

KONČNO POROČILO

NOVELACIJA RAZŠIRJENEGA ENERGETSKEGA PREGLEDA ZA OBJEKT OŠ CERKVENJAK



Ponikva, oktober 2019

PODATKI O ENERGETSKEM PREGLEDU

Naslov pregleda	Novelacija razširjenega energetskega pregleda za objekt OŠ Cerkevjak
-----------------	--

PODATKI O IZVAJALCU ENERGETSKEGA PREGLEDA

Naziv izvajalca	Energ - 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 Cerkevjak
Naslov	Cerkevjak 25, 2236 Cerkevjak
Telefon	02 7295700
Faks	02 7295704
e- naslov	obcina@cerkevjak.si
Davčna številka	78110475
Matična številka	1332066000
Kontaktna oseba	Marjan Žmavc, 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
0.4	Predlagani scenarij ukrepov.....	11
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.....	17
3	SHEMA UPRAVLJANJA OBJEKTA OŠ CERKVENJAK.....	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 udeleženi akterjih.....	20
3.6	Raven promoviranja URE.....	20
4	OSKRBA IN RABA ENERGIJE.....	21
4.1	Toplota.....	21
4.1.1	Poraba toplote po letih.....	21
4.1.2	Mesečna poraba toplote - analizirana leta.....	22
4.1.3	Strošek toplotne energije.....	22
4.2	Električna energija.....	23
4.2.1	Poraba električne energije po letih.....	23
4.2.2	Mesečna poraba električne energije - analizirana leta.....	24
4.2.3	Strošek električne energije.....	25
4.3	Voda.....	26
4.3.1	Poraba vode po letih.....	26

4.3.2	Mesečna poraba vode - analizirana leta.....	26
4.3.3	Strošek porabe vode	27
4.4	Zanesljivost oskrbe glede energetskih virov	28
4.5	Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme	28
5	PREGLED NAPRAV ZA PRETVORBO ENERGIJE	29
5.1	Ogrevalni sistem	29
5.1.1	Kotlovnica.....	29
5.1.2	Distribucija toplote.....	30
5.2	Sistem za oskrbo s toplo vodo	30
5.3	Sistem za oskrbo s hladno vodo	30
5.4	Elektroenergetski sistem in porabniki.....	30
	Osnovni podatki	31
6	PREGLED RABE KONČNE ENERGIJE	32
6.1	Ovoj zgradbe	32
6.2	Električni porabniki	32
6.2.1	Razsvetljava	32
6.2.2	Fiksni porabniki.....	33
6.3	Prezračevanje in klimatizacija.....	34
6.4	Ogrevanje in hlajenje.....	35
7	OSKRBA Z ENERGIJO.....	36
7.1	Revizija pogodb o dobavi energije.....	36
7.2	Splošni pregled možnih ukrepov za URE v javnih objektih.....	36
7.3	Hladna sanitarna voda.....	37
7.4	Topla voda.....	37
8	ANALIZA ENERGETSKIH TOKOV V ZGRADBAH	38
8.1	Potrebna toplota za ogrevanje stavbe.....	38
8.1.1	Izračun glede na dejansko rabo.....	38
8.1.2	Transmisijske izgube	39
8.1.3	Prezračevalne izgube	39
8.1.4	Toplotni dobitki	40
9	OCENA ENERGETSKO VARČEVALNIH POTENCIALOV	41
9.1	Ovoj stavbe.....	41
9.2	Energetski monitoring – aktivno spremljanje porabe.....	42

9.3	Električna energija	43
9.4	Razsvetljava	43
10	ORGANIZACIJSKI UKREPI.....	45
10.1	Osveščanje, izobraževanje in informiranje	45
10.2	Prihranki zaradi organizacijskih ukrepov in energetskega monitoringa	45
11	INVESTICIJSKI UKREPI.....	46
12	SCENARIJ ENERGETSKE PRENOVE	47
13	PRIPOROČILA ZA PRIHODNJE METODE MERJENJA IN PREVERJANJA ZA UKREPE, KI SE PREDLAGAJO ZA PRIHRANEK ENERGIJE	48

SEZNAM TABEL

Tabela 1: Povprečna raba.....	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: Učinek predlaganih ukrepov	11
Tabela 7: Podatki o lokaciji objekta	13
Tabela 8: Pregled povprečne letne porabe energentov in vode, stroški in emisije CO ₂ med leti 2016 in 2018.....	15
Tabela 9: Poraba energentov v letih 2016 – 2018.....	16
Tabela 10: Specifična raba energentov glede na površino	16
Tabela 11: Vrsta razsvetljave	32
Tabela 12: Električni porabniki v kuhinji	33
Tabela 13: Električni porabniki- računalniška oprema	34
Tabela 14: Karakteristični gradbeni parametri zgradbe	38
Tabela 15: Podatki o posamezni coni	39
Tabela 16: Vhodni podatki rabe energije normirano na temperaturni primanjkljaj.....	44
Tabela 17: Organizacijski ukrep.....	45
Tabela 18: Investicijski ukrepi	46
Tabela 19: Ukrepi do 6 let – scenarij 1	47
Tabela 20: Celovita energetska sanacija (vsi ukrepi) – scenarij 2	47

SEZNAM SLIK

Slika 1: Lokacija OŠ Cerkvenjak	13
Slika 2: Posnetek del razdelilnika in kotla na biomaso	29
Slika 3: Bojlerji za TSV.....	30
Slika 4: Vrsta razsvetljave	33
Slika 5: Fiksni porabniki električne energije.....	34
Slika 6: Energetska bilanca stavbe	38

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 2014 do 2016	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.....	22
Grafikon 7 : Poraba daljinske toplote za ogrevanje in temperaturni primanjkljaj po mesecih	22
Grafikon 8: Strošek toplotne energije po letih.....	23
Grafikon 9: Poraba električne energije v obdobju 2016 – 2018	24
Grafikon 10: Mesečna poraba električne energije v obdobju 2016 – 2018	25
Grafikon 11: Strošek električne energije v letih 2016 do 2018.....	25
Grafikon 12: Poraba vode v obdobju 2016 - 2018	26
Grafikon 13: Mesečna poraba vode v obdobju 2014 – 2016	27
Grafikon 14: Cena porabe vode v letih 2016 do 2018 (EUR brez DDV)	27

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/m²K]

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 povprečna raba energije in stroškov za energente za analizirana leta 2016 do 2018 in količina CO₂, ki je nastala pri porabi energentov. Poleg tega je zapisana vrednost specifičnega stroška toplotne in električne energije. Poraba toplotne in električne energije je prikazana v enoti kWh, poraba vode je prikazana z enoto m³.

Tabela 1: Povprečna raba

TE za ogrevanje	243.591	kWh
TE za TSV	19.742	kWh
TE za kuhanje	0	kWh
TE skupaj (TSV + ogrevanje)	263.333	kWh
EE (TSV)	0	kWh
EE (skupaj)	57.995	kWh
CO2 TE	84.267	kg
CO2 EE	30.737	kg
CO2 skupaj	115.004	kg
Povprečni strošek TE (v ref. obdobju)	26.283	€
Povprečni strošek EE (v ref. obdobju)	5.834	€
Skupaj povprečni strošek v referenčnem obdobju	32.116	€
Specifična cena TE (v ref. obdobju)	99,81	€/MWh
Specifična cena EE (v ref. obdobju)	287,39	€/MWh

V tabeli navedene cene so brez DDV.

*Poraba toplotne energije za pripravo tople sanitarne vode je ocenjena ob predpostavki, da se v vrtcu porabi 10 l vode na otroka (skupaj 234 otrok) na dan v 240 dneh.

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 OŠ Cerkevjak, ki ga je naročila in financirala Občina Cerkevjak, 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,
- vgradnja manjkajočih termostatskih ventilov.

