

KONČNO POROČILO

NOVELACIJA RAZŠIRJENEGA ENERGETSKEGA PREGLEDA ZA OBJEKT CENTER ZA IZOBRAŽEVANJE IN KULTURO TREBNJE



Ponikva, oktober 2019

PODATKI O ENERGETSKEM PREGLEDU

Naslov pregleda	Novelacija razširjenega energetskega pregleda za objekt CIK Trebnje
-----------------	---

PODATKI O IZVAJALCU ENERGETSKEGA PREGLEDA

Naziv izvajalca	Energo - Jug d.o.o.
Vodja projekta	Dušan Jug
Naslov	Podgaj 15a, 3232 Ponikva
Telefon	051 393 307
Faks	03 7490 751
e- naslov	info@dusanjug.si

SPLOŠNI PODATKI O NAROČNIKU ENERGETSKEGA PREGLEDA

Ime organizacije	Občina Trebnje
Naslov	Goliev trg 5, 8210 Trebnje
Telefon	07/348 11 00
Faks	07 3481131
e- naslov	obcina.trebnje@trebnje.si
Davčna številka	34728317
Matična številka	5882958000
Kontaktna oseba	Alojzij Kastelic, župan

KAZALO

0	SPLOŠNO.....	8
0.1	Struktura porabe in stroškov za energijo in vodo	8
0.2	Možni ukrepi in potrebna vlaganja	9
0.3	Scenariji ukrepov URE	10
1	NAMEN IN CILJI ENERGETSKEGA PREGLEDA	12
2	UVOD	13
2.1	Opis dejavnosti v objektu	14
2.2	Prostorska razporeditev objekta z označeno namembnostjo	14
2.3	Skupna poraba energije in stroški	14
2.3.1	Poraba energentov v letih 2016 do 2018	14
2.3.2	Povprečna poraba energentov za referenčno obdobje 2016 do 2018.....	16
2.3.3	Referenčno obdobje za analize rabe energije in normalizacija rabe.....	17
2.4	Stanje toplotnega ugodja.....	18
3	SHEMA UPRAVLJANJA OBJEKTA CIK TREBNJE	20
3.1	Razmerja med naročnikom EP, lastnikom stavbe, uporabniki, najemniki, upravniki stavbe	20
3.2	Shema denarnih tokov na področju obratovalnih stroškov	20
3.3	Shema denarnih tokov in procesa odločanja na področju investiranja v URE.....	20
3.4	Potek nadzora nad rabo energije in stroški.....	20
3.5	Motivacija za URE pri vseh udeleženihih akterjih	20
3.6	Raven promoviranja URE.....	20
4	OSKRBA IN RABA ENERGIJE	22
4.1	Toplota	22
4.1.1	Poraba toplote po letih	22
4.1.2	Mesečna poraba toplote - analizirana leta	23
4.1.3	Strošek toplotne energije	24
4.2	Električna energija	24
4.2.1	Poraba električne energije po letih	24
4.2.2	Mesečna poraba električne energije - analizirana leta.....	25
4.2.3	Strošek električne energije	26
4.3	Voda.....	27
4.3.1	Poraba vode po letih.....	27
4.3.2	Mesečna poraba vode - analizirana leta.....	27
4.3.3	Strošek porabe vode	28

4.4	Zanesljivost oskrbe glede energetskih virov	28
4.5	Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme	28
5	PREGLED NAPRAV ZA PRETVORBO ENERGIJE	30
5.1	Ogrevalni sistem	30
5.1.1	Kotlovnica.....	30
5.1.2	Distribucija toplote.....	31
5.2	Sistem za oskrbo s toplo vodo	31
5.3	Sistem za oskrbo s hladno vodo	31
5.4	Elektroenergetski sistem in porabniki.....	31
5.4.1	Osnovni podatki.....	32
•	NAZIV OBJEKTA: NN KABELSKI PRIKLJUČEK 3X230/400V TREBNJE	32
6	PREGLED RABE KONČNE ENERGIJE	32
6.1	Ovoj zgradbe	32
6.2	Električni porabniki	33
6.2.1	Razsvetljava.....	33
6.3	Prezračevanje in klimatizacija.....	34
6.4	Ogrevanje in hlajenje	34
7	OSKRBA Z ENERGIJO.....	35
7.1	Revizija pogodb o dobavi energije.....	35
7.2	Splošni pregled možnih ukrepov za URE v javnih objektih.....	35
8	ANALIZA ENERGETSKIH TOKOV V ZGRADBAH	37
8.1	Potrebna toplota za ogrevanje stavbe	37
8.1.1	Izračun glede na dejansko rabo.....	37
8.1.2	Transmisijske izgube	38
8.1.3	Prezračevalne izgube	38
8.1.4	Toplotni dobitki	38
9	OCENA ENERGETSKO VARČEVALNIH POTENCIALOV	40
9.1	Ovoj stavbe.....	40
9.2	Energetski monitoring – aktivno spremljanje porabe.....	41
9.3	Električna energija	41
	Razsvetljava	42

10 ORGANIZACIJSKI UKREPI.....	44
10.1 Osveščanje, izobraževanje in informiranje	44
10.2 Prihranki zaradi organizacijskih ukrepov in energetskega monitoringa	44
11 INVESTICIJSKI UKREPI.....	45
12 SCENARIJ ENERGETSKE PRENOVE	46
12.1 Izbrani scenarij ukrepov	47
13 PRIPOROČILA ZA PRIHODNJE METODE MERJENJA IN PREVERJANJA ZA UKREPE, KI SE PREDLAGAJO ZA PRIHRANEK ENERGIJE	49

SEZNAM TABEL

Tabela 1: Raba energije v referenčnem obdobju.....	8
Tabela 2: Organizacijski ukrep	9
Tabela 3: Investicijski ukrepi	10
Tabela 4: Ukrepi do 6 let – scenarij 1	10
Tabela 5: Celovita energetska sanacija (vsi ukrepi) – scenarij 2	11
Tabela 6: Podatki o lokaciji objekta	13
Tabela 7: Pregled povprečne letne porabe energentov in vode, stroški in emisije CO ₂ med leti 2016 in 2018.....	15
Tabela 8: Poraba energentov v letih 2016 – 2018.....	16
Tabela 9: Specifična raba energentov glede na površino	16
Tabela 10: Razsvetljava- sedanje stanje.....	34
Tabela 11: Karakteristični gradbeni parametri zgradbe	37
Tabela 12: Podatki izračunani coni.	38
Tabela 13: Vhodni podatki rabe energije normirano na temperaturni primanjkljaj.....	43
Tabela 14: Organizacijski ukrep	44
Tabela 15: Investicijski ukrepi	45
Tabela 16: Ukrepi do 6 let – scenarij 1.....	46
Tabela 17: Celovita energetska sanacija (vsi ukrepi) – scenarij 2	46
Tabela 18: Kazalniki porabe energije po energetske prenovi pri vhodnih podatkih po standardu	47
Tabela 19: Zagotavljanje obnovljivih virov energije po energetske prenovi pri vhodnih podatkih po standardu	48

SEZNAM SLIK

Slika 1: Lokacija CIK Trebnje	13
Slika 2: Posnetek del razdelilnika in kotla na biomaso	31
Slika 3: Energetska bilanca stavbe	37

SEZNAM GRAFIKONOV

Grafikon 1: Povprečni delež stroškov za energente v letih med 2016 in 2018	15
Grafikon 2: Povprečni delež emisij CO ₂ od leta 2016 do 2018	15
Grafikon 3: Raba toplote in temperaturni primanjkljaj v analiziranih letih	17
Grafikon 4: Vpliv temperature in relativne vlažnosti zraka na bivalno ugodje	18
Grafikon 5: Področje ugodja v odvisnosti od aktivnosti oziroma vrste dela.....	19
Grafikon 6: Poraba toplotne energije v obdobju 2016 – 2018.....	23

Grafikon 7 : Poraba toplote za ogrevanje po mesecih v letu 2018.....	23
Grafikon 8: Strošek toplotne energije po letih.....	24
Grafikon 9: Poraba električne energije v obdobju 2016 – 2018	25
Grafikon 10: Mesečna poraba električne energije v obdobju 2016 – 2018	25
Grafikon 11: Strošek električne energije v letih 2016 do 2018.....	26
Grafikon 12: Poraba vode v obdobju 2016 - 2018	27
Grafikon 13: Mesečna poraba vode v obdobju 2016 – 2018	27
Grafikon 14: Cena porabe vode v letih 2016 do 2018	28

SEZNAM OKRAJŠAV

EE – električna energija

TE – toplotna energija

TSV – topla sanitarna voda

$Q_{f,h}$ – dovedena energija za ogrevanje

$Q_{f,w}$ – dovedena energija za pripravo tople vode

Q_f – dovedena energija za delovanje stavbe

Q_{NH} – potrebna toplota za ogrevanje

A_u - uporabna površina

U – toplotna prehodnost konstrukcijskega elementa [W/m^2K]

0. POVZETEK ZA POSLOVNO ODLOČANJE

0 Splošno

Energija predstavlja v večini ustanov enega od pomembnejših obvladljivih stroškov. Za zmanjševanje porabe energije in s tem stroškov za energijo obstaja veliko možnosti. Doseženi prihranki neposredno povečajo dobiček ustanove, poleg tega pa zmanjšanje rabe energije pomeni tudi občutne koristi za okolje.

Energetski pregled je osnova za program učinkovite rabe energije v ustanovah, saj vsebuje predloge možnih ukrepov z določenimi prioritetami, ki vodstvu ustanove nudijo napotke za organizacijske spremembe in kvalitetne investicijske odločitve. Pregled vsebuje natančne izračune energijskih potreb in natančno analizo izbranih ukrepov za učinkovito rabo energije.

0.1 Struktura porabe in stroškov za energijo in vodo

V spodnji preglednici je prikazana raba energije in stroškov za energente. Za električno energijo in vodo je referenčno obdobje 2016 do 2018.

Za toploto je leto 2018 izbrano kot referenčno leto. V letih 2016 in 2017 se je izvedla rekonstrukcija kotlovnice; prehod iz energenta ELKO na lesno biomaso. Rezultat rekonstrukcije kotlovnice je močno zmanjšanje porabe toplote v kWh, kar je razvidno v naslednje poglavju. Zato je za nadaljnje izračune prihrankov toplote v URE upoštevano samo leto 2018 (referenčno leto). Za izračun prihrankov električne energije pa obdobje 2016 do 2018.

Tabela 1: Raba energije v referenčnem obdobju

TE za ogrevanje	198.770	kWh
TE za TSV*	7.000	kWh
TE za kuhanje	0	kWh
TE skupaj (TSV + ogrevanje)	205.770	kWh
EE (TSV)	7.000	kWh
EE (skupaj)	82.508	kWh
CO2 TE	0	kg
CO2 EE	43.729	kg
CO2 skupaj	43.729	kg
Povprečni strošek TE (v ref. obdobju)	19.911	€
Povprečni strošek EE (v ref. obdobju)	10.669	€
Skupaj povprečni strošek v referenčnem obdobju	30.581	€
Specifična cena TE (v ref. obdobju)	96,76	€/MWh
Specifična cena EE (v ref. obdobju)	129,31	€/MWh

V tabeli navedene cene so brez DDV.

