



Univerza v Mariboru

---

Fakulteta za energetiko

Matic Krajšek

# **Energetska sanacija osnovne šole Šempeter v Savinjski dolini**

Magistrsko delo

Krško, oktober 2022

# **Energetska sanacija osnovne šole Šempeter v Savinjski dolini**

**Magistrsko delo**

Študent: Matic Krajšek  
Študijski program: Magistrski študijski program 2. stopnje Energetika  
Mentor: Izr. prof. dr. Zdravko Praunseis  
Somentor: Asist. Iztok Brinovar, mag. inž. Energ.  
Lektorica: Anica Krčmar, predmetna učiteljica slovenskega in srbohrvaškega jezika



## **ZAHVALA**

*Zahvaljujem se mentorju izr. Prof. dr. Zdravku Praunseisu in somentorju Iztoku Brinovarju za pomoč in usmerjanje pri izdelavi magistrskega dela. Zahvaljujem se županu občine Žalec Janku Kosu in Nataši Gaber Sivka, vodji urada za negospodarske javne službe na Občini Žalec za spodbudo in možnost izdelave magistrskega dela.*

*Najlepša hvala mami za spodbudo in podporo med študijem.*

# **ENERGETSKA SANACIJA OSNOVNE ŠOLE ŠEMPETER V SAVINJSKI DOLINI**

**Ključne besede:** energetska sanacija, energetska izkaznica, Osnovna Šola, kohezijska politika, energetska učinkovitost

**UDK:** 699.86:[727+373](497.4)(043.2)

## **Povzetek**

*V magistrskem delu smo predstavili zakonodajo, smernice in pravilnike, ki urejajo energetsko učinkovitost stavb, energetsko izkaznico, natančneje opisali njeno vsebino ter na praktičnem primeru energetske sanacije osnovne šole Šempeter v Občini Žalec naredili analizo sanacije z vzporednim preračunom kazalnikov energetske učinkovitosti pred sanacijo in po njej ter prikazali ukrepe, s katerimi smo dosegli izboljšanje toplotne izoliranosti, povečanje prihrankov pri rabi električne in toplotne energije, večjo uporabo obnovljivih virov energije, zmanjšanje emisij toplogrednih plinov, znižanje obratovalnih stroškov objekta ter povečanje ozaveščenosti uporabnikov. Izdelali smo računsko in merjeno energetsko izkaznico ter rezultate primerjali s tistimi, ki jih je dobil pogodbeni izvajalec v času izvajanja renovacije. Izveden je bil tudi termografski pregled objekta, kjer se je analizirala toplotna izoliranost stavbe.*

# **ENERGY RENOVATION OF PRIMARY SCHOOL OF ŠEMPETER IN SAVINJSKA VALLEY**

**Key words:** energy renovation, energy certificate, primary school, cohesion policy, energy efficiency

**UDC: 699.86:[727+373](497.4)(043.2)**

## ***Abstract***

*In our thesis we presented the legislation, guidelines and rules governing the energy performance of buildings, energy certificate, described its content in more detail and used a practical example of energy renovation of primary school of Šempeter in municipality of Žalec to do an analysis of energy rehabilitation with parallel calculations of energy efficiency indicators before and after energy renovation and presented the measures, that were taken to achieve the goals of improving thermal insulation, increasing savings in electricity and heat consumption, greater use of renewable energy sources, reducing greenhouse gas emissions, reducing the operating costs of the facility and raising user awareness. We made a calculated and a measured energy performance certificate and compared the results with the ones that were calculated by the contractor when the renovation was made. A thermographic inspection of the building was also carried out, where the thermal insulation of the building was analysed.*

# IZJAVA O AVTORSTVU



Fakulteta za energetiko  
(ime članice UM)

## IZJAVA O AVTORSTVU ZAKLJUČNEGA DELA

Ime in priimek študenta/-ke: Matic Krajšek

Študijski program: Magistrski študijski program Energetika

Naslov zaključnega dela: Energetska sanacija osnovne šole Šempeter v Savinjski dolini

Mentor/-ica: Izr. Prof. dr. Zdravko Praunselj

Somentor/-ica: Asist. Iztok Brinovar, mag. Inž. Energ.

Podpisani/-a študent/-ka Matic Krajšek

- \* izjavljam, da je zaključno delo rezultat mojega samostojnega dela, ki sem ga izdelal/-a ob pomoči mentorja/-ice oz. somentorja/-ice;
- \* izjavljam, da sem pridobil/-a vsa potrebna soglasja za uporabo podatkov in avtorskih del v zaključnem delu in jih v zaključnem delu jasno in ustrezeno označil/-a;
- \* na Univerzo v Mariboru neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenjam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico ponuditi zaključno delo javnosti na svetovnem spletu preko DKUM; sem seznanjen/-a, da bodo dela, deponirane/objavljene v DKUM, dostopna široki javnosti pod pogojom licence Creative Commons BY-NC-ND, kar vključuje tudi avtomatizirano indeksiranje preko spletja in obdelavo besedil za potrebe tekstownega in podatkovnega rudarjenja in ekstrakcije znanja iz vsebin; uporabnikom se dovoli reproduciranje brez predelave avtorskega dela, distribuiranje, dajanje v najem in pribičitev javnosti samega izvirnega avtorskega dela, in sicer pod pogojem, da navedejo avtorja in da ne gre za komercialno uporabo;
- \* dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v zaključnem delu in tej izjavi, skupaj z objavo zaključnega dela.

Uveljavljam permisivnejšo obliko licence Creative Commons: \_\_\_\_\_

(navedite obliko)

Kraj in datum:

Pernovo, 25.9.2022

Podpis študenta/-ke:

# IZJAVA O ISTOVETNOSTI TISKANE IN ELEKTRONSKE OBLIKE ZAKLJUČNEGA DELA



Univerza v Mariboru

Fakulteta za energetiko

(ime članice UM)

## IZJAVA O ISTOVETNOSTI TISKANE IN ELEKTRONSKE OBLIKE ZAKLJUČNEGA DELA

Ime in priimek študenta/-ke: Matic Krajšek

Študijski program: Magistrski študijski program Energetika

Naslov zaključnega dela: Energetska sanacija osnovne šole Šempeter v Savinjski dolini

Mentor/-ica: Izr. Prof. dr. Zdravko Praunseis

Somentor/-ica: Asist. Iztok Brinovar, mag. Inž. Energ.

Podpisani/-a študent/-ka Matic Krajšek

izjavljam, da je tiskana oblika zaključnega dela istovetna elektronski obliku zaključnega dela, ki sem jo oddal/-a za objavo v DKUM.

Kraj in datum:

Pernovo, 25.9.2022

Podpis študenta/-ke:

# KAZALO VSEBINE

ZAHVALA .....	III
ENERGETSKA SANACIJA OSNOVNE ŠOLE ŠEMPETER V SAVINJSKI DOLINI .....	IV
ENERGY RENOVATION OF PRIMARY SCHOOL OF ŠEMPETER IN SAVINJSKA VALLEY .....	V
IZJAVA O AVTORSTVU .....	VI
IZJAVA O ISTOVETNOSTI TISKANE IN ELEKTRONSKE OBlike ZAKLJUČNEGA DELA .....	VII
KAZALO VSEBINE .....	VIII
KAZALO SLIK .....	XII
KAZALO GRAFOV .....	XIV
KAZALO TABEL .....	XV
UPORABLJENI SIMBOLI.....	XVII
UPORABLJENE KRATICE .....	XIX
<b>1 UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2 ZAKONODAJA V REPUBLIKI SLOVENIJI .....</b>	<b>3</b>
2.1 STRATEGIJA ENERGETSKE PRENOVE STAVB .....	3
2.2 SMERNICE ZA IZVAJANJE UKREPOV IZBOLJŠANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI .....	4
2.3 OPERATIVNI PROGRAM ZA IZVAJANJE EVROPSKE KOHEZIJSKE POLITIKE.....	5
2.4 ENERGETSKI ZAKON EZ-1.....	6
2.5 ZAKON O UČINKOVITI RABI ENERGIJE.....	7
2.6 PRAVILNIK O UČINKOVITI RABI ENERGIJE V STAVBAH.....	7
2.6.1 <i>OSNOVNI POJMI.</i> .....	8
2.7 ENERGETSKA IZKAZNICA.....	10
2.7.1 <i>Računska energetska izkaznica .....</i>	12
2.7.2 <i>Merjena energetska izkaznica .....</i>	18

<b>3 OVOJ STAVBE .....</b>	<b>24</b>
3.1 TOPLITNA PREVODNOST.....	24
3.2 TOPLITNA PREHODNOST.....	24
<b>4 PREDSTAVITEV OBJEKTA OSNOVNA ŠOLA ŠEMPETER .....</b>	<b>26</b>
4.1 TEMPERATURNI PRIMANJKLJAJ .....	29
4.2 TOPLITNO UGODJE .....	30
4.3 OSKRBA OBJEKTA Z ENERGIJO V OBDOBJU 2012 - 2014 .....	31
4.3.1 <i>Poraba toplotne energije</i> .....	31
4.3.2 <i>Zanesljivost</i> .....	33
4.4 PORABA ELEKTRIČNE ENERGIJE V OBDOBJU 2012 - 2014 .....	33
4.4.1 <i>Zanesljivost</i> .....	34
4.5 PORABA VODE V OBDOBJU 2012 - 2014.....	35
4.5.1 <i>Zanesljivost</i> .....	36
4.6 OGREVALNI SISTEM .....	36
4.7 SANITARNA VODA .....	38
4.7.1 <i>Oskrba s hladno vodo</i> .....	38
4.7.2 <i>Oskrba s toplo vodo</i> .....	39
4.8 ELEKTROENERGETSKI SISTEM .....	39
4.9 PORABNIKI ELEKTRIČNE ENERGIJE .....	40
4.9.1 <i>Razsvetjava</i> .....	40
4.9.2 <i>Fiksni porabniki</i> .....	42
4.9.3 <i>Ostali porabniki</i> .....	42
<b>5 UKREPI ENERGETSKE SANACIJE .....</b>	<b>43</b>
<b>6 IZDELAVA ENERGETSKE IZKAZNICE .....</b>	<b>46</b>
6.1 PROGRAM KI ENERGIJA 2017 .....	46
6.2 DOLOČITEV VHODNIH PODATKOV ZA IZDELAVO ENERGETSKE IZKAZNICE .....	46
6.2.1 <i>Razčlenitev posameznih konstrukcij po materialih</i> .....	50
6.2.2 <i>Stavbno pohištvo</i> .....	56

6.2.3 <i>Toplotni mostovi</i> .....	59
6.2.4 <i>Prezračevanje</i> .....	59
6.2.5 <i>Ogrevanje</i> .....	59
6.2.6 <i>Topla voda</i> .....	60
6.2.7 <i>Hlajenje</i> .....	60
6.2.8 <i>Razsvetljava</i> .....	60
6.3 IZVEDENI UKREPI OB SANACIJI .....	61
6.3.2 <i>Poraba električne energije v obdobju 2019 – 2021</i> .....	62
6.3.3 <i>Poraba zemeljskega plina v obdobju 2019 – 2021</i> .....	63
<b>7 ANALIZA KAZALNIKOV ENERGETSKE UČINKOVITOSTI.....</b>	<b>65</b>
7.1 ANALIZA KAZALNIKOV ENERGETSKE UČINKOVITOSTI RAČUNSKE IN MERJENE ENERGETSKE IZKAZNICE PRED IN PO SANACIJI .....	65
7.1.1 <i>RAČUNSKA ENERGETSKA IZKAZNICA</i> .....	65
7.1.2 <i>Komentar</i> .....	67
7.1.3 <i>MERJENA ENERGETSKA IZKAZNICA</i> .....	67
7.1.4 <i>Komentar</i> .....	69
7.2 ANALIZA REZULTATOV PORABE ENERGIJE RAČUNSKE ENERGETSKE IZKAZNICE PRED SANACIJO, IZDELANE S PROGRAMOM KI ENERGIJA .....	69
7.2.1 <i>Komentar</i> .....	71
7.3 ANALIZA REZULTATOV RAČUNSKE ENERGETSKE IZKAZNICE PO SANACIJI, IZDELANE S PROGRAMOM KI ENERGIJA .....	72
7.3.1 <i>Komentar</i> .....	74
7.4 TERMOGRAFSKI PREGLED STAVBE.....	74
7.4.1 <i>Opis meritne metode</i> .....	75
7.4.2 <i>Rezultati meritev</i> .....	76
7.4.3 <i>Komentar</i> .....	82
<b>8 ZAKLJUČEK .....</b>	<b>83</b>
<b>VIRI IN LITERATURA.....</b>	<b>85</b>

<b>PRILOGE.....</b>	<b>87</b>
PRILOGA A: MERJENA ENERGETSKA IZKAZNICA PRED SANACIJO, IZDELANA S PROGRAMOM URSA 4.0 .....	87
PRILOGA B: MERJENA ENERGETSKA IZKAZNICA PRED SANACIJO, IZDELANA S PROGRAMOM KI ENERGIJA .....	93
PRILOGA C: MERJENA ENERGETSKA IZKAZNICA PO SANACIJI, IZDELANA S PROGRAMOM KI ENERGIJA .....	95
PRILOGA D: RAČUNSKA ENERGETSKA IZKAZNICA PRED SANACIJO, IZDELANA S PROGRAMOM KI ENERGIJA .....	97
PRILOGA E: RAČUNSKA ENERGETSKA IZKAZNICA PO SANACIJI, IZDELANA S PROGRAMOM KI ENERGIJA .....	99
PRILOGA F: PRIKAZ PODATKOV O OSKRBI STAVBE .....	101
PRILOGA G: PRIKAZ PODATKOV O OBSTOJEČEM STANJU STAVBE .....	102
PRILOGA H: PRIKAZ PODATKOV O STANJU STAVBE PO ENERGETSKO UČINKOVITI PRENOVI.....	105

## KAZALO SLIK

Slika 2.1: Primer rEl stavbe, prva stran (lastni vir) .....	15
Slika 2.2: Primer rEl stavbe, druga stran (lastni vir).....	16
Slika 2.3: Primer rEl stavbe, tretja stran (lastni vir) .....	17
Slika 2.4: Primer mEl, prva stran (lastni vir).....	20
Slika 2.5: Primer mEl, druga stran (lastni vir) .....	21
Slika 2.6: Primer mEl, tretja stran (lastni vir) .....	22
Slika 2.7: Primer mEl, četrta stran (lastni vir) .....	23
Slika 4.1: Prikaz objekta Osnovna šola Šempeter v Savinjski Dolini [2] .....	26
Slika 4.2: Vpliv temperature in relativne vlažnosti zraka na bivalno ugodje [2] .....	30
Slika 4.3: Kalorifersko ogrevanje telovadnice (lastni vir).....	37
Slika 4.4: Regulacijski razvod (lastni vir) .....	37
Slika 4.5: Kotla blagovne znamke Bongioanni [2] .....	38
Slika 4.6: Prikaz z oskrbo s hladno vodo (lastni vir) .....	38
Slika 4.7: Glavna razdelilna omara (lastni vir).....	39
Slika 4.8: Fluorescenčna svetila brez zrcalnega rasterja (lastni vir). ....	40
Slika 4.9: Svetilke tipa NSS-2 (lastni vir).....	41
Slika 4.10: Razsvetljava v telovadnici (lastni vir).....	41
Slika 7.1: IR kamera Opbris Xi 400 [14].....	74
Slika 7.2: Mesto izvajanja meritev – zahodni del objekta, okolica vhoda v kuhinjo [16]	76
Slika 7.3: Linijski topotni most (lastni vir) .....	76
Slika 7.4: Linijski topotni most, drugi zorni kot (lastni vir) .....	77
Slika 7.5: Mesto izvajanja meritev – vzhodni del objekta, okolica glavnega vhoda v šolo .....	77
	77
Slika 7.6: Vir topotnih izgub zaradi okna, odprtega na kip (lastni vir) .....	78
Slika 7.7: Vir topotnih izgub na vhodnem predprostoru pri vhodnih vratih (lastni vir)	78

Slika 7.8: Mesto izvajanja meritev – severni del objekta (lastni vir) .....	79
Slika 7.9: Vir topotnih izgub zaradi okna, odprtega na kip, primer 2 (lastni vir) .....	79
Slika 7.10: Mesto izvajanja meritev – zahodni del objekta, okolica vhoda v telovadnico .....	80
Slika 7.11: Dobro izolirana fasada na mestu temelja in fasadnega podstavka (lastni vir) .....	80
Slika 7.12: Vir topotnih izgub v okolici omarice za telefonski priključek (lastni vir).....	81
Slika 7.13: Mesto izvajanja meritev – Vzhodni del objekta, okolica dimnika .....	81
Slika 7.14: Vertikalni linijski topotni most pri dimniku (lastni vir) .....	82

## KAZALO GRAFOV

Graf 4.1: Grafični prikaz povprečnih deležev stroškov za energente v obdobju 2012–2014 [2] .....	28
Graf 4.2: Grafični prikaz deležev emisij CO <sub>2</sub> v obdobju 2012 – 2014 [2] .....	28
Graf 4.3: Prikaz povprečne porabe energenta v obdobju 2012-2014 [2].....	31
Graf 4.4: Prikaz stroška dobave toplotne energije v obdobju 2012-2014 [2] .....	32
Graf 4.5: Prikaz povprečne porabe električne energije v obdobju 2012-2014 [2] .....	33
Graf 4.6: Strošek dobave električne energije v obdobju 2012 – 2014 [2].....	34
Graf 4.7: Prikaz povprečne porabe vode v obdobju 2012-2014 [2] .....	35
Graf 4.8: Strošek dobave vode v obdobju 2012 – 2014 [2] .....	36
Graf 6.1: Prikaz povprečne porabe električne energije v obdobju 2019 – 2021 [2] .....	63
Graf 6.2: Prikaz povprečne porabe zemeljskega plina v obdobju 2012 – 2014 in v obdobju 2019 – 2021 [2] .....	64
Graf 7.1: Kazalniki energetske učinkovitosti pred sanacijo in po njej – rEl .....	66
Graf 7.2: Kazalniki energetske učinkovitosti pred sanacijo in po njej – mEl .....	68
Graf 7.3: Mesečni prikaz dovedene energije za ogrevanje z uporabo zemeljskega plina kot primarnega energenta v primerjavi s celotno porabo električne energije pred sanacijo .....	71
Graf 7.4: Mesečni prikaz dovedene energije za ogrevanje z uporabo zemeljskega plina kot sekundarnega energenta v primerjavi s celotno porabo električne energije po sanaciji .....	73

## KAZALO TABEL

Tabela 2.1: Razredi energetske učinkovitosti stavbe .....	13
Tabela 4.1: Povprečna poraba energentov in vode v obdobju 2012-2014 [2] .....	27
Tabela 4.2: Prikaz porabe energentov in vode v obdobju 2012-2014 [2] .....	29
Tabela 4.3: Prikaz specifične porabe toplotne in električne energije glede na površino objekta [2].....	29
Tabela 4.4: Nihanje specifične cene zemeljskega plina skozi leta [2] .....	32
Tabela 4.5: Nihanje specifične cene električne energije [2] .....	34
Tabela 4.6: Nihanje specifične cene vode [2] .....	35
Tabela 5.1: Prikaz podatkov o optimizaciji ogrevalnega sistema [2] .....	43
Tabela 5.2: Prikaz kazalnikov energetske učinkovitosti po ES [2] .....	44
Tabela 5.3: Prikaz potrebne toplotne za ogrevanje in rabo energije po ES [2] .....	44
Tabela 5.4: Prikaz podatkov o energetsko učinkoviti proizvodnji energije iz OVE [2] ...	45
Tabela 6.1: Parametri toplotne cone "Šola" .....	47
Tabela 6.2: Parametri toplotne cone "Telovadnica" .....	47
Tabela 6.3: Zunanje površine na šoli in telovadnici [2] .....	48
Tabela 6.4: Površine tal na terenu v šoli in telovadnici [2] .....	50
Tabela 6.5: Fasada tip ZS1 – zunanjia stena nova šola [2].....	50
Tabela 6.6: Fasada tip ZS4 – zunanjia stena stara šola A [2] .....	51
Tabela 6.7: Fasada tip ZS5 – zunanjia stena stara šola B [2] .....	51
Tabela 6.8: Strop proti neogrevanemu podstrešju ST1 [2] .....	52
Tabela 6.9: ZS2 – zunanjia stena telovadnice [2].....	52
Tabela 6.10: ZS3 – zunanjia stena telovadnice (prizidek) [2] .....	53
Tabela 6.11: Ravna streha šola ST4 [2] .....	53
Tabela 6.12: Poševna streha šola ST5 [2] .....	54
Tabela 6.13: ST3 – ravna streha telovadnica [2].....	55

Tabela 6.14: TL1 - tla na terenu telovadnice [2] .....	55
Tabela 6.15: Tla na terenu šole [2] .....	56
Tabela 6.16: Prikaz površine, lege in toplotnih lastnosti oken in vrat na šoli [2] .....	56
Tabela 6.17: Prikaz površine, lege in toplotnih lastnosti oken in vrat na telovadnici [2] .....	58
Tabela 6.18: Dodani materiali pri konstrukcijah [2] .....	61
Tabela 6.19: Dodani materiali pri sanaciji strehe A [2].....	61
Tabela 6.20: Dodani materiali pri sanaciji strehe B [2].....	62
Tabela 6.21: Poraba električne energije v obdobju 2019 – 2021 [2].....	63
Tabela 6.22: Poraba zemeljskega plina v obdobju 2012 – 2014 in v obdobju 2019 – 2021 [2] .....	64
Tabela 7.1: Kazalniki energetske učinkovitosti rEl pred sanacijo .....	65
Tabela 7.2: Kazalniki energetske učinkovitosti rEl po sanaciji.....	66
Tabela 7.3: Kazalniki energetske učinkovitosti mEl pred sanacijo .....	67
Tabela 7.4: Kazalniki energetske učinkovitosti mEl po sanaciji .....	68
Tabela 7.5: Prikaz potrebne električne energije na mesečni ravni - rEl .....	69
Tabela 7.6: Prikaz mesečne dovedene toplote za ogrevanje z uporabo prvega generatorja, ki uporablja plin kot emergent - rEl .....	70
Tabela 7.7: Prikaz potrebne električne energije na mesečni ravni .....	72
Tabela 7.8: Prikaz mesečne dovedene toplote za ogrevanje z uporabo drugega generatorja, ki uporablja plin kot emergent - rEl .....	73
Tabela 7.9: Tehnične specifikacije IR kamere Optris Xi 400 .....	75

## UPORABLJENI SIMBOLI

$A$	-	površina (stavbenega pohištva, tal, materiala)
$A_0$	-	neto uporabna površina
$C$	-	specifična toplota
$CO_2$	-	ogljikov dioksid
$d$	-	debelina (materiala)
$f_s$	-	faktor zasenčenja
$g$	-	energijska prehodnost zasteklitve
$H'_T$	-	koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe
$O$	-	obseg
$P$	-	nazivna moč
$P_{light}$	-	nazivna skupna moč razsvetljave
$T_{pop}$	-	povprečna letna temperatura
$U$	-	toplotna prehodnost
$V$	-	neto kondicionirana prostornina stavbe,
$V_e$	-	bruto kondicionirana prostornina stavbe.
$Q_f$	-	letna dovedena energija za delovanje stavbe
$Q_{f,c}$	-	doveden hlad za hlajenje
$Q_{f,h}$	-	dovedena toplota za ogrevanje
$Q_{f,w}$	-	dovedena toplota za pripravo tople vode
$Q_{Hf,G_1}$	-	dovedena toplota za ogrevanje z uporabo prvega generatorja
$Q_{Hf,G_2}$	-	dovedena toplota za ogrevanje z uporabo drugega generatorja
$Q_{NH}$	-	letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe
$Q_{OVE}$	-	toplotna iz obnovljivih virov energije v letni dovedeni energiji za delovanje stavbe
$Q_p$	-	letna primarna energija za delovanje stavbe

$W_f$	-	potrebna električna energija za delovanje stavbe
$W_{fH+aux}$		potrebna električna energija za ogrevanje
$W_{fw+aux}$		potrebna električna energija za toplo vodo
$W_{light}$	-	potrebna energija za razsvetljavo
$W_{v+aux}$		dovedena električna energija za prezračevanje
$\lambda$	-	toplotna prevodnost
$\rho$	-	gostota
$\mu$	-	difuzijska upornost

## **UPORABLJENE KRATICE**

DDV	-	davek na dodano vrednost
EU	-	Evropska Unija
EI	-	energetska izkaznica
ES	-	energetska sanacija
IK	-	informacijske in komunikacijske (tehnologije)
J	-	jug
JV	-	jugovzhod
JZ	-	jugozahod
mEI	-	merjena energetska izkaznica
OŠ	-	osnovna šola
OVE	-	obnovljivi viri energije
PURES	-	pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah
rEI	-	računska energetska izkaznica
RS	-	Republika Slovenija
S	-	sever
SV	-	severovzhod
SZ	-	severozahod
URE	-	učinkovita raba energije
V	-	vzhod
Z	-	zahod
ZURE	-	zakon o učinkoviti rabi energije

## 1 UVOD

V Sloveniji je v zadnjih dvajsetih letih na področju učinkovite rabe energije (URE) zaznati velik napredek. Ozaveščanje in seznanjanje ljudi s problematiko onesnaževanja okolja, nujnost zmanjševanja toplogrednih plinov in promovirana uporabe obnovljivih virov energije (OVE) so razlogi, ki so pripomogli k popolnoma drugačnemu pristopu novogradenj in obnov starejših objektov. Danes stremimo k temu, da mora biti vsak objekt čim bolj energetsko učinkovit in samooskrben, medtem ko pred približno petdesetimi in več leti, ko so se ti stari objekti gradili, gradbenikom ni bila pomembna energetska učinkovitost. V evropski uniji (EU) sta uporaba OVE in izvajanje ukrepov za zmanjševanje porabe energije postali smernica pri novogradnjah in energetskih sanacijah (ES) starejših stavb. Pri razčlenjanju porabe skupne energije predstavlja namreč kar 40 % energija, ki jo porabijo stavbe, zato je zadani cilj energetske neodvisnosti Unije za članice znotraj nje zelo pomemben. Cilj EU je zmanjševanje emisij toplogrednih plinov za 80 do 90 % do leta 2050 v primerjavi z letom 1990, zato predstavlja ES stavb največji ukrep, ki ga lahko izvedemo, da dosežemo omenjeni cilj. Če želimo doseči zadano, pa smo morali do leta 2020 obnoviti vsaj četrtino vseh stavb. To predstavlja kar 22 milijonov kvadratnih metrov površin. ES predstavljajo tudi velik pomen na področju gospodarstva, saj njihovo spodbujanje prav tako spodbuja aktivnost kreditnega poslovanja bank, gradbene stroke in ostalih združb, ki so aktivno vpete v postopek sanacij. EU ima na razpolago tudi nepovratna sredstva, do katerih lahko pridemo z ustreznim modelom financiranja [1].

Porabo energije objektov lahko zmanjšamo na več načinov, ključni pa so ovoj stavbe, uporaba nizkoenergijskih oken, vrsta energenta, ki se uporablja za ogrevanje, način prezračevanja ter izkoriščanje naravnih virov, kot sta sončna energija in notranja energija Zemlje. Zelo pomemben dejavnik pri večanju URE je tudi ozaveščanje

uporabnikov objektov, kako izvajati ustreerne ukrepe. Že zgolj pravilna uporaba okenskih senčil lahko konkretno vpliva na rabo energije [2].

V prvem delu naloge predstavimo zakonodajo, smernice in pravilnike, ki urejajo področje energetske učinkovitosti stavb v Republiki Sloveniji (RS), kohezijski sklad EU, se seznanimo s predpisi za izdelavo in izdajo energetske izkaznice (EI), v drugem delu naloge pa predstavimo celoten objekt pred ES in po njej, opišemo potek prenove zunanjih sten, izdelavo topotnega ovoja, izolacijo stropa proti podstrešju, poševne in ravne strehe, strehe nad telovadnico in tal ter zamenjavo stavbenega pohištva. Izdelamo računsko energetsko izkaznico (rEI) pred sanacijo in po njej in merjeno energetsko izkaznico (mEI) pred sanacijo in po njej. Predstavimo kazalnike energetske učinkovitosti osnovne šole Šempeter ter predstavimo kako so se ti kot posledica ES spremenili. V nalogi izdelamo tudi termografski pregled objekta in na podlagi dobljenih podatkov analiziramo topotno izoliranost stavbe[2].

## 2 ZAKONODAJA V REPUBLIKI SLOVENIJI

### 2.1 STRATEGIJA ENERGETSKE PRENOVE STAVB

Operativni cilji do leta 2020 ozziroma 2030 so določeni v strategiji za spodbujanje naložb energetske prenove stavb. Države članice EU so zavezane k letni sanaciji določenega deleža javnih stavb, zato je v ta namen v strategiji tudi poudarek na stavbah ožjega in širšega javnega sektorja. Strategija določa, da skušamo doseči [1]:

- s sanacijo vsaj 3 % javnih stavb ožjega sektorja na leto,
- sanacijo 1,8 milijonov kvadratnih metrov stavb širšega javnega sektorja (med letoma 2014–2023),
- dvig razmerja vloženih in spodbujenih naložb na 1:3.

Pričakovano je, da se bo prenovilo 9,1 milijonov kvadratnih metrov stavbenih površin.

Razčlenjeno to predstavlja [1]:

- 6 milijonov kvadratnih metrov površin stanovanjskih stavb,
- 1,8 milijonov kvadratnih metrov površin javnih stavb,
- 1,3 milijona kvadratnih metrov površin stavb v lasti zasebnega sektorja (med letoma 2014–2023).

