda u fiskulturnoj dvorani	16
Tabela 21:	Sistem grijanja objekta	20
Tabela 22:	Potrošnja električne energije u objektu za period 2015 - 2017	22
Tabela 23:	Potrošnja uglja i toplotne energije uglja u objektu za period 2015-2017	23
Tabela 24:	Toplotni gubici objekta prema stvarnim klimatskim uslovima u trenutnim stanju	27
Tabela 25:	Potrebna toplotna energija za grijanje objekta prema stvarnim klimatskim uslovima u trenutnom stanju	27
Tabela 26:	Finalna energija svedena na nivo energije potrebne objektu za period 2015 – 2017	28
Tabela 27:	Analiza isplativosti ugradnje kotla na biomasu	30
Tabela 28:	Analiza isplativosti ugradnje kotla na biomasu uz postizanje projektnih parametara u trenutnom stanju	31
Tabela 29:	Smanjenje emisije CO ₂	32
Tabela 30:	Faktori pretvorbe primarne energije i proizvodnje CO ₂	33

POPIS SLIKA

Slika 1:	Osnovna škola „Treštenica“	7
Slika 2:	Lokacija objekta	7
Slika 3:	Sjeveroistočna fasada (lijevo) i južna fasada glavnog objekta (desno)	9
Slika 4:	Zapadna fasada glavnog objekta	9
Slika 5:	Istočna fasada (lijevo) i južna fasada glavnog objekta (desno)	9
Slika 6:	Istočna fasada (lijevo) i sjeverna fasada fiskulturne dvorane (desno)	10
Slika 7:	Zapadna fasada fiskulturne dvorane (lijevo) i spremište za ugalj uz južnu stranu fiskulturne dvorane (desno)	10
Slika 8:	Prozori na glavnom školskom objektu	11
Slika 9:	Izgled prozora na glavnom školskom objektu	11
Slika 10:	Ulaz u glavni školski objekat	12
Slika 11:	Prozori na dvorani i njihova oštećenja	13
Slika 12:	Kosi krov glavnog školskog objekta	14
Slika 13:	Kosi krov dvorane	14
Slika 14:	Pod glavnog objekta	15
Slika 15:	Pod u dvorani	15
Slika 16:	Prikaz radijatora instaliranih u učionicama	16
Slika 17:	Prikaz radijatora montiranih pored staklenih površina (lijevo) i u prostoru sanitarija (desno)	17
Slika 18:	Prikaz radijatora u prostoru dvorane	17
Slika 19:	Prikaz električne grijalice	17
Slika 20:	Prikaz neizolovanog cjevovoda	18
Slika 21:	Horizontalni dio cjevovoda (lijevo) i cjevovod kroz dvoranu (desno)	18
Slika 22:	Prikaz regulacionih ventila na grijnim tijelima	18
Slika 23:	Pogled na dio skladišta uglja (lijevo) i kotao (desno)	19
Slika 24:	Lokacija kotlovnice (lijevo) i spremište za mrki ugalj (desno)	19
Slika 25:	Prikaz dimnjaka	19
Slika 26:	Prikaz kotla (lijevo) i cirkulacionih pumpi (desno)	20
Slika 27:	Sistem za izvlačenje pepela	20
Slika 28:	Potrošnja mrkog uglja za grijanje objekta i troškovi za isti u periodu 2015 -2017	23
Slika 29:	Pregled ukupne potrošnje i troškova električne energije u objektu u toku 2016. godine	23
Slika 30:	Pregled ukupne potrošnje i troškova električne energije u objektu u toku 2017. godine	24
Slika 31:	Pregled ukupne potrošnje i troškova električne energije u objektu do osmog mjeseca 2018. godine	24
Slika 32:	Potrošnja električne energije u periodu 2016 – 2018	25
Slika 33:	Ukupni troškovi i troškovi po kWh u periodu 2016 - 2018	25
Slika 34:	Efekt staklene bašte	31

1 UVOD

Od 2009. godine, portfolio UNDP-a za energiju i okoliš u BiH uključuje nekoliko projekata koji doprinose ekološki održivom razvoju i korištenju prirodnih resursa. Projekat „Zapošljavanje i sigurno snabdijevanje energijom korištenjem biomase u BiH“, koji finansira Češka Republika, ima za cilj daljnje jačanje i poboljšanje energetske sigurnosti ruralnih zajednica u cijeloj zemlji, uz poticanje razvoja preduzeća za obradu lokalno dostupne drvene biomase i uspostavljanje održivih partnerstava koja doprinose ekonomskom razvoju mikroregija.

Projektne aktivnosti mogu se grupisati u tri međusobno povezane komponente:

- (1) Razvoj politika za održivo korištenje drvene biomase u Bosni i Hercegovini;
- (2) Unapređenje dostupnosti i kvalitete drvene biomase kao energenta za potrebe grijanja kao rezultat usvajanja i korištenja savremenih metoda prerade drvene biomase;
- (3) Kreiranje poslovnih modela i finansijskih mehanizama za ulaganja u infrastrukturne projekte iz oblasti drvene biomase/provedba pilot projekata zamjene fosilnih goriva drvnom biomasom

Ovaj je projekat direktno povezan sa ciljem održivog razvoja 7 (Pristupačna energija iz čistih izvora), tačnije sa potciljem 7.2 (do 2030. godine značajno povećati udio obnovljivih izvora energije u globalnom energetskom miksu). Nadalje, projekat doprinosi postizanju cilja održivog razvoja 13 (Očuvanje klime) obzirom da odgovorno i održivo upravljanje šumama, koje uključuje i održivo korištenje potencijala drvene biomase, predstavlja jedan od načina za prilagođavanje na klimatske promjene. Konačno, inicijativa je povezana sa ciljem održivog razvoja 15 (Očuvanje života na Zemlji), jer se odnosi na održivo upravljanje šumama kao dominantnim kopnenim ekosistemima u BiH.

Jedna od aktivnosti Projekta je usmjerena na stvaranje i jačanje kapaciteta JLS u oblasti drvene biomase vezanih za: poslovne modele, zakonodavne pretpostavke za implementaciju projekata iz oblasti drvene biomase primjenom ESCO modela, te identifikaciju i iskorištavanje potencijala drvene biomase za proizvodnju energije na nivou JLS. S tim u vezi, angažovana je konsultantska kompanija Enova d.o.o. Sarajevo na provođenju obuke za „Stvaranje i jačanje kapaciteta jedinica lokalne samouprave u oblasti poslovnih modela drvene biomase“ na Projektu „Zapošljavanje i sigurno snabdijevanje energijom korištenjem drvene biomase“.

Metodologija koja je primijenjena za izradu ovog elaborata je uključivala sljedeća tri koraka.

Prvi korak je ulazni dio, u kojem se vršila priprema i organizovanje pregleda objekta. Obavljeni su kontakti i razgovori sa relevantnim osobama.

Drugi korak je bio procesni, u kojem je izvršeno:

- obilazak objekta,
- prikupljanje potrebnih podataka,
- razgovor s relevantnim osobama,
- prikupljanje podataka o utrošenim energentima,
- pregled dostupne tehničke i druge dokumentacije,
- potrebno istraživanje,
- analiza i interpretacija prikupljenih podataka,

- proračun energetskeg i ekonomskog bilansa objekta,
- energetske, ekonomske i ekološke vrednovanje zamjene energenta.

Treći korak je izlazni dio u kojem je dat prijedlog za zamjenu trenutno korištenog energenta sa energentom koji je prihvatljiv sa stanovišta zaštite životne sredine, pri čemu je favorizovana drvena biomasa kao obnovljivi izvor energije zbog svoje dostupnosti u razmatраниh regijama.

2 ANALIZA ENERGETSKIH KARAKTERISTIKA OBJEKTA

2.1 Opšti dio

Javna ustanova osnovna škola „Treštenica“ se nalazi u Treštenici, u blizini Banovića, na adresi Treštenica bb. Lokacija na kojoj se objekat nalazi je u blagom padu, a objekat taj pad prati pa su razlike visina u osnovi premoštene stepeništima. Objekat je spratnosti $\frac{1}{2}P_{pod}+P_{pr}+\frac{1}{2}S$, a osnova mu je jako razuđena. Sprat se nalazi samo iznad južnog krila objekta. Objekat je sagrađen 1982. godine. Fiskulturna sala je pravougaona, spratnosti P. Slika 1 prikazuje objekat, dok slika 2 daje prikaz njegove lokacije.



Slika 1: Osnovna škola „Treštenica“



Slika 2: Lokacija objekta

Škola je od posljedica ratnih djelovanja obnovljena 1996. godine, kada je zgrada okrečena, izvršena zamjena dijela krova na fiskulturnoj Sali, te zamijenjena oštećena stakla. Glavna zgrada je sagrađena kao zidana konstrukcija omeđena AB serklažima sa AB tavanicama. Zidovi su bez termoizolacije. Pristup unutar objekta je organizovan preko glavnog hola u koji se ulazi kroz jedan ulaz, koji ima vjetrobran. Iz glavnog hola se preko stepeništa penje na prvu etažu na južnoj strani, a dio podruma i skloništa služi kao kantina, kuhinja i kabinet tehničkog obrazovanja. Prostori kancelarija i administracije nisu izdvojeni i nalaze se na sjevernoj strani u prizemlju objekta.

Na etaži se nalaze samo učionice za učenike organizovane oko centralnog podužnog hodnika koji ima prirodno osvjetljenje cijelom dužinom.

Fiskulturna dvorana je prizemna, nalazi se na istočnoj strani objekta i ima pristup izvana, te nema vezu sa školskim objektom. Skladište za ogrjev (ugalj) je naslonjeno na fiskulturnu dvoranu sa južne strane, a povezano je preko kotlovnice sa objektom škole na istočnoj strani.

Tabela 1 daje osnovne podatke o objektu, a tabela 2 o njegovom grijanju.

Grad	Banovići	Ulica	Treštenica	Br.	bb
Namjena zgrade		Školski objekat			
Godina izgradnje		1982.	U redovnoj upotrebi od		1983.
Zadnja rekonstrukcija/obnova		1996.			
Orijentacija		SJ/IZ			
Početak grijne sezone		Po potrebi	Kraj		Po potrebi
Vanjska projektna zimska temperatura		-18 °C	Unutrašnja projektna temperatura		20 °C
Odgovorna osoba za rad i održavanje		Mevlida Mujić, direktor			
Troškovi energije, održavanja i obnove		Ministarstvo obrazovanja Tuzlanskog kantona			

Tabela 1: Osnovni podaci o objektu

Raspored	Radni dani	Subota	Nedjelja
Okupiranost objekta	08:00-16:00	-	-
Raspored grijanja (h/dan)	8 h/dan	Samo pumpe kad je vanjska temperatura ispod 0°C	
Periodi grijanja	Od (sati)	Do (sati)	Napomena
- period 1	07:00	13:00	puni kapacitet
- period 2	16:00	18:00	puni kapacitet
Broj osoba koje borave u zgradi	31+169 osoba/dnevno		

Tabela 2: Raspored grijanja objekta

Tabela 3 daje podatke o građevinskim i arhitektonskim karakteristikama objekta.

