

**Izvješće o energetsom pregledu
zgrade Osnovne škole Pavla Štoosa,
Kraljevec na Sutli**

Zagreb, siječanj 2014.



NARUČITELJ

Republika Hrvatska
Krapinsko-zagorska županija

VEZA

Ugovor od 7.siječnja 2013., Klasa 400-01/13-01/02,
Urbroj 2140/01-02-13-1

**Izvešće o energetsom pregledu
zgrade Osnovne škole Pavla Štoosa,
Kraljevec na Sutli 125, Kraljevec na Sutli,
Krapinsko-zagorska županija**

IZDAVAČ:

Regionalna energetska agencija Sjeverozapadne Hrvatske
Andrije Žaje 10
10 000 Zagreb
<http://www.regea.org>

AUTORI:

Mr. sc. Vesna Kolega dipl.ing.el
Ivan Pržulj, dipl.ing.stroj.
Srećko Vrček, dipl.ing.građ.
Adam Babić, mag.ing.mech.

VODITELJ PROJEKTA: Ivana Horvat, dipl.ing.el.

ODOBRIO VODITELJ PROJEKTA:

Ivana Horvat, dipl.ing.el.

ODOBRIO RAVNATELJ:

Dr.sc. Julije Domac

Zagreb, prosinac 2013.

Sadržaj

Sažetak.....	3
1 Opći podaci o zgradi.....	5
1.1 Općeniti opis građevine i podaci o naručitelju.....	5
1.2 Postojeće stanje zgrade.....	6
1.2.1 Građevinski i arhitektonski elementi građevine.....	6
1.2.1.1 Toplinski gubici kroz vanjsku ovojnicu i proračun potrebne toplinske energije	9
1.2.1.2 Analiza toplinskih karakteristika vanjske ovojnice zgrade pomoću infracrvene termografije.....	11
1.2.2 Sustav grijanja, hlađenja i pripreme potrošne tople vode (PTV)	12
1.2.2.1 Sustav grijanja.....	12
1.2.2.2 Sustav pripreme potrošne tople vode.....	14
1.2.2.3 Analiza potrošnje i troškova toplinske energije	15
1.2.3 Sustav potrošnje električne energije.....	17
1.2.3.1 Uredska oprema (elektronički uređaji).....	18
1.2.3.2 Sustav električne unutarnje rasvjete.....	19
1.2.3.3 Kuhinjska oprema	20
1.2.3.4 Sustav grijanja.....	21
1.2.3.5 Ostala trošila električne energije.....	22
1.2.3.6 Analiza potrošnje i troškova električne energije	23
1.2.4 Sustav sanitarne, pitke i tehnološke vode.....	25
1.2.4.1 Analiza potrošnje i troškova sanitarne vode	26
1.3 Energetska analiza (bilanca)	28
2 Pregled i analiza mjera energetske učinkovitosti.....	30
2.1 Prijedlog mjera povećanja toplinske zaštite vanjske ovojnice zgrade	30
2.1.1 Uvod	30
2.1.2 Ugradnja toplinske izolacije vanjskih zidova	31
2.2 Prijedlog mjera energetske učinkovitosti sustava grijanja	32
2.2.1 Uvod	32
2.2.2 Ugradnja termostatskih setova, balansirajućih ventila, regulatora diferencijalnog tlaka i frekventno regulirane pumpe	32
2.2.3 Zamjena kotla na prirodni plin kotlom na biomasu	34
2.2.4 Organizacijsko edukacijske mjere energetske učinkovitosti	35
2.3 Prijedlog mjera energetske učinkovitosti sustava potrošnje električne energije	36
2.3.1 Uvod	36
2.3.2 Izmjena dotrajalog i neučinkovitog sustava fluo rasvjete	36
2.3.3 Izmjena dotrajalog i neučinkovitog sustava klasične rasvjete.....	37
2.3.4 Organizacijsko-edukacijske mjere energetske učinkovitosti.....	37
2.4 Prijedlog mjera povećanja učinkovitosti potrošnje sanitarne vode.....	38
2.4.1 Uvod	38
2.4.2 Ugradnja štednih perlatora na slavine	38
2.5 Rekapitulacija mjera povećanja energetske učinkovitosti	39
3 Zaključak, preporuke i mišljenje vezano na ispunjavanje bitnih zahtjeva za građevinu.....	41
4 Popis korištene projektne dokumentacije	42
Prilog I: Proračunski podaci za izračun energetskog razreda	43



Popis slika

Slika 1.1 Prikaz ulaznog pročelja zgrade škole.....	5
Slika 1.2 Prikaz zgrade škole iz zraka	6
Slika 1.3 Prikaz pročelja zgrade	7
Slika 1.4 Prikaz detalja vanjske stolarije	7
Slika 1.5 Prikaz termograma pročelja zgrade škole	11
Slika 1.6 Prikaz kotlova i razvod sustava grijanja.....	13
Slika 1.7 Prikaz ogrjevnih tijela sustava grijanja	14
Slika 1.8 Prikaz bojlera na prirodni plin	14
Slika 1.9 Raspodjela potrošnje toplinske energije.....	15
Slika 1.10 Prikaz potrošnje i troškova toplinske energije tijekom prosječne referentne godine.....	16
Slika 1.11 Distribucija potrošnje električne energije po grupama trošila	17
Slika 1.12 Distribucija snage električne energije po grupama trošila	17
Slika 1.13 Raspodjela potrošnje električne energije uredske opreme	18
Slika 1.14 Prikaz elektroničkih uređaja.....	18
Slika 1.15 Raspodjela rasvjetnih tijela u zgradi prema potrošnji električne energije	19
Slika 1.16 Prikaz sustava unutarnje rasvjete	19
Slika 1.17 Raspodjela potrošnje električne energije kuhinjskih uređaja.....	20
Slika 1.18 Prikaz kuhinjskih uređaja	20
Slika 1.19 Raspodjela potrošnje električne energije sustava grijanja	21
Slika 1.20 Prikaz pumpe iz kotlovnice.....	21
Slika 1.21 Raspodjela potrošnje električne energije ostalih trošila.....	22
Slika 1.22 Prikaz samoposlužnog aparata.....	22
Slika 1.23 Prikaz potrošnje električne energije po mjesecima prema sustavima trošila (kWh).....	24
Slika 1.24 Bilanca potrošnje sanitarne vode.....	25
Slika 1.25 Izljevna mjesta sanitarne vode.....	25
Slika 1.26 Distribucija potrošnje vode u referentnoj godini prema izljevnim mjestima (m ³)	27
Slika 1.27 Raspodjela konačne energije u zgradi.....	28
Slika 1.28 Distribucija troškova energenata i vode	28



Popis tablica

Tablica 1.1 Opći podaci o zgradi	5
Tablica 1.2 Podaci o naručitelju.....	6
Tablica 1.3 Prikaz površina i volumena prostora zgrade	7
Tablica 1.4 Konstrukcijske karakteristike zgrade.....	8
Tablica 1.5 Koeficijenti prolaska topline građevnih dijelova.....	8
Tablica 1.6 Toplinske karakteristike građevinske konstrukcije	9
Tablica 1.7 Prikaz ključnih parametara potrebne toplinske energije.....	9
Tablica 1.8 Potrebna toplinska energija za grijanje zgrade za stvarne i referentne klimatske podatke	10
Tablica 1.9 Tehnički opis kotlovskog sustava	12
Tablica 1.10 Dodatni opis sustava grijanja	13
Tablica 1.11 Tehnički opis ogrjevnih tijela.....	13
Tablica 1.12 Tehnički opis sustava pripreme potrošne tople vode	14
Tablica 1.13 Raspodjela toplinske energije prema energentima i trošilima	15
Tablica 1.14 Preuzimanje prirodnog plina.....	16
Tablica 1.15 Prikaz instalirane snage i potrošnje električne energije po grupama trošila	17
Tablica 1.16 Pregled uredske opreme.....	18
Tablica 1.17 Pregled rasvjetnih tijela u zgradi.....	19
Tablica 1.18 Popis kuhinjskih uređaja	20
Tablica 1.19 Pregled potrošnje električne energije u sustavu grijanja.....	21
Tablica 1.20 Popis ostalih trošila električne energije	22
Tablica 1.21 Prikaz potrošnje energenta u referentnoj godini.....	23
Tablica 1.22 Popis izljevnih mjesta sanitarne vode	25
Tablica 1.23 Preuzimanje vode.....	26
Tablica 1.24 Ekvivalent grijanih površina zgrade.....	29
Tablica 1.25 Specifični parametri potrošnje i troškova prikazani na godišnjoj osnovi.....	29
Tablica 1.26 Prikaz parametara EPI i FPI (k = korisnik) na godišnjoj osnovi	29
Tablica 2.1 Pregled financijskih parametara pri ugradnji toplinske izolacije vanjskih zidova (prvi kriterij).....	31
Tablica 2.2 Pregled financijskih parametara pri ugradnji toplinske izolacije vanjskih zidova (drugi kriterij).....	31
Tablica 2.3 Pregled financijskih parametara pri ugradnji termostatskih setova, balansirajućih ventila, regulatora diferencijalnog tlaka i frekventno regulirane pumpe (prvi kriterij).....	32
Tablica 2.4 Pregled financijskih parametara pri ugradnji termostatskih setova, balansirajućih ventila, regulatora diferencijalnog tlaka i frekventno regulirane pumpe (drugi kriterij).....	33
Tablica 2.5 Pregled financijskih parametara pri ugradnji kotla na biomasu (prvi kriterij)	34
Tablica 2.6 Pregled financijskih parametara pri ugradnji kotla na biomasu (drugi kriterij).....	35
Tablica 2.7 Pregled financijskih parametara pri ugradnji nove fluo rasvjete (prvi kriterij).....	36
Tablica 2.8 Pregled financijskih parametara pri ugradnji nove fluo rasvjete (drugi kriterij).....	36
Tablica 2.9 Pregled financijskih parametara pri zamjeni klasičnih žarulja sa žarnom niti fluokompaktnim žaruljama (prvi kriterij)	37
Tablica 2.10 Pregled financijskih parametara pri zamjeni klasičnih žarulja sa žarnom niti fluokompaktnim žaruljama (drugi kriterij)	37
Tablica 2.12 Pregled financijskih parametara pri ugradnji štednih perlatora	38
Tablica 2.13 Prikaz identificiranih mjera energetske učinkovitosti u zgradi škole bez međuovisnosti (redosljed mjera je određen prema periodu povrata investicije osim zamjene kotla koji se preporučuje nakon sanacije vanjske ovojnice)	39
Tablica 2.14 Prikaz identificiranih mjera energetske učinkovitosti u zgradi škole sa međuovisnosti..	40



Sažetak

U zgradi Osnovne škole Pavla Štoosa, Kraljevec na Sutli 125 u Kraljevcu na Sutli obavljen je detaljni energetski pregled u svrhu određivanja energetskih karakteristika zgrade i potencijala energetskih ušteda.

Prosječne godišnje troškove energenata i vode u referentnoj godini u iznosu od 102.545,42 kn čine potrošnja prirodnog plina (84.398,11 kn – 82% ukupnih troškova), električne energije (13.446,13 kn – 13%) i sanitarne vode (4.701,19 kn – 5%). Navedene cijene ne uključuju PDV. Predviđanjem porasta cijena energenata i vode te uz procijenjeni porast potrošnje uslijed porasta standarda, moguće je u 2014. godini očekivati porast troškova na 110.000,00 kn (porast od oko 5%). Stoga je nužno sustavno praćenje troškova i potrošnje, kao i realizirati ulaganje u mjere energetske učinkovitosti koje su navedene u ovoj studiji.

Prema proračunu potrebne godišnje specifične toplinske energije za grijanje definiranog *Metodologijom provođenja energetskog pregleda građevina (studen 2012.) (u daljnjem tekstu Metodologija) i Pravilnikom o energetskim pregledima građevina i energetskom certificiranju zgrada (NN 81/12, 29/13, 78/13)*, godišnja potrebna toplina za grijanje zgrade škole iznosi 98,16 kWh/m²a (dopušteno 75,99 kWh/m²a), odnosno 26,05 kWh/m³a (dopušteno 24,32 kWh/m³a). Prema navedenim podacima godišnje potrebne topline za grijanje, zgrada osnovne škole svrstana je u energetski razred D. Prema stvarnim uvjetima korištenja zgrada, odnosno prema ustupljenim računima za prirodni plin te nakon provedene analize i modeliranja potrošnje, izračunata je utrošena količina toplinske energije za grijanje koja iznosi 108,81 kWh/m², odnosno 28,87 kWh/m³ godišnje. Prema navedenoj stvarnoj potrošnji zgrada škole bi bila svrstana također u energetski razred D. Stvarna potrošnja prirodnog plina za potrebe grijanja prostora je veća od one određene fizikom zgrade zbog povećane temperature prostorija u odnosu na projektne 20 °C.

Energetskim pregledom zgrade analizirale su se mjere povećanja energetske učinkovitosti, kojima se može postići bolja energetska svojstva zgrade kako bi se djeci, kao većinskim korisnicima, omogućili bolji boravišni uvjeti.

U sklopu ove analize se predlaže ugradnja toplinske izolacije na vanjske zidove što bi rezultiralo smanjenjem potrebne toplinske energije za oko 20 %, a ukoliko se mjera provodi sa sufinanciranjem *Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost* odnosno prema njihovim uvjetima, tada uštede iznose 28 % te mjera postaje isplativa. Po provedbi ove mjere predlaže se ugradnja kotla na biomasu koja je obnovljiv izvor energije što donosi značajne troškovne uštede, a i tu mjeru bi mogao financijski poduprijeti *Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost*.

Zamijećen je potencijal uštede u sustavu potrošnje električne energije i to u vidu zamjene postojeće rasvjete. Potrebno je zamijeniti rasvjetu baziranu na žaruljama sa žarnom niti ugradnjom novih fluokompaktnih žarulja, a postojeću T8 fluo rasvjetu treba zamijeniti modernijom T5 fluo rasvjetom s elektronskim prigušnicama čime će se postići znatne uštede u potrošnji električne energije. Iako mjere zamjene rasvjete ne pokazuje odlične financijske rezultate treba ih svakako provesti radi povoljnog utjecaja na zdravlje učenika i zaposlenika škole te podizanja kvalitete boravka. Također, uz sufinanciranje projekta od strane institucija poput *Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost* mjere postaju financijski isplativije.

Među mjerama povećanja energetske učinkovitosti sustava potrošnje sanitarne vode, preporučuje se provedba mjere ugradnje štednih perlatora na slavine, čime se postižu uštede u potrošnji i troškovima sanitarne vode. Tu mjeru karakterizira najkraći period povrata investicije.