Javni sektor sme od leta 2018 kupovati samo objekte, proizvode in storitve, ki so energetsko varčni. Če upoštevamo, da je v javni lasti kar 10 % vseh objektov in jih moramo letno obnoviti vsaj 3 %, potem moramo uporabiti vse možne stroškovno učinkovite ukrepe, da dosežemo cilje tudi, če se poslužujemo alternativ. Sistemi daljinskega ogrevanja morajo prav tako biti učinkoviti in uporabljeni na energetsko varčen način. Strategija prav tako določa, da morajo od leta 2021 vse novogradnje v Sloveniji biti zgrajene kot skoraj nič energijske, kar pomeni, da za svoje obratovanje

skoraj ne potrebujejo zunanjega vira. Uporaba OVE ima tukaj velik pomen. Naložbe, namenjene v energetsko obnovo stavb, predstavljajo kar 40 milijonov evrov. Zaradi velikega pomena in razsežnosti ES se je v letu 2015 na Ministrstvu za infrastrukturo RS odprla projektna pisarna, katere glavni namen je pomoč pri uresničevanju projektov [1].

## 2.2 SMERNICE ZA IZVAJANJE UKREPOV IZBOLJŠANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

Energetski zakon EZ-1 prenaša v Slovenijo direktivo evropskega parlamenta in sveta o energetski učinkovitosti z dne 25. oktobra 2012, ki nalaga državam članicam EU, da podpirajo ES objektov v lasti javnega sektorja in pričnejo ukrepati energetsko učinkovito tudi s pomočjo financiranja tretjih oseb. Ministrstvo za infrastrukturo in ministrstvo za finance je pripravilo dokument »Smernice za izvajanje ukrepov izboljšanja energetske učinkovitosti v stavbah javnega sektorja po principu energetskega pogodbeništva«, ki vsebuje vsa priporočila in smernice ter nudi pomoč pri izvajanju ukrepov povečanja energetske učinkovitosti objektov po modelu energetskega pogodbeništva. Javno zasebno partnerstvo je v Sloveniji relativno nerazvito. Zakonsko se sicer da izvesti, ampak so vprašanja knjigovodstva, finančnih tveganj in ostalih faktorjev zaenkrat preveč nedorečena in se zaradi pomanjkanja izkušenj na tem področju lastniki javnih objektov izogibajo sodelovanja z zasebnim kapitalom. To pa je nujno potrebno, saj je strategija ES zastavljena tako ambiciozno, da brez pomoči zasebnega kapitala ne bo izvedljiva. Javno zasebno partnerstvo bi tako omogočilo obnovo objekta brez dodatnega zadolževanja, saj bi se investicija poplačala iz prihrankov, ki bi se nakopičili pri stroških za energijo. Akcijski načrt za energetsko učinkovitost (AN-URE 2020) ter izvajanje operativnega programa Evropske kohezijske politike za obdobje od 2014 do 2020 temeljita na energetskem pogodbeništvu. To je najlažje opisati kot pogodbeno znižanje stroškov za energijo. Pogodbo skleneta lastnik objekta in izvajalec za določen čas. Izvajalec mora zagotoviti [3]:

- financiranje,
- načrtovanje in vgradnjo novih naprav,
- nadzor,

- servisiranje,
- vzdrževanje,
- motiviranje uporabnikov objektov k URE.

Naročnik se zaveže, da bo izvajalcu plačal vnaprej dogovorjeni znesek za zgoraj naštete storitve, hkrati pa se zaveže, da bo v primeru neupoštevanja ukrepov URE in zaradi morebitnih slabih rezultatov energetske učinkovitosti moral plačati kazen, ki je določena s pogodbo. Posebno obravnavo imajo stavbe kulturne dediščine, za katere je ministrstvo izdalо dokument »Smernice za energetsko prenovo stavb kulturne dediščine«[3].

## 2.3 OPERATIVNI PROGRAM ZA IZVAJANJE EVROPSKE KOHEZIJSKE POLITIKE

Evropski sklad za regionalni razvoj, evropski socialni sklad in kohezijski sklad vsebujejo 3,2 milijarde evrov sredstev, katerih podlaga za črpanje je operativni program za izvajanje evropske kohezijske politike za obdobje od 2014 do 2020, sprejet 15. decembra 2014. Partnerski sporazum med (EU) in Slovenijo vsebuje prioritetni seznam področij, v katera bo Slovenija vlagala v obdobju od 2014 do 2020. 159,8 milijona evrov je namenjenih cestni infrastrukturi, 64 milijonov evrov za programe Evropskega teritorialnega sodelovanja, ostala večina pa zajema sledeča področja [4]:

- raziskave in inovacije,
- informacijske in komunikacijske (IK) tehnologije,
- povečanje konkurenčnosti podjetij,
- prehod na gospodarstvo z nizkimi emisijami ogljika.

V dokumentu je opisanih enajst ciljev doseganja strategije EU 2020, na osnovi katerih lahko države članice razporejajo finančna sredstva. Na četrtem mestu je cilj »Trajnostna raba, proizvodnja energije in pametna omrežja«, ki podpira naslednje naložbe [4]:

- energetska učinkovitost in uporaba OVE v javni infrastrukturi,
- spodbujanje proizvodnje in distribucije energije iz OVE,

- uvajanje nizko in srednje napetostnih pametnih distribucijskih sistemov,
- spodbujanje nizko ogljičnih strategij za vsa območja.

Največ sredstev je namenjenih spodbujanju ES objektov javnega sektorja, ki deluje kot zgled zasebnemu sektorju in spodbuja k URE [4].

## 2.4 ENERGETSKI ZAKON EZ-1

»Ta zakon določa načela energetske politike, pravila delovanja trga z energijo, načine in oblike izvajanja gospodarskih javnih služb na področju energetike, načela in ukrepe za doseganje zanesljive oskrbe z energijo, za povečanje energetske učinkovitosti in varčevanja z energijo ter za večjo rabo energije iz obnovljivih virov, določa pogoje za obratovanje energetskih naprav, ureja pristojnosti, organizacijo in delovanje Agencije za energijo ter pristojnosti drugih organov, ki opravlja naloge po tem zakonu [5]«.

»Cilji na področju oskrbe in rabe energije so zlasti:

- zanesljiva oskrba z energijo,
- zagotavljanje učinkovite konkurence na trgu energije,
- konkurenčnost pri izvajanju netržnih dejavnosti,
- učinkovita pretvorba energije,
- zmanjšanje rabe energije,
- URE,
- energetska učinkovitost,
- večja proizvodnja in raba OVE,
- prehod na nizkoogljično družbo z uporabo nizkoogljičnih energetskih tehnologij,
- zagotavljanje energetskih storitev,
- zagotavljanje socialne kohezivnosti,
- varstvo potrošnikov kot končnih odjemalcev energije,
- zagotavljanje učinkovitega nadzora nad izvajanjem določb tega zakona [5]«.

## 2.5 ZAKON O UČINKOVITI RABI ENERGIJE

»Ta zakon določa ukrepe za spodbujanje energetske učinkovitosti, ukrepe za povečanje učinkovite rabe energije in ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti stavb. Ta zakon določa tudi pristojnosti organov, ki opravljajo naloge po tem zakonu, in izvajanje politike države na področju energetske učinkovitosti [6]«.

»Cilji na področju energetske učinkovitosti in URE so zlasti:

- zmanjšanje rabe energije,
- URE,
- povečanje energetske učinkovitosti,
- zanesljiva oskrba z energijo,
- učinkovita pretvorba energije,
- prehod v podnebno nevtralno družbo z uporabo nizkoogljičnih energetskih tehnologij,
- zagotavljanje energetskih storitev,
- zagotavljanje kakovosti notranjega okolja v stavbah,
- ozaveščanje končnih odjemalcev o koristih večje energetske učinkovitosti, porabi energentov in energetski učinkovitosti njihovih objektov,
- povečanje energetske učinkovitosti vseh deležnikov, zlasti javnega sektorja,
- povečanje energetske učinkovitosti vseh deležnikov, zlasti javnega sektorja,
- zagotavljanje socialne kohezivnosti,
- varstvo potrošnikov kot končnih odjemalcev energije [6]«.

## 2.6 PRAVILNIK O UČINKOVITI RABI ENERGIJE V STAVBAH

»Ta pravilnik določa tehnične zahteve za graditev skoraj nič energijskih stavb, ki morajo biti izpolnjene za doseganje energijske učinkovitosti stavb na področju lastnosti topotnega ovoja stavbe, tehničnih stavbnih sistemov (v nadaljnjem besedilu: TSS), ogrevanja, hlajenja, klimatizacije, prezračevanja ali njihove kombinacije, priprave tople sanitarne vode (v nadaljnjem besedilu: TSV), razsvetljave, avtomatizacije in nadzora TSS,

zagotavljanja lastnih obnovljivih virov energije (v nadalnjem besedilu: OVE) vključno s proizvodnjo električne energije na kraju samem, zagotavljanja podpore e-mobilnosti za potrebe uporabnikov stavb, v skladu z Direktivo 2010/31/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. maja 2010 o energetske učinkovitosti stavb (UL L št. 153 z dne 18. 6. 2010, str. 13), zadnjič spremenjeno z Uredbo (EU) 2018/1999 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 11. decembra 2018 o upravljanju energetske unije in podnebnih ukrepov, spremembi uredb (ES) št. 663/2009 in (ES) št. 715/2009 Evropskega parlamenta in Sveta, direktiv 94/22/ES, 98/70/ES, 2009/31/ES, 2009/73/ES, 2010/31/EU, 2012/27/EU in 2013/30/EU Evropskega parlamenta in Sveta, direktiv Sveta 2009/119/ES in (EU) 2015/652 ter razveljavitvi Uredbe (EU) št. 525/2013 Evropskega parlamenta in Sveta (UL L št. 328 z dne 21. 12. 2018, str. 1) (v nadalnjem besedilu: Direktiva 2010/31/EU) [7]«.

Med drugim določa izboljšanje toplotne zaščite ovoja stavbe tako, da je potrebno na zunanjih stenah vgraditi med 16 in 20 cm toplotne izolacije, lastnika stavbe pa zavezuje k uporabi OVE v najmanj 25 % celotne količine energije za obratovanje stavbe. Energijska razreda A ali B lahko dosežemo samo z uporabo trojne zasteklitve in z uporabo rekuperatorjev [7].

### **2.6.1 OSNOVNI POJMI**

V nadaljevanju je predstavljenih nekaj osnovnih pojmov, ki se uporabljam v tehnični smernici TSG-1-004:2022. Gre za dokument, s katerim se za določeno vrsto objekta ureja natančnejša opredelitev bistvenih zahtev, pogoji za projektiranje, izbrane ravni oziroma razredi gradbenih materialov, ki se smejo vgrajevati, ter načini njihove vgradnje in način izvajanja gradnje z namenom, da se zagotovi zanesljivost objekta ves čas njegove življenske dobe, kadar je to primerno, pa tudi postopki, po katerih je mogoče ugotoviti, ali so takšne zahteve izpolnjene [12].

### 2.6.1.1 Nekondicionirani prostori

So prostori v stavbah, ki niso ogrevani, vendar se štejejo kot kondicionirani, če je njihova površina manjša od 20 % celotne ogrevane prostornine stavbe. Takšni prostori so na primer hodniki, shrambe, stopnišča [12].

### 2.6.1.2 Toplotni ovoj stavbe

Se določi po standardu SIST EN ISO 13790. Sestavlja ga vsi stavbeni elementi, ki toplotno ščitijo kondicionirani prostor od zunanjosti, sosednjih stavb in nekondicioniranih prostorov [12].

### 2.6.1.3 Zunanja površina stavbe

Zunanja površina stavbe ( $A$ ) je površina stavbe, ki omejuje bruto kondicionirano prostornino stavbe ( $V_e$ ) in skozi katero prehaja toplota v okolico. Enote so [ $m^2$ ] [12].

### 2.6.1.4 Bruto kondicionirana prostornina stavbe

$V_e$  je določena s površino zunanjih sten stavbe. Enote so [ $m^3$ ][12].

### 2.6.1.5 Neto kondicionirana prostornina stavbe

Se uporablja za določitev potrebne stopnje pretoka zraka in jo določimo s pomočjo enačbe 2.1 [12].

$$V = V_e 0,8 \text{ [m}^3\text{]} \quad (2.1)$$

$V$  – neto kondicionirana prostornina stavbe,

$V_e$  – bruto kondicionirana prostornina stavbe.

### 2.6.1.6 Definicija toplotne cone

Toplotna cona zajema določen delež stavbe. Če je ta večji od 80 %, se smatra, da je celotna stavba v eni coni. Ena toplotna cona se lahko privzame tudi za prostore, ki so manj ogrevani oziroma neogrevani, če prostornina ne presega 20 % ogrevane prostornine stavbe ( $V_e$ ) [12].

## 2.7 ENERGETSKA IZKAZNICA

EI je dokument, ki vsebuje podatke o energetski učinkovitosti objektov. Pričetek izdelav prvih izkaznic sega v leto 2013. Njihov namen je seznaniti uporabnika objekta z energetsko učinkovitostjo in s priporočili za njeno izboljšanje. Objekti se med sabo razlikujejo, zato se EI izdeluje za vsakega posebej. Izboljšave, ki se nanašajo na energetsko učinkovitost, so tiste, ki so stroškovno najbolj učinkovite in je investicija vanje še smiselna. Če se lastnik stavbe odloči za izvedbo teh priporočil, lahko bistveno zmanjša porabo energije za ogrevanje. Veljavnost EI je 10 let, lahko pa se pred iztekom veljavnosti izdela nova izkaznica. To je smiselno, kadar se na objektu med tem časom izvajajo gradbena dela. [8].

EI so se pričele izdelovati predvsem z namenom, da bodočega kupca objekta seznanijo z njegovo energetsko učinkovitostjo. Strošek sanacije in ogrevanja je lahko včasih precej visok, tako pa se lahko zdaj pred nabavo seznanimo s splošnimi energetskimi lastnostmi objekta in s pričakovanimi stroški ogrevanja. Ugotovljeno je bilo, da se učinki EI precej poznavajo, saj bodoči kupci podatke iz njih upoštevajo in se pri nakupu bolj skrbno odločajo. EI lahko primerjamo z energijskimi nalepkami na gospodinjskih aparatih, ki tudi bistveno vplivajo na odločitve potrošnikov in so že dobro vpeljana metoda ozaveščanja o energijski učinkovitosti [8].

EI potrebujejo vsi lastniki objektov, ki imajo namen objekt oddajati v najem ali ga prodati. Pri oddajanju v najem ni potrebe po izkaznici, če se po poteku najemne pogodbe, krajše od enega leta, sklenejo ena ali več zaporednih pogodb o oddaji v najem

istim najemnikom, katerih neprekinjeni čas trajanja bi bil daljši od enega leta, pri čemer trimesečna ali krajsa prekinitve ne pomeni prekinitve zaporedja sklepanja pogodb. Izkaznico je potrebno pridobiti za vse novogradnje. Objekti, ki so namenjeni uporabi v javnem sektorju, morajo imeti izdelano izkaznico, če njihova skupna uporabna tlorisna površina presega 250 kvadratnih metrov. Nameščena mora biti na vidnem mestu. Prav tako se za vse objekte, katerih skupna uporabna tlorisna površina presega 500 m<sup>2</sup> in so ti namenjeni zadrževanju javnosti, vendar niso v lasti in uporabi javnega sektorja, zahteva, da se EI izobesi na vidno mesto. V zakonu o učinkoviti rabi energije (ZURE) je predvidenih nekaj izjem, za katere ni potrebno priložiti EI, in sicer [8]:

- če je obdobje oddajanja v najem krajsé od enega leta,
- če se objekt prodaja v primeru izkazane javne koristi za razlastitev,
- če se objekt prodaja v postopku stečaja ali izvršbe,
- če se objekt izroča lokalni skupnosti ali RS na podlagi sklepa o izročitvi zapuščine, kadar ni dedičev,
- če se objekt prodaja kot neprimeren za uporabo ali bivanje, izračun podatkov EI pa ni mogoč,
- če je objekt namenjen obredom ali verski skupnosti,
- če je objekt namenjen industriji in skladiščenju in ne vsebuje naprav za uravnavanje klimatskih pogojev,
- če je objekt namenjen nestanovanjski kmetijski dejavnosti in ne vsebuje naprav za uravnavanje klimatskih pogojev,
- če je objekt klasificiran kot nezahteven in enostaven,
- če ima objekt celotno uporabno tlorisno površino manjšo od 50 kvadratnih metrov.

EI na podlagi ZURE in pravilnika o metodologiji izdelave in izdaji EI stavb izdajajo izdajatelji. To so pooblaščene pravne osebe, katerim pooblastilo po javnem razpisu dodeli minister ustreznega resorja. Izkaznice na željo stranke izdelujejo strokovnjaki, ki potrebujejo ustrezno licenco. To so lahko fizične ali pravne osebe [8].

Če lastniki objektov kršijo zakon ZURE, so predvidene globe 300 evrov za lastnika objekta, 100 evrov pa za odgovorno osebo pravne osebe, za odgovorno osebo samostojnega podjetnika, odgovorno osebo posameznika, ki samostojno opravlja dejavnost, ali za odgovorno osebo v državnem organu ali lokalni skupnosti [8].

V drugem odstavku 31. člena ZURE je zapisano, da mora biti pri prodaji oziroma oddaji kupcu oziroma najemniku kopija ali original veljavne EI predana najkasneje do sklenitve pogodbe [8].

V devetem odstavku 31. člena ZURE je prav tako zapisano, da mora lastnik objekta pri oglaševanju oddaje oziroma prodaje zagotoviti veljavno EI [8].

V prvem odstavku 34. člena ZURE je zapisano, da se z globo 1000 evrov kaznuje upravljač stavbe, ki je pravna oseba in ni zagotovil namestitve EI na vidno mesto, za enak prekršek se kaznuje upravljalca stavbe, ki je samostojni podjetnik, ali posameznika, ki opravlja dejavnost, v višini 500 evrov; z globo v višini od 100 do 500 evrov pa se kaznuje odgovorno osebo pravne osebe, odgovorno osebo samostojnega podjetnika, odgovorno osebo posameznika, ki samostojno opravlja dejavnost, ali odgovorno osebo v državnem organu ali lokalni skupnosti [8].

Kadar tehnične lastnosti stavbe omogočajo celovit energetski pregled, je možno prav tako pridobiti EI za posamezno stanovanje. EI se pridobi na podlagi podatkov dejanskega stanja objekta. Pri tem lahko uporabimo načrt stavbe, projekt izvršenih del, izkaz energijskih lastnosti ter vire drugih razpoložljivih podatkov. Strokovnjaki si pri izdelavi EI pomagajo z dimenzijami stavbe, analizirajo stene, debelino izolacije, preučijo način ogrevanja in si pomagajo še z drugimi tehničnimi lastnostmi objekta [8].

### **2.7.1 Računska energetska izkaznica**

Kazalnike energetske učinkovitosti rEI določimo s pomočjo metodologije za izračun, ki je opisana v tehnični smernici TSG-1-004:2022. Letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe

na enoto uporabne površine stavbe ( $Q_{NH}'$ ) nam določa razred, v katerega se stavba umešča. Poznamo sledeče razrede, ki jih prikazuje tabela 2.1 [8]:

Tabela 2.1: Razredi energetske učinkovitosti stavbe

Razred energetske učinkovitosti stavbe:	Letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe na enoto uporabne površine:
A1	Od 0 do 10kWh/m <sup>2</sup> a
A2	Nad 10 do 15kWh/m <sup>2</sup> a
B1	Nad 15 do 25kWh/m <sup>2</sup> a
B2	Nad 25 do 35kWh/m <sup>2</sup> a
C	Nad 35 do 60kWh/m <sup>2</sup> a
D	Od 60 do 105kWh/m <sup>2</sup> a
E	Od 105 do 150kWh/m <sup>2</sup> a
F	Od 150 do 210kWh/m <sup>2</sup> a
G	Od 210 do 300 in več kWh/m <sup>2</sup> a

### 2.7.1.1 Letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe

Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe ( $Q_{NH}'$ ) je definirana kot toplota, ki jo je potrebno dovesti v stavbo v enem letu za doseganje temperatur, določenih v pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURIES) na enoto uporabne površine.

Enote so [ $\frac{kWh}{m^2a}$ ] [8].

### 2.7.1.2 Letna dovedena energija za delovanje stavbe

Specifična letna dovedena energija za delovanje stavbe ( $Q_f'$ ) je definirana kot končna energija, ki jo je potrebno dovesti sistemom v stavbi v enem letu za pokrivanje potreb po ogrevanju, pripravi tople vode, hlajenju, prezračevanju, klimatizaciji in razsvetljavi na enoto uporabne površine. Določi se po pravilniku PURIES. Enote so [ $\frac{kWh}{m^2a}$ ] [8].

### 2.7.1.3 Letna primarna energija za delovanje stavbe

Specifična letna primarna energija za delovanje stavbe ( $Q_p'$ ) je definirana kot energija primarnih nosilcev energije, ki je pridobljena z izkoriščanjem naravnih energetskih virov, ki niso izpostavljeni tehnični pretvorbi in so porabljeni izključno za delovanje stavbe na enoto uporabne površine. Enoto so  $\left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{a}}\right]$  [8].

### 2.7.1.4 Letne emisije ogljikovega dioksida

Letne emisije ogljikovega dioksida ( $\text{CO}_2$ ) so definirane kot emisije, ki nastanejo kot posledica delovanja stavbe na enoto uporabne površine. Določijo se po pravilniku PURES. Enoto so  $\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{a}}\right]$  [8].

Slika 2.1 prikazuje primer prve strani rEI. Ta je sestavljena iz podatkov o stavbi, vrsti EI, kazalnikov energetske učinkovitosti in podatkov o izdajatelju ter izdelovalcu izkaznice. Slika 2.2 prikazuje primer druge strani rEI. Ta je sestavljena iz podatkov o stavbi, vrsti izkaznice, iz podatkov o velikosti stavbe, klimatskih podatkov, podatkov o dovedeni energiji za delovanje stavbe in strukturo rabe celotne energije za delovanje stavbe po virih energije in emergentih. Slika 2.3 prikazuje primer tretje strani rEI. Ta je sestavljena iz podatkov o stavbi, in iz priporočil za stroškovno učinkovite izboljšave energetske učinkovitosti. Četrta stran je sestavljena iz komentarja, ki ga izdelovalec zapiše na podlagi svojih ugotovitev zato tukaj ni prikazana. Primer rEI je bil izdelan s pomočjo programa KI Energija [9].

<b>ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE</b>																	
<b>Podatki o stavbi</b>																	
Št. izkaznice:	Velja do:																
Identifikacijska oznaka stavbe, posameznega dela ali delov stavbe: 1349-654																	
Klasifikacija stavbe: 1110001 Enostanovanjske stavbe Leto izgradnje: 2021 Naslov stavbe: Ulica 9. februarja 11 Senovo																	
Kondicionirana površina stavbe $A_u$ ( $m^2$ ): 120 Parcelna številka: 484/11 Katastrska občina: DOVŠKO																	
<b>Potrebna toploota za ogrevanje</b>																	
<p>Razred D <b>74 kWh/m<sup>2</sup>a</b></p> <table border="1"> <tr> <td>A1 A2</td> <td>B1 B2</td> <td>C</td> <td>D</td> <td>E</td> <td>F</td> <td>G</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>10</td> <td>25</td> <td>35</td> <td>60</td> <td>105</td> <td>150</td> <td>210</td> <td>300+</td> </tr> </table> <p><b>47 kWh/m<sup>2</sup>a</b> MINIMALNE ZAHTEVE za LETO 2021</p>		A1 A2	B1 B2	C	D	E	F	G	0	10	25	35	60	105	150	210	300+
A1 A2	B1 B2	C	D	E	F	G											
0	10	25	35	60	105	150	210	300+									
<b>Dovedena energija za delovanje stavbe</b>																	
<p><b>119 kWh/m<sup>2</sup>a</b></p> <table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>100</td> <td>200</td> <td>300</td> <td>400</td> <td>500</td> <td>600+</td> </tr> </table>		0	100	200	300	400	500	600+									
0	100	200	300	400	500	600+											
<b>Primarna energija in emisije CO<sub>2</sub></b>																	
<p>SKORAJ NIČ-ENERGIJSKA STAVBA (75 kWh/m<sup>2</sup>a)</p> <p><b>91 kWh/m<sup>2</sup>a</b></p> <table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>100</td> <td>200</td> <td>300</td> <td>400</td> <td>500</td> <td>600+</td> </tr> </table> <p><b>17 kg/m<sup>2</sup>a</b></p> <table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>25</td> <td>50</td> <td>75</td> <td>100</td> <td>125</td> <td>150</td> <td>175+</td> </tr> </table>		0	100	200	300	400	500	600+	0	25	50	75	100	125	150	175+	
0	100	200	300	400	500	600+											
0	25	50	75	100	125	150	175+										
<b>Izdajatelj</b>	<b>Izdelovalec</b>																
Fakulteta za energetiko UM (št. pooblastila: 01234-11) Ime in podpis odgovorne osebe: Dekan	Matic Krajšek (št. pooblastila: 01234-21) Ime in podpis:																
Datum izdaje: 20.07.2021	Datum izdaje: 20.07.2021																
Izdelovalec te energetske izkaznice s podpisom potrdjuje, da ne obstaja katera od okoliščin iz Energetskega zakona (Ur.l. RS 17/14), ki bi mi preprečevala izdelavo energetske izkaznice. Energetska izkaznica stavbe je izdana v skladu s Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetske izkaznice stavbe in z Energetskim zakonom (Ur.l. RS 17/14).																	
1/4																	
<b>List</b>																	

Slika 2.1: Primer rEI stavbe, prva stran (lastni vir)

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

## Podatki o stavbi

Št. izkaznice: Velja do:

## Vrsta izkaznice: računska

Vrsta stavbe: stanovanjska

## Podatki o velikosti stavbe

Kondicionirana prostornina stavbe $V_e$ (m <sup>3</sup> )	480
Celotna zunanjna površina stavbe A (m <sup>2</sup> )	376
Faktor oblike $f_0 = A/V_e$ (m <sup>-1</sup> )	0,78
Koordinati stavbe (Y,X)	537044 , 97733

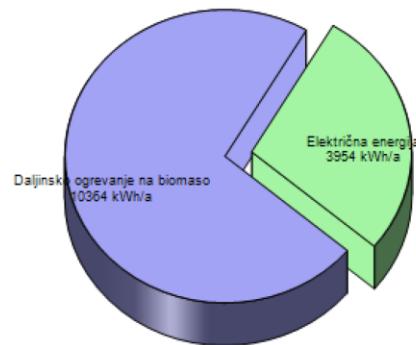
## Klimatski podatki

Povprečna letna temperatura  $T_{pop}$  10,2

## Dovedena energija za delovanje stavbe

Dovedena energija za delovanje stavbe	Dovedena energija kWh/a	Dovedena energija kWh/m <sup>2</sup> a
Gretje Q <sub>f,h</sub>	8703	73
Hlajenje Q <sub>f,c</sub>	0	0
Prezračevanje Q <sub>f,V,aux</sub>	0	0
Ovlaževanje Q <sub>f,st</sub>	0	0
Priprava tople vode Q <sub>f,w</sub>	4759	40
Razsvetljiva Q <sub>f,l</sub>	720	6
Električna energija Q <sub>f,aux</sub>	137	1
<b>Skupaj dovedena energija za delovanje stavbe</b>	<b>14318</b>	<b>119</b>
Obnovljiva energija porabljena na stavbi (kWh/a)	10364	72%
Primarna energija za delovanje stavbe (kWh/a)	10922	
Emisije CO <sub>2</sub> (kg/a)	2096	

Struktura rabe celotne energije za delovanje stavbe po virih energije in emergentih



Slika 2.2: Primer rEI stavbe, druga stran (lastni vir)

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

## Podatki o stavbi

Št. izkaznice: \_\_\_\_\_ Velja do: \_\_\_\_\_

## Priporočila za stroškovno učinkovite izboljšave energetske učinkovitosti

### Ukrepi za izboljšanje kakovosti ovoja stavbe

- Toplotna zaščita zunanjih sten
- Toplotna zaščita stropa proti podstrešju
- Toplotna zaščita strehe-stropa v mansardi
- Menjava oken
- Menjava zasteklitve
- Toplotna zaščita stropa nad kletjo
- Odprava transmisijskih topotnih mostov
- Odprava konvekcijskih topotnih mostov in izboljšanje zrakotesnosti
- Drugo: (več opcij)

### Ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti sistemov KGH

- Toplotna zaščita razvoda v nekondicioniranih prostorih
- Vgradnja nadzornega sistema za upravljanje s topotnimi pritoki
- Prilagoditev moči sistema za pripravo topote dejanskim potrebam po topoti
- Vgradnja črpalk z zvezno regulacijo
- Hidravlično uravnoveženje ogrevalnega sistema
- Rekuperacija topote
- Prilagoditev kapacitete prezračevalnega sistema dejanski potrebam
- Optimiranje časa obratovanja
- Prilagoditev hladiilne moči iz gradnjo hranilnika ledu
- Priklip na daljinsko ogrevanje ali hlajenje
- Optimiranje zagotavljanja dnevne svetlobe
- Drugo: (več opcij)

### Ukrepi za povečanje izrabe obnovljivih virov energije

- Vgradnja sistema SSE za pripravo tople vode
- Vgradnja fotovoltaičnih celic
- Ogrevanje na biomaso
- Prehod na geotermalne energije
- Drugo: (več opcij)

### Organizacijski ukrepi

- Ugašanje luči, ko so prostori nezasedeni
- Analiza tarifnega sistema
- Energetski pregled stavbe
- Drugo: (več opcij)

### Opozorilo

Nasveti so generični, oblikovani na podlagi ogleda stanja, rabe energije in izkušenj iz podobnih stavb.