Ukupna površina poda (m ²)	1.734,34	Grijana površina (m ²)	1.678,91
Ukupna zapremina (m ³)	5.419,80	Grijana zapremina (m ³)	5.246,60
Projicirana površina prizemlja (m ²)	1.169,60	Broj spratova	S +P+1
Obim prizemlja (m)	241,80	Prosječna svjetla visina (m)	3,13

Tabela 3: Arhitektonski podaci o objektu

2.2 Analiza toplotnih karakteristika omotača

Analiza omotača objekta obuhvata analizu vanjskih zidova, prozora, vrata, krova i podova u objektu. Ovi podaci se koriste za proračun toplotnih potreba i gubitaka objekta.

2.2.1 Vanjski zidovi

Školski objekat

Konstruktivni sistem glavne zgrade škole je zidana konstrukcija omeđena sa horizontalnim i vertikalni serklažima. Zidovi su od opeke, betonske kocke debljine 25 cm, sa vanjske strane obloženi heraklit pločama debljine 2 cm. Zidovi su u lošem stanju i vidljiva su oštećenja nastala od uticaja atmosferilija. Kako su ugrađeni drveni prozori koji ne zaptivaju dobro zbog rasušivanja okvira, javljaju se oštećenja na spoju sa zidovima. Objekat ima podrum/sklonište, koji se grije, a nalazi se ispod učionica u prizemlju na jugozapadnoj strani školskog objekta i služe kao kuhinja, kantina i kabinet tehničkog obrazovanja.

Slika 3, slika 4 i slika 5 prikazuju fasadu objekta sa različitih strana.



Slika 3: Sjeveroistočna fasada (lijevo) i južna fasada glavnog objekta (desno)



Slika 4: Zapadna fasada glavnog objekta



Slika 5: Istočna fasada (lijevo) i južna fasada glavnog objekta (desno)

Tabela 4 daje podatke o građevinskim i arhitektonskim karakteristikama glavnog školskog objekta, dok detaljne podatke o sastavu i orijentaciji zidova daju tabela 5 i tabela 6, respektivno.

Ukupna površina poda (m ²)	1.460,44	Grijana površina (m ²)	1.405,01
Ukupna zapremina (m ³)	3.931,38	Grijana zapremina (m ³)	3.758,18
Projicirana površina prizemlja	895,70	Broj spratova	S +P+1
Obim prizemlja	164,90	Prosječna svjetla visina (m)	2,67

Tabela 4: Konstrukcija zidova objekta

Opća procjena postojećeg stanja			loše
Ukupna površina (m ²)	572,12	Prosječna U vrijednost (W/m ² K)	2,00
Konstrukcija	Sastav	Izolacija	U (W/m ² K)
Konstrukcija Z1	Produžni malter 1,0 cm Opeka, betonska kocka 25,0 cm Produžnih malter 1,0 cm	ne	2,00
Konstrukcija Z2	Krečni malter 1,0 cm Opeka, betonska kocka 15,0 cm	ne	2,80

Tabela 5: Površine i orijentacija zidova glavnog školskog objekta

	Površina (m ²)							
	S	SI	I	Jl	J	JZ	Z	SZ
Z1	204,50		101,62		129,70		136,30	
Z2								
UKUPNO	204,50		101,62		129,70	0,00	136,30	

Tabela 6: Površine i orijentacije zidova glavnog školskog objekta

Dvorana

Dvorana je izgrađena 1982. godine kada i glavni objekat škole. Objekat dvorane je građen armirano betonskim stubovima i gredama sa ispunom od siporexa debljine 25 cm, obostrano malterisanim. Objekat fiskulturne dvorane je bez toplotne izolacije. Sala nema toplu vezu sa glavnim objektom škole i ima vanjski izlaz. Slika 6 i slika 7 prikazuju izgled fasada sportske dvorane.



Slika 6. Istočna fasada (lijevo) i sjeverna fasada fiskulturne dvorane (desno)



Slika 7. Zapadna fasada fiskulturne dvorane (lijevo) i spremište za ugalj uz južnu stranu fiskulturne dvorane (desno)

Tabela 7 daje podatke o građevinskim i arhitektonskim karakteristikama dvorane, dok detaljne podatke o sastavu i orijentaciji zidova daju tabela 8 i tabela 9, respektivno.

Ukupna površina poda (m ²)	273,90	Grijana površina (m ²)	273,90
Ukupna zapremina (m ³)	1.488,42	Grijana zapremina (m ³)	1.488,42
Projicirana površina prizemlja	273,90	Broj spratova	P
Obim prizemlja	76,90	Prosječna svjetla visina (m)	5,43

Tabela 7: Površina dvorane

Opća procjena postojećeg stanja			loše
Ukupna površina (m ²)	368,72	Prosječna U vrijednost (W/m ² K)	2,00
Konstrukcija	Sastav	Izolacija	U (W/m ² K)
Konstrukcija Z1	produžni malter 1,0 cm opeka, betonska kocka 25,0 cm produžni malter 1,0 cm	ne	2,00

Tabela 8: Konstrukcija zidova dvorane

	Površina (m ²)							
	S	SI	I	JI	J	JZ	Z	SZ
Z1	91,80		82,36		84,10		110,46	
Z2								
UKUPNO	91,80		82,36		84,10		110,46	

Tabela 9: Površine i orijentacije zidova dvorane

2.2.2 Prozori i vrata

U nastavku bit će opisano stanje prozora i vrata na glavnom školskom objektu i na sportskoj dvorani, a tabela 10 daje opću procjenu postojećeg stanja prozora glavnog školskog objekta.

Opća procjena postojećeg stanja			loše
Ukupna površina (m ²)	378,72	Prosječna U vrijednost (W/m ² K)	3,28
Vrsta materijala		Vrsta ostakljenja	
D	drvo	1G+1G	dva stakla, krilo na krilo
P	plastika	1G	jedno staklo
AL	aluminij, sa termo prekidom	2G	dva stakla
AH	aluminij, bez termo prekida	3G	tri stakla
Č	čelik, bez termo prekida	P	ispuna bez stakla (lim, sendvič panel)
SK	stakleni kopelit		
SC	staklena cigla		

Tabela 10: Površine i karakteristike prozora i vrata objekta

Glavni školski objekt

U sklopu renoviranja objekta koja je izvršeno 1996. godine na školskom objektu izvršeno je krečenje, ostakljenje, opravke krova, opravke instalacija i drugi neophodni radovi potrebni za početak rada škole. Stolarije je u jako lošem stanju jer su okvirovi istruli i pojavile su se rupe između krila i štokova koje su krpljene i farbane priručnim sredstvima. Jedan dio prozora na sjeveroistočnoj strani je izveden od staklenog kopelita. Prozore prikazuju slika 8 i slika 9.



Slika 8. Prozori na glavnom školskom objektu



Slika 9. Izgled prozora na glavnom školskom objektu

Tabela 11 daje dimenzije prozora na glavnom školskom objektu.

Orijentacija	Dimenzije Š i V m		Količina kom	Površina m ²	Dužina spojeva m	Materijal	Ostakljenje	U-vrijednost W/m ² K
S	2,40	2,40	15	86,40	144,00	D	2G	3,50
	2,40	1,70	2	8,16	16,40	D	2G	3,50
	2,40	0,80	7	13,44	44,80	D	2G	3,50
UKUPNO			24	108,00	205,20			
I	4,60	6,00	1	27,60	21,20	SK	-	2,90
UKUPNO			1	27,60	21,20			
J	2,40	2,40	36	207,36	354,60	D	2G	3,50
	2,40	1,70	2	8,16	16,40	D	2G	3,50
UKUPNO			38	215,52	362,00			
Z	4,60	6,00	1	27,60	21,20	SK	-	2,90
UKUPNO			1	27,60	21,20			
UKUPNO			64	378,72	609,60			

Tabela 11: Površine prozora glavnog školskog objekta



Slika 10. Ulaz u glavni školski objekat

Ulazna vrata u školu i su također izrađena od drvenih profila ostakljenih izolacionim staklom. Ulaz u kotlovnicu skoro da i nema vrata jer su neadekvatna i služe više kao prepreka za ulaz trećih lica i životinja u kotlovnicu. Slika 10 prikazuje izgled vrata na glavnom školskom objektu. Tabela 12 daje prikaz procjene stanja vrata glavnog školskog objekta, dok tabela 13 daje površine vrata na objektu.

Opća procjena postojećeg stanja			loše
Ukupna površina (m ²)	77,10	Prosječna U vrijednost (W/m ² K)	2,90
Vrsta materijala		Vrsta ostakljenja	
D	drvo	1G+1G	dva stakla, krilo na krilo
P	plastika	1G	jedno staklo
AL	aluminij, sa termo prekidom	2G	dva stakla
AH	aluminij, bez termo prekida	3G	tri stakla
Č	čelik, bez termo prekida	P	ispuna bez stakla (lim, sendvič panel)
SK	stakleni kopelit		

Tabela 12: Površine i karakteristike vrata na objektu

Orijentacija	Dimenzije Š i V m		Količina kom	Površina m ²	Dužina spojeva m	Materijal	Ostakljenje	U-vrijednost W/m ² K
SI	2,40	3,00	1	7,20	10,80	D	2G	2,90
UKUPNO			1	7,20	10,80			
UKUPNO				7,20	10,80			

Tabela 13: Površina vrata na glavnom školskom objektu

Dvorana

Prozori na dvorani su izrađeni od staklenih stijena od kopelita i nisu mijenjani od izgradnje škole. U izuzetno lošem stanju su, a između sastava stijene i zida prodire kišnica i uništava zid unutar sale. Slika 11 prikazuje prozore na dvorani. Tabela 14 daje površine prozora na sportskoj dvorani.



Slika 11. Prozori na dvorani i njihova oštećenja

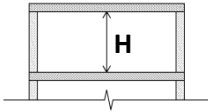
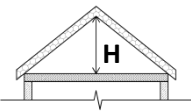
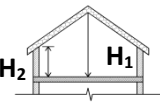
Orijentacija	Dimenzije Š i V m		Količina kom	Površina m ²	Dužina spojeva m	Materijal	Ostakljenje	U-vrijednost W/m ² K
I	5,80	3,00	3	52,20	52,80	SK	-	3,10
UKUPNO			3	52,20	52,80			
Z	5,80	1,00	3	17,40	40,80	SK	-	3,10
UKUPNO			3	17,40	40,80			
UKUPNO			6	69,60	93,60			

Tabela 14: Površine prozora na dvorani

2.2.3 Krovovi

Krov iznad školskog objekta nema izolaciju. Najveći problem predstavlja krov iznad hodnika zbog nepostojanja izolacije, a kroz zajednički hol zbog gubitaka toplotne energije nije moguće postići adekvatno grijanje prostorija. Kosi dio krova školskog objekta prokišnjava, što stalno prouzrokuje incidentne situacije. Tabela 15 daje podatke o konstrukcijama krovova koje se pojavljuju na objektu osnovne škole „Treštenica“, a tabela 16 i tabela 17 površine krovova glavnog objekta i dvorane, respektivno.

