

# **RAZŠIRJENI ENERGETSKI PREGLED OŠ dr. Vita Kraigherja**

Trg 9.maja 1 , 1000 Ljubljana

Naročnik:  
**Mestna občina Ljubljana**

Izdelovalec:  
**Protena d.o.o.**

Št. projekta: 03-10/2016

Datum izdelave: oktober 2016

---

---

**PROJEKT št. 03-10/2016**

Naziv projekta: Razširjeni energetski pregled – OŠ dr. Vita Kraigherja

Faza projekta: končno poročilo

Naročnik:



Mestna občina Ljubljana  
Mestni trg 1, 1000 Ljubljana

Odgovorna oseba  
naročnika:

Zoran Janković, župan

Kontaktna oseba  
naročnika

Alenka Loose, energetska upravljalca MOL

Izdelovalec:



PROTENA d.o.o  
Ljubljanska cesta 18  
1351 Brezovica

Odgovorna oseba  
izdelovalca:

Urša Volk

Datum izdelave:

Oktober 2016

**KAZALO VSEBINE**

<b>0</b>	<b>Povzetek za poslovno določanje .....</b>	<b>7</b>
0.1	Pomen oskrbe z energijo.....	7
0.2	Struktura porabe in stroškov za energijo in vodo.....	7
0.3	Možni prihranki in potrebna vlaganja .....	8
0.3.1	Predlagani scenarij ukrepov .....	8
0.3.2	Predlagani scenarij ukrepov .....	9
0.4	Energetski kazalniki pred in po izvedbi ukrepov.....	11
0.4.1	Energetski kazalniki pred izvedbo ukrepov .....	11
0.4.2	Energetski kazalniki po izvedbi ukrepov .....	12
0.5	Napotki za izvedbo ukrepov.....	13
0.5.1	Organizacijski ukrepi.....	13
0.5.2	Investicijski ukrepi .....	13
0.6	Možni viri financiranja .....	14
<b>1</b>	<b>Namen in cilji energetskega pregleda.....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>Uvod .....</b>	<b>18</b>
2.1	Opis dejavnosti v stavbi .....	18
2.2	Razporeditev stavb in osnovni gradbeni in tehnični podatki .....	18
2.2.1	Prostorska razporeditev stavb z označeno namembnosti stavb .....	18
2.2.2	Relevantni pogoji za izvedbo investicijskih ukrepov.....	19
2.2.3	Osnovni gradbeni in tehnični podatki o stavbi .....	20
2.3	Klimatski podatki za lokacijo stavbe.....	20
2.4	Skupna poraba energije in stroški .....	22
2.4.1	Poraba energentov v letu 2015 .....	22
2.4.2	Povprečna poraba energentov v referenčnem obdobju 2012 - 2015 .....	23
2.5	Stanje toplotnega ugodja v stavbi.....	24
<b>3</b>	<b>Shema upravljanja s stavbo .....</b>	<b>25</b>
3.1	Razmerje med naročnikom energetskega pregleda, lastnikom stavbe, uporabnikom, najemnikom in upravnikom stavbe .....	25
3.2	Shema denarnih tokov na področju obratovalnih stroškov .....	25
3.3	Shema denarnih tokov in procesa odločanja na področju investiranja v URE.....	25
3.4	Potek nadzora nad rabo energije in stroški .....	26
3.5	Motivacija za URE pri vseh udeleženihih akterjih .....	26
3.6	Raven promoviranja URE .....	26
<b>4</b>	<b>Oskrba in raba energije.....</b>	<b>27</b>
4.1	Električna energija .....	27
4.1.1	Poraba električne energije .....	27
4.1.2	Cena električne energije.....	28
4.2	Toplotna energija.....	29
4.2.1	Poraba toplotne energije.....	29
4.2.2	Cena toplotne energije .....	30
4.2.3	Specifična cena toplotne energije .....	30
4.2.4	Normirana raba toplotne energije.....	31
4.3	Voda .....	31
4.3.1	Poraba vode .....	31
4.3.2	Cena vode.....	32
4.4	Zanesljivost oskrbe glede energetskih virov.....	33
4.5	Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme.....	33

<b>5</b>	<b>Pregled naprav za pretvorbo energije.....</b>	<b>34</b>
5.1	Ogrevalni sistem .....	34
5.2	Sistem za oskrbo s toplo vodo.....	35
5.3	Sistem za oskrbo s hladno vodo .....	36
5.4	Elektroenergetski sistem in porabniki .....	36
<b>6</b>	<b>Pregled rabe končne energije .....</b>	<b>37</b>
6.1	Ovoj stavbe .....	37
6.2	Električni aparati.....	40
6.3	Razsvetljava .....	41
6.4	Prezračevanje in klimatizacija .....	42
6.5	Razdelitev porabe energije .....	43
<b>7</b>	<b>Oskrba z energijo .....</b>	<b>44</b>
7.1	Revizija pogodb o dobavi energije .....	44
7.2	Električna energija .....	44
7.3	Ogrevanje .....	44
7.4	Voda .....	44
<b>8</b>	<b>Analiza energetskih tokov v stavbi .....</b>	<b>45</b>
8.1	Potrebna toplota za ogrevanje stavbe – obstoječe stanje .....	45
8.1.1	Transmisijske izgube.....	46
8.1.2	Izgube zaradi prezračevanja .....	47
8.1.3	Toplotni dobitki .....	47
<b>9</b>	<b>Ocena energetsko varčevalnih potencialov.....</b>	<b>49</b>
9.1	Ovoj stavbe.....	49
9.1.1	Ukrepi .....	49
9.1.2	Transmisijske izgube – stanje po izvedbi ukrepov .....	50
9.2	Pregled rabe električne energije .....	51
9.2.1	Sanacija razsvetljave.....	51
<b>10</b>	<b>Organizacijski ukrepi.....</b>	<b>52</b>
10.1	Vgradnja sistema ciljnega spremljanja rabe energije .....	52
<b>11</b>	<b>Ocena izvedljivosti investicijskih ukrepov .....</b>	<b>53</b>
11.1	Potrebna investicijska sredstva, možni prihranki energije in čas vračila.....	53
11.1.1	Sanacija ovoja stavbe.....	53
11.1.2	Sanacija razsvetljave.....	Error! Bookmark not defined.
<b>12</b>	<b>Viri in literatura .....</b>	<b>54</b>

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Letna poraba in strošek energije in vode za leto 2015 .....	7
Preglednica 2: Raba toplotne in električne energije za leta 2012 do 2015.....	8
Preglednica 3: Povzetek posameznih ukrepov .....	8
Preglednica 4: Povzetek ukrepov - scenarij 1 .....	8
Preglednica 5: Učinek predlaganega scenarija .....	10
Preglednica 6: Tlorisne dimenzije stavbe .....	20
Preglednica 7: Osnovni klimatski podatki.....	20
Preglednica 8: Poraba energentov, stroški in emisije CO <sub>2</sub> v letu 2015 .....	22
Preglednica 9: Poraba energentov v letih 2012 – 2015.....	23

Preglednica 10: Specifična raba energentov glede na površino.....	23
Preglednica 11: Razmerje med VT in MT.....	27
Preglednica 11: Temperaturni primanjkljaj v letih 2012 - 2015.....	31
Preglednica 12: Popis električnih porabnikov .....	40
Preglednica 13: Povzetek popisa razsvetljave .....	41
Preglednica 14: Razdelitev porabe energije .....	43
Preglednica 15: Toplotne karakteristike konstrukcij .....	47
Preglednica 16: Toplotne prehodnosti konstrukcij in primerjava z zahtevami iz PURES .....	49
Preglednica 17: Toplotne prehodnosti konstrukcij in primerjava z zahtevami iz PURES .....	50

## KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Porazdelitev stroškov za energijo in vodo (grafikon levo); emisije CO <sub>2</sub> v letu 2015 (grafikon desno) .....	7
Grafikon 2: Delež stroškov za energente v letu 2015.....	22
Grafikon 3: Delež emisij CO <sub>2</sub> za leto 2015 .....	23
Grafikon 4: Poraba električne energije v obdobju 2012 – 2015.....	27
Grafikon 5: Poraba električne energije po mesecih .....	28
Grafikon 6: Specifična cena električne energije po posameznih letih.....	28
Grafikon 7: Poraba toplote (DO) v obdobju 2012 - 2015 .....	29
Grafikon 8: Poraba toplotne energije za ogrevanje po mesecih .....	30
Grafikon 9: Specifična cena toplotne energije po letih .....	31
Grafikon 10: Poraba vode v obdobju 2012 – 2015.....	32
Grafikon 11: Poraba vode po mesecih .....	32
Grafikon 12: Specifična cena vode po letih .....	33
Grafikon 13: Bilanca toplotnih izgub in dobitkov .....	46
Grafikon 14: Transmisijske toplotne izgube .....	46
Grafikon 15: Prezračevalne izgube .....	47
Grafikon 16: Notranji dobitki.....	48
Grafikon 17: Dobitki sončnega sevanja .....	48

## KAZALO SLIK

Slika 1: Poraba toplotne energije pred predlaganimi ukrepi.....	11
Slika 2: Dovedena energija za delovanje stavbe pred predlaganimi ukrepi.....	11
Slika 3: Emisije CO <sub>2</sub> pred predlaganimi ukrepi .....	11
Slika 4: Poraba toplotne energije po izvedbi predlaganih ukrepov.....	12
Slika 5: Dovedena energija za delovanje stavbe po izvedbi predlaganih ukrepov.....	12
Slika 6: Emisije CO <sub>2</sub> po izvedbi predlaganih ukrepov.....	12
Slika 7: Postopek izvedbe posameznih ukrepov.....	14
Slika 8: Potek doseganja učinkovitejše rabe energije.....	16
Slika 9: Ortofoto posnetek stavbe .....	18
Slika 10: Kulturna dediščina (vir: Register nepremične kulturne dediščine) .....	19
Slika 11: Varovana območja narave (vir: Atlas okolja) .....	19
Slika 12: Povprečna temperatura zraka 1971 – 2000 (vir: Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO GIS) .....	21
Slika 13: Povprečno trajanje ogrevalne sezone 1971/72 – 2000/01 (vir: Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO GIS) .....	21
Slika 14: Povprečni temperaturni primanjkljaj 1971-2001 (vir: Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO GIS) .....	21

Slika 15: Področje ugodja glede na temperaturo zraka in aktivnost .....	24
Slika 16: Shema naročanja in izvedbe storitev na področju obratovalnih stroškov.....	25
Slika 17: Shema investicij.....	25
Slika 18: razdelilnik ogrevanja .....	34
Slika 19: Radiator s termostatskim ventilom.....	35
Slika 20: Leseno enojno okno s termopan zasteklitvijo (levo) in leseno škatlasto okno (desno).....	37
Slika 21: izolirani in neizolirani del podstrešja.....	38
Slika 22: Zunanost objekta.....	38
Slika 23: Električni porabniki v vrtcu.....	40
Slika 24: Tipična razsvetljava v objektu (levo); razsvetljava na hodniku (desno).....	42
Slika 25: kuhinjska napa (levo); lokalna klimatska naprava (desno) .....	43
Slika 26: Energetska bilanca stavbe.....	45

## PRILOGE

Priloga 1: Osnovni podatki o stavbi

Priloga 2: Pregled možnih ukrepov zmanjšanja stroškov za energijo

Priloga 2.1: Organizacijski ukrepi

Priloga 2.2: Investicijski ukrepi

Priloga 3: Grobi opis sklopov sanacije zunanjega ovoja

Priloga 4: Gradbena fizika

## 0 POVZETEK ZA POSLOVNO DOLOČANJE

### 0.1 Pomen oskrbe z energijo

V vsaki poslovni ali stanovanjski stavbi morajo biti zagotovljeni primerni kakovostni bivalni oziroma delovni pogoji za uporabnike. Doseganje določenega ugodja in izpolnjevanja drugih zahtev (npr. opremljenost stavbe z določenimi napravami, sanitarno toplo vodo, povezave za prenos podatkov itd.) je povezano z rabo energije. Kolikšna je raba energije v stavbi za posamezne potrebe, je odvisno od same stavbe, integriranih naprav ter od potreb, zahtev in obnašanja uporabnikov. Prevelika poraba energije se odraža v večjih stroških, hkrati pa pomeni tudi negativen vpliv na okolico. V energetskem pregledu objekta so zbrani podatki o rabi posameznih vrst energije za različne namene ter stroški zanjo. Hkrati je s pomočjo kazalcev rabe energije prikazano, kje je raba večja kot v primerljivih stavbah. Podani so možni ukrepi in ocena vlaganj za njihovo izvedbo.

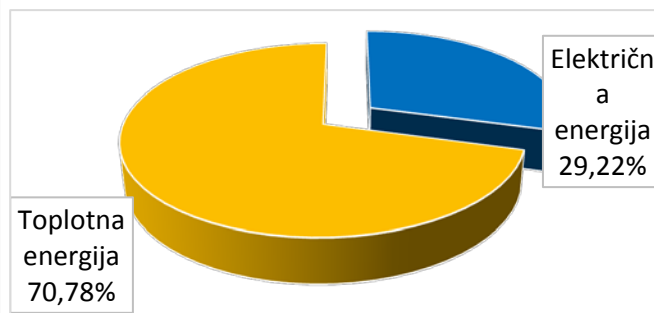
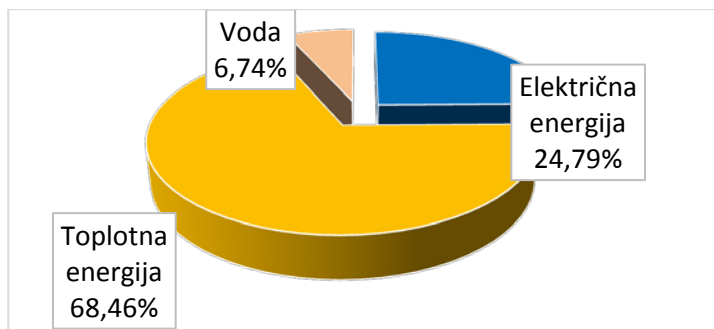
### 0.2 Struktura porabe in stroškov za energijo in vodo

V spodnji preglednici je prikazana raba energije in stroškov za energente za leto 2015 in količina CO<sub>2</sub>, ki je nastala pri porabi energentov. Poleg tega je v zadnjem stolpcu zapisana vrednost specifičnega stroška toplotne in električne energije. Poraba toplotne in električne energije je prikazana v enoti kWh, poraba vode je prikazana v enoto m<sup>3</sup>.

Za obratovanje OŠ dr. Vita Kraigherja se je v letu 2015 porabilo 152.857 kWh električne energije, poleg tega se je za ogrevanje stavbe porabilo 793.040 kWh toplotne energije (energent daljinsko ogrevanje DO). V objektu je bilo leta 2015 porabljeno 4.239 m<sup>3</sup> vode.

Preglednica 1: Letna poraba in strošek energije in vode za leto 2015

	Poraba	Enota	Delež [%]	Strošek [€]	Delež [%]	CO <sub>2</sub> [kg]	CO <sub>2</sub> [%]	€/MWh
Električna energija	152.857	kWh	16,16	21.315	24,79	85.141	16,16	139,44
Toplotna energija	793.040	kWh	83,84	58.860	68,46	441.723	83,84	74,22
Voda	4.239	m <sup>3</sup>		5.798	6,74			
<b>SKUPAJ</b>	<b>945.897</b> 4.239	<b>kWh</b> <b>m<sup>3</sup></b>		<b>85.973</b>		<b>526.865</b>		



Grafikon 1: Porazdelitev stroškov za energijo in vodo (grafikon levo); emisije CO<sub>2</sub> v letu 2015 (grafikon desno)

V naslednji preglednici je zbrana raba energentov po letih, za obdobje od 2012 do 2015. V danem referenčnem obdobju je bila povprečna raba električne energije 143,704 MWh/leto, poraba toplotne energije 774,143 MWh/leto in poraba vode 4.182 m<sup>3</sup>/leto.

Kondicionirana površina objekta znaša 5.053 m<sup>2</sup>. Izračunano energijsko število za ogrevanje objekta (normirana raba) znaša 154,85 kWh/m<sup>2</sup>, energijsko število za delovanje stavbe (normirana raba) znaša 187,69 kWh/m<sup>2</sup>,

emisije CO<sub>2</sub> znašajo 57,78 kg/m<sup>2</sup>. Vrednost energijskega števila je pod kritično vrednostjo (240 kWh/m<sup>2</sup>), vendar vseeno presega priporočeno (80 kWh/m<sup>2</sup>).

Preglednica 2: Raba toplotne in električne energije za leta 2012 do 2015

	Električna energija [kWh]	Toplotna energija [kWh]	Voda [m <sup>3</sup> ]	Skupaj [kWh]
2012	134.469	840.890	4.270	975.359
2013	144.557	790.810	4.144	935.367
2014	142.933	671.830	4.074	814.763
2015	152.857	793.040	4.239	945.897
Povprečje	143.704	774.143	4.182	917.847

### 0.3 Možni prihranki in potrebna vlaganja

#### 0.3.1 Predlagani scenarij ukrepov

V spodnji preglednici je prikazan povzetek posameznih ukrepov za zmanjšanje rabe energije. Povzetek je narejen za vse ukrepe. V sklopu razširjenega energetskega pregleda so bili opredeljeni trije (3) scenariji izvedbe ukrepov za učinkovito rabo energije v vrtcu:

- scenarij 1: izvedba ukrepov z vračilno dobo krajšo od 6 let,
- scenarij 2: izvedba organizacijskih ukrepov, vgraditev ciljnega spremljanja rabe energije, zamenjava neustreznega stavbnega pohištva, sanacija fasade, namestitev toplotne izolacije strehe, namestitev termostatskih ventilov s hidravličnim uravnoteženjem (organizacijski ukrep 1, investicijski ukrep 1,2,3,4,5).

Preglednica 3: Povzetek posameznih ukrepov

Št.	Opis ukrepa	Možni letni prihranki				Investicija €	vračilna doba [let]
		kWh		€			
		TE	EE	TE	EE		
Organizacijski ukrepi							
1	Ozaveščanje uporabnikov, izvajanje energetskega knjigovodstva ipd	29.650	4.705	1.827	602	5.000	2,05
Investicijski ukrepi							
1	Energetsko upravljanje	47.582	1.529	3.532	213	15.000	4,0
2	Namestitev termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje	39.652	0	2.943	0	21.000	7,1
3	Toplotna izolacija ovoja in namestitev manjkajoče hidroizolacije dela kleti	206.190	0	15.304	0	238.000	15,6
4	Namestitev manjkajoče izolacije podstrešja	174.468	0	12.949	0	91.000	7,0
5	Zamenjava neustreznih oken in vrat	63.443	0	4.709	0	124.000	26,3

Preglednica 4: Povzetek ukrepov - scenarij 1



Scenarij 1 – izvedba ukrepov z vračilno dobo krajšo od 6 let			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	6.234	kWh	4
letni prihranek toplotne energije za ogrevanje	77.232	kWh	9,7
letni prihranek vode	/	m <sup>3</sup>	/
skupno zmanjšanje emisij CO <sub>2</sub>	23.553	kg	8,06
skupno zmanjšanje stroškov na leto	6.174	€	7,7
skupni znesek potrebnih investicij	20.000	€	
povprečni vračilni rok	3,24	let	

Najkrajša vračilna doba na obravnavanem objektu je 3,24 let in sicer za izvedbo organizacijskih ukrepov.

Preglednica 5: Povzetek ukrepov - scenarij 2

Scenarij 2 – izvedba ukrepov _organizacijski ukrep 1, investicijski ukrep 1,2,3,4,5			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	6.068	kWh	4
letni prihranek toplotne energije za ogrevanje	437.152	kWh	54,95
letni prihranek vode	/	m <sup>3</sup>	0
skupno zmanjšanje emisij CO <sub>2</sub>	117.040	kg	40,08
skupno zmanjšanje stroškov na leto	33.191	€	41,4
skupni znesek potrebnih investicij	494.000	€	
povprečni vračilni rok	14,9	let	

### 0.3.2 Predlagani scenarij ukrepov

Predlagani scenariji ukrepov so lahko opredeljeni kot:

- A. Optimalni scenarij, kjer nabor ukrepov vključuje celovito energetsko prenovu oz. usklajeno izvedbo ukrepov učinkovite rabe energije na ovoju stavbe in na stavbnih tehničnih sistemih na način, da se, kolikor je to mogoče, izkoristi ves ekonomsko upravičeni potencial za energetsko prenovu.
- B. Optimalni scenarij kjer nabor ukrepov, ne vključujejo celovite energetske prenove na način, da se, kolikor je to mogoče, izkoristi ves ekonomsko upravičeni potencial za energetsko prenovu.

Ukrep, ki je predstavljen kot optimalni ukrep (torej lahko A ali B odvisno od objekta) je tudi ukrep katerega v nadaljevanju podrobneje predstavljamo.

V primeru našega objekta je optimalni scenarij , po postavki A, Scenarij 2, ki predstavlja izvedbo naslednjih ukrepov:

- vgradnja sistema za ciljno spremljanje rabe energije,
- zamenjava neustreznega stavbnega pohištva,
- toplotna izolacija fasade,
- toplotna izolacija podstrehe,

- namestitev termostatskih ventilov s hidravličnim uravnoteženjem ogrevalnega sistema.

Z izvedbo navedenih ukrepov bodo doseženi prihranki pri porabi toplotne energije, s čimer se bodo zmanjšali stroški za dobavo energentov in emisije CO<sub>2</sub>. V spodnji preglednici so zbrani predvideni prihranki predlaganih ukrepov znotraj scenarija 2.