Po provedbi navedenih mjera potrošnja toplinske energije smanjila bi se na 20,84 kWh/m³ što bi zadovoljavalo Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 110/08, 89/09, 79/13, 90/13) (u daljnjem tekstu *Tehnički propis*) te bi zgrada bila energetska razred C. Emisija CO₂ smanjila bi se za 50 tona/godišnje (90%).



1 Opći podaci o zgradi

1.1 Općeniti opis građevine i podaci o naručitelju

Osnovni podaci vezani uz zgradu (Slika 1.1) Osnovne škole Pavla Štoosa (u daljnjem tekstu: zgrada škole) su navedeni u sljedećoj tablici (Tablica 1.1).



Slika 1.1 Prikaz ulaznog pročelja zgrade škole
Izvor: REGEA

Tablica 1.1 Opći podaci o zgradi

Opći podaci o zgradi			
Naziv objekta	Osnovna škola Pavla Štoosa Kraljevec na Sutli		
Adresa	Ulica i broj	Poštanski broj, mjesto	Katastarska čestica i općina
	Kraljevec na Sutli 125	49294, Kraljevec na Sutli	1293/1, Kraljevec na Sutli
Namjena objekta	odgoj i obrazovanje djece		
Godina izgradnje	1946.		
Provedene rekonstrukcije	Godina	2011.	
	Kratki opis	promjena vanjske stolarije	
Korisnici zgrade	Zaposlenici	30	
	Korisnici (učenici)	120	
	Zajedno	150	
Okupiranost zgrade	rad u jednoj smjeni		
	Broj radnih dana u godini	261	
	Broj radnih sati godišnje	2 088	
Neto grijana površina zgrade	1 626 m ²		
Visina etaže	3,7 m		
Broj etaža	dvije (prizemlje i kat)		
Broj zona grijanja	jedna		
Projektirana unutarnja temperatura	20°C		
Datum provedbe energetskog pregleda	21. 02. 2013.		

Izvor: Terenski obilazak zgrade



Tablica 1.2 Podaci o naručitelju

Podaci o naručitelju	
Institucija	Krapinsko-zagorska županija
Lokacija	49 000 Krapina
Adresa	Magistratska ulica 1-3
Kontakt osoba	-
Telefon	049/329-111

1.2 Postojeće stanje zgrade

Vanjska ovojnica zgrade je djelomično sanirana tijekom 2011. godine kada je u potpunosti zamijenjena stolarija. Preostaje sanirati vanjske zidove na način da se ugradi toplinska izolacija budući da ona trenutno ne postoji. Strojarske instalacije u zgradi škole su u dobrom stanju i redovno se održavaju no potrebna su dodatna ulaganja u kotlovnicu kako bi se povećala efikasnost sustava grijanja. Detaljniji opis građevinskih elemenata, strojarskih instalacija, trošila električne energije i vode dan je u sljedećim poglavljima.

1.2.1 Građevinski i arhitektonski elementi građevine

Zgrada škole je prikazana tlocrtno donjom slikom (Slika 1.2).



Slika 1.2 Prikaz zgrade škole iz zraka
Izvor: Google Earth



Površine zgrade te volumen dani su u sljedećoj tablici (Tablica 1.3).

Tablica 1.3 Prikaz površina i volumena prostora zgrade

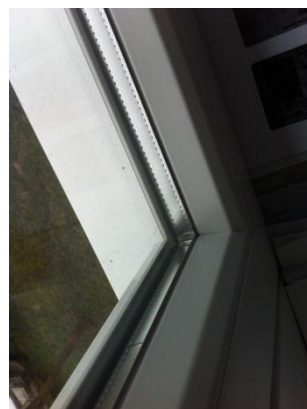
Površina zgrade (m ²)	Bruto	1 740
	Neto grijana	1 626
Površina prema projektiranoj temperaturi (m ²)	Grijana	1 626
	Hlađena	0
	Ventilirana	0
Površina prema namjeni (m ²)	Radni prostor	1 138
	Stubišta i hodnici	276
	Skladišta	163
	Ostalo	49
Volumen zgrade (m ³)	Grijani	6 127
	Hlađeni	0
	Ventilirani	0

Pročelja zgrade škole su prikazana na sljedećim fotografijama (Slika 1.3 i Slika 1.4), a karakteristike građevnih dijelova su dane u Tablica 1.4.



Slika 1.3 Prikaz pročelja zgrade

Izvor: REGEA



Slika 1.4 Prikaz detalja vanjske stolarije

Izvor: REGEA

**Tablica 1.4** Konstruktivske karakteristike zgrade

Dijelovi konstrukcije	Sastav konstrukcije	Ukupna debljina, cm	Vrsta i debljina sloja toplinske izolacije
Vanjski zid	vapneno-cementna žbuka, šuplja opeka*	30,00	-
Pod na tlu	parket, cementna glazura, betonska podloga**	17,00	-
Strop prema negrijanom potkrovlju	vapneno-cementna žbuka, armirani beton, mineralna vuna*	27,00	mineralna vuna, 10 cm
Vanjska stolarija	PVC profili s dvostrukim IZO ostakljenjem i plinovitim punjenjem i s LowE slojem***	-	-
Ulazna vrata	PVC profili s dvostrukim IZO ostakljenjem i plinovitim punjenjem i s LowE slojem***	-	-

* Napomena: Izvor podataka je terenski obilazak zgrade

** Napomena: Izvor podataka je Metodologija

*** Napomena: Izvor podataka je Troškovnik izmjene stolarije na školskoj zgradi, Kostelgrad-projekt, 2008.

U nastavku su navedeni relevantni podaci vezani uz energetske karakteristike vanjske ovojnice grijanog prostora zgrade (Tablica 1.5).

Tablica 1.5 Koeficijenti prolaska topline građevnih dijelova

Element ovojnice grijanog prostora zgrade	Zatečeni koeficijent prolaska topline U, W/m ² K*	Dozvoljeni koeficijent prolaska topline, U, W/m ² K**	Primjedbe o zatečenom stanju
Vanjski zid	1,29	0,45	Ne zadovoljava <i>Tehnički propis</i>
Pod na tlu	2,72	0,50	Ne zadovoljava <i>Tehnički propis</i>
Strop prema negrijanom potkrovlju	0,32	0,30	Zadovoljava <i>Tehnički propis</i>
Vanjska stolarija	1,40	1,80	Zadovoljava <i>Tehnički propis</i>
Ulazna vrata	1,40	2,90	Zadovoljava <i>Tehnički propis</i>

* Izvor: program KI Expert 2013 ili dokumentacija prema tablici prije

** Napomena: određeno prema *Tehničkom propisu*

Iako koeficijent prolaska topline zadovoljava uvjete *Tehničkog propisa* treba napomenuti problem izostanka sjenila na većini prozora. Vrlo je važno ugraditi neku vrstu sjenila na sve prozore vanjske stolarije kako bi se umanjilo prekomjerno zagrijavanje prostorija tijekom toplijih dana u godini te kako bi se omogućili kvalitetniji uvjeti boravka učenicima u učionicama razredne nastave.

**1.2.1.1 Toplinski gubici kroz vanjsku ovojnicu i proračun potrebne toplinske energije**

Toplinske karakteristike građevinske konstrukcije zgrade škole dane su u sljedećoj tablici (Tablica 1.6).

Tablica 1.6 Toplinske karakteristike građevinske konstrukcije

Element ovojnice grijanog prostora zgrade	Orijentacija	Ploština (m ²)	Zatečeni koeficijent prolaska topline (W/m ² K)*	Toplinski gubici (W/K)*
Vanjski zid	S	360	1,29	1 931
	Z	379		
	J	336		
	I	363		
Strop prema negrijanom potkrovlju	-	1 235	0,32	456
Pod na tlu	-	1 235	0,71**	948
Vanjska stolarija	S	48	1,40	381
	Z	58		
	J	115		
	I	51		
Ulazna vrata	Z	9	1,40	13
Ventilacijski toplinski gubici				1 537

* Napomena: toplinski gubici izračunati su programskim alatom KI Expert 2013

** Napomena: u koeficijent je uzet u obzir utjecaj tla

Norma HRN EN 13790 propisuje broj sati rada sustava grijanja/hlađenja te dane rada u godini. Za proračun fizike zgrade su preuzete vrijednosti radnih broja sata i dana iz norme predodređene za škole.

Tablica 1.7 Prikaz ključnih parametara potrebne toplinske energije

Isprekidano grijanje*	da
Dnevno trajanje korištenja sustava grijanja (h/dnevno)**	9,00
Tjedni broj dana korištenja sustava grijanja (dana/tjedno)***	3,84
Omjer sati u tjednu s uključenim grijanjem (h/tjedno)****	0,21
Temperatura grijanja (°C)	20,00
Broj provjetranja (1/h)	1,00

* Napomena: prema Tehničkom propisu ukoliko postoji isprekidano grijanje, za nestambene zgrade javne namjene projektno trajanja prekida grijanja iznosi 7 sati s unutarnjom projektnom temperaturom od 16 °C

** Napomena: preuzeto iz norme HRN EN 13790

*** Napomena: srednji broj dana rada u tjednu tijekom cijele godine (365 dana)

**** Napomena: izračunato formulom: omjer= (tjedni broj dana korištenja sustava*dnevno trajanje korištenja sustava) / (7 * 24)



Najveća dopuštena vrijednost potrošnje toplinske energije za grijanje propisana *Tehničkim propisom* računa se putem faktora oblika zgrade (f_0) i iznosi:

$$f_0 = 0,68$$

$$Q''_{H,nd} = (41,03 + 51,41 \times f_0) \text{ kWh/m}^2 = 75,99 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}, \text{ odnosno}$$

$$Q''_{H,nd} = (13,13 + 16,45 \times f_0) \text{ kWh/m}^3 = 24,32 \text{ kWh/(m}^3\text{a)}$$

Fizika zgrade je izračunata u programu KI Expert 2013 prema normi HRN 13790, uz ulazne podatke dane u tablicama (Tablica 1.3, Tablica 1.4, Tablica 1.5 i Tablica 1.6), a rezultati su dani u donjoj tablici (Tablica 1.8).

Tablica 1.8 Potrebna toplinska energija za grijanje zgrade za stvarne i referentne klimatske podatke

Stvarni klimatski podaci (Stubičke Toplice)	Stupanj dani (Kd/a)	3 076,70
	Broj dana sezone grijanja	184,4
	Potrebna energija za grijanje zgrade	159 602,20 kWh/a
	Specifična potrebna energija za grijanje zgrade	26,05 kWh/m ³ a
Referentni klimatski podaci (Kontinentalna Hrvatska)	Stupanj dani (Kd/a)	2 939,50
	Broj dana sezone grijanja	178,9
	Srednja vanjska temperatura u sezoni grijanja	3,90 °C
	Potrebna energija za grijanje zgrade	149 936,80 kWh/a
	Specifična potrebna energija za grijanje zgrade	24,27 kWh/m ³ a

Izvor: KI Expert 2013

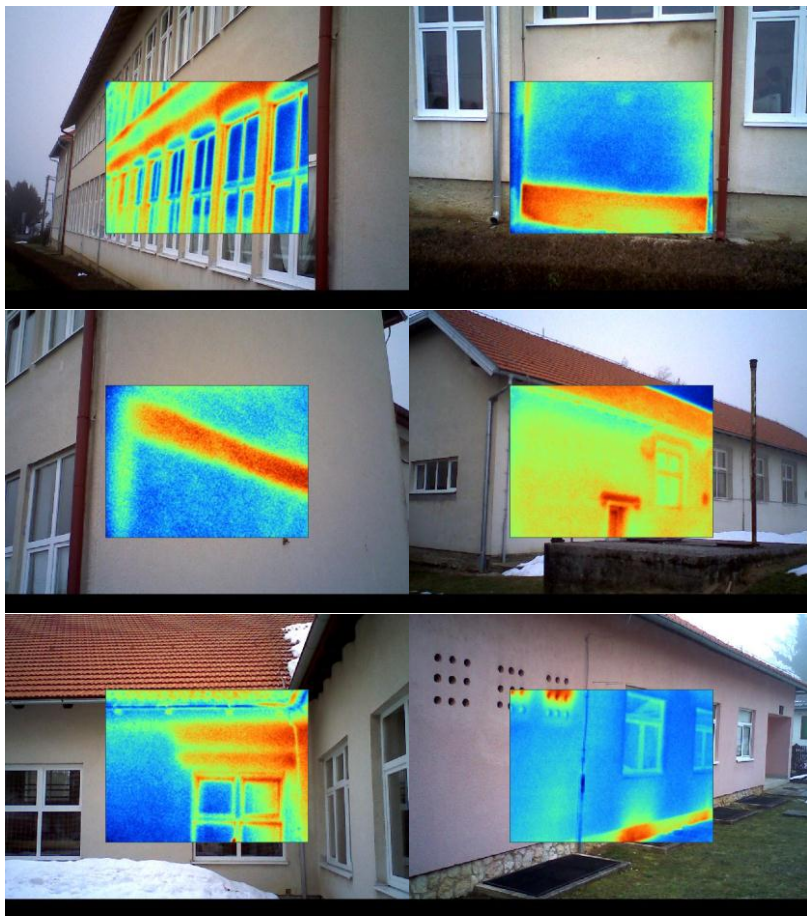


1.2.1.2 Analiza toplinskih karakteristika vanjske ovojnice zgrade pomoću infracrvene termografije

U nastavku su dani podaci vezani uz termografsko snimanje vanjske ovojnice zgrade:

- Datum i vrijeme provedbe: 27. veljače 2013. godine, u vremenu od 14:00 do 15:00 sati;
- Vremenski uvjeti: temperatura okoliša 8°C, vlažnost zraka 60%, bez vjetera i oborina;
- Vrijednost faktora emisivnosti površine: $e=0,95$;
- Temperatura unutarnjeg zraka: 20°C;
- Zgrada je snimana s udaljenosti 3 do 30 m;
- Korišteni uređaji: termografska kamera Ti25, proizvođača Fluke, termometar i higrometar;
- Rezolucija snimljenih termograma: 320x240 pixela.

U nastavku su prikazani snimljeni termogrami (Slika 1.5).



Slika 1.5 Prikaz termograma pročelja zgrade škole

Izvor: REGEA

U nastavku su navedene napomene vezane uz termograme:

- Gubitak topline iz unutarnjeg prostora prema van prikazan je nijansama žute i crvene boje;
- Vidljivi toplinski tokovi kroz armiranobetonske serklaže u odnosu na opeku;
- Vidljivi toplinski tokovi kroz spojna mjesta vanjske stolarije.



