

---

# RAZŠIRJENI ENERGETSKI PREGLED

## Osnovna šola Ledina

Komenskega ulica 19

Naročnik:  
**Mestna občina Ljubljana**

Izdelovalec:  
**ENVIRODUAL**, trajnostno okoljsko in energetska upravljanje, raziskave in izobraževanje, d.o.o.

Št. projekta: 043/2016

Datum izdelave: oktober 2016

---

## PROJEKT št. 043/2016

Naziv projekta:	Razširjen energetski pregled – Osnovna šola Ledina
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 upravljavka MOL
Izdelovalec:	 envirodual.com Envirodual, trajnostno okoljsko in energetska upravljanje, raziskave in izobraževanje, d.o.o. Spodnje Blato 27, 1290 Grosuplje
Odgovorna oseba izdelovalca:	Katarina Pogačnik, mag. varstva okolja in naravnih virov
Datum izdelave:	oktober 2016
Vodja projekta:	Katarina Pogačnik, mag. varstva okolja in naravnih virov
Sodelavci na projektu:	Žiga Lampret, univ dipl. inž. str. Nejc Sirk, univ dipl. inž. str. Janez Šlibar, univ dipl. inž. str. Urša Zakrajšek, univ. dipl. geog.

## 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 .....	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 .....	21
2.3	Klimatski podatki za lokacijo stavbe.....	21
2.4	Skupna poraba energije in stroški .....	23
2.4.1	Poraba energentov v letu 2015 .....	23
2.4.2	Povprečna poraba energentov v referenčnem obdobju 2013 - 2015 .....	24
2.5	Stanje toplotnega ugodja v stavbi .....	25
<b>3</b>	<b>Shema upravljanja s stavbo .....</b>	<b>26</b>
3.1	Razmerje med naročnikom energetskega pregleda, lastnikom stavbe, uporabnikom, najemnikom in upravnikom stavbe .....	26
3.2	Shema denarnih tokov na področju obratovalnih stroškov .....	26
3.3	Shema denarnih tokov in procesa odločanja na področju investiranja v URE .....	26
3.4	Potek nadzora nad rabo energije in stroški .....	27
3.5	Motivacija za URE pri vseh udeleženihih akterjih .....	27
3.6	Raven promoviranja URE .....	27
<b>4</b>	<b>Oskrba in raba energije.....</b>	<b>28</b>
4.1	Električna energija .....	28
4.1.1	Poraba električne energije .....	28
4.1.2	Cena električne energije.....	29
4.2	Toplotna energija.....	29
4.2.1	Poraba toplotne energije.....	29
4.2.2	Cena toplotne energije .....	30
4.2.3	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.....	34
5.3	Sistem za oskrbo s hladno vodo .....	35
5.4	Elektroenergetski sistem in porabniki .....	35
<b>6</b>	<b>Pregled rabe končne energije .....</b>	<b>36</b>
6.1	Ovoj stavbe .....	36
6.2	Električni aparati.....	36
6.3	Razsvetljava .....	36
6.4	Prezračevanje in klimatizacija .....	37
6.5	Razdelitev porabe energije .....	38
<b>7</b>	<b>Oskrba z energijo.....</b>	<b>39</b>
7.1	Revizija pogodb o dobavi energije .....	39
7.2	Električna energija .....	39
7.3	Ogrevanje .....	39
7.4	Voda .....	39
<b>8</b>	<b>Analiza energetskih tokov v stavbi .....</b>	<b>40</b>
8.1	Potrebna toplota za ogrevanje stavbe – obstoječe stanje .....	40
8.1.1	Transmisijske izgube.....	41
8.1.2	Izgube zaradi prezračevanja .....	41
8.1.3	Toplotni dobitki .....	42
<b>9</b>	<b>Ocena energetsko varčevalnih potencialov .....</b>	<b>44</b>
9.1	Ovoj stavbe.....	44
9.1.1	Ukrepi .....	44
9.1.2	Transmisijske izgube – stanje po izvedbi ukrepov .....	45
9.2	Toplota za ogrevanje.....	45
9.2.1	Vgradnja termostatskih ventilov .....	46
9.3	Pregled rabe električne energije .....	46
9.3.1	Sanacija razsvetljave.....	46
<b>10</b>	<b>Organizacijski ukrepi.....</b>	<b>47</b>
10.1	Vgradnja sistema ciljnega spremljanja rabe energije .....	47
<b>11</b>	<b>Ocena izvedljivosti investicijskih ukrepov .....</b>	<b>48</b>
11.1	Potrebna investicijska sredstva, možni prihranki energije in čas vračila.....	48
11.1.1	Sanacija ovoja stavbe.....	48
11.1.2	Sanacija razsvetljave .....	48
11.1.3	Vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje .....	48
<b>12</b>	<b>Viri in literatura .....</b>	<b>49</b>