Preglednica 5: Učinek predlaganega scenarija

	Električna energija [kWh]	Toplotna energija [kWh]	Prihranek [€]	Emisije CO <sub>2</sub> [kg]
Prihranek	6.068	437.152	33.191	117.040

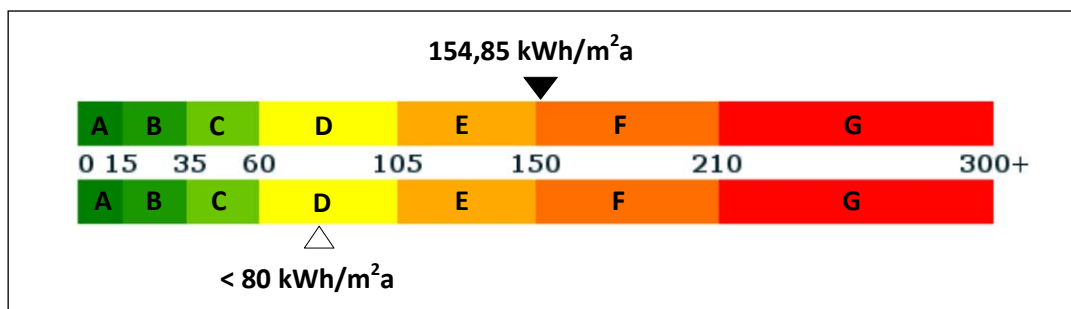
Skupni strošek investicij znaša 494.000 €, vračilna doba znaša 14,9 let.

## 0.4 Energetski kazalniki pred in po izvedbi ukrepov

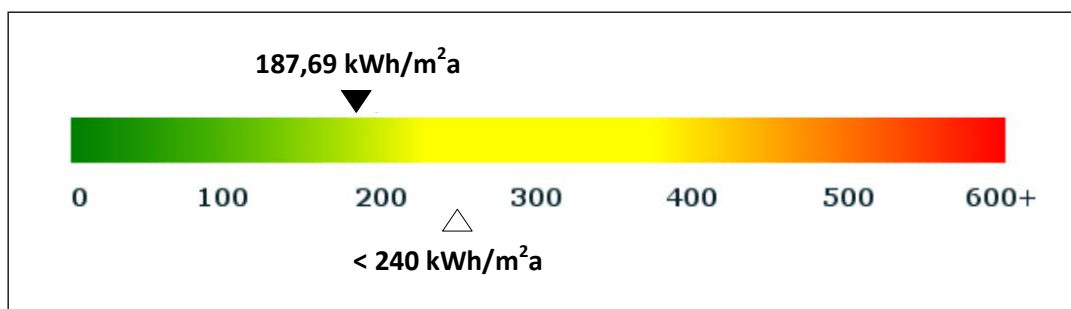
Javne stavbe morajo biti v skladu z Energetskim zakonom (EZ-1) in Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb opremljene z energetsko izkaznico, ki izkazuje razred v katerega se posamezna stavba uvršča.

### 0.4.1 Energetski kazalniki pred izvedbo ukrepov

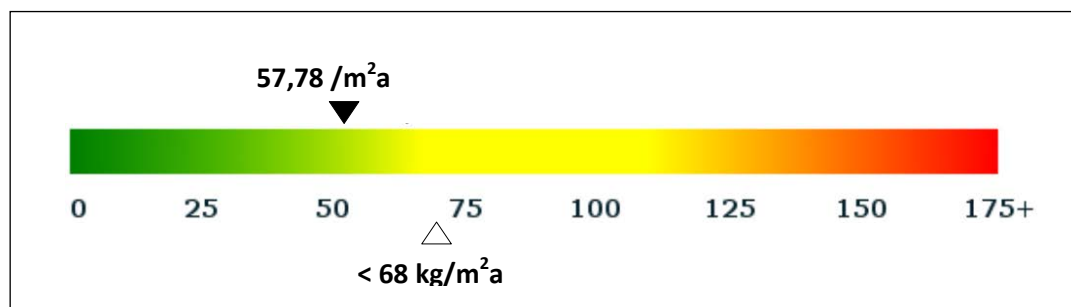
S črno puščico je označeno trenutno stanje stavbe, z belo pa priporočene vrednosti za javne objekte.



Slika 1: Poraba toplotne energije pred predlaganimi ukrepi



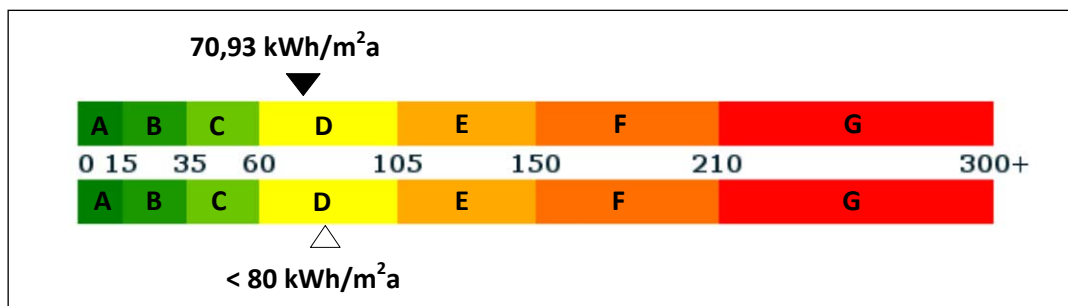
Slika 2: Dovedena energija za delovanje stavbe pred predlaganimi ukrepi



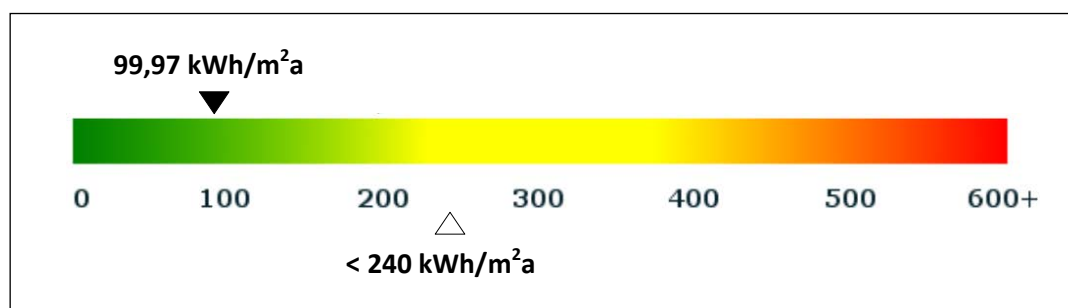
Slika 3: Emisije CO<sub>2</sub> pred predlaganimi ukrepi

### 0.4.2 Energetski kazalniki po izvedbi ukrepov

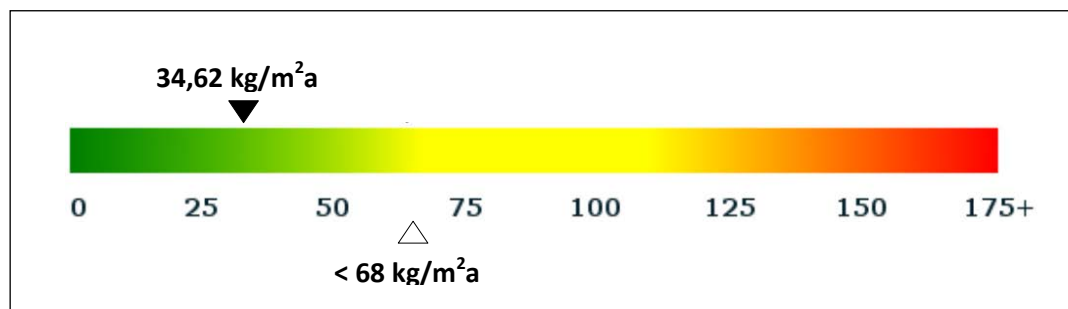
S črno puščico je označeno predvideno stanje stavbe po izvedenih predlaganih ukrepih, z belo pa priporočene vrednosti za javne objekte.



Slika 4: Poraba toplotne energije po izvedbi predlaganih ukrepov



Slika 5: Dovedena energija za delovanje stavbe po izvedbi predlaganih ukrepov



Slika 6: Emisije CO<sub>2</sub> po izvedbi predlaganih ukrepov

## 0.5 Napotki za izvedbo ukrepov

Izvajanje ukrepov opredeljenih na podlagi energetskega pregleda je odvisno v veliki meri od vodstva ustanove/organizacije. Za izvedbo ukrepov je potrebna strokovno usposobljena oseba (energetski upravljavec). V kolikor ustanova/organizacija ne razpolaga s takšno osebo, se lahko najame ustreznega zunanega izvajalca, ki bo zadolžen za doseganje energetske učinkovitosti stavbe. Ključnega pomena pri izvajanju energetskega vodenja je sodelovanje odgovornih oseb v ustanovi/organizaciji z energetskim upravljavcem.

### 0.5.1 Organizacijski ukrepi

Z organizacijskimi ukrepi je možno z razmeroma nizkimi stroški prihraniti precejšno količino energije. Izvedba organizacijskih ukrepov predstavlja prvi korak k učinkoviti rabi energije v stavbah, in je osnova za vse nadaljnje investicijske ukrepe.

### 0.5.2 Investicijski ukrepi

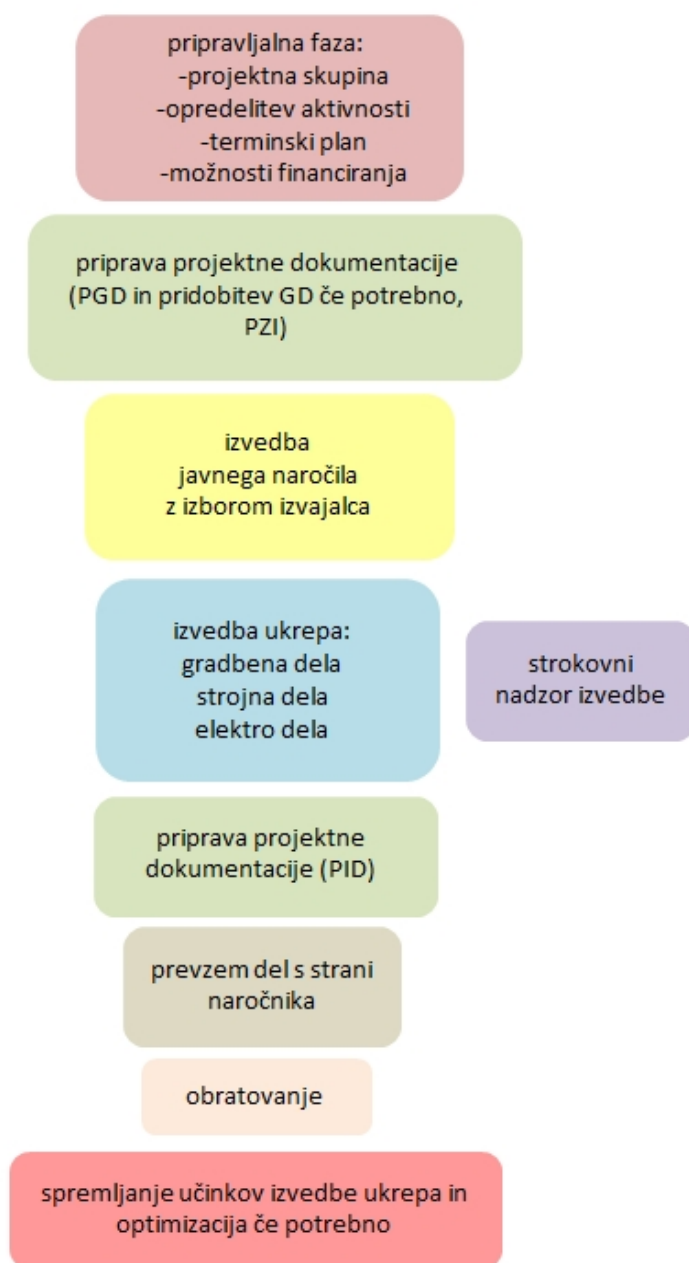
Investicijski ukrepi so običajno povezani z večjimi stroški. Glede na stroške potrebe za izvedbo investicijskih ukrepov, lahko le-te delimo na:

- ukrepe, ki se nanašajo na enostavnejša dela, ki jih lahko v sklopu rednih ali izrednih vzdrževalnih del opravi vzdrževalec sam (npr. zamenjava termostatskega ventila, zamenjava kotlička za splakovanje...),
- ukrepe, za katere ni potrebno izdelati dodatne dokumentacije (npr. projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja, projekt za izvedbo del,...) - naročilo se lahko odda na podlagi popisa del v energetskem pregledu,
- ukrepe, za katere je predhodno potrebno izdelati projektno dokumentacijo, na podlagi katere se izvede ukrep
- vzpostavitev energetskega upravljanja objekta ter implementacija merilne opreme (v potrebnem obsegu) s pripadajočo krmilno-komunikacijsko tehnologijo, za spremljanje obratovanja in rabe energije.

Ko se izbere najustreznejši scenarij investicijskih ukrepov, naj se za izvedbo vsakega posameznega ukrepa izvede ustrezna pripravljalna faza, v kateri naj se opredeli vse aktivnosti potrebne za izvedbo (npr. priprava projekta dokumentacije, pridobitev gradbenega dovoljenja, izvedba javnega naročila za gradbena dela, izbira strokovnega nadzora – gradbeni nadzor, strojni nadzor, elektro nadzor, oblikovanje projektne skupine, ki bo skrbela za izvedbo ukrepa,...), podrobni terminski plan ter preuči možnosti financiranja ukrepa.

Po zaključku izvedbe posameznega ukrepa, naj se zagotovi spremljanje rezultatov/učinkov izvedbe ukrepa in v kolikor pričakovani rezultati/učinki niso doseženi naj se preuči možnosti za optimizacijo rezultatov/učinkov.

Za lažje razumevanje, kako pristopiti k izvajanju investicijskega ukrepa, so v spodnji sliki prikazani načelni koraki izvedbe ukrepa.



Slika 7: Postopek izvedbe posameznih ukrepov

## 0.6 Možni viri financiranja

Za vsak projekt je pred izvajanjem treba pregledati možnosti za pridobitev nepovratnih sredstev prek različnih razpisov v Republiki Sloveniji, možnosti črpanja sredstev iz evropskih skladov, ugodnega kreditiranja (EKO Sklad) ter ostalih potencialnih virov financiranja (ESCO model pogodbenišтва, javno-zasebno partnerstvo, ipd).

Operativni program za izvajanje evropske kohezijske politike v obdobju 2014-2020 je strateški izvedbeni dokument, ki bo podlaga za črpanje 3,2 milijarde evrov razpoložljivih sredstev iz Evropskega sklada za regionalni razvoj (ESRR), Evropskega socialnega sklada (ESS) in Kohezijskega sklada (KS) v obdobju 2014-2020. V okviru četrtega tematskega cilja "trajnostna raba, proizvodnja energije in pametna omrežja" bodo podprte naslednje prednostne naložbe:

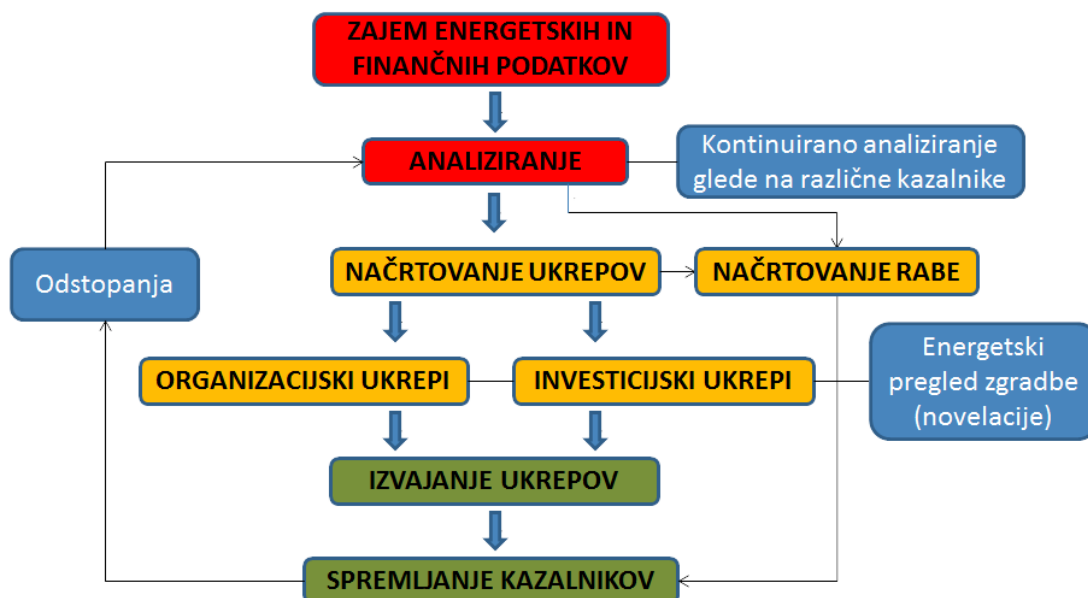
- podpora energetske učinkovitosti in uporabi obnovljivih virov energije v javni infrastrukturi vključno v javnih stavbah in stanovanjskem sektorju,
- spodbujanje proizvodnje in distribucije energije, ki izvira iz obnovljivih virov,
- razvoj in uporaba pametnih distribucijskih sistemov, ki delujejo pri nizkih in srednjih napetostih,

- spodbujanje nizkoogljičnih strategij za vse vrste območij, zlasti za mestna območja, vključno s spodbujanjem trajnostne multimodalne urbane mobilnosti in ustreznimi omilitvenimi prilagoditvenimi ukrepi.

V okviru tematskega cilja bo največ sredstev namenjeno spodbujanju naložb v energetske sanacije stavb, ki predstavlja velik potencial za zmanjšanje rabe energije.

## 1 NAMEN IN CILJI ENERGETSKEGA PREGLEDA

Energetski pregled vsebuje pregled, poročilo in analizo energetskega tokov v obravnavani stavbi s ciljem razumevanja dinamike energetskega sistema stavbe. Izvaja se z namenom iskanja priložnosti za zmanjševanje potrebnih energijskih vložkov v sistem ob ohranjanju oziroma izboljšanju energetske storitve. Opredeli se prioritete glede izboljšanja energetske učinkovitosti, po vrstnem redu od najnižjih do najvišjih stroškov za enoto prihranka energije oziroma stroška za energetske storitve.



Slika 8: Potek doseganja učinkovitejše rabe energije

Za boljši pregled nad stanjem oskrbe in rabe energije v stavbah je potrebna celovita analiza energetskega stanja in upravljanja z energijo, ki zajema:

- analizo rabe energije po posameznih energentih,
- pregled stanja stavbe in glavnih porabnikov energije,
- analizo organiziranosti upravljanja z energijo,
- način uporabe stavbe, bivalno ugodje,
- analizo toplotnih tokov v stavbi.

Za oceno dejanskega energetskega stanja objekta je potrebno:

- izvesti ogled stavbe in ugotoviti trenutno stanje stavbe,
- izvesti pregled letne rabe energije v stavbi za vsaj triletno obdobje,
- izvesti pregled stroškov za energijo za vsaj triletno obdobje ter
- izdelati elaborat gradbene fizike.

Na podlagi celovite analize je mogoče za obravnavano stavbo doseči osnovne cilje:

- pregled nad vso rabo in stroški za energijo,
- energijsko varčevalne potenciale,
- manjše obremenjevanje okolja,
- seznam investicij v ukrepe URE,
- preudaren in celovit pristop k izvedbi ukrepom na področju URE,
- osveščanje uporabnikov stavbe o ukrepih URE.

Velika večina stavb, predvsem starejših, ima velik potencial za zmanjšanje rabe toplotne in električne energije ter vode.



Že s preprostimi ukrepi, učinkovitejšo organizacijo dela in primerno ozaveščenostjo uporabnikov stavbe lahko brez večjih investicij dosežemo do 5 % nižjo porabo energije. Z ustreznimi tehnično investicijskimi ukrepi pa lahko rabo energije zmanjšamo tudi do 50 %.

Z energetske pregledom se določi energetske neučinkovita mesta in nakaže možnosti za njihovo prenovo. Služil bo lahko tudi kot podlaga morebitnim pogodbam o izvajanju ukrepov učinkovite rabe energije z implementacijo določenih sodobnih tehnologij ali pogodbene dobave energije s strani tretje osebe.

Energetske pregled je izdelan v skladu s Pravilnikom o metodologiji za izdelavo in vsebini energetskega pregleda (Ur. l. RS, št. 41/16), metodologijo izvedbe energetskega pregleda (Ministrstvo za okolje in prostor, april 2007), Navodili za delo posredniških organov in upravičencev pri ukrepu energetske prenove stavb javnega sektorja (Ministrstvo za infrastrukturo, junij 2016) in Navodili in tehničnimi usmeritvami za energetske prenovo javnih stavb (Ministrstvo za infrastrukturo, april 2016).

Podatki o energentih – dobaviteljih, porabi in stroških – so bili pridobljeni na podlagi računov izstavljenih s strani dobaviteljev energentov iz energetskega knjigovodstva. Ostali podatki, ki se vezani na samo delovanje in stanje stavbe, so bili pridobljeni z ogledi in razgovori. Podatki o objektu in tehničnih karakteristikah vgrajenih sistemov so bili pridobljeni s pomočjo načrtov arhitekture in prezračevanja.

## 2 UVOD

### 2.1 Opis dejavnosti v stavbi

Osnovni podatki o stavbi:

naziv	OŠ dr. Vita Kraigherja
naslov	Trg 9.maja 1, 1000 Ljubljana
telefon	01-2310 929
e-pošta	<a href="mailto:sola@vitakraigherja.si">sola@vitakraigherja.si</a>
številka stavbe	1400
katastrska občina	2636 BEŽIGRAD
parcelna številka	583/8
leto zgraditve	1936
koordinati stavbe	GKY: 462165 GKX: 102922
uporabnikov	426
obratovalne ure	ponedeljek – petek: 7:00 – 16.00 ostalo po urniku (telovadnica, interesne dejavnosti)



Objekt je javni vzgojno–izobraževalni zavod, ki izvaja javno veljavni program. Ustanoviteljica zavoda je Mestna občina Ljubljana. V stavbi se izvaja dejavnost osnovnošolskega izobraževanja.