*Opomba: *Poraba toplotne energije za pripravo tople sanitarne vode je ocenjena*

0.2 Možni ukrepi in potrebna vlaganja

Analizirani ukrepi so ločeni na organizacijske in investicijske ukrepe. Vsi ukrepi vplivajo na URE in znižanje stroškov. Ukrepi se razlikujejo tako po dobi vračanja vloženih finančnih sredstev, kot tudi po nujnosti izvajanja posameznega ukrepa.

Na osnovi opravljenega energetskega pregleda CIK Trebnje, ki ga je naročila in financirala Občina Trebnje, smo ugotovili naslednje potencialne ukrepe učinkovite rabe energije:

A. Organizacijski ukrepi

Organizacijski ukrepi so naslednji:

- osveščanje, izobraževanje in informiranje uporabnikov, lastnika, upravljavca,
- uvajanje pravilnega naravnega prezračevanja,
- uvajanje pravilnega osvetljevanja ob upoštevanju dnevne svetlobe,
- vgradnja opreme za izvajanje energetskega monitoringa.

Oprema za energetski monitoring je navedena v poglavju organizacijskih ukrepov, ker z njimi sovpada.

Tabela 2: Organizacijski ukrep

Ime ukrepa	Prihranek [%]		Prihranek [kWh]		Skupaj prihranek [kWh]	Prihranek [€]		Skupaj prihranek [€]	Investicija [€]
	TE	EE	TE	EE		TE	EE		
Osveščanje o URE, monitoring, regulacija	6,9%		13.658		13.658	675		675	15.000

V tabeli navedene cene so brez DDV.

B. Investicijski ukrepi

Predvideni investicijski ukrepi so naslednji:

Ukrepi na ovoju zgradbe:

- izolacija zunanjih sten;
- zamenjava dela stavbnega pohištva,

- toplotna izolacija podstrešja,
- zamenjava razsvetljave

V naslednji tabeli so prikazani učinki investicijskih ukrepov.

Tabela 3: Investicijski ukrepi

Ime ukrepa	Prihranek [%]		Prihranek [kWh]		Skupaj prihranek [kWh]	Prihranek [€]		Skupaj prihranek [€]	Investicija [€]
	TE	EE	TE	EE		TE	EE		
Sanacija zunanjih sten	32,3%		64.192	0	64.192	3.172		3.172	189.588
Zamenjava stavbnega pohištva	0,8%		1.626	0	1.626	80		80	84.889
Sanacija strehe in podstrešja	25,9%		51.506	0	51.506	2.545		2.545	133.922
zamenjava razsvetljave	50,0%			41.264	41.264		4.690	4.690	62.700
Vsi ukrepi	63,4%		126.044	0	126.044	6.229	0	10.488	471.099

V tabeli navedene cene so brez DDV.

0.3 Scenariji ukrepov URE

V naslednji tabelah so analizirani scenariji izvedbe energetske sanacije objekta CIK Trebnje. V tabelah navedene cene so brez DDV.

V naslednji tabelah so analizirani scenariji izvedbe energetske sanacije CIK Trebnje:

Scenarij 1: ukrepi z vračilno dobo manj kot šest let, vendar noben od ukrepov ne ustreza temu scenariju.

Tabela 4: Ukrepi do 6 let – scenarij 1

Scenarij 1- izvedba ukrepov z vračilnim rokom pod 6 let			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	/	kWh	/
letni prihranek toplotne energije za ogrevanje	/	kWh	/
letni prihranek vode	/	m ³	/
skupno zmanjšanje emisij CO ₂	/	kg	/
skupno zmanjšanje stroškov na leto	/	€	/
skupni znesek potrebnih investicij	/	€	
povprečni vračilni rok	/	let	

Scenarij 2: celovita energetska prenova stavbe z upoštevanjem dejanskih vhodnih podatkov.

Tabela 5: Celovita energetska sanacija (vsi ukrepi) – scenarij 2

Scenarij 2- celovita energetska sanacija			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	/	kWh	0,00%
letni prihranek toplotne energije za ogrevanje	139.702	kWh	70,3%
letni prihranek vode	/	m3	/
skupno zmanjšanje emisij CO2	0	kg	0,0%
skupno zmanjšanje stroškov na leto	11.163	€	36,5%
skupni znesek potrebnih investicij	486.099	€	
povprečni vračilni rok	43,5	let	

V tabeli navedene cene so brez DDV.

Scenarij 2 zajema predstavitev vseh analiziranih ukrepov, optimalni scenarij s katerim zadostimo potrebam po PURES-u – celovita energetska sanacija. Scenarija 2 se smatra kot optimalen in se predlaga za energetska sanacijo.

I. SPLOŠNI DEL

1 NAMEN IN CILJI ENERGETSKEGA PREGLEDA

Namen izvedbe novelacije energetskega pregleda objekta CIK Trebnje je bila izdelava ocene energetskega varčevalnega potenciala, analize obstoječega energetskega stanja s stališča ogrevanja, rabe tople in hladne vode ter porabe električne energije omenjenega objekta. Z energetske analizo smo želeli poiskati energetske neučinkovita mesta in nakazati možnosti za njihovo prenovo.

Novelacija energetskega pregleda navedenega objekta je zajemal:

- analizo energetskega stanja in upravljanja z energijo,
- izdelavo gradbene fizike objekta,
- določitev nabora možnih ukrepov za učinkovitejšo rabo energije,
- analizo izbranih ukrepov s prioriteto listo izvajanja.

Za potrebe prijave na razpis MZI (sofinanciranje energetske prenove stavb v lasti in rabi občin) je potrebno izdelati energetski pregled v skladu z navodili MZI. Zato je bila potrebna novelacija energetskega pregleda izdelanega v letu 2016. V novelaciji je določen nov izbor možnih ukrepov, ter nova analiza izbranih ukrepov po scenarijih. Predlagan je scenarij, ki zadosti potrebam predmetnega razpisa (PURES 2010) z vhodnimi podatki po standardu.

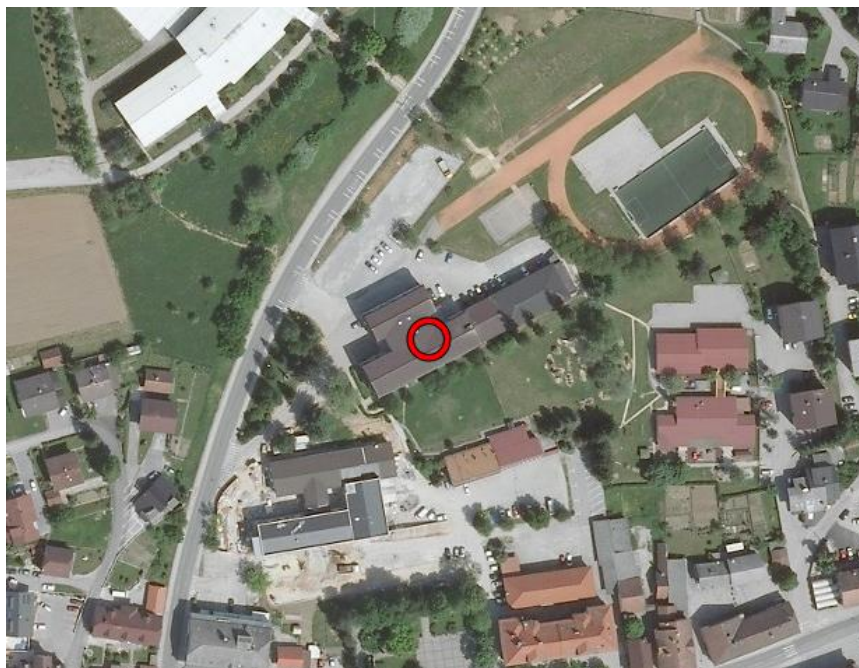
2 UVOD

CIK Trebnje se nahaja v centru kraja Trebnje. Objekt leži na poševnem, proti JV padajočem terenu. Umeščen je vzporedno s plastnicami v smeri SV – JZ v Občini Trebnje.

Tabela 6: Podatki o lokaciji objekta

Organizacija	Center za izobraževanje in kulturo Trebnje (CIK Trebnje)
Naslov	Kidričeva ulica 2
Kraj	Trebnje
Poštna številka	8210
Katastrska občina	1422 Trebnje
Koordinate	Y=500925, X=84969
Številka stavbe	819
Parcelna številka	88/5
Telefon	386 7 348 2 100
E-pošta	info@ciktrebnje.si
Spletna stran	https://ciktrebnje.si

Slika 1: Lokacija CIK Trebnje



2.1 Opis dejavnosti v objektu

Objekt danes združuje več uporabnikov in funkcij: v kleti objekta deluje Knjižnica Pavla Golije Trebnje, v pritličju JV trakta glavnega objekta deluje ena izmed enot Vrtca Mavrice Trebnje – enota Kekec, preostali del pritličja, nadstropje in mansardo glavne stavbe zavzema Center za izobraževanje in kulturo Trebnje. V veznem traktu je vhod v telovadnico in v nadstropju stanovanjska enota, ki je namenjena Kreativno- umetniškem inkubatorju Trebnje. Telovadnica je razdeljena na dva dela, vzhodni del je preurejen v glasbeno dvorano z namenskimi prostori v katerem deluje Občinski pihalni orkester. Poleg navedenega imajo v objektu sedež še različna društva.

2.2 Prostorska razporeditev objekta z označeno namembnostjo

Podkleten je glavni del objekta v kateri se nahajajo prostori knjižnice in servisni prostori, med njimi je kotlovnica. Knjižnica ima vhod na JV strani z nivoja terena. V pritličju glavne stavbe se nahaja enota vrtca, ki ima lasten vhod na JZ strani. Preostanek pritličja in nadzemnih etaž glavne stavbe zavzemajo delovni, administrativni in drugi prostori Centra za izobraževanje in kulturo Trebnje – CIK. Vhod je na SV strani z dvorišča. SV trakt - bivša telovadnica šole je pritlična, le na skrajnem SV delu je etažnost P + 1. V tem delu ima vadbene prostore občinski pihalni orkester. JZ del telovadnice še ima prvotno funkcijo. V veznem traktu med glavnim objektom in telovadnico so pomožni knjižnični prostori v kleti, garderobe in sanitarije v pritličju, v nadstropju kreativno umetniški inkubator.

2.3 Skupna poraba energije in stroški

Dobro poznavanje obstoječega stanja porabe energije in preteklih trendov je prvi pogoj za sprejemanje in vrednotenje učinkov izvajanja kakršnihkoli varčevalnih ukrepov ali ukrepov na področju racionalne rabe energije.

2.3.1 Poraba energentov v letih 2016 do 2018

V CIK Trebnje se uporabljajo naslednji energenti:

- električna energija (splošna poraba, razsvetljava),
- lesna biomasa (za ogrevanje in pripravo toplo sanitarne vode).

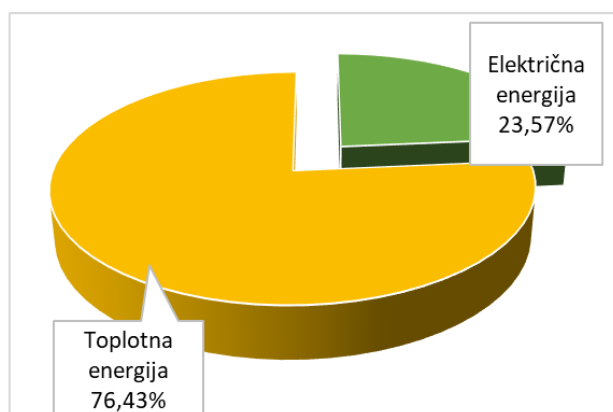
V naslednjih treh tabelah je za CIK Trebnje prikazana povprečna poraba energentov ter vode kot tudi s tem povezani stroški ter emisije CO₂.