Opća procjena postojećeg stanja krova glavnog školskog objekta		loše	
Opća procjena stanja krova fiskulturne dvorane		loše	
Ukupna površina (m ²)	925,39	Prosječna U vrijednost (W/m ² K)	2,00
		Maksimalna U vrijednost (W/m ² K)	6,67

Tip RF1	Tip RF2, tavan	Tip RF3, tavan	Tip RF4, tavan
Krov odmah iznad grijane površine			

Konstrukcija	Sastav	Izolacija	U (W/m ² K)
Konstrukcija K1 Kosi krov iznad glavnog objekta	cementni malter 2,0 cm AB ploča 6,0 cm parna brana tervol u drvenoj podkonstrukciji 10,0 cm vodonepropusna folija lim 0,55 cm	da	0,33

Konstrukcija K2 Ravni krov iznad hola glavnog objekta	cementni malter 2,0 cm AB ploča 6,0 cm hidroizolacija 1,0 cm šljunak 8,0 cm	ne	3,86
Konstrukcija K3 Kosi krov iznad dvorane	podkonstrukcija od čeličnih greda lim 0,55 cm	ne	6,67

Tabela 15: Krovne konstrukcije

Glavni školski objekat

Objekat je pokriven dvovodnim kosim krovom sa blagim padom bez izolacije, koji često dovodi do incidentnih situacija. Konstrukcija kod kosog krova je drveno željezna, kao i kod ravnog krova iznad hola glavnog objekta. Krov glavnog školskog objekta prikazuje slika 12.



Slika 12. Kosi krov glavnog školskog objekta

Tip krova	Dimenzije m	Površina m ²	Debljina m	Tip konstrukcije	U-vrijednost W/m ² K
RF3	25,40×9,80+39,50×10,15	649,85	0,19	K1	0,33
RF1	4,60×15,90	73,14	0,17	K2	3,86
UKUPNO		722,99			

Tabela 16: Površine krovova glavnog školskog objekta

Dvorana

Krov iznad sale je dvovodni kosi sa blagim padom, ali je čelična nosiva konstrukcija pokrivena samo čeličnim limom, bez ikakve izolacije. Slika 13 prikazuje konstrukciju krova dvorane, a tabela 17 daje podatke o njenoj površini.



Slika 13. Kosi krov dvorane

Tip krova	Dimenzije m	Površina m ²	Debljina m	Tip konstrukcije	U-vrijednost W/m ² K
RF1	11,00×18,40	202,40	0,01	K3	6,67
UKUPNO		202,40			

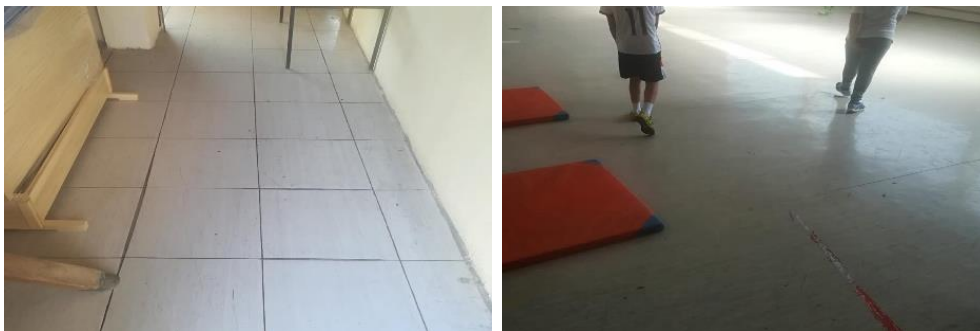
Tabela 17: Površina krova dvorane

2.2.4 Podovi

Slika 14 i slika 15 prikazuju izgled podova na različitim mjestima u glavnom školskom objektu, u holu i hodnicima, u učionicama i mokrim čvorovima, kao i pod u fiskulturnoj dvorani.



Slika 14. Pod glavnog objekta



Slika 15. Pod u dvorani

Tabela 18 daje pregled vrsta podnih konstrukcija koji su zastupljeni u glavnom školskom objektu i u fiskulturnoj dvorani, dok tabela 19 i tabela 20 daju podatke o površinama podova u glavnom školskom objektu i fiskulturnoj dvorani, respektivno.

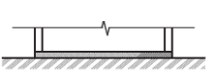
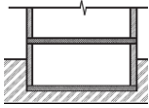
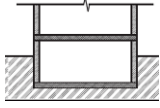
Opća procjena postojećeg stanja			dobro	
Ukupna površina (m ²)	1.169,60	Prosječna U vrijednost (W/m ² K)		2,76
		Prosječna U_{ek} vrijednost (W/m ² K)		0,31
Tip FL1, ploča na tlu	Tip FL2, negrijani podrum	Tip FL3, grijani podrum		
				
Visina podrumskog zida u terenu (m)	-	Visina podrumskog zida iznad terena (m)		-
Konstrukcija	Sastav		Izolacija	U (W/m ² K)
Konstrukcija P1 Keramičke pločice 0,6 cm	cementni estrih 5,0 cm hidroizolacija 2+3 1,0 cm betonska ploča 7,0 cm šljunak 15,0 cm		ne	2,75
Konstrukcija P2 Pod fiskulturne sale	vinas ploče 0,25 cm cementni estrih 5,0 cm hidroizolacija 2+3 1,0 cm betonska ploča 7,0 cm šljunak 15,0 cm		ne	2,80

Tabela 18: Podna konstrukcija

	Površina m ²	Debljina m	Vrsta konstrukcije	U_{ek} vrijednost W/m ² K
FL1	754,20	0,31	P1	0,31
FL2	141,50	0,30	P1	0,28
UKUPNO	895,70			

Tabela 19: Površine podova glavnog školskog objekta

	Površina m ²	Debljina m	Vrsta konstrukcije	U_{ek} vrijednost W/m ² K
FL1	273,90	0,30	P2	0,33
UKUPNO	273,90			

Tabela 20: Površine poda u fiskulturnoj dvorani

Podna konstrukcija nema toplotnu izolaciju, ali pod je na tlu pa ova konstrukcija ima relativno dobre toplotne karakteristike. Konstrukcija poda je AB ploča sa hidroizolacijom i različitim vrstama završne obloge, a to su parket, vinas ploče i kulir. Dio poda prizemlja se nalazi iznad negrijanog podruma.

2.3 Analiza energetske karakteristike sistema grijanja

U arhitektonskom smislu objekt se sastoji od dijela koji se sastoji od tri etaže i to podruma, prizemlja i sprata. U prizemnom dijelu objekta smještene su učionice, kabineti, sanitarije i drugi prostori slične namjene, a u spratnom dijelu samo učionice. U podrumskom dijelu objekta smješteni su prostori kantine, kuhinje i kabinet tehničkog obrazovanja. U ulaznom dijelu smješten je višenamjenski prostor koji služi za održavanje priredbi i slično. Ispod ulaznog dijela smješten je podrum/sklonište u koji se iz ulaznog dijela ulazi stepeništem. Svi dijelovi objekta su grijani prostori.

Objekat je u toku ratnih djelovanja pretrpio značajna oštećenja, kako u građevinskom smislu, tako i u instalaterskom. Od mašinskih instalacija zadržane su, uz određene rekonstrukcije, instalacije kotlovnice, zatim glavni cjevovodi, a grijna tijela i ventili su popravljani. Općenito mašinske instalacije se sastoje od:

- grijnih tijela,
- cijevne mreže,
- instalacija u kotlovnici.

2.3.1 Grijna tijela

Kompletna grijna tijela u objektu su ostala od prijeratnog perioda kada su i instalirani čelični pločasti radijatori (jednoplračasti i dvoplračasti radijatori). Slika 16 i slika 17 daju izgled grijnih tijela u školskom dijelu objekta na različitim mjestima.



Slika 16. Prikaz radijatora instaliranih u učionicama



Slika 17. Prikaz radijatora montiranih pored staklenih površina (lijevo) i u prostoru sanitarija (desno)

Radijatori su u polaznom vodu snabdjeveni sa duploregulirajućim ventilima, a u povratnom vodu sa radijatorskim navijcima. Odzraka radijatora se vrši putem mehaničke odzračne pipice. Spojeni su po principu dvocijevnog sistema. Regulacioni ventili i odzrake radijatora su u lošem stanju.



Slika 18. Prikaz radijatora u prostoru dvorane

Vizuelnim pregledom ustanovljeno je da su radijatori u relativno dobrom stanju, osim radijatora u sanitarijama koji su korodirali i nisu u funkciji. Na pojedinim radijatorima instalirani ventili nemaju kapice i sa njima nije moguće rukovati. Mogu se otvoriti ili zatvoriti samo alatom. Kao grijna tijela u prostoru dvorane i pratećim prostorima koriste se također čelični pločasti radijatori (slika 18).

U prostoru dvorane radijatori su montirani iza maske urađene od drveta (lamperije). Takva ugradnja ne obezbjeđuje dovoljnu cirkulaciju zraka, a uslijed toga došlo je do stvaranja vlage na samom zidu i do korodiranja radijatora.

Prilikom obilaska objekta i razgovorom sa korisnicima ustanovljeno je da se ne postiže projektovana temperatura prostora, pa se pored instalacija grijanja za zagrijavanje prostora koriste i četiri električne grijalice.

Slika 19 daje prikaz električne grijalice koje se koriste uglavnom u prostorima kancelarija (direktor, pedagog i slično). U prostorima učionica se grijalice ne koriste, ali djeca sjede u zimskoj odjeći.



Slika 19. Prikaz električne grijalice

Ne postoji tehnička dokumentacija mašinskih instalacija.

2.3.2 Cijevna mreža

Cijevna mreža u potpunom objektu izvedena je od crnih čeličnih cijevi (prečnika od 1/2" do 3"). Vođena je vidno ispod stropa prizemlja, odakle su odvojeni vertikalni vodovi za napajanje radijatora podruma, prizemlja i sprata.

Kroz objekat cjevovod je završno ofarban, a u kotlovnici neizolovan mineralnom vunom ili drugom oblogom. Slika 20 daje prikaz cjevovoda. Vidljivo je da ni razdjelnik u kotlovnici nije izolovan.



Slika 20. Prikaz neizolovanog cjevovoda

U kotlovnici je instalirani kotao, a nakon njega se odvajaju vodovi za napajanje školskog dijela objekta i fiskulturne dvorane.



Slika 21. Horizontalni dio cjevovoda (lijevo) i cjevovod kroz dvoranu (desno)

Na kotlu su postavljeni samo prolazni ventili na cijevima prečnika 50 mm. Dalje se cjevovod odvoja za fiskulturnu salu, kroz objekat vodi horizontalno, a na ograncima su postavljeni i ventili. Slika 21 daje prikaz cjevovoda i regulacionih ventila.



Slika 22. Prikaz regulacionih ventila na grijnim tijelima

Vizuelnim pregledom i razgovorom sa korisnikom ustanovljeno je da je kompletan cjevovod u lošem stanju, ima curenja i korozije, posebno u prostorima sanitarija. Regulacioni ventili su instalirani na cjevovodu (slika 22), ali nije poznato da li je izvršena regulacija i balansiranje cjevovoda. Ne postoji pisani trag o tome.