Glede na Uredbo o klasifikaciji vrst objektov in objektih državnega pomena, se objekt klasificira kot stavba za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo (CC-SI 12630).

### 2.2 Razporeditev stavb in osnovni gradbeni in tehnični podatki

#### 2.2.1 Prostorska razporeditev stavb z označeno namembnosti stavb

Stavba ima 6 etaž. V objektu so kurilnica razredi, sanitarije, prostori za zaposlene, telovadnica in ostali pomožni prostori (zobna ordinacija ipd).



Slika 9: Ortofoto posnetek stavbe



### 2.2.2 Relevantni pogoji za izvedbo investicijskih ukrepov

V okviru razširjenega energetskega pregleda je treba upoštevati vse relevantne pogoje, ki bi lahko vplivali na zasnovo in izvedbo investicijskih ukrepov, varovana območja in zahteve povezane z varstvom le-teh (kulturna dediščina, narava,...).

Obravnavana stavba spada v območje – naselbinska dediščina, kar prikazuje naslednja slika.



Slika 10: Kulturna dediščina – naselbinska dediščina (vir: Register nepremične kulturne dediščine)



Slika 11: Varovana območja narave (vir: Atlas okolja)

Iz vidika varovanja naravne dediščine, prenova objekta ni problematična.

### 2.2.3 Osnovni gradbeni in tehnični podatki o stavbi

Preglednica 6: Tlorisne dimenzije stavbe

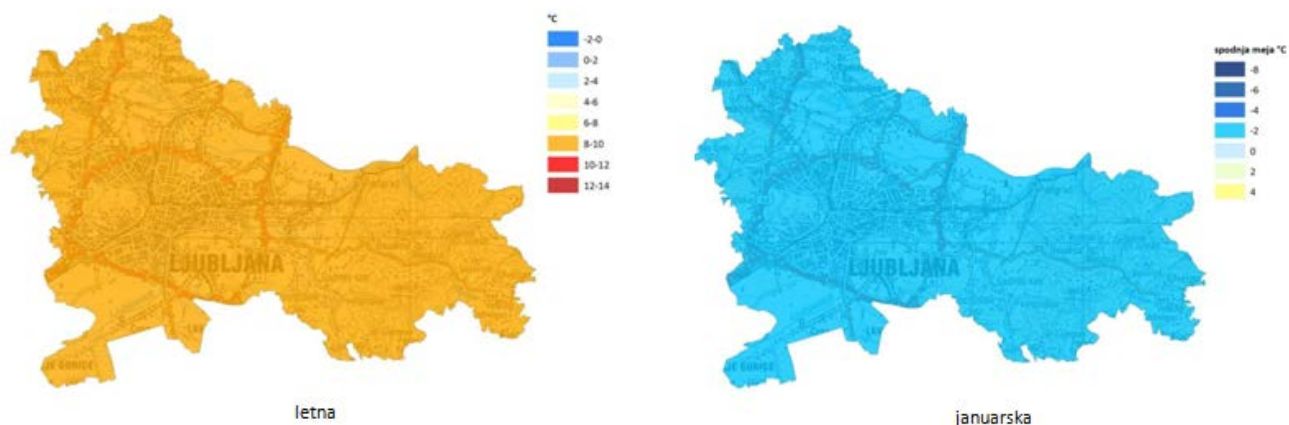
število etaž	5
višina nadstropja	3,06 m
najvišja višina objekta (obstoječe)	19,3 m
tlorisna velikost stavbe na stiku z zemljiščem	2.061,6 m <sup>2</sup>
kvadratura neto	5053 m <sup>2</sup>
prostornina bruto	35.359 m <sup>2</sup>
prostornina neto	28.2871 m <sup>2</sup>
površina toplotnega ovoja	10.003 m <sup>2</sup>
površina fasade	3.685 m <sup>2</sup>
površina strehe – tloris (bruto)	2061,6 m <sup>2</sup>
površina strehe	2.657 m <sup>2</sup>
površina zunanjega stavbnega pohištva	1.169 m <sup>2</sup>
konstrukcija	Armiranobetonska konstrukcija; zidovi so iz mrežaste in votle opeke
debelina sten	42 cm
debelina izolacije	Fasada nima toplotne izolacije. Poševna streha je izolirana in sicer je nameščena kamena volna, debeline 15 cm v skupni površini 1142 m <sup>2</sup> . Ravna streha ima izolacijo debeline 5 cm, preostali del (1410 m <sup>2</sup> ) poševne strehe pa nima izolacije.
stavbno pohištvo	Okna so bila v kuhinji zamenjana z ALU okni, enojnega tipa in termoizolacijskim steklom toplotne prehodnosti 0,875 W/m <sup>2</sup> K. Starejša okna so lesena, imajo izolacijsko steklo s toplotno prehodnostjo 2,8 W/m <sup>2</sup> K. Vrata so dveh kvalitet in sicer imajo novejša toplotno prehodnost 1,6 W/m <sup>2</sup> K, starejša pa 2,5 W/m <sup>2</sup> K.

### 2.3 Klimatski podatki za lokacijo stavbe

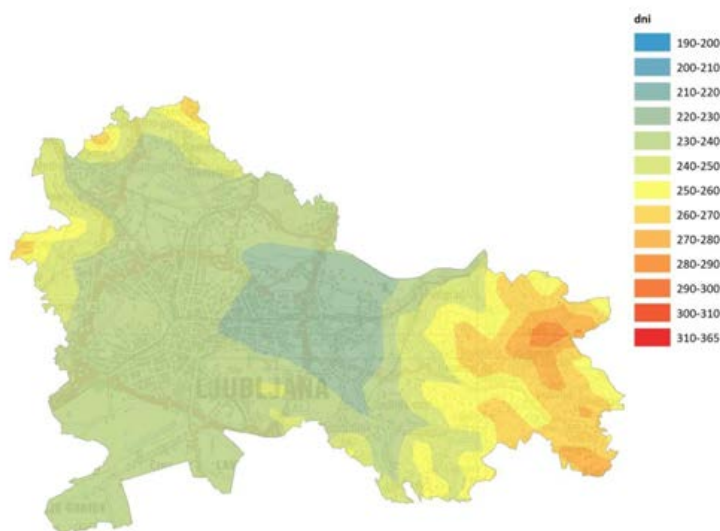
V spodnji preglednici so navedeni osnovni klimatski podatki za lokacijo objekta.

Preglednica 7: Osnovni klimatski podatki

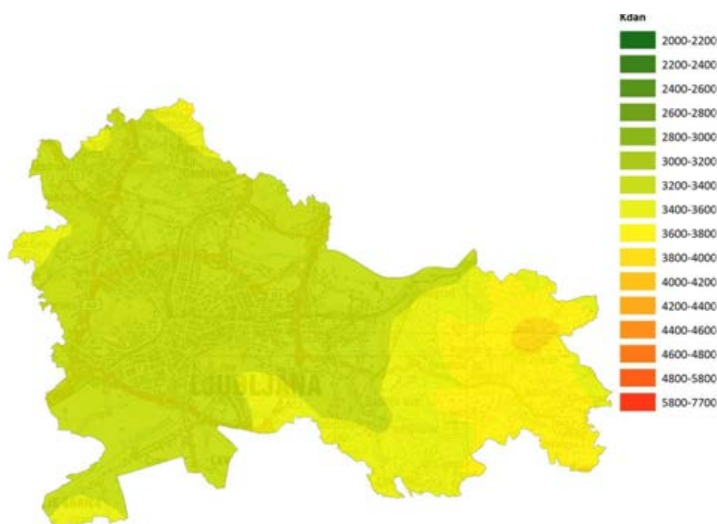
število ogrevalnih dni	230
temperaturni primanjkljaj	3300 Kdan
projektna temperatura	-13 °C
povprečna letna temperatura zunanjega zraka	9,7 °C



Slika 12: Povprečna temperatura zraka 1971 – 2000 (vir: Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO GIS)



Slika 13: Povprečno trajanje ogrevalne sezone 1971/72 – 2000/01 (vir: Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO GIS)



Slika 14: Povprečni temperaturni primanjkljaj 1971-2001 (vir: Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO GIS)

Vremenske razmere, predvsem temperatura zraka, pomembno vplivajo na energijo, ki se rabi za ogrevanje in hlajenje. Trendi na področju povprečne mesečne temperature zraka, letni temperaturni primanjkljaj in letni temperaturni presežek predstavljajo izhodišče za oceno pričakovane rabe energije.

V klimatskem pogledu spada obravnavano območje v zmerno celinsko podnebje osrednje Slovenije.

Na obravnavanem območju znaša povprečna letna temperatura zraka od 8 do 10°C, januarska temperatura pa -2 °C. Ogrevna sezona je v povprečju dolga med 220 in 230 dnevi. Povprečni temperaturni primanjkljaj (za obdobje med letoma 1971 in 2000) znaša med 3000 in 3200 Kdan.

## 2.4 Skupna poraba energije in stroški

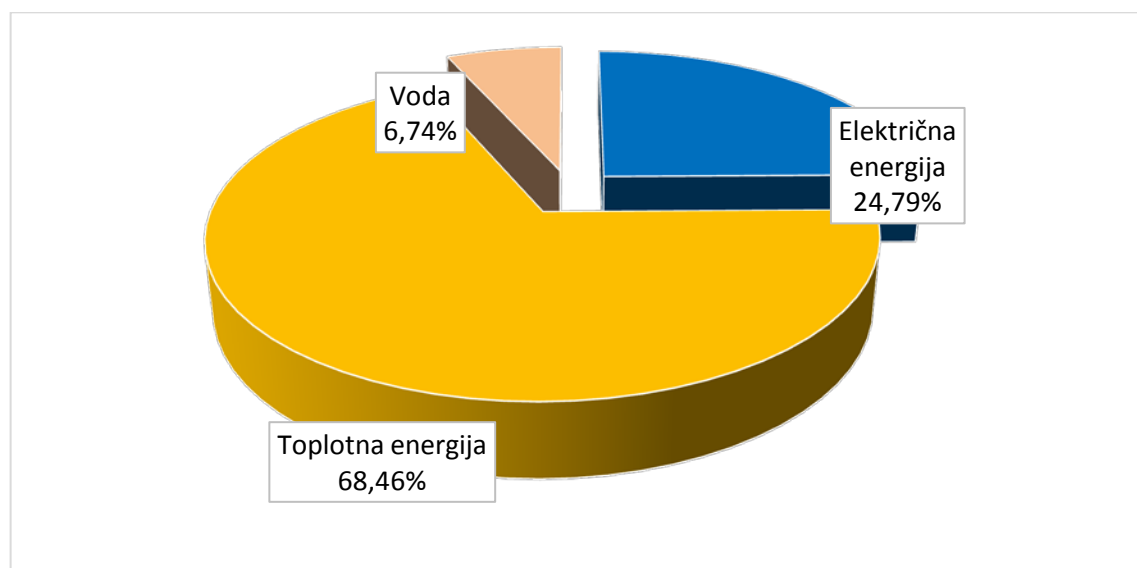
### 2.4.1 Poraba energentov v letu 2015

Za obratovanje OŠ dr. Vita Kraigherja se je v letu 2015 porabilo 152.857 kWh električne energije, poleg tega se je za ogrevanje stavbe porabilo 793.040 kWh toplotne energije (energent daljinsko ogrevanje). V vrtcu je bilo leta 2015 porabljen 4.239 m<sup>3</sup> vode.

Letni strošek za energijo in vodo je v letu 2015 znašal 85.973 € (brez DDV). Delež stroška za toplotno energijo znaša 68,46%, za električno energijo 24,79% in za vodo 6,74%.

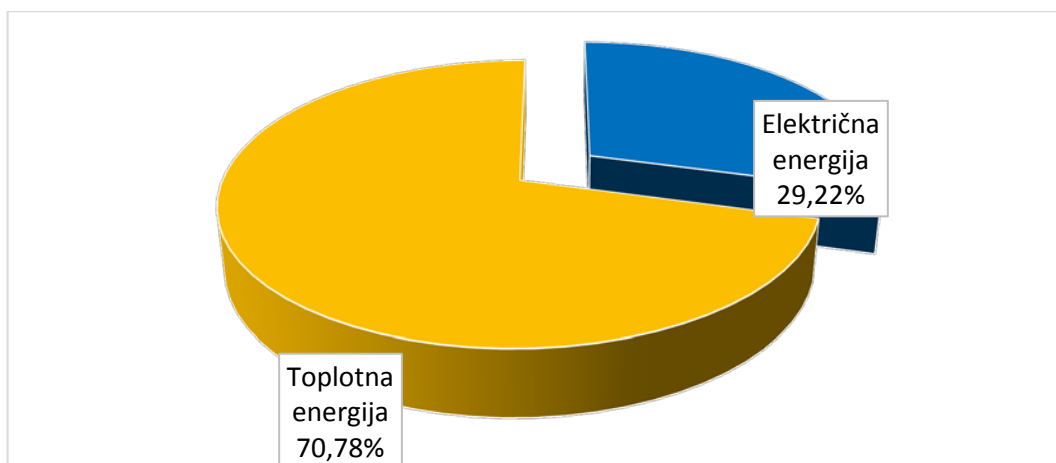
Preglednica 8: Poraba energentov, stroški in emisije CO<sub>2</sub> v letu 2015

	Poraba	Enota	Delež [%]	Strošek [€]	Delež [%]	CO <sub>2</sub> [kg]	CO <sub>2</sub> [%]	€/MWh
Električna energija	152.857	kWh	16,16	21.315	24,79	85.141	16,16	139,44
Toplotna energija	793.040	kWh	83,84	58.860	68,46	441.723	83,84	74,22
Voda	4.239	m <sup>3</sup>		5.798	6,74			
<b>SKUPAJ</b>	<b>945.897</b>	<b>kWh</b>		<b>85.973</b>		<b>526.865</b>		
	<b>4.239</b>	<b>m<sup>3</sup></b>						



Grafikon 2: Delež stroškov za energente v letu 2015



Grafikon 3: Delež emisij CO<sub>2</sub> za leto 2015

Pri pregledu porabe je potrebno upoštevati tudi okoljski vidik. V preglednici so prikazane tudi emisije CO<sub>2</sub>, ki so nastale v letu 2015. V stavbi se uporablja daljinsko ogrevanje, katerega emisijski faktor znaša 0,26 kg CO<sub>2</sub>/kWh. Za električno energijo znaša nacionalni emisijski faktor 0,557 kg CO<sub>2</sub>/kWh. Skupna emisija CO<sub>2</sub> zaradi porabljene energije je v letu 2015 znašala 291,332 ton. Delež električne energije glede na emitirani CO<sub>2</sub> je 29,22 %, delež toplotne energije je 70,78 %.

#### 2.4.2 Povprečna poraba energentov v referenčnem obdobju 2012 - 2015

V spodnji preglednici je za leta 2012 do 2015 prikazana raba električne energije, toplotne energije in vode. Za omenjeno referenčno obdobje so preračunane vrednosti povprečne porabe.

Preglednica 9: Poraba energentov v letih 2012 – 2015

	Električna energija [kWh]	Toplotna energija [kWh]	Voda [m <sup>3</sup> ]	Skupaj [kWh]
2012	134.469	840.890	4.270	975.359
2013	144.557	790.810	4.144	935.367
2014	142.933	671.830	4.074	814.763
2015	152.857	793.040	4.239	945.897
Povprečje	143.704	774.143	4.182	917.847

Toplotno energijo, ki se porablja v objektu, se pripravlja v objektu preko daljinskega sistema ogrevanja. Daljinsko ogrevanje se uporablja za ogrevanje objekta in pripravo tople sanitarne vode.

V spodnji preglednici so podane izračunane vrednosti specifične rabe toplotne in električne energije, glede na površino objekta. Glede na režim uporabe objekta, je bila ocenjena količina toplotne energije, ki se v enem letu porabi za pripravo tople sanitarne vode in znaša 10.600 kWh.

Preglednica 10: Specifična raba energentov glede na površino

LETO	Električna energija (kWh/m <sup>2</sup> )	Toplotna energija (kWh/m <sup>2</sup> )	Ogrevanje (kWh/m <sup>2</sup> )	Skupaj (kWh/m <sup>2</sup> )
2012	26,61	166,41	164,32	193,03
2013	28,61	156,50	154,41	185,11
2014	28,29	132,96	130,86	161,24
2015	30,25	156,94	154,85	187,20
Povprečje	28,44	153,20	151,11	181,64

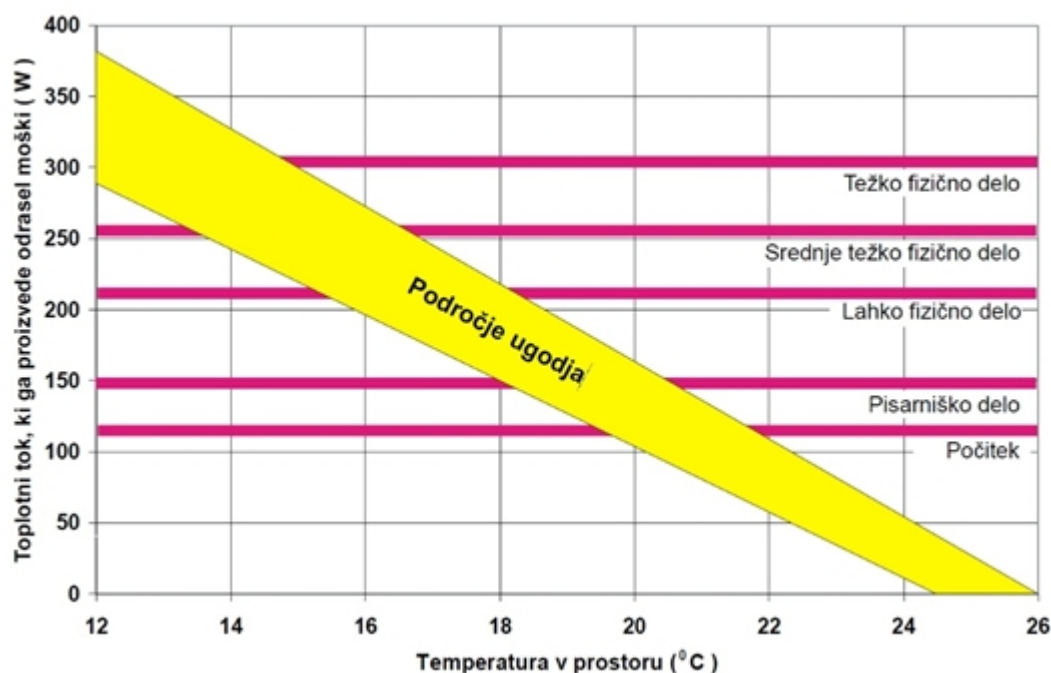
## 2.5 Stanje toplotnega ugodja v stavbi

Človek je homeotermen oziroma toplokrven organizem, za katerega je značilna sposobnost vzdrževanja telesne temperature, neodvisno od pogojev v okolju. Za vzdrževanje konstantne telesne temperature je zadolžen termoregulacijski mehanizem, katerega napor oziroma aktivnost vpliva na stanje toplotnega ugodja posameznika.

Toplotno ugodje je »stanje duha, pri katerem je izraženo zadovoljstvo s toplotnim okoljem«. Iz definicije je jasno razvidno, da je ocena ugodja miselni proces, na katerega vplivajo fizični, fiziološki, psihološki in drugi procesi.

Toplotno ugodje človeka dosežemo s toplotnim ravnovesjem med človekovim telesom in njegovim okoljem in je določeno kot stanje v prostoru, ko za večino uporabnikov ni prehladno in ne prevroče. Toplotno ugodje lahko dosežemo z zagotovitvijo toplotne bilance človeka in ustrezne trenutne kombinacije temperature kože in temperature jedra telesa (kombinacija temperatur, ki vzbuja občutek toplotne nevtralnosti). Na toplotno stanje prostora ne vplivamo samo s temperaturo zraka, ampak tudi s temperaturo obodnih površin, gibanjem zraka, relativno vlažnostjo, človek sam lahko na lastno toplotno ugodje vpliva z aktivnostjo in oblečenostjo.

Zadovoljivi bivalni pogoji v prostoru so, kadar je relativna vlažnost med 40 do 70% in temperatura zraka med 19 in 24 °C.