1.2.2 Sustav grijanja, hlađenja i pripreme potrošne tople vode (PTV)

Toplinska energija za grijanje zgrade se proizvodi centralno u kotlovnici kotlom na prirodni plin, a grijanje potrošne tople vode (PTV) se vrši lokalno bojlerima na prirodni plin. Sustav hlađenja i ventilacije ne postoji.

1.2.2.1 Sustav grijanja

U nastavku su navedeni relevantni podaci vezani uz sustav grijanja zgrade (Tablica 1.9, Tablica 1.10, Tablica 1.11, Slika 1.6 i Slika 1.7).

Tablica 1.9 Tehnički opis kotlovsog sustava

Centralno grijanje s kotlom na prirodni plin	
Proizvođač:	TPK Orometal
Tip	TVK 380
Godina proizvodnje	1998.
Izlazna snaga	380,00 kW
Temperatura sustava tople vode	70/50 °C
Vrsta goriva	prirodni plin (moguće je i grijanje loživim uljem, ali ne koristi se ta mogućnost)
Stupanj korisnosti*	0,90
Plamenik	
Proizvođač i tip	Weishaupt, GL3/1-E
Snaga plamenika	90 - 630
Regulacija	automatska

* *Napomena:* određeno iskustveno

Izvor: Terenski obilazak zgrade



Tablica 1.10 Dodatni opis sustava grijanja

Ostali dijelovi sustava grijanja		
Broj cirkulacijskih krugova grijanja	četiri	zgrada škole
		zgrada škole
		sportska dvorana - ventilokonvektori
		sportska dvorana - radijatorsko grijanje
Regulacija	Ne	
Cirkulacijske pumpe	Proizvođač	Wilo
	Tip	TOP-S65/13
	Količina	1
	Jedinična snaga	1,45 kW
	Opis	trobrzinska
Toplinska izolacija sustava	Uglavnom postoji toplinska izolacija cjevovoda.	
Hidraulička izbalansiranost	Ne	
Priprema potrošne tople vode	Odvojena od centralnog sustava u kotlovnici.	
Dodatna oprema	Ekspanzijski uređaj, miješajući ventil.	

Izvor: Terenski obilazak zgrade

Tablica 1.11 Tehnički opis ogrjevnih tijela

Vrsta ogrjevnog tijela	Aluminijski radijatori	Lijevani radijatori	Ventilokonvektori
Proizvođač	Lipovica	-	-
Model	Solar 600	-	-
Količina	9	72	10
Broj članaka ukupno	159	1 581	-
Toplinska snaga jedinice	185 W	109 W	2 000 W*
Zona grijanja	uredi	učionice, hodnici	sportska dvorana
Korišteni medij	voda		
Tip razvoda	dvocijevni		
Regulacija temperature	ručna		termostatski
Toplinska snaga	29 kW	172 kW	20 kW
Ukupna toplinska snaga	222 kW		

* Napomena: procjena

Izvor: Terenski obilazak zgrade



Slika 1.6 Prikaz kotlova i razvod sustava grijanja

Izvor: REGEA



Slika 1.7 Prikaz ogrjevnih tijela sustava grijanja

Izvor: REGEA

1.2.2.2 Sustav pripreme potrošne tople vode

U nastavku su navedeni relevantni podaci vezani uz sustav pripreme potrošne tople vode (PTV) za potrebe sanitarnih čvorova i kuhinje (Tablica 1.12 i Slika 1.8).

Tablica 1.12 Tehnički opis sustava pripreme potrošne tople vode

Sustav pripreme potrošne tople vode (PTV)	Lokalna priprema PTV-a
Vrsta	Plinski bojler
Količina	Tri
Temperatura zagrijavanja PTV-a	70°C
Toplinska energija za grijanje PTV-a	6 275 kWh

Izvor: Terenski obilazak zgrade



Slika 1.8 Prikaz bojlera na prirodni plin

Izvor: REGEA



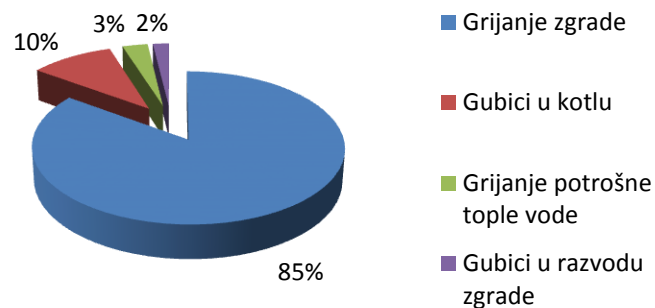
1.2.2.3 Analiza potrošnje i troškova toplinske energije

Tablicom i slikom u nastavku dana je bilanca potrošnje toplinske energije dobivene analizom računa prirodnog plina (Tablica 1.13 i Slika 1.9). Najveći udio u potrošnji predmetnog energenta zauzima grijanje zgrade.

Tablica 1.13 Raspodjela toplinske energije prema energentima i trošilima

	Potrebna toplinska energija (prirodni plin)
Grijanje zgrade	176 893 kWh
Gubici u kotlu	20 793 kWh
Grijanje potrošne tople vode	6 275 kWh
Gubici u razvodu zgrade	3 974 kWh
Ukupno	207 934 kWh

Izvor: Računi o potrošnji prirodnog plina i modeliranje potrošnje



Slika 1.9 Raspodjela potrošnje toplinske energije

Izvor: REGEA

Za grijanje zgrade kao glavni energent se koristi prirodni plin. Na temelju ustupljenih računa za potrošnju toplinske energije od strane vodstva škole, procijenjene su godišnje potrebe toplinske energije za grijanje prostora. Kreću se ukupno oko 176 893 kWh/a, odnosno po jedinici grijane površine i volumena 108,81 kWh/(m²a), odnosno 28,87 kWh/(m³a). Prema izračunu fizike zgrade (Tablica 1.8) specifična godišnja potrebna toplinska energija iznosi 98,16 kWh/(m²a), odnosno 26,05 kWh/(m³a). Dobiveni parametri se ponešto razlikuju zbog grijanja učionica na temperaturu veću od projektnih 20 °C te zbog moguće nešto većih ventilacijskih gubitaka u stvarnosti.

Prirodni plin se preuzima u školi na jednom mjernom mjestu, podaci o preuzimanju energenta dani su sljedećom tablicom (Tablica 1.14)

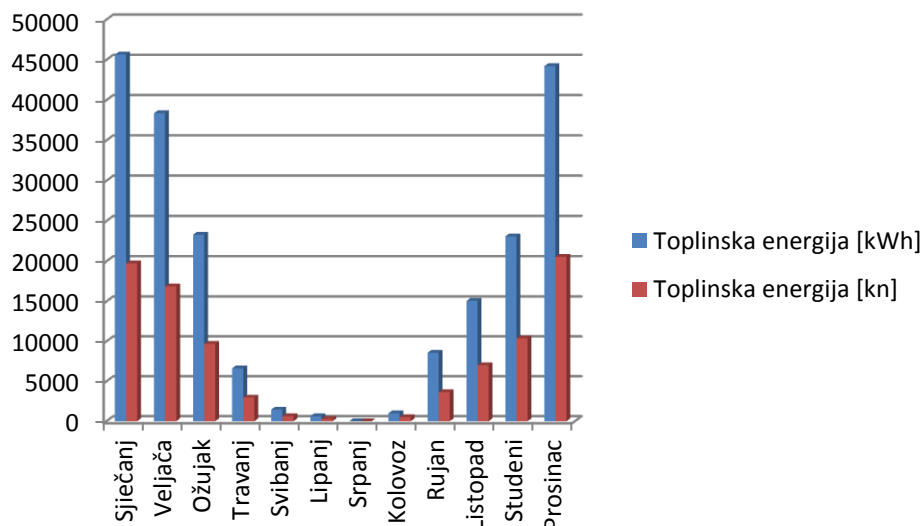


Tablica 1.14 Preuzimanje prirodnog plina

Referentna godišnja potrošnja					Prirodni plin				
Naziv kupca:	Osnovna škola Pavla Štoosa Kraljevec na Sutli								
Adresa kupca:	Kraljevec na Sutli 125 49294, Kraljevec na Sutli								
Tarifna grupa:	-						Tarifni model:	-	
Opskrbljivač:	Zelenjak plin d.o.o.								
Referentne godine za energetska bilancu					2010., 2011., 2012.. godina i 2013. godina do travnja				
Referentna cijena za troškovnu bilancu (izvor i datum)					račun za travanj 2013. godine				
Struktura cijene	Energetska bilanca za referentnu godinu				Troškovna bilanca za referentnu godinu				
	Jed.mj.	Potrošnja	Pretvor-beni faktor	Potrošnja (kWh/god.)	bez PDV-a		Stopa PDV-a	PDV	Ukupni trošak (s PDV-om)
				Jedinična cijena	Ukupni trošak (kn)				
Prirodni plin	kWh	207 934	1	207 934	0,404936 kn	84.200,11	25%	21.050,03	105.250,13
Fiksna naknada TS2	mj	12	1	12	16,50 kn	198,00	25%	49,50	247,50
Ref. god. potrošnja	kWh			207 934					
Ref. trošak	Kn					84.398,11		21.099,53	105.497,63
Prosječna ref. jed. cijena (bez PDV-a)	Kn/kWh				0,405888 kn				

Izvor: Računi o potrošnji prirodnog plina

Grafički je prikazana potrošnja i troškovi prirodnog plina za grijanje prostora na donjem grafikonu (Slika 1.10).



Slika 1.10 Prikaz potrošnje i troškova toplinske energije tijekom prosječne referentne godine

Izvor: REGEA



1.2.3 Sustav potrošnje električne energije

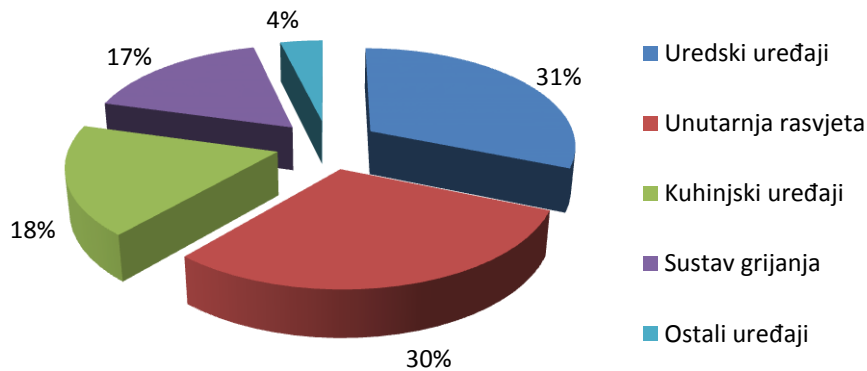
Sustav potrošnje električne energije opisan je sljedećim parametrima:

- Procijenjena ukupna instalirana snaga električnih uređaja: 39,24 kW (Tablica 1.15 i Slika 1.11);
- Procijenjena ukupna potrošnja električnih uređaja: 15 844 kWh (Tablica 1.15 i Slika 1.12).

Tablica 1.15 Prikaz instalirane snage i potrošnje električne energije po grupama trošila

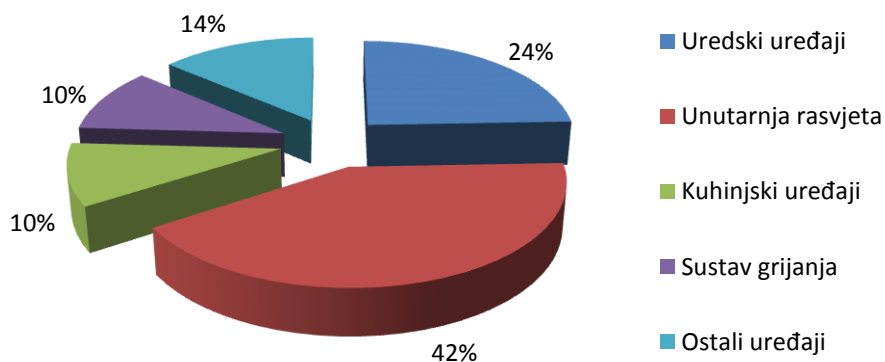
Grupa trošila	Ukupna instalirana snaga, kW	Godišnja potrošnja energije, kWh/god
Uredski uređaji	9,58	4 935
Unutarnja rasvjeta	16,31	4 791
Kuhinjski uređaji	3,90	2 842
Sustav grijanja	4,05	2 672
Ostali uređaji	5,40	604
Ukupno	39,24	15 844

Izvor: Terenski obilazak zgrade



Slika 1.11 Distribucija potrošnje električne energije po grupama trošila

Izvor: REGEA



Slika 1.12 Distribucija snage električne energije po grupama trošila

Izvor: REGEA



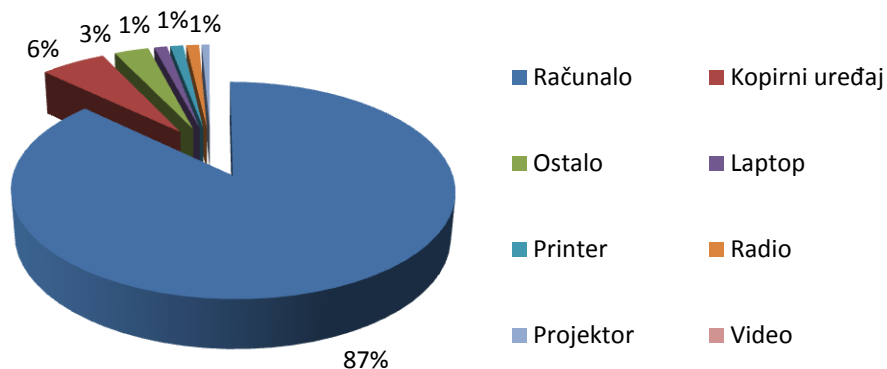
1.2.3.1 Uredska oprema (elektronički uređaji)

Tablicom i slikom u nastavku opisana je uredska oprema (Tablica 1.16, Slika 1.13 i Slika 1.14).