2.3.3 Instalacije kotlovnice

Izvor toplote u objektu je vlastita kotlovnica sa kotlom loženim mrkim ugljem. Pored kotlovnice, u školskom dvorištu, izrađen je spremnik za mrki ugalj. Sa izgradnjom objekta instalirane su i instalacije grijanja, pa samim tim i instalacije kotlovnice. U toku ratnih djelovanja došlo je do oštećenja, kako instalacija grijanja, tako i instalacija kotlovnice, a nakon rata instalacije su obnovljene i stavljene u funkciju. Prilikom rekonstrukcije zamijenjeni su neki dijelovi (radijatori, dijelovi cijevne mreže, dio ventila, cirkulacione pumpe), a kotao je promijenjen, kao i veći dio instalacija u kotlovnici.



Slika 23. Pogled na dio skladišta uglja (lijevo) i kotao (desno)

Instalirani kotao je tip Topling, kapaciteta 250 kW. Kotao je ugrađen prije 6 godina. Kotlovi ovog tipa su kotlovi sa tri prolaza dimnih plinova i imaju visok stepen iskorištenja. Izolovani su toplotnom izolacijom otpornom na visoke temperature u limenoj oblozi. U konkretnom slučaju obloga kotla je urađena od pocinčanog lima. Zahvaljujući dobroj brzi korisnika, kotao vizuelno dobro izgleda, a vijek trajanja mu još nije istekao (on je 20 godina). Slika 23 daje prikaz izgleda kompletne kotlovnice.



Slika 24. Lokacija kotlovnice (lijevo) i spremište za mrki ugalj (desno)

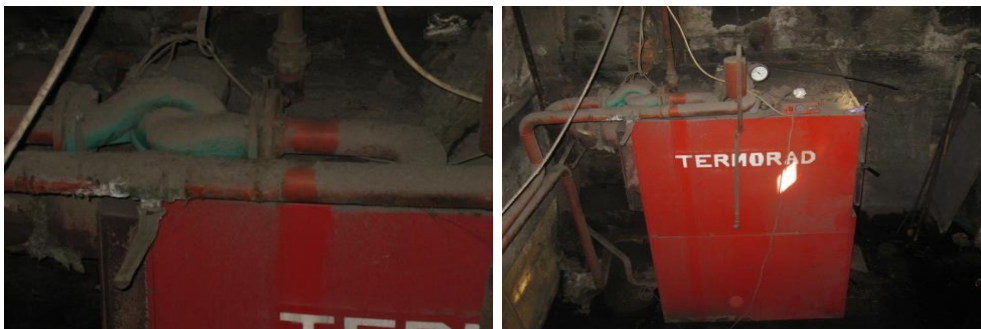
Skladište kapaciteta 30 t izgrađeno je u dvorištu objekta, a neposredno pored kotlovnice. Transport uglja iz spremnika u kotlovnicu vrši se nasipanjem u predprostor kotlovnice odakle se ručno dozira u kotao, a pepeo se vertikalnim dizaličnim užetom u kolicima diže na nivo površine zemlje. Slika 24 daje prikaz lokacije kotlovnice i spremišta za mrki ugalj.



Slika 25. Prikaz dimnjaka

Radi se otvorenom sistemu, te po punjenju sistema vodom vrši se odzraka svakog grijnog tijela posebno, i po potrebi dopunjava sistem vodom. Odvod dimnih plinova vrši se putem samostojećeg dimnjaka. Dimnjak je montiran sa vanjske strane objekta uz zabatnu fasadu. Slika 25 daje prikaz dimovodnog kanala i dimnjaka. Ekspanzija sistema odvija se putem otvorene ekspanzione posude, postavljene ispod krova objekta. Ekspanziona posuda nije izolovana. Cirkulacija vode se odvija putem jedne cirkulacione pumpe tipa P80/160r i tipa 80-120/2, proizvod „Grundfos“. Cirkulacione pumpe rade po principu radna i rezervna.

Pored ovih pumpi u kotlovnici je montirana i cirkulaciona pumpa tip P 40/160, proizvod „WILO“ čija je uloga zaštita kraja kotla. Slika 26 daje prikaz cirkulacione pumpe, dok slika 27 prikazuje sistem za izvlačenje pepela.



Slika 26. Prikaz kotla (lijevo) i cirkulacionih pumpi (desno)



Slika 27. Sistem za izvlačenje pepela

Instalacija radi u toplovodnom sistemu 90/70 °C. Termički račun je rađen za vanjsku temperaturu -18 °C. Tabela 21 daje kratki opis instalacija grijanja.

Tip sistema	centralno grijanje
Generator toplote	kotlovnica sa kotlom (250kW)
Automatska kontrola	ne
Curenja	da
Distributivni sistem	dvocijevni
Materijal cijevi	bešavne crne čelične cijevi
Distributivni sistem balansiran	ne
Nosilac toplote	voda
T ₁ /T ₂ (°C)	80/50
Stanje toplotne izolacije na cijevima	loše
Materijal toplotne izolacije na cijevima	ništa
Grijna tijela	radijatori
Broj radijatora	83 (dvo pločasti 64, jedno pločasti 19, 3 van upotrebe)
Termostatski ventili na radijatorima	ne

Tabela 21: Sistem grijanja objekta

Paljenje i gašenje kotla vrši se ručno. Na instalaciji je montiran i troputi ventil sa elektromotornim pogonom koji je sastavni dio automatske regulacije rada sistema. Po iskazima korisnika ovaj dio sistema je u funkciji. Nema hemijske pripreme vode.

3 ANALIZA ENERGETSKIH TROŠKOVA

Analiza potrošnje energenata je rađena na osnovu potrošnje električne i toplotne energije u objektu. Za analizu potrošnje iskorišteni su podaci sa računa za 2015., 2016. 2017. i 2018. godinu. Tabele i dijagrami u narednim poglavljima pokazuju potrošnju energije i energenata za objekat osnovne škole „Treštenica“ Banovići.

3.1 Potrošnja energenata

Energenti koji se troše u objektu osnovne škole „Treštenica“ su električna energija, mrki ugalj i voda. Pri tome treba naglasiti da u okviru ovog elaborata nije izvršena analiza potrošnje vode.

3.1.1 Potrošnja električne energije

Napajanje električnom energijom objekta vrši se iz niskonaponske distributivne mreže prema uslovima iz elektroenergetske saglasnosti nadležnog distributera. Objekat je priključen na niskonaponski nivo i posjeduje jedan mjerni uređaj koji mjeri aktivnu energiju. Brojilo aktivne energije je dvotarifno. Kao stavke na isporučenim računima se pojavljuju potrošena energija po višem i nižem tarifnom stavu, mjerno mjesto kupca (konstantna naknada) i mrežarine ovih stavki.

Tabela 22 daje pregled potrošnje i troškova električne energije. Prosječna cijena električne energije za period 2016-2018 iznosi 0,2877 KM/kWh.

Mjesec	2016. godina		2017. godina		2018. godina	
	KM	kWh	KM	kWh	KM	kWh
Januar	278,20	936	584,21	2.021,60	357,19	1.209,64
Februar	313,61	1058	481,65	1.649,10	342,81	1.408,14
Mart	324,66	1098	476,67	1.628,98	336,97	1.280,88
April	298,16	1003	409,20	1.404,63	230,88	946,437
Maj	230,98	762	222,62	707,274	113,75	415,363
Juni	119,01	375	110,31	340,791	87,52	597,275
Jul	82,24	248	42,58	107,297	55,32	178,978
August	90,58	277	76,57	227,839	51,19	158,799
Septembar	165,40	552	170,70	527,668		
Oktoobar	244,29	832	53,54	196,981		
Novembar	346,58	1181	429,83	1489,54		
Decembar	526,93	1808	414,11	1.418,25		
Ukupno	3.020,64	10.130	3.471,99	11.720	1.575,63	6.196

Tabela 22: Potrošnja električne energije u objektu za period 2015 - 2017

3.1.2 Potrošnja toplotne energije

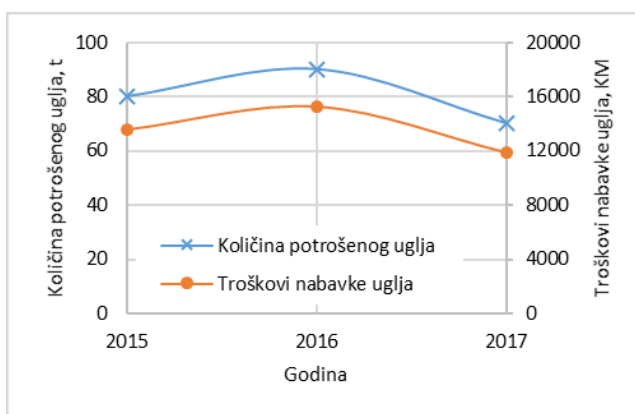
Zagrijavanje prostorija objekta osnovne škole „Treštenica“ se vrši upotrebom kotla na čvrsto gorivo (slika 23), što je opisano u poglavlju 2.3. Gorivo se nabavlja na tržištu. Tabela 23 daje pregled potrošnje mrkog uglja kao i njegove toplotne energije po godinama u periodu 2015 – 2017, pri čemu je u cijenu uključen PDV.

Prosječna cijena toplotne energije dobivene u objektu za period 2015-2017 iznosi 0,0453 KM/kWh (donja toplotna moć uglja $H_d=14.000$ kJ/kg).

	2015. godina	2016. godina	2017. godina
Količina uglja (kg)	80.000,00	90.000,00	70.000,00
Toplotna energija (kWh)	300.000,00	337.500,00	262.500,00
Troškovi (KM)	13.600,00	15.300,00	11.900,00
Prosječna cijena (KM/kWh)	0,0453	0,0453	0,0453

Tabela 23: Potrošnja uglja i toplotne energije uglja u objektu za period 2015-2017

Bitno je spomenuti način nabavke ogrjevnog drveta i uglja koju vrši Ministarstvo za obrazovanje, koje svake godine dodijeli određenu količinu ogrjeva korisniku objekta, nevezano za to kolike su stvarne potrebe (koje zavise najvećim dijelom od vremenskih prilika). Slika 28 prikazuje potrošnju mrkog uglja u periodu 2015 – 2017 kao i troškovi njegove nabavke.

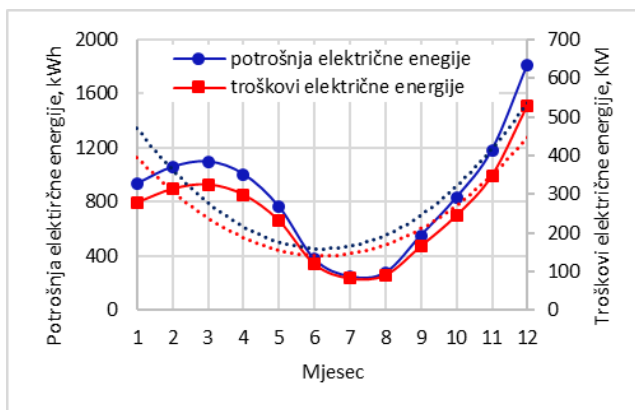


Slika 28. Potrošnja mrkog uglja za grijanje objekta i troškovi za isti u periodu 2015 -2017

3.2 Analiza potrošnje električne energije

Detaljnija analiza potrošnje električne energije po mjesecima i godinama, prikazana na narednim stranama, može biti od koristi prilikom predlaganja mjera energetske efikasnosti, kao i odlična polazna tačka za ocjenu njihove isplativosti nakon implementacije. U okviru ove analize nije rađeno učešće električne energije po stavovima, nego je urađena analiza ukupno potrošene energije i troškova za istu.