Slika 15: Področje ugodja glede na temperaturo zraka in aktivnost



### 3 SHEMA UPRAVLJANJA S STAVBO

#### 3.1 Razmerje med naročnikom energetskega pregleda, lastnikom stavbe, uporabnikom, najemnikom in upravnikom stavbe

Naročnik energetskega pregleda: Mestna občina Ljubljana

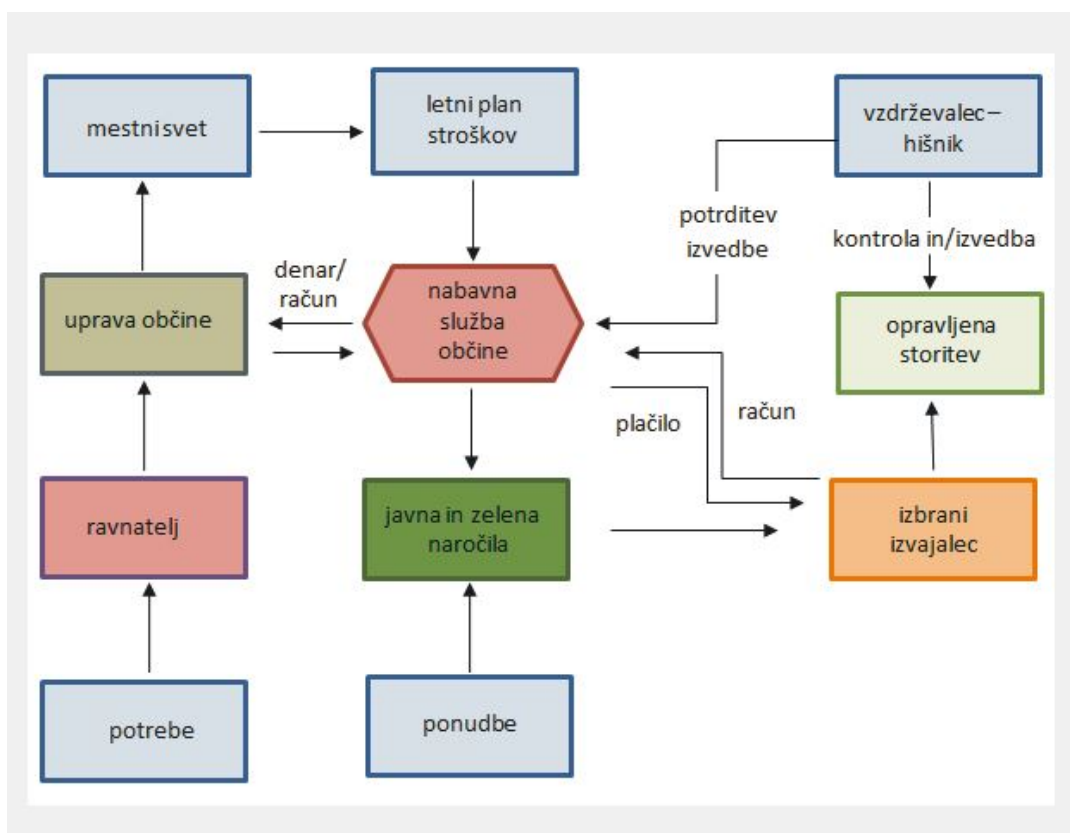
Lastnik stavbe: Mestna občina Ljubljana

Uporabnik in upravnik stavbe: OŠ dr. Vita Kraigherja

Najemniki: /

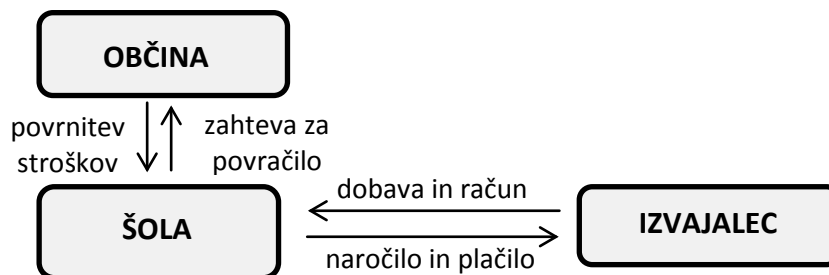
#### 3.2 Shema denarnih tokov na področju obratovalnih stroškov

Postopek naročanja in izvedba storitev na področju obratovalnih stroškov je prikazan na spodnji sliki.



Slika 16: Shema naročanja in izvedbe storitev na področju obratovalnih stroškov

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



Slika 17: Shema investicij

Investicije in investicijske stroške krije občina, saj gre za občinske nepremičnine. Za investicijske projekte potrebujejo soglasje lastnika. Z lastnikom se tudi dogovarjajo o vzdrževalnih delih. Za manjše posege se odločajo sami.

### **3.4 Potek nadzora nad rabo energije in stroški**

Mestna občina Ljubljana vodi energetsko knjigovodstvo in evidenco o stroških.

### **3.5 Motivacija za URE pri vseh udeleženi akterjih**

Glavna motivacija za ukrepe s področja URE je zmanjšanje stroškov rabe energentov. Poleg stroškovnih vidikov so dodatni motivatorji iz vidika okoljskega ozaveščanja, saj se z zmanjšanjem rabe energije in uvedbo ukrepov iz področja obnovljivih virov energije zmanjša onesnaževanje okolja s toplogrednimi plini.

### **3.6 Raven promoviranja URE**

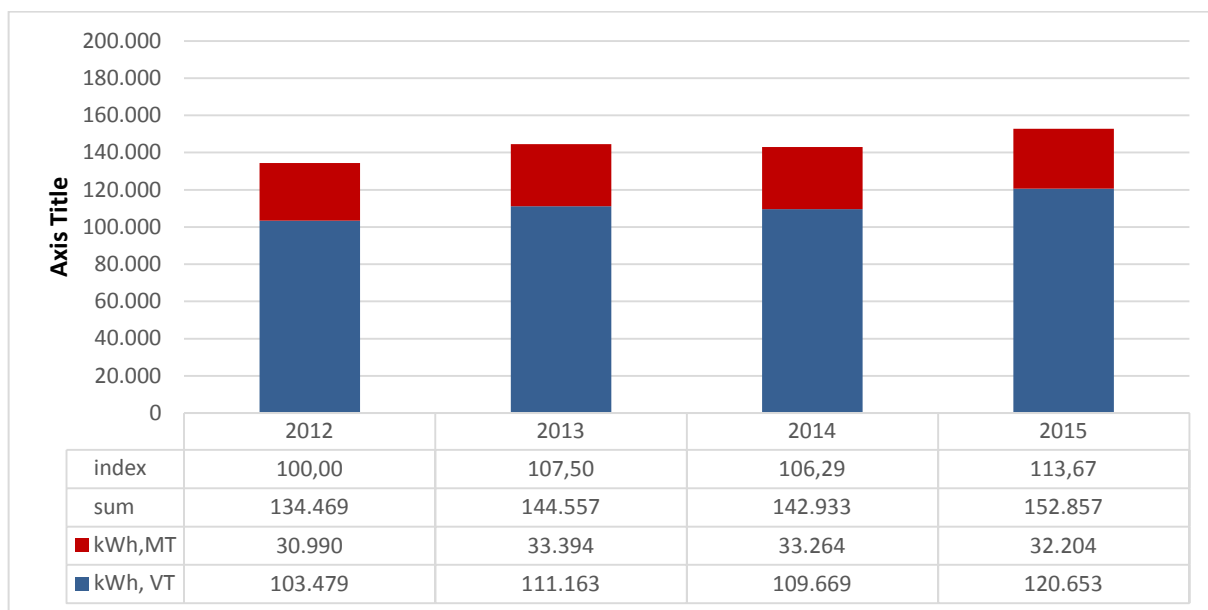
Trenutno v stavbi ni načrtne promocije ukrepov URE in OVE.

## 4 OSKRBA IN RABA ENERGIJE

### 4.1 Električna energija

#### 4.1.1 Poraba električne energije

Iz primerjave električne energije po letih za obdobje 2012-2015 je razvidno, da je poraba v vseh opazovanih letih konstantna.

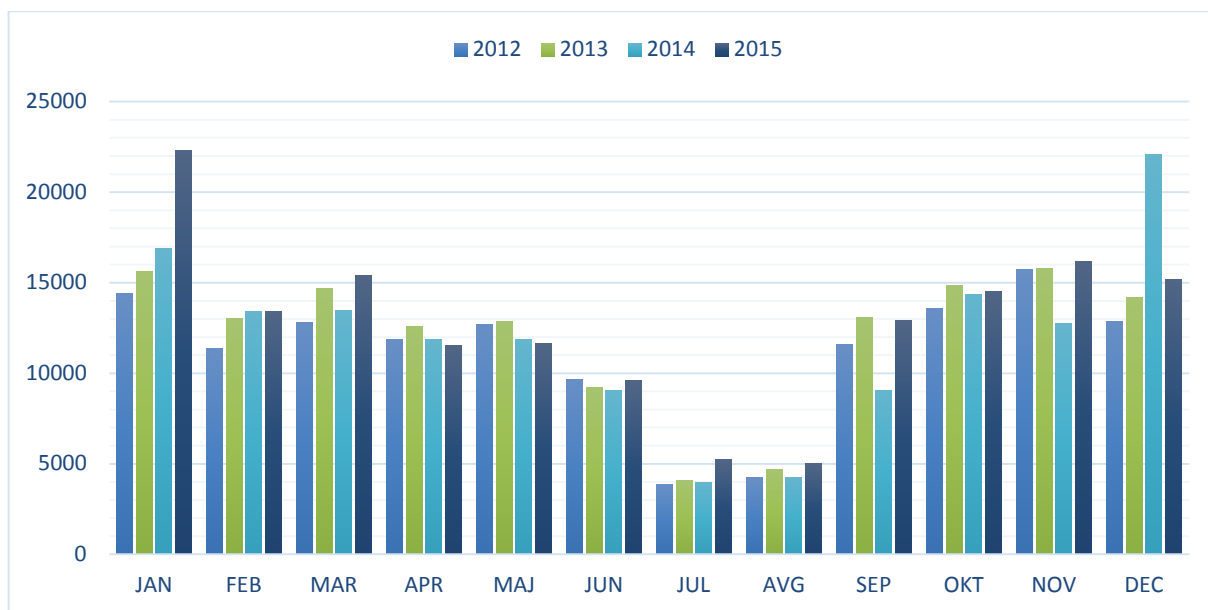


Grafikon 4: Poraba električne energije v obdobju 2012 – 2015

Preglednica 11: Razmerje med VT in MT

Razmerje VT/MT			VT/MT
leto	delež VT	delež MT	
2012	76,95%	23,05%	3,339
2013	76,90%	23,10%	3,329
2014	76,73%	23,27%	3,297
2015	78,93%	21,07%	3,747

Gornja tabela izkazuje ugodno razmerje med porabo VT in MT, kar pomeni da bi bilo smiselno preiti na enotarifni sistem plačevanja električne energije.



Grafikon 5: Poraba električne energije po mesecih

Iz mesečne poraba je viden vzorec znižanja porabe električne energije v poletnih mesecih in zvišanja porabe v zimskih mesecih. Trend porabe je, glede na poletne počitnice, pričakovan. Iz grafa izhaja podobna raba električne energije po posameznih letih oziroma mesecih z izjemo v mesecu decembru 2014 in januarju 2015, kjer vzrok ni ugotovljen.

#### 4.1.2 Cena električne energije

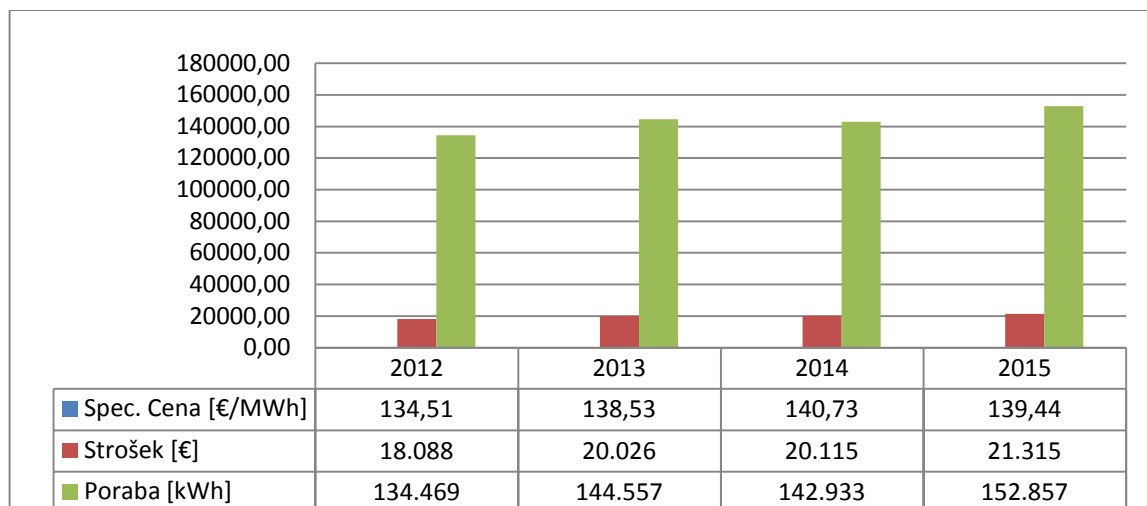
Stavba ima v okviru stavb Mestne občine Ljubljana sklenjeno pogodbo o dobavi električne energije s podjetjem

HEP – energija d.o.o. Pogodba je bila sklenjena za obdobje od 1.7.2015 do 30.6.2018.

Cena dobavljene električne energije je obračunana po naslednjih cenah (vse cene so brez DDV):

- energija VT 0,05105 €/kWh,
- energija MT 0,03150 €/kWh,
- energija ET 0,04300 €/kWh.

Spodnji grafikon prikazuje spreminjanje specifične cene električne energije po letih za obdobje od 2013 do 2015. Specifična cena električne energije je v referenčnem obdobju padla.



Grafikon 6: Specifična cena električne energije po posameznih letih

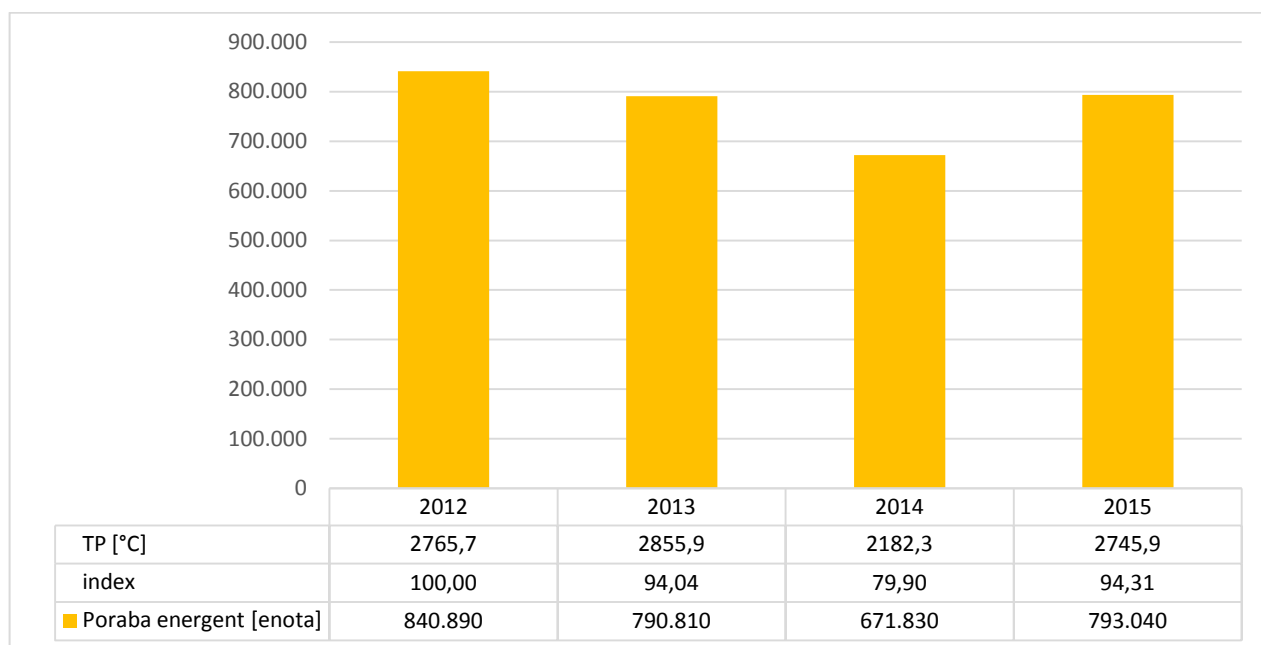
Zgornji grafikon prikazuje spreminjanje cene specifične električne energije po letih za obdobje 2012 do 2015. Najvišja vrednost specifične cene električne energije je bila v letu 2014, najnižja v letu 2012.

Glede na ugodnejše pogoje iz nove pogodbe o dobavi električne energije, je pričakovano, da se bo specifični strošek električne energije do konca pogodbe z dobaviteljem ostal na nivoju let 2014 in 2015, seveda ob normalni porabi.

## 4.2 Toplotna energija

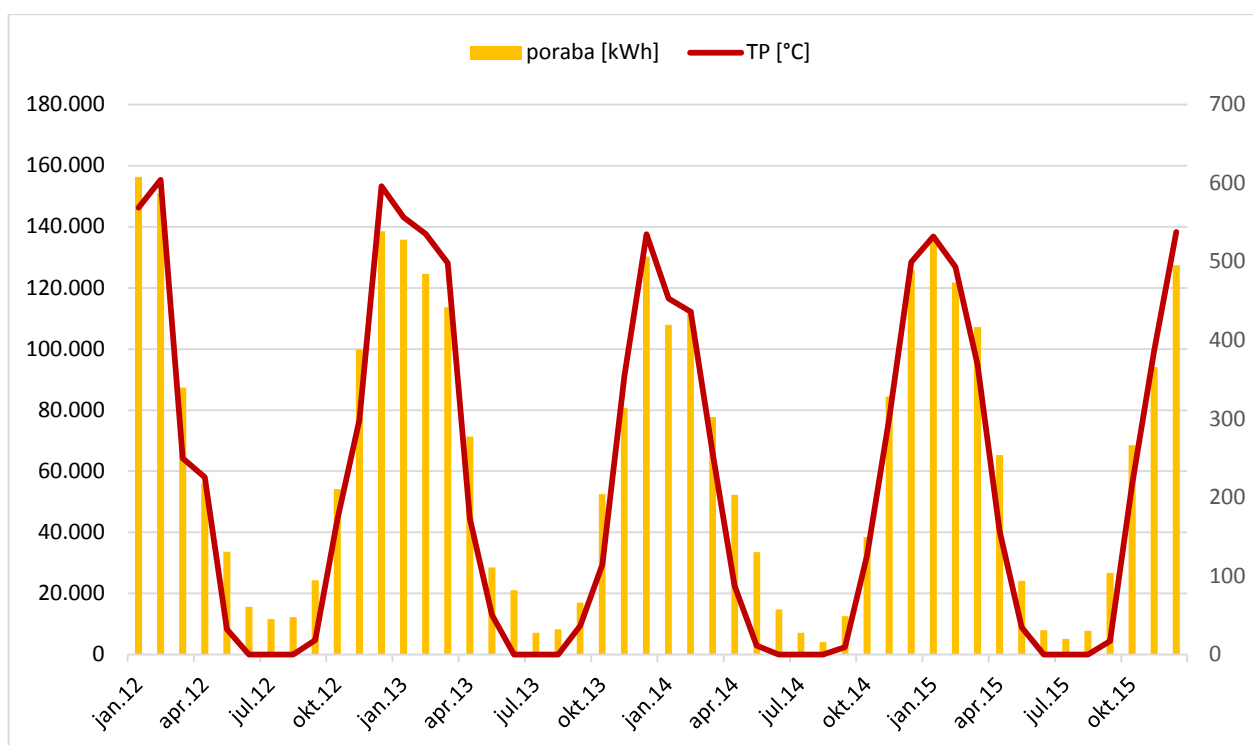
### 4.2.1 Poraba toplotne energije

Stavba OŠ dr. Vita Kraigherja se ogreva preko sistema daljinskega ogrevanja. Daljinsko ogrevanje se uporablja tudi za pripravo tople sanitarne vode. V spodnjem grafikonu so podane količine zemeljskega plina, ki so bile v objektu porabljene v preteklih letih. Najnižja poraba je bila v letu 2014, kar je posledica posledica manjšega temperaturnega primanjkljaja. V preglednici pod grafom so zapisane vrednosti celoletnega temperaturnega primanjkljaja, ki je pokazatelj potreb po ogrevanju.



Grafikon 7: Poraba toplote (DO) v obdobju 2012 - 2015

Iz grafikona, ki prikazuje rabo toplotne energije po mesecih je razviden trend porabe v hladnejšem delu leta. V toplejših mesecih (praviloma maj – september) se objekt ne ogreva, saj ni potreb po ogrevanju. V grafikonu je vrisana tudi krivulja poteka temperaturnega primanjkljaja, iz katerega je viden trend po potrebah toplotne energije.



Grafikon 8: Poraba toplotne energije za ogrevanje po mesecih

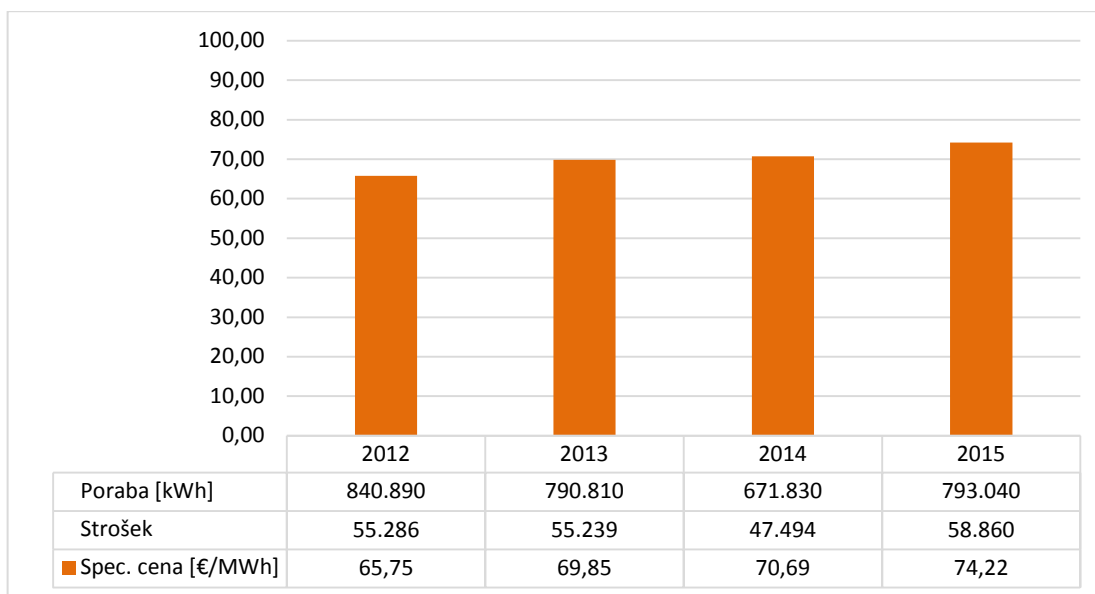
#### 4.2.2 Cena toplotne energije

Za dobavo daljinske toplote je zadolženo podjetje Energetika Ljubljana d.o.o..