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Letna poraba in strošek energije za leto 2015.....	7
Preglednica 2: Raba toplotne in električne energije za leta 2013 do 2015.....	8
Preglednica 3: Povzetek posameznih ukrepov .....	8
Preglednica 4: Povzetek ukrepov - scenarij 1 .....	9
Preglednica 5: Povzetek ukrepov - scenarij 2 .....	9
Preglednica 6: Povzetek ukrepov – scenarij 3 .....	9
Preglednica 7: Učinek predlaganega scenarija .....	10
Preglednica 8: Tlorisne dimenzije stavbe .....	21

Preglednica 9: Osnovni klimatski podatki.....	21
Preglednica 10: Poraba energentov v letu 2015 .....	23
Preglednica 11: Poraba energentov v 2013 - 2015 .....	24
Preglednica 12: Specifična raba energentov glede na površino.....	25
Preglednica 13: Temperaturni primanjkljaj v letih 2013 - 2015.....	31
Preglednica 14: Glavni električni porabniki po segmentih .....	36
Preglednica 15: Povzetek popisa razsvetljave .....	36
Preglednica 16: Razdelitev porabe energije .....	38
Preglednica 17: Toplotne prehodnosti konstrukcij in primerjava z zahtevami iz PURES .....	44
Preglednica 18: Toplotne karakteristike konstrukcij in primerjava z zahtevami PURES po sanaciji .....	45

## 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 .....	24
Grafikon 3: Delež emisij CO <sub>2</sub> za leto 2015 .....	24
Grafikon 4: Letna poraba električne energije.....	28
Grafikon 5: Mesečna poraba električne energije .....	28
Grafikon 6: Specifična cena električne energije po letih .....	29
Grafikon 7: Letna poraba toplotne energije.....	30
Grafikon 8: Mesečna poraba toplotne energije .....	30
Grafikon 9: Specifična cena toplotne energije po letih .....	31
Grafikon 10: Letna poraba vode.....	32
Grafikon 11: Mesečna poraba vode .....	32
Grafikon 12: Specifična cena vode po letih .....	33
Grafikon 13: Bilanca toplotnih izgub in dobitkov .....	41
Grafikon 14: Transmisijske toplotne izgube .....	41
Grafikon 15: Prezračevalne izgube .....	42
Grafikon 16: Notranji dobitki.....	42
Grafikon 17: Dobitki sončnega sevanja .....	43

## 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: Varovana območja narave .....	19
Slika 11: Kulturna dediščina.....	20
Slika 12: Povprečna temperatura zraka 1971 - 2000.....	22
Slika 13: Povprečno trajanje ogrevalne sezone 1971/72 – 2000/01 in povprečni temperaturni primanjkljaj 1971-2001.....	23

Slika 14: Področje ugodja glede na temperaturo zraka in aktivnost .....	25
Slika 15: Shema naročanja in izvedbe storitev na področju obratovalnih stroškov .....	26
Slika 16: Shema investicij .....	27
Slika 17: Razdelilnik ogrevanja .....	34
Slika 18: Hranilnika toplote .....	35
Slika 19: Fasada objekta .....	36
Slika 20: Razsvetjava v srednji telovadnici (levo) in sanitarijah (desno) .....	37
Slika 21: Odzračevanje v sanitarijah (levo) in split enota (desno) .....	37
Slika 22: Energetska bilanca stavbe .....	40