Tabela 7: Pregled povprečne letne porabe energentov in vode, stroški in emisije CO₂ med leti 2016 in 2018

				strošek		emisija CO ₂		specifična cena
2016 do 2018	poraba	enota	% kWh	€	% €	kg CO ₂	% CO ₂	€/MWh
Električna energija	82.508	kWh	23,57	10.669	28,73	43.729	100,00	129,31
Toplotna energija	267.476	kWh	76,43	19.268	51,88	0,00	0,00	72,04
Voda	875	m ³		7.199	19,39			
Skupaj	349.984	kWh		37.137		43.729		
	875	m³						

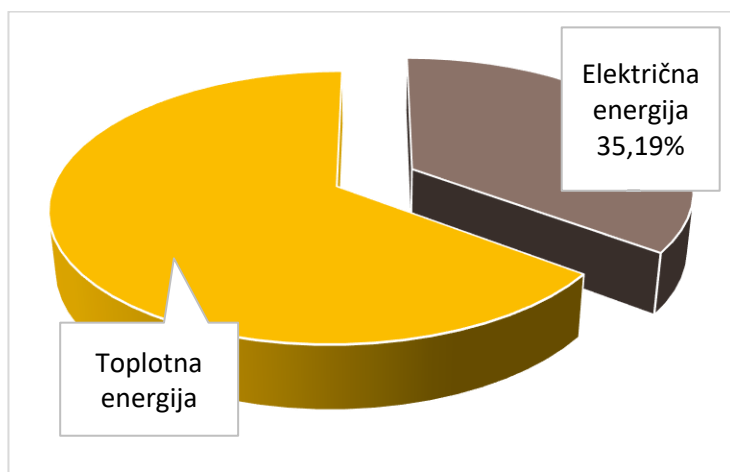
Naslednji kolačni diagram prikazuje stroške energentov po deležih. Največji delež stroškov predstavlja toplotna energija, zato ukrepi na zmanjšanju rabe toplotne energije predstavljajo večjo utež.

Grafikon 1: Povprečni delež stroškov za energente v letih med 2016 in 2018



Pri pregledu porabe je potrebno upoštevati tudi okoljski vidik. V naslednjem diagramu so prikazane emisije CO₂, ki ga prispevata ELKO in električna energija v analiziranem obdobju.

Grafikon 2: Povprečni delež emisij CO₂ od leta 2016 do 2018



2.3.2 Povprečna poraba energentov za referenčno obdobje 2016 do 2018

V spodnji preglednici je za leta 2016 do 2018 prikazana poraba električne energije, toplotne energije in vode. Za omenjeno referenčno obdobje so preračunane vrednosti povprečne porabe.

Tabela 8: Poraba energentov v letih 2016 – 2018

	EE [kWh]	TE [kWh]	Voda (m3)	Skupaj (kWh)
2016	81.839	337.010	204	418.849
2017	84.027	259.649	1.040	343.676
2018	81.658	205.770	1.380	287.428
Povprečje	82.508	267.476	875	349.984

V spodnji preglednici so podane izračunane vrednosti specifične rabe toplotne in električne energije, glede na površino objekta.

Tabela 9: Specifična raba energentov glede na površino

Energ. št.	EE [kWh/m2]	TE [kWh/m2]	Skupaj
2016	25,62	105,51	131,14
2017	26,31	81,29	107,60
2018	25,57	64,42	89,99
Povprečje	25,83	83,74	109,58

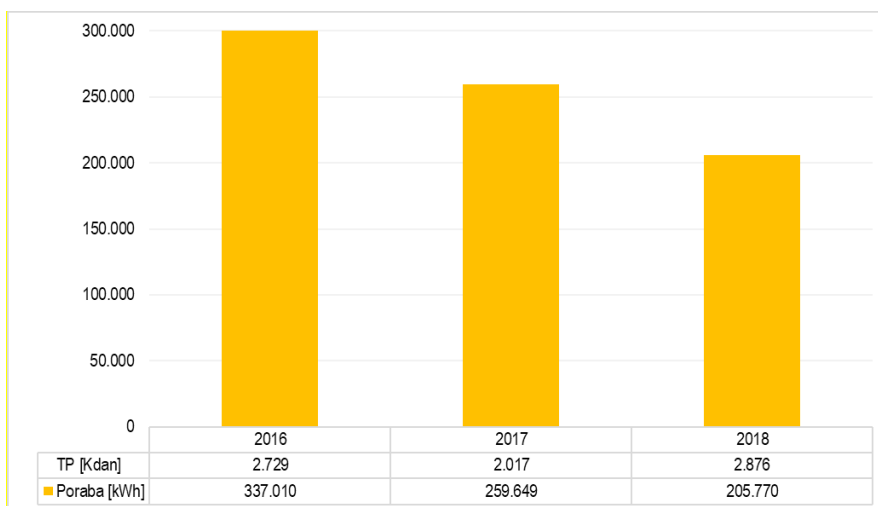
2.3.3 Referenčno obdobje za analize rabe energije in normalizacija rabe

Temperaturni primanjkljaj v sezoni je vsota dnevnih razlik temperature med 20 °C (18 °C) in zunanjo dnevno povprečno temperaturo zraka za tiste dni od 1. julija do 30. junija, ko je dnevna povprečna temperatura nižja ali enaka 12 °C (15 °C). Dnevna povprečna temperatura je za prag 12 °C izračunana iz treh izmerkov, ob 7., 14. in 21. uri po sončnem času; za prag 15 °C je uporabljeno povprečje najvišje in najnižje temperature.

Temperaturni primanjkljaj najbližje vremenske postaje s kvalitetnimi podatki je bil merjen v vremenski postaji Malkovec. Naslednji grafikon prikazuje porabo toplotne energije v analiziranih letih skupno s temperaturnim primanjkljajem za posamezno leto.

Povprečna dejanska raba toplote za ogrevanje in toplo sanitarno vodo je v analiziranih letih (referenčno obdobje) je prikazana v naslednje, grafikonu, ki prikazuje tudi temperaturni primanjkljaj teh let.

Grafikon 3: Raba toplote in temperaturni primanjkljaj v analiziranih letih



Temperaturni primanjkljaj, ki je upoštevan v izračunih gradbene fizike znaša 3.300 Kdan. Zato je potrebno povprečno vrednost dejanske rabe toplotne energije v analiziranih letih normalizirati na omenjeno vrednost 3.300 Kdan. Temperaturni primanjkljaj ne vpliva na porabo energije za pripravo tople sanitarne vode, tako da je normirana le energija za ogrevanje stavbe h kateri je prišteta ocenjena poraba za toplo sanitarno vodo.

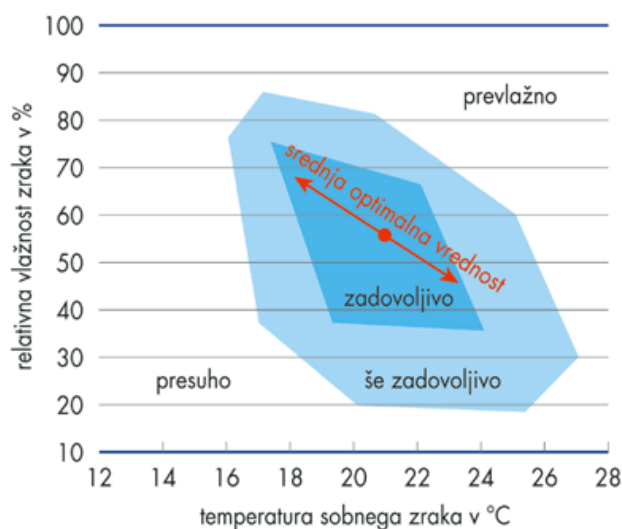
2.4 Stanje toplotnega ugodja

Toplotno udobje v zgradbi je zelo pomembno za dobro počutje zaposlenih in obiskovalcev zgradbe. Občutek toplotnega ugodja človek doseže, kadar so energijski tokovi med človeškim telesom in okolico v ravnovesju. Energijski tokovi so odvisni od splošnih mikroklimatskih parametrov, kot je temperatura zraka v prostoru, ter od človeških subjektivnih parametrov, kot sta fizična aktivnost in vrsta obleke.

Človek lahko na določene parametre vpliva (oblačila ipd.), medtem ko na mikroklimatske parametre (temperatura zraka in obodnih površin, relativna vlažnost...) ne more. Le-ti so odvisni od same zasnove zgradbe. Največji vpliv na človeško zaznavo toplotnega ugodja imata zagotovo temperatura zraka in obodnih površin ter hitrost gibanja zraka ob človeškem telesu (prepih).

Spodnji grafikon prikazuje vpliv temperature in relativne vlažnosti zraka na bivalno okolje. Zadovoljivi bivalni pogoji v prostoru so, kadar se relativna vlažnost giblje med 35 in 75 %, temperatura zraka med 20 in 22 °C v ogrevalni sezoni in med 23 in 25 °C v sezoni brez ogrevanja.

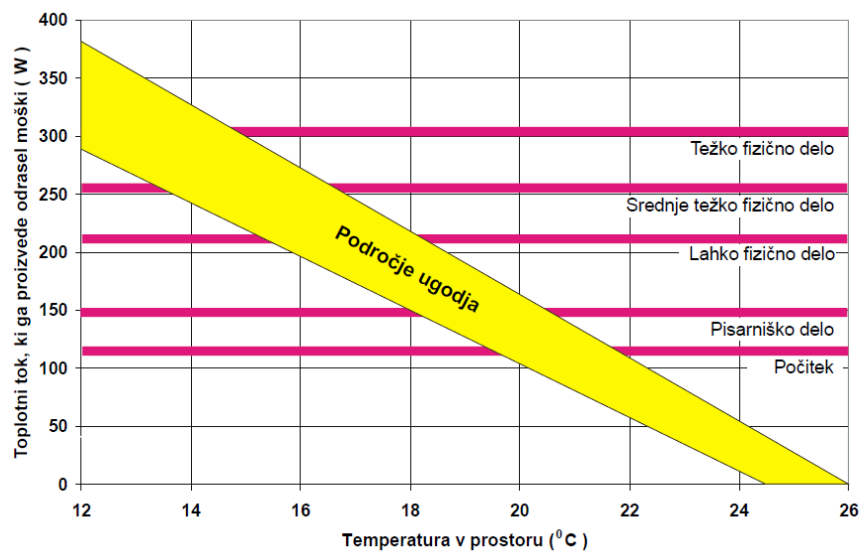
Grafikon 4: Vpliv temperature in relativne vlažnosti zraka na bivalno ugodje



Kvaliteta mikroklimе se lahko izrazi tudi s stopnjo zadovoljstva ljudi. Področje ugodja ne more biti enoznačno določeno, saj je odvisno od subjektivnega občutja posameznika. Na toplotno ugodje človeka v prostoru vpliva več faktorjev (spol, starost, način prehranjevanja, zdravstveno stanje, obleka, vrsta dejavnosti/aktivnost uporabnika, dnevni ritem, vlaga v prostoru in letni čas). V splošnem kvaliteto okolja določimo z deležem nezadovoljnih ljudi, kar pomeni, da je kvaliteta okolja velika, če je delež nezadovoljnih ljudi majhen in obratno.