Tablica 1.16 Pregled uredske opreme

Trošilo električne energije	Broj jedinica	Specifična snaga, W	Ukupna instalirana snaga, kW	Potrošnja energije, kWh/god.	Prosječan broj dnevnih radnih sati (h)
Računalo	16	400	6,40	4 297	2,57
Kopirni uređaj	2	850	1,70	285	0,64
Ostalo	1	20	0,02	150	28,81
Laptop	1	250	0,25	56	0,86
Printer	5	100	0,50	56	0,43
Radio	11	30	0,33	55	0,64
Projektor	1	300	0,30	34	0,43
Video	2	40	0,08	2	0,09
Ukupno	39	-	9,58	4 935	4,31

Izvor: Terenski obilazak zgrade



Slika 1.13 Raspodjela potrošnje električne energije uredske opreme

Izvor: REGEA



Slika 1.14 Prikaz elektroničkih uređaja

Izvor: REGEA



1.2.3.2 Sustav električne unutarnje rasvjete

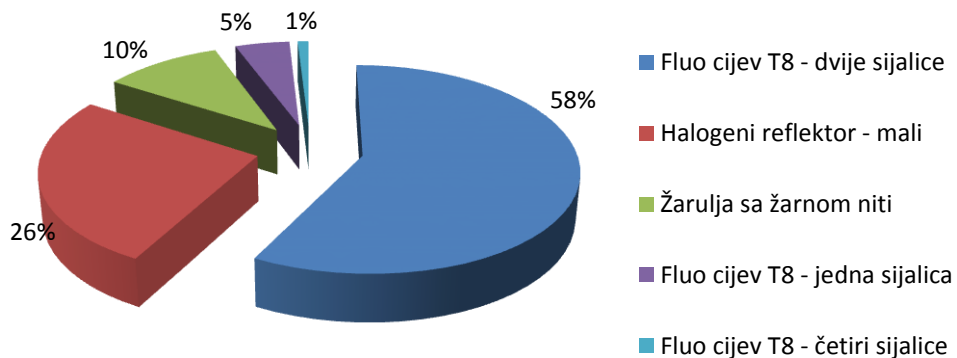
Unutarnjom rasvjetom upravlja se ručno. Podaci o rasvjeti su dani tablicom i slikama u nastavku.

Tablica 1.17 Pregled rasvjetnih tijela u zgradi

Trošilo električne energije	Broj jedinica	Snaga sijalice, W*	Ukupna instalirana snaga, kW	Potrošnja energije, kWh/god.	Prosječan broj dnevnih radnih sati (h)
Fluo cijev T8 - dvije sijalice	122	43	10,54	2 767	1,01
Halogeni reflektor - mali	8	300	2,40	1 260	2,01
Žarulja sa žarnom niti	39	60	2,34	491	0,80
Fluo cijev T8 - jedna sijalica	20	43	0,86	227	1,01
Fluo cijev T8 - četiri sijalice	2	22	0,17	45	1,01
Ukupno	191	-	16,31	4 791	1,17

* Napomena: Iskazana snaga se odnosi na jednu sijalicu i uključuje snagu prigušnice ako je ima.

Izvor: Terenski obilazak zgrade



Slika 1.15 Raspodjela rasvjetnih tijela u zgradi prema potrošnji električne energije

Izvor: REGEA



Slika 1.16 Prikaz sustava unutarnje rasvjete

Izvor: REGEA

Unutarnja rasvjeta (Slika 1.16) u ispravnom je tehničkom stanju te zadovoljava HRN EN 12464-1:2002 rasvjetljenost radnih prostora.



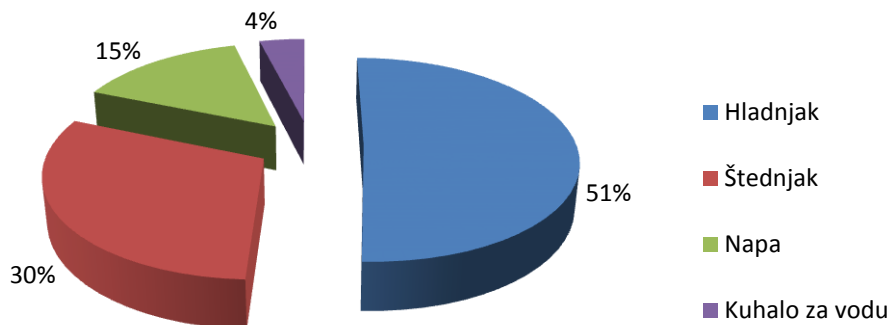
1.2.3.3 Kuhinjska oprema

Tablicom i slikom u nastavku opisan je sustav potrošnje električne energije kuhinjske opreme (Tablica 1.18, Slika 1.17 i Slika 1.18).

Tablica 1.18 Popis kuhinjskih uređaja

Trošilo električne energije	Broj jedinica	Specifična snaga, W	Ukupna instalirana snaga, kW	Potrošnja energije, kWh/god.	Prosječan broj dnevnih radnih sati (h)
Hladnjak	3	300	0,90	1 440	6,13
Štednjak	1	1 500	1,50	869	2,22
Napa	1	500	0,50	421	3,23
Kuhalo za vodu	1	1 000	1,00	112	0,43
Ukupno	6	-	3,90	2 842	3,00

Izvor: Terenski obilazak zgrade



Slika 1.17 Raspodjela potrošnje električne energije kuhinjskih uređaja

Izvor: REGEA



Slika 1.18 Prikaz kuhinjskih uređaja

Izvor: REGEA



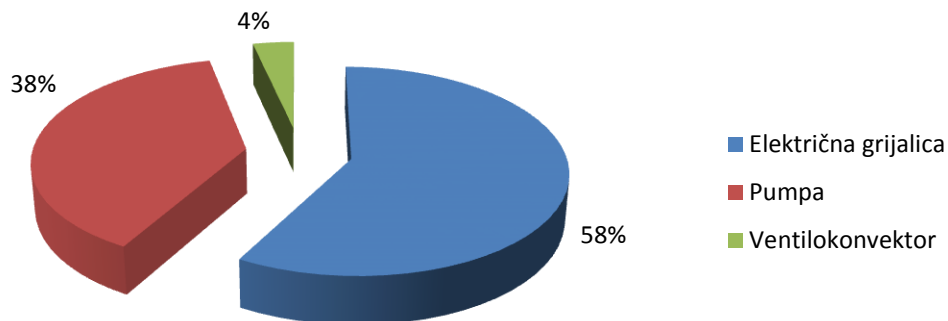
1.2.3.4 Sustav grijanja

Tablicom u nastavku opisana je potrošnja električne energije sustava grijanja (Tablica 1.19, Slika 1.19 i Slika 1.20).

Tablica 1.19 Pregled potrošnje električne energije u sustavu grijanja

Trošilo električne energije	Broj jedinica	Specifična snaga, W	Ukupna instalirana snaga, kW	Potrošnja energije, kWh/god.	Prosječan broj dnevnih radnih sati (h)
Električna grijalica	1	2 200	2,20	1 554	2,71
Pumpa	1	1 450	1,45	1 024	2,71
Ventilokonvektor	10	40	0,40	94	0,90
Ukupno	12	-	4,05	2 672	2,10

Izvor: Terenski obilazak zgrade



Slika 1.19 Raspodjela potrošnje električne energije sustava grijanja

Izvor: REGEA



Slika 1.20 Prikaz pumpe iz kotlovnice

Izvor: REGEA



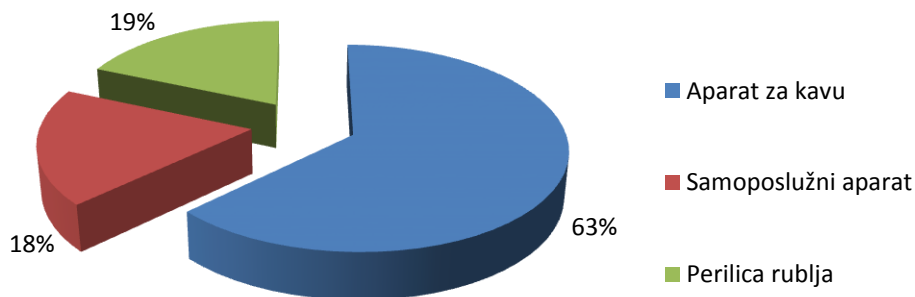
1.2.3.5 Ostala trošila električne energije

Tablicom u nastavku navedeni su parametri potrošnje električne energije ostalih trošila (Tablica 1.20, Slika 1.21 i Slika 1.22).

Tablica 1.20 Popis ostalih trošila električne energije

Trošilo električne energije	Broj jedinica	Specifična snaga, W	Ukupna instalirana snaga, kW	Potrošnja energije, kWh/god.	Prosječan broj dnevnih radnih sati (h)
Aparat za kavu	2	1 700	3,40	380	0,31
Samoposlužni aparat	2	500	1,00	112	0,43
Perilica rublja	1	1 000	1,00	112	0,43
Ukupno	5	-	5,40	604	0,39

Izvor: Terenski obilazak zgrade



Slika 1.21 Raspodjela potrošnje električne energije ostalih trošila

Izvor: REGEA



Slika 1.22 Prikaz samoposlužnog aparata

Izvor: REGEA



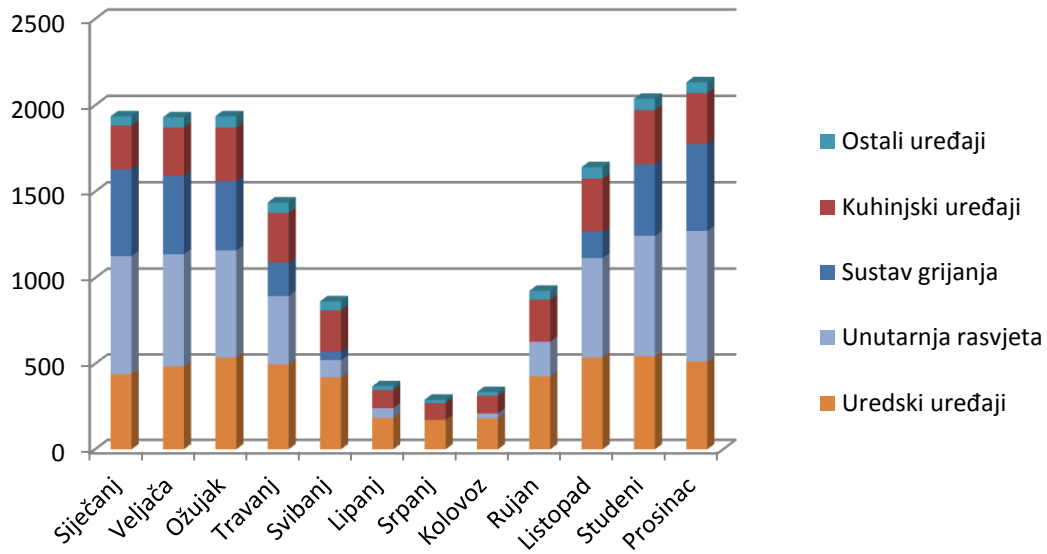
1.2.3.6 Analiza potrošnje i troškova električne energije

Električna energija preuzima se preko plavog tarifnog modela za poduzetništvo na niskom naponu. Izvor podataka o potrošnji i troškovima električne energije su računi ustupljeni od strane vodstva škole. Podaci o preuzimanju energenta dani su u sljedećoj tablici i grafikonu (Tablica 1.21 i Slika 1.23).

Tablica 1.21 Prikaz potrošnje energenta u referentnoj godini

Referentna godišnja potrošnja			Električna energija				
Naziv kupca:	Osnovna škola Pavla Štoosa Kraljevec na Sutli			OIB:	12109447077		
Adresa kupca:	Kraljevec na Sutli 125	49294, Kraljevec na Sutli					
Šifra kupca:		Br. mjernog mjesta:	0015794	Br. brojila:	2000015794		
Kategorija kupca:	Poduzetništvo			Tarifni model:	plavi		
Opskrbljivač:	HEP OPSKRBA d.o.o.						
Referentna godina za energetske bilancu	2010., 2012.. godina i 2013. godina do travnja						
Referentna cijena za troškovnu bilancu (izvor i datum)	računi za opskrbu i distribuciju za travanj 2013. godine						
Struktura cijene	Energetska bilanca za referentnu godinu		Troškovna bilanca za referentnu godinu				
	Jed.mj.	Količina	Jedinična cijena (bez PDV-a)	Ukupni trošak (bez PDV-a)	Stopa PDV-a (%)	PDV	Ukupni trošak (s PDV-om)
Proračun troškova električne energije							
Radna energija u višoj tarifi (VT)	kWh	15 844	0,5024	7.959,80 kn	25%	1.989,95 kn	9.949,76 kn
Naknada za poticanje proizvodnje iz OIE	kWh	15 844	0,0050	79,22 kn	25%	19,80 kn	99,02 kn
Ukupno		15 844	0,5074	8.039,02 kn		2.009,76 kn	10.048,78 kn
Proračun troškova mrežarine (za povlaštene kupce)							
Radna energija u višoj tarifi (VT)	kWh	15 844	0,3100	4.911,50 kn	25%	1.227,88 kn	6.139,38 kn
Naknada za mjernu uslugu	mjesec	12	41,3000	495,60 kn	25%	123,90 kn	619,50 kn
Ukupno		15 844	41,6100	5.407,10 kn		1.351,78 kn	6.758,88 kn
Radna energija ukupno (JT) ili (VT+NT)	kWh	15 844	42,1174	13.446,13 kn	25%	3.361,53 kn	16.807,66 kn
Referentna god.potrošnja	kWh	15 844					
Referentni trošak	Kn			13.446,13 kn		3.361,53 kn	16.807,66 kn
Prosječna referentna jed. cijena	Kn/kWh		0,8487				

Izvor: Računi za električnu energiju



Slika 1.23 Prikaz potrošnje električne energije po mjesecima prema sustavima trošila (kWh)
Izvor: REGEA



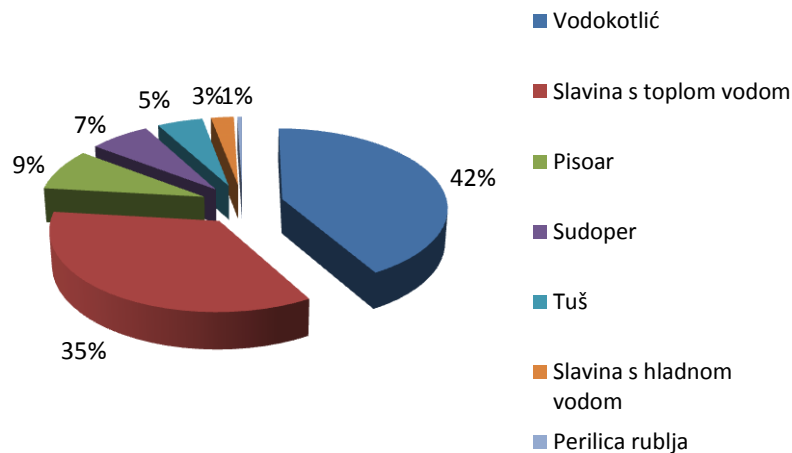
1.2.4 Sustav sanitarne, pitke i tehnološke vode

Zgrada je priključena na javnu vodovodnu mrežu. Mjesta potrošnje sanitarne vode su sanitarije i kuhinja. Broj izljevni mjesta, njihova potrošnja te distribucija po izljevni mjestima prikazana je tablicom i slikom u nastavku (Tablica 1.22, Slika 1.24 i Slika 1.25).