Slika 29 prikazuje dijagram potrošnje električne energije i troškova za istu po mjesecima u 2016. godini.

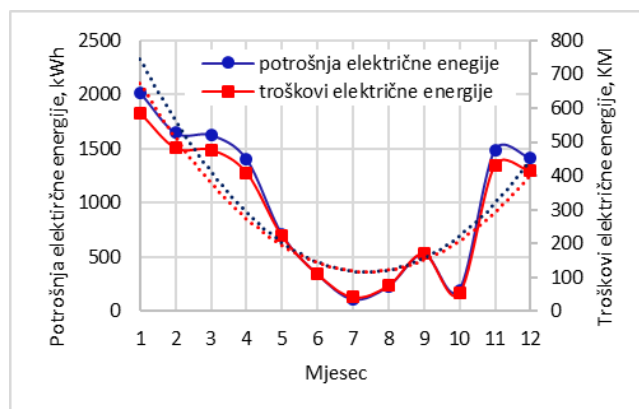


Slika 29. Pregled ukupne potrošnje i troškova električne energije u objektu u toku 2016. godine

Analizom se može zaključiti da mjesečna potrošnja u toku godine značajno varira i da općenito nije visoka. Izražene varijacije u potrošnji su u mjesecima zimske sezone, dok je u mjesecima ljetne

sezona potrošnja nešto ujednačenija. Trend linije koje su dodane na dijagramu ukazuju na najmanju potrošnju u ljetnom periodu što je i bilo za očekivati zbog trajanja ljetnog raspusta. Najveća potrošnja električne energije u ovoj godini bila je u mjesecu decembru. Pri tome treba imati na umu da je u zimskim mjesecima dio električne energije trošen i na zagrijavanje objekta, što je spomenuto i u poglavlju 2.3, pa je jasno da zbog niskim temperatura u decembru te godine potrošnja ima najveću vrijednost. Najniža potrošnja, a samim tim i troškovi, ostvareni su u sedmom i osmom mjesecu. Naposljetku, može se donijeti zaključak da na potrošnju električne energije u ovoj godini prvenstveno uticaj ima dinamika procesa u samom objektu, ali i vanjske klimatske prilike.

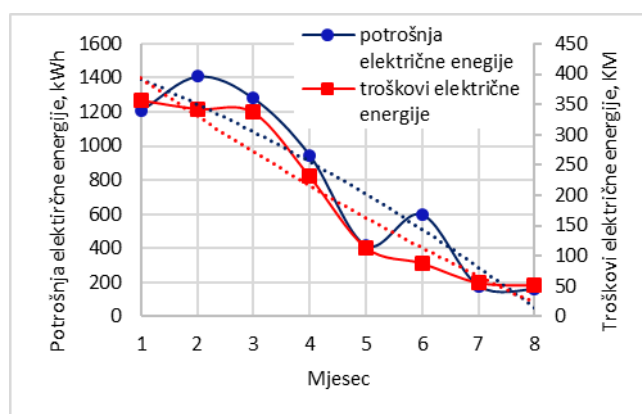
Slika 30 prikazuje dijagram potrošnje električne energije i troškova po mjesecima 2017. godine.



Slika 30. Pregled ukupne potrošnje i troškova električne energije u objektu u toku 2017. godine

Potrošnja električne energije u 2017. godini kao i troškovi za plaćanje iste odstupaju od onoga što je ostvareno godinu dana ranije. Prisutne su značajne varijacije po mjesecima u toku cijele godine, a naročito su izražene među mjesecima zimske sezone. Trend linije ukazuju ponovo na najmanju potrošnju u ljetnom periodu, što je ponovo očekivano zbog ljetnog raspusta kada su aktivnosti u školi smanjene ili ih uopće nema. Specifično za 2017. godinu je izrazito velika potrošnja u mjesecu januaru, što nije očekivano, obzirom da u toku tog mjeseca traje zimski raspust za učenike. Najveća potrošnja ostvarena je u mjesecu januaru, dok je najniža potrošnja ostvarena u mjesecu julu.

Slika 31 daje prikaz potrošnje električne energije i troškova po mjesecima za 2018. godinu.

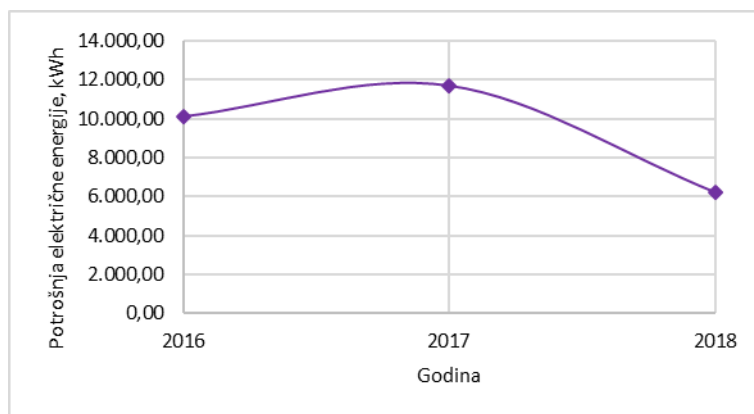


Slika 31. Pregled ukupne potrošnje i troškova električne energije u objektu do osmog mjeseca 2018. godine

Slika 31 prikazuje potrošnju električne energije u tekućoj godini do osmog mjeseca, tako da je profil potrošnje na godišnjem nivou nepotpun. Međutim, uočava se sličnost potrošnje sa prethodnim godinama. Najmanja potrošnja bila je u sedmom i osmom mjesecu, dok je povećana u zimskom periodu zbog dinamike procesa koji se odvijaju u objektu. Potrošnja po mjesecima varira. Povećanje

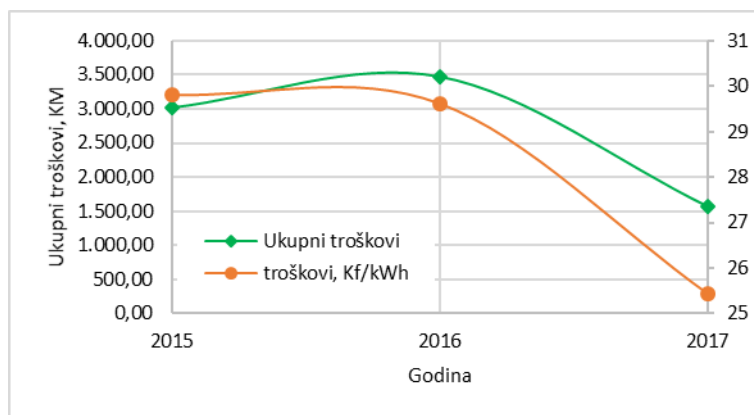
ili smanjenje potrošnje na godišnjem nivou ne može se detaljno analizirati zbog nedostatka podataka.

Primjetno je da za sve analizirane godine profil potrošnje električne energije značajno ne odstupa jedan u odnosu na drugi. Odstupanja koja postoje uzrokovana su različitim vremenskim uslovima kao i rasporedom aktivnosti u samom objektu u toku godine. Slika 32 prikazuje ukupnu potrošnju električne energije u periodu od 2016. do 2018. godine. Kako se može vidjeti, potrošnja u 2017. godini bila je najveća, a u 2018. najmanja. Uzrok ovakvom stanju je nekompletna analiza potrošnje u 2018. godini koja je u toku.



Slika 32. Potrošnja električne energije u periodu 2016 – 2018

Slika 33 prikazuje dijagram ukupnih godišnjih troškovi električne energije (u KM) i cijene električne energije (u KM/kWh, odnosno Kf/kWh) u periodu 2016-2018.



Slika 33. Ukupni troškovi i troškovi po kWh u periodu 2016 - 2018

Ako se implementiraju neke mjere energetske efikasnosti ili pristupi racionalizaciji potrošnje, mogao bi se ostvariti pad i potrošnje i troškova. U budućnosti se može očekivati povećanje cijene električne energije od strane proizvođača i distributera.

3.3 Analiza potrošnje toplotne energije

Prema podacima koje daje tabela 23, potrošnja toplotne energije varirala je po godinama, odnosno grijnim sezonama. Međutim, navedene podatke treba uzeti sa rezervom, budući da se mrki ugalj nabavlja i skladišti u objektu, a koriste tek po potrebi. Nema tačnih podataka o tome koliko je koji mjesec energenata zaista potrošeno (ne vodi se evidencija o tome), ali se vodi o tome koliko je nabavljeno na godišnjem (sezonskom) nivou.

Analiza iznesena u ovom elaboratu uzima u obzir da je sva količina nabavljenog krutog goriva potrošena u toku grijne sezone u kojoj je i nabavljena, iako postoji šansa da je dio (možda i veći dio) te količine potrošen u toku slijedeće grijne sezone, o čemu također nema raspoloživih podataka. Nema podataka ni o tome koliko je goriva preostalo iz prethodne sezone.

Godišnje potrošnje goriva i toplote koje daje tabela 23 ne mogu se smatrati realnim i reprezentativnim pokazateljima potrošnje toplotne energije. Razlog za ovo leži u tome da nadležno ministarstvo objektu dostavlja određenu količinu uglja, bez obzira na to koliko je objektu stvarno potrebno.

3.4 Analiza indikatora potrošnje energije i njenih troškova

Indikator potrošnje energije (potrošnja energije po m² grijanog prostora) daje direktan izraz energetske efikasnosti objekta. Indikatori potrošnje energije mogu biti ciljne vrijednosti preporučene na osnovu procjene određene grupe sličnih objekata, mogu biti rezultat proračuna, odnosno detaljnog praćenja i evaluacije objekta. Indikator potrošnje energije može također biti stepen energetske efikasnosti koji je zakonski propisan za novo-izgrađene objekte ili pri renoviranju postojećih objekata. U ovom slučaju, kada nije rađeno detaljno (satno, dnevno ili sedmično) praćenje potrošnje energije, kao najbolji indikator potrošnje energije može se uzeti potrošnja toplotne ili električne energije po m² grijanog prostora.

Nakon implementacije mjera energetske efikasnosti preporučuje se provođenje redovnog energetskog monitoringa, pri čemu će se pratiti sljedeći indikatori:

- korištena površina,
- vanjska temperatura,
- period grijanja,
- potrošnja energenata.

Prvi korak pri efikasnom upravljanju energijom je imenovanje odgovorne osobe za praćenje potrošnje energenata, kao i periodično angažovanje konsultantske kompanije ovlaštene za provođenje energetskih pregleda, koja će analizirati podatke i davati smjernice za dalji razvoj sistema energetske efikasnosti. Ovakva aktivnost predstavlja treću kategoriju energetskog pregleda, tzv. monitoring ili naknadni energetski pregled (nakon preliminarnog i detaljnog energetskog pregleda). Naknadni energetski pregledi su se pokazali vrlo korisnima, ne samo neposredno nakon realizacije mjera energetske efikasnosti, nego i tokom čitavog životnog vijeka objekta. Osim praćenja potrošnje u svrsi upravljanja energijom, potrebno je dodatno educirati uposlene o najboljem načinu korištenja energije kroz jednodnevnu radionicu gdje će im biti prezentirane osnove efikasnog korištenja energije, načina ventiliranja prostora, kao i koracima koje trebaju poduzeti u slučaju da u prostorijama ne vlada željeni nivo ugodnosti.