Na spodnjem grafikonu je po angleški literaturi prikazano področje toplotnega ugodja za odraslega moškega v odvisnosti od aktivnosti oziroma vrste dela. Za sedeče delo (pisarniško delo) je področje ugodja izkustveno določeno med 20 in 21 °C. Priporočena temperatura v šolah je po Pravilniku o prezračevanju in klimatizaciji $20,5 \pm 3,5$ °C v času ogrevanja stavbe.

Grafikon 5: Področje ugodja v odvisnosti od aktivnosti oziroma vrste dela



Povzeto po: The Energy Saver, Gee Publishing Limited, oktober 1993

V predmetnem objekt so bile izvedene meritve v jesenskem času. Povprečna temperatura je znašala 22°C, relativna vlažnost 52%. Temperatura zunaj je znašala 18°C, relativna vlažnost 45%. Prezračevanje je naravno in ni bilo zaznati prepihov.

3 SHEMA UPRAVLJANJA OBJEKTA CIK TREBNJE

3.1 Razmerja med naročnikom EP, lastnikom stavbe, uporabniki, najemniki, upravniki stavbe

Naročnik energetskega pregleda je Občina Trebnje, ki je tudi lastnik objekta, ter plačnik stroška energetskega pregleda. V objektu svojo dejavnost izvajajo javni zavodi (OŠ Trebnje, GŠ Trebnje, Vrtec Trebnje, Knjižnica Pavla Golie Trebnje, JSKD OI Trebnje, CIK Trebnje) ter različna društva in posamezniki. Skladno s tem so uporabniki objekta so otroci, zaposleni, starejši in drugi. Upravljaivec objekta je javni zavod Center za izobraževanje in kulturo Trebnje.

3.2 Shema denarnih tokov na področju obratovalnih stroškov

Obratovalne stroške CIK Trebnje (energente, vodo, odvoz smeti, tekoče vzdrževanje) pokriva Center za izobraževanje in kulturo Trebnje. CIK Trebnje pridobiva sredstva za plače in materialne stroške na trgu in preko razpisov, javnih pozivov in projektov. Uporabniki prostorov zagotavljajo sredstva za obratovalne stroške skladno z deležem kvadrature, ki jo uporabljajo Občina je zadolžena za pridobitev sredstev za potrebne investicije.

3.3 Shema denarnih tokov in procesa odločanja na področju investiranja v URE

Investicije v učinkovito rabo energije (URE) se izvajajo v skladu z vzdrževalnimi deli in glede na pričakovane koristi v okviru finančnih sredstev. Te stroške pokrivata upravitelj in Občina Trebnje.

3.4 Potek nadzora nad rabo energije in stroški

Nad rabo energije in stroškov poteka nadzor z mesečnimi računi, katere spremlja vodstvo CIK Trebnje. Iz podatkov energetskega knjigovodstva je mogoče razbrati porabo energenta in povezanega stroška energenta.

3.5 Motivacija za URE pri vseh udeleženi akterjih

Lastnik zgradbe se zaveda pomena učinkovite rabe energije v javnih zgradbah, zato je tudi naročil energetski pregled. Na drugi strani so uporabniki zgradbe pokazali veliko zanimanje in tudi pri pregledu dobro sodelovali ter posredovali potrebne podatke. Ustanoviteljica - občina ima željo po čim boljših pogojih v prostorih in znižanju obratovalnih stroškov na funkcionalni minimum. Prav tako so izpostavili, kaj so po njihovem mnenju kritične točke oskrbe in rabe energije.

3.6 Raven promoviranja URE

Raven promoviranja učinkovite rabe energije (URE) je v ustanovi sicer na začetni stopnji in je odvisna od ozaveščenosti uporabnikov in zaposlenih ter njihovih navad. Ustrezno motivacijo pri izvajanju

ukrepov učinkovite rabe energije lahko dosežemo predvsem z izgradnjo sistema upravljanja z energijo, ki bo omogočil podrobnejše vrednotenje izvajanja ukrepov in odkrivanje nadaljnjih možnosti prihrankov. Na objektu se trenutno se uporablja obnovljivih virov energije.

4 OSKRBA IN RABA ENERGIJE

Objekt je napajan z dvema vrstama energije: lesna biomasa in električna energija.

Dobavitelj in distributer toplote je podjetje:

Komunala Trebnje d.o.o.
Goliev trg 9, 8210 Trebnje

Dobavitelj električne energije je podjetje:

Energija Plus d.o.o.
Vetrinjska ulica 2
2000 Maribor

Za omrežje električne energije skrbi:

Elektro Celje d.d.,
Vrunčeva ulica 2a,
3000 Celje

Dobavitelj vode je podjetje:

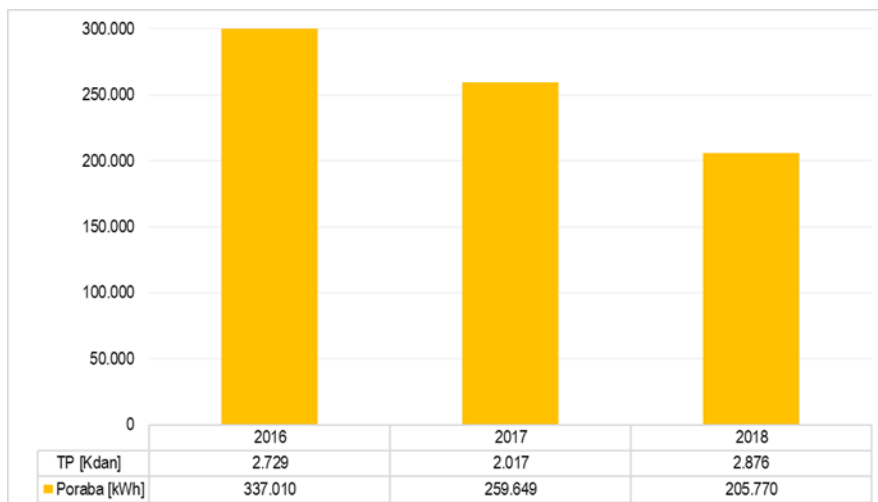
Komunala Trebnje d.o.o.
Goliev trg 9, 8210 Trebnje

4.1 Toplota

4.1.1 Poraba toplote po letih

Objekt šole se ogreva z toploto iz kotlovnice v upravljanju podjetja Komunala Trebnje d.o.o.. V spodnjem grafu je prikazana vrednost porabljene toplotne energije za ogrevanje objekta za obdobje 2016 – 2018 v primerjavi s temperaturnim primanjkljajem.

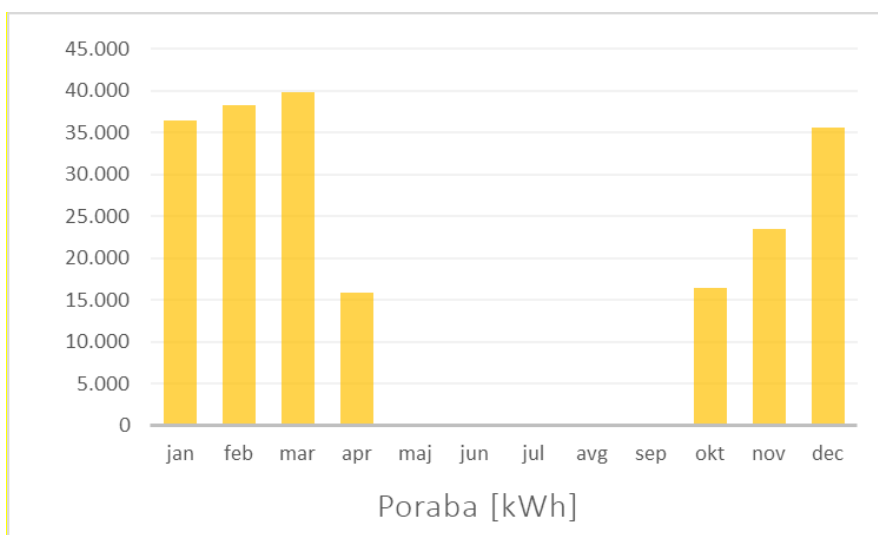
Grafikon 6: Poraba toplotne energije v obdobju 2016 – 2018



4.1.2 Mesečna poraba toplote - analizirana leta

V spodnjem grafikonu je prikazana toplotna energija po mesecih za ogrevanje v letu 2018. V letih 2016 in v prvi polovici leta 2017 se je objekt ogreval na ELKO, obstajajo podatki o nabavi ELKA, ki jih ni smiselno prikazovati na mesečni ravni.

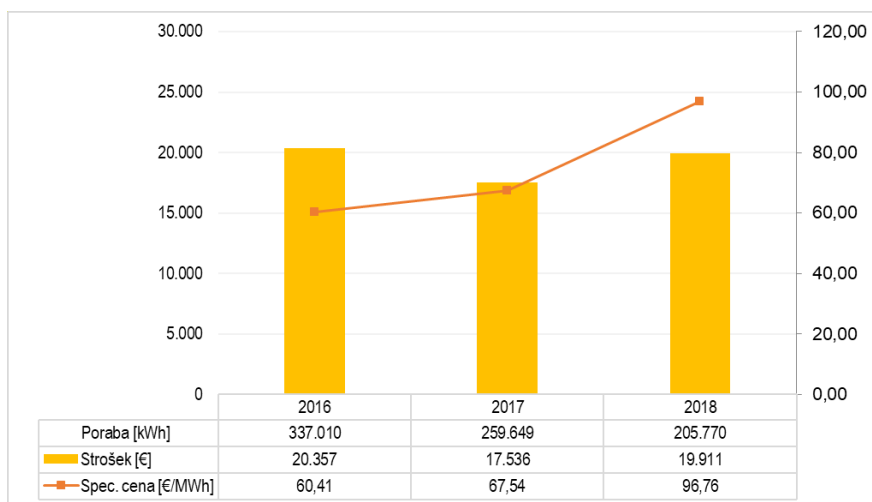
Grafikon 7 : Poraba toplote za ogrevanje po mesecih v letu 2018



4.1.3 Strošek toplotne energije

Iz naslednjega grafikona je razvidno gibanje stroška ogrevanja in specifične cene toplotne energije po posameznih letih.

Grafikon 8: Strošek toplotne energije po letih



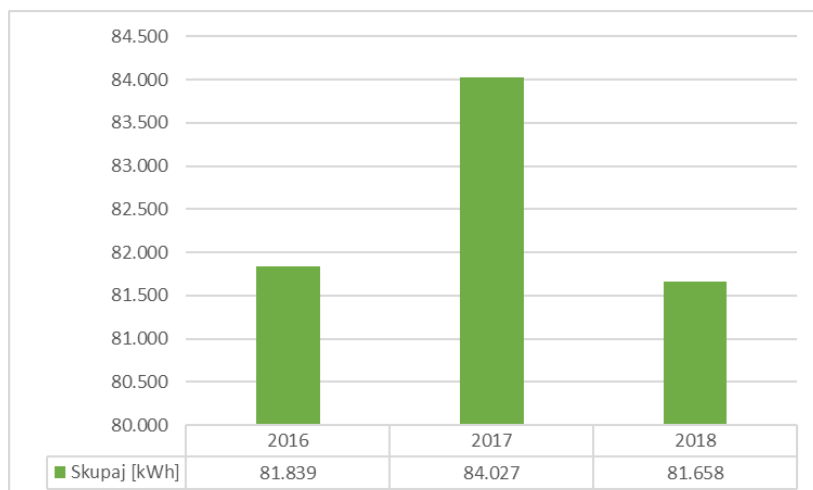
Variabilni del cene daljinske toplote znaša 24,11 EUR/MWh. Cene so brez DDV. Zgoraj navedene cene služijo v nadaljnji analizi za izračun prihrankov.