Tablica 1.22 Popis izljevni mjesta sanitarne vode

Vrsta izljevni mjesta	Količina	Količina vode po korištenju (l)	Prosječan broj dnevnih korištenja	Godišnja potrošnja vode (m ³)	Udio u potrošnji (%)
Vodokotlić	10	9	62	146	41,7
Slavina s toplom vodom	16	5	94	123	35,1
Pisoar	10	4	28	30	8,5
Sudoper	4	25	4	23	6,7
Tuš	5	40	2	17	5,0
Slavina s hladnom vodom	1	5	7	9	2,5
Perilica rublja	1	10	1	2	0,5
Ukupno	47			350	100,0

Izvor: Terenski obilazak zgrade



Slika 1.24 Bilanca potrošnje sanitarne vode

Izvor: REGEA



Slika 1.25 Izljevni mjesta sanitarne vode

Izvor: REGEA



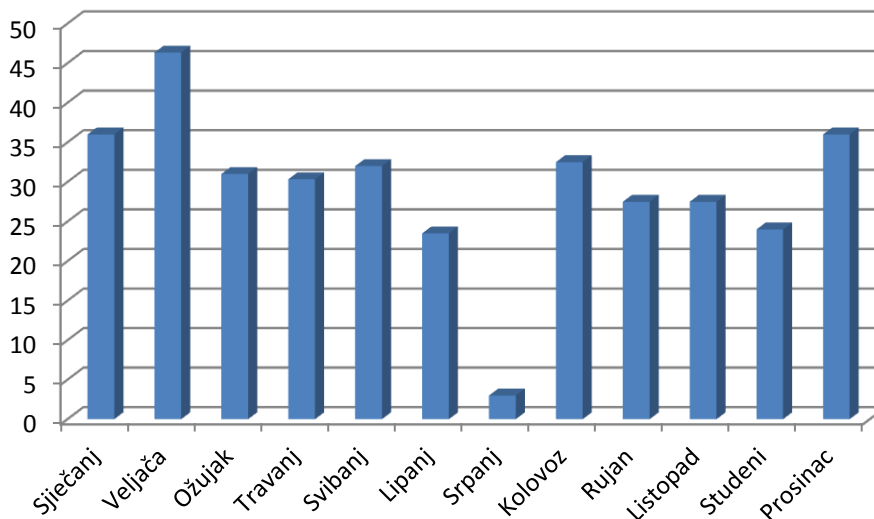
1.2.4.1 Analiza potrošnje i troškova sanitarne vode

Podaci o preuzimanju sanitarne vode dani su u sljedećoj tablici (Tablica 1.23), a grafički prikaz vode je na slici u nastavku (Slika 1.26).

Tablica 1.23 Preuzimanje vode

Referentna godišnja potrošnja			Voda				
Naziv kupca:	Osnovna škola Pavla Štoosa Kraljevec na Sutli			OIB:	12109447077		
Adresa kupca:	Kraljevec na Sutli 125						
Kategorija kupca:	pravna osoba						
Opskrbljivač:	Zagorski vodovod d.o.o.						
Referentne godine za energetska bilancu			2010., 2012. godina i 2013. godina do travnja				
Referentna cijena za troškovnu bilancu (izvor i datum)			računi za opskrbu i distribuciju za travanj 2013. godine				
Struktura cijene	Bilanca naturalne potrošnje za referentnu godinu		Troškovna bilanca za referentnu godinu				
	Jed.mj.	Količina	Jedinična cijena (bez PDV-a)	Ukupni trošak (bez PDV-a)	Stopa PDV-a (%)	PDV	Ukupni trošak (s PDV-om)
Voda	m ³	350	9,73 kn	3.402,26 kn	10%	340,23 kn	3.742,48 kn
Naknada za razvoj	m ³	350	0,50 kn	174,83 kn	0%	0,00 kn	174,83 kn
Zaštita voda	m ³	350	1,35 kn	472,05 kn	0%	0,00 kn	472,05 kn
Korištenje voda	m ³	350	1,35 kn	472,05 kn	0%	0,00 kn	472,05 kn
Mjesečna naknada	mjesec	12	15,00 kn	180,00 kn	10%	18,00 kn	198,00 kn
Referentna god.potrošnja	m ³	350					
Referenti god. trošak	Kn		4.701,19 kn			358,23 kn	5.059,42 kn
Prosječna referentna jed. cijena	Kn/m ³		13,44 kn				

Izvor: Računi za vodu



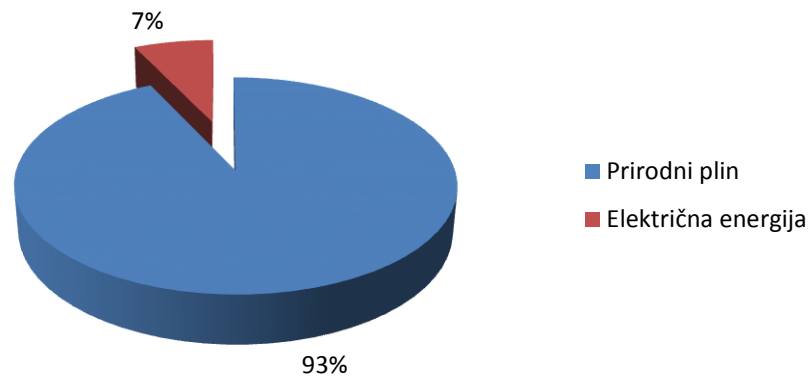
Slika 1.26 Distribucija potrošnje vode u referentnoj godini prema izljevним mjestima (m³)
Izvor: REGEA

Iz gornjeg grafikona je vidljiva ujednačena potrošnja vode tijekom cijele godine. Na temelju izračuna procjenjuje se potrošnja od oko 2,33 m³ po korisniku godišnje (8,9 l dnevno po korisniku). Budući da je prosječna potrošnja vode za ustanove definirana *Metodologijom provođenja energetskeg pregleda građevina (studeni 2012)* od 10 do 40 l vode po osobi dnevno, dobivena potrošnja vode predstavlja ispodprosječnu potrošnju.

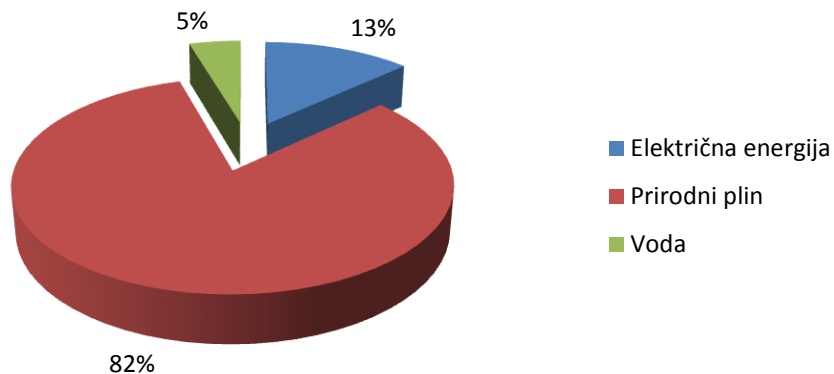


1.3 Energetska analiza (bilanca)

Energetska bilanca konačne energije (kWh) i distribucija troškova (kn) prema grupama energenata i vode prikazana je sljedećim slikama.



Slika 1.27 Raspodjela konačne energije u zgradi
Izvor: REGEA



Slika 1.28 Distribucija troškova energenata i vode
Izvor: REGEA

Vidljivo je da troškovi grijanja zgrade imaju najveći udio u ukupnim troškovima (82%), zatim slijede troškovi za električnu energiju (13%) te najmanji troškovi sanitarne vode (5%). Sljedeća analiza je napravljena s ekvivalentom grijanog prostora, a uzima se iz razloga grijanja prostorija na različite temperature, dobiva se množenjem stvarne neto grijane površine korektivnim faktorom. Hodnici i ostali neboravišni prostori veličine 488 m² griju se na 18°C te površinu neboravišnog prostora množimo s korektivnim faktorom 0,8 kako bi dobili ekvivalent grijane površine na 20°C. Uvažavajući korektivne faktore dobiva se ekvivalent grijanog prostora zgrade na temperaturu od 20°C u iznosu od 1 528 m² (Tablica 1.24).



Tablica 1.24 Ekvivalent grijanih površina zgrade

Namjena grijanog prostora	Površina grijanog prostora, m ²	Korektivni faktor za 20°C	Ekvivalent grijane površine, m ²
Boravišni prostori (20°C)	1 138	1	1 138
Neboravišni prostori (18°C)	488	0,8	390
Ukupno	1 626		1 528

Izvor: projektna dokumentacija

Tablicom u nastavku (Tablica 1.25 i Tablica 1.26) dani su parametri potrošnje i troškova električne i toplinske energije te sanitarne vode.

Tablica 1.25 Specifični parametri potrošnje i troškova prikazani na godišnjoj osnovi

Električna energija		Toplinska energija		Sanitarna voda	
(VT, NT, snaga, jalova energija)		prirodni plin		-	
0,849 kn/kWh*		0,406 kn/kWh*		13,445 kn/m ³ *	
Potrošnja	Trošak*	Potrošnja	Trošak*	Potrošnja	Trošak*
15 844 kWh	13.446,13 kn	207 934 kWh	84.398,11 kn	349,67 m ³	4.701,19 kn

* Napomena: Bez PDV-a

Izvor: Računi za energente i vodu

Tablica 1.26 Prikaz parametara EPI i FPI (k = korisnik) na godišnjoj osnovi

EPI*			FPI**		
Električna energija	Toplinska energija	Voda	Električna energija	Toplinska energija	Voda
9,75 kWh/m ²	136,06 kWh/m ²	0,22 m ³ /m ²	8,27 kn/m ²	55,23 kn/m ²	2,89 kn/m ²
105,62 kWh/k	1.386,23 kWh/k	2,33 m ³ /k	89,64 kn/k	562,65 kn/k	31,34 kn/k

* Napomena: EPI – Energy performance indicator

** Napomena: FPI – Financial performance indicator

Izvor: Računi za energente i vodu

Način izračuna EPI i FPI:

- specifični parametri potrošnje i troškova toplinske energije računaju se uz ekvivalent grijane površine
- specifični parametri potrošnje i troškova električne energije i vode računaju se uz stvarni podatak o grijanoj površini



2 Pregled i analiza mjera energetske učinkovitosti

Izvor podataka za analizu potencijala energetske i troškovne uštede su računi energenata ustupljeni od strane vodstva škole. Analiza troškovne uštede temelji se na aktualnim cijenama energenata.

Analiziraju se mogućnosti poboljšanja toplinskih karakteristika vanjske ovojnice i to sa dvije strane, kao mjera s ciljem zadovoljavanja minimalnih propisanih tehničkih uvjeta ili kao mjera postizanja niskoenergetskog standarda s ciljem postizanja sufinanciranja od strane institucija kao što je FZOEU. Predložene su mjere poboljšanja energetske svojstava sustava strojarskih instalacija (grijanje). Mjera poboljšanja energetske svojstava sustava trošila električne energije s naglaskom na električnu rasvjetu razrađena je i kao smjernica poradi pravilne rasvjetljenosti radnih prostora. Razmatraju se i mogućnosti poboljšanja sustava opskrbe vodom i potrošnje.

Mjere povećanja energetske učinkovitosti razrađene su na temelju dva kriterija:

- Prvi kriterij: financiranje mjere vlastitim sredstvima;
- Drugi kriterij: sufinanciranje mjere od strane institucija kao što je Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost.

Sve mjere su analizirane ne uključujući zakonsku stopu PDV-a.

2.1 Prijedlog mjera povećanja toplinske zaštite vanjske ovojnice zgrade

2.1.1 Uvod

Cilj rekonstrukcije vanjske ovojnice zgrade je smanjiti potrošnju toplinske energije za grijanje. Budući da neki elementi vanjske ovojnice svojim koeficijentom prolaska topline ne zadovoljavaju *Tehnički propis* nužno je provesti mjere povećanja energetske učinkovitosti za rekonstrukciju vanjske ovojnice. Vanjski zidovi, pod na tlu i strop prema negrijanom potkrovlju ne zadovoljavaju *Tehnički propis*. Međutim, pod na tlu se financijski ne isplati sanirati, jer su preveliki investicijski troškovi u odnosu na dobivene uštede. Strop prema negrijanom potkrovlju već ima ugrađenu toplinsku izolaciju pa iako ne zadovoljava *Tehnički propis*, ne isplati se ugrađivati dodatni sloj toplinske izolacije.

U nastavku poglavlja analizirana je sljedeća mjera povećanja energetske učinkovitosti:

- ugradnja toplinske izolacije vanjskih zidova.



2.1.2 Ugradnja toplinske izolacije vanjskih zidova

Financijski parametri provedbe ove mjere opisani su tablicom u nastavku (Tablica 2.1). Za zadovoljavanje minimalnih uvjeta toplinske zaštite, potrebno je postići koeficijent prolaska topline iznosa $U < 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ za vanjske zidove prema *Tehničkom propisu*.

Tablica 2.1 Pregled financijskih parametara pri ugradnji toplinske izolacije vanjskih zidova (prvi kriterij)

Mjera	Ulaganje (bez PDV-a)
Ugradnja toplinske izolacije vanjskih zidova* u debljini od 5 cm (kamena vuna), površine 1 438 m²	661.480,00 kn
Životni vijek mjere	30 godina
Godišnje energetske uštede (19,8%)**	35 046 kWh
Smanjenje emisije CO ₂ ***	8,27 t/god
Godišnje troškovne uštede (19,8%)	14.224,81 kn
Jednostavan period povrata investicije	46,50 godina

* Napomena: Mjera uključuje dobavu i montažu nove izolacije sa svim potrebnim materijalom za njezino vješanje ili lijepljenje te završnu obradu iste (210 kn/m² + PDV) te demontažne/montažne zidarske, tesarske i limarske radove uključujući skelu (250 kn/m² + PDV), ukupno 469 kn/m² + PDV

** Napomena: Ušteda je računata u programu KI Expert 2013

*** Napomena: Emisija CO₂ iznosi 0,236 kg CO₂/kWh

Financijski parametri provedbe ove mjere u slučaju sufinanciranja od strane institucija kao što je Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost opisani su tablicom u nastavku (Tablica 2.2). Pritom je potrebno postići koeficijent prolaska topline iznosa $U < 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$, što odgovara niskoenergetskim standardima.