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	8,6%		21.001		21.001	784		784	8.000

V tabeli navedene cene so brez z 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.

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	32,7%		79.709	0	79.709	2.976		2.976	248.516
Zamenjava stavbnega pohištva	3,4%		8.202	0	8.202	306		306	110.373
Sanacija strehe in podstrešja	13,3%		32.510	0	32.510	1.214		1.214	51.867
Zamenjava razsvetljave	48,8%			28.278	28.278		3.580	3.580	66.114
Vsi ukrepi	54,4%		132.608	0	132.608	4.951	3.580	8.530	476.870

V tabeli navedene cene so brez DDV.

0.3 Scenariji ukrepov URE

V naslednji tabelah so analizirani scenariji izvedbe energetske sanacije objekta OŠ Cerkevjak. V tabelah navedene cene so brez DDV.

V naslednji tabelah so analizirani scenariji izvedbe energetske sanacije OŠ Cerkevjak:

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. Ta scenarij zajema:

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

Scenarij 2- celovita energetska sanacija			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	28.278	kWh	48,76%
letni prihranek toplotne energije za ogrevanje	153.610	kWh	63,1%
letni prihranek vode	/	m ³	/
skupno zmanjšanje emisij CO ₂	57.422	kg	49,9%
skupno zmanjšanje stroškov na leto	5.735	€	17,9%
skupni znesek potrebnih investicij	484.870	€	
povprečni vračilni rok	96,3	let	

0.4 Predlagani scenarij ukrepov

V poglavju 0.2 so bili prikazani učinki ukrepov posamezno, v poglavju 0.3 skupni učinek ukrepov po scenarijih, glede na izbrani scenarij:

Scenarij 1 zajema ukrepe z vračilno dobo do šest let; ki ne zajema nobenega ukrepa.

Scenarij 2 zajema predstavitev vseh analiziranih ukrepov, optimalni scenarij s katerim zadostimo potrebam po PURES-u – celovita energetska sanacija.

V nadaljevanju povzemamo ukrepe predvidene znotraj scenarija 2, ki ga smatramo kot optimalnega: Z izvedbo ukrepov bodo doseženi prihranki pri porabi toplotne in električna energija in hkrati se bodo zmanjšali stroški in emisije CO₂. V spodnji preglednici so zbrani predvideni prihranki predlaganih ukrepov scenarija 2. Prihranki so izračunani glede na normirano rabo energije.

Tabela 6: Učinek predlaganih ukrepov

izbrani ukrepi	prihranek EE			prihranek TE			prihranek CO ₂		skupen prihranek		skupna investicija
	kWh	%	€	kWh	%	€	kg	%	kWh	€	
vsi ukrepi	28.278	48,8%	3.580	153.610	63,1%	4.951	0	0,0%	181.888	8.530	484.870

V tabeli navedene cene so brez DDV.

I. SPLOŠNI DEL

1 NAMEN IN CILJI ENERGETSKEGA PREGLEDA

Namen izvedbe novelacije energetskega pregleda objekta OŠ Cerkvjenjak je bil 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

OŠ Cerkevjak se nahaja v samem centru kraja Cerkevjak. Stavbo osnovne šole sestavljata dva objekta; šola in telovadnica.

Tabela 7: Podatki o lokaciji objekta

Organizacija	OŠ Cerkevjak - Vitomarci
Naslov	Cerkevjak 24
Kraj	Cerkevjak
Poštna številka	2236
Katastrska občina	541 Cerkevjak
Koordinate	Y=572724, X=158586
Številka stavbe	27
Parcelna številka	160, 18/1
Telefon	02 7295 840
E-pošta	os.cerkevjak@siol.net
Spletna stran	http://www.o-cerkevjak.mb.edus.si/

Slika 1: Lokacija OŠ Cerkevjak



2.1 Opis dejavnosti v objektu

Osnovna šola Cerkvenjak je locirana v središču mesta in kot javni vzgojno-izobraževalni zavod deluje v stavbi, ki je bila zgrajena oziroma dana v upravljanje leta 1967. Leta 1987 sta bila dozidana južni in zahodni del, leta 1999 še severni. Leta 2008 je bilo delno zamenjano stavbno pohištvo in streha na telovadnici. Objekt je namenjen vzgojno-izobraževalnim dejavnostim. V šoli je organiziran pouk za osnovnošolce na razredni in predmetni stopnji.

V Osnovni šoli Cerkvenjak je zaposlenih 65 oseb, obiskuje pa jo 169 osnovnošolcev.

2.2 Prostorska razporeditev objekta z označeno namembnostjo

Stavba je grajena v treh etažah: klet, pritličje in nadstropje. Namembnost prostorov po posameznih etažah je naslednja:

- v kletni etaži se nahajajo učilnice, kabineti učiteljev, kotlovnica, toaletni prostori, garderobe, arhiv in telovadnica,
- v pritličju se nahajajo učilnice, večnamenski prostor, kabineti učiteljev, kuhinja, knjižnica, toaletni prostori,
- v nadstropju se nahajajo zbornica, pisarne in toaletni prostori.

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 OŠ Cerkvenjak se uporabljajo naslednji energenti:

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

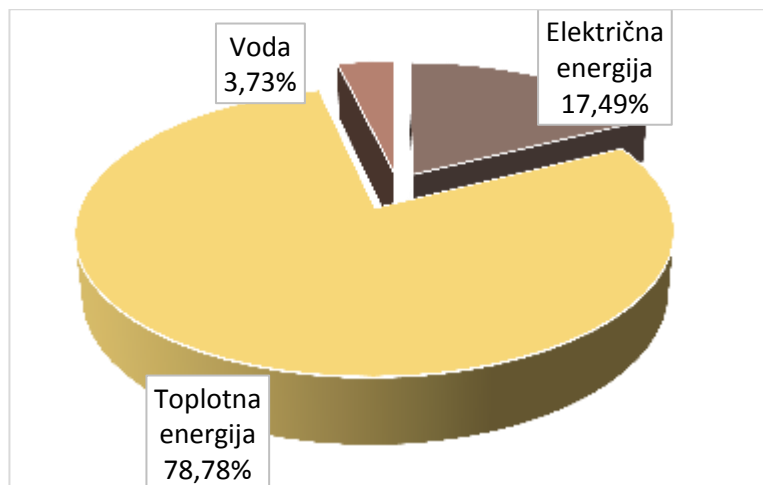
Količine UNP so zanemarljive in nepomembne V naslednjih treh tabelah je za OŠ Cerkvenjak prikazana povprečna poraba energentov ter vode kot tudi s tem povezani stroški ter emisije CO₂.

Tabela 8: Pregled povprečne letne porabe energentov in vode, stroški in emisije CO2 med leti 2016 in 2018

				strošek		emisija CO2		specifična cena
2016 do 2018	poraba	enota	% kWh	€	% €	kg C02	% C02	€/MWh
Električna energija	57.995	kWh	18,05	5.834	17,49	30.737	100,00	100,59
Toplotna energija	263.333	kWh	81,95	26.283	78,78	0	0,00	99,81
Voda	672	m3		1.246	3,73			
Skupaj	321.328	kWh		33.362		30.737		
	672	m3						

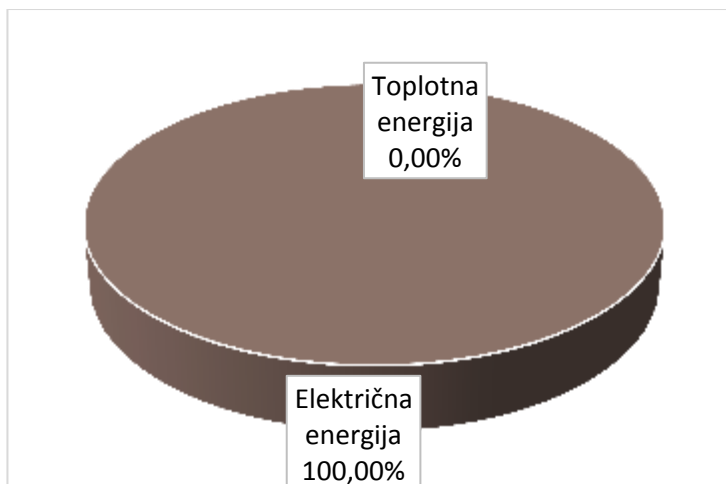
Naslednji kolačni diagram prikazuje stroške energentov po deležih. Največji delež stroškov predstavlja toplotna energija, zato ukrepi na zmanjšanju rabe toplotne energije predstavljajo večjo utež.