4.2 Električna energija

4.2.1 Poraba električne energije po letih

Naslednji grafikon prikazuje porabo električne energije po letih. Iz primerjave električne energije po letih za obdobje 2016 - 2018 je opazno, da poraba električne energije v analiziranih letih ni bistveno spremenila. V predmetnem objektu se poraba energenta obračunava po dvotarifnem sistemu. Podatki so za sešteto energijo VT + MT.

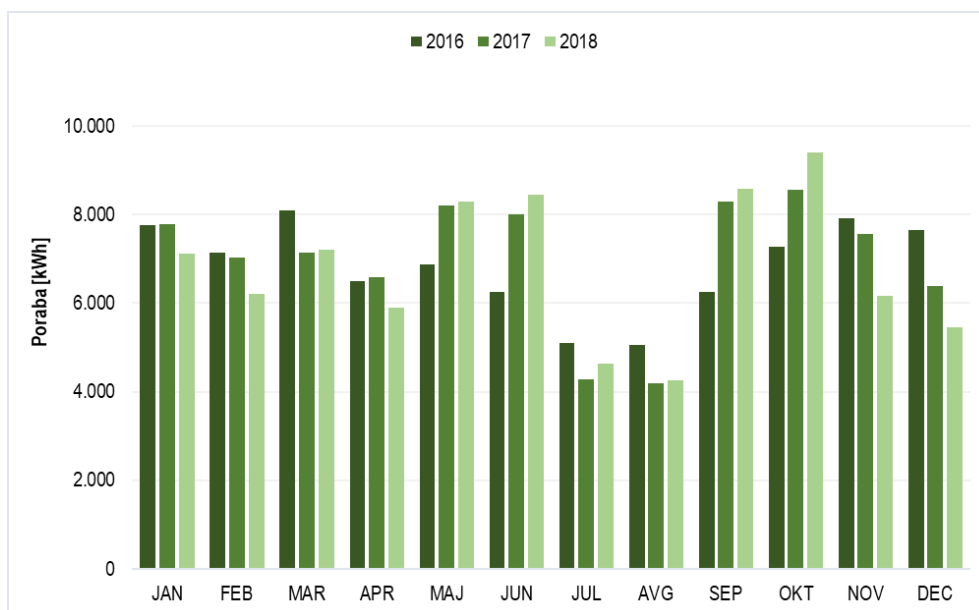
Grafikon 9: Poraba električne energije v obdobju 2016 – 2018



4.2.2 Mesečna poraba električne energije - analizirana leta

Naslednji grafikon prikazuje mesečno porabo električne energije v analiziranih letih.

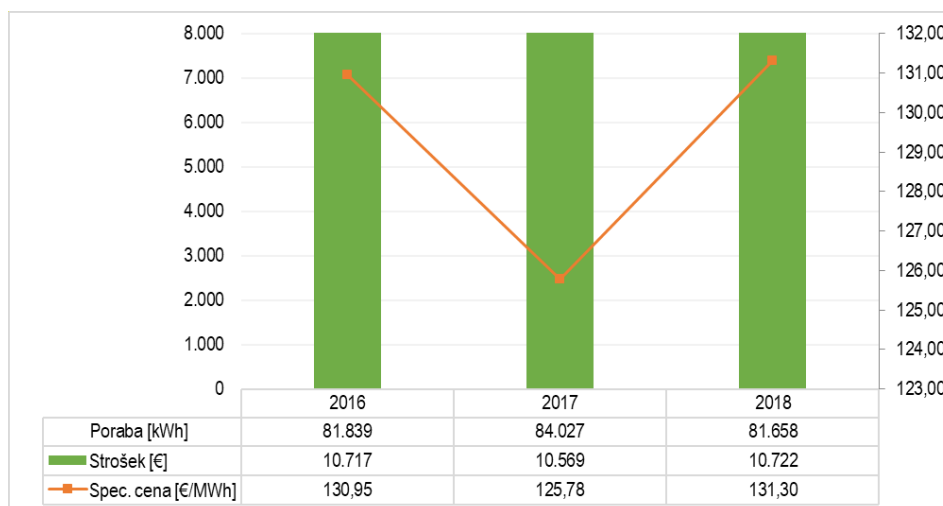
Grafikon 10: Mesečna poraba električne energije v obdobju 2016 – 2018



4.2.3 Strošek električne energije

Strošek energetske oskrbe predmetnega objekta z električno energijo v analiziranih letih in specifični strošek električne energije je prikazan v naslednjem grafikonu.

Grafikon 11: Strošek električne energije v letih 2016 do 2018



Povprečna cena električne energije septembra leta 2019 je znašala:

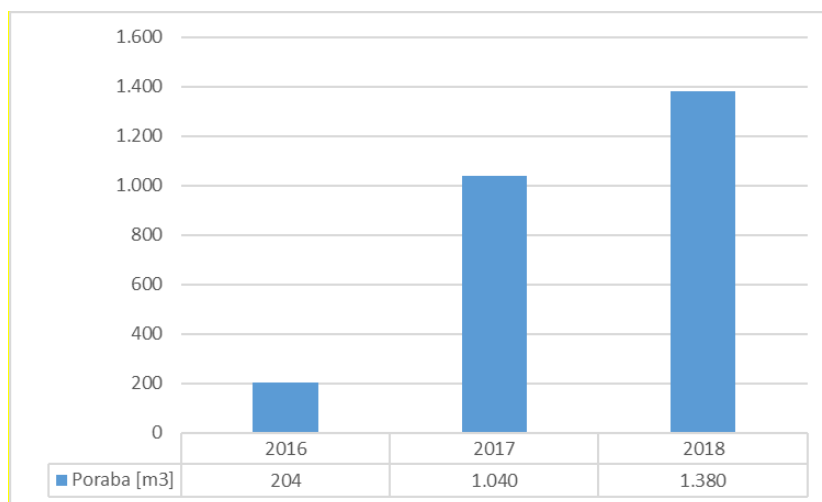
- variabilni del: 113,66 EUR/MWh brez DDV,
- fiksni del: 25,98 EUR/MWh brez DDV,
- skupaj: 139,64 EUR/MWh brez DDV.

4.3 Voda

4.3.1 Poraba vode po letih

Iz spodnjega grafikona je razvidno, da se poraba vode vsako leto zmanjšala glede na leto prej.

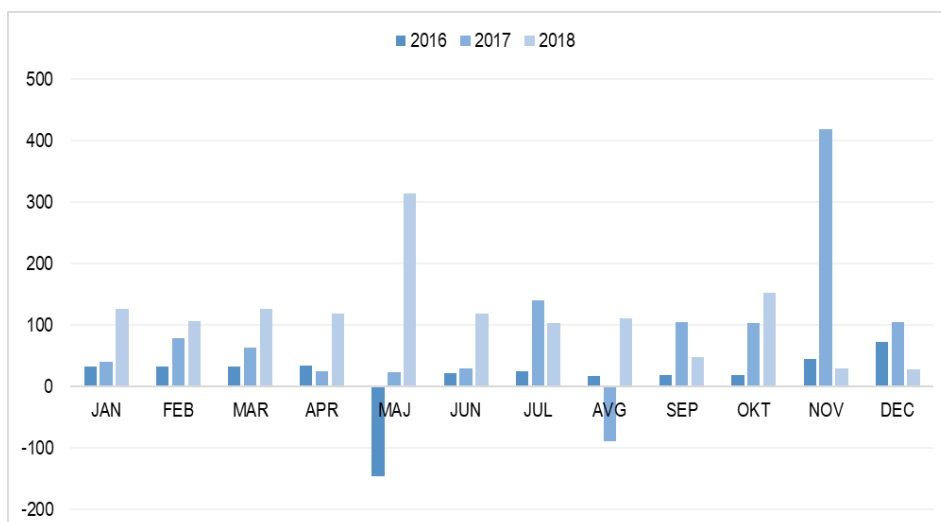
Grafikon 12: Poraba vode v obdobju 2016 - 2018



4.3.2 Mesečna poraba vode - analizirana leta

Naslednji grafikon prikazuje mesečno porabo vode v analiziranih letih. Poraba je dokaj konstantna tekom analiziranih let, z določenimi večjimi odstopanji v posameznih mesecih. Najnižje porabe vode so v poletnih mesecih, ko je vrtec obratuje manj časa. Skozi ostale mesece je poraba vode dokaj konstantna.

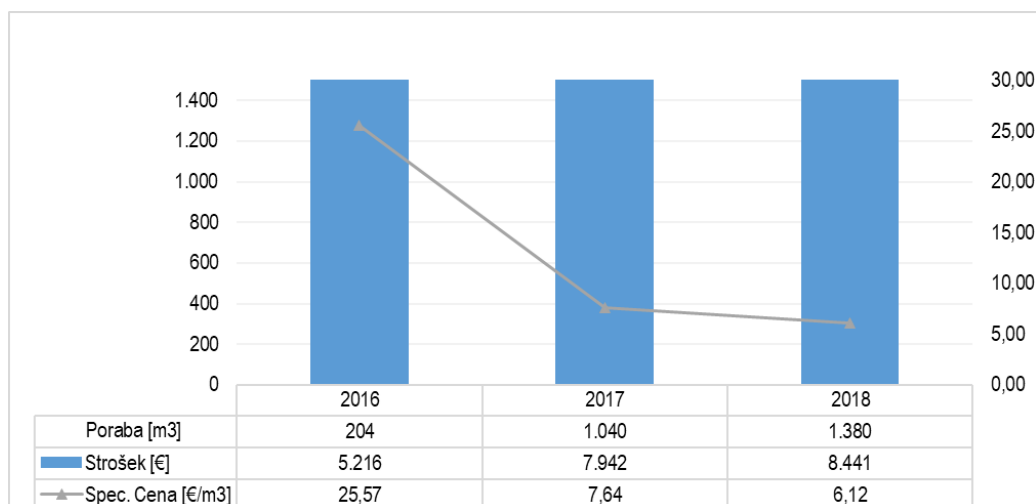
Grafikon 13: Mesečna poraba vode v obdobju 2016 – 2018



4.3.3 Strošek porabe vode

V naslednjem grafikonu lahko vidimo gibanje stroškov porabe vode v analiziranih letih.

Grafikon 14: Cena porabe vode v letih 2016 do 2018



Cene so brez DDV.

4.4 Zanesljivost oskrbe glede energetskih virov

Zanesljivost toplotne oskrbe

Toplotna oskrba z daljinsko toploto se vrši preko prenovljene kotlovnice in je zanesljiva zaradi zanesljive dobave sekancev.