4 PRORAČUN TOPLOTNIH POTREBA OBJEKTA

U ovom poglavlju su izračunati toplotni gubici objekta i toplotna energija potrebna za zadržavanje projektnih parametara u objektu.

4.1 Proračun toplotnih gubitaka objekta

Detaljna tehnička dokumentacija ni na jednom nivou za predmetni objekat ne postoji. Proračun toplotnih gubitaka je rađen na osnovu podataka dobivenih snimanjem objekta na terenu i dostupnih u nekoliko dokumenata. U arhitektonskom dijelu ovog dokumenta dati su opisi i dimenzije i sastavi pojedinih elemenata koji ulaze u sastav konstrukcija objekta.

Proračun toplotnih gubitaka je urađen u skladu sa normom EN 12831. Tabela 24 daje rezultate proračuna za cijeli objekat.

Transmisioni toplotni gubici (prema vani)	318.740,20	W
Toplotni gubici zbog provjetranja	40.001,84	W
Standardno grijno opterećenje zgrade	358.742,04	W
Dodatno grijno opterećenje zgrade	0,00	W
Projektovano grijno opterećenje zgrade	358.742,04	W
Specifične vrijednosti		
Grijno opterećenje / grijana površine zgrade	231,6756	W/m ²
Grijno opterećenje / grijana zapremine zgrade	58,3760	W/m ³
Specifični transmisioni toplotni gubici	5.871,52	W/(m ² K)

Tabela 24: Toplotni gubici objekta prema stvarnim klimatskim uslovima u trenutnim stanju

Potrebno grijno opterećenje cijelog objekta dobiveno proračunom za trenutno stanje iznosi 318,70 kW. Odnos grijnog opterećenja zgrade i grijne površine iznosi 231,67 W/m², dok odnos grijnog opterećenja i grijne zapremine objekta ima vrijednost 58,38 W/m³.

4.2 Proračun toplotne energije potrebne objektu

Izvršen je proračun potrebne toplotne energije objekta. Rezultate proračuna prikazuje tabela 25.

Mjesec	Q _{H,tr} [kWh]	Q _{H,ve} [kWh]	Q _{H,ht} [kWh]	Q _{H,int} [kWh]	Q _{H,sol} [kWh]	Q _{H,gn} [kWh]	γ _H	η _{H,gn}	α _{red,H}	Q _{H,nd} [kWh]
Okt	55.604	6.978	62.582	13.071	6.246	19.316	0,31	0,92	0,43	19.277
Nov	81.832	10.270	92.102	11.370	6.044	17.414	0,19	0,96	0,62	46.740
Dec	118.010	14.810	132.820	8.095	6.246	14.341	0,11	0,99	0,78	92.612
Jan	120.381	15.108	135.489	9.765	6.246	16.011	0,12	0,98	0,76	91.044
Feb	103.489	12.988	116.477	10.676	5.641	16.317	0,14	0,98	0,72	72.407
Mar	87.680	11.004	98.684	15.499	6.246	21.745	0,22	0,95	0,56	43.711
Apr	57.856	7.261	65.117	17.182	6.044	23.227	0,36	0,90	0,43	19.032
Ukupno	624.852	78.419	703.271	85.658	42.713	128.371				384.823

Tabela 25: Potrebna toplotna energija za grijanje objekta prema stvarnim klimatskim uslovima u trenutnom stanju

Ukupno potrebna toplotna energija objekta prema stvarnim klimatskim uslovima u trenutnom stanju iznosi 384.823 kWh na godišnjem nivou. Poređenjem ovog podatka sa količinom finalne toplotne energije dobijenom iz krutog goriva (prosjeak od 195.000 kWh u toku prethodne tri godine,

i uzevši stepen iskorištenja grijnih tijela, poglavlje 2.3), može se zaključiti da je većina objekta izuzetno pothlađena zbog nepostizanja projektne temperature, nemogućnosti regulacije i upravljanja grijanjem, te prekida u grijanju. Stvarna temperatura u objektu tokom zimskih mjeseci je niža od projektne, posebno u školskom dijelu objekta.

Veličine korištene u prethodnim tabelama su sljedeće:

$Q_{H,tr}$	[kWh]	izmijenjena toplotna energija transmisijom za proračunsku zonu
$Q_{H,ve}$	[kWh]	izmijenjena toplotna energija ventilacijom u periodu grijanja
$Q_{H,ht}$	[kWh]	ukupno izmijenjena toplotna energija u periodu grijanja
$Q_{H,int}$	[kWh]	unutarnji toplotni dobitci zgrade (ljudi, uređaji, rasvjeta)
$Q_{H,sol}$	[kWh]	toplotni dobitci od sunčevog zračenja
$Q_{H,gn}$	[kWh]	ukupni toplotni dobitci zgrade u periodu grijanja; ljudi, uređaji, rasvjeta, sunčevo zračenje
γ_H		omjer toplotnih dobitaka i ukupne izmijenjene toplote transmisijom i ventilacijom u režimu grijanja
$\eta_{H,gn}$		faktor iskorištenja toplotnih dobitaka
$\alpha_{red,H}$		redukcijski faktor koji uzima u obzir prekide u grijanju u i-tom mjesecu
$Q_{H,nd}$	[kWh]	godišnja potrebna toplotna energija za grijanje objekta

4.3 Potrošnja energije u svrhu grijanja

Dobivene vrijednosti energije utrošene za grijanje objekta u poglavlju „Potrošnja toplotne energije“ (poglavlje 3.1.2, strana 22) su na nivou primarne energije, a podaci dobiveni u poglavlju „Proračun toplotne energije potrebne objektu“ (poglavlje 0, strana 27) su na nivou potrebne energije za grijanje objekta.

Primarna energija (energija dobijena iz uglja) se može svesti na nivo energije potrebne objektu (koliko je efektivno iskorišteno za zagrijavanje prostora objekta), i to prikazuje tabela 26. Kao osnova za poređenje uzeta je prosječna dobijena toplotna energija za period 2015-2017. Za ovo je potrebno uzeti u obzir stepen iskorištenja grijnih tijela (peći).

	Godina		
	2015.	2016.	2017.
Dobijena toplotna energija (kWh)	300.000	337.500	262.500
Stepen iskorištenja peći	65 %	65 %	65 %
Toplota predata u prostor (kWh)	195.000	219.375,00	170.625
Toplota predata u prostor, prosjek 2015-2017 (kWh)	195.000		

Tabela 26: Finalna energija svedena na nivo energije potrebne objektu za period 2015 – 2017

5 ZAMJENA ENERGENTA

Prema izjavi korisnika, kotao koje je u upotrebi ne može zadovoljiti potrebe za toplotom tokom zimskih mjeseci, te je u objektu hladno. Dodatno, način grijanja koji se trenutno koristi ima i nedostatak u vidu izostanka regulacije unutrašnje temperature. Ovo se ogleda u tome da postoje periodi u proljeće ili jesen kada nije neophodno koristiti puni kapacitet sistema, te dolazi do pregrijavanja prostorija. Međutim, mnogo veći problem su prekidi u grijanju, budući da je kotao ručno ložen. Sa loženjem se započinje ujutro, i ono završava otprilike kada i boravak djece u objektu (tabela 2). Nakon završetka loženja, objekat se postepeno hladi, da bi tokom noći dostigao minimalnu temperaturu. Ujutro se ponovo počinje sa grijanjem, i tako svaki radni dan. Ovo ima izrazito negativne posljedice u vidu kondenzacije vlage iz zraka, što dodatno narušava komfor i kvalitet rada i boravka u prostorijama objekta.

Rješenje problema bi bilo instalirati kotao koji će omogućiti prevazilaženje navedenih problema. Takav kotao bi trebao omogućiti postizanje projektne temperature u cijelom objektu (da bude dovoljne snage), kontinuitet grijanja tokom grijne sezone (bez potpunog hlađenja objekta tokom perioda noći) i automatsku regulaciju temperature u prostorijama (radi izbjegavanja pregrijavanja). Uz sve to, energent koji bi koristio kotao bi trebao da bude i ekološki prihvatljiv, odnosno baziran na održivoj i obnovljivoj energiji.

Predlaže se ugradnja kotla na biomasu (drvnu sječku ili pelet), odgovarajućeg kapaciteta za grijanje ovog objekta u trenutnom stanju.

U nastavku će se analizirati ekonomski i ekološki efekti predložene mjere, što prvenstveno podrazumijeva analizu godišnjih ušteda na troškovima koji se izdvajaju za grijanje i smanjenju emisije CO₂. Analiza ušteda mjera je izvršena koristeći program ENSI® EAB. Za cijene toplotne i električne energije su uzete one iz poglavlja 3.

5.1 Analiza ekonomskih efekata

Tabela 27 daje analizu novčanih ušteda koje se postižu ugradnjom kotla na biomasu, uzimajući u obzir razliku cijena kWh energije iz trenutnog i budućeg energenta, i razliku u stepenu iskorištenja za stari i novi energent. Analiza je provedena uz pretpostavku da toplota isporučena prostoru objekta ista, i za nju je uzeta prosječna vrijednost za period od 2015. do 2017. godine. Prema raspoloživim podacima, prosječna primarna energija oslobođena iz energenta u tom periodu je 300.000 kWh godišnje (tabela 26), odnosno finalna predana prostoru 195.000 kWh, uz stepen iskorištenja postojećeg kotla od 65 %.

Ovih 195.000 kWh je energija koja mora biti upućena prema prostoru i u slučaju da se izvrši konverzija kotlovnice na bilo koji energent. Tako se u slučaju upotrebe kotla na biomasu, uz procijenjenu efikasnost od 85 %, primarna energija koja treba biti oslobođena može izračunati preko izraza (5.1).

$$Q_{ds} = \frac{195.000}{0,85} = 229.412 \text{ kWh} \quad (5.1)$$

Sada je moguće, koristeći izraz (5.2) i podatak o donjoj toplotnoj moći biomase (drvne sječke) od 3,30 kWh/kg utvrditi potrebnu godišnju masu biomase.

$$m = \frac{229.412}{3,30} = 69.519 \text{ kg} \quad (5.2)$$

U nastavku (tabela 27) je data analiza potencijalnih novčanih ušteta koje se postižu ugradnjom kotla na biomasu, uzimajući u obzir razliku cijena kWh energije i stepena iskorištenja trenutnog i budućeg energenta. Kao osnova za izračun cijene energije iz biomase je uzeta cijena od 110 KM/t, uz donju toplotnu moć od 3,30 kWh/kg, što daje cijenu energije od 0,0333 KM/kWh.