Tablica 2.2 Pregled financijskih parametara pri ugradnji toplinske izolacije vanjskih zidova (drugi kriterij)

Mjera	Ulaganje (bez PDV-a)
Ugradnja toplinske izolacije vanjskih zidova* u debljini od 12 cm (kamena vuna), površine 1 438 m²	750.636,00 kn
Udio sufinanciran od strane FZOEU (40%)	300.254,40 kn
Udio sufinanciran od strane Krapinsko-zagorske županije (60%)	450.381,60 kn
Životni vijek mjere	30 godina
Godišnje energetske uštede (27,9%)**	49 424 kWh
Smanjenje emisije CO ₂ ***	11,66 t/god
Godišnje troškovne uštede (27,9%)	20.060,49 kn
Jednostavan period povrata investicije	22,45 godina

* Napomena: Mjera uključuje dobavu i montažu nove izolacije sa svim potrebnim materijalom za njezino vješanje ili lijepljenje te završnu obradu iste (253 kn/m² + PDV) te demontažne/montažne zidarske, tesarske i limarske radove uključujući skelu (250 kn/m² + PDV), ukupno 503 kn/m² + PDV

** Napomena: Ušteda je računata u programu KI Expert 2013

*** Napomena: Emisija CO₂ iznosi 0,236 kg CO₂/kWh



2.2 Prijedlog mjera energetske učinkovitosti sustava grijanja

2.2.1 Uvod

Radi povećanja energetske učinkovitosti preporučuje se provedba sljedećih mjera:

- Ugradnja termostatskih setova, balansirajućih ventila, regulatora diferencijalnog tlaka i frekventno regulirane pumpe;
- Zamjena kotla na prirodni plin kotlom na biomasu;
- Organizacijsko edukacijske mjere energetske učinkovitosti.

2.2.2 Ugradnja termostatskih setova, balansirajućih ventila, regulatora diferencijalnog tlaka i frekventno regulirane pumpe

Financijski parametri provedbe ove mjere opisani su tablicom u nastavku (Tablica 2.3).

Tablica 2.3 Pregled financijskih parametara pri ugradnji termostatskih setova, balansirajućih ventila, regulatora diferencijalnog tlaka i frekventno regulirane pumpe (prvi kriterij)

Mjera	Ulaganje (bez PDV-a)
Ugradnja termostatskih setova (81 komad)*	24.300,00 kn
Ugradnja balansirajućih ventila i regulatora diferencijalnog tlaka (4 komada)	16.000,00 kn
Ugradnja frekventno regulirane pumpe DN 65 (1 komad)	16.464,00 kn
Ukupna investicija	56.764,00 kn
Životni vijek mjere	10 godina
Godišnje energetske uštede (10,0%)	17 689 kWh
Smanjenje emisije CO ₂ **	4,17 t/god
Godišnje troškovne uštede (10,0%)	7.179,87 kn
Jednostavan period povrata investicije	7,91 godina

* Napomena: Mjera uključuje dobavu i montažu navedenih dijelova sa svim potrebnim materijalom (300 kn/kom +PDV) s opcijom za isključivanje radijatora iz pogona prilikom otvaranja prozora.

** Napomena: Emisija CO₂ iznosi 0,236 kg CO₂/kWh

Financijski parametri provedbe ove mjere u slučaju sufinanciranja od strane institucija kao što je Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost opisani su tablicom u nastavku (Tablica 2.4).



Tablica 2.4 Pregled financijskih parametara pri ugradnji termostatskih setova, balansirajućih ventila, regulatora diferencijalnog tlaka i frekventno regulirane pumpe (drugi kriterij)

Mjera	Ulaganje (bez PDV-a)
Ugradnja termostatskih setova (81 komad)*	24.300,00 kn
Ugradnja balansirajućih ventila i regulatora diferencijalnog tlaka (4 komada)	16.000,00 kn
Ugradnja frekventno regulirane pumpe DN 65 (1 komad)	16.464,00 kn
Ukupna investicija	56.764,00 kn
Udio sufinanciran od strane FZOEU (40%)	22.705,60 kn
Udio sufinanciran od strane Krapinsko-zagorske županije (60%)	34.058,40 kn
Životni vijek mjere	10 godina
Godišnje energetske uštede (10,0%)	17 689 kWh
Smanjenje emisije CO ₂ **	4,17 t/god
Godišnje troškovne uštede (10,0%)	7.179,87 kn
Jednostavan period povrata investicije***	4,74 godina

* Napomena: Mjera uključuje dobavu i montažu navedenih dijelova sa svim potrebnim materijalom (300 kn/kom +PDV) s opcijom za isključivanje radijatora iz pogona prilikom otvaranja prozora.

** Napomena: Emisija CO₂ iznosi 0,236 kg CO₂/kWh



2.2.3 Zamjena kotla na prirodni plin kotlom na biomasu

Ova mjera uključuje zamjenu postojećeg kotla na prirodni plin novim kotlom na biomasu (drvena sječka) Financijski parametri provedbe ove mjere opisani su tablicom u nastavku (Tablica 2.5). Ova mjera bi se svakako trebala provesti tek nakon sanacije vanjske ovojnice zgrade, stoga je i snaga kotla proračunata na temelju očekivanih toplinskih potreba nakon sanacija.

Tablica 2.5 Pregled financijskih parametara pri ugradnji kotla na biomasu (prvi kriterij)

Mjera	Ulaganje (bez PDV-a)
Kotlovsko postrojenje na biomasu (drvena sječka) kao tip Centrometal EKO-CKS MULTI 210 (63 - 210 kW) sa spremnikom drvene sječke	
Nabava i ugradnja kotla	110.775,00 kn
Spremište goriva za biomasu	75.000,00 kn
Nabava i postava vijčanog ili trakastog transportera za istovar sječke iz kamiona i prebacivanje na skladište biomase.	22.000,00 kn
Mješač drvene sječke s pužnim transporterom od 2 m	23.900,00 kn
Stručni tehnički nadzor	3.500,00 kn
Tehnička dokumentacija	20.000,00 kn
Ukupna investicija	255.175,00 kn
Životni vijek mjere	20 god
Godišnje toplinske potrebe	141 847 kWh
Godišnje energetske uštede	-
Godišnje troškovne uštede (68,0%)	39.133,82 kn
Godišnje smanjenje emisije CO ₂ *	33,48 t/god
Jednostavan period povrata investicije	6,52 godina

* Napomena: Emisija CO₂ iznosi 0,236 kg CO₂/kWh

Financijski parametri provedbe ove mjere u slučaju sufinanciranja od strane institucija kao što je Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost opisani su tablicom u nastavku (Tablica 2.6).

**Tablica 2.6** Pregled financijskih parametara pri ugradnji kotla na biomasu (drugi kriterij)

Mjera	Ulaganje (bez PDV-a)
Kotlovsko postrojenje na biomasu (drvena sječka) kao tip Centrometal EKO-CKS MULTI 210 (63 - 210 kW) sa spremnikom drvene sječke	
Nabava i ugradnja kotla	110.775,00 kn
Spremište goriva za biomasu	75.000,00 kn
Nabava i postava vijčanog ili trakastog transportera za istovar sječke iz kamiona i prebacivanje na skladište biomase.	22.000,00 kn
Mješač drvene sječke s pužnim transporterom od 2 m	23.900,00 kn
Stručni tehnički nadzor	3.500,00 kn
Tehnička dokumentacija	20.000,00 kn
Ukupna investicija	255.175,00 kn
Udio sufinanciran od strane FZOEU (40%)	102.070,00 kn
Udio sufinanciran od strane Krapinsko-zagorske županije (60%)	153.105,00 kn
Životni vijek mjere	20 godina
Godišnje toplinske potrebe	141 847 kWh
Godišnje energetske uštede	-
Godišnje troškovne uštede (68,0%)	39.133,82 kn
Godišnje smanjenje emisije CO ₂ *	33,48 t/god
Jednostavan period povrata investicije	3,91 godina

* Napomena: Emisija CO₂ iznosi 0,236 kg CO₂/kWh

2.2.4 Organizacijsko edukacijske mjere energetske učinkovitosti

Preporučuju se sljedeće mjere povećanja energetske učinkovitosti sustava grijanja:

- Pravilno upravljanje sustavom;
- Isključivanje/smanjivanje rada dijela sustava kada se prostor ne koristi;
- Racionalno korištenje (snižavanje temperature);
- Provedba edukaciju na svim razinama radi shvaćanja potencijala i mogućnosti ušteta.



2.3 Prijedlog mjera energetske učinkovitosti sustava potrošnje električne energije

2.3.1 Uvod

Na osnovu energetske pregleda zgrade, razmatraju se sljedeće mjere:

- Zamjena neučinkovitog sustava fluo rasvjete;
- Zamjena neučinkovitog sustava klasične rasvjete;
- Organizacijsko-edukacijske mjere.

2.3.2 Izmjena dotrajalog i neučinkovitog sustava fluo rasvjete

Financijski parametri provedbe ove mjere opisani su tablicom u nastavku (Tablica 2.7).

Tablica 2.7 Pregled financijskih parametara pri ugradnji nove fluo rasvjete (prvi kriterij)

Mjera	Ulaganje (bez PDV-a)
Nabava i ugradnja nove T5 rasvjete (144 komada)*	57.600,00 kn
Životni vijek mjere	20 godina
Godišnje energetske uštede (31,0%)	942 kWh
Godišnje troškovne uštede (31,0%)**	799,68 kn
Godišnje smanjenje emisije CO ₂ ***	0,36 t/god
Jednostavan period povrata investicije	72,03 godina

*Napomena: Mjera uključuje dobavu i montažu rasvjetnih tijela i izvora svjetlosti s elektronskim prigušnicama (400 kn/kom+PDV)

**Napomena: Uštede su izračunate prema jediničnoj cijeni električne energije od 0,849 kn/kWh

***Napomena: Emisija CO₂ iznosi 0,383 kg CO₂/kWh

Financijski parametri provedbe ove mjere u slučaju sufinanciranja od strane institucija kao što je Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost opisani su tablicom u nastavku (Tablica 2.8).

Tablica 2.8 Pregled financijskih parametara pri ugradnji nove fluo rasvjete (drugi kriterij)

Mjera	Ulaganje (bez PDV-a)
Nabava i ugradnja nove T5 rasvjete (144 komada)*	57.600,00 kn
Udio sufinanciran od strane FZOEU (40 %)	23.040,00 kn
Udio sufinanciran od strane Krapinsko-zagorske županije (60 %)	34.560,00 kn
Životni vijek mjere	20 godina
Godišnje energetske uštede (31,0%)	942 kWh
Godišnje troškovne uštede (31,0%)**	799,68 kn
Godišnje smanjenje emisije CO ₂ ***	0,36 t/god
Jednostavan period povrata investicije	43,22 godina

*Napomena: Mjera uključuje dobavu i montažu rasvjetnih tijela i izvora svjetlosti s elektronskim prigušnicama (400 kn/kom+PDV)

**Napomena: Uštede su izračunate prema jediničnoj cijeni električne energije od 0,849 kn/kWh

***Napomena: Emisija CO₂ iznosi 0,383 kg CO₂/kWh

Iako se provođenje ove mjere financijski ne isplati, radi boljih svjetlosnih uvjeta i utjecaja na zdravlje zaposlenika i djece, preporučuje se provedba ove mjere u fazama, u ovisnosti o mogućnostima ulaganja.



2.3.3 Izmjena dotrajalog i neučinkovitog sustava klasične rasvjete

Financijski parametri provedbe ove mjere opisani su tablicom u nastavku (Tablica 2.9).

Tablica 2.9 Pregled financijskih parametara pri zamjeni klasičnih žarulja sa žarnom niti fluokompaktnim žaruljama (prvi kriterij)

Mjera	Ulaganje (bez PDV-a)
Zamjena klasičnih žarulja sa žarnom niti fluokompaktnim žaruljama (67 komada)*	3.350,00 kn
Životni vijek mjere	20 godina
Godišnje energetske uštede (79,0%)	388 kWh
Godišnje troškovne uštede (79,0%)**	329,51 kn
Godišnje smanjenje emisije CO ₂ ***	0,15 t/god
Jednostavan period povrata investicije	10,17 godina

*Napomena: Mjera uključuje dobavu i montažu izvora svjetlosti pojedinačne snage 18 W (50 kn/kom+PDV)

**Napomena: Uštede su izračunate prema jediničnoj cijeni električne energije od 0,849 kn/kWh

***Napomena: Emisija CO₂ iznosi 0,383 kg CO₂/kWh

Financijski parametri provedbe ove mjere u slučaju sufinanciranja od strane institucija kao što je Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost opisani su tablicom u nastavku (Tablica 2.10).

Tablica 2.10 Pregled financijskih parametara pri zamjeni klasičnih žarulja sa žarnom niti fluokompaktnim žaruljama (drugi kriterij)

Mjera	Ulaganje (bez PDV-a)
Zamjena klasičnih žarulja sa žarnom niti fluokompaktnim žaruljama (67 komada)*	3.350,00 kn
Udio sufinanciran od strane FZOEU (40 %)	1.340,00 kn
Udio sufinanciran od strane Krapinsko-zagorske županije (60 %)	2.010,00 kn
Životni vijek mjere	20 godina
Godišnje energetske uštede (79,0%)	388 kWh
Godišnje troškovne uštede (79,0%)**	329,51 kn
Godišnje smanjenje emisije CO ₂ ***	0,15 t/god
Jednostavan period povrata investicije	6,10 godina

*Napomena: Mjera uključuje dobavu i montažu izvora svjetlosti pojedinačne snage 18 W (50 kn/kom+PDV)

**Napomena: Uštede su izračunate prema jediničnoj cijeni električne energije od 0,849 kn/kWh

***Napomena: Emisija CO₂ iznosi 0,383 kg CO₂/kWh

2.3.4 Organizacijsko-edukacijske mjere energetske učinkovitosti

Preporučuje se primjena sljedećih mjera:

- Dobro gospodarenje sustavom;
- Razvijanje svijesti o racionalnom korištenju energije među korisnicima;
- Gašenje nepotrebne rasvjete, gašenje računala i ostalih elektroničkih uređaja (ne ostavljanje u *stand by* modu rada).