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 lesne biomase in električne energije.

Grafikon 2: Povprečni delež emisij CO2 od leta 2014 do 2016



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 9: Poraba energentov v letih 2016 – 2018

	EE [kWh]	TE [kWh]	Voda (m3)	Skupaj (kWh)
2016	58.040	228.000	692	286.040
2017	60.604	279.000	686	339.604
2018	55.341	283.000	638	338.341
Povprečje	57.995	263.333	672	321.328

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

Tabela 10: Specifična raba energentov glede na površino

Energ. št.	EE [kWh/m2]	TE [kWh/m2]	Skupaj
2016	24,12	94,74	118,85
2017	25,18	115,93	141,11
2018	22,99	117,59	140,59
Povprečje	24,10	109,42	133,52

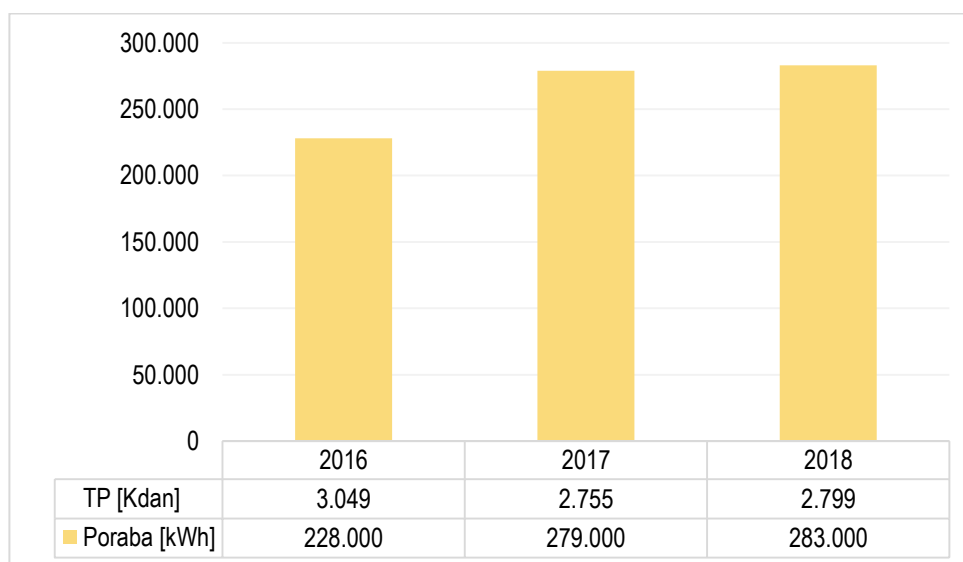
2.3.3 Referenčno obdobje za analize rabe energije in normalizacija rabe

Temperaturni primanjkljaj v sezoni je vsota dnevni 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 Maribor letališče. 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



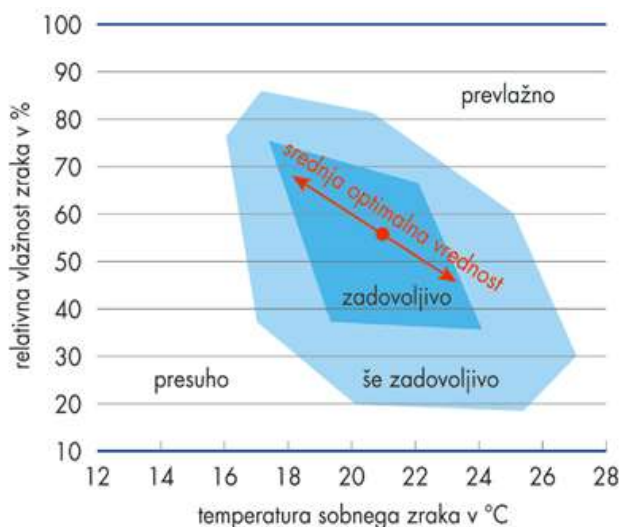
2.4 Stanje toplotnega ugodja

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.

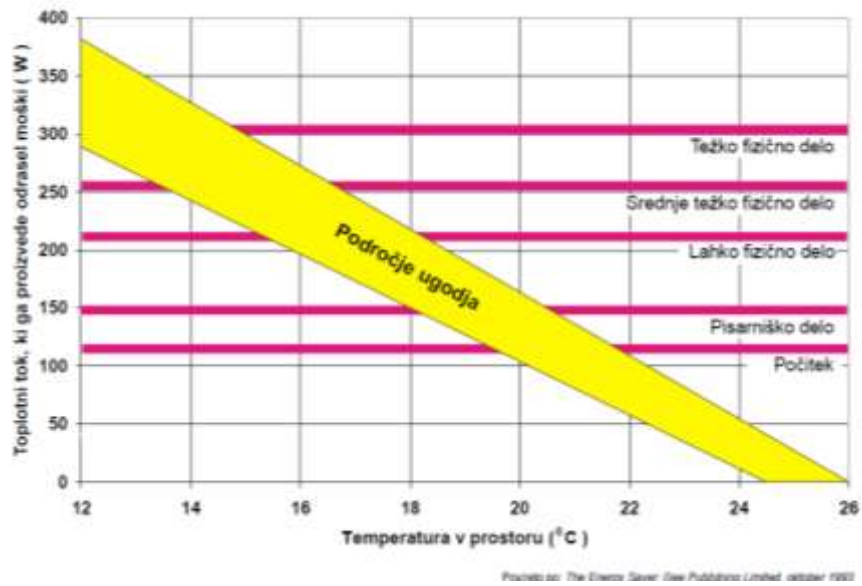
Grafikon 4: Vpliv temperature in relativne vlažnosti zraka na bivalno ugodje



Kvaliteta mikroklime 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



V šoli so bile izvedene meritve v poletnem času. Povprečna temperatura je vrtcu zraka približno 25°C. Prezračevanje je naravno in ni bilo zaznati prepihov.

3 SHEMA UPRAVLJANJA OBJEKTA OŠ CERKVENJAK

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

Naročnik energetskega pregleda je Občina Cerkevjak, ki je tudi lastnik objekta, ter plačnik stroška energetskega pregleda. Uporabniki objekta so otroci in zaposleni. Upravljavec objekta je Osnovna šola Cerkevjak.

3.2 Shema denarnih tokov na področju obratovalnih stroškov

Obratovalne stroške OŠ Cerkevjak (energente, vodo, odvoz smeti, tekoče vzdrževanje) pokriva Občina Cerkevjak. Prav tako je Občina zadolžena za pridobitev sredstev za potrebne investicije. Stroške plač zaposlenih pokriva Ministrstvo za izobraževanje, znanost, kulturo in šport.

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 krije Občina Cerkevjak.

3.4 Potek nadzora nad rabo energije in stroški

Nad rabo energije in stroškov poteka nadzor z mesečnimi računi, katere pregleda računovodstvo OŠ Cerkevjak. Iz podatkov energetskega knjigovodstva je mogoče razbrati porabo energenta in povezanega stroška energenta.