Slika 2.3: Primer rEI stavbe, tretja stran (lastni vir)

## 2.7.2 Merjena energetska izkaznica

Kazalnike energetske učinkovitosti mEI določimo na podlagi podatkov o porabi energije v stavbi. Naročnik mora izdelovalcu posredovati podatke o stavbi in dobavljeni energiji v obliki računov ali drugih oblik zajetih podatkov. Izdelovalec mora preveriti stavbo in ugotoviti smiselnost prejetih podatkov. Opravi pregled nad dovodi in odvodi energije v stavbo. mEI temelji na pravilnosti in resničnosti posredovanih podatkov s strani naročnika. Podatki na EI se primerjajo s primerljivo stavbo v Sloveniji [8].

### 2.7.2.1 Dovedena energija z gorivi in energenti

Specifična letna dovedena energija z gorivi in energenti ( $Q_f'$ ) je namenjena neposredni oskrbi s toploto na enoto uporabne površine. Enote so [ $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}}$ ] [8].

### 2.7.2.2 Dovedena električna energija

Specifična letna dovedena električna energija za delovanje stavbe ( $W_f'$ ) na enoto uporabne površine. Enote so [ $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}}$ ] [8].

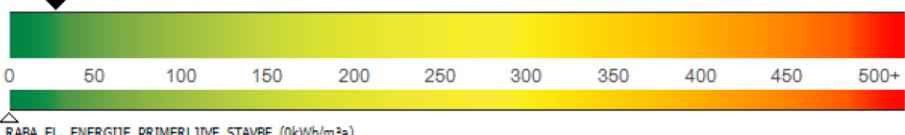
### 2.7.2.3 Letna primarna energija za delovanje stavbe

Specifična letna primarna energija za delovanje stavbe ( $Q_p'$ ) je definirana kot energija primarnih nosilcev energije, ki je pridobljena z izkoriščanjem naravnih energetskih virov, ki niso izpostavljeni tehnični pretvorbi in so porabljeni izključno za delovanje stavbe na enoto uporabne površine. Enote so [ $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}}$ ] [8].

#### 2.7.2.4 Letne emisije ogljikovega dioksida

Letne emisije ogljikovega dioksida ( $\text{CO}_2$ ) so definirane kot emisije, ki nastanejo kot posledica delovanja stavbe na enoto uporabne površine. Določijo se po pravilniku PURES. Enote so  $[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{a}}]$  [8].

Slika 2.4 prikazuje primer prve strani mEI. Ta je sestavljena iz podatkov o stavbi, vrsti EI, kazalnikov energetske učinkovitosti, podatkov o izdajatelju in izdelovalcu izkaznice. Slika 2.5 prikazuje primer druge strani mEI. Ta je sestavljena iz podatkov o stavbi, vrsti izkaznice, podatkov o dovedeni in odvedeni energiji stavbe in grafično strukturo rabe celotne energije za delovanje stavbe po virih energije in emergentih. Slika 2.6 prikazuje primer tretje strani mEI. Ta je sestavljena iz podatkov o stavbi in priporočil za stroškovno učinkovite izboljšave energetske učinkovitosti. Slika 2.7 prikazuje četrto stran mEI. Ta je sestavljena iz komentarja, ki podrobneje opisuje splošni opis, zunanji ovoj, rabo energije, vgrajene sisteme, izkušnje uporabnikov stavbe in morebitne težave pri izdelavi mEI. Primer mEI je bil izdelan s pomočjo programa KI Energija [9].

<b>ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE</b>	
<b>Podatki o stavbi</b>	
Št. izkaznice:	Velja do:
Identifikacijska oznaka stavbe, posameznega dela ali delov stavbe: xy	
Klasifikacija stavbe: Stavbe za kulturo in razvedrilo Leto izgradnje: 1975 Naslov stavbe: xyz Krško	
Kondicirana površina stavbe $A_u$ ( $m^2$ ): 3562 Parcelna številka: xy Katastrska občina: KRŠKO	
<b>Dovedena energija</b>  POVPREČNA RABA ENERGIE PRIMERLJIVE STAVBE ( $0 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$ )	
<b>Dovedena električna energija</b>  POVPREČNA RABA EL. ENERGIE PRIMERLJIVE STAVBE ( $0 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$ )	
<b>Primarna energija in emisije <math>\text{CO}_2</math></b>  14 $\text{kg}/\text{m}^2\text{a}$	
<b>Izdajatelj</b>	<b>Izdelovalec</b>
FE UM (št. pooblastila: 01234-1) Ime in podpis odgovorne osebe: Dekan	Matic Krajšek (št. pooblastila: 01234-2) Ime in podpis:
Datum izdaje: 21.07.2021	Datum izdaje: 21.07.2021
<small>Izdelovalec te energetske izkaznice s podpisom potrjujem, da ne obstaja katere od okoliščin iz Energetskega zakona (Ur.I. RS 17/14), ki bi mi preprečevala izdelavo energetske izkaznice.</small>	
<small>Energetska izkaznica stavbe je izdana v skladu s Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetske izkaznice stavbe in z Energetskim zakonom (Ur.I. RS 14/17).</small>	
1/6	
List	

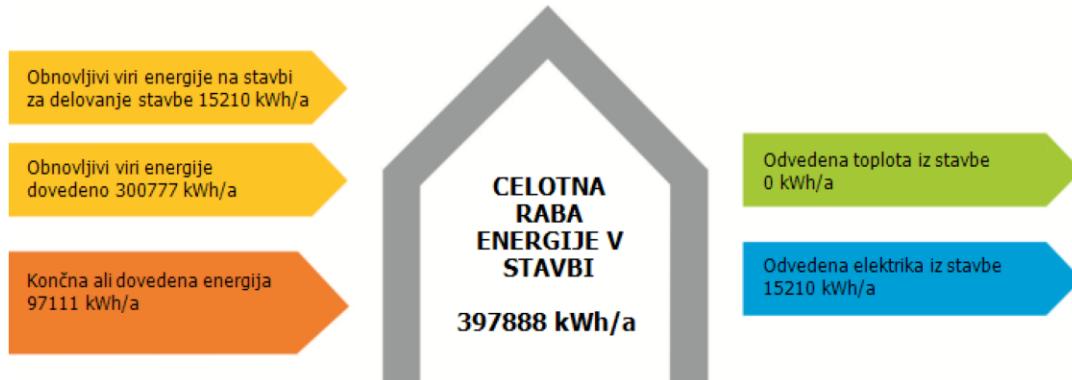
Slika 2.4: Primer mEI, prva stran (lastni vir)

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

<b>Podatki o stavbi</b>		<b>Vrsta izkaznice: merjena</b>		
Št. izkaznice:		Velja do:		Vrsta stavbe: nestanovanjska

<b>Podatki o stavbi</b>					
Koordinati stavbe (Y,X): 539000 , 90000					

Energent dovedena	Enota	Količina porabljenega energenta	Dovedena energija kWh/a	Primarna energija kWh/a	Emisije CO <sub>2</sub> kg/a
Daljinska toplota na lesno biomaso	kWh	300777	300777	30078	0
Električna energija	kWh	97111	97111	242778	51469
Elektrika iz PV	kWh	15210	15210	0	0
<b>Skupaj</b>		<b>413098</b>	<b>272856</b>	<b>51469</b>	
Energent odvedena	Enota	Odvedena energija kWh/a	Primarna energija kWh/a	Emisije CO <sub>2</sub> kg/a	
Odvedena elektrika	kWh	15210	0	0	
Odvedena toplota v stavbi (kogeneracija)	kWh				
Odvedena toplota v stavbi (drugo)	kWh				
<b>Skupaj</b>		<b>15210</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	



Dovedena energija se porablja za:	pripravo tople vode <input type="checkbox"/>
Dovedena električna energija vključuje energijo za:	ogrevanje <input type="checkbox"/>
	toplo vodo <input type="checkbox"/>
	prezračevanje <input type="checkbox"/>
	razsvetljavo <input type="checkbox"/>
	hlajenje <input type="checkbox"/>

Energetska izkaznica stavbe je izdana v skladu s Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetske izkaznice stavbe in z Energetskim zakonom (Ur.l. RS 14/17).  
2/6

List

Slika 2.5: Primer mEI, druga stran (lastni vir)

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

## Podatki o stavbi

Št. izkaznice:

Velja do:

## Priporočila za stroškovno učinkovite izboljšave energetske učinkovitosti

### Ukrepi za izboljšanje kakovosti ovoja stavbe

- Toplotna zaščita zunanjih sten
- Toplotna zaščita stropa proti podstrešju
- Toplotna zaščita strehe-stropa v mansardi
- Menjava oken
- Menjava zasteklitve
- Toplotna zaščita stropa nad kletjo
- Odprava transmisijskih topotnih mostov
- Odprava konvekcijskih topotnih mostov in izboljšanje zrakotesnosti
- Drugo: (več opcij)

### Ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti sistemov KGH

- Toplotna zaščita razvoda v nekondicioniranih prostorih
- Vgradnja nadzornega sistema za upravljanje s topotnimi pritoki
- Prilagoditev moči sistema za pripravo topote dejanskim potrebam po topoti
- Vgradnja črpalk z zvezno regulacijo
- Hidravlično uravnoveženje ogrevalnega sistema
- Rekuperacija topote
- Prilagoditev kapacitet prezračevalnega sistema dejanski potrebam
- Optimiranje časa obratovanja
- Prilagoditev hladilne moči z izgradnjo hranilnika ledu
- Priklop na daljinsko ogrevanje ali hlajenje
- Optimiranje zagotavljanja dnevne svetlobe
- Drugo: (več opcij)

### Ukrepi za povečanje izrabe obnovljivih virov energije

- Vgradnja sistema SSE za pripravo tople vode
- Vgradnja fotovoltaičnih celic
- Ogrevanje na biomaso
- Prehod na geotermalne energije
- Drugo: (več opcij)

### Organizacijski ukrepi

- Ugašanje luči, ko so prostori nezasedeni
- Analiza tarifnega sistema
- Energetski pregled stavbe
- Drugo: (več opcij)

### Opozorilo

Nasveti so generični, oblikovani na podlagi ogleda stanja, rabe energije in izkušenj iz podobnih stavb.

Slika 2.6: Primer mEI, tretja stran (lastni vir)

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

## Podatki o stavbi

Št. izkaznice:

Velja do:

## Vrsta izkaznice: merjena

Vrsta stavbe: nestanovanjska

## Splošni opis stavbe

V kulturnem centru sta dve dvorani, pisarniški prostori in knjižnica. Glavna fasada stavbe je usmerjena proti jugu. Velika dvorana z odrom na severni strani in balkonom je dvoetažna, manjša "Steklena dvorana" je v prvem nadstropju. Na hodniku pred dvorano je gostinski lokal. Ta deluje vsak dan, med tem ko je večja dvorana v uporabi tedensko približno 20 ur, steklena pa 40 ur. Knjižnica obratuje od ponedeljka do sobote. Skupna kondicionirana površina stavbe je 3562 m<sup>2</sup>.

## Zunanji ovoj stavbe

Fasada na vzhodni, južni in zahodni strani je izdelana iz 60-70 cm debele opeke in obložena s kamnitimi ploščami. Severna fasada je ometana in novo opleskana. Streha je ravna in pohodna. Vse gradbene konstrukcije so brez toplotne izolacije. Velika okna v preddverju in stekleni dvorani imajo kovinske okvirje, ti so delno netesni. Zasteklitev je troslojna s topotno prehodnostjo 0,7 W/m<sup>2</sup>K, zamenjana je bila pred 7 leti. Ostala, manjša okna so bila zamenjana leta 2010, imajo lesen okvir in topotno prehodnost okna 1,1 W/m<sup>2</sup>K. Glavna vhodna vrata so nihajna in imajo vetrolov, kljub temu pa je vhod netesen. Na oknih ni zunanjih senčil.

## Raba energije

Stavba je priključena na daljinski sistem na biomaso, ki ga upravlja Komunala Zagorje. Daljinska topota se uporablja za toporzračno ogrevanje dvoran in preddverja ter toplovodno ogrevanje Steklene dvorane, pisarn knjižnice in sanitarij. Električna energija se uporablja za pogon ventilatorjev v prezračevalnih sistemih, hladilnih split naprav, razsvetljavo in pisarniško opremo.

Slika 2.7: Primer mEI, četrta stran (lastni vir)

### 3 OVOJ STAVBE

Ovoj stavbe predstavlja največji del objekta, zato je njegova pravilna gradbena izvedba ključnega pomena, če želimo doseči energetsko učinkovitost in pristopiti k uporabi OVE, hkrati pa mora biti estetsko prijeten, nuditi mora protihrupno zaščito, preprečevati mora nastanek topotnih mostov, zaščititi mora konstrukcijo objekta pred propadanjem, nuditi mora topotno zaščito v poletnem in v zimskem času ter nuditi prijetne bivalne pogoje [10].

#### 3.1 TOPOTNNA PREVODNOST

Topotna prevodnost ( $\lambda$ ) je sposobnost snovi za prevajanje topote. Definirana je kot količina topote, ki preide skozi material s površino enega kvadratnega metra in dolžino enega metra pri temperaturni razliki enega Kelvina v času ene sekunde. Vsak material ima svojo stalno vrednost topotne prevodnosti, zato lahko zapišemo, da je snovna konstanta. Nanjo vpliva več fizikalnih lastnosti, med njimi so vlažnost, gostota materiala in smer lesenih vlaken. Z višanjem temperature topotna prevodnost raste. Manjša kot je topotna prevodnost, boljši izolator je material. V praksi se vrednosti topotne prevodnosti za izolacijske materiale gibljejo nekje med 0,03 in 0,05  $\frac{W}{mK}$  [10, 11].

#### 3.2 TOPOTNNA PREHODNOST

Topotna prehodnost ( $U$ ) je količina topote, ki potuje skozi konstrukcijo oziroma posamezno komponento stavbe kot posledica temperaturnih razlik ene in druge strani komponente. Kot primer lahko vzamemo zunanjou steno. Je energija, ki preide skozi material s površino enega kvadratnega metra in dolžino enega metra pri temperaturni

razliki enega Kelvina. Manjša kot je toplotna prehodnost, manjše so energijske izgube skozi komponento stavbe. Enoto so  $\frac{W}{m^2 K}$  [10, 11].

## 4 PREDSTAVITEV OBJEKTA OSNOVNA ŠOLA ŠEMPETER

Objekt, ki je prikazan na sliki 4.1, se nahaja v kraju Šempeter v Savinjski dolini v občini Žalec, katastrska občina 995 Šempeter v Savinjski dolini. Leto izgradnje sega v leto 1973. Vrsta stavbe je klasificirana kot stavba za izobraževanje in znanstveno raziskovalno delo. V objektu se izvajajo v večji meri izobraževanja otrok in pisarniška dela. Sestavljena je iz pritličnega prostora in dveh nadstropij. Objekt sestavljajo tudi hodniki, telovadnica, jedilnica in kuhinja. Vhodni del objekta je bil naknadno dozidan leta 1984, telovadnica pa leta 1998. Tega leta se je opravila tudi večja menjava določenega stavbenega pohištva, vendar ne v celoti [2].



Slika 4.1: Prikaz objekta Osnovna šola Šempeter v Savinjski Dolini [2]

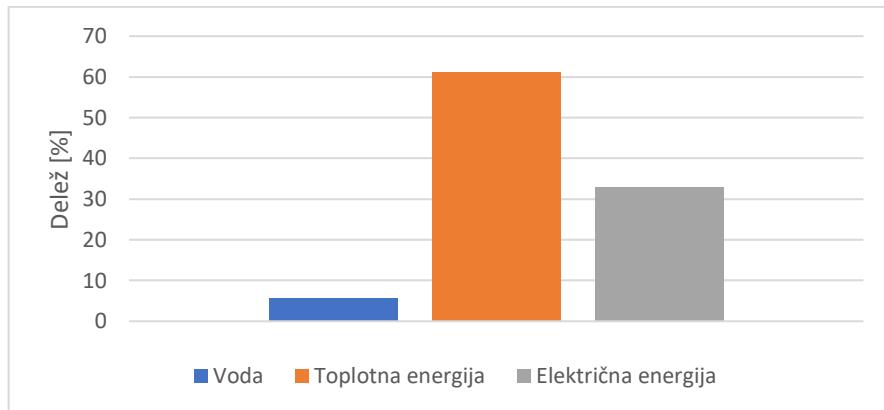
Struktura uporabnikov sestavlja približno 270 osnovnošolcev in 35 zaposlenih. Razporeditev je razdeljena na pritlično etažo, ki jo sestavljajo učilnice, kabineti, kotlovnica, toaletni prostori, garderobe, telovadnica, večnamenski prostor, kuhinja, knjižnica, pisarne in zbornica, ter preostala nadstropja, ki vključujejo učilnice, kabinete učiteljev in toaletne prostore [2].

V nadaljevanju so predstavljeni določeni podatki, kot so cena, strošek in podobno, pri katerih je potrebno opozoriti, da ti zneski ne upoštevajo davka na dodano vrednost (DDV). Tabela 4.1 prikazuje povprečno porabo energentov in vode, stroškov in emisij CO<sub>2</sub> v obdobju 2012–2014. V tabeli sta predstavljeni tudi izmerjena letna dovedena električna energija ( $W_f$ ) ter letna dovedena energija za delovanje stavbe ( $Q_f$ ) [2].

Tabela 4.1: Povprečna poraba energentov in vode v obdobju 2012-2014 [2]

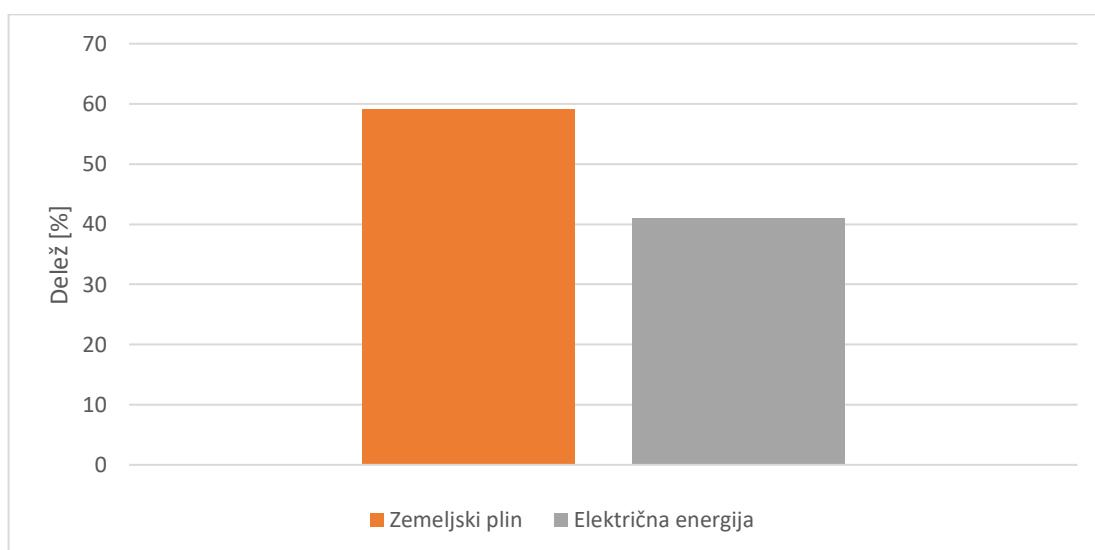
	<b>Poraba</b>	<b>% kWh</b>	<b>Strošek [€]</b>	<b>% €</b>	<b>Kg CO<sub>2</sub></b>	<b>%CO<sub>2</sub></b>
<b>W<sub>f</sub> [kWh]</b>	124.872	22,04	17.519	33,01	66.187	40,92
<b>Q<sub>f</sub> [kWh]</b>	441.744	77,96	32.508	61,26	88.349	59,08
<b>Voda [m<sup>3</sup>]</b>	226	/	3.038	5,73	/	/
<b>W<sub>f</sub>+Q<sub>f</sub> [kWh]</b>	566.616	/	53.065	/	149.536	/

Graf 4.1 prikazuje prikaz povprečnih deležev stroškov za energente v obdobju 2012–2014 [2].



Graf 4.1: Grafični prikaz povprečnih deležev stroškov za energente v obdobju 2012–2014 [2]

Graf 4.2 prikazuje deleže emisij CO<sub>2</sub> v obdobju 2012 – 2014 [2].



Graf 4.2: Grafični prikaz deležev emisij CO<sub>2</sub> v obdobju 2012 – 2014 [2]

Iz grafa 4.1 je razvidno, da največji delež stroškov za energente predstavlja topotna in električna energija. Ukrepi zmanjševanja potrebe po topotni energiji predstavljajo primarni cilj pri ES objekta. Iz grafa 4.2 je razvidno, da največji delež emisij CO<sub>2</sub> prav tako proizvede potreba po topotni energiji, in sicer s porabo zemeljskega plina kot energenta. Tabela 4.2 prikazuje porabo energentov v obdobju 2012–2014. Razvidno je, da je bila v letu 2014 potreba po topotni energiji bistveno nižja kot prejšnja leta. To

lahko pripisujemo toplejšemu zimskemu obdobju. Vse vrednosti porabe energentov se merijo s pomočjo ustreznih merilnikov na vstopni točki v objekt [2].

Tabela 4.2: Prikaz porabe energentov in vode v obdobju 2012-2014 [2]

Leto	$W_f$ [kWh]	$Q_f$ [kWh]	Voda [ $m^3$ ]	$W_f+Q_f$ [kWh]
2012	123.071	474.183	1.927	597.254
2013	127.206	472.283	2.250	599.489
2014	124.339	378.766	1.911	503.105
Povprečje	124.872	441.744	2.029	566.616

Tabela 4.3 prikazuje specifično porabo toplotne in električne energije glede na kondicionirano površino objekta [2].

Tabela 4.3: Prikaz specifične porabe toplotne in električne energije glede na površino objekta [2]

Leto	$\frac{W_f}{A_0}$ [kWh/ $m^2$ ]	$\frac{Q_f}{A_0}$ [kWh/ $m^2$ ]	$\frac{W_f+Q_f}{A_0}$ [kWh/ $m^2$ ]
2012	27,43	105,68	133,11
2013	28,35	105,26	133,61
2014	27,71	84,41	112,13
Povprečje	27,83	98,45	126,28

#### 4.1 TEMPERATURNI PRIMANJKLJAJ

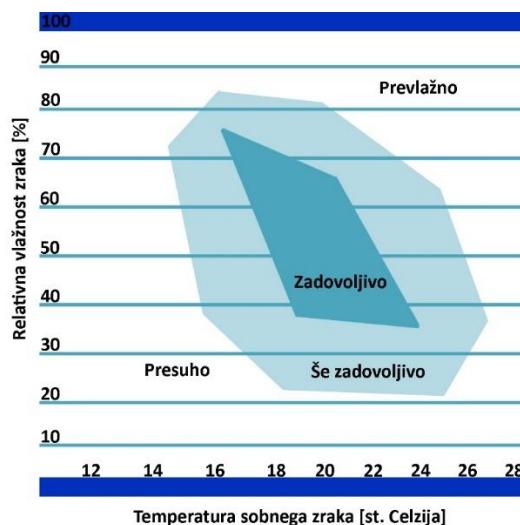
Temperaturni primanjkljaj je definiran kot produkt časa ogrevanja z razliko temperatur med notranjostjo zgradbe (dogovorjenih 20 °C) in zunanjim zrakom. Čas omejimo na dni, ko je bila temperatura nižja od 12 °C. Vzamemo povprečno zunano temperaturo v času ogrevalne sezone in jo odštejemo od dogovorjenih 20 °C ter to pomnožimo s številom ogrevalnih dni. Enota je stopinja na dan oziroma stopinjski dan [Kdan] [13].

Najbližja meteorološka postaja v okolini objekta se nahaja v Medlogu pri Celju, s katere so bili pridobljeni podatki o temperaturnem primanjkljaju. Ugotovljeno je bilo, da znaša dolgoletni povprečni temperaturni primanjkljaj 3300 Kdan [2].

## 4.2 TOPLITNO UGODJE

Toplotno ugodje je izraz, s katerim lahko opišemo stanje termičnega ravnotežja med temperaturo okolice in človeškim telesom. Da se v prostoru počutimo ugodno, moramo upoštevati več dejavnikov. Ustrezna temperatura sten, tal, zraka, vlažnosti in hitrosti zraka so ključni za doseganje optimalnih pogojev. Tudi postavitev grelnih teles v prostoru mora biti ustrezna. Tako se ta v večji meri nameščajo na zunanje stene, hkrati pa moramo preprečiti morebitno zastiranje z zavesami ali s kakšnim pohištvo [2].

Optimalna temperatura prostora je odvisna od vsakega posameznika. V praksi se mora za doseganje ugodja relativna vlažnost gibati nekje med 35 in 75 %, temperatura zraka med ogrevalno sezono med 20 in 22 °C, med sezono brez ogrevanja pa med 23 in 25 °C. Slika 4.2 prikazuje zadovoljivo področje med relativno vlažnostjo zraka in temperaturo sobnega zraka [2].



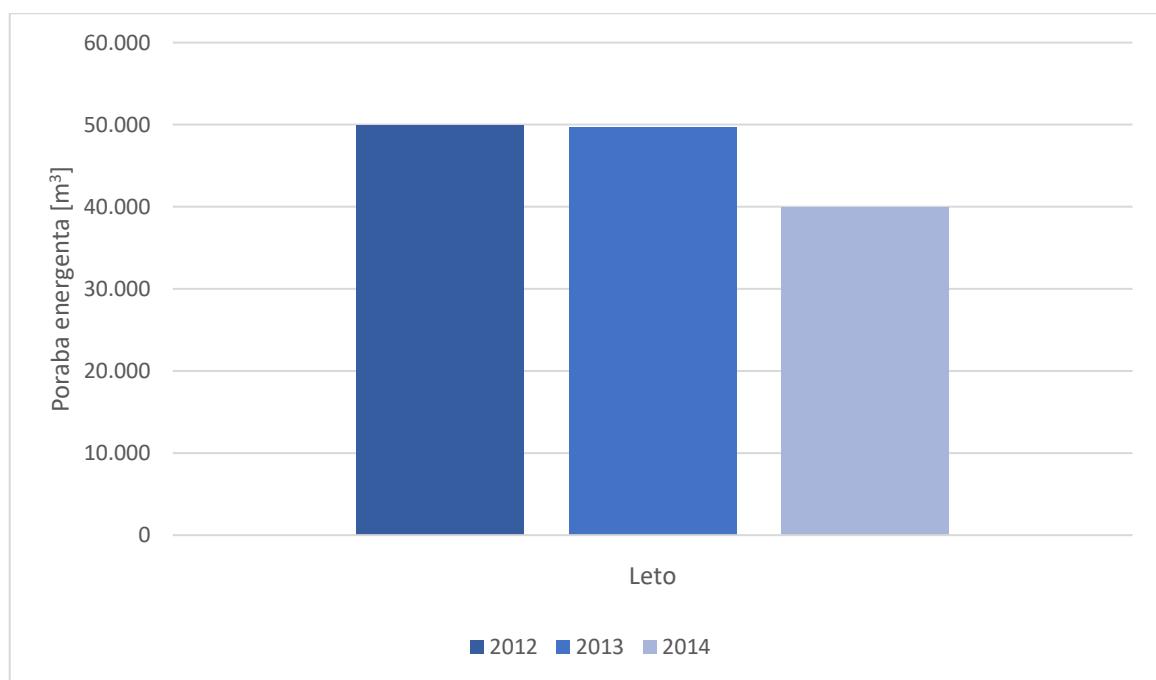
Slika 4.2: Vpliv temperature in relativne vlažnosti zraka na bivalno ugodje [2]

### 4.3 OSKRBA OBJEKTA Z ENERGIJO V OBDOBJU 2012 - 2014

Objekt se oskrbuje z električno energijo, vodo in zemeljskim plinom. Dobavitelj električne energije je Elektro Celje Energija d. o. o., distributer je Elektro Celje d. o. o., dobavitelj vode je Javno komunalno podjetje Žalec d. o. o., dobavitelj in distributer zemeljskega plina pa podjetje Mestni plinovodi d. o. o. [2].

#### 4.3.1 Poraba toplotne energije

Na grafu 4.3 je prikazana povprečna poraba plina kot primarnega energenta za ogrevanje v obdobju 2012–2014. Razvidno je, da je poraba bolj ali manj konstantna, z malo manjšo vrednostjo v letu 2014 zaradi toplejšega zimskega obdobja [2].