## **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 zanj. 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.

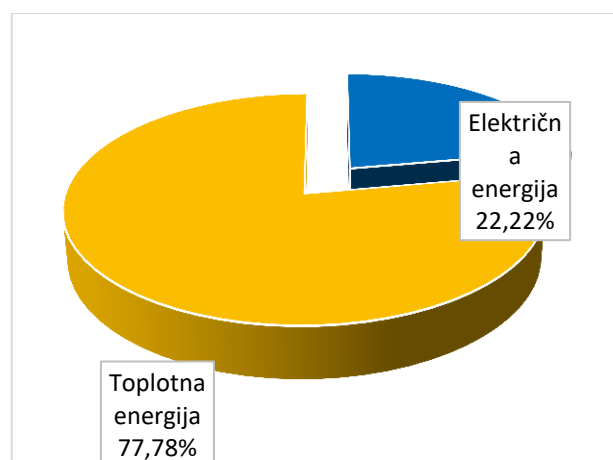
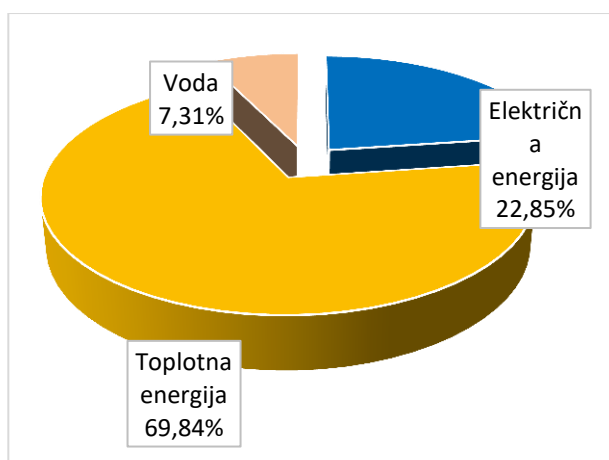
### 0.2 Struktura porabe in stroškov za energijo in vodo

V spodnji preglednici je za leto 2015 prikazana raba energije in stroškov za energente ter 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 kWh, poraba vode je prikazana v m<sup>3</sup>.

V letu 2015 se je v stavbi porabilo skupaj 536.896 kWh. Poraba toplotne energije (daljinska toplota), ki se uporablja za ogrevanje stavbe in pripravo tople sanitarne vode, je znašala 452.471 kWh. Poraba električne energije, ki se uporablja za razsvetljavo, delovanje obtočnih črpalk, delovanje informacijske tehnologije ter ostalih električnih porabnikov, je znašala 84.425 kWh. V objektu je bilo leta 2015 za delovanje porabljenih 2.194 m<sup>3</sup> vode.

Preglednica 1: Letna poraba in strošek energije za leto 2015

	poraba	enota	delež [%]	strošek [€]	delež [%]	CO <sub>2</sub> [kg]	CO <sub>2</sub> [%]	€/MWh
električna energija	84.425	kWh	15,72	9.903	22,85	41.368	22,22	117,30
toplotna energija	452.471	kWh	84,28	30.271	69,84	144.791	77,78	66,90
voda	2.194	m <sup>3</sup>		3.169	7,31			
<b>SKUPAJ</b>	<b>536.896</b>	<b>kWh</b>						
	<b>2.194</b>	<b>m<sup>3</sup></b>		<b>43.342</b>		<b>186.159</b>		



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

V preglednici v nadaljevanju je zbrana raba energentov za obdobje od 2013 do 2015. V danem referenčnem obdobju je bila poraba električne energije 82,7 MWh/leto, poraba toplotne energije 427,7 MWh/leto in poraba vode 2.049 m<sup>3</sup>/leto.

Kondicionirana površina stavbe znaša 3.738 m<sup>2</sup>. Izračunano energijsko število za ogrevanje stavbe (normirana raba) znaša 120,70 kWh/m<sup>2</sup>, energijsko število za delovanje stavbe (normirana raba) znaša 142,82 kWh/m<sup>2</sup>, emisije CO<sub>2</sub> znašajo 43,43 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 2013 do 2015

	električna energija [kWh]	toplotna energija [kWh]	voda [m <sup>3</sup> ]	skupaj [kWh]
2013	80.391	463.155	1.921	543.546
2014	83.227	367.642	2.031	450.869
2015	84.425	452.471	2.194	536.896
<b>povprečje</b>	<b>82.681</b>	<b>427.756</b>	<b>2.049</b>	<b>510.437</b>

### 0.3 Možni prihranki in potrebna vlaganja

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 stavbi:

- scenarij 1: izvedba ukrepov z vračilno dobo krajšo od 6 let - vgradnja sistema ciljnega spremljanja rabe energije (organizacijski ukrep 1),
- scenarij 2: izvedba ukrepov, gradnja sistema ciljnega spremljanja rabe energije, toplotna izolacija stropa neogrevanega podstrešja, vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje sistema, zamenjava dela stavbnega pohištva (organizacijski ukrep 1, investicijski ukrep 4,5,6),
- scenarij 3: izvedba vseh ukrepov (organizacijski ukrep 1, investicijski ukrep 1,2,3,4,5,6).