3.5 Motivacija za URE pri vseh udeleženih akterjih

Lastnik zgradbe se zaveda pomena učinkovite rabe energije v javnih zgradbah, zato je tudi naročil energetske 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:

Sončna zadruga z.b.o., zelena energija,
Verovškova 60, 1000 Ljubljana.

Dobavitelj električne energije je podjetje:

Elektro Maribor Energija plus d.o.o.,
Veselova ulica 10, 2000 Maribor.

Za omrežje električne energije skrbi:

Elektro Maribor Energija plus d.o.o.,
Veselova ulica 10, 2000 Maribor.

Dobavitelj vode je podjetje:

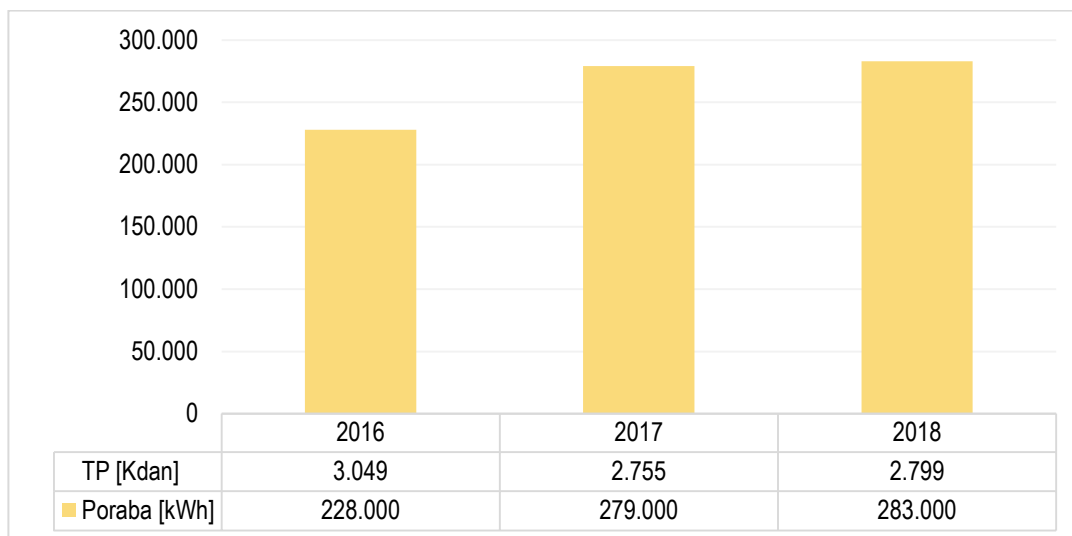
Komunalno podjetje Ptuj d.d.,
Puhova ulica 10, 2250 Ptuj.

4.1 Toplota

4.1.1 Poraba toplote po letih

Objekt šole se ogreva z daljinsko toploto iz kotlovnice v upravljanju podjetja Sončna zadruga z.b.o., zelena energija. V spodnjem grafu je prikazana vrednost porabljene toplotne energije za ogrevanje objekta za obdobje 2016 – 2018 v primerjavi s temperaturnim primanjkljajem.

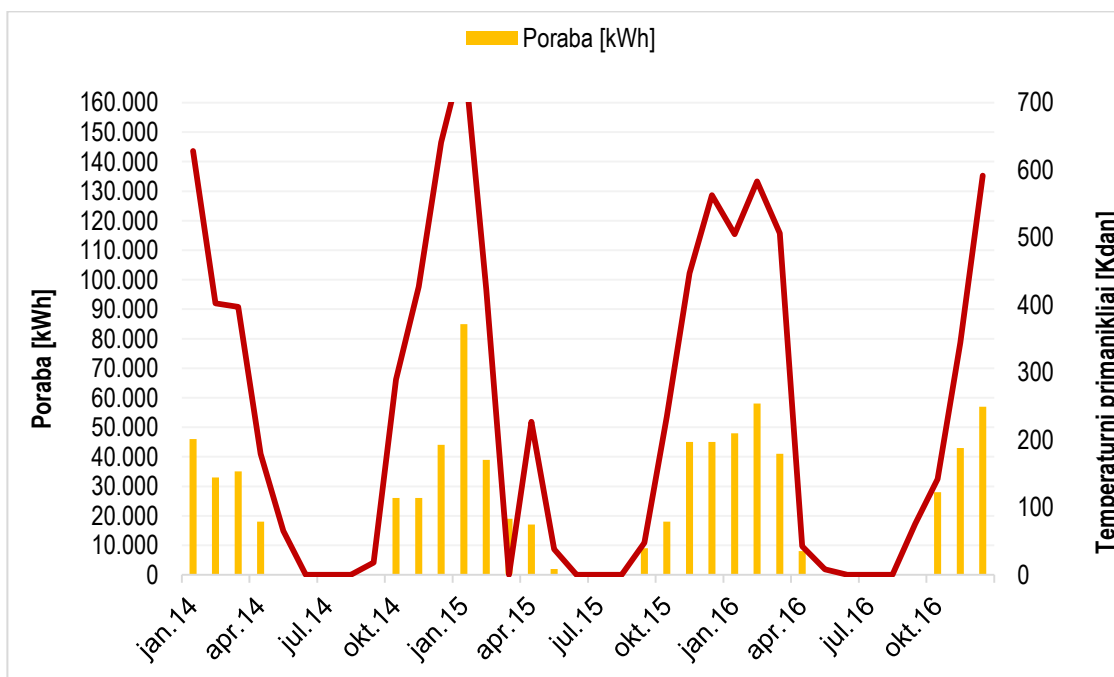
Grafikon 6: Poraba toplotne energije v obdobju 2016 – 2018



4.1.2 Mesečna poraba toplote - analizirana leta

V spodnjem grafikonu je prikazana toplotna energija za ogrevanje po letih in po mesecih glede na temperaturni primanjkljaj. V grafikonu je vrisana tudi krivulja poteka temperaturnega primanjkljaja skozi leto.

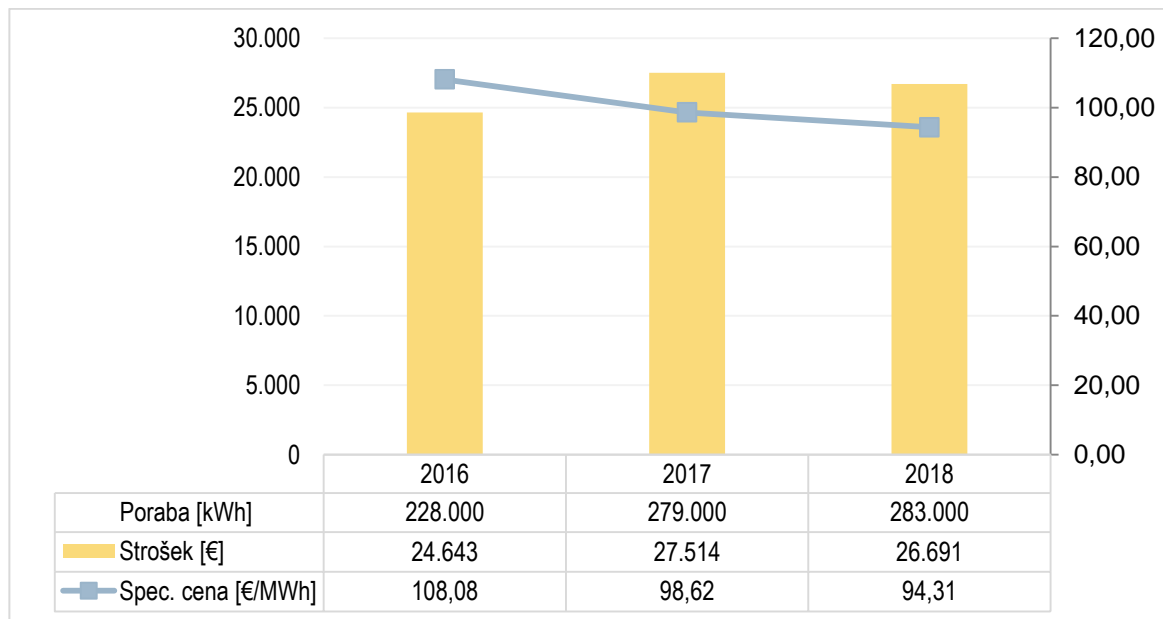
Grafikon 7 : Poraba daljinske toplote za ogrevanje in temperaturni primanjkljaj po mesecih



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



Povprečni strošek dobave MWh daljinske toplote v analiziranih letih je znašal:

- variabilni del: 37,33 EUR/MWh
- fiksni del: 60,09 EUR/MWh
- cena skupaj: 97,42 EUR/MWh.