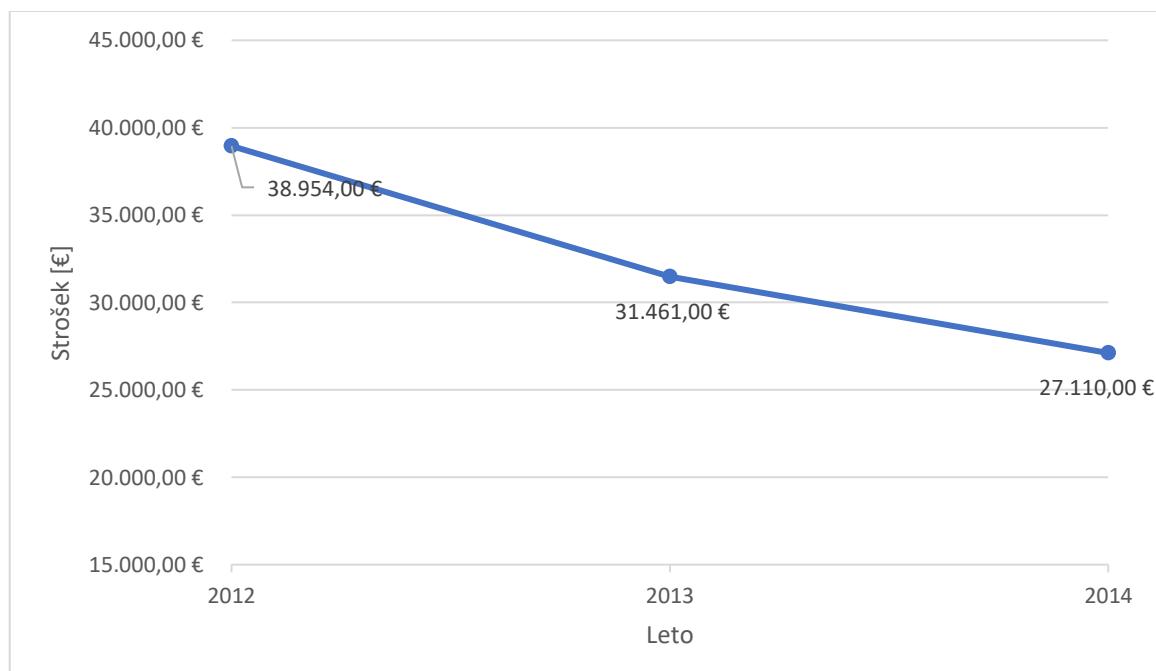
Graf 4.3: Prikaz povprečne porabe energenta v obdobju 2012-2014 [2]

Zemeljski plin se obračunava pavšalno, obračunavanje po predvideni porabi, enkrat letno, pa se opravi s poračunom. Graf 4.4 prikazuje strošek dobave zemeljskega plina za obdobje 2012–2014. Razlog za padajoč strošek je nihanje specifične cene, ki je prikazana

v tabeli 4.4. Prikazana je tudi dovedena toplota za ogrevanje z uporabo prvega generatorja, kateri uporablja kot energent plin ( $Q_{Hf,G1}$ ) [2].

Tabela 4.4: Nihanje specifične cene zemeljskega plina skozi leta [2]

Leto	Specifična cena [ $\frac{\text{€}}{\text{MWh}}$ ]	$Q_{Hf,G1}[\text{kWh}]$
2012	82,15	474183
2013	66,62	472283
2014	71,57	378766



Graf 4.4: Prikaz stroška dobave toplotne energije v obdobju 2012-2014 [2]

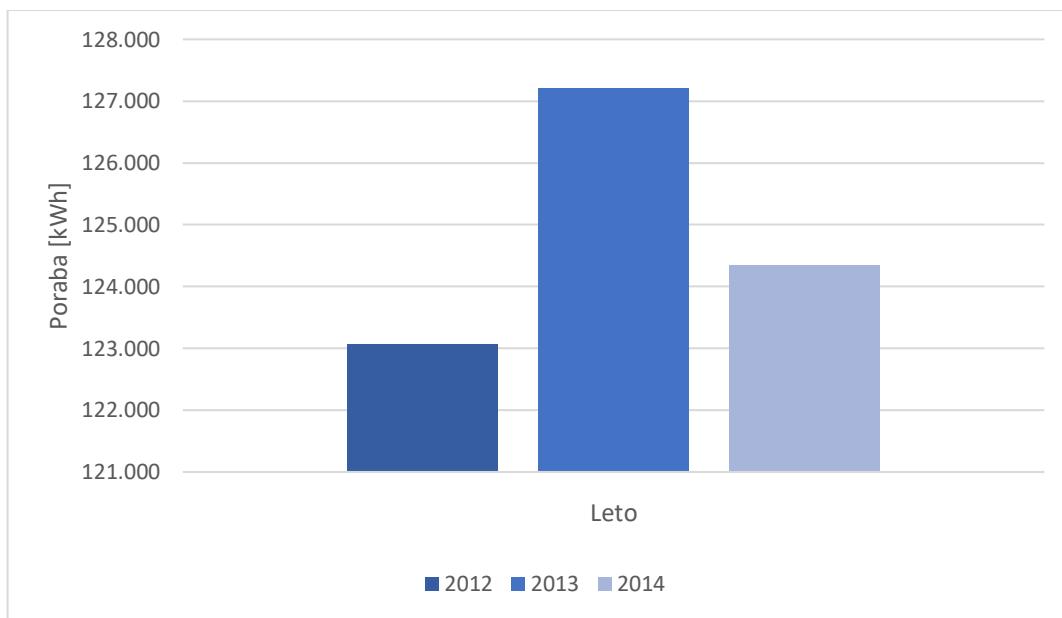
Strošek dobave toplotne energije je sestavljen iz fiksnega dela, ki predstavlja približno 10 % skupnega zneska, in variabilnega dela, ki predstavlja približno 90 % skupnega zneska. Slednji je odvisen od porabe [2].

### 4.3.2 Zanesljivost

Z dobavitelji v preteklosti ni bilo posebnih težav. Pri pregledu opreme za ogrevanje je bilo ugotovljeno, da sta v sistem vgrajena dva kotla, na zemeljski plin in kurilno olje, od katerih je slednji v mirovanju in služi kot rezervna. Obtočne črpalke so klasične in z izjemo ene brez frekvenčne regulacije, celoten sistem je zastarel in ga je potrebno zamenjati [2].

## 4.4 PORABA ELEKTRIČNE ENERGIJE V OBDOBJU 2012 - 2014

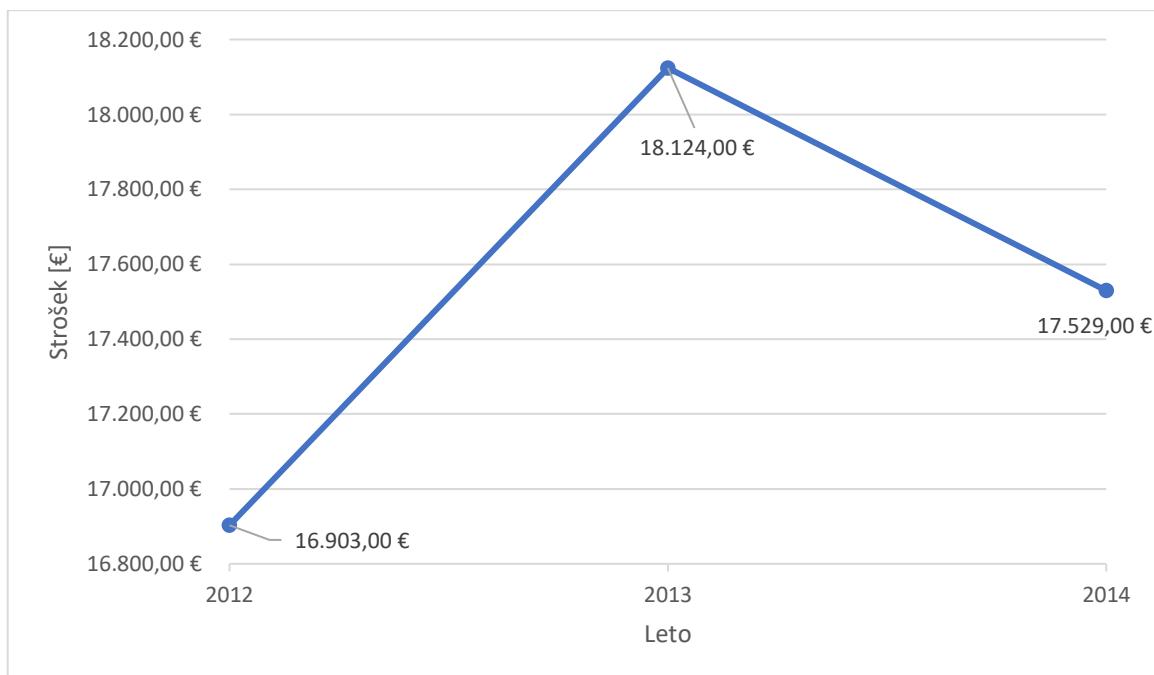
Graf 4.5 prikazuje povprečno porabo električne energije v obdobju 2012–2014. Iz meritev je bilo razvidno, da je poraba bolj ali manj konstantna skozi vsa leta, v času poletja pa pade zaradi šolskih počitnic in poletnega solsticija. Tabela 4.5 prikazuje nihanje specifične cene električne energije, graf 4.6 pa strošek dobave električne energije [2].



Graf 4.5: Prikaz povprečne porabe električne energije v obdobju 2012-2014 [2]

Tabela 4.5: Nihanje specifične cene električne energije [2]

Leto	Specifična cena [ $\frac{\text{€}}{\text{kWh}}$ ]
2012	137,35
2013	142,48
2014	140,97



Graf 4.6: Strošek dobave električne energije v obdobju 2012 – 2014 [2]

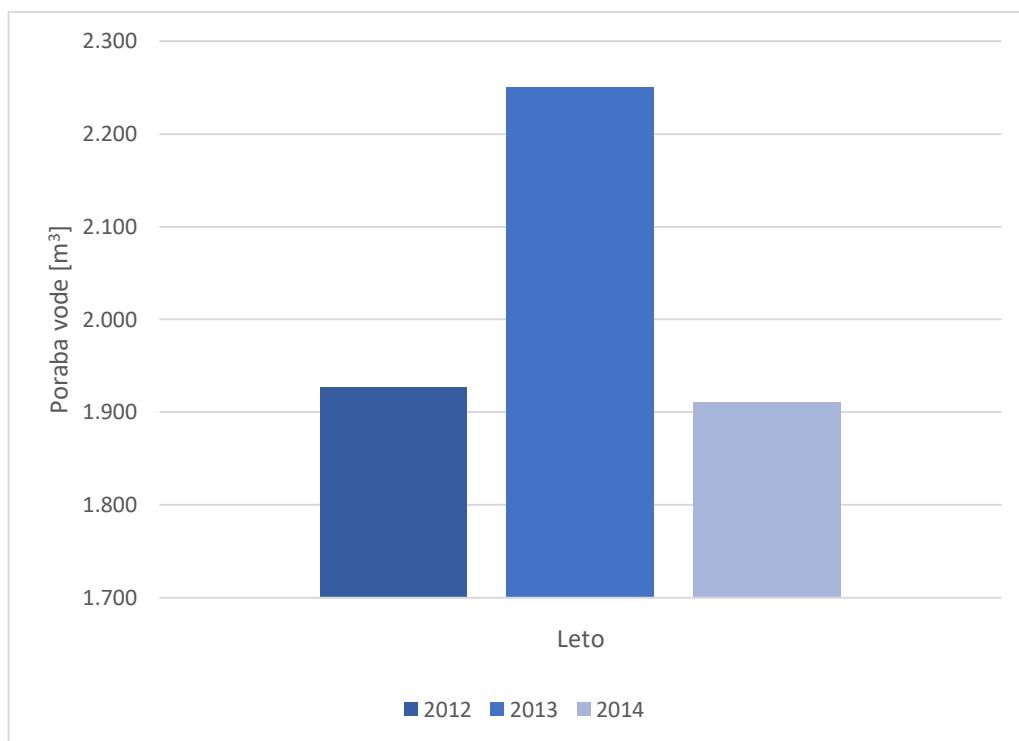
Strošek dobave električne energije je sestavljen iz fiksnega dela, ki predstavlja približno 40 % skupnega zneska, in variabilnega dela, ki predstavlja približno 60 % skupnega zneska. Slednji je odvisen od porabe [2].

#### 4.4.1 Zanesljivost

Objekt se napaja iz bližnje transformatorske postaje, ki jo upravlja podjetje Elektro Maribor Energija Plus d. o. o. V preteklosti ni prihajalo do večjih izpadov, prav tako je sistem z vidika zanesljivosti, varnosti in vzdrževanja v dobrem stanju kljub dejству, da gre za starejšo izvedbo [2].

#### 4.5 PORABA VODE V OBDOBJU 2012 - 2014

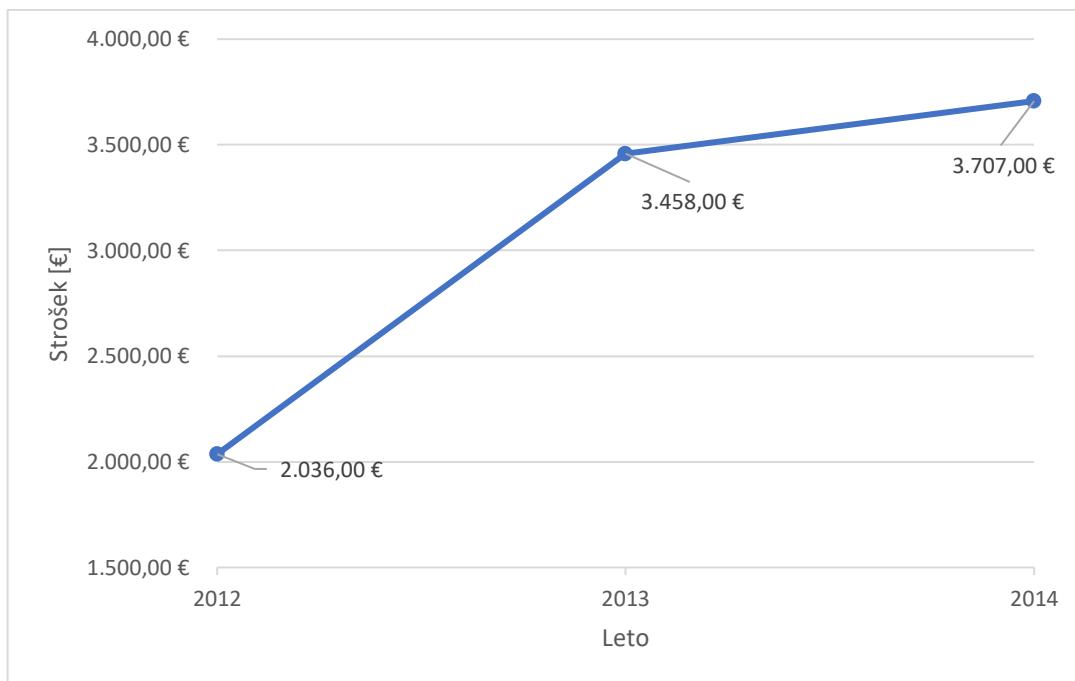
Graf 4.7 prikazuje povprečno letno porabo vode v obdobju 2012–2014. Iz njega je razvidno je, da je bila v letu 2013 poraba večja za približno 17 % v primerjavi z leti 2012 in 2014. Tabela 4.6 prikazuje nihanje specifične cene, graf 4.8 pa strošek dobave vode [2].



Graf 4.7: Prikaz povprečne porabe vode v obdobju 2012-2014 [2]

Tabela 4.6: Nihanje specifične cene vode [2]

Leto	Specifična cena $\left[ \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \right]$
2012	1,06
2013	1,54
2014	1,94



Graf 4.8: Strošek dobave vode v obdobju 2012 – 2014 [2]

#### 4.5.1 Zanesljivost

Z dobaviteljem v preteklosti ni bilo zaznanih posebnih težav [2].

### 4.6 OGREVALNI SISTEM

Osnovna šola Šempeter ima sistem ogrevanja razdeljen na dve coni, ki delujeta ločeno, in sicer na telovadnico in osnovno šolo. Telovadnica se ogreva s pomočjo dveh plinskih kaloriferjev, kot prikazuje slika 4.3, osnovna šola pa ima v kotlovnici dva toplovodna kotla blagovne znamke Bongioanni iz leta 1995, od katerega ima eden nameščen gorilnik na zemeljski plin blagovne znamke Weissman z nazivno toplotno močjo 390 kW, drugi pa nameščen gorilnik na kurilno olje in služi kot rezerva [2].



Slika 4.3: Kalorifersko ogrevanje telovadnice (lastni vir)

Regulacijski razvod je razdeljen na dva mešalna kroga, in sicer na stari del šole in novi del šole, kot je razvidno iz slike 4.4. Mešalni krog starega dela šole ima vgrajeni dve klasični obtočni črpalki brez frekvenčne regulacije, mešalni krog novega dela šole pa vgrajeno obtočno črpalko s frekvenčno regulacijo. Režim ogrevanja je 75/55 °C, sistem pa ima tudi izvedeno mehčanje vode [2].



Slika 4.4: Regulacijski razvod (lastni vir)

Jekleni panelni radiatorji blagovne znamke TRIKA, v skupnem številu 152 in s skupno močjo 380 kW, skrbijo za prenos toplote po posameznih delih šole, večina pa nima nameščenih termostatskih ventilov. Vizualno izgledajo v dobrem in vzdrževanem stanju, brez vidnih znakov korozije. Sistem ni hidravlično uravnovešen in ni ločen po nebesnih smereh [2].

Slika 4.5 prikazuje kotla blagovne znamke Bongioanni z jasno vidnim dovodom plina na desnem kotlu [2].



Slika 4.5: Kotla blagovne znamke Bongioanni [2]

## 4.7 SANITARNA VODA

### 4.7.1 Oskrba s hladno vodo

Hladna voda se uporablja za oskrbo kuhinje in sanitarij, kot je prikazano na sliki 4.6. Vodovodni priključek je izveden skladno z zahtevami dobavitelja. Nahaja se v zunanjem jašku, skupaj z vodomerom, dvema ventiloma na zasun, filtrom in z izpustno pipo [2].



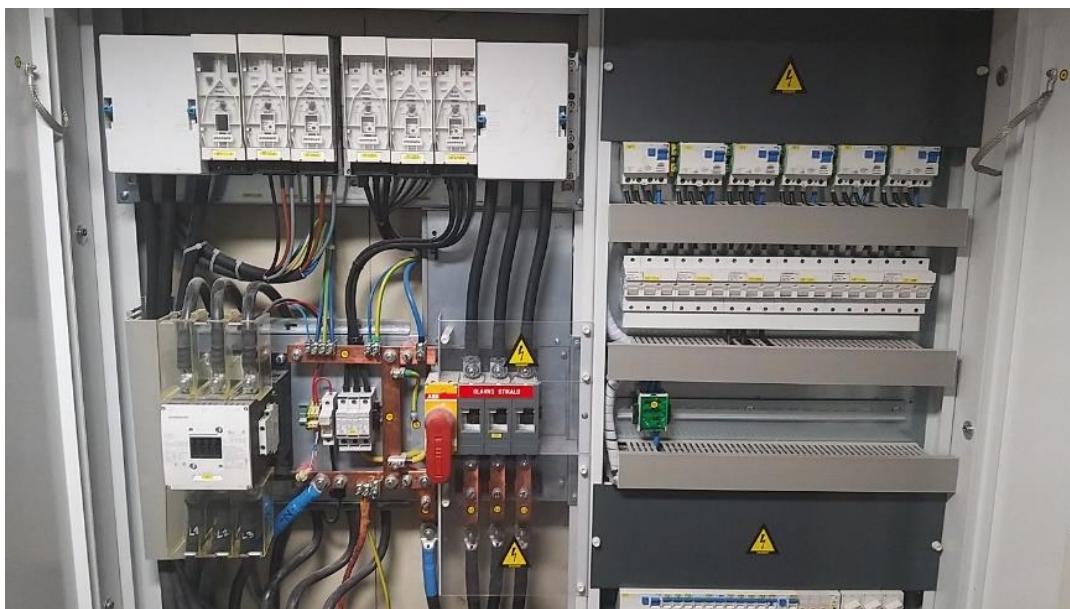
Slika 4.6: Prikaz z oskrbo s hladno vodo (lastni vir)

#### 4.7.2 Oskrba s toplo vodo

Topla voda za oskrbo kuhinje se pripravlja v šestih 120 l toplovodnih bojlerjih skupne moči 12 kW. V ostalih delih šole ni tople vode [2].

### 4.8 ELEKTROENERGETSKI SISTEM

Dovodni priključni kabel do objekta ima presek  $4 \times 240 \text{ mm}^2$  in je narejen iz aluminija. Transformatorska postaja, ki napaja objekt, ima v notranjosti omenjeni kabel varovan s talilnimi varovalkami, z nazivno tokovno obremenitvijo  $3 \times 250 \text{ A}$ . Merilna omara, v kateri se nahajata dve ločeni odjemni mesti, se nahaja v prvem nadstropju in je prikazana na sliki 4.7. Eno odjemno mesto je namenjeno kuhinji, ki se varuje s talilnimi varovalkami z nazivno tokovno obremenitvijo  $3 \times 100 \text{ A}$  ter zakupljeno konično močjo  $69 \text{ kW}$ , drugo odjemno mesto pa je namenjeno šoli in se varuje s talilnimi varovalkami z nazivno tokovno obremenitvijo  $3 \times 80 \text{ A}$  ter zakupljeno konično močjo  $69 \text{ kW}$  [2].



Slika 4.7: Glavna razdelilna omara (lastni vir)

Način ogrevanja pred ES s povprečno letno porabo zemeljskega plina je 46.499 Sm<sup>3</sup>. Povprečna potrebna energija za ogrevanje znaša 441.410 kWh. V objektu še vedno uporabljajo nekaj klasičnih sijalk [2].

## 4.9 PORABNIKI ELEKTRIČNE ENERGIJE

Porabnike električne energije lahko razdelimo v tri večje skupine, in sicer na razsvetljavo, na fiksne in ostale porabnike, od katerih največ energije porabijo fiksni porabniki [2].

### 4.9.1 Razsvetljava

Razsvetljava v šoli ima skupno moč 55.800 W in je večinoma sestavljena iz fluorescenčnih svetil z zrcalnim rasterjem in brez njega, kot prikazuje slika 4.8, in visečimi svetilkami tipa NSS-2, kot prikazuje slika 4.9, v katere so nameščene žarnice različnih moči in tehnologije: od žarnic na žarilno nitko do varčnih sijalk. Ob prvi vgradnji so bile vanjo vgrajene žarnice na žarilno nitko nazivne moči 200 W, ki pa so bile zamenjane s takšnimi, ki imajo manjšo moč [2].



Slika 4.8: Fluorescenčna svetila brez zrcalnega rasterja (lastni vir)



Slika 4.9: Svetilke tipa NSS-2 (lastni vir)

Telovadnico razsvetljujejo halogenski reflektorji moči 400 W s skupno nazivno močjo 25.300 W, kot prikazuje slika 4.10. Skupna nazivna moč zunanje razsvetljave znaša 1.200 W in je v večji meri sestavljena iz halogenskih reflektorjev, nameščenih v večji meri le pri vhodih v objekt [2].



Slika 4.10: Razsvetljava v telovadnici (lastni vir)

#### 4.9.2 Fiksni porabniki

V objektu se nahajajo 1 pomivalni stroj, 2 prekucnika, 2 zamrzovalni skrinji, 4 hladilniki, 1 kotel, 1 štedilnik, 1 konvekcijska pečica, 1 grelni pult in 6 toplovodnih bojlerjev za pripravo tople vode. Te naprave štejemo v kategorijo fiksnih porabnikov. Njihova skupna moč znaša 58.900 W [2].

#### 4.9.3 Ostali porabniki

V objektu se nahaja 35 računalnikov z monitorjem, 9 tiskalnikov, 3 fotokopirni stroji, 8 televizorjev, 3 projektorji, 1 kavni avtomat, 4 kuhalne plošče in 1 avdio postaja. Te naprave štejemo v kategorijo ostalih porabnikov. Njihova skupna moč znaša 24.500 W [2].

Priloga F vsebuje tabelo s podatki o oskrbi stavbe, kjer so predstavljene tudi [2]:

- letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe ( $Q_{NH}$ ),
- izmerjena letna specifična dovedena električna energija ( $W_f'$ ),
- nazivna moč razsvetljave ( $P_{light}$ ),
- letna dovedena energija za delovanje stavbe ( $Q_f$ ),
- emisije ogljikovega dioksida (Emisije CO<sub>2</sub>).

Priloga G vsebuje tabelo s podatki o obstoječem stanju stavbe, kjer so predstavljene tudi [2]:

- povprečna letna temperatura ( $T_{pop}$ ),
- površina fasade ( $A$ ),
- toplotna prehodnost ( $U$ ).

Zaradi velike količine vgrajenega različnega stavbenega pohištva in različnih tipov fasad, tal in ostalih delov zgradbe, se uporablja tipiziranje za lažje razvrščanje. Tako predstavlja na primer površina obstoječe fasade – tip 1 in površina obstoječe fasade – tip 2 dva različna tipa fasad, ki sta bila narejena na objektu in imata zato različno toplotno prehodnost [2].

## 5 UKREPI ENERGETSKE SANACIJE

Priloga H vsebuje tabelo, v kateri so prikazani podatki o stanju stavbe po energetsko učinkoviti prenovi [2].

Tabela 5.1 prikazuje podatke o optimizaciji ogrevalnega sistema.

Tabela 5.1: Prikaz podatkov o optimizaciji ogrevalnega sistema [2]

<b>Optimizacija ogrevalnega sistema</b>	
Vgradnja termostatskih ventilov [€]	20.738,04
Predvideni prihranki [kWh/leto]	24.563
<b>Vgradnja sistemov za centralno prezračevanje, toplozračno ogrevanje in klimatizacijo pri gretju s temperaturnim izkoristkom nad 65%</b>	
Investicija [€]	172.702,67
Nazivna moč sistema** [kW]	52
Predvideni prihranki [kWh/leto]	78.930
<b>Samodejno zbiranje rabe energije (Energetski monitoring)</b>	
Investicija [€]	4.230,40
Predvideni prihranki [kWh/leto]	Všteto pri optimizaciji ogrevalnih sistemov
<b>Drugi okrepi</b>	
Vgradnja novih kondenzacijskih kotlov [€]	69.745,67
Vgradnja toplotne črpalke [€]	77.492,50
Skupaj investicija [€]	147.238,17
Predviden prihranek* [kWh/leto]	319.748

- \* Prihranki so izračunani kot vsota zmanjšanja toplotne energije in povečanja električne energije,
- \*\* prezračevanje je razdeljeno na 21 enot različnih moči. Izračunana je skupna moč posameznih enot.

Tabela 5.2 prikazuje podatke o kazalnikih energetske učinkovitosti po ES. Predstavljeni so tudi koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe ( $H'_T$ ), letna primarna energija za delovanje stavbe ( $Q_p$ ) in letni potrebeni hlad za hlajenje stavbe ( $Q_{NC}$ ) [2].

Tabela 5.2: Prikaz kazalnikov energetske učinkovitosti po ES [2]

Kazalnik	Enota	Izračunana vrednost	Največja dovoljena vrednost
$H'_T$	$\frac{W}{m^2K}$	0,418	0,433
$Q_p$	kWh	267.870,769	/
$Q_{NH}$	kWh	151.228,487	193.724,930
$Q_{NC}$	kWh	41.346,788	/
$Q_{NH}/A_0$	$\frac{kWh}{m^2a}$	33,704	/
$Q_{NH}/V_e$	$\frac{kWh}{m^3a}$	5,615	7,193

Tabela 5.3 prikazuje potrebno toploto za ogrevanje in rabo energije po ES [2].

Tabela 5.3: Prikaz potrebne toplice za ogrevanje in rabo energije po ES [2]

Kazalnik	Enota	Izračunana vrednost
$Q_{NH}$	$\frac{kWh}{leto}$	28.016
$W_f$	$\frac{kWh}{leto}$	210.292 (všteta raba električne energije za toplotno črpalko)

»se nadaljuje«

»nadaljevanje«

Kazalnik	Enota	Izračunana vrednost
$Q_f$	$\frac{\text{kWh}}{\text{leto}}$	238.308
Emisije CO <sub>2</sub>	$\frac{\text{kg}}{\text{leto}}$	108.646

Tabela 5.4 prikazuje podatke o energetsko učinkoviti proizvodnji energije iz OVE. Prikazana je tudi toplota iz OVE v letni dovedeni energiji za delovanje stavbe ( $Q_{OVE}$ ).

Tabela 5.4: Prikaz podatkov o energetsko učinkoviti proizvodnji energije iz OVE [2]

Energetsko učinkovita proizvodnja energije iz OVE	
Ogrevanje s toplotno črpalko	
Tip	Reverzibilna, visokotemperaturna toplotna črpalka zrak/voda
$P$ [kW]	151 (grelna moč pri režimu 60/55°C, zunanjna temperatura zraka -6°C)
Skupna vrednost naprave [€]	77.492,50
$Q_{OVE}$ [ $\frac{\text{kWh}}{\text{a}}$ ]	124.826

## 6 IZDELAVA ENERGETSKE IZKAZNICE

### 6.1 PROGRAM KI ENERGIJA 2017

Program je izdelalo podjetje Knauf insulation, ki se ukvarja s sistemi pregradnih sten, stenskih oblog, stropov, izolacijskih materialov in z ostalimi gradbenimi sistemi, sedežem v Nemčiji. Uporablja se za izvajanje Pravilnika o URE v stavbah in omogoča celovito obravnavanje objekta. Vsebuje bazo materialov različnih ponudnikov, kar zagotavlja izvajanje točnih analiz in enostavno izbiranje konstrukcij. Vsebuje tudi strojni del, kjer preko čarovnika ali pa ročnih vnosov vnesemo parametre ogrevanja in priprave tople vode.

### 6.2 DOLOČITEV VHODNIH PODATKOV ZA IZDELAVO ENERGETSKE IZKAZNICE

Vhodne podatke smo določili s pomočjo Elaborata gradbene fizike za področje URE, izdelanega za stavbo OŠ Šempeter [2]. Cilj naloge je izdelava energetskih izkaznic s pomočjo programa KI ENERGIJA 2017, zato moramo uporabiti enake vhodne podatke, kot jih je uporabil izdelovalec ob ES objekta. Ta je izdelal preračun s pomočjo programa Gradbena fizika URSA 4.0.