2.4 Prijedlog mjera povećanja učinkovitosti potrošnje sanitarne vode

2.4.1 Uvod

Zbog relativno niske potrošnje, voda ne predstavlja znatan potencijal ušteda u ovom objektu te će tehničke mjere biti prikazane zbirno. Potencijali leže ponajprije u dobrom održavanju i smanjenju devastacije i kvarova, te neplanskih istjecanja. Također se ušteda potrošnje sanitarne vode može ostvariti ugradnjom štednih perlatora na slavine.

2.4.2 Ugradnja štednih perlatora na slavine

Štedni perlatori su uređaji koji rade na principu miješanja vode iz slavine i vanjskog zraka, čime se omogućuje smanjenje protoka vode uz privid većeg izlaznog mlaza vode. Financijski parametri provedbe ove mjere opisani su tablicom u nastavku (Tablica 2.11).

Tablica 2.11 Pregled financijskih parametara pri ugradnji štednih perlatora

Mjera	Ulaganje (bez PDV-a)
Nabava i ugradnja štednih perlatora (16 kom)*	960,00 kn
Životni vijek mjere	20 godina
Godišnje troškovne uštede (40%)	660,05 kn
Jednostavan period povrata investicije	1,45 godina

*Napomena: Mjera uključuje nabavu i ugradnju štednih perlatora (60 kn/kom + PDV), ugradnja na slavine s toplom.



2.5 Rekapitulacija mjera povećanja energetske učinkovitosti

Provedba energetske pregleda rezultirala je razmatranjem i preporukom mjera povećanja energetske učinkovitosti prikazanim u nastavku (Tablica 2.12 i Tablica 2.13).

Tablica 2.12 Prikaz identificiranih mjera energetske učinkovitosti u zgradi škole bez međuovisnosti (redoslijed mjera je određen prema periodu povrata investicije osim zamjene kotla koji se preporučuje nakon sanacije vanjske ovojnice)

R. br.	Opis mjere	Investicija kn	Procijenjene energetske uštede kWh	Procijenjene troškovne uštede kn/god	Jednostavan period povrata investicije godina	Smanjenje emisije CO ₂ t/god
1.	Ugradnja štednih perlatora	960,00	-	660,05	1,45	-
2.	Ugradnja termostatskih setova, balansirajućih ventila, regulatora diferencijalnog tlaka i frekventno regulirane pumpe	56.764,00	17 689	7.179,87	7,91	4,17
		(34 058,40)			(4,74)	
3.	Zamjena žarulja sa žarnom niti fluokompaktnim žaruljama	3.350,00	388	329,51	10,17	0,15
		(2.010,00)			(6,10)	
4.	Ugradnja toplinske izolacije vanjskih zidova	661.480,00	35 046	14.224,81	46,50	8,27
		(450 381,60)	(49 424)	(20 060,49)	(22,45)	(11,66)
5.	Zamjena kotla na prirodni plin kotlom na biomasu	255.175,00	-	39.133,82	6,52	33,48
		(153 105,00)			(3,91)	
6.	Zamjena postojeće T8 rasvjete T5 rasvjetom	57.600,00	942	799,68	72,03	0,36
		(34 560,00)			(43,22)	
Ukupno**		1.035.329,00	54 065,93	62.327,74	24,10***	46,43

**Napomena:* vrijednosti u zagradi odgovaraju provedbi mjere uz sufinanciranje od strane institucija kao što je Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost

***Napomena:* navedene vrijednosti se odnose na mjere bez sufinanciranja institucija

****Napomena:* aritmetička srednja vrijednost

**Tablica 2.13** Prikaz identificiranih mjera energetske učinkovitosti u zgradi škole sa međuovisnosti

R. br.	Opis mjere	Investicija kn	Procijenjene energetske uštede kWh	Procijenjene troškovne uštede kn/god	Jednostavan period povrata investicije godina	Smanjenje emisije CO ₂ t/god
1.	Ugradnja štednih perlatora	960,00	-	660,05	1,45	-
2.	Ugradnja termostatskih setova, balansirajućih ventila, regulatora diferencijalnog tlaka i frekventno regulirane pumpe	56.764,00	17 689	7.179,87	7,91	4,17
		(34.058,40)			(4,74)	
3.	Zamjena žarulja sa žarnom niti fluokompaktnim žaruljama	3.350,00	388	329,51	10,17	0,15
4.	Ugradnja toplinske izolacije vanjskih zidova	661.480,00	31 542	12.802,33	51,67	7,44
		(450.381,60)	(44 481)	(18.054,44)	(24,95)	(10,50)
5.	Zamjena kotla na prirodni plin kotlom na biomasu	255.175,00	-	39.133,82	6,52	30,13
		(153.105,00)		(31.650,50)	(4,84)	27,07
6.	Zamjena postojeće T8 rasvjete T5 rasvjetom	57.600,00	942	799,68	72,03	0,36
		(34.560,00)			(43,22)	
Ukupno**		1.035.329,00	50 561	60.905,26	24,96***	42,26

*Napomena: vrijednosti u zagradi odgovaraju provedbi mjere uz sufinansiranje od strane institucija kao što je Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost

**Napomena: navedene vrijednosti se odnose na mjere bez sufinansiranja institucija

***Napomena: aritmetička srednja vrijednost



3 Zaključak, preporuke i mišljenje vezano na ispunjavanje bitnih zahtjeva za građevinu

U zgradi Osnovne škole Pavla Štoosa u Kraljevcu na Sutli zatečeno je praćenje potrošnje i troškova energije u skladu sa *Zakonom o učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji* (NN 152/08, 55/12, 101/13) u sklopu *Informacijskog sustava gospodarenja energijom* koje vodi *Regionalna energetska agencija Sjeverozapadne Hrvatske*. Na osnovu energetskeg pregleda zgrade i izrade fizike zgrade putem programskog alata Ki Expert 2013 preporučuje se provedba mjera sljedećih kategorija:

- Mjera energetske učinkovitosti za rekonstrukciju vanjske ovojnice zgrade:
 - Ugradnja toplinske izolacije vanjskih zidova.

Period povrata investicije za ugradnju toplinske izolacije na vanjske zidove iznosi 46,5 godina. Međutim Mjeru je moguće provesti uz sufinansiranje institucija kao što je Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost čime se smanjuje period povrata investicije na oko 22,5 godina. S obzirom na očekivani porast cijena grijanja realno je očekivati znatno bolje financijske parametre ove mjere;

- Mjere energetske učinkovitosti sustava grijanja:
 - Zamjena kotla na prirodni plin kotlom na biomasu;
 - Ugradnja termostatskih setova, balansirajućih ventila, regulatora diferencijalnog tlaka i frekventno regulirane pumpe.

Mjera zamjene kotla na prirodni plin kotlom na biomasu je isplativa međutim poželjno ju je provesti tek nakon ugradnje toplinske izolacije na vanjske zidove kako bi se kotao mogao pravilno dimenzionirati. Naime prema sadašnjim toplinskim potrebama zgrade škole, trebao bi biti ugrađen jači kotao od onoga što je preporučeno ovom mjerom jer je njena analiza provedena prema smanjenim toplinskim potrebama koje se očekuje nakon preporučenih sanacija. Osim te mjere, preporučuje se ugradnja termostatskih setova, balansirajućih ventila, regulatora diferencijalnog tlaka i frekventno regulirane pumpe. Tom mjerom bi se znatno unaprijedio sustav razvoda grijanja te bi njena provedba omogućila uštede na toplinskoj energiji od oko 10 %. Moguće je dobivanje subvencije na obje investiciju od *Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost*;

- Mjera energetske učinkovitosti sustava potrošnje električne energije:
 - Zamjena neučinkovitog sustava fluo rasvjete;
 - Zamjena neučinkovitog sustava klasične rasvjete.

Mjera zamjene žarulja sa žarnom je mjera čija provedba ne zahtijeva velika financijska sredstva a dugoročno gledano donosi uštede na potrošnji električne energije. Zamjena T8 rasvjete je mjera s dugim periodom povrata investicija, ali njene koristi treba gledati kroz utjecaj na zdravlje zaposlenika i djece. Mjere zamjene rasvjete se mogu sufinancirati od strane Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost;

- Mjera povećanja učinkovitosti potrošnje sanitarne vode:
 - Ugradnja štednih perlatora na slavine.

Ugradnja štednih perlatora na slavine je mjera s najkraćim periodom povrata od svih navedenih pa se preporučuje njena provedba.



4 Popis korištene projektne dokumentacije

1. Projektni biro Krapina: Adaptacija zadružnog doma u školu, glavni projekt, 1960.
2. Kostelgrad - projekt: Izmjena stolarije na školskoj zgradi, troškovnik, 2008.

**Prilog I: Proračunski podaci za izračun energetskog razreda**

1. OPĆI PODACI O ZGRADI I OVLAŠTENJOJ OSOBI		
1.1.	Vrsta i naziv zgrade prema namjeni	NSZ2 Nestambena zgrada - školska zgrada, Osnovna škola Pavla Štoosa u Kraljevcu na Sutli
1.2.	Adresa i kućni broj	Kraljevec na Sutli 125
	Poštanski broj i mjesto	49294, Kraljevec na Sutli
	Katastarska čestica i općina (zemljišne knjige i identifikacija)	1293/1, Kraljevec na Sutli
1.3.	Ime i prezime ili naziv vlasnika odnosno investitora zgrade odnosno njezinog dijela	Krapinsko-zagorska županija
1.4.	Naziv izvođača radova	-
1.5.	Naziv projektanta zgrade glavnog projekta koji se odnosi na recionalnu uporabu energije i toplinske zaštite	-
1.6.	Godina završetka izgradnje	1946.
1.7.	Godina rekonstrukcije zgrade	2011.
1.8.	Energetski razred zgrade na skali od A+ do G	D
1.9.	Za ovlaštene fizičke osobe: Ime	
	Za ovlaštene fizičke osobe: Prezime	
	Za ovlaštene pravne osobe: Naziv ovlaštene pravne osobe koja je izdala energetski certifikat zgrade	Regionalna energetska agencija Sjeverozapadne Hrvatske (REGEA)
	Za ovlaštene pravne osobe: Ime i prezime imenovane osobe u ovlaštenoj pravnoj osobi	Srećko Vrčec, dipl. ing.
1.10.	Registarski broj ovlaštene osobe	P-103/2011
1.11.	Broj energetskog certifikata zgrade	P_103_2011_144_NSZ2
1.12.	Datum izdavanja energetskog certifikata zgrade	3. 1. 2014.
1.13.	Datum važenja certifikata zgrade	3. 1. 2024.
1.14.	Svrha izdavanja energetskog certifikata: nova/prodaja/iznajmljivanje/izlaganje	izlaganje



2. KONSTRUKCIJSKI I ENERGETSKI PODACI O ZGRADI		
2.1.	Ploština korisne površine A_k [m ²]	1 626
2.2.	Površina grijanog prostora (m ²)	1 626
2.3.	Obujam grijanog prostora V_e [m ³]	6 127
2.4.	Faktor oblika f_o [m ²]	0,68
2.5.	Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka (po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade) HT [W/(m ² K)]	0,85
2.6.	Oznaka zgrade i osnovna namjena:	NSZ2 Nestambena zgrada - školska zgrada
2.7.	Radno vrijeme, vrijeme korištenja zgrade:	rad u jednoj smjeni
2.8.	Ploština neto podne površine zgrade-ukupna ploština zgrade između elemenata koji omeđuju prema točki 5.1.5. HRN EN ISO 9836:2002:	1 626
2.9.	Broj etaža:	2
2.10.	Građevni dio zgrade koji je rekonstruiran (npr. zid, pod, krov, prozori, itd):	stolarija
2.11.	Ukupna visina zgrade[m]:	-
2.12.	Pokrivena površina zgrade određena vertikalnom projekcijom vanjskih dimenzija zgrade na tlo [m ²]:	1 235
2.15.	Ukupna ploština prozora na pročeljima zgrade [m ²]	271,8
2.16.	Unutarnja projektna temperatura grijanja u zgradi [°C]:	20
2.17.	Unutarnja projektna temperatura hlađenja u zgradi [°C]:	-
2.18.	Način ventiliranja prostora:	prirodno



Karakteristike konstrukcije	Materijali	Ukupna debljina zidova [cm]	Debljina sloja toplinske izolacije [cm]	Površina [m ²]	Koeficijent prolaska topline U [W/m ² K]	Napomena
Vanjski zid sjever	vapneno-cementna žbuka, šuplja opeka	30,00	-	360	1,29	Ne zadovoljava Tehnički propis
Vanjski zid zapad	vapneno-cementna žbuka, šuplja opeka	30,00	-	379	1,29	Ne zadovoljava Tehnički propis
Vanjski zid jug	vapneno-cementna žbuka, šuplja opeka	30,00	-	336	1,29	Ne zadovoljava Tehnički propis
Vanjski zid istok	vapneno-cementna žbuka, šuplja opeka	30,00	-	363	1,29	Ne zadovoljava Tehnički propis
Pod na tlu	parket, cementna glazura, betonska podloga	17,00	-	1 235	2,72	Ne zadovoljava Tehnički propis
Strop prema negrijanom potkrovlju	vapneno-cementna žbuka, armirani beton, mineralna vuna	27,00	10	1 235	0,32	Ne zadovoljava Tehnički propis
		Izvedba ostakljenja		Okvir ostakljenja:	Zaštita od sunca	Napomena
Sjeverno pročelje [m ²]		dvostruko IZO ostakljenje s plinovitim punjenjem i LowE slojem		PVC	ne postoji	Zadovoljava Tehnički propis
Južno pročelje [m ²]		dvostruko IZO ostakljenje s plinovitim punjenjem i LowE slojem		PVC	ne postoji	
Istočno pročelje [m ²]		dvostruko IZO ostakljenje s plinovitim punjenjem i LowE slojem		PVC	ne postoji	
Zapadno pročelje [m ²]		dvostruko IZO ostakljenje s plinovitim punjenjem i LowE slojem		PVC	ne postoji	
Koeficijent prolaska topline prozora U [W/(m ² K)]				1,40		



3. KLIMATSKI PODACI		
3.1.	Kontinentalna Hrvatska	
3.2.	Broj stupanje dana grijanja SD [Kd/a]	2939,5
3.3.	Broj dana sezone grijanja Z [d]	178,9
3.4.	Unutarnja projektna temperatura u sezoni grijanja δ_i [°C]	20

4. PODACI O TERMOTEHNIČKIM SUSTAVIMA ZGRADE		
4.1.	Način grijanja i pripreme PTV (lokalno, etažno, centralno, daljinski izvor)	centralno i lokalno
4.2.	Izvori energije koji se koriste za grijanje	prirodni plin
4.3.	Izvori energije koji se koriste za pripremu potrošne tople vode	prirodni plin
4.4.	Načini hlađenja (lokalno, etažno, centralno, daljinski izvor)	ne postoji
4.5.	Izvori energije koji se koriste za hlađenje	-
4.6.	Vrsta ventilacije (prirodna, prisilna bez povrata topline, prisilna sa povratom topline)	prirodna
4.7.	Vrsta i namjena korištenja sustava s obnovljivim izvorima energije	ne postoji
4.8.	Udio obnovljivih izvora energije u potrebnoj toplinskoj energiji za grijanje [%]	-
4.9.	Godina ugradnje ili zadnja rekonstrukcija sustava za grijanje	1998.