Zgoraj navedene cene služijo v nadaljnji analizi za izračun prihrankov.

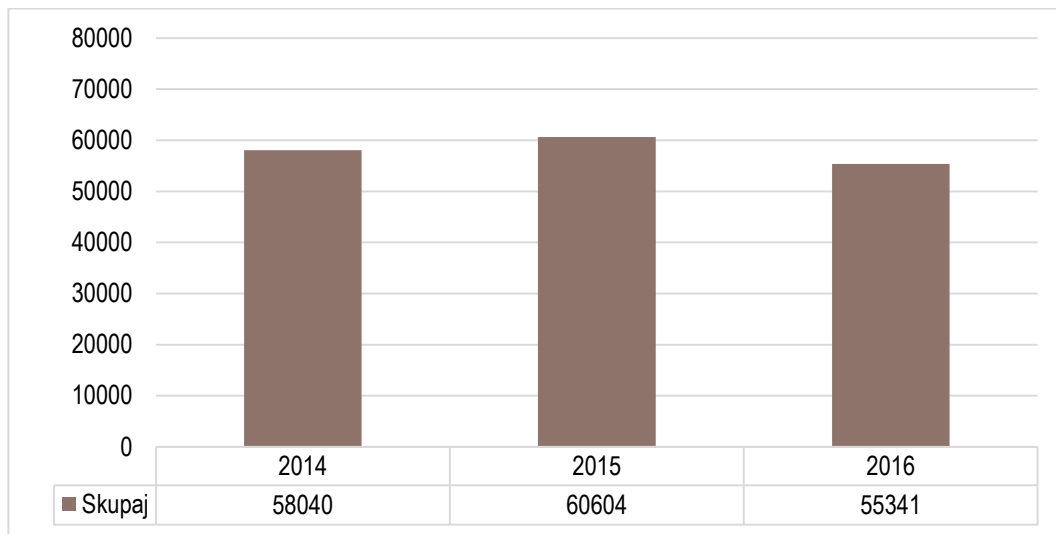
4.2 Električna energija

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.

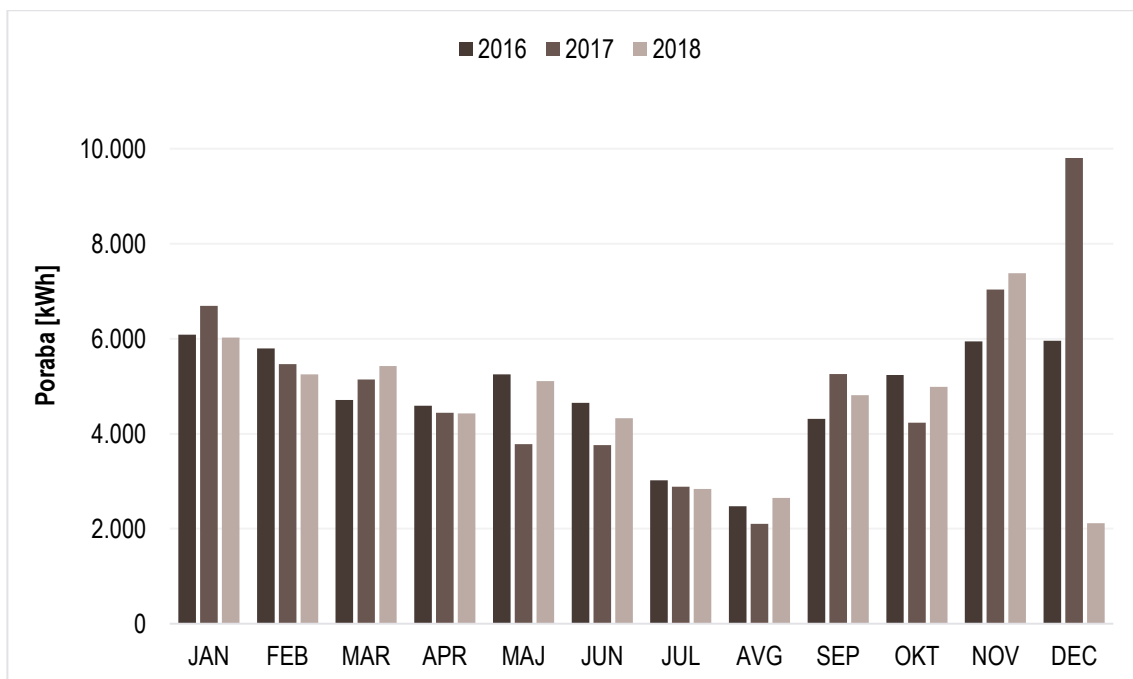
Grafikon 9: Poraba električne energije v obdobju 2016 – 2018



4.2.2 Mesečna poraba električne energije - analizirana leta

Naslednji grafikon prikazuje mesečno porabo električne energije v analiziranih letih.

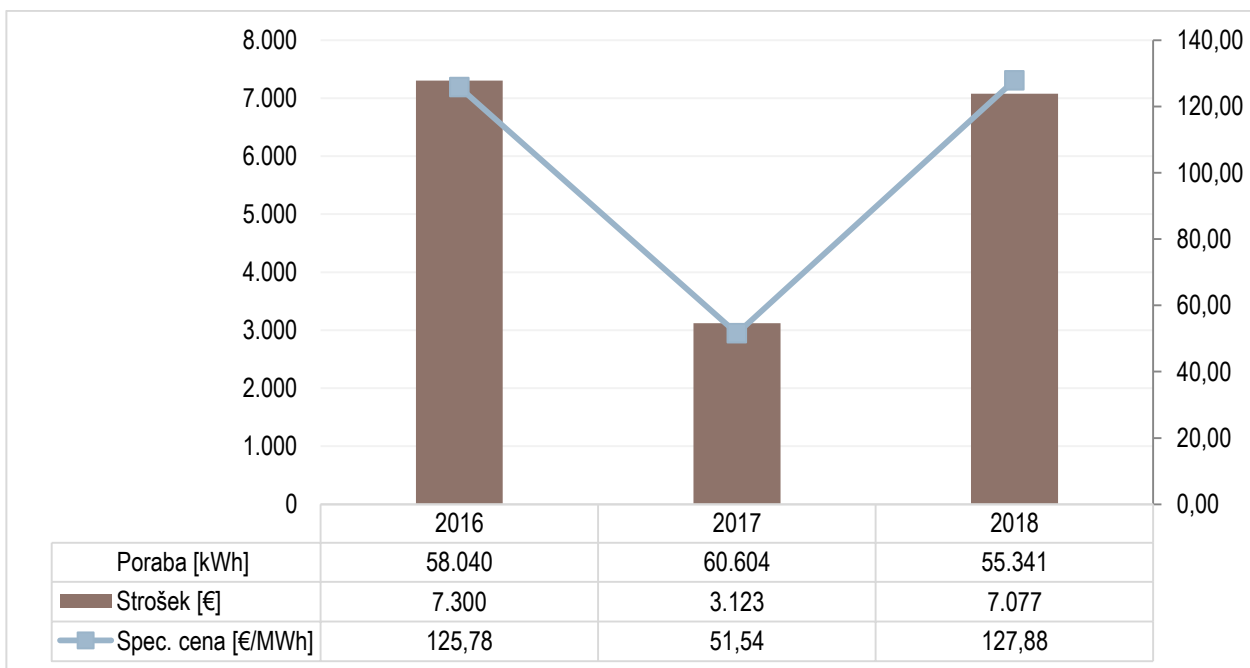
Grafikon 10: Mesečna poraba električne energije v obdobju 2016 – 2018