V programu KI ENERGIJA 2017 smo nastavili celinsko podnebje s temperaturnim primanjkljajem 3300 Kdan/a, projektno temperaturo 13 °C in energijo sončnega obsevanja 1139 kWh/m<sup>2</sup>a. Projekt smo razdelili na dve toplotni coni, šolo in telovadnico. Namembnost obeh toplotnih con je kategorizirana kot stavba za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo. Tabela 6.1 prikazuje parametre toplotne cone »Šola«.

Tabela 6.1: Parametri toplotne cone "Šola"

Parameter:	Vrednost:
Bruto ogrevana prostornina	13000 m <sup>3</sup>
Neto ogrevana prostornina	10400 m <sup>3</sup>
Neto uporabna površina	3584,5 m <sup>2</sup>
Površina učilnic	170 m <sup>2</sup>
Število etaž	3
Višina etaže	3,46 m
Širina etaže	56,55 m
Dolžina etaže	22,15 m
Ogrevana s prekinitvami	Da
Notranja temperatura pozimi	23°C
Notranja temperatura poleti	26°C
Notranji viri pozimi/poleti	6 W/m <sup>2</sup> K
Način gradnje	Srednje težka gradnja
Vlažnost zraka	65 %
Barva fasade	Svetla
Prezračevanje	Naravno
Število izmenjav zraka pozimi/poleti	0,53 h <sup>-1</sup>
Prezračevanje pozimi/poleti	5512 m <sup>3</sup> /h

Tabela 6.2 prikazuje parametre toplotne cone »Telovadnica«.

Tabela 6.2: Parametri toplotne cone "Telovadnica"

Parameter:	Vrednost:
Bruto ogrevana prostornina	13932 m <sup>3</sup>
Neto ogrevana prostornina	11145,6 m <sup>3</sup>
Neto uporabna površina	1689,5 m <sup>2</sup>

»se nadaljuje«

»nadaljevanje«

<b>Parameter:</b>	<b>Vrednost:</b>
Površina učilnic	1296 m <sup>2</sup>
Število etaž	1
Višina etaže	11,3 m
Širina etaže	37,3 m
Dolžina etaže	33 m
Ogrevana s prekinitvami	Da
Notranja temperatura pozimi	17,6°C
Notranja temperatura poleti	26°C
Notranji viri pozimi/poleti	4 W/m <sup>2</sup> K
Način gradnje	Srednje težka gradnja
Vlažnost zraka	65 %
Barva fasade	Svetla
Prezračevanje	Mehansko
Število izmenjav zraka pozimi/poleti	0,50 h <sup>-1</sup>
Prezračevanje pozimi/poleti	5572,8 m <sup>3</sup> /h

Tabela 6.3 prikazuje zunanje površine na šoli in telovadnici. Vsi podatki v spodnjih tabelah so vzeti iz omenjenega elaborata.

Tabela 6.3: Zunanje površine na šoli in telovadnici [2]

<b>Naziv</b>	<b>A[m<sup>2</sup>]</b>	<b>Smer</b>
Fasada tip ZS1 SV – zunanja stena nova šola	360,4	SV
Fasada tip ZS1 JZ – zunanja stena nova šola	424,39	JZ

»se nadaljuje«

## »nadaljevanje«

Naziv	A[m <sup>2</sup> ]	Smer
Fasada tip ZS1 JV – zunanja stena nova šola	190,9	SZ
Fasada tip ZS4 SV – zunanja stena stara šola A	51,96	SV
Fasada tip ZS4 JZ – zunanja stena stara šola A	50,23	JZ
Fasada tip ZS5 SZ – zunanja stena stara šola B	224,5	SZ
Fasada tip ZS5 SZ – zunanja stena stara šola B	30,78	JZ
Strop proti neogrevanemu podstrešju ST1	1021	-
ZS2 JV – zunanja stena telovadnice	320,49	JV
ZS2 JZ – zunanja stena telovadnice	358,48	JZ
ZS3 SV – zunanja stena telovadnice (prizidek)	18,87	SV
ZS3 JZ – zunanja stena telovadnice (prizidek)	18,87	JZ
ZS3 SZ – zunanja stena telovadnice (prizidek)	92,49	SZ
Ravna streha šola ST4	688	-
Poševna streha šola ST5	255,7	-
ST3 – ravna streha telovadnica	1412,64	-

Tabela 6.4 prikazuje površine tal na terenu v šoli in telovadnici ( $A$ ), debelino zidu ( $d$ ), ki je pozidan na njih, in obseg posamezne površine ( $O$ ).

Tabela 6.4: Površine tal na terenu v šoli in telovadnici [2]

Naziv:	$A[m^2]$	$d [mm]$	$O[m]$
TL1 – tla na terenu telovadnica	1364	29	70,3
Tla na terenu šola	1942	26	157,4

### 6.2.1 Razčlenitev posameznih konstrukcij po materialih

V tabelah, ki sledijo so predstavljeni tudi gostota ( $\rho$ ), specifična toplota ( $C$ ) in difuzijska upornost ( $\mu$ ).

Tabela 6.5 prikazuje razčlenitev konstrukcije z oznako »Fasada tip ZS1 – zunanja stena nova šola« po posameznih materialih.

Tabela 6.5: Fasada tip ZS1 – zunanja stena nova šola [2]

Sloj	Material	$d [mm]$	$\rho \frac{kg}{m^3}$	$C \frac{J}{kgK}$	$\lambda \frac{W}{m^2K}$	$\mu$
1	Mavčna in apneno mavčna malta	2,00	1500	920	0,700	9
2	Mrežasta in votla opeka 1400	19,00	1400	920	0,610	6
3	Stiropor EPS fasadni	5,00	15	1260	0,038	35
4	Pigmentna fasadna malta	1,00	1850	1050	0,700	15

Tabela 6.6 prikazuje razčlenitev konstrukcije z oznako »Fasada tip ZS4 – zunanja stena stará šola A« po posameznih materialih.

Tabela 6.6: Fasada tip ZS4 – zunanja stena stara šola A [2]

Sloj	Material	$d$ [mm]	$\rho$ [ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ]	$c$ [ $\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ ]	$\lambda$ [ $\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$ ]	$\mu$
1	Mavčna in apneno mavčna malta	2,00	1500	920	0,700	9
2	Betoni s kam. Agregati (2400)	15,00	2400	960	2,040	60
3	Plinjeni in penjeni beton 600	8,00	600	1050	0,230	5

Tabela 6.7 prikazuje razčlenitev konstrukcije z oznako »Fasada tip ZS5 – zunanja stena stara šola B« po posameznih materialih.

Tabela 6.7: Fasada tip ZS5 – zunanja stena stara šola B [2]

Sloj	Material	$d$ [mm]	$\rho$ [ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ]	$c$ [ $\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ ]	$\lambda$ [ $\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$ ]	$\mu$
1	Mavčna in apneno mavčna malta	2,00	1500	920	0,700	9
2	Betoni s kam. Agregati (2400)	20,00	2400	960	2,040	60
3	Pigmentna fasadna malta	2,00	1850	1050	0,700	15

Tabela 6.8 prikazuje razčlenitev konstrukcije z oznako »Strop proti neogrevanemu podstrešju ST1« po posameznih materialih.

Tabela 6.8: Strop proti neogrevanemu podstrešju ST1 [2]

Sloj	Material	$d$ [mm]	$\rho$ [ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ]	$c$ [ $\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ ]	$\lambda$ [ $\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$ ]	$\mu$
1	Podaljšana apnena malta 1800	2,00	1800	1050	0,870	20
2	Mrežasta in votla opeka 1400	16,00	1400	920	0,610	6
3	Betoni s kam. Agregati (2400)	12,00	2400	960	2040	60
4	Stiropor EPS fasadni	5,00	15	1260	0,038	35
5	Polietilenska folija	0,02	1000	1250	0,190	80000
6	Cementni estrih	3	2200	1050	1400	30

Tabela 6.9 prikazuje razčlenitev konstrukcije z oznako »ZS2 – zunanjia stena telovadnice« po posameznih materialih.

Tabela 6.9: ZS2 – zunanjia stena telovadnice [2]

Sloj	Material	$d$ [mm]	$\rho$ [ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ]	$c$ [ $\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ ]	$\lambda$ [ $\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$ ]	$\mu$
1	Betoni s kam. Agregati (2400)	13,00	2400	960	2040	60
2	Stiropor EPS fasadni	5,00	15	1260	0,038	35
3	Betoni s kam. Agregati (2400)	12,00	2400	960	2040	60

Tabela 6.10 prikazuje razčlenitev konstrukcije z oznako »ZS3 – zunanjia stena telovadnice (prizidek)« po posameznih materialih.

Tabela 6.10: ZS3 – zunanjja stena telovadnice (prizidek) [2]

Sloj	Material	$d$ [mm]	$\rho$ [ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ]	$c$ [ $\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ ]	$\lambda$ [ $\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$ ]	$\mu$
1	Mavčna in apneno mavčna malta	2,00	1500	920	0,700	9
2	Mrežasta in votla opeka 1400	29,00	1400	920	0,610	6
3	Stiropor EPS fasadni	5,00	15	1260	0,038	35
4	Pigmentna fasadna malta	2,00	1850	1050	0,700	15

Tabela 6.11 prikazuje razčlenitev konstrukcije z oznako »Ravna streha šola ST4« po posameznih materialih.

Tabela 6.11: Ravna streha šola ST4 [2]

Sloj	Material	$d$ [mm]	$\rho$ [ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ]	$c$ [ $\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ ]	$\lambda$ [ $\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$ ]	$\mu$
1	Podaljšana apnena malta 1800	2,00	1800	1050	0,870	20
2	Mrežasta in votla opeka 1400	16,00	1400	920	0,610	6
3	Betoni s kam. Agregati (2400)	12,00	2400	960	2040	60
4	Stiropor EPS fasadni	5,00	15	1260	0,038	35
5	Polietilenska folija	0,02	1000	1250	0,190	80000
6	Cementni estrih	3,00	2200	1050	1400	30

»se nadaljuje«

## »nadaljevanje«

Sloj	Material	$d$ [mm]	$\rho$ [ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ]	$c$ [ $\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ ]	$\lambda$ [ $\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$ ]	$\mu$
7	Mineralna volna	4,00	140	1030	0,040	1
8	Perlitna malta	5,00	500	1050	0,130	4
9	Cementni estrih	2,00	2200	1050	1400	30
10	PIB (poliizobutil) trakovi	0,50	1600	960	0,260	300000

Tabela 6.12 prikazuje razčlenitev konstrukcije z oznako »Poševna streha šola ST5« po posameznih materialih.

Tabela 6.12: Poševna streha šola ST5 [2]

Sloj	Material	$d$ [mm]	$\rho$ [ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ]	$c$ [ $\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ ]	$\lambda$ [ $\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$ ]	$\mu$
1	Mavčno-kartonske plošče – do 18mm	1,80	900	840	0,230	8
2	Parna ovira	0,053	225	960	0,190	3774
3	Mineralna volna	14,00	140	1030	0,040	1
4	Paro prepustna folija	0,037	215	960	0,190	54
5	Strešniki	0,50	1900	880	0,990	40

Tabela 6.13 prikazuje razčlenitev konstrukcije z oznako »ST3 – ravna streha telovadnic« po posameznih materialih.

Tabela 6.13: ST3 – ravna streha telovadnica [2]

Sloj	Material	$d$ [mm]	$\rho$ [ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ]	$c$ [ $\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ ]	$\lambda$ [ $\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$ ]	$\mu$
1	Betoni s kam. Agregati (1800)	20,00	1800	960	0,930	15
2	Parna zapora	0,017	1330	960	0,190	588235
3	Mineralna volna	10,00	140	1030	0,040	1
4	Večplastna bitumenska hidroizolacija	1	1200	1460	0,190	14000

Tabela 6.14 prikazuje razčlenitev konstrukcije z oznako »TL1 – tla na terenu, telovadnica« po posameznih materialih.

Tabela 6.14: TL1 - tla na terenu telovadnice [2]

Sloj	Material	$d$ [mm]	$\rho$ [ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ]	$c$ [ $\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ ]	$\lambda$ [ $\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$ ]	$\mu$
1	Parket	2,00	700	1670	0,210	15
2	Cementni estrih	1,25	2200	1050	1400	30
3	Polietilenska folija	0,02	1000	1250	0,190	80000
4	Mineralna volna	8,00	140	1030	0,040	1
5	Bitumen	1,00	1100	1050	0,170	1200
6	Betoni s kam. Agregati (2400)	20,00	2400	960	2040	60
7	Gramoz, suh	20,00	1700	840	0,810	2

Tabela 6.15 prikazuje razčlenitev konstrukcije z oznako »Tla na terenu, šola« po posameznih materialih.

Tabela 6.15: Tla na terenu šole [2]

Sloj	Material	$d$ [mm]	$\rho$ [ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ]	$c$ [ $\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ ]	$\lambda$ [ $\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$ ]	$\mu$
1	PVC homogen	0,20	1400	960	0,230	10000
2	Cementni estrih	5,00	2200	1050	1400	30
3	Polietilenska folija	0,02	1000	1250	0,190	80000
4	Mineralna volna	2,00	140	1030	0,040	1
5	Bitumen	1,00	1100	1050	0,170	1200
6	Betoni s kam. Agregati (2400)	9,00	2400	960	2040	60
7	Gramoz, suh	25,00	1700	840	0,810	2

### 6.2.2 Stavbno pohištvo

Tabela 6.16 prikazuje naziv posamezne vrste oken in vrat, ki so vgrajene v šolo. Predstavljeni so tudi faktor zasenčenja ( $f_s$ ), energijska prehodnost zasteklitve ( $g$ ) in delež zasteklitve.

Tabela 6.16: Prikaz površine, lege in toplotnih lastnosti oken in vrat na šoli [2]

Naziv	$A$ [ $\text{m}^2$ ]	Smer	$U$ [ $\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$ ]	$f_s$	$g$	Delež zasteklitve
OK1 SV – okno PVC šola	233,70	SV	1,500	1,00	0,61	0,85
OK1 JV – okno PVC šola	47,20	JV	1,500	1,00	0,61	0,85
OK1 JZ – okno PVC šola	170,60	JZ	1,500	1,00	0,61	0,85
OK1 SZ – okno PVC šola	33,80	SZ	1,500	1,00	0,61	0,85

»se nadaljuje«

## »nadaljevanje«

Naziv	A [m <sup>2</sup> ]	Smer	U [ $\frac{W}{m^2 K}$ ]	f <sub>s</sub>	g	Delež zasteklitve
OK2 SV – okno les dvojno	20,90	SV	2,300	1,00	0,61	0,85
OK2 JV – okno les dvojno	16,83	JV	2,300	1,00	0,61	0,85
OK2 JZ – okno les dvojno	120,10	JZ	2,300	1,00	0,61	0,85
OK2 SZ – okno les dvojno	11,06	SZ	2,300	1,00	0,61	0,85
OK3 JV - kopelit	8,87	JV	3,000	1,00	0,61	0,85
OK3 JZ - kopelit	16,10	JZ	3,000	1,00	0,61	0,85
OK6 – strešna kupola	4,00	-	2,800	1,00	0,61	0,85
OK6 – okno les dvojno	12,04	SZ	3,700	1,00	0,61	0,85
VR1 – vhodna vrata kovina	6,58	JZ	3,000	1,00	-	0,00
VR2 – vhodna vrata PVC	5,9	SZ	1,800	1,00	-	0,00
VR3 JZ – vhodna vrata les	13,10	JZ	2,600	1,00	-	0,00
VR3 JV – vhodna vrata les	5,66	JV	2,600	1,00	-	0,00

Tabela 6.17 prikazuje naziv posamezne vrste oken in vrat, ki so vgrajene v telovadnico.

Tabela 6.17: Prikaz površine, lege in toplotnih lastnosti oken in vrat na telovadnici [2]

Naziv	A [m <sup>2</sup> ]	Smer	u [W/m <sup>2</sup> K]	f <sub>s</sub>	g	Delež zasteklitve
OK3 SV – okno kopelit	5,52	SV	3,000	1,00	0,61	0,85
OK5 SZ – okno PVC telovadnica	41,04	SZ	1,500	1,00	0,61	0,85
OK5 JV – okno PVC telovadnica	43,52	JV	1,500	1,00	0,61	0,85
OK5 SV – okno PVC telovadnica	5,49	SV	1,500	1,00	0,61	0,85
OK6 – strešna kupola	8,64	-	2,800	1,00	0,61	0,85
VR2 JV – vhodna vrata PVC	23,15	JV	1,800	1,00	-	0,00
VR2 SZ – vhodna vrata PVC	5,48	SZ	1,800	1,00	-	0,00
VR4 – garažna vrata	10,55	SZ	3,000	1,00	-	0,00

### **6.2.3 Toplotni mostovi**

Vpliv topotnih mostov je upoštevan na poenostavljen način, s povečanjem topotne prehodnosti ovoja celotne stavbe za  $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

### **6.2.4 Prezračevanje**

Topotna cona »Šola« nima urejenega centralnega ali lokalnega mehanskega prezračevanja. Prezračevanje se izvaja z ročnim odpiranjem oken.

Topotna cona »Telovadnica« ima centralni mehanski prezračevalni sistem z nazivno količino zraka za prezračevanje  $5572,8 \text{ m}^3/\text{h}$ , močjo odvodnega ventilatorja  $1000 \text{ W}$  in močjo dovodnega ventilatorja  $1000 \text{ W}$ . Sistem ne deluje celo leto.

Vrednosti, ki niso dane, so privzete po projektu in so preračunane s pomočjo programa KI Energija 2017.

### **6.2.5 Ogrevanje**

Ogrevanje v topotni coni »Šola« je visokotemperaturno ( $70^\circ\text{C}$ ), brez ogrevanja tople vode, z enim generatorjem, s kotlom z ventilatorskim gorilnikom, zemeljskim plinom kot virom energije, s temperaturno regulacijo in nazivno močjo  $390 \text{ kW}$ . Razvodni sistem je dvocevni, s črpalkami v ogrevanih prostorih in z izoliranimi cevovodi. Razvod se pretežno nahaja v zunanjem zidu. Kot ogrevala se uporabljajo radiatorji z vstopno temperaturo vode  $70^\circ\text{C}$  in z izstopno temperaturo  $55^\circ\text{C}$ , brez ventilatorja in s centralno regulacijo vstopne vode. Nameščena so v večji meri ob zunanji steni pod normalno velikimi okni.

Ogrevanje v coni »Telovadnica« je kalorfersko, toplozračno regulirano z dovodom zraka od zgoraj.

Vrednosti, ki niso dane, so privzete po projektu in so preračunane s pomočjo programa KI Energija 2017.

### **6.2.6 Topla voda**

Topla sanitarna voda se pripravlja samo v topotni coni »Šola«. Kot generator se uporablja električni grelec, ki je neposredno nameščen v hranilnik. Namestitev se nahaja v kotlovnici. Nazivna moč generatorja toplote znaša 12 kW, hranilnik vode pa ima prostornino 720 litrov. Razvodni sistem nima cirkulacije, črpalke niso v ogrevanih prostorih in cevi niso izolirane. Razvod se pretežno nahaja v notranji steni.

Vrednosti, ki niso dane, so prizete po projektu in so preračunane s pomočjo programa KI Energija 2017.

### **6.2.7 Hlajenje**

Se ne uporablja v nobeni topotni coni.

### **6.2.8 Razsvetljava**

Razsvetljava v topotni coni »Šola« je poenostavljena na instalirano moč svetilk 17,5 W/m<sup>2</sup>, s povprečno uporabo prostorov, predvideno za izobraževalne ustanove: podnevi 1800 ur in 200 ur ponoči, s faktorjem dnevne osvetlitve 1 in faktorjem zasedenosti prostora 1 – šola, ročni vklop in izklop svetilk.

Razsvetljava v coni »Telovadnica« je poenostavljena na instalirano moč svetilk 19,5 W/m<sup>2</sup>, s povprečno uporabo prostorov, predvideno za izobraževalne ustanove: podnevi 1800 ur in 200 ur ponoči, s faktorjem dnevne osvetlitve 1 in faktorjem zasedenosti prostora 1 – pisarna, šola, ročni vklop in izklop svetilk.

Razsvetljava na zunanjem delu objekta v skupni moči 1200 W se ne upošteva.

Vrednosti, ki niso dane, so prizete po projektu in so preračunane s pomočjo programa KI Energija 2017.

## 6.3 IZVEDENI UKREPI OB SANACIJI

### 6.3.1.1 Sanacija ovoja stavbe

V tabeli 6.18 so prikazani materiali, ki smo jih ob sanaciji ovoja morali dodati sledečim konstrukcijam:

- ZS1 – zunanja stena, nova šola,
- ZS4 – zunanja stena, stara šola A,
- ZS5 – zunanja stena, stara šola B,
- ZS2 – zunanja stena telovadnice,
- ZS3 – zunanja stena telovadnice.

Tabela 6.18: Dodani materiali pri konstrukcijah [2]

Sloj	Material	$d$ [mm]	$\rho$ [ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ]	$c$ [ $\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ ]	$\lambda$ [ $\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$ ]	$\mu$
5	jubizol MW	16	80	1000	0,035	1
6	baumit silikat pluz	1	1800	1000	0,7	40

### 6.3.1.2 Sanacija strehe

V tabeli 6.19 so prikazani materiali, ki smo jih ob sanaciji strehe morali dodati k sledečim konstrukcijam:

- poševna streha šola ST5,
- strop proti neogrevanemu podstrešju ST1.

Tabela 6.19: Dodani materiali pri sanaciji strehe A [2]

Sloj	Material	$d$ [mm]	$\rho$ [ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ]	$c$ [ $\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ ]	$\lambda$ [ $\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$ ]	$\mu$
4	URSA SF 38	20	18	1030	0,038	1

V tabeli 6.20 so prikazani materiali, ki smo jih ob sanaciji strehe morali dodati konstrukciji,:

- ravna streha šola ST4.

Tabela 6.20: Dodani materiali pri sanaciji strehe B [2]

Sloj	Material	d [mm]	$\rho$ [ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ]	C [ $\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ ]	$\lambda$ [ $\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$ ]	$\mu$
11	Knauf insulation DDPRT	10	30	1030	0,036	1
12	Knauf insulation DDP G	9	30	1030	0,04	1
13	PVC strešni trakovi, mehki	0,2	1200	1030	0,19	20000

### 6.3.1.3 Menjava oken in vrat

Na objektu so se zamenjali tudi tipi oken in vrat, ki so prikazani v tabeli 6.21.

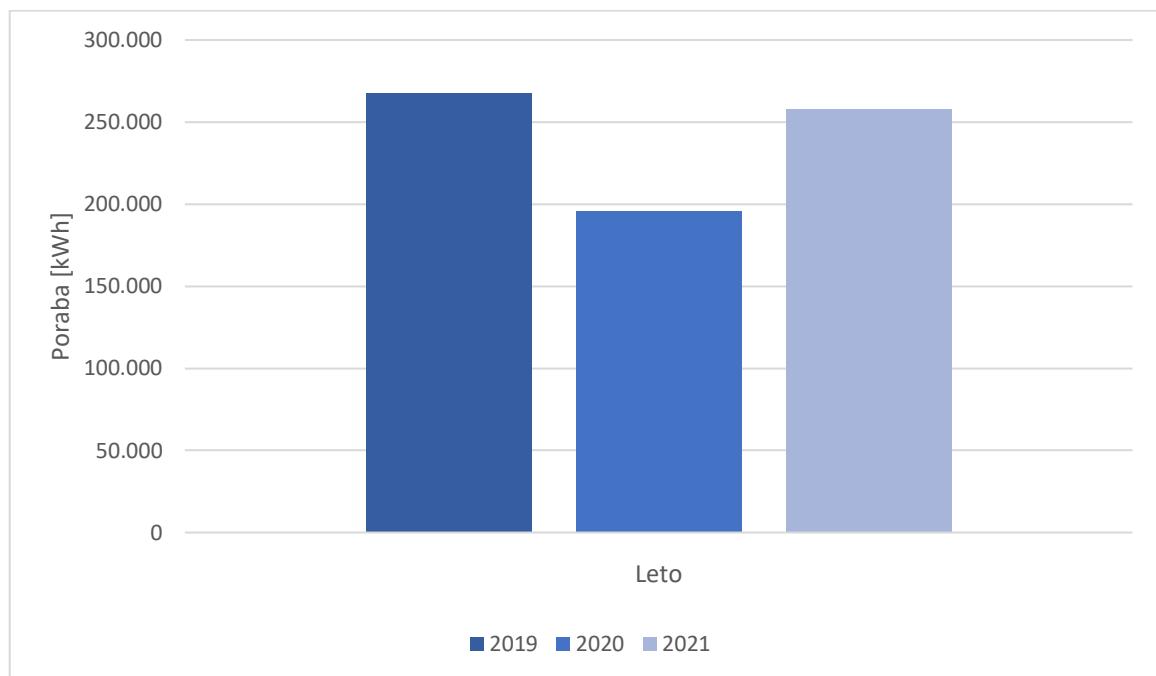
Tabela 6.21: Zamenjeni tipi oken in vrat [2]

Naziv	$\lambda$ [ $\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$ ]	g
VR3	1,44	/
OK2	1,17	0,61
OK6 – okno les enojno	1,17	0,61

### 6.3.2 Poraba električne energije v obdobju 2019 – 2021

Graf 6.1 prikazuje povprečno letno porabo električne energije v obdobju 2019–2021. Iz meritev je bilo razvidno, da se je poraba električne energije v primerjavi z grafom 4.5

povečala. Razlog za povečanje je uporaba toplotne črpalke, posodobitev strojev v kuhinji in dodajanje elektronskih naprav v objekt [2].



Graf 6.1: Prikaz povprečne porabe električne energije v obdobju 2019 – 2021 [2]

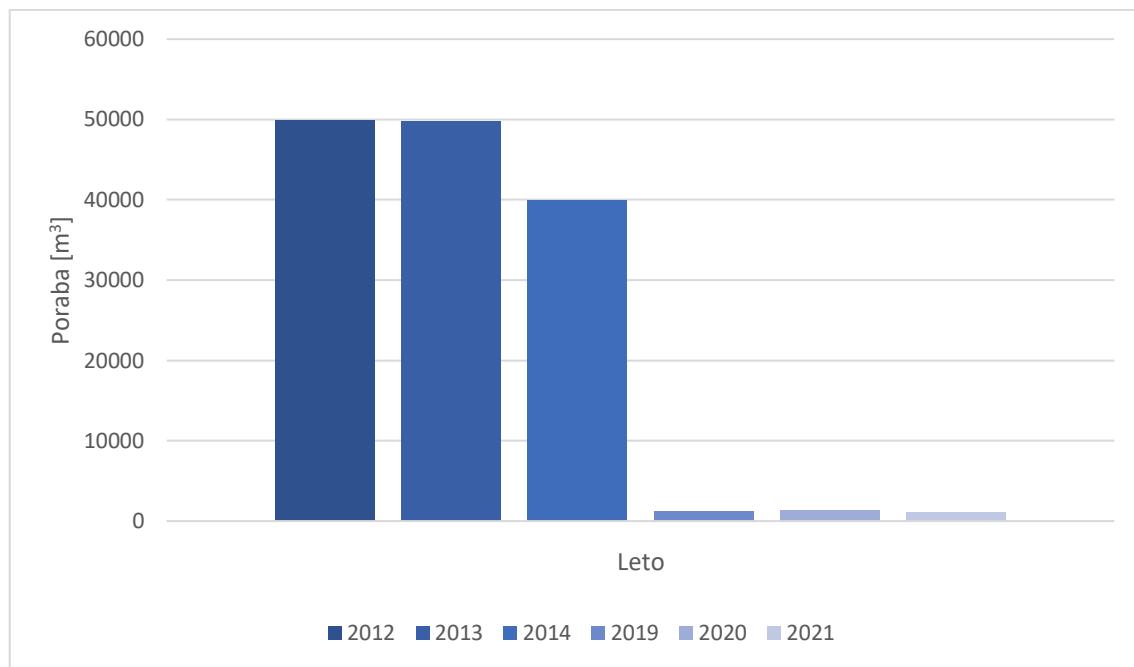
V tabeli 6.21 so prikazane vrednosti še tabelarično.

Tabela 6.21: Poraba električne energije v obdobju 2019 – 2021 [2]

Leto	W <sub>f</sub> [kWh]
2019	267.720
2020	196.010
2021	257.870

### 6.3.3 Poraba zemeljskega plina v obdobju 2019 – 2021

Graf 6.2 prikazuje povprečno porabo zemeljskega plina v letu obdobja 2019–2021. Iz meritev je bilo razvidno, da se je poraba zemeljskega plina občutno znižala v primerjavi z obdobjem 2012–2014 [2].



Graf 6.2: Prikaz povprečne porabe zemeljskega plina v obdobju 2012 – 2014 in v obdobju 2019 – 2021 [2]

V tabeli 6.22 so prikazane vrednosti še tabelarično.

Tabela 6.22: Poraba zemeljskega plina v obdobju 2012 – 2014 in v obdobju 2019 – 2021 [2]

Leto	Poraba zemeljskega plina [m <sup>3</sup> ]
2019	1192
2020	1283
2021	1069
2014	39870
2013	49714
2012	49914

## 7 ANALIZA KAZALNIKOV ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

### 7.1 ANALIZA KAZALNIKOV ENERGETSKE UČINKOVITOSTI RAČUNSKE IN MERJENE ENERGETSKE IZKAZNICE PRED IN PO SANACIJI

Izdelani rEl in mEl pred sanacijo in po njej je možno pogledati v prilogi. Priloga A vsebuje mEl, ki jo je izdelalo podjetje Virgo, d. o. o., priloga B vsebuje mEl pred sanacijo, priloga C vsebuje mEl po sanaciji, priloga D vsebuje rEl pred sanacijo, priloga E pa vsebuje rEl po sanaciji. Energetske izkaznice v prilogah B, C, D in E smo izdelali sami s programom KI Energija.