Zanesljivost oskrbe naprav z električno energijo

Napajalno odjemno mesto je zanesljivo, oskrba z električno energijo je popolna.

Zanesljivost sanitarne vode

Sanitarna voda se uporablja za potrebe v sanitarijah. Energent za pripravo tople sanitarne vode je toplota iz kotlovnice v stavbi CIK. Dobava sanitarne vode je zanesljiva.

4.5 Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme

Oprema za ogrevanje

Oprema v kotlovnici je nova, sodobna. Kotlovnica je bila posodobljena leta 2017. Obnovljene so bile vse instalacije, črpalke in ventili.

Električna oprema

CIK Trebnje se napaja iz transformatorske postaje, ki jo upravlja Elektro Celje d.d, transformatorske postaje so v dobrem stanju in ni pričakovati nobenih težav.

5 PREGLED NAPRAV ZA PRETVORBO ENERGIJE

V pregledanem objektu CIK Trebnje so naslednji energetske sistemi:

- ogrevalni sistem,
- sistem za oskrbo s hladno in toplo vodo,
- elektroenergetski sistem s porabniki.

Posebnosti in tipične lastnosti energetskih naprav za pretvorbo energije so opisane v nadaljevanju.

5.1 Ogrevalni sistem

5.1.1 Kotlovnica

Priprava toplotne energije se izvaja v kotlovnici, s katero upravlja pogodbeni partner, Komunala Trebnje. Ker se z toploto oskrbuje še sosednje stavbe občine, bi lahko ogrevanje predmetnega objekta obravnavali kot ogrevanje z daljinsko toploto.

V kotlovnici se nahaja dva kotla Fröling:

- Manjši moči 300 kW,
- Večji moči 750 kW.

Poleg predmetnega objekta se ogrevajo z daljinsko toploto še objekti v soseščini: osnovna šola, zdravstveni dom, stavba Občine Trebnje in 4 stanovanjski bloki.

Na razdelilniku so za predmetni objekt 4 ogrevalni krogi; telovadnica, sever, jug in mansarda. Obtočne črpalke so frekvenčno regulirane. Na ogrevalnih krogih so balansirni ventili za hidravlično uravnovešanje sistema.

Slika 2: Posnetek del razdelilnika in kotla na biomaso



5.1.2 Distribucija toplote

Distribucija toplote se vrši s pomočjo radiatorjev, ki so po večini opremljeni s termostatskimi ventili.

5.2 Sistem za oskrbo s toplo vodo

Sanitarna voda se ogreva z ogrevalno vodo iz kotlovnice. Za potrebe vrtca se nahaja zalogovnik TSV velikosti 1000 litrov. Za potrebe telovadnice je volumen zalogovnika 300 litrov. V objektu CIK Trebnje se nahaja še 6 manjših električnih bojlerjev moči 2 kW.

5.3 Sistem za oskrbo s hladno vodo

Hladna voda se uporablja v sanitarijah. Vodovodni priključek na komunalni vodovod je v zunanjem vodomernem jašku izdelan v skladu z normami, standardi in predpisi upravljalca komunalnega vodovoda. V jašku so zmontirani vodomerni, filter za vodo ter dva zaporna zasuna, od katerih je notranji opremljen z izpustno pipico.

5.4 Elektroenergetski sistem in porabniki

Za potrebe napajanja z električno energijo je bil ob energetski sanaciji zgrajen novi NN kabelski priključek. Priključek je izveden iz transformatorske postaje T-036 Trebnje do nove prostostoječe priključno merilne omarice (KPMO), locirane ob objektu šole.

Iz omenjene merilne omare je priključena tudi fotonapetostna elektrarna, in to do stikalnega bloka >SB elektrarna<.

5.4.1 Osnovni podatki

- Naziv objekta: NN kabelski priključek 3x230/400V Trebnje
- Nazivna napetost: 3x230/400 V
- Priključna moč: 106 kW
- Tip in presek kabla: NAYY 4×150 SM + 2,5 RE 0,6/1 kV

Nizkonapetostne instalacije v objektu sestavljajo:

- merilno mesto za merjenje električne energije,
- napajanje etažnih električnih razdelilnikov,
- instalacije fiksnih porabnikov,
- instalacija razsvetljave,
- galvanske povezave in izenačevanje potenciala,
- ozemljitve in strelovodne napeljave.

Signalne instalacije v objektu sestavljajo:

- telefonija, računalniške povezave.
- signalna in varnostna napeljava

NN instalacije so izvedene v skladu z zakonodajo, tehničnimi smernicami in standardi. Uporabljeni so ustrezni materiali. Vse instalacije, razen dodatnih priključkov, so izvedene podometno s kablji oz. vodniki primernih presekov. Vsi električni porabniki in inštalacije so zaščiteni s primernimi varovalni elementi. Izvedena je tudi zaščita proti posrednemu ali neposrednemu dotiku izpostavljenih prevodnih delov.

6 PREGLED RABE KONČNE ENERGIJE

6.1 Ovoj zgradbe

Dobro izolirana zgradba pomeni velik prihranek energije pozimi, poleti pa nas ščiti pred pregrevanjem. Posledično zmanjšujemo emisije CO₂, ki nastajajo pri uporabi energentov. Slabo izolirane stene predstavljajo tudi drugi problem in sicer vlaga. Na mestih, ki so podhlajena, se pojavi kondenzacija vodnih hlapov v zraku in povzročajo velike probleme.

V elaboratu gradbene fizike je bilo ugotovljeno, da glede toplotnih karakteristik vsi kritični prerezi neprozornih in prozornih elementov ovoja objekta ne ustrezajo zahtevam veljavne zakonodaje Pravilnika o učinkoviti rabi energije (PURES 2010).

Zunanje stene osnovnega objekta so zgrajene iz 35 cm polne opeke, izvedba fasade je brez toplotne izolacije. Mansardni del je bil izdelan naknadno; zgrajen je iz 20 cm zidu- opeka. Strop proti neogrevanemu delu v telovadnici je brez toplotne izolacije. Strop mansardnega dela je izoliran z 10 cm toplotne izolacije, osnova je t.i. »monta strop«. Tla na terenu so iz 50 betonske plošče in 5 cm cementnega estriha. Stavbno pohištvo je treh različnih letnikov; najstarejše leseno je iz leta 1995, PVC pohištvo je bilo vgrajeno leta 2003 in 2007; je PVC izvedbe U_w okoli $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$.

6.2 Električni porabniki

Priključna moč objekta CIK znaša:

- Vrtec 3 krat 685 A,
- CIK ostalo 3 krat 65 A.

Porabniki električne energije v objektu so svetila, računalniki, hladilniki v priročnih kuhinjah in avtomat za pijačo in hrano. V razdelilni kuhinji uporabljajo plin, imajo pa tudi električne porabnike; štedilnik in kotel, zamrzovalno skrinjo in hladilnik, kuhinjsko napo in prezračevalni sistem, mali konvektomat, dva pomivalna stroja. Za pripravo STV imajo šest električnih bojlerjev in dva bojlerja 1.000 l in 300 l, ki poleti obratujeta na elektriko. V stavbi je eno tovorno dvigalo. Porabnik elektrike je tudi oprema v kotlovnici in klimat za klimatizacijo prostorov vrta, ki v času energetskega pregleda ni deloval. Večina prostorov se klimatizira s split sistemi (21 kos). V sanitarijah in predavalnici so vgrajeni električni ventilatorji za prisilno prezračevanje.

6.2.1 Razsvetljava

Stanje razsvetljave prikazuje naslednja tabela. Predpostavljeno je 1500 obratovalnih ur svetilk.

Tabela 10: Razsvetljava- sedanje stanje

Sedanje sijalke	Moš svetilke (sijalka+dušilka) (W)	Število svetilok	Število sijalk v svetilki	Priključna moč svetilok (kW)	kWh letno
Fluo T8 18W	86	287	4	24,68	37.023
E27 60W	60	41	1	2,46	3.690
E27 60W	120	8	2	0,96	1.440
Fluo T8 36W	78	17	2	1,33	1.989
Fluo T8 58W	136	37	2	5,03	7.548
Fluo T8 36W	78	78	2	6,08	9.126
150W	177	8	1	1,42	2.124
250W	290	6	1	1,74	2.610
SKUPAJ		482		43,7	65.550

6.3 Prezračevanje in klimatizacija

Prezračevanje je izvedeno v kuhinji, brez rekuperacije odpadne toplote. Iz toaletnih prostorov se zrak odvaja preko ventilatorjev.

6.4 Ogrevanje in hlajenje

Ogrevanje objekta je izvedeno z radiatorji, ki so po večini opremljeni s termostatskimi ventili.

V CIK Trebnje ni vgrajenega sistema centralnega hlajenja. Vgrajeno je 21 split klimatskih naprav v posameznih prostorih. Sicer se prezračevanja izvaja z odpiranjem oken.

II. ANALIZA MOŽNOSTI ZA ZNIŽANJE RABE ENERGIJE

7 OSKRBA Z ENERGIJO

7.1 Revizija pogodb o dobavi energije

CIK Trebnje ima sklenjene večletne pogodbe o uporabi elektro-energetskega omrežja in o dobavi električne energije, ogrevanje ter sanitarne vode. Dobavitelj električne energije in ogrevanja je bil izbran preko javnega razpisa.

Sedanja pogodba o dobavi električne energije bazira na dvo-tarifnem merjenju in obračunavanju energije. Podatki o porabljeni energiji in ceni distribucije električne energije so bili podani v prejšnjih poglavjih.

7.2 Splošni pregled možnih ukrepov za URE v javnih objektih

Organizacija dela (možni prihranki do 10 %):

- s sprotnim spremljanjem in merjenjem porabe,
- z energetskega knjigovodstvom,
- s stalnim ozaveščanjem uporabnikov,
- z drugimi organizacijskimi ukrepi (upoštevanje nižjih tarif, časovno usklajevanje aktivnosti).

Proizvodnja toplote:

- s primerno in dobro izolacijo stavb (možni prihranki 15 % – 25 %, investicija visoka in dolgoročna),
- z izolacijo podstrešja, s čimer se zmanjšajo transmisijske izgube (prihranki do 50 kWh/m², investicija srednja in srednjeročna)
- s kvalitetnimi okni in vrati (možni prihranki 10 % – 60 %),
- z zatesnitvijo oken, s čimer zmanjšamo ventilacijske izgube (prihranki do 15 %),
- s primerno razporeditvijo grelnih teles in ogrevalnih sekundarnih krogov ter uporabo termostatskih ventilov (prihranki do 10 %, investicija majhna ali srednja in kratkoročna),
- s hidravličnim uravnovešenjem ogrevalnih vodov (prihranki do 8 %, investicija majhna ali srednja in kratkoročna),
- z uvedbo avtomatske regulacije temperature v prostorih, ki naj bo odvisna od zunanje temperature (prihranki do 7 %, investicija srednja in kratkoročna),
- s primerno in racionalno organizacijo dela.

Poraba električne energije:

- z uporabo sodobnih energijsko varčnih naprav,
- z uporabo sodobne razsvetljave, varčnih žarnic in z izkoriščanjem dnevne svetlobe (prihranki 20 % – 40 %, investicija srednja in kratkoročna),
- s kompenzacijo jalove energije,
- z uvajanjem nadzora in regulacijo vršne električne moči (prihranki do 10 %, investicija srednja in kratkoročna),
- z rednim vzdrževanjem naprav.