Strošek za porabo toplote se obračunava glede na postavke, ki so vezane na porabo in postavke, ki so vezane na priključno moč.

#### 4.2.3 Specifična cena toplotne energije

V spodnjem diagramu je prikazana specifična cena toplotne energije po letih v obdobju 2012 – 2015. Specifična cena za daljinsko ogrevanje je izračunana glede na porabo v posameznem letu, kurilno vrednost energenta (1 kWh/kWh) in glede na strošek energenta. Iz grafikona je opazen rahel porast specifične cene toplotne energije.



Grafikon 9: Specifična cena toplotne energije po letih

#### 4.2.4 Normirana raba toplotne energije

Dejanska povprečna raba toplotne energije za ogrevanje objekta je osnovni podatek, na podlagi česar se ovrednoti ukrepe zmanjšanja rabe toplotne energije. Povprečno rabo se oceni glede na dolgoletno povprečje (minimalno 3 leta). Ocenjevanje povprečne rabe glede na referenčno obdobje 2012 – 2015 predstavlja težavo, saj leto 2014 močno odstopa od povprečja (razvidno glede na vrednosti temperaturnega primanjkljaja – preglednica spodaj). Za natančno določitev vpliva ukrepov je tako priporočljivo operirati z rabo, ki je normirana glede na temperaturni primanjkljaj v letu 2015 in povprečje zadnjih let. Normirana raba toplotne energije za ogrevanje znaša 814.624 kWh, če prištejemo še porabo energenta za potrebe priprave sanitarne tople vode, znaša skupna normirana poraba toplotne energije znaša 827.724 kWh.

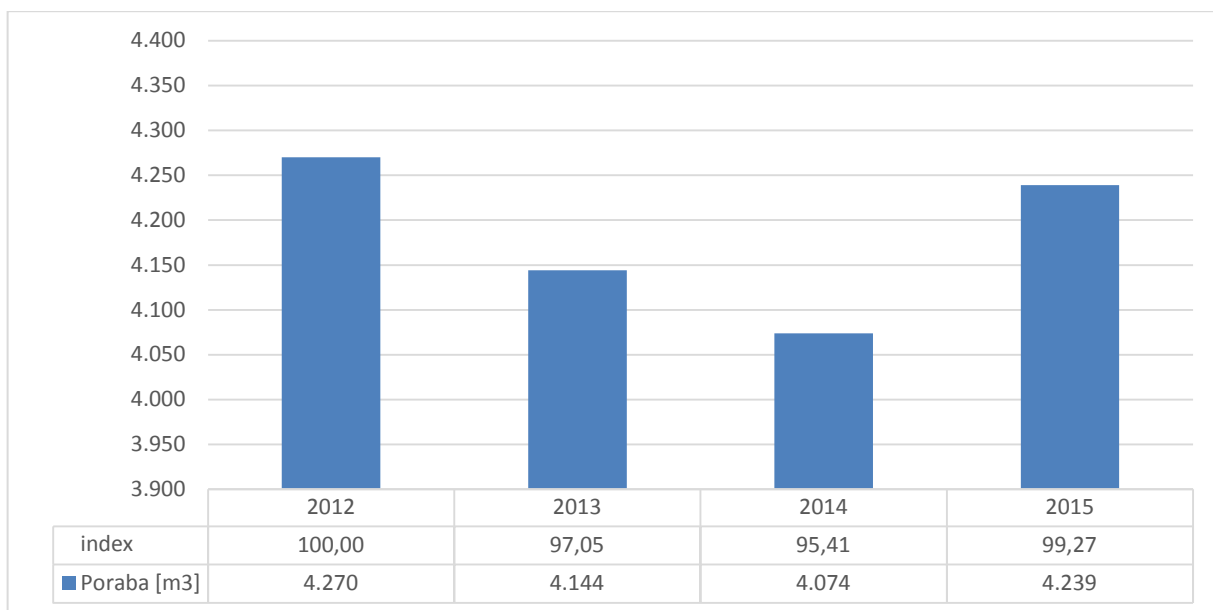
Preglednica 12: Temperaturni primanjkljaj v letih 2012 - 2015

Leto	TP [°C dan]
2012	2.766
2013	2.856
2014	2.182
2015	2.746
Povprečje	2.766

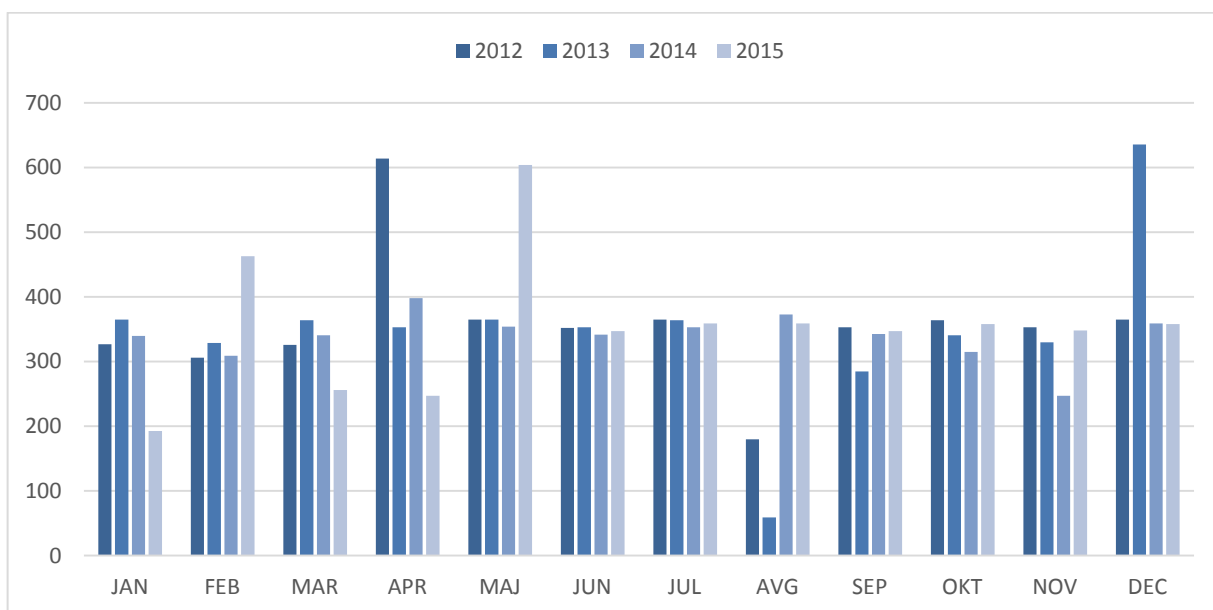
### 4.3 Voda

#### 4.3.1 Poraba vode

Iz spodnjega grafikona je razvidno, da se poraba vode v obdobju 2012 do 2015 viša. Vzroka za večanje rabe vode oziroma za neenakomerno rabo vode v posameznih letih ni možno ugotoviti za nazaj saj nanjo vpliva veliko dejavnikov zato se predlaga redno spremljanje energetskega knjigovodstva.



Grafikon 10: Poraba vode v obdobju 2012 – 2015



Grafikon 11: Poraba vode po mesecih

Iz zgornjega grafikona je razviden mesečni režim porabe vode v objektu – poraba vode se v poletnih mesecih (julij, avgust) ne zmanjšuje kar bi se sicer pričakovalo. V posameznih letih so razvidne visoke porabe vode še posebej v aprilu 2012 in decembru 2013. Odstopanje je lahko posledica večje porabe, okvare ali pa gre za drug vzrok, ki ga je za nazaj težko ugotoviti. Predlaga se redno spremljanje energetskega knjigovodstva.

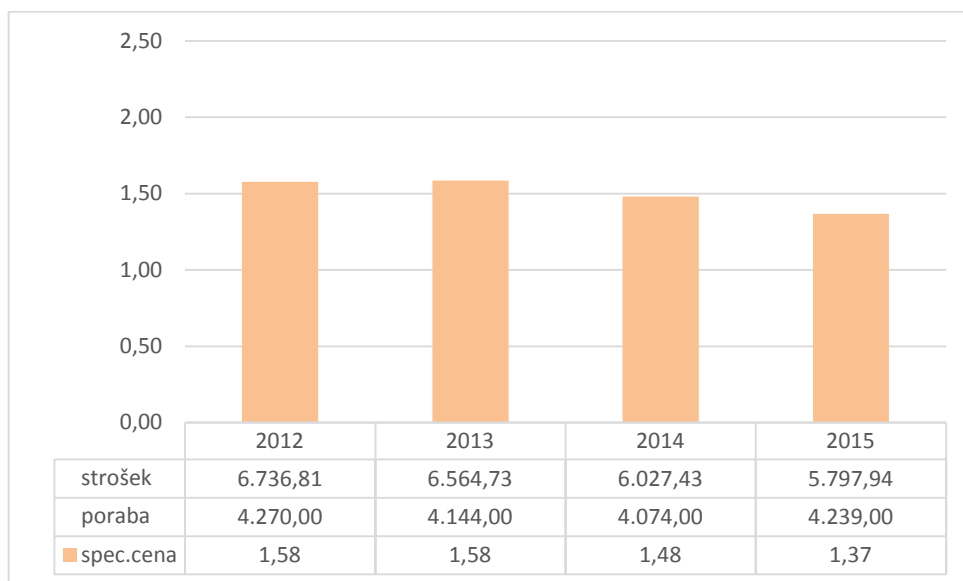
#### 4.3.2 Cena vode

Strošek za vodo se obračunava glede na postavke, ki so vezane na porabo (vodarina, odvajanje odpadnih voda, čiščenje odpadnih voda, okoljske dajatve) in postavke, ki so vezane na omrežnino (omrežnina vodooskrba, omrežnina odvajanje, omrežnina čiščenje).

Na spodnjem grafikonu je prikazana cena specifične cene vode za obdobje 2012 – 2015. Najnižja specifična cena je bila leta 2015, najvišja je bila leta 2012. Specifična cena se je v obravnavanem obdobju spreminjala, kar je



posledica uskladitve cen na podlagi predpisov za oblikovanje cen storitev obveznih občinskih gospodarskih javnih služb.



Grafikon 12: Specifična cena vode po letih

#### 4.4 Zanesljivost oskrbe glede energetskih virov

Za zanesljivost neprekinjene dobave posameznih energentov skrbijo podjetja:

- dobava električne energije – HEP – energija d.o.o.,
- distribucija električne energije – Elektro Ljubljana, javno podjetje za distribucijo električne energije d.d.,
- dobava daljinske toplote – Energetika Ljubljana d.o.o., Verovškova ulica 62, Ljubljana,

#### 4.5 Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme

##### TOPLOTA:

Objekt se s toplotno energijo za ogrevanje oskrbuje preko sistema daljinskega ogrevanja, skupe nazivne moči 1.100 kW, toplotna postaja se nahaja v objektu. Daljinski sistem ogrevanja skrbi tudi za toplo sanitarno vodo. Za pripravo sanitarne tople vode je v kotlovnici vgrajen hranilnik, velikosti 2000 l. Oprema je redno servisirana in vzdrževana saj je to potrebno s stališča zanesljivosti delovanja.

##### ELEKTRO DEL:

Vsa oprema v razdelilnikih je vzdrževana in do izpadov energije zaradi dotrajanosti opreme ne prihaja. Celoten NN sistem razdelilnika je dobro vzdrževan. Razsvetljava po vrtcu je večinoma fluorescentna. Zanesljivost delovanja razsvetljave ne predstavlja večjih težav. Zanesljivost z oskrbo energije je zelo visoka.

## 5 PREGLED NAPRAV ZA PRETVORBO ENERGIJE

### 5.1 Ogrevalni sistem

V kotlovnici se nahaja toplotna podpostaja, ki se napaja preko sistema daljinskega ogrevanja. Priključna moč sistema znaša 1100 kW. Objekt se ogreva preko osmih ogrevalnih vej, ena veja pa je namenjena pripravi tople sanitarne vode. Za pretok vode po cevovodih skrbijo obtočne črpalke brez zvezne regulacije, proizvajalcev Grundfos in IMP. Posamezne veje dovajajo toploto do klimatov, ki služita za potrebe ogrevanja kuhinje in telovadnice. Cevovodi so izolirani.



Slika 18: razdelilnik

Prostore se v šoli ogreva s ploskovnimi radiatorji, ki večinoma nimajo vgrajenih termostatskih ventilov. Radiatorji so priključeni na dvocevni razvodni sistem, režim ogrevanja je visokotemperaturni, 90/70 °C.



Slika 19: klimat in telovadnica – prezračevalni sistem

Priključna moč klimata kuhinje znaša 171 kW, klimata male telovadnice 21 kW in 21 kW velike telovadnice. Priključna moč toplotne zavese velike telovadnice znaša 90 kW.



Slika 20: prezračevalni sistem velike telovadnice



Slika 21: Radiatorsko ogrevanje (levo s TV, desno brez)

Radiatorji imajo nameščene termostatske ventile v razredih.

## 5.2 Sistem za oskrbo s toplo vodo

Sanitarna topla voda se pripravlja centralnov. V kotlovnici je nameščen zalogovnik TSV, ki se preko celega leta ogreva preko sistema daljinskega ogrevanja. Toplotna priključna moč boilerja je 18 kW.



Slika 22: zalogovnik tople sanitarne vode

### 5.3 Sistem za oskrbo s hladno vodo

Stavbo se oskrbuje s pitno vodo iz javnega vodovodnega omrežja. Oskrba je zanesljiva.

### 5.4 Elektroenergetski sistem in porabniki

Objekt je napajan preko NN omrežja 400/230 V iz odjemnega mesta, s katerega se napaja celoten objekt. Dvotarifni števec električne energije z avtomatskim odčitavanjem je nameščen v omarici na fasadi.

Glavni razdelilnik RG napaja vse porabnike v objektu. Električna instalirana moč objekta je 201 kW.

Nizkonapetostne instalacije v objektu sestavljajo:

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

Signalne instalacije v objektu sestavljajo:

- telefonija, računalniške povezave,
- signalna in varnostna napeljava.

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



## 6 PREGLED RABE KONČNE ENERGIJE

### 6.1 Ovoj stavbe

#### Glavne karakteristike gradbene konstrukcije stavbe:

- stavba ima armiranobetonsko konstrukcijo; zunanji zidovi so debeli od 40 do 60 cm, so izvedeni iz mrežaste in votle opeke in imajo obojestranski zaključni sloj. Stavba nima nameščene toplotne izolacije fasade..
- konstrukcija proti strehi je v površini 1.142 m<sup>2</sup> izolirana s kameno volno debeline 15 cm, ki je položena na AB ploščo. Konstrukcija proti strehi, površine 1.410 m<sup>2</sup> ni izolirana. Ravni del strehe s površino 105 m<sup>2</sup> je izoliran z EPS izolacijo debeline 5 cm.
- Okna kuhinje so novejša, ALU izvedbe in termoizolacijskim steklom toplotne prehodnosti 0,875 W/m<sup>2</sup>K. Proti jugu obrnjena okna so enojnega tipa in termoizolacijskim steklom toplotne prehodnosti 1,13 W/m<sup>2</sup>K, kar predstavlja slabo polovico vseh oken. Starejših oken, enojnega tipa, lesenih, s termoizolacijskim steklom, toplotne prehodnosti 2,8 W/m<sup>2</sup>K, je 443 m<sup>2</sup>. Večji del vrat je starejših in lesenih ter imajo toplotno prehodnost 2,5 W/m<sup>2</sup>K.
- tla na terenu niso toplotno izolirana.



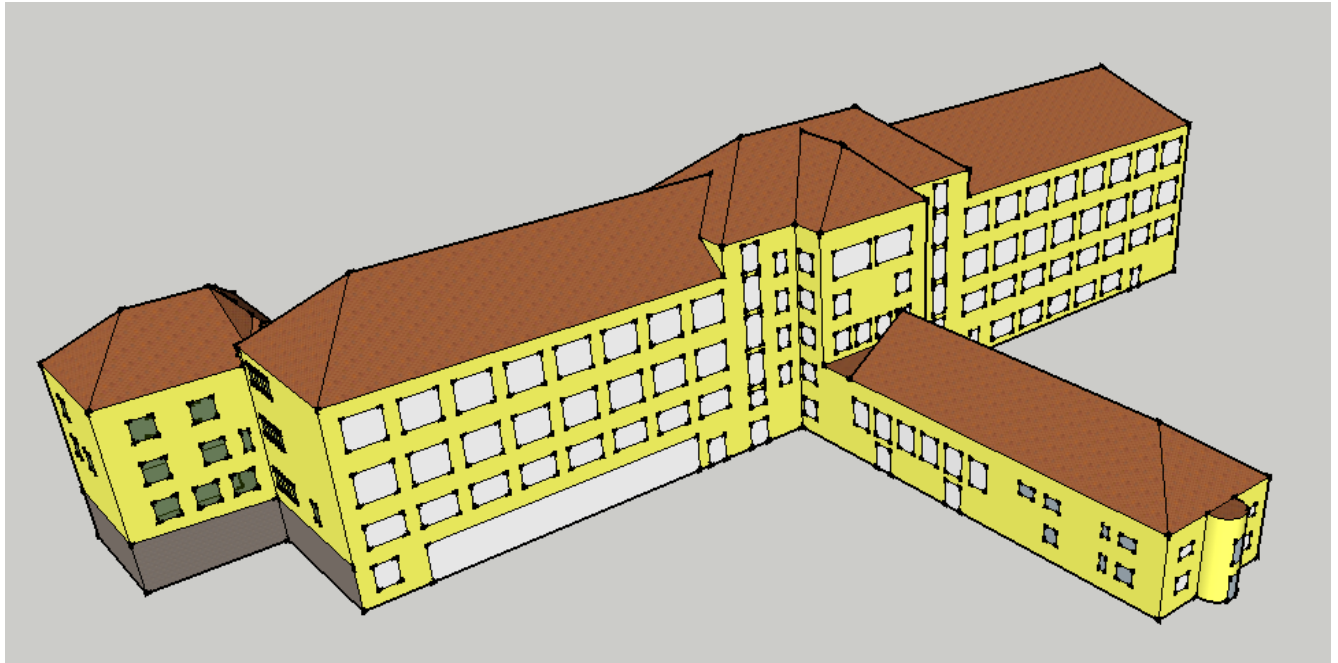
Slika 23: desno so PVC okna – na južni strani objekta, levo so starejša okna (lesena)



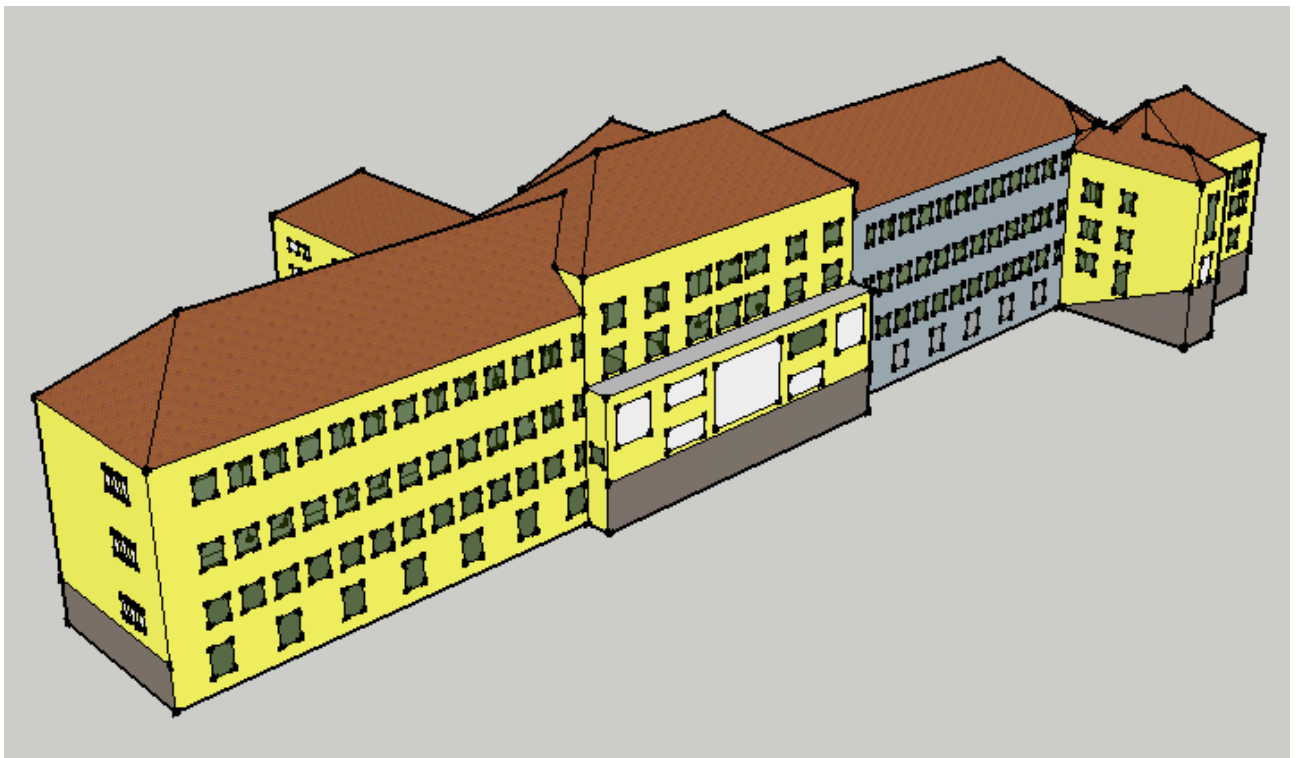
Slika 24: neizolirani del podstrešja



Slika 25: starejša vhodna vrata in prenovljena okna kuhinje (jug)



Slika 26: model šole – pogled iz JZ smeri



Slika 27: model šole – pogled iz SV smeri

Posamezne elementi stavbe so podrobneje predstavljeni v prilogah, ki obravnavajo gradbeno fiziko.