#### 7.1.1 RAČUNSKA ENERGETSKA IZKAZNICA

V tabeli 7.1 so prikazani kazalniki energetske učinkovitosti rEl pred sanacijo.

Tabela 7.1: Kazalniki energetske učinkovitosti rEl pred sanacijo

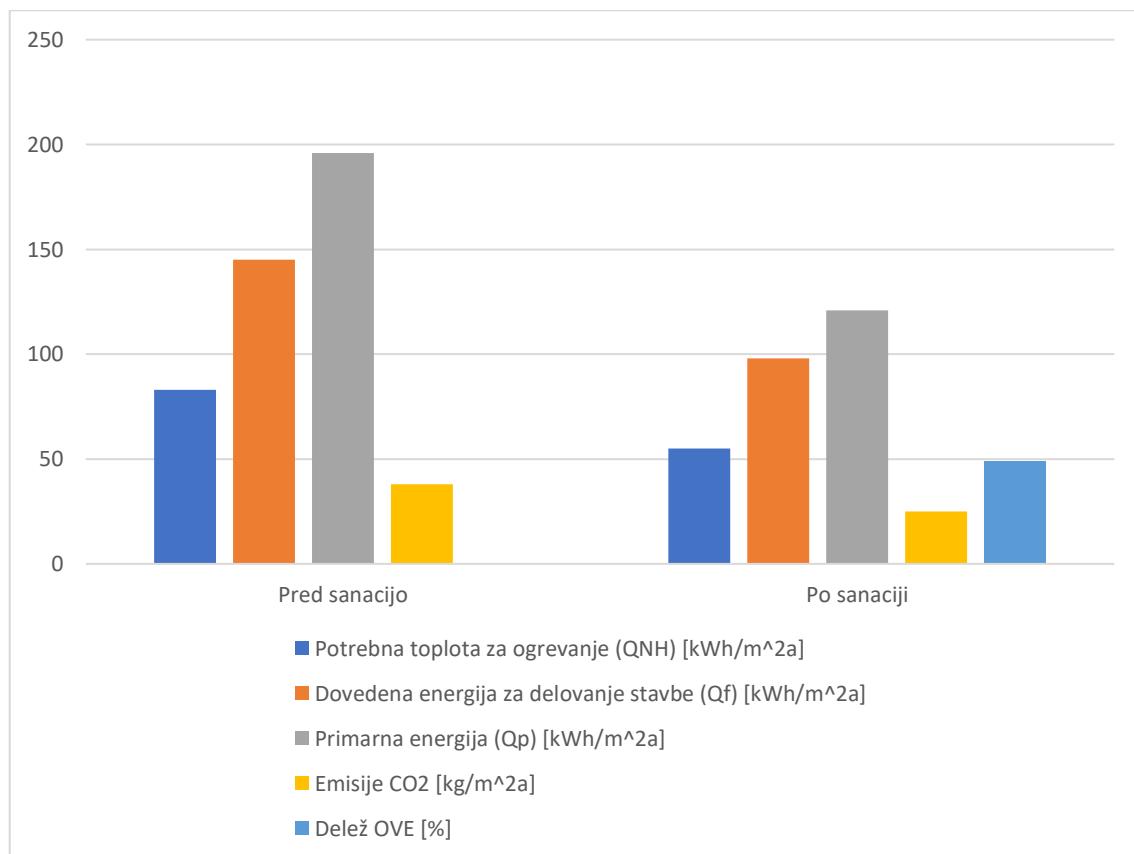
Kazalnik	Vrednost
$Q_{NH}$ [ kWh / m <sup>2</sup> a ]	83
$Q_f$ [ kWh / m <sup>2</sup> a ]	145
$Q_p$ [ kWh / m <sup>2</sup> a ]	196
Emisije CO <sub>2</sub> [ kg / m <sup>2</sup> a ]	38
Delež OVE [%]	0

V tabeli 7.2 so prikazani kazalniki energetske učinkovitosti rEl po sanaciji.

Tabela 7.2: Kazalniki energetske učinkovitosti rEl po sanaciji

Kazalnik	Vrednost
$Q_{NH}$ [ $\frac{kWh}{m^2a}$ ]	55
$Q_f$ [ $\frac{kWh}{m^2a}$ ]	98
$Q_p$ [ $\frac{kWh}{m^2a}$ ]	121
Emisije CO <sub>2</sub> [ $\frac{kg}{m^2a}$ ]	25
Delež OVE [%]	49

Graf 7.1 prikazuje kazalnike energetske učinkovitosti pred sanacijo in po njej.



Graf 7.1: Kazalniki energetske učinkovitosti pred sanacijo in po njej – rEl

### 7.1.2 Komentar

Iz dobljenih rezultatov je ugotovljeno, da se je po sanaciji bistveno zmanjšala  $Q_{NH}$ , kar nakazuje na ustrezeno izboljšanje toplotne izolativnosti ovoja stavbe. Primarna energija ( $Q_p$ ) se je tako zmanjšala za približno 38 %. Sanacija je pripomogla tudi k zmanjšanju emisij CO<sub>2</sub>. Z uporabo TČ za ogrevanje se je delež OVE povečal za kar 49 %. Pred sanacijo je ta znašal 0 %. Za nestanovanjske stavbe se praviloma izdeluje mEI, saj pri računskem postopku privzemamo vrednosti parametrov, kot so projektna temperatura, prezračevanje in letna uporaba prostorov podnevi, ki včasih niso primerne za uporabo v stavbah, v katerih se dnevno nahaja toliko uporabnikov, saj so te vrednosti lahko odvisne tudi od njihovih navad, ki pa se lahko precej razlikujejo od vrednosti, ki jih lahko izberemo v programu. Tako se število izmenjav zraka določi glede na število oseb v stavbi, kar pa je dejansko v danem primeru osnovne šole lahko precej odvisno že od tega, ali lahko učenci odpirajo okna ali ne. Vseeno so podatki rEI primerljivi s podatki mEI, saj pri dobljenih rezultatih nekoliko izstopa edino povečana poraba plina, kjer je podatek na mEI v primerjavi z rEI nižji za približno 30 %, podatek o porabi električne energije pa odstopa za približno 5 %.

### 7.1.3 MERJENA ENERGETSKA IZKAZNICA

Tabela 7.3 prikazuje kazalnike energetske učinkovitosti mEI pred sanacijo.

Tabela 7.3: Kazalniki energetske učinkovitosti mEI pred sanacijo

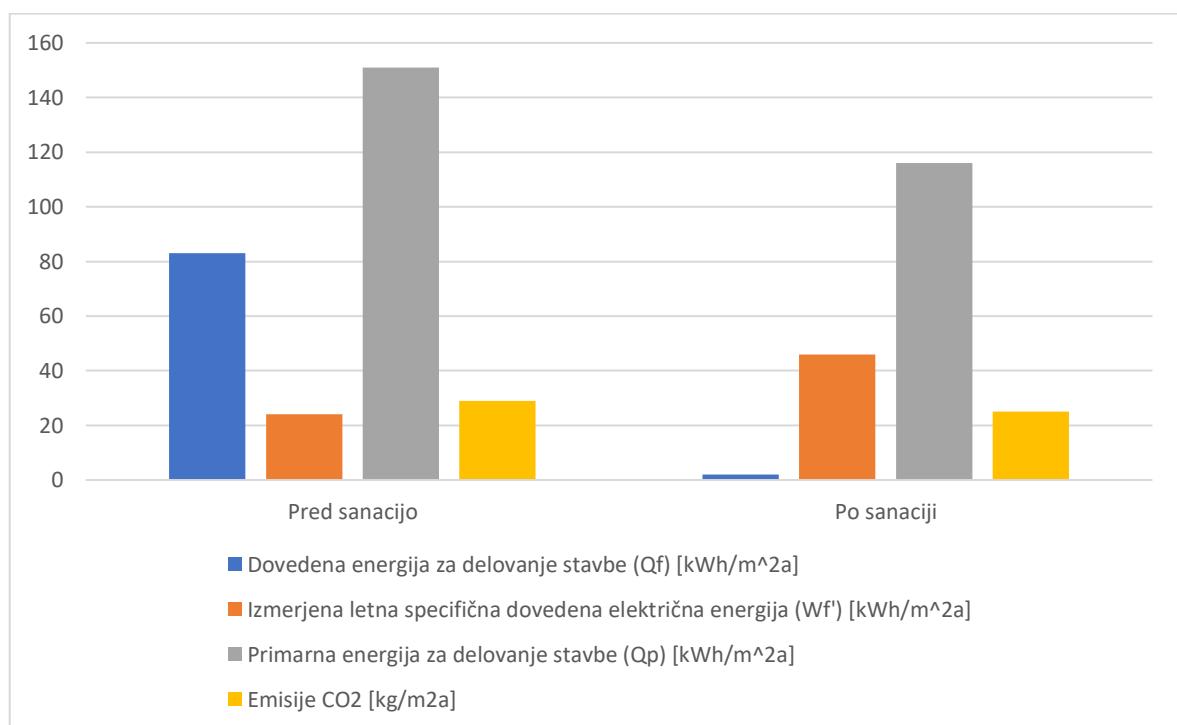
Kazalnik	Vrednost
$Q_f$ [ $\frac{kWh}{m^2a}$ ]	83
$W_f'$ [ $\frac{kWh}{m^2a}$ ]	24
$Q_p$ [ $\frac{kWh}{m^2a}$ ]	151
Emisije CO <sub>2</sub> [ $\frac{kg}{m^2a}$ ]	29

Tabela 7.4 pa prikazuje kazalnike energetske učinkovitosti mEI po sanaciji.

Tabela 7.4: Kazalniki energetske učinkovitosti mEI po sanaciji

Kazalnik	Vrednost
$Q_f \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}} \right]$	2
$W_f' \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}} \right]$	46
$Q_p \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}} \right]$	116
Emisije CO <sub>2</sub> $\left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^2\text{a}} \right]$	25

Graf 7.2 prikazuje kazalnike energetske učinkovitosti pred sanacijo in po njej.



Graf 7.2: Kazalniki energetske učinkovitosti pred sanacijo in po njej – mEI

### 7.1.4 Komentar

Iz dobljenih rezultatov je ugotovljeno, da se je bistveno zmanjšala  $Q_f$ . To je celotna končna energija goriva, ki se dovaja v stavbo in ne vključuje električne energije. S prehodom z zemeljskega plina kot primarnega vira ogrevanja na TČ in s tem tudi na OVE je bil dosežen izjemno dober ukrep za izboljšanje energetske učinkovitosti. Ugotovljeno je bilo, da se je bistveno povečala  $W_f'$ . Razlog za takšno povečanje je uporaba TČ za ogrevanje in tudi dodajanje novih fiksnih porabnikov, računalniške opreme in ostalih električnih naprav v objekt. Smiselno bi bilo razmisliti o vgradnji fotovoltaičnih celic.

## 7.2 ANALIZA REZULTATOV PORABE ENERGIJE RAČUNSKE ENERGETSKE IZKAZNICE PRED SANACIJO, IZDELANE S PROGRAMOM KI ENERGIJA

V tabeli 7.5 je prikazana mesečna poraba električne energije rEI pred sanacijo, izdelane s programom KI energija. Predstavljena je tudi potrebna električna energija za ogrevanje ( $W_{fH+aux}$ ), potrebna električna energija za prezračevanje ( $W_{v+aux}$ ), potrebna električna energija za toplo vodo ( $W_{fw+aux}$ ), potrebna električna energija za razsvetljavo ( $W_{light}$ ), in potrebna električna energija za delovanje stavbe ( $W_f$ ).

Tabela 7.5: Prikaz potrebne električne energije na mesečni ravni - rEI

Mesec	$W_{fH+aux}$ [ $\frac{kWh}{m^2}$ ]	$W_{v+aux}$ [ $\frac{kWh}{m^2}$ ]	$W_{fw+aux}$ [ $\frac{kWh}{m^2}$ ]	$W_{light}$ [ $\frac{kWh}{m^2}$ ]	$W_f$ [ $\frac{kWh}{m^2}$ ]
januar	305	1488	503	9950,59	12246,59
februar	213	1344	455	9950,59	11962,59
marec	149	1488	503	9950,59	12090,59
april	66	1440	487	9950,59	11943,59
maj	15	960	503	9950,59	11428,59
junij	0	0	360	9950,59	10310,59
julij	0	0	372	9950,59	10322,59

»se nadaljuje«

»nadaljevanje«

Mesec	$W_{fH+aux}$ [ kWh m <sup>2</sup> ]	$W_{v+aux}$ [ kWh m <sup>2</sup> ]	$W_{fw+aux}$ [ kWh m <sup>2</sup> ]	$W_{light}$ [ kWh m <sup>2</sup> ]	$W_f$ [ kWh m <sup>2</sup> ]
avgust	0	0	372	9950,59	10322,59
september	12	384	360	9950,59	10706,59
oktober	81	1488	504	9950,59	12023,59
november	186	1440	488	9950,59	12064,59
december	273	1488	504	9950,59	12215,59
Skupaj	1300	11520	5411	119407,08	137638,08

Tabela 7.6 prikazuje dovedeno toploto za ogrevanje z uporabo prvega generatorja, ki uporablja plin kot emergent ( $Q_{Hf,G_1}$ ).

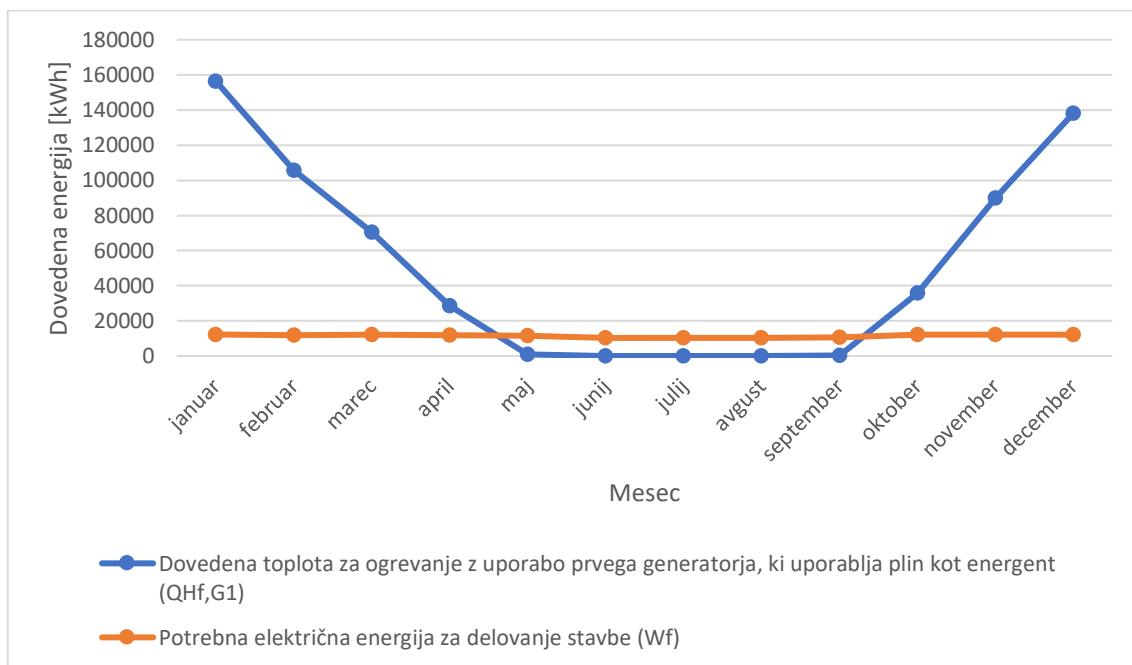
Tabela 7.6: Prikaz mesečne dovedene toplote za ogrevanje z uporabo prvega generatorja, ki uporablja plin kot emergent - rEI

Mesec	$Q_{Hf,G_1}$ [ kWh m <sup>2</sup> ]
januar	156488
februar	105729
marec	70486
april	28485
maj	1045
junij	0
julij	0
avgust	0
september	425
oktober	35857
november	89852

»se nadaljuje«

»nadaljevanje«

Mesec	$Q_{Hf,G1} \left[ \frac{kWh}{m^2} \right]$
december	138191
Skupaj	626558



Graf 7.3: Mesečni prikaz dovedene energije za ogrevanje z uporabo zemeljskega plina kot primarnega energenta v primerjavi s celotno porabo električne energije pred sanacijo

### 7.2.1 Komentar

Iz dobljenih rezultatov je bilo ugotovljeno, da so vrednosti  $Q_{Hf,G1}$  nekoliko višje od dejanskih prav zaradi dejstev, naštetih v komentarju poglavja »Analiza kazalnikov energetske učinkovitosti rEl in mEl pred sanacijo in po njej«. Kljub temu je iz grafa 7.3 razvidno, v katerih mesecih je potrebno dovajati največ energije in kdaj objekta ni potrebno ogrevati. Opazimo, da je  $W_f$  tekom leta bolj ali manj konstantna. Ugotovljeno je bilo tudi, da največji delež porabe električne energije predstavlja razsvetljjava. Smiselno bi bilo razmisiliti o menjavi svetlobnih teles. Velik del predstavlja tudi priprava

tople vode, zato je bilo smiselno investirati v TČ za ogrevanje sanitarne vode, prav tako je opravičena investicija v sanacijo ovoja stavbe in sprememba primarnega načina ogrevanja z zemeljskim plinom kot virom energenta v TČ.

### 7.3 ANALIZA REZULTATOV RAČUNSKE ENERGETSKE IZKAZNICE PO SANACIJI, IZDELANE S PROGRAMOM KI ENERGIJA

V tabeli 7.7 je prikazana mesečna poraba električne energije rEl po sanaciji, izdelane s programom KI energija.

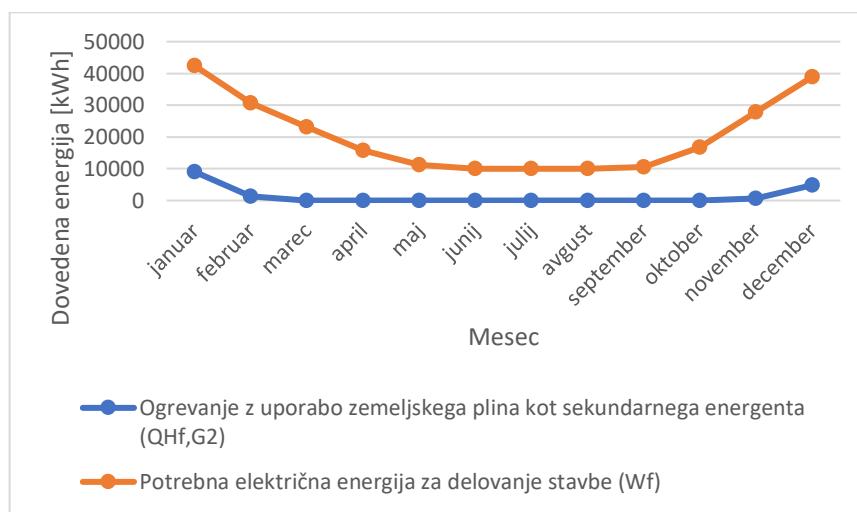
Tabela 7.7: Prikaz potrebne električne energije na mesečni ravni

Mesec	$W_{fH+aux}$ [ kWh m <sup>2</sup> ]	$W_{v+aux}$ [ kWh m <sup>2</sup> ]	$W_{fw+aux}$ [ kWh m <sup>2</sup> ]	$W_{light}$ [ kWh m <sup>2</sup> ]	$W_f$ [ kWh m <sup>2</sup> ]
januar	30884	1488	73	9950,59	42395,59
februar	19389	1344	58	9950,59	30741,59
marec	11712	1488	61	9950,59	23211,59
april	4345	1440	53	9950,59	15788,59
maj	298	960	49	9950,59	11257,59
junij	0	0	45	9950,59	9995,59
julij	0	0	45	9950,59	9995,59
avgust	0	0	45	9950,59	9995,59
september	141	384	47	9950,59	10522,59
oktober	5300	1488	54	9950,59	16792,59
november	16453	1440	62	9950,59	27905,59
december	27356	1488	70	9950,59	38864,59
Skupaj	115878	11520	662	119407,08	247467,08

Tabela 7.8 prikazuje dovedeno toploto za ogrevanje z uporabo drugega generatorja, ki uporablja plin kot energent ( $Q_{Hf,G2}$ ).

Tabela 7.8: Prikaz mesečne dovedene toplotne za ogrevanje z uporabo drugega generatorja, ki uporablja plin kot energent - rEI

Mesec	$Q_{Hf,G_2}$ [ $\frac{kWh}{m^2}$ ]
januar	9038
februar	1344
marec	27
april	0
maj	0
junij	0
julij	0
avgust	0
september	0
oktober	0
november	661
december	4925
Skupaj	15995



Graf 7.4: Mesečni prikaz dovedene energije za ogrevanje z uporabo zemeljskega plina kot sekundarnega energenta v primerjavi s celotno porabo električne energije po sanaciji

### 7.3.1 Komentar

Iz dobljenih rezultatov je bilo ugotovljeno, da se je s prehodom na ogrevanje s pomočjo TČ bistveno povečala električna energija za ogrevanje, drastično pa se je zmanjšala dovedena energija za ogrevanje z uporabo zemeljskega plina kot vira energenta, kar prikazuje graf 7.4. Razvidno je, da kljub TČ decembra in januarja še vedno potrebujemo zemeljski plin kot dodatni vir energije, je pa uporaba tega v primerjavi s podatki pred sanacijo izjemno majhna. Povečano porabo električne energije bi lahko kompenzirali z vgradnjo fotovoltaičnih celic in z menjavo svetlobnih teles.

## 7.4 TERMOGRAFSKI PREGLED STAVBE

Pri izdelovanju termografskih posnetkov smo uporabili IR kamero proizvajalca Optis Xi 400, ki je prikazana na sliki 7.1, in programsko opremo PixConnect. Optis je eno izmed vodilnih podjetij, ki se že več kot 17 let ukvarja z razvijanjem in proizvodnjo inovativnih infrardečih merilnih naprav za industrijsko merjenje temperatur, vključno z IR merilnimi kamerami, stacionarnimi industrijskimi IR termometri in prenosnimi termometri. V tabeli 7.9 so navedene tehnične specifikacije omenjene kamere [14].



Slika 7.1: IR kamera Optis Xi 400 [14]

Tabela 7.9: Tehnične specifikacije IR kamere Opbris Xi 400

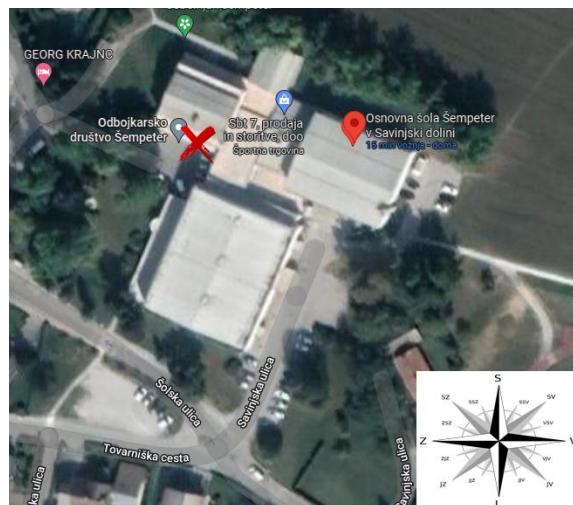
<b>Tehnične specifikacije IR kamere Opbris Xi 400</b>	
Temperaturni obseg	–20 °C ... 100 °C 0 °C ... 250 °C (20) 150 °C ... 900 °C 1) 200 °C ... 1500 °C (opcija)
Optična resolucija	382 x 288 pikslov
Natančnost (pri 23°C± 5°C)	±2 °C ali ±2 % (kar je večje)
Detektor	FPA, brezbarvni
Osvežilna hitrost	80Hz / 27Hz

#### 7.4.1 Opis meritne metode

Zajemanje termografskih posnetkov s pomočjo IR kamere smo izvajali pozimi, saj smo želeli prikazati čim bolj točne rezultate. Da smo jih dosegli, smo počakali na dan, ko je bila temperaturna razlika med notranjo temperaturo objekta in zunanjou temperaturo čim večja. Zunanja temperatura ob zajemanju je znašala približno 5 °C. Pred začetkom smo nastavili še parameter emisivnost. S tem pojmom označujemo količino, ki nam pove, kolikšno sevanje oddaja poljuben predmet v primerjavi z idealnim črnim sevalom. Emisivnost se tudi razlikuje od vrste površine. Tako ima na primer zloščena površina vrednost pod 0,1, barve na oljni osnovi pa več kot 0,9. Za večino predmetov velja emisivnost med 0,1 in 0,95. S spremenjanjem temperature se vrednost močno spreminja. Pravilno vrednost izberemo tabelično. Za naše meritve smo izbrali vrednost 0,9, ki je ustrezna za preverjanje gradbenih materialov, kot so opeka, les, pesek ter nekaterih kovin. Pri zajemanju termografskih posnetkov se s kamero pomikamo po površini objekta in opazujemo, kje prihaja do največjih temperaturnih sprememb. Naredi se posnetek zaslona, slike pa se nato obdelajo na računalniku [15].

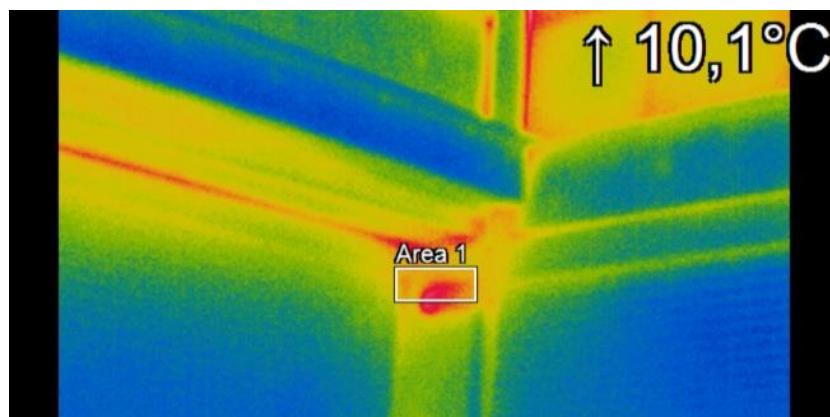
### 7.4.2 Rezultati meritev

Slika 7.2 prikazuje satelitski posnetek objekta OŠ Šempeter. Z rdečim simbolom »X« je označeno mesto izvajanja meritev – zahodni del objekta, okolica vhoda v kuhinjo.



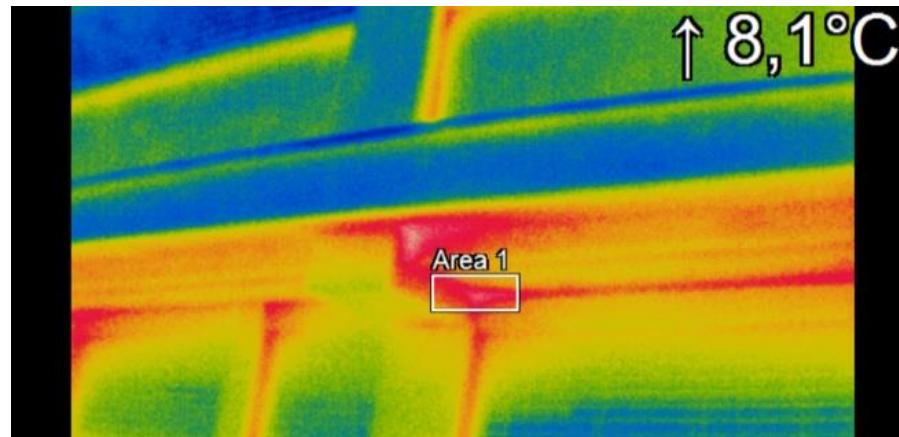
Slika 7.2: Mesto izvajanja meritev – zahodni del objekta, okolica vhoda v kuhinjo [16]

Iz termografskega posnetka na sliki 7.3 je razviden linijski topotni most na mestu med armirano betonsko ploščo v prvem nadstropju in vrhom oken v pritličnem prostoru.



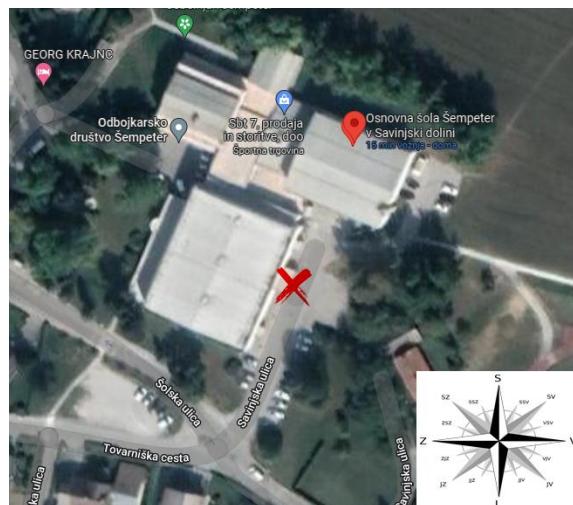
Slika 7.3: Linijski topotni most (lastni vir)

Slika 7.4 prikazuje enak odsek, posnet z druge strani. Opazimo, da na spodnjem delu armirane betonske plošče prihaja do večjih temperturnih razlik, kar nakazuje na pomanjkanje izolacije.