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 v zadnjem letu 2019 je znašala:

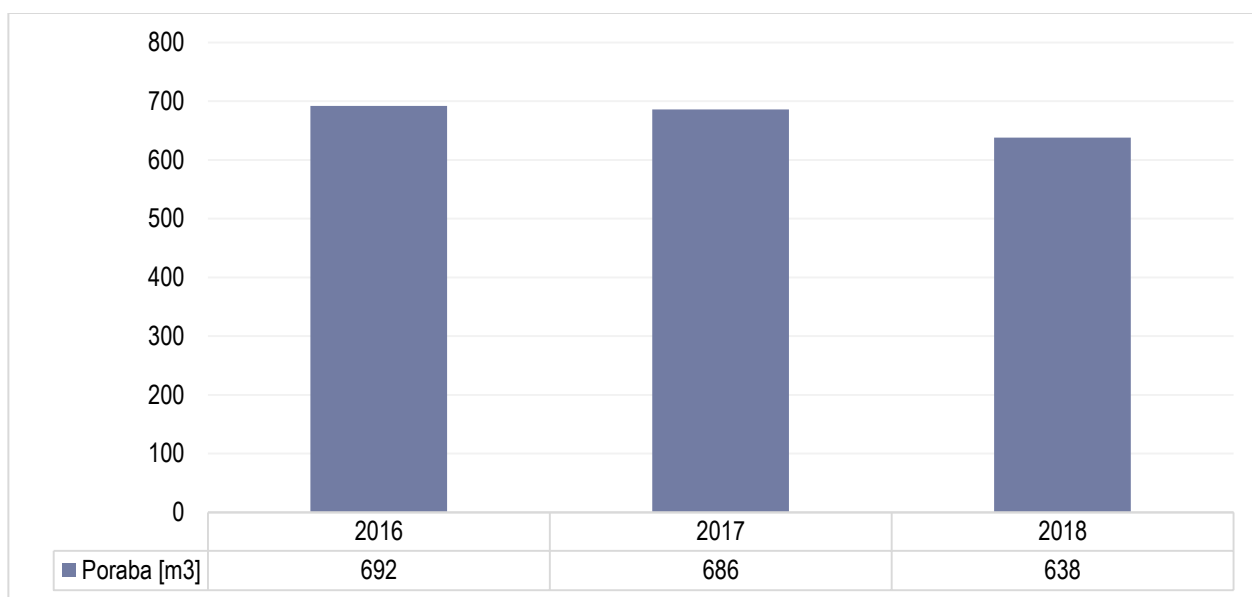
- variabilni del: 126,59 EUR/MWh brez DDV,
- fiksni del: 33,27 EUR/MWh brez DDV,
- skupaj: 159,86 EUR/MWh brez DDV.

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.

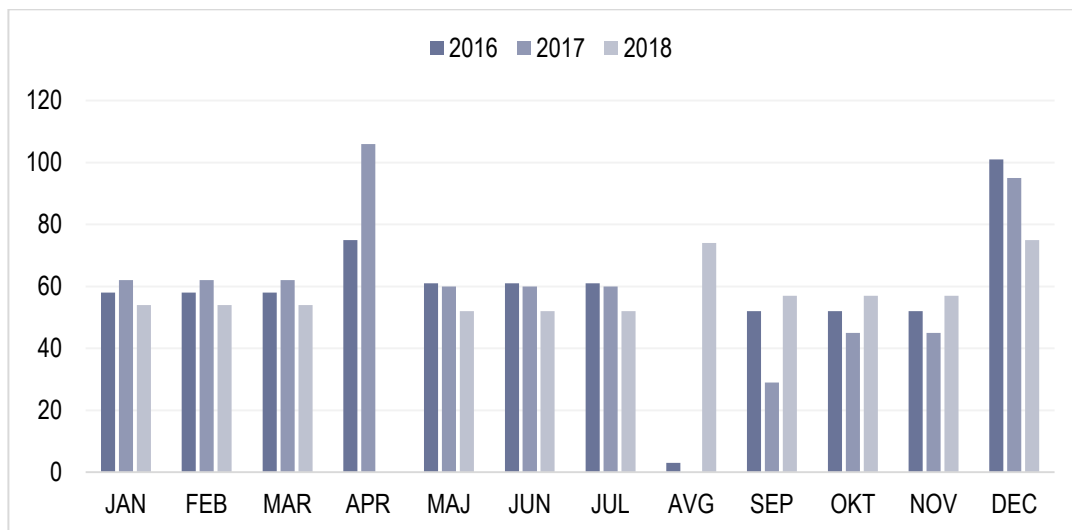
Grafikon 12: Poraba vode v obdobju 2016 - 2018



4.3.2 Mesečna poraba vode - analizirana leta

Naslednji grafikon prikazuje mesečno porabo vode v analiziranih letih. Poraba je dokaj konstantna tekom analiziranih let, močno odstopata meseca april in december. Najnižje porabe vode so v poletnih mesecih, ko je vrtec obratuje manj časa. Skozi ostale mesece je poraba vode dokaj konstantna.

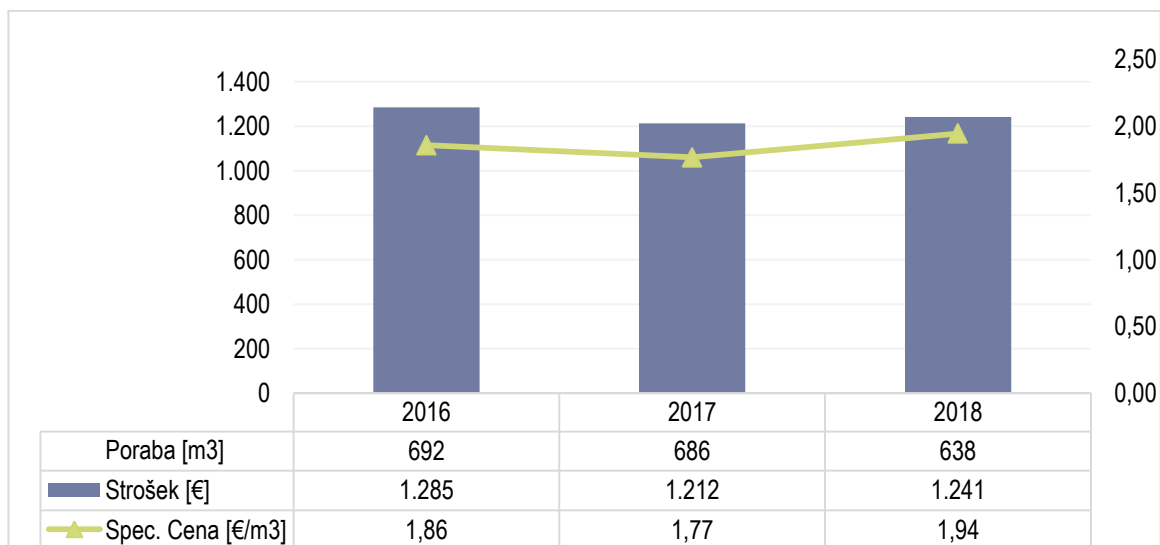
Grafikon 13: Mesečna poraba vode v obdobju 2014 – 2016



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 (EUR brez DDV)



4.4 Zanesljivost oskrbe glede energetskih virov

Zanesljivost toplotne oskrbe

Toplotna oskrba z daljinsko toploto se vrši preko obnovljene 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 daljinska toplota. 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 2014. Obnovljene so bile vse instalacije, črpalke in ventili.