Preglednica 3: Povzetek posameznih ukrepov

št.	opis ukrepa	možni letni prihranki				investicija €	vračilna doba [let]
		kWh		€			
		TE	EE	TE	EE		
Organizacijski ukrepi							
1	Vgradnja sistema ciljnega spremljanja rabe energije	19.090	0	1.274	0	5.500	4,32
Investicijski ukrepi							
1	Toplotna izolacija fasade	117.977	0	7.873	0	0	0
2	Sanacija razsvetljave	0	9.163	0	1.008	27.240	27,02
3	Toplotna izolacija tlakov	9.163	0	612	0	110.786	181,16
4	Toplotna izolacija stropa neogrevanega podstrešja	68.004	0	4.538	0	51.380	11,32
5	Vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje sistema	16.969	0	1.132	0	9.800	8,65
6	Zamenjava dela stavbnega pohištva	4.794	0	320	0	34.317	107,27

Preglednica 4: Povzetek ukrepov - scenarij 1

<b>Scenarij 1 – izvedba ukrepov z vračilno dobo krajšo od 6 let</b>			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	0	kWh	0
letni prihranek toplotne energije za ogrevanje	19.090	kWh	4,23
letni prihranek vode	/	m <sup>3</sup>	/
skupno zmanjšanje emisij CO <sub>2</sub>	6.109	kg	3,76
skupno zmanjšanje stroškov na leto	1.274	€	3,16
skupni znesek potrebnih investicij	5.500	€	
povprečni vračilni rok	4,32	let	

Preglednica 5: Povzetek ukrepov - scenarij 2

<b>Scenarij 2 – izvedba ukrepov _organizacijski ukrep 1, investicijski ukrep 4,5,6</b>			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	0	kWh	0
letni prihranek toplotne energije za ogrevanje	101.332	kWh	22,46
letni prihranek vode	/	m <sup>3</sup>	/
skupno zmanjšanje emisij CO <sub>2</sub>	32.426	kg	19,98
skupno zmanjšanje stroškov na leto	6.762	€	16,76
skupni znesek potrebnih investicij	100.997	€	
povprečni vračilni rok	14,93	let	

Preglednica 6: Povzetek ukrepov – scenarij 3

<b>Scenarij 3 – izvedba ukrepov _organizacijski ukrep 1, investicijski ukrep 2,3,4,5,6</b>			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	8.145	kWh	9,85
letni prihranek toplotne energije za ogrevanje	108.306	kWh	24,01
letni prihranek vode	/	m <sup>3</sup>	/
skupno zmanjšanje emisij CO <sub>2</sub>	38.649	kg	23,81
skupno zmanjšanje stroškov na leto	8.236	€	20,42
skupni znesek potrebnih investicij	239.023	€	
povprečni vračilni rok	29,02	let	

### 0.3.1 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 ovoj 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 energetske prenove.

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 obravnavane stavbe je optimalni scenarij, po postavki A, Scenarij 2, ki predstavlja izvedbo naslednjih ukrepov:

- organizacijski ukrep:
  - vgradnja sistema ciljnega spremljanja rabe energije,
- investicijski ukrep:
  - toplotna izolacija stropa neogrevanega podstrešja,
  - vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje sistema,
  - zamenjava dela stavbnega pohištva.

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 7: Učinek predlaganega scenarija

	električna energija [kWh]	toplotna energija [kWh]	prihranek [€]	emisije CO <sub>2</sub> [kg]
prihranek	0	101.332	6.762	32.426

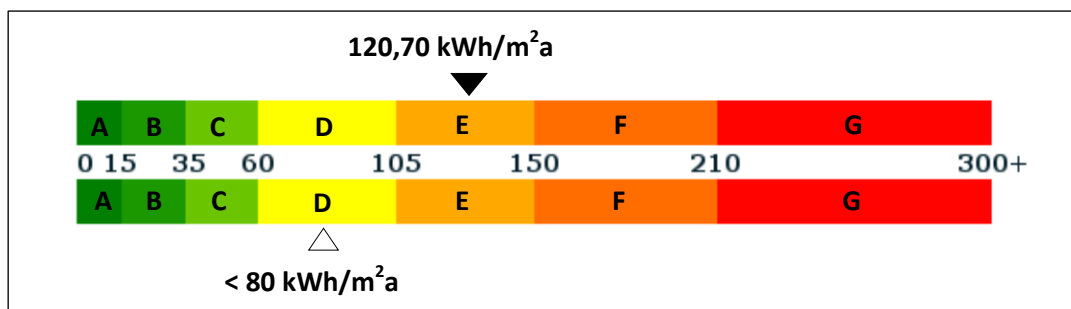
Skupni strošek investicij znaša 100.997 €, vračilna doba znaša 14,93 let.