Poraba vode:

- s smotno uporabo hladne in tople vode (prihranki do 20 %, investicija majhna in kratkoročna),
- z rednim vzdrževanjem in pregledovanjem naprav.

Izraba ukrepov učinkovite rabe energije

- z uvajanjem obnovljivih virov energije ali učinkovite rabe energije; npr. uvedba mikro kogeneracij za sočasno proizvodnjo električne energije in toplote.

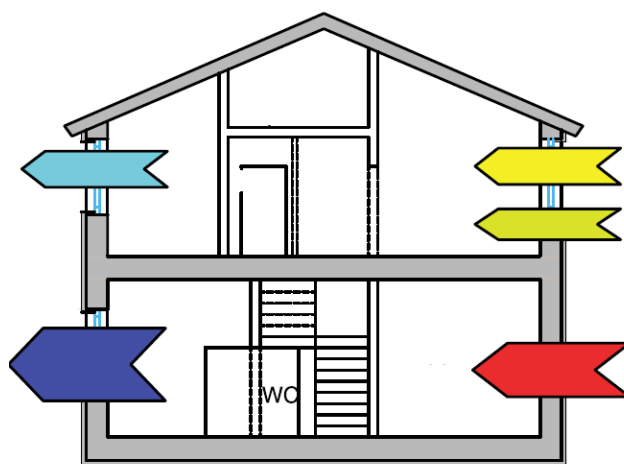
8 ANALIZA ENERGETSKIH TOKOV V ZGRADBAH

8.1 Potrebna toplota za ogrevanje stavbe

Toplotno prehodnost strukture stavbe opisuje pretok toplote skozi gradbeni element v W/m^2 pri temperaturni razliki 1 kelvin (K) - enota $\text{W/(m}^2\text{K)}$. Višja kot je vrednost, nižji je toplotni upor in zaradi česar skozi element prehaja več toplote oz. energije.

Energetska bilanca stavbe se nanaša na vsoto toplotnih izgub (toplota, ki prehaja prek strehe, zunanjih zidov in oken) in prezračevalnih izgub, ki je enaka vsoti toplotnih dobitkov (pasivnih dobitkov sončnega sevanja, notranjih dobitkov in aktivnega sistema ogrevanja).

Slika 3: Energetska bilanca stavbe



Karakteristični gradbeni parametri zgradbe so naslednji:

Tabela 11: Karakteristični gradbeni parametri zgradbe

Celotna površina ovoja stavbe	A	4.973,85	m^2
Ogrevana prostornina stavbe	V_e	14.735,15	m^3
Oblikovni faktor	$f_0 = A/V_e$	0,335	m^{-1}
Neto uporabna površina stavbe	A_u	3.193,86	m^2

8.1.1 Izračun glede na dejansko rabo

Potrebno toploto za ogrevanje stavbe smo preračunali s programom za gradbeno fiziko URSA 4. Glede na preračun programa je v stavbo za ogrevanje potrebno dovesti 240.859 kWh, kar je malo višja vrednost, kot je normirana dejanska poraba toplote za ogrevanje, ki znaša 237.316 kWh. Slednja vrednost je določena glede na porabo toplote za ogrevanje v letu 2018 in temperaturni primanjkljaj za to lokacijo.

V izračunu gradbene fizike objekta, smo za celoten objekt uporabili eno cono.

Tabela 12: Podatki izračunani coni.

Cona	Notranja temperatura [°C]	Povprečna izmenjava zraka* [h ⁻¹]	Notranji dobitki* [W]	Čas ogrevanja [h]
Objekt CIK Trebnje	21	0,33	8.516	8

*povprečna izmenjava zraka je izračunana na podlagi vrednosti podanih v Pravilniku o prezračevanju in klimatizaciji stavb; notranji dobitki so izračunani na podlagi vrednosti podanih v standardu SIST EN ISO 13790:2008.

Z izbiro omenjenih parametrov smo se z izračunano rabe energije najbolj približali dejanski rabi dovedene energije normalizirane na temperaturni primanjkljaj 3.300 dni.

8.1.2 Transmisijske izgube

Transmisijske izgube na objektu skozi ovoj stavbe znašajo 5.343,96 W/K in predstavljajo 80 % celotnih toplotnih izgub.

Pri preračunu koeficienta transmisijskih izgub je upoštevana vrednost 0,06 W/m²K zaradi vpliva toplotnih mostov, ki povečajo toplotno prehodnost zunanjšega ovoja. Za izračun omenjenih parametrov so bili v zgradbi analizirani prerezi (zidovi, plošče, stavbno pohištvo).

8.1.3 Prezračevalne izgube

Toplotne izgube zaradi prezračevanja nastanejo zaradi potrebe po segrevanju svežega zraka iz zunanosti, ki ga s prezračevanjem dovajamo v stavbo. Stopnja prezračevanja je bila izračunana za vsako cono posebej, glede na namembnost skladno s Pravilnikom o prezračevanju in klimatizaciji stavb. Prezračevalne toplotne izgube stavbe znašajo 1.353,32 W/K in predstavljajo 20 % vseh toplotnih izgub.

8.1.4 Toplotni dobitki

Toplotne dobitke delimo na notranje dobitke in dobitke zaradi sončnega obsevanja. Notranji dobitki oz. dobitki notranjih virov predstavljajo toploto, ki nastajajo v prostoru in njen vir ni ogrevalni sistem. Ti predstavljajo oddajo toplote uporabnikov stavbe, tehničnih naprav in razsvetljave. Dobitki sončnega obsevanja predstavljajo toploto, ki vstopajo v prostor zaradi sončnega obsevanja skozi zasteklitev.

Toplotni dobitki so izračunani v skladu s standardom SIST EN 13790:2008 – aneks G. Prispevki notranjih toplotnih virov (uporabnikov, naprav in razsvetljave) pri potrebni toploti za ogrevanje so izračunani na 2,7 W/m² na enoto uporabne površine.

Dobitki sončnega sevanja znašajo:

- v ogrevalni sezoni: 99.737 kWh
- v neogrevani sezoni: 85.712 kWh

9 OCENA ENERGETSKO VARČEVALNIH POTENCIALOV

Energetski varčevalni potencial stavbe ocenimo s pomočjo primerjave rabe energije v podobnih stavbah. Za to uporabimo določene kazalnike. Izbrali smo primerjalni kazalnik za javne stavbe: poraba dovedene energije za ogrevanje. Omenjeni kazalnik je bil izbran zaradi razloga, ker je prepoznan varčevalni potencial na rabi energije za ogrevanje.

Glede na dejstvo, da je objekt energetsko potraten je smiselna energetska prenova.

Energetski varčevalni potenciali objekta so predvsem na:

- ovoju zgradbe,
- energetskem monitoringu,
- električni energiji.

9.1 Ovoj stavbe

Dobra izolativnost (nizka toplotna prehodnost) ovoja zgradbe oziroma toplotna zaščita zgradbe pomeni velik prihranek energije pozimi, poleti pa zgradbo ščiti pred pregrevanjem. Toplotna zaščita zajema tudi vse ukrepe, ki zmanjšujejo neugodne vplive zunanje klime na temperaturne razmere in razmere glede vlage v zgradbi ob minimalni porabi energije. Z manjšo rabo energije za ogrevanje zmanjšujemo tudi količino okolju škodljivih snovi, ki se sproščajo pri ogrevanju. Pri vseh teh ukrepih je potrebno tudi primerno bivalno okolje, saj je prijetno počutje v bivalnem prostoru eden najpomembnejših dejavnikov. Ustrezna toplotna zaščita celotne zgradbe zagotavlja tudi večjo trajnost zgradbe, saj preprečuje prevelike temperaturne obremenitve v gradbenih konstrukcijah ter poškodbe zaradi vpliva zračne vlage.

Na ovoju zgradbe lahko rabo energije zmanjšamo z:

- sodobnimi in kvalitetnimi okni, katerih toplotna prehodnost ne presega $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Sodobna okna imajo tovarniško vdelano eno ali več tesnil, od katerih zunanje preprečuje vdor vode, medtem ko srednje ali notranje zagotavlja zrakotesnost. Za trajno tesnost so pomembni predvsem naslednji elementi: kakovost tesnila, oblika prepire, kakovost okvira, krila in okovja. Izboljšanje tesnosti je še posebej pomembno takrat, kadar je površina oken v primerjavi z volumnom prostora velika. Na objektu je predvidena zamenjava lesenih oken, večina oken je bila že menjana. Ker je teh oken v primerjavi z ostalimi vgrajenimi okni na objektu sorazmerno malo ocenjujemo, da bo prihranek znašal okrog 1 %. PVC stavbno pohištvo je v dobrem stanju in njihova zamenjava ni potrebna.

- dodatno izolacijo ovoja zgradbe. Prihranki se lahko gibljejo okoli 50 %. Predvidena je dodatna toplotna izolacija na vseh zunanjih stenah in stropu proti hladnemu podstrešju.

9.2 Energetski monitoring – aktivno spremljanje porabe

Energetski monitoring je prikazan v poglavju organizacijskimi ukrepi, ker sovпада s temi ukrepi in ju je nemogoče ločiti.

Energetski monitoring pomeni vzpostavitev energetskega informacijskega sistema, s pomočjo katerega bo mogoče spremljati naslednje podatke:

- določanje rabe energije za različna časovna obdobja v različnih intervalih
- določanje ciljne oziroma želene rabe - za zmanjšanje rabe energije
- določanje specifične rabe energije, npr. kWh/m² ali /stopinjski dan
- spremljanje konične porabe energije
- ocenjevanje in primerjanje rabe energije v CNE s ciljno rabo
- poročanje o spremenjeni rabi energije v CNE
- odpravljanje odstopanj rabe energije
- Prednosti, ki jih tak sistem prinaša so:
- višji prihranki energije
- boljša koordinacija energetskega menedžmenta
- manjši stroški za ogrevanje in električno energijo
- nižji proračun za energetiko
- boljše preventivno vzdrževanje
- pospešeno odpravljanje morebitnih izgub
- natančnem preračunavanju ponudb energetske učinkovitih projektov
- potrjevanju energetske učinkovitih pobud in/ali možnosti izboljšav
- varčevanje z energijo v daljšem časovnem obdobju

S pomočjo energetskega monitoringa je mogoče zmanjšati porabo energije okoli 5 %. Je pa vzpostavitev energetskega monitoringa pomembna tudi iz vidika ciljnega spremljanja stroškov energetske oskrbe in pogoj za pridobitev sredstev subvencije EU.

9.3 Električna energija

Raba električne energije v stavbi je pogojena z dejavnostjo stavbe, delovnim časom in porabniki, ki se uporabljajo v stavbi. Ocenjujemo, da se velik del električne energije porabi za osvetljevanje

prostorov v času izvajanja dejavnosti zaradi zagotavljanja ustrezne osvetljenosti prostorov, velik delež porabljene električne energije predstavlja tudi uporaba računalnikov in IT opreme.

Na rabo električne energije lahko vplivamo:

- z organizacijskimi ukrepi (redno izklapljanje aparatov, klimatov in razsvetljave),
- z uporabo naprav visokih energijskih razredov (A in B razredi),
- z namestitvijo in uporabo varčnih sijalk in izkoriščanjem dneвне svetlobe,
- z rednim in kakovostnim vzdrževanjem naprav.