## 6.2 Električni aparati

Objekt je razmeroma majhen porabnik električne energije, saj se v kuhinji hrana le razdeljuje. Je pa največji porabnik električne energije (glede na priključno moč) kuhinja in razsvetljava nato si sledijo ogrevanje in ostali elektro porabniki.

Preglednica 13: Popis električnih porabnikov

Porabniki	Moč (kW)
Kuhinja	67,4
Prezračevanje in hlajenje	14,8
Razsvetljava	92,6
IT oprema	24,3
Ogrevanje s TSV	0,1
Ostalo	1,8
<b>SKUPAJ</b>	<b>201</b>



Slika 28: Električni porabniki v kuhinji



Slika 29: pralnica





Slika 30: Električni porabniki: server omara, kuhinja



Slika 31: pisarniška oprema, kavni avtomat

### 6.3 Razsvetljava

Razsvetljava po vrtcu je v veliki meri izvedena s fluorescentno razsvetljavo. Vgrajene so večinoma svetilke moči 36 W, manjši del je fluorescentnih svetilk moči 26 kW, nekaj pa je nameščenih varčnih žarnic moči 10 W.

Preglednica 14: Povzetek popisa razsvetljave

Tip sijalke	Število sijalk	Moč sijalk [W]	Skupna moč svetilk (W)
FLUO	2400	36	77.760
FLUO	180	26	4.212
varčne luči	150	10	1.350
<b>SKUPAJ</b>			<b>83.322</b>



Slika 32: Tipična razsvetljava v razredih (levo); razsvetljava na hodniku (desno)



Slika 33: razsvetljava jedilnice

## 6.4 Prezračevanje in klimatizacija

Objekt se večinoma prezračuje naravno, izjema so posamezne sanitarije, kuhinja in telovadnici. Centralno hlajenje stavbe ni urejeno, nameščena sta dve split klima napravi.



Slika 34: prezračevanje kuhinje (levo); prezračevanje telovadnice (desno)

Ocenjeni priključni moči prezračevalnih naprav sta za kuhinjo 1 kW, za telovadnico pa 0,8 kW.

## 6.5 Razdelitev porabe energije

Preglednica 15: Razdelitev porabe energije

Razdelitev porabe električne energije	Letna raba kWh	%	
Kuhinja	36.346	23,8%	
Razsvetljava	12.544	8,2%	
Prezračevanje in hlajenje	83.322	54,5%	
IT oprema	17.090	11,2%	
Ogrevanje + TSV	3.200	2,1%	
Ostalo	355	0,2%	
SKUPAJ	152.857	100,0%	
Razdelitev porabe toplotne energije	Letna raba kWh	%	
Transmisijske toplotne izgube	858.925	68,09%	Toplotne izgube
Ventilacijske toplotne izgube	402.438	31,91%	
SKUPAJ	1.261.363	100	
SKUPAJ	Letna raba kWh	%	
Toplotna energija	793.040	83,84	
Električna energija	152.857	16,16	
SKUPAJ	945.897	100	

## **7 OSKRBA Z ENERGIJO**

### **7.1 Revizija pogodb o dobavi energije**

V sklopu razširjenega energetskega pregleda so bile pregledane pogodbe o dobavi energentov.

### **7.2 Električna energija**

Pogodba o dobavi električne energije je trenutno sklenjena za obdobje od 1.7.2015 do 30.6.2018. Pogodba je sklenjena za vse objekte Mestne občine Ljubljana.

Dobavitelj električne energije je:

*HEP – energija d.o.o., Tivolska cesta 48, 1000 Ljubljana*

Ocenjujemo, da se z zamenjavo dobavitelja ne bo doseglo znižanja stroškov porabe električne energije.

### **7.3 Ogrevanje**

Objekt se oskrbuje s toplotno energijo, kjer se kot energent uporablja daljinsko ogrevanje. Dobavitelj daljinske toplote je Energetika d.o.o. Ljubljana.

### **7.4 Voda**

Stavba se oskrbuje s pitno vodo iz javnega komunalnega omrežja.

Dobavitelj pitne vode:

*Javno podjetje Vodovod-Kanalizacija d.o.o. Vodovodna cesta 90, 1000 Ljubljana*

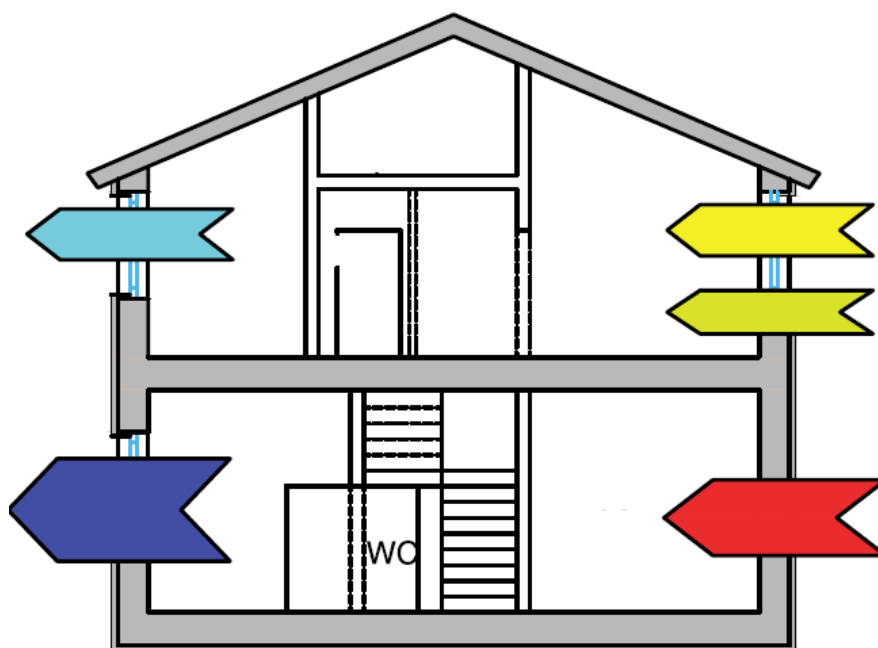
Zamenjava dobavitelja vode ni mogoča, saj je to obvezna gospodarska javna služba, ki jo izvaja določeni izvajalec javne službe.

## 8 ANALIZA ENERGETSKIH TOKOV V STAVBI

### 8.1 Potrebna toplota za ogrevanje stavbe – obstoječe stanje

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

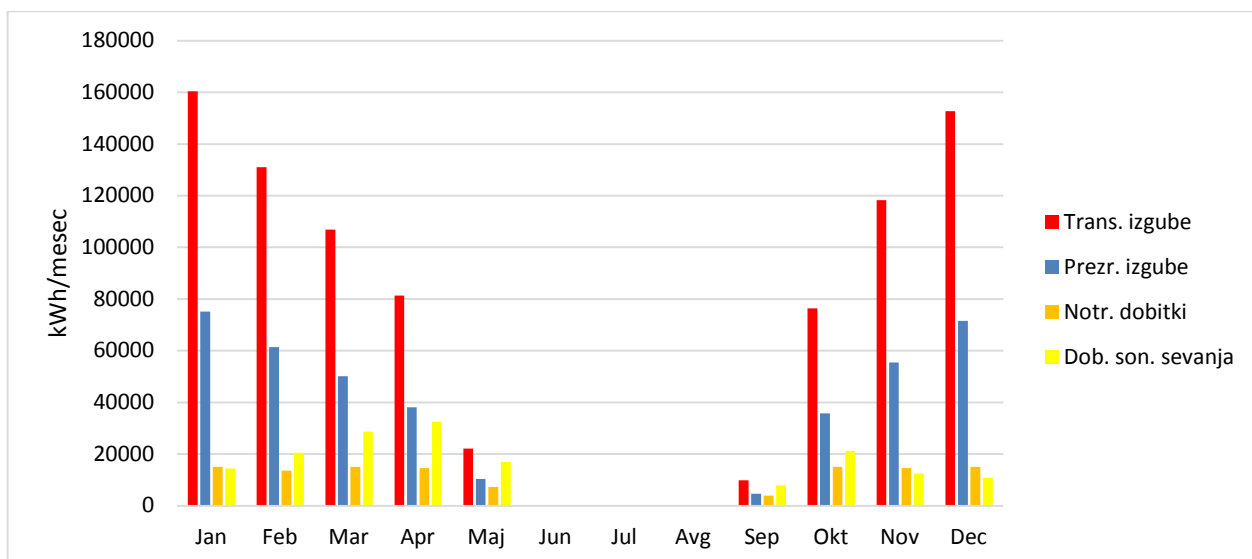
Energetska bilanca stavbe se nanaša na vsoto toplotnih izgub (toplota, ki prehaja prek strehe, zunanjih zidov in oken), ki je enaka vsoti toplotnih dobitkov (pasivnih dobitkov sončnega sevanja, notranjih dobitkov in aktivnega sistema ogrevanja).



Slika 35: Energetska bilanca stavbe

Potrebno toploto za ogrevanje stavbe smo preračunali s programom za gradbeno fiziko Knauf Energija 2014. Glede na preračun programa je v stavbo za ogrevanje potrebno dovesti 990.823 kWh, kar je večja vrednost, kot je korigirana oziroma normirana povprečna poraba toplote za ogrevanje, ki znaša 181.361 kWh.

Neto uporabna površina stavbe	5.053 m <sup>2</sup>
Bruto prostornina stavbe	35.359 m <sup>3</sup>
Prostornina ogrevanega dela stavbe	28.287 m <sup>3</sup>
Površina ovoja	10.004,1 m <sup>2</sup>
Oblikovni faktor $f_0$	0,28
Toplota za gretje $Q_{nh}$	990.823 kWh
Hladilna toplota $Q_{nc}$	5.892 kWh
Količnik specifičnih transmisijskih toplotnih izgub $H'_t$	1,026 W/ m <sup>2</sup> K



Grafikon 13: Bilanca toplotnih izgub in dobitkov

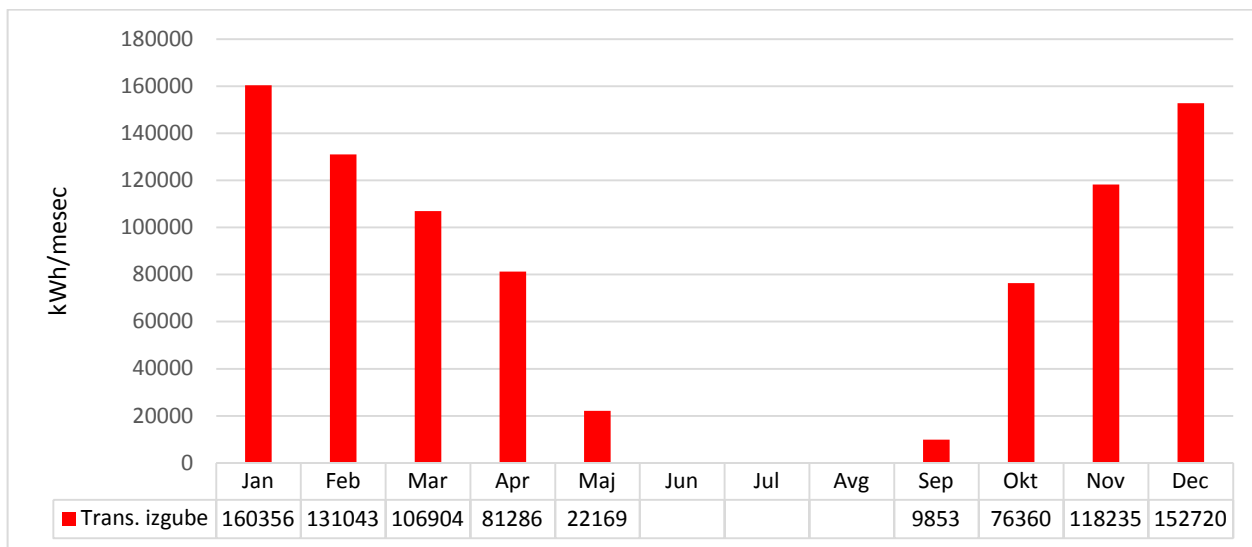
### 8.1.1 Transmisijske izgube

Glede na podatke o stavbi, ki smo jih pridobili ob strokovnem ogledu in razgovorih z vzdrževalcem, smo ocenili transmisijske izgube stavbe, ki smo jih preračunali s pomočjo programa za gradbeno fiziko Knauf Energija 2014. Povzetek preračuna se nahaja v tem poglavju, natančnejši popis stanja se nahaja v prilogi Gradbena fizika (priloga 4).

Razdelitev deleža transmisijskih izgub po posameznih segmentih:

- izgube skozi streho: 31,59 % celotnih izgub toplote,
- izgube z zasteklitvijo: 21,81 % celotnih izgub toplote,
- izgube skozi zunanje stene: 39,85 % celotnih izgub toplote,
- izgube skozi tla: 6,75 % celotnih izgub toplote.

Transmisijske toplotne izgube predstavljajo 68,09 % celotnih toplotnih izgub.



Grafikon 14: Transmisijske toplotne izgube

V spodnji preglednici so prikazane toplotne izgube skozi posamezni konstrukcijski element. Pri preračunu koeficienta transmisijskih izgub dodana vrednost  $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$  zaradi vpliva toplotnih mostov, ki povečajo toplotno prehodnost zunanega ovoja.

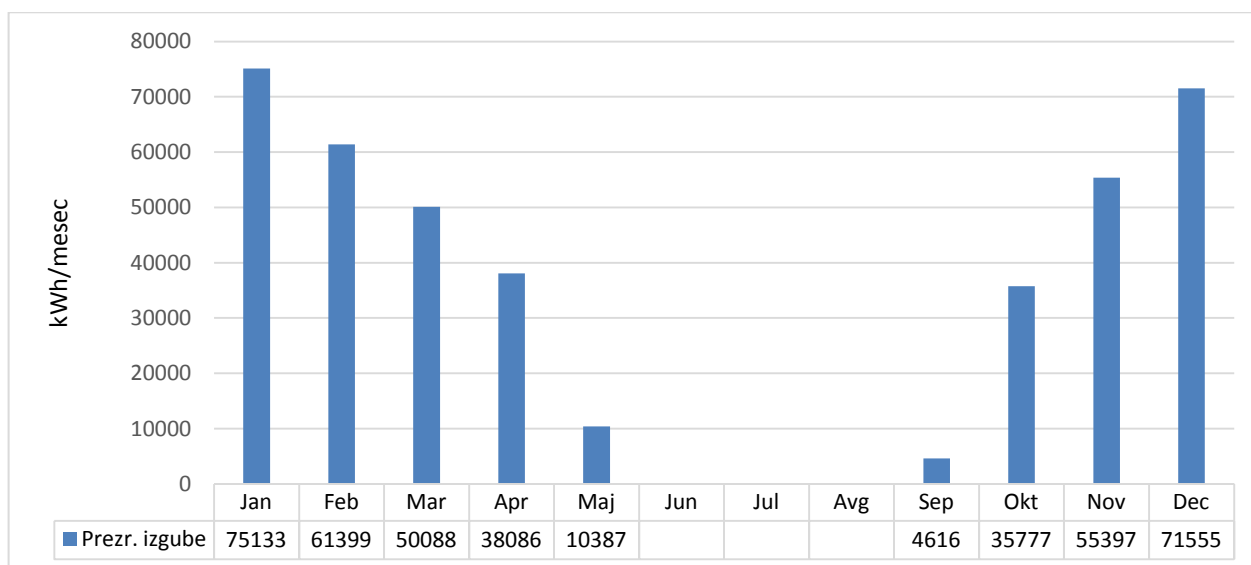
Preglednica 16: Toplotne karakteristike konstrukcij

Naziv	U	A	$H_T=U \cdot a \cdot b$	Naziv	U	A	$H_T=U \cdot a \cdot b$
zunanja stena stari del	1,045	3685	3850,825	stena vkopane kleti	0,393	431	169,383
poševna streha izolirana	0,246	1142	280,932	okna kuhinja	0,875	106	92,75
ravna streha	0,639	105	67,095	okna 1,3 - jug	1,13	560	632,8
poševna streha neizolirana	1,918	1410	2704,38	starejša okna 2,8	2,8	443	1240,4
tla na terenu	0,234	2062	482,508	vrata starejša	2,5	51	127,5
tla vkopane kleti	1,077	0,1	0,1077	vrata novejša	1,6	9	14,4

### 8.1.2 Izgube zaradi prezračevanja

Toplotne izgube zaradi prezračevanja nastanejo zaradi potrebe po segrevanju svežega zraka iz zunanosti, ki ga s prezračevanjem dovajamo v stavbo. Za naravno prezračevanje, pri katerem je težko oceniti dejansko stopnjo izmenjave zraka smo za izračun prezračevalnih izgub predpostavili volumsko izmenjavo zraka  $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$ , ki je privzeta vrednost iz pravilnika o prezračevanju in klimatizaciji stavb, kjer je tovrstna izmenjava zraka zahtevana v času prisotnosti ljudi v prostorih, ki so namenjeni za delo in bivanje ljudi.

Prezračevalne toplotne izgube predstavljajo 31,91 % vseh toplotnih izgub.

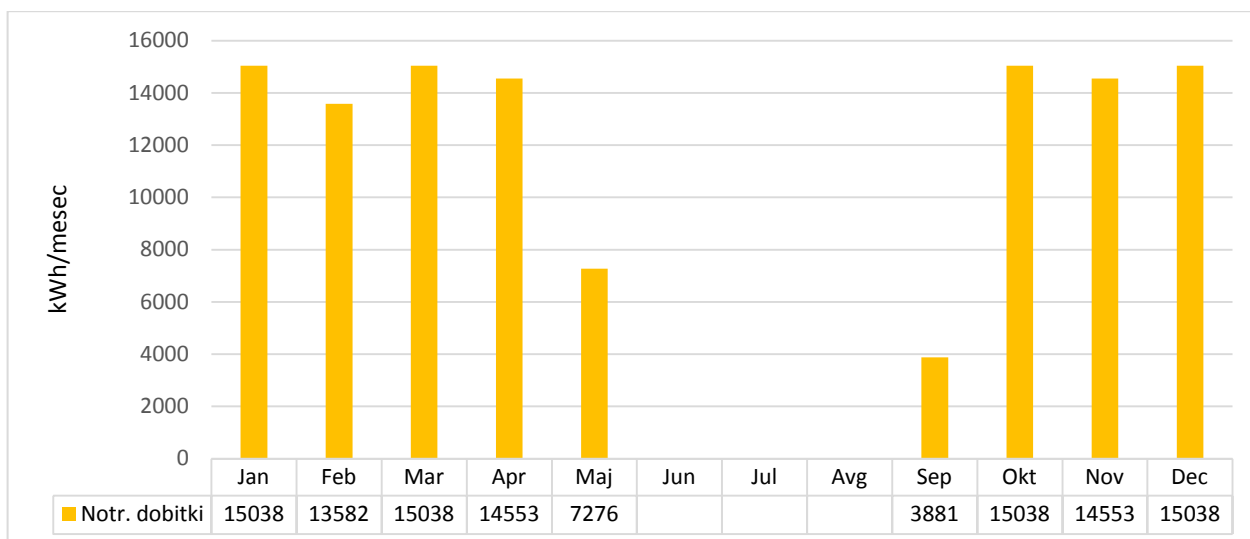


Grafikon 15: Prezračevalne izgube

### 8.1.3 Toplotni dobitki

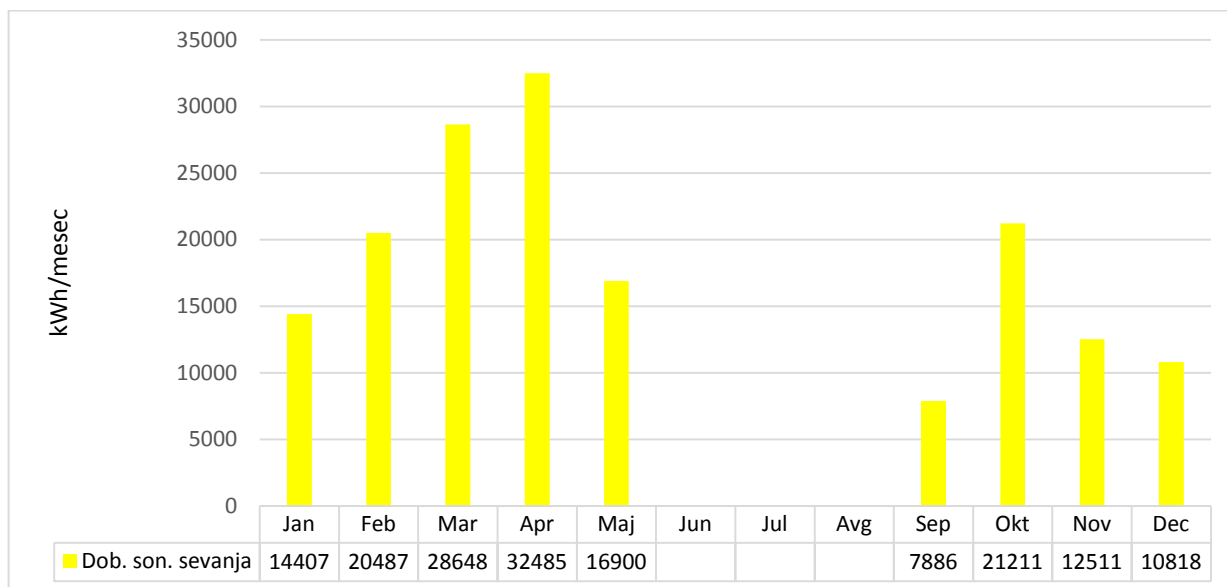
Toplotne dobitke na notranje in dobitke zaradi sončnega obsevanja. Notranji dobitki oz. dobitki notranjih virov predstavljajo toploto, ki v prostoru nastaja in njen vir ni ogrevalni sistem – predstavljajo oddajo toplote uporabnikov stavbe, tehničnih naprav, razsvetljave. Dobitki sončnega obsevanja predstavljajo toploto, ki vstopa v prostor zaradi sončnega obsevanja in jih delimo na dobitke sončnega sevanja skozi zastekljene in tudi nezastekljene površine ovojja stavbe.