Cijena energije za trenutni način grijanja	0,0453	KM/kWh
Cijena energije iz kotla na biomasu	0,0333	KM/kWh
Proračun uštete		
Uslijed razlike u cijeni:		
(195.000 kWh / 0,85) × (0,0453 - 0,0333) KM/kWh	2.760,59	KM/godišnje
Uslijed povećanja stepena iskorištenja:		
(0,85 - 0,65) × 195.000 kWh × 0,0333 KM/kWh	1.298,70	KM/godišnje
Ukupna ušteta	4.059,70	KM/godišnje
Procijenjena investicija	22.000,00	KM

Tabela 27: Analiza isplativosti ugradnje kotla na biomasu

Procjena vrijednosti investicije koju daje tabela 27 se bazira na trenutnoj snazi kotla (250 kW, poglavlje 2.3.3) i dostupnih podataka o cijenama kotla na drvenu sječku te snage. Pored ovoga, navedena investicija uključuje i nabavku i ugradnju prateće infrastrukture (cirkulacione pumpe, ventili i ostala armatura), neophodne građevinske radove (izgradnja ili preuređenje prostora), kao i potrebnu investicionu i tehničku dokumentaciju (projekat grijanja i građevinska dozvola).

Potrebno je naglasiti da je za utvrđivanje tačne vrijednosti investicije potrebna detaljna tehnička analiza i izrada projektne dokumentacije, a što ne spada u zadatak ovog dokumenta. Stoga je ovdje dana samo *procijenjena* vrijednost investicije.

Kako prikazuje tabela 27, ušteta će biti relativno niska, a ovo je moguće objasniti činjenicom da se trenutno koristi energent koji je izuzetno jeftin. Ono što se ne može jednostavno kvantificirati u novcu su ekonomski efekti povećanja ugodnosti boravka u objektu. Također, smanjiće će se i upotreba dodatnih grijalica koje koriste električnu energiju, što ovdje nije detaljno analizirano i prikazano. Pored ovoga, u cijeli sistem proizvodnje i nabavke biomase će direktno i indirektno biti uključeno više ljudi i privrednih lica nego što je to bio slučaj sa nabavom uglja i ogrjevnog drveta. Na taj način će se doprinijeti smanjenju nezaposlenosti u lokalnoj zajednici, a moguće i šire.

Ono što treba uzeti u obzir je da toplota predata u prostor za period 2015-2017 (tabela 26, uz stepen iskorištenja od 65 %) ne odgovara potrebnoj toploti za grijanje objekta prema stvarnim klimatskim uslovima u trenutnom stanju (tabela 25). U poglavlju 2.3 naglašeno je da se projektovana temperatura u zimskom periodu ne postiže i da se u objektu koriste i dodatna električna grijna tijela, a taj zaključak potvrđuje i usporedba gore spomenutih toplota.

Tabela 28 prikazuje potencijalne uštete u slučaju upotrebe biomase kao energenta i zadovoljenje stvarne toplotne potrebe objekta u *trenutnom* stanju. Procjena vrijednosti investicije koju daje tabela 28 se bazira na potrebnoj snazi kotla za grijanje objekta u trenutnom stanju (360 kW, tabela 24).

Cijena energije za trenutni način grijanja	0,0453	KM/kWh
Cijena energije iz kotla na biomasu	0,0333	KM/kWh
Proračun uštede		
Usljed razlike u cijeni:		
$(384.823 \text{ kWh} / 0,85) \times (0,0453 - 0,0333) \text{ KM/kWh}$	5.447,89	KM/godišnje
Usljed povećanja stepena iskorištenja:		
$(0,85 - 0,65) \times 384.823 \text{ kWh} \times 0,0333 \text{ KM/kWh}$	2.562,92	KM/godišnje
Ukupna ušteta	8.010,81	KM/godišnje
Procijenjena investicija	32.000,00	KM

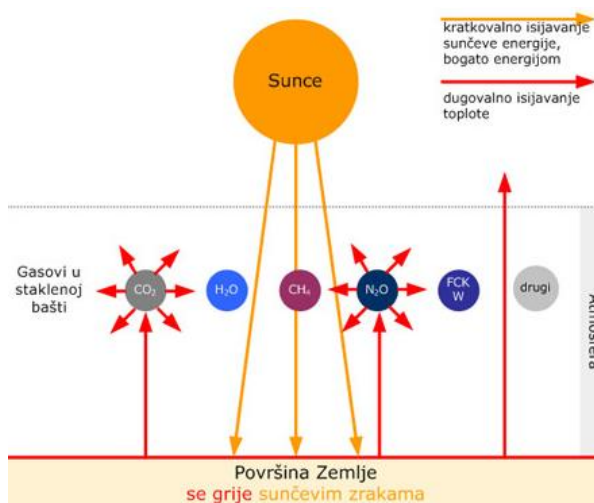
Tabela 28: Analiza isplativosti ugradnje kotla na biomasu uz postizanje projektnih parametara u trenutnom stanju

Iz navedene tabele vidi se da nabavka količine biomase kojom bi se zadovoljile realne toplotne potrebe objekta općenito iziskuje povećanje troškova za grijanje, ali se time povećavaju i uštede u odnosu na trenutni način grijanja. Međutim, na ovaj način osiguralo bi se postizanje projektovane temperature u objektu u zimskom periodu, što bi svakako povećalo komfor boravka u istom. Osim toga, u potpunosti bi se eliminisala potreba za korištenjem dodatnih električnih grijnih tijela, što bi se u konačnici odrazilo i na troškove za električnu energiju na godišnjem nivou.

Treba imati na umu da kotao na biomasu uzrokuje manje zagađenje okoline i ima manju emisiju CO₂. Njegova upotreba dovodi do povećanja komfora boravka u objektu, te izostanka prekida u grijanju, što dovodi do bolje mikroklimе u objektu. Ovo su koristi koje se ne mogu jednostavno valorizirati kroz novčane tokove.

5.2 Analiza okolinskih efekata

Zemlja je veliki staklenik u svemiru u kojem umjesto stakla toplotu održavaju neki od plinova u atmosferi. Oni propuštaju toplotu Sunca koja dopiye do tla, a zatim je zadržavaju i održavaju temperaturu na planeti pogodnom za život.



Slika 34: Efekt staklene bašte

S druge strane, kad ugalj sagorijeva, ugljik se spaja s kisikom iz zraka i na taj način formira ugljen dioksid – CO₂. Ugljen dioksid je plin bez boje i mirisa, a u atmosferi je jedan od stakleničkih plinova. Povećavanje njegove koncentracije uzrokuje smanjenje gubitka toplote zračenjem s površine

Zemlje u svemir pa se zbog toga povećava temperatura na Zemlji. Budući da se koncentracija CO₂ povećala tokom zadnjeg stoljeća efekt staklenika je sve izraženiji. Posljedica toga je globalno povećanje prosječne temperature što uzrokuje topljenje polarnih kapa i ledenjaka, povišenje nivoa mora, klimatske ekstreme i uticaj na poljoprivredu.

Smanjenje štetnih sastojaka u atmosferu je u skladu sa zadaćama koje BiH treba ispuniti u pogledu implementacije međunarodnih obaveza. Kao potpisnica niza međunarodnih sporazuma i konvencija vezanih za zaštitu životne sredine i obnovljive izvore (Ugovora o Energetskoj zajednici Jugoistočne Evrope, Okvirne konvencije o klimatskim promjenama, Kyoto protokola, Espoo konvencije i slično) te samog Sporazuma o stabilizaciji i pridruživanju, Bosna i Hercegovina se obavezala na poštivanje istih. Članice Energetske zajednice su se obavezale na primjenu niza direktiva EU, između ostalih i direktiva 2001/77/EC, 2003/30/EC i 2009/28/EC. Navedene direktive se odnose na obaveze članica EU, odnosno, potpisnica da će raditi na razvoju i široj primjeni različitih obnovljivih izvora energije u energetskom sektoru i transportu.

Posebno Direktiva 2009/28/EC daje okvir za harmonizaciju aktivnosti i legislative vezane za primjenu zelenih tehnologija.¹ Pridržavanje odredbi Direktive 2009 bi za BiH značilo da će se udio obnovljivih izvora povećati za 2 % u sljedeće dvije godine, odnosno za više od 6,5 % u 2020. godini (na 33 %). Samim potpisivanjem Ugovora o zajedničkom energetskom tržištu Jugoistočne Evrope, BiH se kao i ostale članice obavezala na preuzimanje europske pravne stečevine u oblasti energetike i zaštite okoliša. Cilj formiranja Zajednice, pored stvaranja jedinstvenog energetskog tržišta, je bilo i povećanje energetske efikasnosti i stepena korištenja obnovljivih izvora energije.

S obzirom na navedeno, parametar koga treba ozbiljno sagledati u ovom slučaju je smanjenje potrošnje energije, što za sobom nosi i velika smanjenja emisija u atmosferu. Trenutna emisija CO₂ objekta iznosi 63,1 kg/m²a odnosno 105,9 t/a, a tabela 29 daje pregled smanjenja emisije ukoliko bi se izvršila zamjena kotla bez i sa postizanjem toplotnog komfora u objektu.

	Smanjenje emisije CO ₂	
	(kg/m ² god)	(t/god)
Stanje nakon zamjene energenta i istu finalnu energiju	59,1	99,2
Stanje nakon zamjene energenta i postizanje toplotnog komfora	55,3	92,7

Tabela 29: Smanjenje emisije CO₂

Iz tabele je vidljivo da bi emisija CO₂ bila smanjena za 93,7 % u slučaju zamjene energenta i zadržavanje iste finalne energije, te za 87,7 % u slučaju zamjene energenta uz postizanje toplotnog komfora. Proračun smanjenja emisija CO₂ je dat u Prilogu dokumenta. Faktori pretvorbe primarne energije i proizvodnje CO₂ korišteni od strane ENSI softvera daje tabela 30.

Energent	Faktor pretvorbe primarne energije		Koeficijent proizvodnje CO ₂ [kg/MWh]
	neobnovljivi	ukupni	
El. energija iz termoelektrane na ugalj	2,599	2,599	860,00
Mrki ugalj	1,054	1,054	353,14
Lož ulje	1,132	1,130	310,31
Daljinsko grijanje	1,358	1,350	297,88

¹ Energy Community, Study of the Implementation of the New EU Renewables Directive in the Energy Community, juni 2010., p. 6., www.energy-community.org

Prirodni plin	1,097	1,095	220,20
Pelet	1,191	0,123	34,40
Briket	1,180	0,117	32,76
Ogrjevno drvo	1,111	0,111	29,09

Tabela 30: Faktori pretvorbe primarne energije i proizvodnje CO₂

BiH je ratificirala Okvirnu konvenciju UN o klimatskim promjenama (UNFCCC) 06.12.2000. godine. Kako nismo razvijena zemlja (ne pripadamo Aneksu I), nemamo striktnu obvezu smanjivanja stakleničkih plinova, ali imamo opće obveze koje se odnose na izračunavanje godišnjih emisija stakleničkih plinova, provedbu mjera za regulisanje antropogenih emisija i mjera za adaptaciju na klimatske promjene, prihvatanje i razvoj tehnologija koje ograničavaju i smanjuju stakleničke plinove.

6 UPRAVLJANJE ENERGIJOM UNUTAR OBJEKTA

U mnogim zgradama potrošnja energije je mnogo veća nego što je potrebno za održavanje željenog nivoa ugodnosti. Ovakve zgrade imaju veliki potencijal uštede energije.