Podaci o sustavu grijanja			Napomene
4.10.	Godina ugradnje ili zadnje rekonstrukcije sustava grijanja	1998.	
4.11.	Vrste uređaja za proizvodnju toplinske energije	· standardni ·nisko-temperaturni ·kondenzacijski ·drugo:	
4.12.	Vrsta goriva koja se koristi	·kruta goriva ·tekuća goriva ·kominirana goriva · plinovita goriva ·drugo:	
4.13.	Broj instaliranih uređaja za proizvodnju toplinske energije:	jedan	
4.14.	Nazivne snage uređaja za proizvodnju toplinske energije [kW]	380 kW	
4.15.	Medij za prijenos toplinske energije	·zrak · voda ·ulje ·drugo	
4.16.	Temperatura medija [°C]	dovod...70	
		povrat...50	
4.17.	Proizvodnja pare	da/ne	
4.18.	Stupanj korisnosti uređaja za proizvodnju toplinske energije [%] (prema podacima proizvođača)	0,9	
4.19.	Instaliran toplinski kapacitet ogrjevnih tijela [kW]	· konvektor · člankasta ogrjevna tijela ·pločasta ogrjevna tijela ·cijevni radijatori ·drugo	20 kW 201 kW
4.20.	Vrsta regulacije sustava	·termostat ·termostatski ventil ·automatsko grijanje · ručno ·drugo	
4.21.	Serviser(i) sustava	-	



Podaci o sustavu hlađenja i klimatizacije			Napomene
4.22.	Sustavi ugradnje ili zadnje rekonstrukcije sustava klimatizacije	-	
4.23.	Zahtijevani procesi s obzirom na namjenu zgrade	·ovlaživanje ·sušenje ·hlađenje ·grijanje ·dobava svježeg zraka	
4.24.	Zahtijevane vrijednosti po izvedbenom projektu (ili drugoj dostupnoj dokumentaciji)	·unutarnja temperatura zraka: hlađenje.....°C	
		grijanje:.....°C	
		·unutarnja relativna vlažnost	
		·broj izmjena zraka.....H-1	
		količina ubacivanog zraka:....m ³ /h	
4.25.1.	Vrsta uređaja za proizvodnju rashladne/toplinske energije	·kompresorski(vodom hlađeni) · kompresorski(zrahom hlađeni) · split sustavi ·apsorpcijski ·toplinska pumpa ·drugo	
4.25.2	Ukupan broj instaliranih uređaja	-	
4.25.3.	Broj kompresorskih jedinica	....Kompresorskih jedinica po uređaju	
		....Ukupno kompresorskih jedinica	
4.25.4	Rashladni učinak [kW]	-	
4.25.5	Toplinski učinak [kW]	-	
4.25.6.	Radni medij	-	
4.25.7.	Predviđen broj sati rada	-	
4.25.8.	EER/COP	-	
4.25.9.	Način upravljanja	·programirano ·ručno ·CNS	
4.25.10.	Spremnik rashladne energije	Da/Ne	
4.25.10a.	Obujam/temperatura	m ³	
		°C	
4.25.10b.	Izolacija	·primjerena ·neprimjerena	
4.26.	Element razvoda energije		
4.26.1.	Medij za prijenos toplinske energije	·zrak	



		·voda ·zračno-vodeni ·freon(plinski)	
4.26.2	Protok medija	m ³ /h	
4.26.3	Pad tlaka	Pa	
4.26.4.	Temperatura medija [°C]	dovod ....°C	
		povrat ....°C	
4.27.	Element za predaju energije		
4.27.1.	Vsta i pripadajući kapacitet elemenata za predaju energije, sati rada na tom opterećenju	·konvektor	
		....kW	
		....h/god	
		·stropno hlađenje	
		....kW	
		....h/god	
		·površinsko hlađenje	
		....kW	
		....h/god	
		·isparivač(split sustav)	
		....kW	
		....h/god	
		·prijenosnik topline za prozračivanje	
		....kW	
		....h/god	
		·ventilator	
....kW			
·drugo			
....kW			
.....h/god			
4.27.2.	Toplinska snaga prijenosnika toplinske energije i broj sati rada	....kW	
		....h/god	
4.27.3.	Način upravljanja	·programirano ·ručno ·CNS	
4.27.4.	Serviser(i) sustava	-	



5. PODACI O POTREBNOJ ENERGIJI			
5.1.	Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke $Q_{H,nd,ref}$ i najveća dopuštena vrijednost	Ukupno $Q_{H,nd,ref}$ [kWh/a]	149 936,80
		Specifično $Q_{H,nd,ref}$ [kWh/(m ² /a)]	148,02
		Dopušteno $Q_{H,nd,ref}$ [kWh/(m ² /a)]	75,99
		Ispunjeno: DA/NE	NE
5.2.	Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke $Q_{H,nd}$	Ukupno $Q_{H,nd}$ [kWh/a]	159 602,20
		Specifično $Q_{H,nd}$ [kWh/(m ² /a)]	157,02
5.3.	Godišnja potrebna toplinska energija za zagrijavanje potrošne tople vode za referentne klimatske podatke Q_W	Ukupno Q_W [kWh/a]	
		Specifično Q_W [kWh/(m ² /a)]	
		Dopušteno Q_W [kWh/(m ² /a)]	
		Ispunjeno: DA/NE	
5.4.	Godišnja potrebna toplinska energija za zagrijavanje potrošne tople vode za stvarne klimatske podatke Q_W	Ukupno Q_W [kWh/a]	
		Specifično Q_W [kWh/(m ² /a)]	
5.5.	Godišnji toplinski gubici sustava grijanja za referentne klimatske podatke $Q_{H,ls}$	Ukupno $Q_{H,ls}$ [kWh/a]	
		Specifično $Q_{H,ls}$ [kWh/(m ² /a)]	
		Dopušteno $Q_{H,ls}$ [kWh/(m ² /a)]	
		Ispunjeno: DA/NE	
5.6.	Godišnji toplinski gubici sustava za grijanje za stvarne klimatske podatke $Q_{H,ls}$	Ukupno $Q_{H,ls}$ [kWh/a]	
		Specifično $Q_{H,ls}$ [kWh/(m ² /a)]	
5.7.	Godišnji toplinski gubici sustava za zagrijavanje potrošne tople vode za referentne klimatske podatke $Q_{W,ls}$	Ukupno $Q_{W,ls}$ [kWh/a]	
		Specifično $Q_{W,ls}$ [kWh/(m ² /a)]	
		Dopušteno $Q_{W,ls}$ [kWh/(m ² /a)]	
		Ispunjeno: DA/NE	
5.8.	Godišnji gubici sustava za zagrijavanje potrošne tople vode za stvarne klimatske podatke $Q_{W,ls}$	Ukupno $Q_{W,ls}$ [kWh/a]	
		Specifično $Q_{W,ls}$ [kWh/(m ² /a)]	
5.9.	Godišnja potrebna toplinska energija za stvarne klimatske podatke Q_H	Ukupno Q_H [kWh/a]	
		Specifično Q_H [kWh/(m ² /a)]	
		Dopušteno Q_H [kWh/(m ² /a)]	
		Ispunjeno: DA/NE	
5.10.	Godišnja potrebna toplinska energija za referentne klimatske podatke Q_H	Ukupno Q_H [kWh/a]	
		Specifično Q_H [kWh/(m ² /a)]	
5.11.	Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje za referentne klimatske podatke $Q_{C,nd}$	Ukupno $Q_{C,nd}$ [kWh/a]	
		Specifično $Q_{C,nd}$ [kWh/(m ² /a)]	
		Dopušteno $Q_{C,nd}$ [kWh/(m ² /a)]	
		Ispunjeno: DA/NE	
5.12.	Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$ za stvarne klimatske podatke	Ukupno $Q_{C,nd}$ [kWh/a]	
		Specifično $Q_{C,nd}$ [kWh/(m ² /a)]	



5.13.	Godišnji gubici sustava hlađenja $Q_{C,ls}$ za referentne klimatske uvjete	Ukupno $Q_{C,ls}$ [kWh/a]	
		Specifično $Q_{C,ls}$ [kWh/(m ² /a)]	
		Dopušteno $Q_{C,ls}$ [kWh/(m ² /a)]	
		Ispunjeno: DA/NE	
5.14.	Godišnji gubici sustava hlađenja $Q_{C,ls}$ za stvarne klimatske podatke	Ukupno $Q_{C,ls}$ [kWh/a]	
		Specifično $Q_{C,ls}$ [kWh/(m ² /a)]	
5.15.	Godišnja potrebna energija za hlađenje za referentne klimatske podatke Q_C	Ukupno Q_C [kWh/a]	
		Specifično Q_C [kWh/(m ² /a)]	
		Dopušteno Q_C [kWh/(m ² /a)]	
		Ispunjeno: DA/NE	
5.16.	Godišnja potrebna energija za hlađenje za stvarne klimatske podatke Q_C	Ukupno Q_C [kWh/a]	
		Specifično Q_C [kWh/(m ² /a)]	
5.17.	Godišnja potrebna energija za ventilaciju za referentne klimatske podatke Q_{ve}	Ukupno Q_{ve} [kWh/a]	
		Specifično Q_{ve} [kWh/(m ² /a)]	
		Dopušteno Q_{ve} [kWh/(m ² /a)]	
		Ispunjeno: DA/NE	
5.18.	Godišnje potrebna energija za ventilaciju za stvarne klimatske podatke	Ukupno Q_{ve} [kWh/a]	
		Specifično Q_{ve} [kWh/(m ² /a)]	
5.19.	Godišnja potrebna energija za rasvjetu za referentne klimatske podatke za definirani profil korištenja Q_L	Ukupno Q_L [kWh/a]	
		Specifično Q_L [kWh/(m ² /a)]	
		Dopušteno Q_L [kWh/(m ² /a)]	
		Ispunjeno: DA/NE	
5.20.	Godišnja potrebna energija za rasvjetu za referentne klimatske podatke za definirani profil korištenja Q_L	Ukupno Q_L [kWh/a]	
		Specifično Q_L [kWh/(m ² /a)]	
5.21.	Godišnja isporučena energija za referentne klimatske podatke	Ukupno Q_{del} [kWh/a]	
		Specifično Q_{del} [kWh/(m ² /a)]	
		Dopušteno Q_{del} [kWh/(m ² /a)]	
		Ispunjeno: DA/NE	
5.22.	Godišnja isporučena energija za stvarne klimatske podatke	Ukupno Q_{del} [kWh/a]	
		Specifično Q_{del} [kWh/(m ² /a)]	
5.23.	Godišnja primarna energija za referentne klimatske podatke	Ukupno Q_{prim} [kWh/a]	
		Specifično Q_{prim} [kWh/(m ² /a)]	
		Dopušteno Q_{prim} [kWh/(m ² /a)]	
		Ispunjeno: DA/NE	
5.24.	Godišnja primarna energija za stvarne klimatske podatke	Ukupno Q_{prim} [kWh/a]	
		Specifično Q_{prim} [kWh/(m ² /a)]	
5.25.	Godišnja emisija CO ₂ za referentne klimatske podatke u [kg/a]	Ukupno [kg/a]	
		Specifično [kg/a]	
		Dopušteno [kg/a]	
		Ispunjeno: DA/NE	
5.26.	Godišnja emisija CO ₂ za stvarne klimatske	Ukupno [kg/a]	



	podatke u [kg/a]	Specifično [kg/a]	
5.27.	Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke $Q'_{H,nd,ref}$ i najveća dopuštena vrijednost	Ukupno $Q'_{H,nd,ref}$ [kWh/a]	149 936,80
		Specifično $Q'_{H,nd,ref}$ [kWh/(m ² /a)]	148,02
		Dopušteno $Q'_{H,nd,ref}$ [kWh/(m ² /a)]	75,99
		Ispunjeno: DA/NE	NE
5.28.	Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke $Q'_{H,nd}$	Ukupno $Q'_{H,nd}$ [kWh/a]	159 602,20
		Specifično $Q'_{H,nd}$ [kWh/(m ² /a)]	157,02



PRIKAZ REGISTRA IZVJEŠĆA O PROVEDENIM ENERGETSKIM PREGLEDIMA GRAĐEVINA

1. OPĆI PODACI O GRAĐEVINI I OVLAŠTENJOJ OSOBI		
1.1.	Vrsta i naziv građevine	NSZ2 Nestambena zgrada - školska zgrada, Osnovna škola Pavla Štoosa u Kraljevcu na Sutli
1.2.	Namjena građevine	odgoj i obrazovanje djece
1.3.	Adresa i kućni broj	Kraljevec na Sutli 125
	Poštanski broj i mjesto	49294, Kraljevec na Sutli
	Katastarska čestica i općina (zemljišne knjige ili identifikacija)	1293/1, Kraljevec na Sutli
1.4.	Broj pojedinačnih građevina	jedna
1.5.	Ime i prezime ili naziv vlasnika građevine (nekretnine)	Krapinsko-zagorska županija
1.6.	Ime i prezime ili naziv korisnika građevine (nekretnine)	Osnovna škola Pavla Štoosa
1.7.	Naziv projektanata glavnog projekta građevine	-
1.8.	Godina završetka izgradnje građevine	1946.
1.9.	Godina rekonstrukcije građevine	2011.
2.	Podaci o ovlaštenoj osobi	
1.10.	Za ovlaštene fizičke osobe: ime	
	Za ovlaštene fizičke osobe: prezime	
	Za ovlaštene pravne osobe: naziv ovlaštene pravne osobe koja je provele energetski pregled građevine	Regionalna energetska agencija Sjeverozapadne Hrvatske (REGEA)
	Za ovlaštene pravne osobe: ime i prezime imenovane osobe u ovlaštenoj pravnoj osobi	Srećko Vrček, dipl. ing.
1.11.	Registarski broj ovlaštene osobe	P-103/2011
1.12.	Datum izdavanja izvješća o energetskom pregledu građevine	3. 1. 2014.