Velik del ukrepov na tem področju je organizacijske narave, predvsem pa je potrebno pri nakupu novih naprav pozornost posvetiti energijskemu razredu opreme.

Razsvetljava

Pomembno je, da se v stavbah uvaja energetska učinkovita razsvetljava, ki porablja manj energije in posledično so tudi obratovalni stroški manjši. S primernimi ukrepi, kot so varčna svetila in upravljanje razsvetljave, lahko prihranimo tudi 50 ali več odstotkov električne energije, hkrati pa tudi znižamo priključno moč. Z zamenjavo obstoječih sistemov za razsvetljavo lahko dosežemo pozitivne učinke na kakovosti razsvetljave, stroških ter delovni storilnosti.

V predmetnem objektu so nameščene po večini stare Fluo svatilkke tipa t.i. zrcalni raster. Predlaga se vgradnja nove LED razsvetljave, s katero je mogoče privarčevati ca 50% na rabi električne energije za razsvetljavo.

PREDLOGI IN ANALIZA UKREPOV ZA UČINKOVITO RABO ENERGIJE

Pri vrednotenju ukrepov v nadaljevanju so bili izhodiščni vhodni podatki dejanske povprečne rabe toplotne energije (TE) normirani glede na dolgoletni temperaturni primanjkljaj (3.300 Kdan). Naslednja tabela prikazuje vhodne podatke za izračun prihrankov.

Tabela 13: Vhodni podatki rabe energije normirano na temperaturni primanjkljaj

TE za ogrevanje	237.316	kWh
TE za TSV	7.000	kWh
TE za kuhanje	0	kWh
TE skupaj (TSV + ogrevanje)	244.316	kWh
EE (TSV)	7.000	kWh
EE (skupaj)	82.508	kWh
CO2 TE	0	kg
CO2 EE	43.729	kg
CO2 skupaj	43.729	kg
Povprečni strošek TE (v ref. obdobju)	26.127	€
Povprečni strošek EE (v ref. obdobju)	10.669	€
Skupaj povprečni strošek v referenčnem obdobju	36.796	€
Specifična cena TE (v ref. obdobju)	106,94	€/MWh
Specifična cena EE (v ref. obdobju)	129,31	€/MWh

Vse cene so brez DDV.

Prihranki stroškov in energije posameznega ukrepa so v nadaljevanju ovrednoteni glede na obstoječe stanje.

10 ORGANIZACIJSKI UKREPI

10.1 Osveščanje, izobraževanje in informiranje

Brez večjih investicijskih vlaganj, lahko s pravilno osveščenostjo uporabnikov zmanjšamo porabo končne energije okoli 5 %. V hodnikih, kjer ni potrebe po visokih temperaturah v prostoru lahko temperaturo ogrevanja znižamo zaradi povečanja fizične aktivnosti v prostoru.

Organizacijski ukrepi so naslednji:

- osveščanje, izobraževanje in informiranje uporabnikov (zaposlenih in otrok), lastnika, upravljavca v smeri zmanjšanja porabe energije in manjši onesnaženosti okolja,
- uvajanje optimalnih bivalnih pogojev,
- uvajanje pravilnega osvetljevanja ob upoštevanju dnevne svetlobe,
- vgradnja opreme za izvajanje energetskega monitoringa, ki je zahteva predmetnega razpisa za pridobitev subvencije.

10.2 Prihranki zaradi organizacijskih ukrepov in energetskega monitoringa

V naslednji tabeli so prikazni učinki organizacijskih ukrepov.

Tabela 14: Organizacijski ukrep

Ime ukrepa	Prihranek [%]		Prihranek [kWh]		Skupaj prihranek [kWh]	Prihranek [€]		Skupaj prihranek [€]	Investicija [€]
	TE	EE	TE	EE		TE	EE		
Osveščanje o URE, monitoring, regulacija	6,9%		13.658		13.658	675		675	15.000

V tabeli navedene cene so brez DDV.

11 INVESTICIJSKI UKREPI

Predvideni investicijski ukrepi so naslednji:

- izolacija zunanjih sten;
- toplotna izolacija podstrešja;
- zamenjava dotrajanega stavbnega pohištva,
- zamenjava razsvetljave.

Tabela 15: Investicijski ukrepi

Ime ukrepa	Prihranek [%]		Prihranek [kWh]		Skupaj prihranek [kWh]	Prihranek [€]		Skupaj prihranek [€]	Investicija [€]
	TE	EE	TE	EE		TE	EE		
Sanacija zunanjih sten	32,3%		64.192	0	64.192	3.172		3.172	189.588
Zamenjava stavbnega pohištva	0,8%		1.626	0	1.626	80		80	84.889
Sanacija strehe in podstrešja	25,9%		51.506	0	51.506	2.545		2.545	133.922
zamenjava razsvetljave	50,0%			41.264	41.264		4.690	4.690	62.700
Vsi ukrepi	63,4%		126.044	0	126.044	6.229	0	10.488	471.099

Vse cene so brez DDV.

12 SCENARIJ ENERGETSKE PRENOVE

V naslednji tabelah so analizirani scenariji izvedbe energetske sanacije CIK Trebnje:

Scenarij 1: ukrepi z vračilno dobo manj kot šest let, vendar noben od ukrepov ne ustreza temu scenariju.

Tabela 16: Ukrepi do 6 let – scenarij 1

Scenarij 1- izvedba ukrepov do 6 let			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	0	kWh	0,00%
letni prihranek toplotne energije	0	kWh	0,00%
letni prihranek toplotne energije (elektrika)	0	kWh	0,00%
skupni letni prihranek toplotne energije	0	kWh	0,00%
letni prihranek vode	0	m3	0,00%
skupno zmanjšanje emisij CO2	0	kg	0,00%
skupno zmanjšanje stroškov na leto	0	€	0,00%
skupni znesek potrebnih investicij	0	€	
povprečni vračilni rok	0	let	

Scenarij 2: celovita energetska prenova stavbe z upoštevanjem dejanskih vhodnih podatkov. Ta scenarij zajema:

- organizacijske ukrepe (osveščanje URE, energetski monitoring),
- izolacija zunanjih sten,
- toplotna izolacija stropa proti neogrevanemu delu,
- zamenjava dotrajanega stavbnega pohištva,
- zamenjava razsvetljave.

Tabela 17: Celovita energetska sanacija (vsi ukrepi) – scenarij 2

Scenarij 2- celovita energetska sanacija			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	/	kWh	0,00%
letni prihranek toplotne energije za ogrevanje	139.702	kWh	70,3%
letni prihranek vode	/	m3	/
skupno zmanjšanje emisij CO2	0	kg	0,0%
skupno zmanjšanje stroškov na leto	11.163	€	36,5%
skupni znesek potrebnih investicij	486.099	€	
povprečni vračilni rok	43,5	let	

12.1 Izbrani scenarij ukrepov

Celovita energetska prenova z upoštevanjem standardnih vhodnih podatkov (SIST EN ISO 13790:2008) pa podlagi katere se določi letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} in letni potrebni hlad za hlajenje stavbe Q_{NC} . Povprečna izmenjava zraka je izračunana na podlagi vrednosti podanih v Pravilniku o prezračevanju in klimatizaciji stavb; standardna temperatura in notranji dobitki so privzeti na podlagi vrednosti podanih v standardu SIST EN ISO 13790:2008.

Izbrani scenarij dosega zahteve PURES 2010 po celostni energetske sanaciji pri standardnih vhodnih podatkih, kot je razvidno iz naslednjih dveh tabel.

Tabela 18: Kazalniki porabe energije po energetske prenovi pri vhodnih podatkih po standardu

Koefficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe	Izračunani	Največji dovoljeni
	$H'_T = 0,466 \text{ W/m}^2\text{K}$	$H'_{Tmax} = 0,472 \text{ W/m}^2\text{K}$
Letna raba primarne energije	$Q_p = 38.794,394 \text{ kWh}$	
Letna potrebna toplota za ogrevanje	$Q_{NH} = 45.583,752 \text{ kWh}$	$Q_{NHmax} = 100.216,599 \text{ kWh}$
Letni potrebni hlad za hlajenje	$Q_{NC} = 21.819,707 \text{ kWh}$	
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	Izračunana	Največja dovoljena
1 - stanovanjska stavba		
2 - nestanovanjska stavba		
3 - javna stavba	$Q_{NH}/A_u = 14,272 \text{ kWh/m}^3\text{a}$	
	$Q_{NH}/V_e = 3,094 \text{ kWh/m}^3\text{a}$	$(Q_{NH}/V_e)_{max} = 6,801 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

Tabela 19: Zagotavljanje obnovljivih virov energije po energetske prenovi pri vhodnih podatkih po standardu

Zagotavljanje obnovljivih virov energije		
	Doseženo (%)	Izpolnjeno (DA/NE)
Osnovni pogoj		
najmanj 25% celotne končne energije je zagotovljeno z uporabo obnovljivih virov	Vir: Trdn.bio. 82 Vir: Vir: Skupaj: 82	DA
Izjeme, ki nadomeščajo osnovni pogoj		
najmanj 25% potrebne energije je iz sončnega obsevanja		
najmanj 30% potrebne energije je iz plinaste biomase		
najmanj 50% potrebne energije je iz trdne biomase	77	DA
najmanj 70% potrebne energije je iz geotermalne energije		
najmanj 50% potrebne energije je iz toplote okolja		

Izračun je narejen s programom Gradbena fizika URSA 4.0

4

najmanj 50% potrebne energije je iz naprav SPTE z visokim izkoristkom		
stavba je najmanj 50 % oskrbovana iz energetske učinkovitega sistema daljinskega ogrevanja/hlajenja		
letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe, preračunana na enoto kondic. prostornine, je najmanj za 30 % manjš od mejne vrednosti	45	DA
vgrajenih je najmanj 6 m ² (svetle površine) sprejemnikov sončne energije z letnim donosom najmanj 500 kWh/(m ² a)		

13 PRIPOROČILA ZA PRIHODNJE METODE MERJENJA IN PREVERJANJA ZA UKREPE, KI SE PREDLAGAJO ZA PRIHRANEK ENERGIJE

Za potrebe prihodnjega preverjanja učinka ukrepov se priporoča aplikacija t.i. energetskega monitoringa, ki pomeni vzpostavitev energetskega informacijskega sistema, s pomočjo katerega bo mogoče spremljati naslednje podatke:

- določanje rabe energije za različna časovna obdobja v različnih intervalih
- določanje ciljne oziroma želene rabe - za zmanjšanje rabe energije
- določanje specifične rabe energije, npr. kWh/m² ali /stopinjski dan
- spremljanje konične porabe energije
- ocenjevanje in primerjanje rabe energije v CNE s ciljno rabo
- poročanje o spremenjeni rabi energije v CNE
- odpravljanje odstopanj rabe energije
- Prednosti, ki jih tak sistem prinaša so:
- višji prihranki energije
- boljša koordinacija energetskega menedžmenta
- manjši stroški za ogrevanje in električno energijo
- nižji proračun za energetiko
- boljše preventivno vzdrževanje
- pospešeno odpravljanje morebitnih izgub
- natančnem preračunavanju ponudb energetske učinkovitih projektov
- potrjevanju energetske učinkovitih pobud in/ali možnosti izboljšav
- varčevanje z energijo v daljšem časovnem obdobju