Naprijed je data trenutna potrošnja objekta, kao i očekivana potrošnja nakon provođenja mjera energetske efikasnosti. U praksi se često dešava da se nakon provođenja mjera energetske efikasnosti potrošnja energije smanji na očekivani nivo koji je izračunat tokom energetskog audita i na tom nivou ostane nepromijenjena određeno vrijeme. Međutim, iskustvo iz više realizovanih projekata pokazuje da nakon nekoliko godina potrošnja energije počinje opet da se povećava. Pet godina nakon implementacije mjera potrošnja se u neki objektima vrati na nivo na kojem je bila prije provođenja mjera energetske efikasnosti.

Da bi se izbjeglo nešto slično potrebno je pametno i konstantno upravljati energijom.

Prvi korak pri efikasnom upravljanju energijom je imenovanje odgovorne osobe, ta osoba može biti domar, osoba zadužena za kotlovnicu, ili bilo koja druga osoba koja poznaje rad objekta, a koja će imati zadatak da prikuplja podatke, prati potrošnju, poredi je sa zadanim ciljevima, i o svemu tome informiše nadređene strukture.

Praćenje potrošnje u svrhu upravljanja energijom se pokazao kao koristan program, ne samo nakon realizacije mjera energetske efikasnosti nego i tokom čitavog životnog vijeka zgrade. Osim što će se otkriti i izbjeći pretjerana upotreba energije, praćenje potrošnje će omogućiti i sljedeće:

- ispravno rukovanje tehničkim instalacijama,
- dobivanje rezultata iz svih mjera uštede energije,
- dobivanje povratne informacije o posljedicama promjena u operativnim programima,
- povećanje svijesti o mogućim uštedama,
- proračun troškova energije.

Iskustva su da se samo praćenjem potrošnje postižu uštede između 5 i 15 %, ukoliko se reaguje čim se uoče odstupanja. Nakon što su određeni indikatori potrošnje u objektu, postavljeni mjerači ukoliko se za zagrijavanje koristi tačno gorivo i postavljeni ciljevi (koji su dobiveni računski provođenjem ovog audita) odgovorna osoba treba biti zadužena da provodi sljedeće aktivnosti:

- sedmično očitavanje mjernih instrumenata i brojila, praćenje potrošnje energenta ukoliko se radi o čvrstom gorivu ili biomasi,
- evidentiranje prosječne vanjske temperature,
- evidentiranje prosječne površine koja je u upotrebi,
- izračunavanje konkretne potrošnje,
- ukoliko se uoče odstupanja od uobičajenog trenda potrošnje potrebno je sprovesti analizu uzroka i posljedica,
- sprovesti korektivne mjere.

Osim praćenja potrošnje u svrhu upravljanja energijom, potrebno je dodatno educirati uposlene o najboljem načinu korištenja energije kroz jednodnevnu radionicu gdje će im biti prezentirane osnove efikasnog korištenja energije, načina ventiliranja prostora, koracima koje trebaju poduzeti u slučaju da u prostorijama ne vlada željeni nivo ugodnosti.

7 ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

U ovom elaboratu predstavljeni su rezultati energetskog pregleda objekta osnovne škole „Treštenica“ u Banovićima. Analizirani su postojeće stanje, zamjena postojećeg energenta sa biomasom, kao i koristi implementacije ove mjere.

Prvi dio elaborata fokus stavlja na analizu postojećeg stanja objekta u arhitektonskom i građevinskom kontekstu, ta ne način grijanja i potrošnju električne energije u objektu. Obilaskom objekta ustanovljeno je da su fasada i vanjska stolarija u prilično lošem stanju. Zadnji ozbiljni radovi na omotaču su vršeni prije više od 20 godina. Objekat se grije na kotao snage 250 kW koji je smješten u prostor kotlovnice, a kao energent se koristi mrki ugalj. Kotao se loži ručno, te nema instalirane elemente automatske kontrole njegovih parametara. Energija koja se predaje prostoru iz nabavljenih količina trenutnih energenata ne može zadovoljiti realne toplotne potrebe objekta, uslijed čega je temperatura u objektu u toku zime niža od projektovane i u objektu je hladno. To uzrokuje i potrebu za korištenjem dodatnih električnih grijnih tijela (grijalica).

Drugi dio elaborata obuhvatio je analizu potrošnje energenata u objektu, odnosno potrošnje električne i toplotne energije. Ustanovljeno je da su troškovi za električnu energiju relativno visoki i da variraju na godišnjem nivou u analiziranom periodu.

U trećem dijelu elaborata predložena je mjera zamjene energenta, što uključuje nabavku novog kotla na biomasu. Mjere poput arhitektonskih i građevinskih, ili intervencija na rasvjeti nisu predlagane. Stoga se može zaključiti da implementacijom predložene mjere ne dolazi do promjena u toplotnim potrebama objekta.

Četvrti dio elaborata je onaj u kojem je izvršena analiza isplativosti implementacije predložene mjere. Ukoliko bi se zadržao nivo toplote koji se trenutno predaje prostoru doći će do smanjenja godišnjih troškova za nabavku energenta u iznosu od 4.059,70 KM. Relativno mala ušteda se može objasniti time što se kao trenutni energent koristi mrki ugalj, koji je izuzetno jeftin energent. Međutim, treba naglasiti da se trenutnih energenata ne nabavlja dovoljno, i ukoliko bi se analizirala situacija u kojoj je trenutnih energenata nabavljeno koliko je objektu zaista potrebno i to se uporedilo sa biomasom koja je potrebna za zadovoljavanje realnih toplotnih potreba objekta u trenutnom stanju, smanjenje troškova će biti 8.010,81 KM godišnje.

Dodatno, izračunato je i smanjenje emisije CO₂ ukoliko se izvrši predložena zamjena energenta. Tako će prelaskom na biomasu emisija CO₂ biti smanjena za 93,7 % ukoliko se zadrži isti toplotni komfor, odnosno za 87,7 % ukoliko se objekt bude grijao na propisane parametre.

8 PRILOZI

- Izračunavanje emisije CO₂ u atmosferu za trenutno stanje
- Izračunavanje emisije CO₂ u atmosferu nakon zamjene energenta bez postizanja toplotnog komfora
- Izračunavanje emisije CO₂ u atmosferu nakon zamjene energenta uz postizanje toplotnog komfora

8.1 Izračunavanje emisije CO₂ u atmosferu za trenutno stanje

Rating			
Primary energy:	188	kWh/m ² a	
CO2 emissions:	63,1	kg/m ² a	105,9 t/year

Rating - energy budget items			
HEATING	Primary energy:	188	kWh/m ² a
	CO2 emissions:	63	kg/m ² a
COOLING	Primary energy:		kWh/m ² a
	CO2 emissions:		kg/m ² a
VENTILATION	Primary energy:		kWh/m ² a
	CO2 emissions:		kg/m ² a
DHW	Primary energy:		kWh/m ² a
	CO2 emissions:		kg/m ² a
LIGHTING	Primary energy:		kWh/m ² a
	CO2 emissions:		kg/m ² a
FANS	Primary energy:		kWh/m ² a
	CO2 emissions:		kg/m ² a
PUMPS	Primary energy:		kWh/m ² a
	CO2 emissions:		kg/m ² a
VARIOUS	Primary energy:		kWh/m ² a
	CO2 emissions:		kg/m ² a

EXPORTED ENERGY	Energy carrier:		Solar thermal energy	Solar photovoltaic energy	Electric energy from cogeneration	Heat from cogeneration
	Note	kWh/m ² a				
SOLAR THERMAL						
SOLAR PHOTOVOLTAIC						
COGENERATION						
OTHER						
OTHER						
Sum						
Generation efficiency						
Exported energy (unweighted)						
Primary energy factors f						
Primary/Weighted energy (kWh/m²)						
CO2 emission coefficients K (kg/kWh)						
CO2 emissions (kg/m²)						

8.2 Izračunavanje emisije CO₂ u atmosferu nakon zamjene energenta bez postizanja toplotnog komfora

Rating		
Primary energy:	15 kWh/m ² a	6,7 t/year
CO2 emissions:	4,0 kg/m ² a	6,7 t/year

Rating - energy budget items		
HEATING	Primary energy: 15 kWh/m ² a	
	CO2 emissions: 4 kg/m ² a	6,7 t/year
COOLING	Primary energy: kWh/m ² a	t/year
	CO2 emissions: kg/m ² a	t/year
VENTILATION	Primary energy: kWh/m ² a	
	CO2 emissions: kg/m ² a	t/year
DHW	Primary energy: kWh/m ² a	
	CO2 emissions: kg/m ² a	t/year
LIGHTING	Primary energy: kWh/m ² a	
	CO2 emissions: kg/m ² a	t/year
FANS	Primary energy: kWh/m ² a	
	CO2 emissions: kg/m ² a	t/year
PUMPS	Primary energy: kWh/m ² a	
	CO2 emissions: kg/m ² a	t/year
VARIOUS	Primary energy: kWh/m ² a	
	CO2 emissions: kg/m ² a	t/year

EXPORTED ENERGY	Energy carrier:		Solar thermal energy	Solar photovoltaic energy	Electric energy from cogeneration	Heat from cogeneration
	Note	kWh/m ² a				
SOLAR THERMAL						
SOLAR PHOTOVOLTAIC						
COGENERATION						
OTHER						
OTHER						
Sum						
Generation efficiency						
Exported energy (unweighted)						
Primary energy factors f						
Primary/Weighted energy (kWh/m²)						
CO2 emission coefficients K (kg/kWh)						
CO2 emissions (kg/m²)						

8.3 Izračunavanje emisije CO₂ u atmosferu nakon zamjene energenta uz postizanje toplotnog komfora

Rating			
Primary energy:	30	kWh/m ² a	
CO2 emissions:	7,8	kg/m ² a	13,2 t/year

Rating - energy budget items			
HEATING	Primary energy:	30	kWh/m ² a
	CO2 emissions:	8	kg/m ² a
COOLING	Primary energy:		13,2 t/year
	CO2 emissions:		kg/m ² a
VENTILATION	Primary energy:		kg/m ² a
	CO2 emissions:		kg/m ² a
DHW	Primary energy:		kg/m ² a
	CO2 emissions:		kg/m ² a
LIGHTING	Primary energy:		kg/m ² a
	CO2 emissions:		kg/m ² a
FANS	Primary energy:		kg/m ² a
	CO2 emissions:		kg/m ² a
PUMPS	Primary energy:		kg/m ² a
	CO2 emissions:		kg/m ² a
VARIOUS	Primary energy:		kg/m ² a
	CO2 emissions:		kg/m ² a

EXPORTED ENERGY	Energy carrier:		Solar thermal energy	Solar photovoltaic energy	Electric energy from cogeneration	Heat from cogeneration
	Note	kWh/m ² a				
SOLAR THERMAL		Total				
SOLAR PHOTOVOLTAIC						
COGENERATION						
OTHER						
OTHER						
Sum						
Generation efficiency						
Exported energy (unweighted)						
Primary energy factors f						
Primary/Weighted energy (kWh/m²)						
CO2 emission coefficients K (kg/kWh)						
CO2 emissions (kg/m²)						