Električna oprema

OŠ Cerksenjak se napaja iz transformatorske postaje, ki jo upravlja Elektro Maribor Energija plus d.o.o., transformatorske postaje so v dobrem stanju in ni pričakovati nobenih težav.

5 PREGLED NAPRAV ZA PRETVORBO ENERGIJE

V pregledanem objektu OŠ Cerksenjak so naslednji energetske sistemi:

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

Posebnosti in tipične lastnosti energetske naprav za pretvorbo energije posameznih objektov so opisane v nadaljevanju.

5.1 Ogrevalni sistem

5.1.1 Kotlovnica

Priprava toplotne energije se izvaja v kotlovnici, s katero upravlja pogodbeni partner. Ker se z daljinsko toploto oskrbuje še sosednje stavbe občine, smo tudi ogrevanje šole obravnavali kot ogrevanje z daljinsko toploto.

V kotlovnici se nahaja kotel Fröling, moči 275 kW s potrebno pripadajočo opremo. Zalagovnik ogrevalne vode je volumna 2.000 l. Razdelilec toplote je sodobno izveden, obtočne črpalke so frekvenčno regulirane, sistem je hidravlično uravnotežen.

Vgrajeni so kalorimetri za dva porabnika toplotne energije, sistem ima sedem ogrevalnih krogov, od tega je šest namenjenih šoli. Temperatura dvižnega voda je do 60 °C.

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 razdelilca in shranjuje v zalogovniku kapacitete 1.000 litrov. Topla sanitarna voda iz zalogovnika se uporablja po nekaterih sanitarijah in kuhinji. V treh učilnicah je v uporabi tudi električni bojler, za lokalno pripravo tople vode, moči 2 kW. Obtočna črpalka za cirkulacijo TSV je vezana časovno; od 23. do 03 ure zjutraj se cirkulacija ne izvaja.

Slika 3: Bojlerji za TSV



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 Osnovne šole Cerkvenjak z električno energijo je bil ob energetske sanaciji zgrajen novi NN kabelski priključek. Priključek je izveden iz transformatorske postaje T-036 Cerkvenjak 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<.

Osnovni podatki

Naziv objekta: NN kabelski priključek 3x230/400V Osnovna šola Cerkevjak

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 štíti 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).

Pregled je bil izveden na vseh zunanjih in nekaterih notranjih stenah. Podrobni rezultati in komentarji so podani v prilogi št. 1, tukaj navajamo samo zaključne ugotovitve termografske analize objekta.

Na objektu OŠ Cerkenjak je:

- bila izvedena sanacija strehe telovadnice - dodatna izolacija in zamenjava kritine,
- zamenjan del stavbnega pohištva (okna in vrata),
- dodatno vgrajena toplotna izolacija zunanjih sten osrednjega dela stavbe (JV pročelje).

6.2 Električni porabniki

Med električne porabnike spadajo razsvetljava in fiksni porabniki električne energije.

6.2.1 Razsvetljava

Skupna instalirana moč razsvetljave znaša 29,8 kW. V pretežni meri je vgrajena varčna razsvetljava (95,5 %).

Tabela 11: Vrsta razsvetljave

Vrsta razsvetljave	Moč (W)	Delež (%)
Fluorescentna razsvetljava (sijalke)	28.478	95,5%
Razsvetljava na žarilno nitko	1.340	4,5%

Slika 4: Vrsta razsvetljave



6.2.2 Fiksni porabniki

Učilnica za gospodinjstvo je opremljena z električnim grelnikom vode in prostostoječima štedilnikoma, eden je plinski, drugi pa kombiniran električni-plinski. V spodnji tabeli so prikazani večji električni porabniki v kuhinji. Njihova skupna instalirana moč znaša 16,0 kW.

Tabela 12: Električni porabniki v kuhinji

Električni porabniki	Količina	Moč (kW)	Moč skupaj (kW)
Pomivalni stroj	1	2,0	2,0
Lupilec krompirja	1	0,5	0,5
Zamrzovalna skrinja	2	0,1	0,2
Hladilnik	2	0,2	0,3
Friteza	1	1,5	1,5
4 krat žar plošča	4	1,5	6,0
Električni kotel	1	1,5	1,5
Grelni pult	1	4,0	4,0
Skupaj			16,0

Slika 5: Fiksni porabniki električne energije



V kuhinji se nahajajo tudi plinski porabniki in sicer:

- prekucnik,
- štedilnik s 4. plinskimi kuhališči.

V OŠ Cerkevjak nimajo vgrajenih klimatskih naprav. Seznam računalniške opreme je prikazan v naslednji tabeli.

Tabela 13: Električni porabniki- računalniška oprema

Opema	Količina	Moč (kW)	Moč skupaj (kW)
Računalnik monitorjem	31	0,5	15,50
Tiskalnik	9	0,7	6,30
Fotokopirni stroj	3	0,9	2,55
TV	8	0,1	0,80
Projektor	3	0,2	0,60
Kavomat	1	1,5	1,50
Kuhalna plošča	1	2,0	2,00
Audio postaja	1	0,2	0,20
Skupaj			29,45

6.3 Prezračevanje in klimatizacija

Prezračevanje je izvedeno v kuhinji, brez rekuperacije odpadne toplote. Pretok zraka je 7.400 m³/h. Nape v kuhinji se vklaplajo ročno ob uporabi elementov za kuhanje in peko.

6.4 Ogrevanje in hlajenje

Ogrevanje objekta je izvedeno z radiatorji, ki so delno opremljeni s termostatskimi ventili. Posebne regulacije ogrevanja ni izvedene - glede notranjih korekcij temperature.

V OŠ Cerkenjak ni vgrajenega sistema hlajenja. Hlajenje je naravno s prezračevanjem.

II. ANALIZA MOŽNOSTI ZA ZNIŽANJE RABE ENERGIJE

7 OSKRBA Z ENERGIJO

7.1 Revizija pogodb o dobavi energije

OŠ Cerkevjak ima sklenjene večletne pogodbe o uporabi elektro-energetskega omrežja in o dobavi električne energije, daljinske toplote ter sanitarne vode. Dobavitelj električne energije it daljinske toplote 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.

7.3 Hladna sanitarna voda

Objekt je priključen na javni vodovod. Poraba se meri na glavnem priključku z vodomernim števcem. Potreba po sanitarni vodi je v kuhinji, učilnicah, sanitarnih prostorih. Ceno sanitarne vode definira komunalno podjetje.

7.4 Topla voda

Topla sanitarna voda se pripravlja interno v objektu. Sistema za spremljanje porabe tople ali hladne sanitarne vode glede na objekte še ni, zato ni mogoče sklepati o potrebah posameznih porabnikov in mogočih ukrepih.