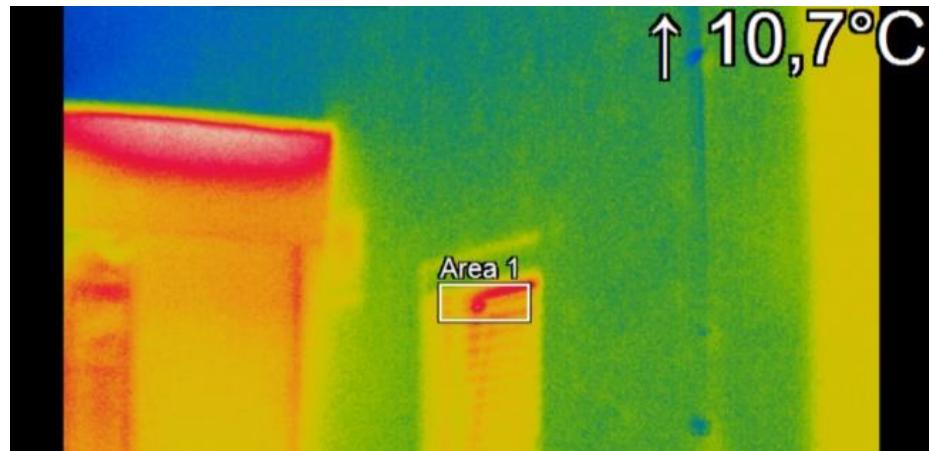
Slika 7.4: Linijski topotni most, drugi zorni kot (lastni vir)

Slika 7.5 prikazuje satelitski posnetek objekta OŠ Šempeter. Z rdečim simbolom »X« je označeno mesto izvajanja meritev – vzhodni del objekta, okolica glavnega vhoda v šolo.



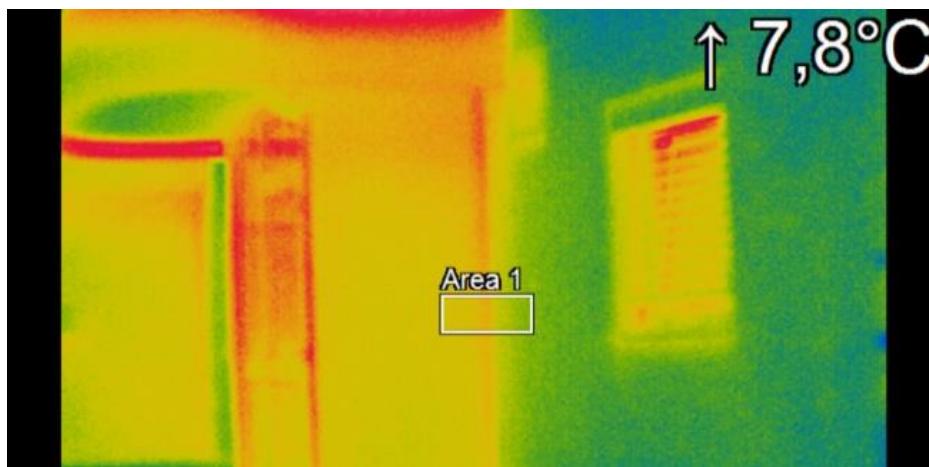
Slika 7.5: Mesto izvajanja meritev – vzhodni del objekta, okolica glavnega vhoda v šolo

Iz termografskega posnetka na sliki 7.6 je razviden vir topotnih izgub zaradi okna, odprtega na kip. Takšne izgube enostavno preprečimo z drugačnim načinom prezračevanja, na primer z uporabo rekuperatorjev toplote.



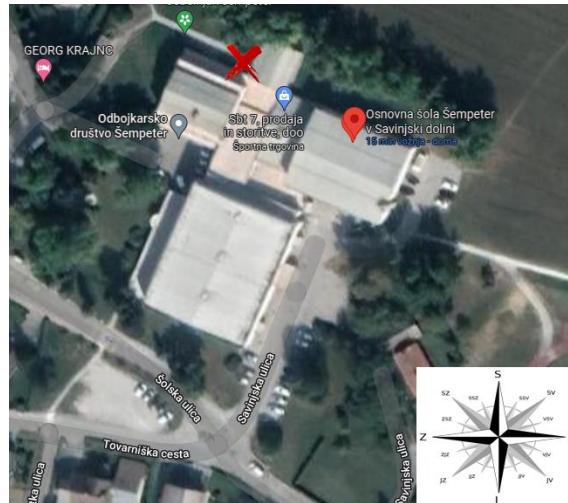
Slika 7.6: Vir toplotnih izgub zaradi okna, odprtega na kip (lastni vir)

Iz termografskega posnetka na sliki 7.7 je razviden vir toplotnih izgub v vhodnem predprostoru pri vhodnih vratih. Ta del je pozidan pred objektom in je zgrajen iz večjih steklenih površin, kar bi lahko preprečili z zamenjavo uporabljenih materialov. Predprostor bi sicer lahko tudi odstranili, bi pa s tem pokvarili estetski videz objekta.



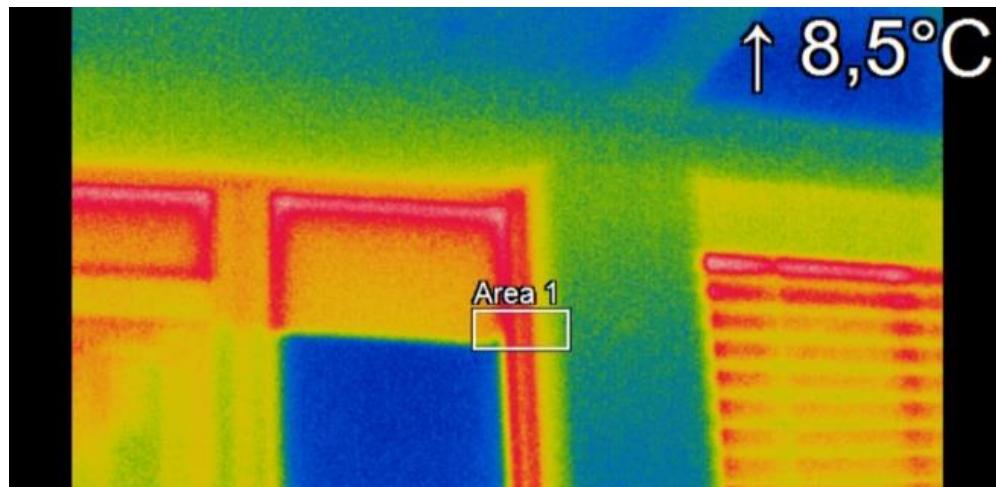
Slika 7.7: Vir toplotnih izgub na vhodnem predprostoru pri vhodnih vratih (lastni vir)

Slika 7.8 prikazuje satelitski posnetek objekta OŠ Šempeter. Z rdečim simbolom »X« je označeno mesto izvajanja meritev – severni del objekta.



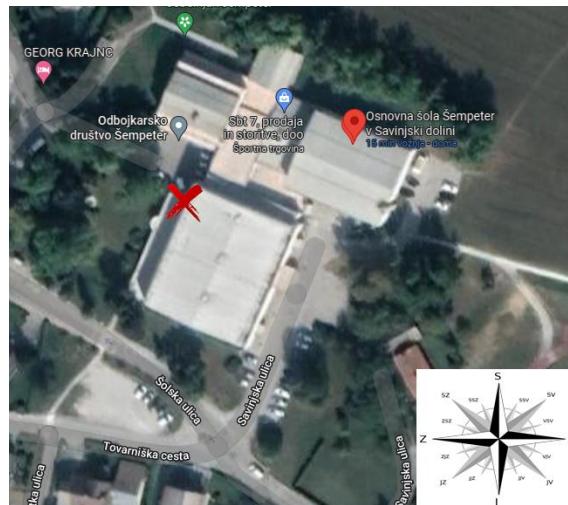
Slika 7.8: Mesto izvajanja meritev – severni del objekta (lastni vir)

Iz termografskega posnetka na sliki 7.9 je razviden podoben vir topotnih izgub zaradi okna, odprtega na kip, kot je bil viden na sliki 7.6. Takšne izgube lahko enako kot v prejšnjem primeru preprečimo z drugačnim načinom prezračevanja, na primer z uporabo rekuperatorjev toplote.



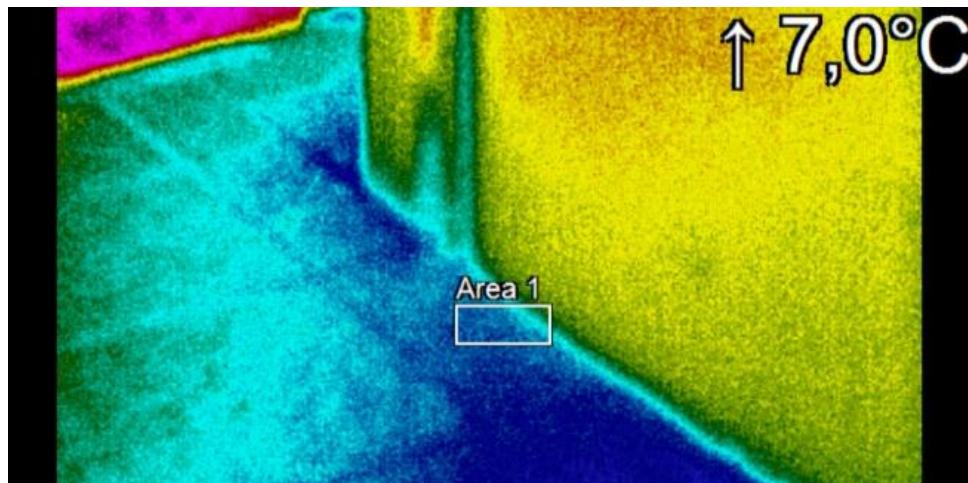
Slika 7.9: Vir topotnih izgub zaradi okna, odprtega na kip, primer 2 (lastni vir)

Slika 7.10 prikazuje satelitski posnetek objekta OŠ Šempeter. Z rdečim simbolom »X« je označeno mesto izvajanja meritev – zahodni del objekta, okolica vhoda v telovadnico.



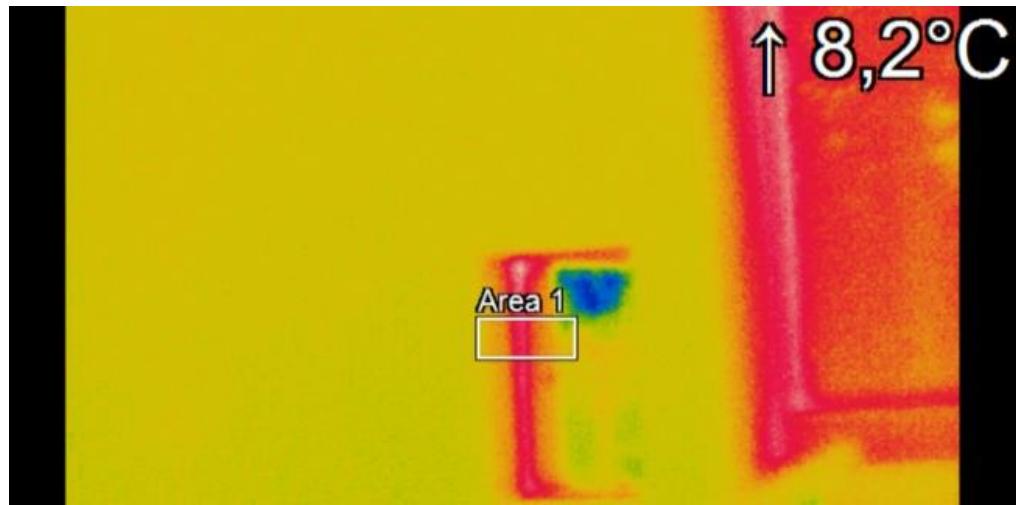
Slika 7.10: Mesto izvajanja meritev – zahodni del objekta, okolica vhoda v telovadnico

Iz termografskega posnetka na sliki 7.11 je razvidna dobro izolirana fasada na mestu temelja in fasadnega podstavka, saj ni vidnega večjega toplotnega mostu.



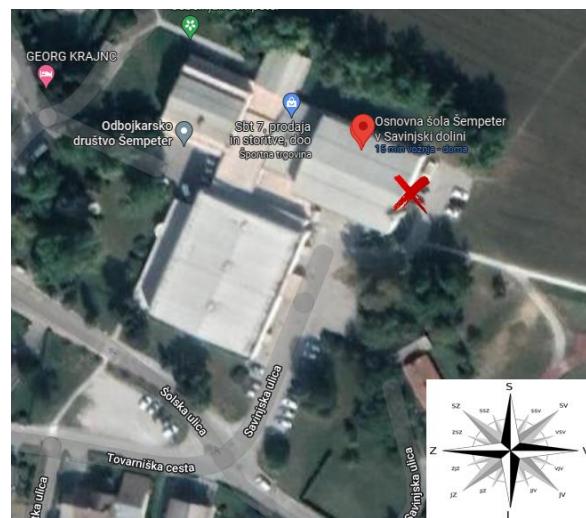
Slika 7.11: Dobro izolirana fasada na mestu temelja in fasadnega podstavka (lastni vir)

Iz slike 7.12 je razviden vir toplotnih izgub v okolini omarice za telefonski priključek. Edina rešitev v tem primeru bi bila izolacija notranjega dela omarice, kar pa ni smiselno z ekonomskega in praktičnega vidika.



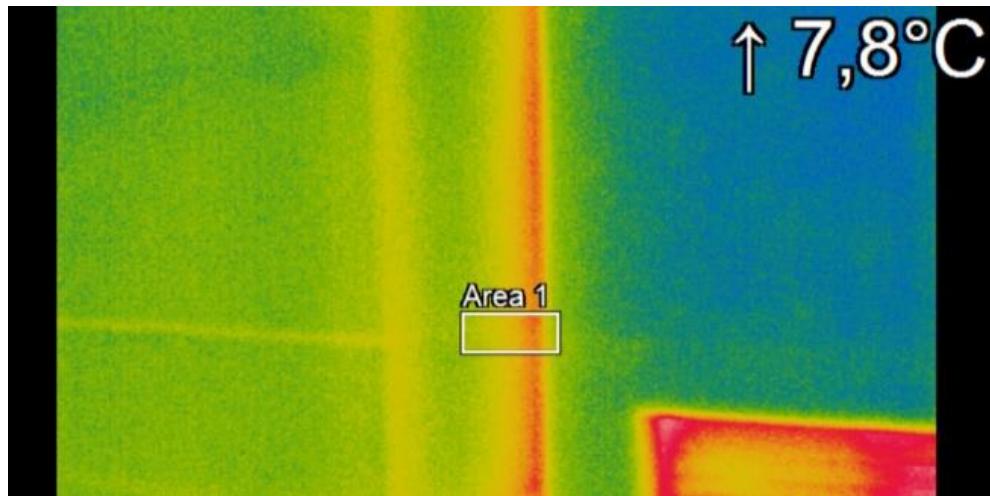
Slika 7.12: Vir topotnih izgub v okolici omarice za telefonski priključek (lastni vir)

Slika 7.13 prikazuje satelitski posnetek objekta OŠ Šempeter. Z rdečim simbolom »X« je označeno mesto izvajanja meritev – vzhodni del objekta, okolica dimnika.



Slika 7.13: Mesto izvajanja meritev – Vzhodni del objekta, okolica dimnika

Iz slike 7.14 je razviden linijski topotni most, ki sega vertikalno vse do mesta, kjer je konec fasade. Razlog za pojav takšnega topotnega mosta je slabo izoliran dimnik, saj topotne izgube prehajajo iz stene za dimnikom preko dimnika v okolico.



Slika 7.14: Vertikalni linijski toplotni most pri dimniku (lastni vir)

#### 7.4.3 Komentar

Rezultati termografskih posnetkov prikazujejo relativno dobro izvedbo energetske sanacije ovoja stavbe, saj smo opisane primere toplotnih izgub kar nekaj časa iskali po objektu. Razvidno je, da največji problem predstavlja linijski toplotni most na mestu med armirano betonsko ploščo v prvem nadstropju in vrhom oken v pritličnem prostoru, ki se da rešiti s povečanjem debeline izolacijskega materiala, odpiranje oken na kip se da rešiti z uporabo drugačnega načina prezračevanja, problem se da rešiti tudi s povečanjem izolacije v okolini dimnika in z zamenjavo gradbenih materialov v predprostoru pri glavnem vhodu. Glede na stanje objekta pred ES in po sanaciji so opisani primeri toplotnih izgub zanemarljivi. Menimo, da je bila sanacija izvedena pravilno in ekonomsko učinkovito.

## 8 ZAKLJUČEK

Energetska sanacija Osnovne šole Šempeter v Savinjski dolini je bila smiselna investicija, ki je prinesla željene cilje, ki so bili zastavljeni v mEl, izdelani s strani zunanjega izvajalca. Iz podatkov rEl pred sanacijo je razvidno, da stavba potrebuje 83 kWh/m<sup>2</sup>a topote za ogrevanje, kar jo uvršča v D razred. S sanacijo ovoja stavbe, ki zajema novo fasado, s popravilom izolacije strehe in z menjavo nekaterih oken je stavba postala bistveno energetsko varčnejša in jo po izračunih na podlagi rEl sedaj uvrščamo v C razred, s potrebno toploto za ogrevanje 55 kWh/m<sup>2</sup>a. Dovedena energija za delovanje stavbe je pred energetsko sanacijo znašala 145 kWh/m<sup>2</sup>a. Zamenjava zemeljskega plina kot primarnega vira energenta s TČ prinaša povečanje uporabe OVE za kar 49 %, uporaba TČ za ogrevanje sanitarne vode in sanacija ovoja stavbe pa prav tako bistveno prispevata k bolj URE. Vse našteto so ukrepi, s katerimi je bila dosežena zmanjšana potreba po dovedeni energiji za delovanje stavbe za kar 30 %. Ta znaša zdaj 98 kWh/m<sup>2</sup>a. Zaradi uporabe TČ za ogrevanje objekta in TČ za ogrevanje sanitarne vode je bila zmanjšana primarna energija s 196 kWh/m<sup>2</sup>a na 121 kWh/m<sup>2</sup>a. S prehodom na OVE so se zmanjšale tudi emisije CO<sub>2</sub>, ki so pred sanacijo znašale 38 kg/m<sup>2</sup>a, po sanaciji pa znašajo 25 kg/m<sup>2</sup>a. Analiza podatkov mEl potrjuje ugotovitve iz rEl in predstavlja realno trenutno stanje celotne rabe energije v stavbi. Ugotovimo, da so izračuni rEl in podatki na mEl primerljivi, kar nam tudi potrdi ustreznost izdelanih energetskih izkaznic. Analiza termografskih posnetkov je pokazala, da je bila sanacija ovoja stavbe dobro izvedena. Čeprav smo ugotovili nekaj primerov, kjer bi ob sanaciji lahko dodatno povečali debelino izolacijskega materiala, da bi zmanjšali nastanek toplotnega mostu, so omenjene lokacije primerov zanemarljive v primerjavi s stanjem pred sanacijo in njihova drugačna izvedba ne bi bistveno vplivala na izračune. Zagotovo pa je ključnega pomena, da uporabnike stavbe ozaveščajo o pravilnem načinu prezračevanja objekta in varčevanju z

energijo, saj lahko tako dodatno prispevamo k povečanju energetske učinkovitosti. Omenjena stavba predstavlja zgleden primer ostalim stavbam javnega sektorja.

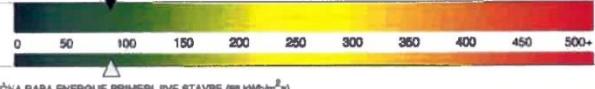
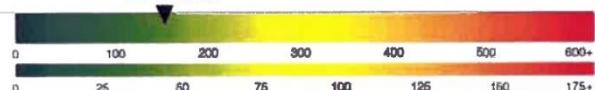
## VIRI IN LITERATURA

- [1] Energetska prenova stavb. Dostopno na:  
<https://www.gov.si/teme/energetskaprenova-stavb/> [17.7.2021].
- [2] Interno gradivo Občine Žalec: Energetska sanacija objektov v lasti lokalne skupnosti – OŠ Šempeter.
- [3] Strokovne podlage in smernice. Dostopno na:  
<https://www.energetika-portal.si/podrocja/energetika/energetska-prenova-javnih-stavb/strokovne-podlage-in-smernice/> [17.7.2021].
- [4] Služba vlade RS za razvoj in evropsko kohezijsko politiko. Operativni program za izvajanje evropske kohezijske politike v obdobju 2014-2020. Ljubljana, Služba vlade RS za razvoj in evropsko kohezijsko politiko, 2015.
- [5] Energetski zakon EZ-1. Uradni list RS, 2014, št. 17/14, str. 1.
- [6] Zakon o učinkoviti rabi energije. Uradni list RS, 2020, št. 158/20, str. 1.
- [7] Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. Uradni list RS, 2022, št. 70/22, str. 1.
- [8] Energetska izkaznica stavbe – informacije za državljanе. Dostopno na:  
<https://www.energetika-portal.si/podrocja/energetika/energetske-izkaznice-stavb/za-drzavljane/#c1234> [17.7.2021].
- [9] Program KI Energija. Dostopno na:  
<https://www.knaufinsulation.si/program-ki-energija-2017> [17.7.2021].
- [10] Energetsko učinkovit ovoj stavb. Dostopno na: [https://gbc-slovenia.si/wp-content/uploads/2020/04/GBC\\_Energetsko\\_ucinkovit\\_ovoj\\_stavb.pdf](https://gbc-slovenia.si/wp-content/uploads/2020/04/GBC_Energetsko_ucinkovit_ovoj_stavb.pdf) [17.7.2021].
- [11] Zapiski predavanj iz predmeta Energetski menedžment in inženiring.

- [12] Ministrstvo za okolje in prostor. Tehnična smernica TSG-01-004 2010: Učinkovita raba energije v stavbah. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor, 2021.
- [13] Temperaturni primanjkljaj. Dostopno na: <http://www.energetska-izkaznica.si/energetska-ucinkovitost/temperaturni-primanjkljaj/> [17.7.2021].
- [14] Optris. Dostopno na:  
[https://www.optris.global/?gclid=CjwKCAjw7vuUBhBUEiwAEdu2pHP17do8VK2Jx2C0wgRoPCpY7ZCqwwfgueKsyaqqNfYvM230kdRC3BoCzo0QAvD\\_BwE](https://www.optris.global/?gclid=CjwKCAjw7vuUBhBUEiwAEdu2pHP17do8VK2Jx2C0wgRoPCpY7ZCqwwfgueKsyaqqNfYvM230kdRC3BoCzo0QAvD_BwE)  
[17.7.2021].
- [15] IR kamera. Dostopno na:  
[http://lab.fs.uni-lj.si/kes/laboratorijske/IR\\_kamera.pdf](http://lab.fs.uni-lj.si/kes/laboratorijske/IR_kamera.pdf) [17.7.2021].
- [16] Google zemljevidi. Dostopno na:  
<https://www.google.com/maps/search/google+zemljevidi/@46.2852755,15.1910829,3090m/data=!3m2!1e3!4b1> [17.7.2021].

## PRILOGE

### PRILOGA A: MERJENA ENERGETSKA IZKAZNICA PRED SANACIJO, IZDELANA S PROGRAMOM URSA 4.0

<b>ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE</b>	
<b>Podatki o stavbi</b>	<b>Vrsta izkaznice: merjena</b>
Št. izkaznice: 2016-213-217-33728	Velja do: 05.08.2026
Vrsta stavbe: nestanovanjska	
Naziv stavbe: oč Šempeter	
Identifikacijska oznaka stavbe, posameznega dela ali delov stavbe: katastrska občina 905 številka stavbe 1436 Klasifikacija stavbe: 12B3001 del stavbe 1 Leto Izgradnje: 1964 Naslov stavbe: Šolska ulica 2, Šempeter v Savinjski dolini  Kondicionalna površina stavbe $A_e$ ( $m^2$ ): 5.274 Parcelna št.: 429/3 Katastrska občina: ŠEMPETER V SAVINJSKI DOLINI	
	
<b>Dovedena energija</b> 88 kWh/m <sup>2</sup> a  POVPREČNA RABA ENERGIJE PRIMERJIVJEJ STAVBE (88 kWh/m <sup>2</sup> a)	
<b>Dovedena električna energija</b> 25 kWh/m <sup>2</sup> a 	
<b>Primarna energija in Emissije CO<sub>2</sub></b> 159 kWh/m <sup>2</sup> a  31 kg/m <sup>2</sup> a	
<b>Izdajatelj</b>	<b>Izdelovalec</b>
VIRGO trgovsko in storitveno podjetje, d.o.o., Celje (213) Ime in podpis odgovorne osebe: Drago Cvrtla Opis: elektronik podpis. Datum izdaje: 06.08.2016	Drago Cvrtla (217) Ime in podpis: Drago Cvrtla Opis: elektronik podpis. Datum izdaje: 06.08.2016
<small>Inčeljivo je energetska izkaznica s podpisom potrdjen, da na nobetja nista od omislil in energetskega zbiranja (Ust. RS 17/14). Ni bi mri prepričevala inceljeno energetske izkaznice.</small> <small>Energetska izkaznica je izenačna v skladu s Previdom o metodologiji izdelave in izdeli energetske izkaznice in zbiranja in energetskim zbiranjem (Ust. RS 17/14).</small>	

320

## ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

**Podatki o stavbi**

Št. izkaznice: 2016-213-217-33728 Velja do: 05.08.2026

**Vrsta izkaznice: merjena**

Vrsta stavbe: nestanovanjska

**Podatki o stavbi**

Koordinati stavbe (X,Y): 123683 , 509155

Energet dovedena	Enote	Količina porabljenega energeta	Dovedena energija kWh/a	Primarna energija kWh/a	Emisije CO <sub>2</sub> kg/a
ELKO	L	0	0	0	0
UNP	m <sup>3</sup>	0	0	0	0
UNP	kg	0	0	0	0
Zemeljski plin	sm <sup>3</sup>	48.970	483.748	510.121	92.749
Daljinska toploota	kWh	0	0	0	0
Lesna biomasa	kg	0	0	0	0
Premog	kg	0	0	0	0
Elektrika	kWh	132.160	132.160	390.400	70.045
<b>Skupaj</b>			<b>595.906</b>	<b>840.521</b>	<b>162.794</b>
Energet odvedena	Enote	Količina porabljenega energeta	Dovedena energija kWh/a	Primarna energija kWh/a	Emisije CO <sub>2</sub> kg/a
Odvedena elektrika (veter, kogeneracija, sonce)	kWh	0	0	0	0
Odvedena toploota v stavbi (kogeneracija)	kWh	0	0	0	0
Odvedena toploota v stavbi (drugo)	kWh	0	0	0	0
<b>Skupaj</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Obnovljivi viri energije na stavbi  
za delovanje stavbe 0 kWhObnovljivi viri energije  
dovedeno 0 kWhKončna ali dovedena energija  
(npr. elko-l) ali UNP (m<sup>3</sup>)  
izraženo v 595.906 kWhOdvedena toploota iz stavbe  
0 kWhDovedena elektrika iz  
stavbe 0 kWh.

Dovedena energija, namenjena pretvorbi v toplooto, se porablja za:

pripravo tople vode 

Električna energija vključuje energijo za:

ogrevanje toplo vodo prezračevanje razsvetljavo hlajenje 

Energetska izkaznica stavbe je testana v skladu s Pravilnikom o metodologiji izdelave in izsledovanja izkaznice stavbe in z Energetskim zakonom (Ljubljana 12/14).

List 2/6

321

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

**Podatki o stavbi**

Št. izkaznice: 2016-213-217-33728 Velja do: 05.06.2026

**Priporočila za stroškovne učinkovite izboljšave energetske učinkovitosti****Ukrepi za izboljšanje kakovosti ovoja stavbe**

- Toplotna zaščita zunanjih sten
- Toplotna zaščita stropa proti podstrešju
- Toplotna zaščita strehe-stropa v mansardi
- Menjava oken
- Menjava zasteklitve
- Toplotna zaščita stropa nad kletjo
- Odprava transmisijskih topotnih mostov
- Odprava konvekcijskih topotnih mostov in izboljšanje zrakotesnosti

**Ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti sistemov KGH**

- Toplotna zaščita razvoda v nekondicionalnih prostorih
- Vgradnja nadzornega sistema za upravljanje s topotnimi pritoki
- Prilagoditev moči sistema za pripravo topote dejanskim potrebam po topoti
- Vgradnja črpalk z zvezno regulacijo
- Hidraulično uravnoveženje ogrevalnega sistema
- Rekuperacija topote
- Prilagoditev kapacitet prezračevalnega sistema dejanskim potrebam
- Optimiranje časa obratovanja
- Prilagoditev hladilne moči z izgradnjo hladilnika ledu
- Priklip na daljnino ogrevanje ali hlajenje
- Optimiranje zagotavljanja dnevne svetlobe

**Ukrepi za povečanje izrade obnovljivih virov energije**

- Vgradnja sistema SSE za pripravo tople vode
- Vgradnja fotovoltaičnih celic
- Ogrevanje na biomaso
- Prehod na geotermalne energije

**Organizacijski ukrepi**

- Ugašanje luči, ko so prostori nezasedeni
- Analiza tarifnega sistema
- Energetski pregled stavbe

**Opozorilo**

Nasveti so generični, oblikovani na podlagi ogleda stanja, rabe energije in izkušenj iz podobnih stavb.

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

**Podatki o stavbi**

Št. izkaznice: 2016-213-217-33728 Velja do: 05.08.2026

**Vrsta izkaznice: merjena**

Vrsta stavbe: nestanovanjska

**Sloščni opis stavbe**

Stavba je bila zgrajena 1984 in je dvonadstropna. V njej se nahaja šola in eno stanovanje. Osnovna šola je namenjena izobraževanju osnovnošolcev. V ta namen ima učilnico, kabinete ter spremiščajoče prostore.