Grafikon 16: Notranji dobinki

Toplotni dobinki so ocenjeni v skladu s Tehnično smernico TSG – 1 – 004 : 2010. Prispevki notranjih toplotnih virov pri potrebni toploti za ogrevanje so po poenostavljeni metodi znašajo  $4 \text{ W/m}^2$  na enoto uporabne površine.



Grafikon 17: Dobitki sončnega sevanja



## 9 OCENA ENERGETSKO VARČEVALNIH POTENCIALOV

Energetski varčevalni potencial stavbe ocenimo s pomočjo primerjave rabe energije v podobnih stavbah. Za to uporabimo določene kazalnike. Izbrali smo primerjalni kazalnik za javne stavbe: poraba energije na m<sup>2</sup> neto ogrevane površine – energijsko število.

Povprečna raba toplote v obdobju od 2012-2015 je 774.143 kWh za ogrevanje 5.053 m<sup>2</sup> neto površine. Kot je bilo opisano v poglavju 4.2.4 je bila za ovrednotenje ukrepov določena normirana raba energije, ki znaša 827.724 kWh. Energijsko število tako znaša 187,69 kWh/m<sup>2</sup>, ki ciljno vrednost za javne stavbe (80 kWh/m<sup>2</sup>) presega.

### 9.1 Ovoj stavbe

Toplotna obnova ovoja stavbe predstavlja za investitorja visok strošek, gradbeni ukrepi na ovoju stavbe so namreč povezani z velikimi stroški, kar botruje tudi visokim vračilnim dobam ukrepov.

#### 9.1.1 Ukrepi

V skladu z ogledom objekta in preračunom gradbene fizike smo izračunali in ovrednotili ustreznost posameznih konstrukcij glede na njihove toplotne karakteristike. Iz spodnje preglednice je razvidno, da je toplotno neustrezna fasada prvotnega dela in prizidka in kot taka potrebna temeljite toplotne sanacije.

Preglednica 17: Toplotne prehodnosti konstrukcij in primerjava z zahtevami iz PURES

Konstrukcija		Toplotna prehodnost		Ustreznost
Okrajšava	Opis	U [W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>max</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	
<b>Vertikalne površine</b>				
zunanja stena stari del	Zunanja stena	1,045	0,28	NE
<b>Streha, tla</b>				
poševna streha izolirana	streha	0,158	0,20	DA
ravna streha	streha	0,353	0,20	NE
poševna streha neizolirana	streha	2,815	0,20	NE
tla na terenu	tla	0,752	0,35	NE
tla vkopane kleti	tla	0,732	0,35	NE
stena vkopane kleti	tla	0,237	0,35	DA
<b>Okna, vrata</b>				
okna kuhinja	Okno	0,875	1,30	DA
okna 1,3 - jug	Okno	1,13	1,30	DA
starejša okna 2,8	Okno	2,80	1,30	NE
vrata starejša	vrata	2,50	1,60	NE
vrata novejša	vrata	1,60	1,60	DA

Iz zgornje preglednice je razvidno da zahtevam PURES ne ustrezajo zunanji zidovi, streha oziroma strop neogrevanega podstrešja in stavbnega pohištva. Zaradi tega je priporočljivo izvesti sanacijo oz. toplotno izolirati omenjene elemente.

Pri sanaciji ovoja stavbe je priporočljivo zamenjavo stavbnega pohištva izvajati hkrati s toplotno sanacijo fasade. Zamenjava oken namreč povzroči dodatne sanacijske ukrepe na stenskih oblogah, ometih, okenskih policah ipd.

**Sanacija fasade**

Zunanji zid je vir velikih toplotnih izgub, saj ni zadostno toplotno izoliran. Priporoča se vgradnja 16 cm toplotne izolacije EPS s toplotno prevodnostjo 0,035 W/mK.

**Sanacija stropa neogrevanega podstrešja in poševne strehe**

Na strop neogrevanega podstrešja je priporočljivo namestiti vsaj 25 cm steklene volne s toplotno prevodnostjo 0,037 W/mK. Dele poševne strehe je prav tako potrebno sanirati z namestitvijo vsaj 20 cm toplotne izolacije.

**Sanacija stavbnega pohištva**

V zadnjih letih je bilo zamenjan velik delež starega stavbnega pohištva, ki je bilo energijsko zelo potratno. Zamenjati je potrebno preostala lesena okna, ki še niso bila zamenjana. Okna se zamenja z novimi, toplotne prehodnosti za celo okno  $U_w \leq 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  in zvočne izolacije  $R_w \geq 32 \text{ dB}$ . Vrata se prav tako zamenja z novimi.

**9.1.2 Transmisijske izgube – stanje po izvedbi ukrepov**

Iz spodnje preglednice je razvidno stanje konstrukcij po predvideni sanaciji in njihova ustreznost glede na trenutne zahteve po PURES. Po izvedbi toplotne izolacije fasade, kot je opisano v prejšnjem poglavju, bi vsi elementi toplotnega ovoja zgradbe zadoščali zahtevam PURES, z izjemo fasade, katera ni predvidena za namestitev toplotne izolacije.

Preglednica 18: Toplotne prehodnosti konstrukcij in primerjava z zahtevami iz PURES

Konstrukcija		Toplotna prehodnost		Ustreznost
Okrajšava	Opis	U [W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>max</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	
<b>Vertikalne površine</b>				
zunanja stena stari del	Zunanja stena	0,198	0,28	DA
<b>Streha, tla</b>				
poševna streha izolirana	streha	0,158	0,20	DA
ravna streha	streha	0,155	0,20	DA
poševna streha neizolirana	streha	0,148	0,20	DA
tla na terenu	tla	0,752	0,35	NE
tla vkopane kleti	tla	0,732	0,35	NE
stena vkopane kleti	tla	0,237	0,35	DA
<b>Okna, vrata</b>				
okna kuhinja	Okno	0,875	1,30	DA
okna 1,3 - jug	Okno	1,130	1,30	DA
starejša okna 2,8	Okno	1,10	1,30	NE
vrata starejša	vrata	1,6	1,60	DA
vrata novejša	vrata	1,60	1,60	DA

## 9.2 Pregled rabe električne energije

V stavbi objekta se je za delovanje v zadnjem obdobju povprečno porabilo 154,254 kWh električne energije letno ali približno 12.854 kWh električne energije mesečno.

Raba električne energije v stavbi je pogojena z dejavnostjo stavbe, delovnim časom in porabniki, ki se uporabljajo v stavbi. Ocenjujemo, da se velik del električne energije porabi za delovanje kuhinje, razsvetljavo, prezračevanje, informacijsko opremo in ostale manjše električne porabnike.

Na rabo električne energije lahko vplivamo:

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

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

### 9.2.1 Sanacija razsvetljave

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

V stavbi so pretežno vse nameščene svetilke fluorescentne s klasično predstikalno napravo, ki so energetska potratne in bi jih bilo priporočljivo zamenjati.

Pred sanacijo razsvetljave je potrebno izvesti natančne meritve osvetljenosti in pregled svetilk v skupnih prostorih ter s tem določiti ustreznost razsvetljave oz. pripraviti idejni projekt osvetlitve, ki bo ustrezal specifičnim pogojem našega objekta.

## 10 ORGANIZACIJSKI UKREPI

Brez večjih investicijskih vlaganj, lahko s pravilno osveščenostjo uporabnikov zmanjšamo porabo končne energije celo do 10 %. Uporabnike stavbe je potrebno stalno osveščati o učinkoviti rabi energije, jih izobraziti o pravilnem ravnanju z razsvetljavo, pravilnem načinu prezračevanja, pravilni uporabi senčil, idr. Slaba lastnost teh izobraževanj je, da jih moramo zaradi menjave zaposlenih in otrok ter utrjevanja načel učinkovite rabe energije redno obnavljati.

### 10.1 Vgradnja sistema ciljnega spremljanja rabe energije

Z vgradnjo sistema ciljnega spremljanja rabe energije je možno spremljanje porabe preko podatkov, ki so zajeti z merilniki, ki se jih namesti na strojno opremo v stavbo. Energetski monitoring omogoča pregled rabe energije za stavbo. Raba energije se lahko spremlja za izbrane energente, ki se porabljajo za delovanje stavbe.

Z meritvami je možno spremljanje rabe energije v realnem času, s čimer se hitreje identificira nelogična odstopanja od predvidene porabe energije.

Uporaba tovrstnih sistemov omogoča prilagajanje obnašanja uporabnikov, s čimer so možni znatni prihranki pri rabi energije, tudi v višini 10%. V primeru našega objekta so predvideni prihranki toplotne energije v višini 3,5 %.

## 11 OCENA IZVEDLJIVOSTI INVESTICIJSKIH UKREPOV

### 11.1 Potrebna investicijska sredstva, možni prihranki energije in čas vračila

#### 11.1.1 Sanacija ovoja stavbe

V skladu z novimi smernicami za pridobitev finančnih sredstev za energetske sanacije, je objekte potrebno sanirati celostno, z usklajeno izvedbo ukrepov učinkovite rabe energije. S tem namenom so v tem poglavju zbrani vsi ukrepi, ki se tičejo sanacije zunanjega ovoja, njihovi posamezni vplivi na zmanjšanje porabe toplotne energije, kakor tudi skupni vpliv vseh izvedenih ukrepov. Učinki ukrepov so ocenjeni na podlagi preračuna gradbene fizike, ki je bil izveden s programom KI Energija 2014.

##### Toplotna izolacija fasade

Zunanji ovoj toplotno ni izoliran. Z namestitvijo toplotne izolacije, kot je opisano v poglavju 9.1.2, bi dosegli prihranek 206.190 kWh toplotne energije oziroma 15.304 € letno. Ocenjeni strošek investicije znaša 238.000 €, enostavna vračilna doba znaša 15,6 let.

##### Zamenjava stavbnega pohištva

Zamenjave je potrebno zunanje stavbno pohištvo, ki še ni bilo zamenjano v preteklih letih in ne dosega predpisov PURES. S tem ukrepom bi dosegli 63.443 kWh prihranka pri toplotni energiji, kar bi prineslo 4.709 € prihranka. Strošek izvedbe ukrepa je ocenjen na 124.000 €, enostavna vračilna doba je 26,3 let.

##### Toplotna izolacija proti strehi

Ker strop proti strehi trenutno ni zadostno toplotno izoliran, so z ukrepom, kot je opisan v poglavju 9.1.1. predvideni znatni prihranki pri porabi toplotne energije za ogrevanje. Toplotno izolacijo je potrebno namestiti tudi v predele poševne in ravne strehe, ki niso zadostno toplotno izolirani. Z izvedbo ukrepa bi dosegli prihranek 174.468 kWh toplotne energije letno ali 12.949 €. Strošek izvedbe ukrepa je ocenjen na 91.000 €, vračilna doba bi znašala 7 let.

#### 11.1.2 Namestitev termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje

Z namestitvijo manjkajočih termostatskih ventilov (hodniki in pomožni prostori) bi dosegli prihranek 39.652 kWh toplotne energije letno ali 2.943 €. Strošek izvedbe ukrepa je ocenjen na 21.000 €, vračilna doba bi znašala 7,1 let.

## 12 VIRI IN LITERATURA

- Energetski zakon (EZ-1, Ur.l. RS, št. 17/14 in 81/15)
- Metodologija izvedbe energetskega pregleda, Ljubljana, 2007
- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES-2, Ur.l. RS, št. 52/2010)
- Tehnična smernica TSG-1-004:2010
- Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Ur.l. RS, št. 42/2002, 105/2002)
- Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Odredbe o zahtevanih izkoristkih za nove toplovodne ogrevalne kotle na tekoče ali plinasto gorivo (Uradni list RS, št. 63/07)
- Pravilnik o metodologiji izdelave in vsebini študije izvedljivosti alternativnih sistemov za oskrbo stavb z energijo (Ur.l. RS, št. 35/2008)
- Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb (Ur.l. RS, št. 77/2009)
- Nacionalni akcijski načrt za energetske učinkovitost 2008-2016 (AN URE)
- Nacionalni akcijski načrt za obnovljive vire energije AN OVE (25% OVE)
- Gradivo EUREM – Predavanje gradbena fizika
- Primerjava kazalnikov porabe energije v stavbah, ZRMK, Trajnostno ravnanje z energijo v občinah, Bistra, 2006
- Energetska učinkovitost stavb (ang. Intense energy efficiency), Intelligent Energy Europe
- Energetska učinkovitost naprav in sistemov, ZRMK, 2012
- Vrste stavb in sistemov, ZRMK, 2012
- Baza podatkov naročnika

**PRILOGA 1: Osnovni podatki o stavbi**

TIP	PODATEK
<b>Objekt:</b>	OŠ dr. Vita Kraigherja
<b>Naslov:</b>	Trg 9.maja 1
<b>Pošta:</b>	1000 Ljubljana
<b>Telefon:</b>	01-2310 929

**Uporabniki:**

TIP	PODATEK
<b>Število uporabnikov</b>	426

**Obratovalne ure:**

DAN	OD	DO
<b>Ponedeljek:</b>	7:00	16:00
<b>Torek:</b>	7:00	16:00
<b>Sreda:</b>	7:00	16:00
<b>Četrtek:</b>	7:00	16:00
<b>Petek:</b>	7:00	16:00
<b>Sobota:</b>	/	/
<b>Nedelja:</b>	/	/

Opomba: uporaba poteka tudi izven obratovalnih ur glede na trenutne urnike in prireditve

**Podatki o objektu:**

TIP	PODATEK
<b>Leto izgradnje</b>	1982
število etaž	5
višina nadstropja	3,06 m
najvišja višina objekta (obstoječe)	19,3 m
tlorisna velikost stavbe na stiku z zemljiščem	2.061,6 m <sup>2</sup>
kvadratura neto	5053 m <sup>2</sup>
prostornina bruto	35.359 m <sup>3</sup>
prostornina neto	28.2871 m <sup>3</sup>
površina toplotnega ovoja	10.003 m <sup>2</sup>
površina fasade	3.685 m <sup>2</sup>
površina strehe – tloris (bruto)	2061,6 m <sup>2</sup>
površina strehe	2.657 m <sup>2</sup>
površina zunanega stavbnega pohištva	1.169 m <sup>2</sup>
konstrukcija	Armiranobetonska konstrukcija; zidovi so iz mrežaste in votle opeke
debelina sten	42 cm
debelina izolacije	Fasada nima toplotne izolacije. Poševna streha je izolirana in sicer je nameščena kamena volna, debeline 15 cm v skupni površini 1142 m <sup>2</sup> . Ravna streha ima izolacijo debeline 5 cm, preostali del (1410 m <sup>2</sup> ) poševne strehe pa nima izolacije.
stavbno pohištvo	Okna so bila v kuhinji zamenjana z ALU okni, enojnega tipa in termoizolacijskim steklom toplotne prehodnosti 0,875 W/m <sup>2</sup> K. Starejša okna so lesena, imajo izolacijsko steklo s toplotno prehodnostjo 2,8 W/m <sup>2</sup> K. Vrata so dveh kvalitet in sicer imajo novejša toplotno prehodnost 1,6 W/m <sup>2</sup> K, starejša pa 2,5 W/m <sup>2</sup> K.

## Pregled naprav za ogrevanje in hlajenje

### OGREVALNI SISTEM

TIP	PODATEK
Način ogrevanja:	Centralno;
Tip:	DALJINSKO OGREVANJE; priključna moč 1100 kW
Št. ogrevalnih zank:	8
Regulacija	Glede na zunanjo temperaturo
Radiatorji:	Ploščati, členkasti
Termostatski ventili:	DA (v razredih)
Daljinski nadzor	NE
Redukcija:	DA

### SISTEM ZA PRIPRAVO SANITARNE TOPLE VODE

TIP	PODATEK
Tip priprave:	Centralno
Vir toplote:	Daljinsko ogrevanje in električna energija
Št. hranilnikov:	1
Velikost hranilnika:	2000 litrov litrov
Temperatura vode	60°C
Daljinski nadzor	NE
Cirkulacijska črpalka:	DA
Potrošnik:	Kuhinja, sanitarije, razredi



**PRILOGA 2: Pregled možnih ukrepov zmanjšanja stroškov za energijo**

Št.	Opis ukrepa	Možni letni prihranki				Investicija €	vračilna doba [let]
		kWh		€			
		TE	EE	TE	EE		
Organizacijski ukrepi							
1	Ozaveščanje uporabnikov, izvajanje energetskega knjigovodstva ipd	29.650	4.705	1.827	602	5.000	2,06
Investicijski ukrepi							
1	Energetsko upravljanje	47.582	1.529	3.532	213	15.000	4,0
2	Namestitev termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje	39.652	0	2.943	0	21.000	7,1
3	Toplotna izolacija ovoja in namestitev manjkajoče hidroizolacije dela kleti	206.190	0	15.304	0	238.000	15,6
4	Namestitev manjkajoče izolacije podstrešja	174.468	0	12.949	0	91.000	7,0
5	Zamenjava neustreznih oken in vrat	63.443	0	4.709	0	124.000	26,3

<b>Scenarij 1 – izvedba ukrepov z vračilno dobo krajšo od 6 let</b>			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	6.234	kWh	4
letni prihranek toplotne energije za ogrevanje	77.232	kWh	9,7
letni prihranek vode	/	m3	/
skupno zmanjšanje emisij CO <sub>2</sub>	23.553	kg	8,06
skupno zmanjšanje stroškov na leto	6.174	€	7,7
skupni znesek potrebnih investicij	20.000	€	
povprečni vračilni rok	3,24	let	

Najkrajša vračilna doba na obravnavanem objektu je 3,24 let in sicer za izvedbo organizacijskih ukrepov in namestitev sistema energetskega upravljanja..

<b>Scenarij 2 – izvedba ukrepov _organizacijski ukrep 1, investicijski ukrep 1,2,3,4,5</b>			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	6.068	kWh	4
letni prihranek toplotne energije za ogrevanje	437.152	kWh	54,95
letni prihranek vode	/	m3	0
skupno zmanjšanje emisij CO <sub>2</sub>	117.040	kg	40,08

skupno zmanjšanje stroškov na leto	33.191	€	41,4
skupni znesek potrebnih investicij	494.000	€	
povprečni vračilni rok	14,9	let	

**PRILOGA 2.1: Organizacijski ukrepi****Naziv ukrepa: Izvajanje energetskega knjigovodstva in ozaveščanje**

OPIS: Izvajanje energetskega knjigovodstva in redno spremljanje le tega. Prav tako je na objektu smiselno poskrbeti za redno izklapljanje razsvetljave, aparatov in opreme, kadar niso v uporabi. Določiti osebo, ki zagotoviti končno kontrolo v objektu, da se preveri obratovanje oz. izklop naprav in opreme ob koncu delovnega časa. Zagotoviti ustrezno, predvsem pa periodično vzdrževanje naprav in opreme. Pravilno izvajanje ogrevanja, hlajenja in prezračevanja objekta z namenom varčevanja z energijo in zagotavljanja zdravega in udobnega notranjega okolja. Izvajanje periodičnih izobraževanj z namenom dviga energetske pismenosti.

<i>Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje in električne energije na leto:</i>	34.355	kWh
<i>Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:</i>	2.429	€

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Ozaveščanje uporabnikov, izvajanje energetskega knjigovodstva ipd	1	kos	5.000	5.000
Skupaj:					

Vračilna doba:

2,06 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☒ 0 – 3☐ 3 – 6☐ 6 – 12☐ 12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

NIZKA

NIZKO

**PRILOGA 2.2: Investicijski ukrepi****Naziv ukrepa: Celovita energetska prenova stavbe (investicijski ukrepi 1,2,3,4,5)****OPIS:**

V skladu z novimi smernicami za pridobitev finančnih sredstev za energetske sanacije, je objekte potrebno sanirati celostno, z usklajeno izvedbo ukrepov učinkovite rabe energije. S tem namenom so v tem poglavju zbrani vsi ukrepi, ki se tičejo sanacije zunanjega ovoja, njihovi posamezni vplivi na zmanjšanje porabe toplotne energije, kakor tudi skupni vpliv vseh izvedenih ukrepov. Učinki ukrepov so ocenjeni na podlagi preračuna gradbene fizike, ki je bil izveden s programom KI Energija 2014. V sklop celovite energetske prenove je v primeru našega objekta predvidena zamenjava nezamenjanega stavbnega pohištva, toplotna izolacija fasade, toplotna izolacija stropa neogrevanega podstrešja in delov poševne strehe.

Zahtevam PURES ne ustrezajo zunanji zidovi, streha oziroma stropa neogrevanega podstrešja, stavbno pohišto, in namestitvev termostatskih ventilov s hidravličnim uravnoteženjem.. Zaradi tega je priporočljivo izvesti sanacijo oz. toplotno izolirati omenjene elemente.