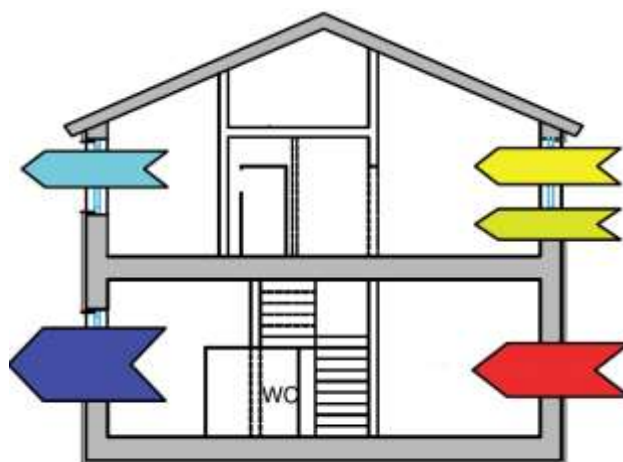
8 ANALIZA ENERGETSKIH TOKOV V ZGRADBAH

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 $W/(m^2K)$. 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 6: Energetska bilanca stavbe



Karakteristični gradbeni parametri zgradbe so naslednji:

Tabela 14: Karakteristični gradbeni parametri zgradbe

Celotna površina ovoja stavbe	A	5.393	m^2
Ogrevana prostornina stavbe	V_e	10.843	m^3
Oblikovni faktor	$f_0=A/V_e$	0,497	m^{-1}
Neto uporabna površina stavbe	A_u	2.406	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 262.307 kWh, kar je malo nižja vrednost, kot je normirana dejanska poraba toplote za ogrevanje, ki znaša 283.313 kWh. Slednja vrednost je določena glede na povprečno porabo toplote za ogrevanje v obdobju 2016 – 2018 (243.591 kWh) in temperaturni primanjkljaj za to lokacijo.

Za izračun gradbene fizike objekta, je objekt razdeljen na dve coni, šola in telovadnica.

Tabela 15: Podatki o posamezni coni

Cona	Notranja temperatura [°C]	Povprečna izmenjava zraka* [h ⁻¹]	Notranji dobitki* [W]	Čas ogrevanja [h]
Šola	22	0,5	8.492	13
Telovadnica	20	0,5	1.135	13

*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 so izračunane za vsako cono posebej; šolo in telovadnico:

- Stavba šole: transmisijske izgube na objektu skozi ovoj stavbe znašajo 3.174,94 W/K in predstavljajo 75 % celotnih toplotnih izgub.
- Stavba telovadnice: transmisijske izgube na objektu skozi ovoj stavbe znašajo 632,82 W/K in predstavljajo 75 % 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 pohoštvo).

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 izgube so izračunane za vsako cono posebej; šolo in telovadnico:

- Stavba šole: prezračevalne izgube na objektu skozi ovoj stavbe znašajo 1.067,52 W/K in predstavljajo 25 % celotnih toplotnih izgub.

- Stavba telovadnice: prezračevalne izgube na objektu skozi ovoj stavbe znašajo 243,78 W/K in predstavljajo 25 % celotnih toplotnih izgub.

Prezračevalne toplotne izgube stavbe kot celote (šole in telovadnice) znašajo 1.311 W/K in predstavljajo 25 % 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 4,7 W/m² na enoto uporabne površine.

Dobitki sončnega sevanja znašajo ločeno po stavbah:

- Stavba šole:
 - v ogrevalni sezoni: 55.292 kWh
 - v neogrevani sezoni: 32.186 kWh
- Stavba telovadnica:
 - v ogrevalni sezoni: 2.657 kWh
 - v neogrevani sezoni: 2.260 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 stari del objekta energetsko potraten je smiselna energetska prenova. Novi del objekta je ustrezno zgrajen in toplotno zaščiten, zato ni potrebna energetska prenova.

Energetski varčevalni potenciali objekta so predvsem na:

- ovoju zgradbe,
- rabi električne energije

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, kopelitnih oken in vrat, ki so dotrajana. Ker je teh oken v primerjavi z ostalimi vgrajenimi okni

na objektu sorazmerno malo ocenjujemo, da bo prihranek znašal okrog 5 %. PVC stavbno pohištvo je v dobrem stanju in njihova zamenjava ni potrebna.

- dodatno izolacijo ovoja zgradbe. Prihranki se lahko gibljejo okoli 30 %. Predvidena je dodatna toplotna izolacija na vseh zunanjih stenah in stropu proti hladnemu podstrešju, strehah.

9.2 Energetski monitoring – aktivno spremljanje porabe

Energetski monitoring je prikazan v poglavju organizacijskimi ukrepi, ker sovpada 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 zelene 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 dnevne 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.

9.4 Razsvetljava

Pomembno je, da se v stavbah uvaja energetsko 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 razsvetljava lahko dosežemo pozitivne učinke na kakovosti razsvetljave, stroških ter delovni storilnosti.

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 16: Vhodni podatki rabe energije normirano na temperaturni primanjkljaj

TE za ogrevanje	283.313	kWh
TE za TSV	19.742	kWh
TE za kuhanje	0	kWh
TE skupaj (TSV + ogrevanje)	303.055	kWh
EE (TSV)	0	kWh
EE (skupaj)	57.995	kWh
CO2 TE	0	kg
CO2 EE	30.737	kg
CO2 skupaj	30.737	kg
Povprečni strošek TE (v ref. obdobju)	30.247	€
Povprečni strošek EE (v ref. obdobju)	5.834	€
Skupaj povprečni strošek v referenčnem obdobju	36.081	€
Specifična cena TE (v ref. obdobju)	99,81	€/MWh
Specifična cena EE (v ref. obdobju)	100,59	€/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 (zaposlenih in otrok) zmanjšamo porabo končne energije celo do 5 %. V predmetnem objektu je notranja temperatura v prostorih dokaj visoka, ki jo lahko znižamo. 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,
- vgradnja manjkajočih termostatskih ventilov.

10.2 Prihranki zaradi organizacijskih ukrepov in energetskega monitoringa

V naslednji tabeli so prikazni učinki organizacijskih ukrepov.

Tabela 17: 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	8,6%		21.001		21.001	784		784	8.000

V tabeli navedene cene so brez DDV.

11 INVESTICIJSKI UKREPI

Predvideni investicijski ukrepi so naslednji:

Ukrepi na ovoju zgradbe:

- izolacija zunanjih sten;
- toplotna dela izolacije podstrešja;
- zamenjava dela dotrajanega stavbnega pohišstva.

Tabela 18: Investicijski ukrepi

Ime ukrepa	Prihranek [%]		Prihranek [kWh]		Skupaj prihranek [kWh]	Prihranek [€]		Skupaj prihranek [€]	Investicija [€]
	TE	EE	TE	EE		TE	EE		
Sanacija zunanjih sten	32,7%		79.709	0	79.709	2.976		2.976	248.516
Zamenjava stavbnega pohišstva	3,4%		8.202	0	8.202	306		306	110.373
Sanacija strehe in podstrešja	13,3%		32.510	0	32.510	1.214		1.214	51.867
Zamenjava razsvetljave	48,8%			28.278	28.278		3.580	3.580	66.114
Vsi ukrepi	54,4%		132.608	0	132.608	4.951	3.580	8.530	476.870

Vse cene so brez DDV.

V nadaljevanju sledi prikaz podrobnejši opis možnih ukrepov zmanjšanja energetske oskrbe objekta.

12 SCENARIJ ENERGETSKE PRENOVE

V naslednji tabelah so analizirani scenariji izvedbe energetske sanacije OŠ Cerkevjak:

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

Tabela 19: 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	m ³	0,00%
skupno zmanjšanje emisij CO ₂	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:

Tabela 20: Celovita energetska sanacija (vsi ukrepi) – scenarij 2

Scenarij 2- celovita energetska sanacija			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	28.278	kWh	48,76%
letni prihranek toplotne energije za ogrevanje	153.610	kWh	63,1%
letni prihranek vode	/	m ³	/
skupno zmanjšanje emisij CO ₂	57.422	kg	49,9%
skupno zmanjšanje stroškov na leto	9.314	€	29,0%
skupni znesek potrebnih investicij	484.870	€	
povprečni vračilni rok	55,9	let	

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 zelene 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