**Zunanji ovoj stavbe**

Nočna konstrukcija je železobetonska. Zunanje stene imajo fasado in so svetle barve. Stavni ovoj ni topotno izoliran, prav tako ni topotno izoliran strop proti strehi oziroma streha. Vgrajeno je delno leseno stavno pohištvo in delno PVC stavno pohištvo. Strehi je iz salnitnih plošč.

**Raba energije**

Stavba se oskrbuje z zemeljskim plinom dobavitelja Mestni plinovod Koper d.o.o., preko dveh odjemnih mest. Plin se pretverja v lokalni kotovnici v toplico, ki se porabi za ogrevanje prostorov. Električno je objekt povezan z distribucijskim omrežjem Elektro Celje, d.d.. Odjem se meri z obračunskim števcem. Električna energija se v večini porabila za razaveljavo in pripravo TSV ter potrebe ostalih manjših porabnikov električne energije. Topla voda se ne pripravlja v kotovnicu. Za ogrevanje topla voda se uporablja električni grelnik vode. Porabniški električne energije v objektu so svetla, računalnik, električni grelniki vode v učinkoch, prezaščevanje, hlajenje ipd.

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

**Podatki o stavbi**

Št. Izkaznice: 2016-213-217-33728 Velja do: 05.08.2026

**Vrsta Izkaznice: merjena**

Vrsta stavbe: nestanovanjska

**Vgrajeni sistemi**

Ogrevanje objekta se vrši preko plinske kotlovnice - plinska peč moči 380 kW s temperaturnim režimom delovanja 80/60. Za regulacijo temperature skrbí avtomatika povezana z zunanjim tipalom. Prenos toplote v prostore se vrši preko dvocevnega radiatorskega ogrevanja. Stavba ima ločeno pridelno prezračevanje za sanitarije in kuhinjo.

**Izkaznica uporabnikov stavbe**

Brez posebnosti.

**Težave pri izdelavi merjene energetske izkaznice**

Ni bilo težav.

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

**Podatki o stavbi**

Št. izkaznice: 2016-213-217-33728 Velja do: 05.08.2026

**Vrsta izkaznice: morjena**

Vrsta stavbe: nestanovanjska

**Komentar in posebni robni pogoji**

Stavba je energetsko potratna in je njena energetska sanacija amisselna. Za stavbo je že bili narejeni energetski pregled. S energetsko sanacijo ne dosežemo samo manjše porabe energije, temveč se bistveno izboljša tudi ugodje blvanja.

Skladno z Direktivo 2010/31/EU - priloga 1 se stavba razvrsti v kategorijo: Stavba namenjena izobraževanju

Več informacij lahko pridobite na spletnem naslovu: <http://www.energetika-portal.si/podrojca/energetika/energetske-izkaznice-stavb/>

Energetska izkaznica stavbe je izdana v skladu s Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdeljev energetske izkaznice stavbe in z Energetičnim zakonom (UZL, PB/17/14).

list 6/6

326

## PRILOGA B: MERJENA ENERGETSKA IZKAZNICA PRED SANACIJO, IZDELANA S PROGRAMOM KI ENERGIJA

<b>ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE</b>	
<b>Podatki o stavbi</b>	
Št. izkaznice:	Velja do: 21.07.2022
Identifikacijska oznaka stavbe, posameznega dela ali delov stavbe: 1436	
Klasifikacija stavbe: Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo	
Leto izgradnje: 1973	
Naslov stavbe: Šolska ulica 2 3311 Šempeter v Savinjski dolini	
Kondicijonirana površina stavbe $A_u$ ( $m^2$ ): 5274 Parcelna številka: 1072 Katastrska občina: ŠEMPETER V SAVINJSKI DOLINI	
<b>Vrsta izkaznice: merjena</b>	
Vrsta stavbe: nestanovanjska Naziv stavbe: Merjena EI (pred san.) Energetska sanacija OŠ Šempeter v SD	
	
<b>Dovedena energija</b> $83 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500+ POVPREČNA RABA ENERGIE PRIMERLJIVE STAVBE ( $88 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ )	
<b>Dovedena električna energija</b> $24 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500+ POVPREČNA RABA EL. ENERGIE PRIMERLJIVE STAVBE ( $0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ )	
<b>Primarna energija in emisije <math>\text{CO}_2</math></b> $151 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  0 100 200 300 400 500 600+ 0 25 50 75 100 125 150 175+ $29 \text{ kg/m}^2\text{a}$	
<b>Izdajatelj</b>	<b>Izdelovalec</b>
Matic Krajšek (št. pooblastila: 0001) Ime in podpis odgovorne osebe: Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko	Matic Krajšek (št. pooblastila: 0001) Ime in podpis: Datum izdaje: 21.07.2022
Datum izdaje: 21.07.2022	
Izdelovalec te energetske izkaznice s podpisom potrjujem, da ne obstaja katera od okoliščin iz Energetskega zakona (Uradni list RS 17/14), ki bi mi preprečevala izdelavo energetske izkaznice.	

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

## Podatki o stavbi

Št. izkaznice: Velja do: 21.07.2022

## Vrsta izkaznice: merjena

Vrsta stavbe: nestanovanjska

## Podatki o stavbi

Koordinati stavbe (Y,X): 509167 , 123660

Energet dovedena	Enota	Količina porabljenega energenta	Dovedena energija kWh/a	Primarna energija kWh/a	Emisije CO <sub>2</sub> kg/a
Zemeljski plin	m3	46499	440349	484384	88070
Električna energija	kWh	124873	124873	312183	66183
<b>Skupaj</b>		<b>565222</b>	<b>796567</b>	<b>154253</b>	
Energet odvedena	Enota		Odvedena energija kWh/a	Primarna energija kWh/a	Emisije CO <sub>2</sub> kg/a
Odvedena elektrika	kWh				
Odvedena toplota v stavbi (kogeneracija)	kWh				
Odvedena toplota v stavbi (drugo)	kWh				
<b>Skupaj</b>					



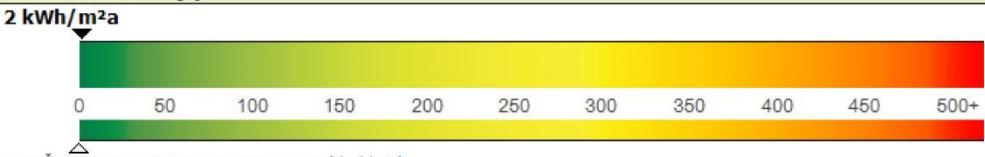
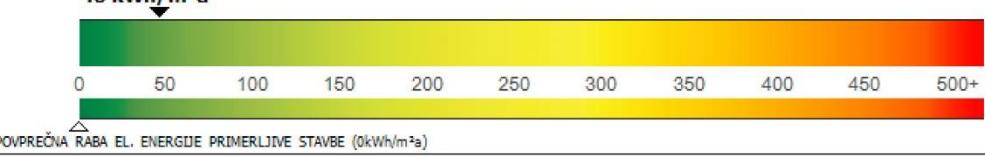
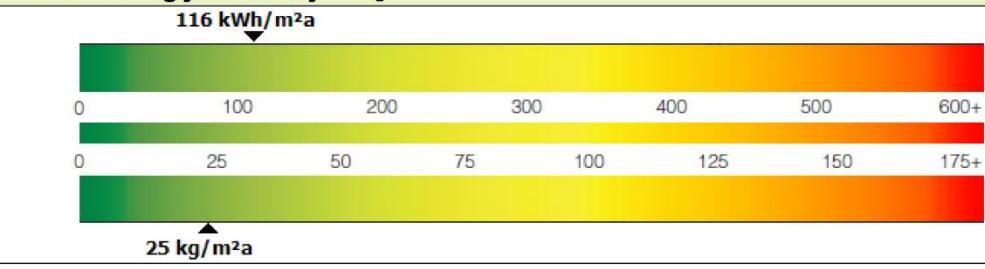
Dovedena energija se porablja za:

pripravo tople vode 

Dovedena električna energija vključuje energijo za:

ogrevanje toplo vodo prezračevanje razsvetljavo hlajenje

## PRILOGA C: MERJENA ENERGETSKA IZKAZNICA PO SANACIJI, IZDELANA S PROGRAMOM KI ENERGIJA

<b>ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE</b>	
<b>Podatki o stavbi</b> Št. izkaznice: Velja do: 21.07.2022	<b>Vrsta izkaznice: merjena</b> Vrsta stavbe: nestanovanjska Naziv stavbe: Merjena El (po san.) Energetska sanacija OŠ Šempeter v SD
Identifikacijska oznaka stavbe, posameznega dela ali delov stavbe: 1436  Klasifikacija stavbe: Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo Leto izgradnje: 1973 Naslov stavbe: Šolska ulica 2 3311 Šempeter v Savinjski dolini  Kondicirana površina stavbe $A_u$ ( $m^2$ ): 5274 Parcelna številka: 1072 Katastrska občina: ŠEMPETER V SAVINJSKI DOLINI	
<b>Dovedena energija</b>  2 kWh/ $m^2$ a 0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500+ <small>POVPREČNA RABA ENERGIJE PRIMERLJIVE STAVBE (0kWh/m<sup>2</sup>a)</small>	
<b>Dovedena električna energija</b>  46 kWh/ $m^2$ a 0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500+ <small>POVPREČNA RABA EL. ENERGIJE PRIMERLJIVE STAVBE (0kWh/m<sup>2</sup>a)</small>	
<b>Primarna energija in emisije CO<sub>2</sub></b>  116 kWh/ $m^2$ a 0 100 200 300 400 500 600+ 0 25 50 75 100 125 150 175+ 25 kg/ $m^2$ a	
<b>Izdajatelj</b> Matic Krajšek (št. pooblastila: 0001) Ime in podpis odgovorne osebe: Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko Datum izdaje: 21.07.2022	<b>Izdelovalec</b> Matic Krajšek (št. pooblastila: 0001) Ime in podpis: Datum izdaje: 21.07.2022
<small>Izdelovalec te energetske izkaznice s podpisom potrjujem, da ne obstaja katera od okoliščin iz Energetskega zakona (Ur.I. RS 17/14), ki bi mi preprečevala izdelavo energetske izkaznice.</small>	

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

## Podatki o stavbi

Št. izkaznice: Velja do: 21.07.2022

## Vrsta izkaznice: merjena

Vrsta stavbe: nestanovanjska

## Podatki o stavbi

Koordinati stavbe (Y,X): 509167 , 123660

Energet dovedena	Enota	Količina porabljenega energenta	Dovedena energija kWh/a	Primarna energija kWh/a	Emisije CO <sub>2</sub> kg/a
Električna energija	kWh	240533	240533	601333	127483
Zemeljski plin	m3	1181	11187	12306	2237
<b>Skupaj</b>			<b>251721</b>	<b>613639</b>	<b>129720</b>
Energet odvedena	Enota		Odvedena energija kWh/a	Primarna energija kWh/a	Emisije CO <sub>2</sub> kg/a
Odvedena elektrika	kWh				
Odvedena toploplota v stavbi (kogeneracija)	kWh				
Odvedena toploplota v stavbi (drugo)	kWh				
<b>Skupaj</b>					



Dovedena energija se porablja za:

pripravo tople vode ✓

Dovedena električna energija vključuje energijo za:

ogrevanje ✓

toplo vodo ✓

prezračevanje □

razsvetljavo ✓

hlajenje □

**PRILOGA D: RAČUNSKA ENERGETSKA IZKAZNICA PRED SANACIJO,  
IZDELANA S PROGRAMOM KI ENERGIJA**

## **ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE**

**Podatki o stavbi**

Št. izkaznice: **Velja do: 01.08.2022**

**Vrsta izkaznice: računska**

Vrsta stavbe: nestanovanjska

Naziv stavbe:Energetska sanacija OŠ Šempeter v Savinjski Dolini pred

Identifikacijska oznaka stavbe,  
posameznega dela ali delov stavbe: 1436



Klasifikacija stavbe: 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo

Leto izgradnje: 2022

Naslov stavbe: Šolska ulica 2 3311 Šempeter v Savinjski dolini

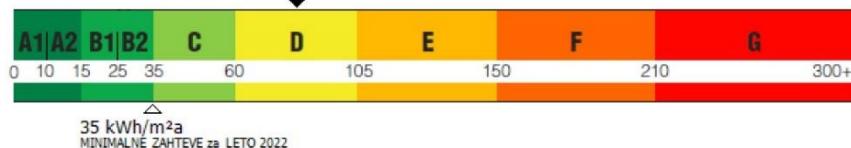
Kondicirana površina stavbe  $A_u$  ( $m^2$ ): 5274

Parcelna številka: 1072

Katastrska občina: ŠEMPETER V SAVINJSKI DOLINI

**Potrebna toploplota za ogrevanje**

Razred **D 83 kWh/m<sup>2</sup>a**

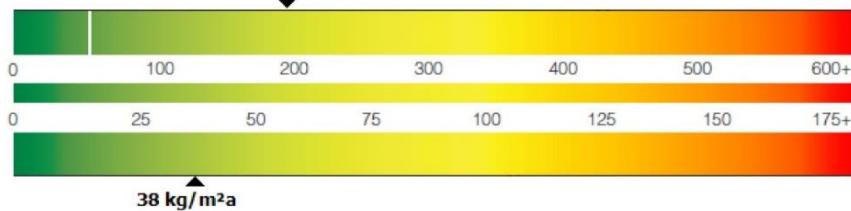

**Dovedena energija za delovanje stavbe**

**145 kWh/m<sup>2</sup>a**


**Primarna energija in emisije CO<sub>2</sub>**

SKORAJ NIČ-ENERGETSKA STAVBA (55 kWh/m<sup>2</sup>a)

**196 kWh/m<sup>2</sup>a**


**Izdajatelj**

Matic Krajšek (št. pooblastila: 0001)  
Ime in podpis odgovorne osebe: Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko

Datum izdaje: 01.08.2022

**Izdelovalec**

Matic Krajšek (št. pooblastila: 0001)  
Ime in podpis:

Datum izdaje: 01.08.2022

Izdelovalec te energetske izkaznice s podpisom potrjujem, da ne obstaja katera od okoliščin iz Energetskega zakona (Ur.I. RS 17/14 ), ki bi mi preprečevala izdelavo energetske izkaznice.

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

## Podatki o stavbi

Št. izkaznice: Velja do: 01.08.2022

## Vrsta izkaznice: računska

Vrsta stavbe: nestanovanjska

## Podatki o velikosti stavbe

Kondicirana prostornina stavbe $V_e$ ( $m^3$ )	26932
Celotna zunanjna površina stavbe $A$ ( $m^2$ )	10027
Faktor oblike $f_0 = A/V_e$ ( $m^{-1}$ )	0,37
Koordinati stavbe (Y,X)	509167 , 123660

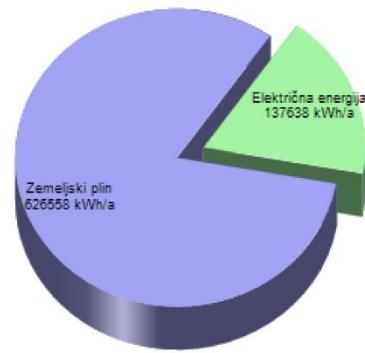
## Klimatski podatki

Povprečna letna temperatura  $T_{pop}$  10

## Dovedena energija za delovanje stavbe

Dovedena energija za delovanje stavbe	Dovedena energija	
	kWh/a	kWh/m <sup>2</sup> a
Gretje $Q_{f,h}$	626558	119
Hlajenje $Q_{f,c}$	0	0
Prezračevanje $Q_{f,V,aux}$	11520	2
Ovlaževanje $Q_{f,st}$	0	0
Priprava tople vode $Q_{f,w}$	5411	1
Razsvetljiva $Q_{f,l}$	119407	23
Električna energija $Q_{f,aux}$	1300	0
<b>Skupaj dovedena energija za delovanje stavbe</b>	<b>764195</b>	<b>145</b>
Obnovljiva energija porabljena na stavbi (kWh/a)	0	0%
Primarna energija za delovanje stavbe (kWh/a)	1033308	
Emisije CO <sub>2</sub> (kg/a)	198259	

Struktura rabe celotne energije za delovanje stavbe po virih energije in energentih



## PRILOGA E: RAČUNSKA ENERGETSKA IZKAZNICA PO SANACIJI, IZDELANA S PROGRAMOM KI ENERGIJA

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

### Podatki o stavbi

Št. izkaznice: Velja do: 01.08.2022

Identifikacijska oznaka stavbe,  
posameznega dela ali delov stavbe: 1436

Klasifikacija stavbe: 1263001 Stavbe za izobraževanje in  
znanstvenoraziskovalno delo

Leto izgradnje: 2022

Naslov stavbe: Šolska ulica 2 3311 Šempeter v Savinjski dolini

Kondicirana površina stavbe  $A_u$  ( $m^2$ ): 5274

Parcelna številka: 1072

Katastrska občina: ŠEMPETER V SAVINJSKI DOLINI

### Vrsta izkaznice: računska

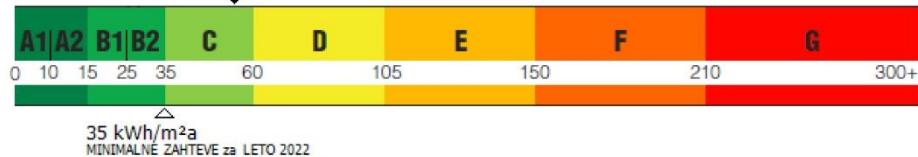
Vrsta stavbe: nestanovanjska

Naziv stavbe: Energetska sanacija OŠ Šempeter v Savinjski Dolini - po sanaciji



### Potrebna toploča za ogrevanje

Razred C 55 kWh/m<sup>2</sup>a



### Dovedena energija za delovanje stavbe

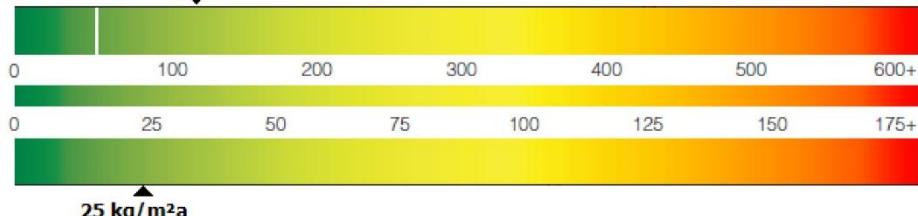
98 kWh/m<sup>2</sup>a



### Primarna energija in emisije CO<sub>2</sub>

SKORAJ NIČ-ENERGIOSKA STAVBA (55 kWh/m<sup>2</sup>a)

121 kWh/m<sup>2</sup>a



### Izdajatelj

Matic Krajšek (št. pooblastila: 0001)

Ime in podpis odgovorne osebe: Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko

Datum izdaje: 01.08.2022

### Izdelovalec

Matic Krajšek (št. pooblastila: 0001)

Ime in podpis:

Datum izdaje: 01.08.2022

Izdelovalec te energetske izkaznice s podpisom potrujem, da ne obstaja katera od okoliščin iz Energetskega zakona (Ur.I. RS 17/14 ), ki bi mi preprečevala izdelavo energetske izkaznice.

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

## Podatki o stavbi

Št. izkaznice: Velja do: 01.08.2022

## Vrsta izkaznice: računska

Vrsta stavbe: nestanovanjska

## Podatki o velikosti stavbe

Kondicirana prostornina stavbe $V_e$ ( $m^3$ )	26932
Celotna zunanjna površina stavbe $A$ ( $m^2$ )	10027
Faktor oblike $f_0 = A/V_e$ ( $m^{-1}$ )	0,37
Koordinati stavbe (Y,X)	509167 , 123660

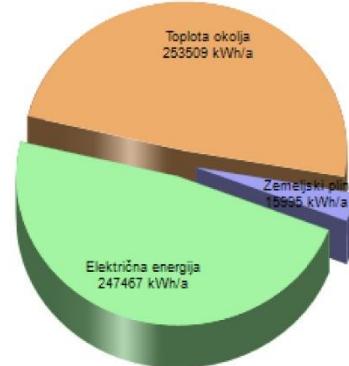
## Klimatski podatki

Povprečna letna temperatura  $T_{pop}$  10

## Dovedena energija za delovanje stavbe

Dovedena energija za delovanje stavbe	Dovedena energija	
	kWh/a	kWh/m <sup>2</sup> a
Gretje $Q_{f,h}$	383392	73
Hlajenje $Q_{f,c}$	0	0
Prezračevanje $Q_{f,V,aux}$	11520	2
Ovlaževanje $Q_{f,st}$	0	0
Priprava tople vode $Q_{f,w}$	2549	0
Razsvetljiva $Q_{f,l}$	119407	23
Električna energija $Q_{f,aux}$	103	0
<b>Skupaj dovedena energija za delovanje stavbe</b>	<b>516971</b>	<b>98</b>
Obnovljiva energija porabljena na stavbi (kWh/a)	253509	49%
Primarna energija za delovanje stavbe (kWh/a)	636261	
Emisije CO <sub>2</sub> (kg/a)	134356	

Struktura rabe celotne energije za delovanje stavbe po virih energije in energentih



## PRILOGA F: PRIKAZ PODATKOV O OSKRBI STAVBE

<b>Način ogrevanja</b>	Stavba ima lastno kotlarno, iz katere se s toploto oskrbuje le stavba, ki je vključena v operacijo			
<b>Podatki o napravi za oskrbovanje s toploto</b>	Toplovodni plinski kotel Bongioanni			
	Leto izdelave:	Nazivna toplotna moč:		
	1995	390 kW		
<b>Prikaz povprečnih vrednosti</b>				
Leto		2012	2013	2014
Zemeljski plin = [m <sup>3</sup> ]		49.914	49.714	39.870
$Q_{NH}$ = [kWh]		474.183	472.283	378.766
$W_f$ = [kWh]		123.071	127.206	124.339
$P_{light}$ = [kW]		82,3		
Delež klasičnih sijalk [%]		4,7		
$Q_f$		597.254	599.489	503.105
Emisije CO <sub>2</sub> [kg]		155.141	156.787	136.679

**PRILOGA G: PRIKAZ PODATKOV O OBSTOJEČEM STANJU STAVBE**

<b>Obstoječe stanje stavbe</b>		
Šifra katastrske občine – številka stavbe	k.o. 995 Šempeter v Savinjski dolini – 1436	
Parcelna številka	1072	
Naziv stavbe	Osnovna šola Šempeter v Savinjski dolini	
Naslov	Šolska ulica 2	
Pošta	3311 Šempeter v Savinjski dolini	
Lastnik	Občina Žalec	
Upravljalec	Občina Žalec	
Leto izgradnje	1973	
Klasifikacija	Stavbe za izobraževanje in znanstveno raziskovalno delo	
Etažnost	Pritličje:	Nadstropje:
	1	2
$A_0 [\text{m}^2]$	3584,5	
$V_e [\text{m}^2]$	15.337	
$T_{\text{pop}} [\text{°C}]$	10,0	
<b>Podatki o fasadi</b>		
$A_{\text{obstoječe fasade-tip 1}} [\text{m}^2]$	1.318,69	
$U_{\text{obstoječe fasade-tip 1}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	0,543	
$A_{\text{obstoječe fasade-tip 2}} [\text{m}^2]$	1.023,31	
$U_{\text{obstoječe fasade-tip 2}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	0,743	
$A_{\text{obstoječe fasade-tip 3}} [\text{m}^2]$	130,23	
$U_{\text{obstoječe fasade-tip 3}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	0,495	
$A_{\text{obstoječe fasade-tip 4}} [\text{m}^2]$	102,19	

$U_{\text{obstoječe fasade-tip 4}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	1,613
$A_{\text{obstoječe fasade-tip 5}} [\text{m}^2]$	255,28
$U_{\text{obstoječe fasade-tip 5}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	3,075
$A_{\text{obstoječe fasade-tip 6}} [\text{m}^2]$	331,68
$U_{\text{obstoječe fasade-tip 6}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	3,245
<b>Podatki o oknih</b>	
$A_{\text{obstoječih oken na lupini stavbe - tip 1}} [\text{m}^2]$	485,30
$U_{\text{obstoječih oken na lupini stavbe-tip 1}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	1,500
$A_{\text{obstoječih oken na lupini stavbe - tip 2}} [\text{m}^2]$	168,89
$U_{\text{obstoječih oken na lupini stavbe-tip 2}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	2,300
$A_{\text{obstoječih oken na lupini stavbe - tip 3}} [\text{m}^2]$	30,49
$U_{\text{obstoječih oken na lupini stavbe-tip 3}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	3,000
$A_{\text{obstoječih oken na lupini stavbe - tip 4}} [\text{m}^2]$	90,05
$U_{\text{obstoječih oken na lupini stavbe-tip 4}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	1,500
$A_{\text{obstoječih oken na lupini stavbe - tip 5}} [\text{m}^2]$	12,04
$U_{\text{obstoječih oken na lupini stavbe-tip 5}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	3,700
$A_{\text{obstoječih oken na lupini stavbe - tip 6}} [\text{m}^2]$	12,64
$U_{\text{obstoječih oken na lupini stavbe-tip 6}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	2,800
<b>Podatki o vratih</b>	
$A_{\text{obstoječih vrat - tip 1}} [\text{m}^2]$	6,58
$U_{\text{obstoječih vrat-tip 1}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	3,000
$A_{\text{obstoječih vrat - tip 2}} [\text{m}^2]$	34,53
$U_{\text{obstoječih vrat-tip 2}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	1,800

$A_{\text{obstoječih vrat - tip 3}} [\text{m}^2]$	18,76
$U_{\text{obstoječih vrat - tip 3}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	2,600
$A_{\text{obstoječih vrat - tip 4}} [\text{m}^2]$	10,55
$U_{\text{obstoječih vrat - tip 4}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	3,000
<b>Podatki o ostalih delih stavbe</b>	
$A_{\text{podstrešja - tip 1}} [\text{m}^2]$	1.021,00
$U_{\text{obstoječega podstrešja - tip 1}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	0,549
$A_{\text{ravne strehe - tip 2}} [\text{m}^2]$	1.412,64
$U_{\text{obstoječe ravne strehe - tip 2}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	0,344
$A_{\text{ravne strehe - tip 3}} [\text{m}^2]$	688,00
$U_{\text{obstoječe ravne strehe - tip 3}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	0,309
$A_{\text{poševne strehe - tip 4}} [\text{m}^2]$	255,70
$U_{\text{obstoječe poševne strehe - tip 4}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	0,268
$A_{\text{tal na terenu - tip 1}} [\text{m}^2]$	1.364,00
$U_{\text{obstoječih tal na terenu - tip 1}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	0,373
$A_{\text{tal na terenu - tip 2}} [\text{m}^2]$	1.942,00
$U_{\text{obstoječih tal na terenu - tip 2}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	0,887

**PRILOGA H: PRIKAZ PODATKOV O STANJU STAVBE PO ENERGETSKO UČINKOVITI PRENOVI**

<b>Stanje stavbe po energetsko učinkoviti prenovi</b>	
$A_0 [m^2]$	3584,5
$V_e [m^2]$	13.000
<b>Toplotna izolacija</b>	
<b>Fasada</b>	
Znesek [€]	221.157,23
Specifična investicija v fasado $\left[ \frac{\text{€}}{m^2} \right]$	78,16
$A_{\text{fasade-tip 1}} [m^2]$	1.318,69
$U_{\text{nove fasade-tip 1}} \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$	0,156
$A_{\text{fasade-tip 2}} [m^2]$	1.023,31
$U_{\text{nove fasade-tip 2}} \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$	0,169
$A_{\text{fasade-tip 3}} [m^2]$	130,23
$U_{\text{nove fasade-tip 3}} \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$	0,151
$A_{\text{fasade-tip 4}} [m^2]$	102,19
$U_{\text{nove fasade-tip 4}} \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$	0,192
$A_{\text{fasade-tip 5}} [m^2]$	255,28
$U_{\text{nove fasade-tip 5}} \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$	0,204
<b>Okna na lupini stavbe</b>	
Znesek [€]	85.418,15
Specifična investicija v okna $\left[ \frac{\text{€}}{m^2} \right]$	283,34
$A_{\text{oken na lupini stavbe-tip 2}} [m^2]$	168,89
$U_{\text{novih oken-tip 2}} \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$	1,170

$A_{\text{oken na lupini stavbe--tip 3}} [\text{m}^2]$	30,49
$U_{\text{novih oken--tip 3}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	1,170
$A_{\text{oken na lupini stavbe--tip 4}} [\text{m}^2]$	90,05
$U_{\text{novih oken--tip 4}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	1,170
$A_{\text{oken na lupini stavbe--tip 5}} [\text{m}^2]$	12,04
$U_{\text{novih oken--tip 5}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	1,170
<b>Vrata na lupini stavbe</b>	
Znesek [€]	20.650,69
Specifična investicija v vrata $\left[ \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \right]$	1.100,78
$A_{\text{vrat na lupini stavbe--tip 3}} [\text{m}^2]$	18,76
$U_{\text{novih vrat--tip 3}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	2,600
<b>Podstrešje in streha</b>	
Znesek [€]	174.556,75
Specifična investicija v podstrešje $\left[ \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \right]$	51,68
$A_{\text{podstrešja--tip 1}} [\text{m}^2]$	1.021,00
$U_{\text{novega podstrešja -- tip 1}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	0,141
$A_{\text{ravne strehe -- tip 2}} [\text{m}^2]$	1.412,64
$U_{\text{novega nove ravne strehe -- tip 2}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	0,134
$A_{\text{ravne strehe -- tip 3}} [\text{m}^2]$	688,00
$U_{\text{novega podstrešja -- tip 1}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	0,121
$A_{\text{poševne strehe -- tip 4}} [\text{m}^2]$	225,70
$U_{\text{nove poševne strehe -- tip 4}} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$	0,111
Predvideni prihranki na ovoju stavbe $\left[ \frac{\text{kWh}}{\text{leto}} \right]$	175.497