<i>Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje na leto:</i>	443.221	kWh
<i>Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:</i>	33.191	€

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	Cena €	Investicija (€ brez DDV)
1	Energetsko upravljanje	kos	1	15.000	15.000
2	Namestitev termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje	kos	1	21.000	21.000
3	Toplotna izolacija ovoja in namestitvev manjkajoče hidroizolacije dela kleti	m <sup>2</sup>	3661	65	238.000
4	Namestitev manjkajoče izolacije podstrešja	m <sup>2</sup>	1515	60	91.000
5	Zamenjava neustreznih oken in vrat	m <sup>2</sup>	496	250	124.000
Skupaj:			489.000		

Vračilna doba:

12,3 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☐ 0 – 3☒ 3 – 6☐ 6 – 12☐ 12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

SREDNJA

SREDNJE

**PRILOGA 3: Grobi opis ukrepov**

Sklop	Obstoječe stanje	Predvideni ukrepi	Količina	Vrednost ukrepov v € (brez DDV)	Opomba
Ovoj in stavbno pohištvo					
1	Fasada	-namestitev 16 cm toplotne izolacije, EPS	3.661 m <sup>2</sup>	238.000	
2	Okna	-PVC okna s termopan zasteklitvijo, toplotne prehodnosti 1,1 W/m <sup>2</sup> K	496 m <sup>2</sup>	124.000	
3	Streha	-namestitev 25 cm toplotne izolacije	1.515 m <sup>2</sup>	91.000	
Sistem upravljanja z energijo, ogrevalni sistem, priprava TSV in ostalo					
4	Energetsko upravljanje objekta	Namestitev opreme za energetsko upravljanje objekta	1 kos	15.000	
5	Regulacija temperature v prostorih	Namestitev termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema	1 kos	21.000	
<b>SKUPAJ ENERGETSKA SANACIJA</b>		<b>489.000 €</b>			

**PRILOGA 4: Gradbena fizika****IZKAZ ENERGIJSKIH LASTNOSTI STAVBE**

Izvedeno

Investitor	MO Ljubljana
Stavba	OŠ dr. Vita Kraigherja
Lokacija stavbe	Ljubljana , Trg 9.maja 1
Katastrska občina	BEŽIGRAD
Parcelna številka	583/3
Koordinate lokacije stavbe (Y, X)	Y= 461773 km X= 101239 km
Vrsta stavbe	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo
Etažnost:	5

Projektant	-
Odgovorni vodja projekta	-
Izdelovalec izkaza	-
Izdelano na podlagi elaborata	-
Datum izdelave izkaza	30.10.2016
Izjavljam, da iz Izkaza energijskih lastnosti stavbe izhaja, da stavba ne dosega predpisano raven učinkovite rabe energije	
Podpis izdelovalca izkaza: .....	

Neto uporabna površina stavbe	$A_u = 5053,0 \text{ m}^2$
Kondicionirana prostornina stavbe	$V_e = 35359,00 \text{ m}^3$
Površina toplotnega ovoja stavbe	$A = 10004 \text{ m}^2$
Oblikovni faktor	$f_0 = 0,28 \text{ m}^{-1}$

Temperaturni primanjkljaj	$DD = 3300 \text{ Kdan}$
Temperaturni presežek	$DH = -K \text{ ur}$
Povprečna letna temperatura zunanjega zraka $T_L$	$T_L = 9,6 \text{ }^\circ\text{C}$

TOPLOTNE PREHODNOSTI ELEMENTOV OVOJA STAVBE				
NEPROZORNI ELEMENTI				
Oznaka elementa	Orientacija, naklon	Površina ( $\text{m}^2$ )	$U$ ( $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ )	$U_{\max}$ ( $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ )
zunanja stena stari del	S	3685	1,045	0,28
poševna streha izolirana		1142	0,246	0,20
ravna streha		105	0,639	0,20
poševna streha neizolirana		1410	1,918	0,20
tla na terenu		2062	0,234	0,35
tla vkopane kleti		0,1	1,077	0,35
stena vkopane kleti		431	0,393	0,35

PROZORNI ELEMENTI					
Oznaka elementa	Orientacija, naklon	Površina ( $\text{m}^2$ )	$U$ ( $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ )	$U_{\max}$ ( $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ )	Faktor prehoda celotnega sončnega sevanja $g.F_s.F_c$
okna kuhinja	JV,90	106	0,875	1,3	0,09
okna 1,3 - jug	J,90	560	1,130	1,3	0,09
starejša okna 2,8	V,90	443	2,800	1,3	0,6
vrata starejša	V,90	51	2,500	1,6	0
vrata novejša	V,90	9	1,600	1,6	0

<b>Način upoštevanja vpliva toplotnih mostov</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EN ISO 13789, SIST EN ISO 14683</li> <li>- SIST EN ISO 10211</li> <li>- s katalogi, računalniškimi simulacijami</li> <li>- na poenostavljen način</li> </ul>	X
--	---	---

Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe	Izračunan	Največji dovoljeni
	$H'T = 1,026 \text{ W/m}^2\text{K}$	$H'T_{\text{max}} = 0,483 \text{ W/m}^2\text{K}$
Letna potrebna primarna energija	$Q_p = 0 \text{ kWh}$	$Q_{p\text{max}} = 870174 \text{ kWh}$
Letna raba toplote za ogrevanje	$Q_{NH} = 990823 \text{ kWh}$	$Q_{NH\text{max}} = 202373 \text{ kWh}$
Letni potrebni hlad za hlajenje	$Q_{NC} = 5892 \text{ kWh}$	$Q_{NC\text{max}} = 0 \text{ kWh}$
Letno potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	Izračunana	Največja dovoljena
1 - stanovanjske stavbe		
2 - nestanovanjske stavbe	$Q_{NH}/a_u = 196,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$(Q_{NH}/a_u)_{\text{max}} = - \text{ kWh/m}^2\text{a}$
	$Q_{NH}/V_e = 28,0 \text{ kWh/m}^3\text{a}$	$(Q_{NH}/V_e)_{\text{max}} = 5,7 \text{ kWh/m}^3\text{a}$



Zagotavljanje obnovljivih virov energije		
	Doseženo (%)	Izpolnjeno (DA/NE)
<b>Osnovni pogoji</b>		
najmanj 25 odstotkov celotne končne energije je zagotovljeno z uporabo obnovljivih virov	Skupaj: 0	NE
<b>Izjeme, ki nadomeščajo osnovni pogoji</b>		
najmanj 25 odstotkov potrebne energije je iz sončnega obsevanja		
najmanj 30 odstotkov potrebne energije je iz plinaste biomase		
najmanj 50 odstotkov potrebne energije je iz trdne biomase		
najmanj 70 odstotkov potrebne energije je iz geotermalne energije		
najmanj 50 odstotkov potrebne energije je iz toplote okolja		
najmanj 50 odstotkov potrebne energije je iz naprav SPTE z visokim izkoristkom		
stavba je najmanj 50 odstotkov oskrbovana iz energetsko učinkovitega sistema daljinskega ogrevanja/hlajenja		
letna potrebna toplota za ogrevanje je najmanj 30 odstotkov nižja od mejne vrednosti		

Kazalniki letne rabe primarne energije za delovanje sistemov	
Letna potrebna primarna energija na enoto uporabne površine stavbe (1 - stanovanjska stavba)	
Letna potrebna primarna energija na enoto uporabne površine stavbe (2 - nestanovanjska stavba)	$Q_p/V_e = 0,0 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

Kazalniki letne rabe primarne energije za delovanje sistemov	
Letni izpusti CO <sub>2</sub>	0 kg
Letni izpusti CO <sub>2</sub> na enoto uporabne površine stavbe (1- stanovanjska stavba)	
Letni izpusti CO <sub>2</sub> na enoto kondicionirane prostornine stavbe (2 - nestanovanjska stavba)	0,0 kg/m <sup>3</sup> a

# ELABORAT GRADBENE FIZIKE ZA PODROČJE UČINKOVITE RABE ENERGIJE V STAVBAH

izdelan za stavbo

OŠ dr. Vita Kraigherja

Izračun je narejen v skladu po »Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah 2010« in Tehnični smernici TSG-1-004:2010.

Številka elaborata: -

Status projekta: Izvedeno

Projektivno podjetje: -

Odgovorni projektant: -

Elaborat izdelal: -.

Ljubljana, 30.10.2016

# PODATKI O PROJEKTU

Projekt: OŠ dr. Vita Kraigherja

Stavba	OŠ dr. Vita Kraigherja
Investitor Naziv oz. fizična oseba, naslov	MO Ljubljana
Lokacija stavbe (kraj, naselje, ulica)	Ljubljana , Trg 9.maja 1
Katastrska(e) občina(e)	BEŽIGRAD
Parcelna(e) številka(e)	583/3
Koordinate lokacije stavbe (Y, X)	Y: 461773 X: 101239
Namembnost: (stanovanjska, poslovna, ...)	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo
Etažnost:	5

Naziv: cona

Vrsta: 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo

Bruto ogrevana prostornina	35359 m <sup>3</sup>		
Neto ogrevana prostornina	28287 m <sup>3</sup>		
Neto uporabna površina	5053 m <sup>2</sup>		
Faktor oblike f <sub>o</sub> (za stavbo)	0,28 m <sup>-1</sup>		
Razmerje med površino oken in površino toplotnega ovoja z (za stavbo)	0,117		
Povprečna letna temperatura T <sub>L</sub>	9,6 °C		
Zunanja zimska projektna temperatura	-13 °C		
Temperaturni primankljaj za ogrevanje (Kdan/a)	3300 Kdan/a		
Temperaturni primanjkljaj za hlajenje (TPR)	-		
Ogrevana s prekinitvami	NE		
Notranja temperatura pozimi	20 °C	poleti	26 °C
Vrsta			
Notranji viri pozimi	4 W/m <sup>2</sup>	poleti	4 W/m <sup>2</sup>
Način gradnje	Srednjetežka gradnja (ro zunanjega zidu >= 600 kg/m <sup>2</sup> )		1637,17 MJ/K
Vlažnost zraka	65 %		
Prezračevanje	Naravno		



Izmenjava zraka	pozimi	0,5 h <sup>-1</sup>	poleti	0,5 h <sup>-1</sup>
Prezračevanje zraka	pozimi	14144 m <sup>3</sup> /h	poleti	14144 m <sup>3</sup> /h
Število izmenjav pri 50 Pa				
Lega		Mesto		
Zavetrovanost fasad		Vetru izpostavljenih več fasad		
Izkoristek vračanja toplote				

## SPISEK KONSTRUKCIJ

Projekt: OŠ dr. Vita Kraigherja

Cona	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo	Tip konstrukcije	Zunanja stena
Naziv konstrukcije	zunanja stena stari del	Difuzija vodne pare	Ustreza
Toplotna prehodnost	1,045 W/m <sup>2</sup> K		
	Ne ustreza		

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m <sup>3</sup> ]
Apnena malta	1,5	0,81	1600
Mrežasta in votla opeka (1200)	39	0,52	1200
Apnena malta	1,5	0,81	1600

Cona	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo	Tip konstrukcije	Poševna streha nad ogrevanim podstrešjem
Naziv konstrukcije	poševna streha izolirana	Difuzija vodne pare	Ustreza
Toplotna prehodnost	0,246 W/m <sup>2</sup> K		
	Ne ustreza		

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m <sup>3</sup> ]
Apnena malta	1,5	0,81	1600
Betoni s kam. agregati (1800)	12	0,93	1800
kamena volna TERMOTOP	15	0,04	155
Strešniki	3	0,99	1900

Cona	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo	Tip konstrukcije	Ravna streha
Naziv konstrukcije	ravna streha	Difuzija vodne pare	Ustreza
Toplotna prehodnost	0,639 W/m <sup>2</sup> K		
	Ne ustreza		

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m <sup>3</sup> ]
Apnena malta	1,5	0,81	1600

Betoni s kam. agregati (1800)	12	0,93	1800
Styropor	5	0,041	25
Bitumen	1	0,17	1100

Cona	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo	Tip konstrukcije Poševna streha nad ogrevanim podstrešjem Difuzija vodne pare Ustreza
Naziv konstrukcije	poševna streha neizolirana	
Toplotna prehodnost	1,918 W/m <sup>2</sup> K Ne ustreza	

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m <sup>3</sup> ]
Apnena malta	1,5	0,81	1600
Betoni s kam. agregati (1800)	12	0,93	1800
kamena volna TERMOTOP	0,1	0,04	155
Les-smreka, bor	2,5	0,14	550
Strešniki	3	0,99	1900

Cona	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo	Tip konstrukcije Tla na terenu Difuzija vodne pare
Naziv konstrukcije	tla na terenu	
Toplotna prehodnost	0,234 W/m <sup>2</sup> K Ustreza	

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m <sup>3</sup> ]
Keramične ploščice	2	0,87	1700
Cementni estrih	5	1,4	2200
Bitumen	1	0,17	1100
Betoni s kam. agregati (1800)	10	0,93	1800

Cona	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo	Tip konstrukcije Tla v vkopani kleti Difuzija vodne pare
Naziv konstrukcije	tla vkopane kleti	
Toplotna prehodnost	1,077 W/m <sup>2</sup> K Ne ustreza	

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m <sup>3</sup> ]
Keramične ploščice	2	0,87	1700
Cementni estrih	5	1,4	2200
Betoni s kam. agregati (1800)	10	0,93	1800

Cona	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo	Tip konstrukcije Stene vkopane kleti Difuzija vodne pare
Naziv konstrukcije	stena vkopane kleti	
Toplotna prehodnost	0,393 W/m <sup>2</sup> K Ne ustreza	

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m <sup>3</sup> ]
Apnena malta	2,5	0,81	1600

Betoni s kam. agregati (1800)	45	0,93	1800
Apnena malta	2,5	0,81	1600

# IZPIS ANALIZE KONSTRUKCIJ

Projekt: OŠ dr. Vita Kraigherja

Naziv cone: cona	Namembnost: 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo
------------------	--

## Konstrukcije na ovoju stavbe

Naziv	Tip	A (m <sup>2</sup> )	As (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	Difuzija v. pare	b	Smer	Naklon	g	g.Fs.Fc	Ht (W/K)
zunanja stena stari del	Zunanja stena	3685		1,04	Ustreza	1					3850,43
poševna streha izolirana	Poševna streha nad ogrevanim podstrešjem	1142		0,25	Ustreza	1					280,74
ravna streha	Ravna streha	105		0,64	Ustreza	1					67,05
poševna streha neizolirana	Poševna streha nad ogrevanim podstrešjem	1410		1,92	Ustreza	1					2704,13
tla na terenu	Tla na terenu	2062		0,23		1					483,31
tla vkopane kleti	Tla v vkopani kleti	0,1		1,08		1					0,11
stena vkopane kleti	Stene vkopane kleti	431		0,39		1					169,56
okna kuhinja	Okno AL Ug=0,8 Uo=1,3	106	44,65	0,88		1	JV	90	0,47	0,11	92,75
okna 1,3 - jug	OKNO U 1,3; g 0,52	560	222,77	1,13		1	J	90	0,44	0,1	632,8
starejša okna 2,8	leseno okno, U 2,8, g 0,7	443	237,23	2,8		1	V	90	0,6	0,7	1240,4
vrata starejša	Lesena vrata	51	0	2,5		1	V	90	0	0	127,5
vrata novejša	VV Futura	9	0	1,6		1	V	90	0	0,63	14,4

## Notranje konstrukcije

Naziv	Tip	U (W/m <sup>2</sup> K)	Ustreznost

## Toplotni mostovi

Naziv	Dolžina (m)	ψ W/K
Povečanje toplotne prehodnosti ovoja stavbe za 0,06W/m <sup>2</sup> K		



# LETNA POTREBNA TOPLOTA ZA OGREVANJE STAVBE

Projekt: OŠ dr. Vita Kraigherja

Naziv: cona

Vrsta: 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo

Ogrevanje	Jan kWh/m	Feb kWh/m	Mar kWh/m	Apr kWh/m	Maj kWh/m	Jun kWh/m	Jul kWh/m	Avg kWh/m	Sep kWh/m	Okt kWh/m	Nov kWh/m	Dec kWh/m	Skupaj kWh/a
Trans. izgube	160356	131043	106904	81286	22169				9853	76360	118235	152720	858925
Prezrač. izgube	75133	61399	50088	38086	10387				4616	35777	55397	71555	402438
Dobitki not. virov	15038	13582	15038	14553	7276				3881	15038	14553	15038	113996
Dobitki sončnega sevanja	14407	20487	28648	32485	16900				7886	21211	12511	10818	165353
Učinkovitost dobitkov	1,00	1,00	0,99	0,97	0,85				0,83	0,98	1,00	1,00	
Toplota za gretje ( $Q_{NH}$ )	206085	158504	113911	73967	11897				4732	76640	146640	198447	990823



## LETNI POTREBNI HLAD ZA HLAJENJE STAVBE

Projekt: OŠ dr. Vita Kraigherja

Naziv: cona

Vrsta: 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo

Hlajenje	Jan kWh/m	Feb kWh/m	Mar kWh/m	Apr kWh/m	Maj kWh/m	Jun kWh/m	Jul kWh/m	Avg kWh/m	Sep kWh/m	Okt kWh/m	Nov kWh/m	Dec kWh/m	Skupaj kWh/a
Trans. izgube					47294	59117	45816	53452	59610				265289
Prezrač. izgube					22159	27699	21466	25044	27929				124298
Dobitki not. virov					7761	14553	15038	15038	10672				63061
Dobitki sončnega sevanja					10592	19846	20994	19814	10658				81905
Učinkovitost dobitkov					0,26	0,38	0,50	0,42	0,24				
Hlad za hlajenje ( $Q_{NC}$ )					221	1211	2626	1629	205				5892

# ENERGIJSKA UČINKOVITOST STAVBE

Projekt: OŠ dr. Vita Kraigherja

## ENERGIJSKA UČINKOVITOST STAVBE

Toplota		jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec	leto
Qf,h - dovedena toplota za ogrevanje	kWh/m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Qf,w - dovedena toplota za toplo vodo	kWh/m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Qf - toplota in hlad za delovanje stavbe	kWh/m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Qove - toplota iz OVE v Qf	kWh/m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Električna energija		jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec	leto
Wh+aux + Ww+aux - potrebna el. energija za ogrevanje in toplo vodo	kWh/m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wc+aux - potrebna električna energija za hlajenje	kWh/m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wv+aux - potrebna električna energija za prezračevanje	kWh/m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wlight - potrebna električna energija za razsvetljavo	kWh/m													0
Wf - potrebna električna energija za delovanje stavbe	kWh/m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

KAZALNIKI ENERGIJSKE UČINKOVITOSTI STAVBE			Ustreznost	
H't - koeficient specifičnih transmisijskih izgub	W/m²K	1,026	NE	
H't dovoljeno	W/m²K	0,483		
QNH - potrebna toplota za ogrevanje stavbe	kWh/a	990823		
QNH/Ve	kWh/m³a	28	NE	
QNH/Ve dovoljeno	kWh/m³a	5,7		
Qf - toplota in hlad za delovanje stavbe	kWh/a	0		



Wf - potrebna električna energija za delovanje stavbe	kWh/a	0	
Qp - potrebna primarna energija za delovanje stavbe	kWh/a	0	
Qp/Au	kWh/m <sup>2</sup> a	0	DA
Qp/Au dovoljeno	kWh/m <sup>2</sup> a	172,2	
f <sub>OVE</sub> - delež obnovljivih virov energije	%	0	NE
letni izpust CO <sub>2</sub>	kg/a	0	

Ogrevana površina	5053	m <sup>2</sup>
Hlajena površina	0	m <sup>2</sup>
Notranji dobitki pozimi	4	W/m <sup>2</sup>
Specifična moč svetilk	0	W/m <sup>2</sup>

# TABELARIČNI IZPIS ENERGIJSKIH LASTNOSTI STAVBE

Projekt: OŠ dr. Vita Kraigherja

## Potrebna energija za stavbo [kWh/a]

		C1	C2	C3	C4	C5
		Ogrevanje		Hlajenje		Topla voda
		Občutena toplota	Latentna toplota (navlaž.)	Občutena toplota	Latentna toplota (navlaž.)	
L1	Toplotni dobitki stavbe in vrnjene toplotne izgube	270540		389586		
L2	Prehod toplote	1261363		389586		
L3	Potrebna energija	990823		0		0

## Toplotne izgube sistema in pomožna energija [kWh/a]

		C1	C2	C3	C4	C5
		Ogrevanje	Hlajenje	Topla voda	Prezračevanje	Razsvetljava
L4	Električna energija	0	0	0	0	0
L5	Toplotne izgube	0	0	0		
L6	Vrnjene toplotne izgube	0	0	0		
L7	V razvodni sistem oddana toplota	0	0	0		

## Proizvedena energija [kWh/a]

	Vrsta generatorja				
	Sistem oskrbe				
L8	Oddaja toplote				
L9	Pomožna energija				
L10	Toplotne izgube gen.				
L11	Vrnjena toplota				
L12	Vnesena energija				
L13	Proizvodnja elektrike				
L14	Energent				

## Kazalniki - primarna energija

		C1	C2	C3	C4	C5	C6
		dovedena energija					
		Električna energija	skupaj				
1	Dovedena energija	0					
2	Faktor pretvorbe	2,5					
3	Primarna energija	0	0				

## Kazalniki - emisije CO<sub>2</sub>

		C1	C2	C3	C4	C5	C6
		dovedena energija					
		Električna energija	skupaj				
1	Dovedena energija	0					
2	Specifične emisije	0,53					
3	Emisije CO <sub>2</sub> (kg)	0	0				

## Celotna raba energije in emisije CO<sub>2</sub>

Toplotne potrebe stavbe (brez sistemov)	Lastnosti sistemov (toplotne izgube, vračljiva toplota)	Dovedena energija (vsebovana v energentih)	Energijski kazalniki (z upoštevanjem utežnih faktorjev)
Ogrevanje: 990823 Topla voda: 0 Hlajenje: 5892	Toplota: 0 Hlad: 0 Elektrika: 0 Pomožna toplota: - Pomožen hlad: - Razsvetljava: 0 Prezračevanje: 0	Elektrika: 0	Primarna energija: 0 Emisije CO <sub>2</sub> : 0
		Oddana energija (vsebovana v energentih)	Primarna e.: 0 Emisije CO <sub>2</sub> : 0
		Elektrika: 0 Toplota: 0	
		Energija proizvedena iz obnovljivih virov energije	
		Elektrika: 0 Toplota: 0	