## 0.4 Energetski kazalniki pred in po izvedbi ukrepov

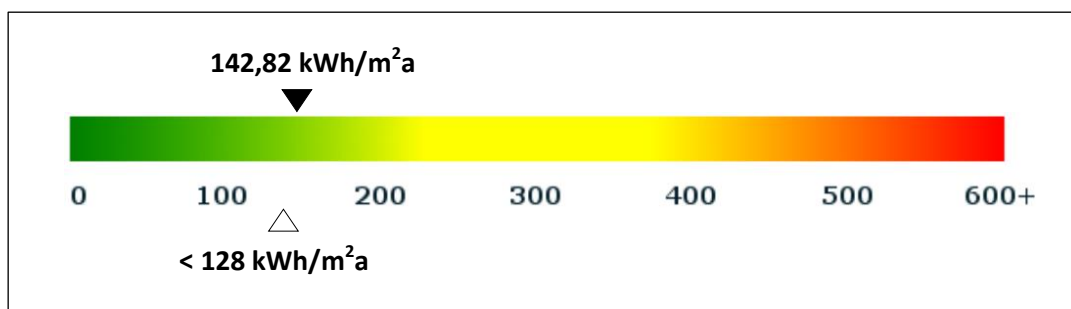
Javne stavbe morajo biti v skladu z Energetskim zakonom (EZ-1) in Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb opremljene z energetsko izkaznico, ki izkazuje razred v katerega se posamezna stavba uvršča.

### 0.4.1 Energetski kazalniki pred izvedbo ukrepov

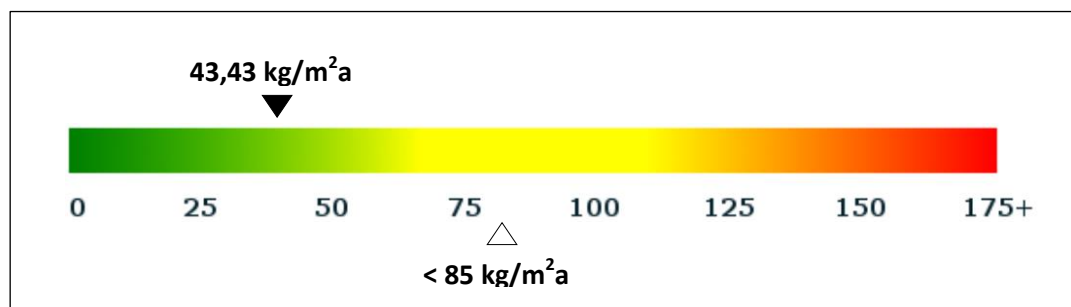
S črno puščico je označeno trenutno stanje stavbe, z belo pa priporočene vrednosti za javne objekte.



Slika 1: Poraba toplotne energije pred predlaganimi ukrepi



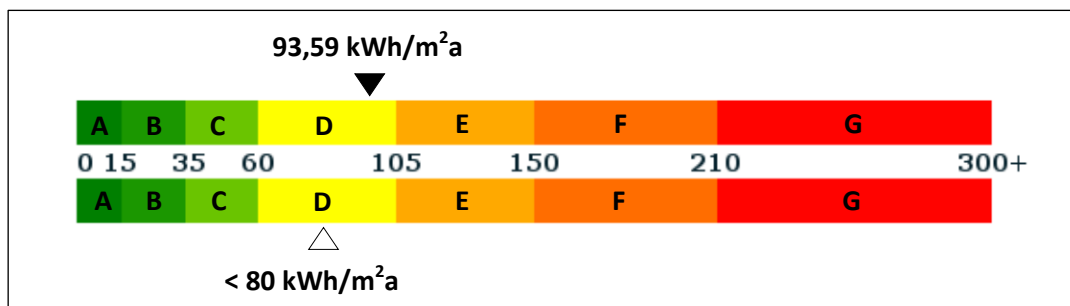
Slika 2: Dovedena energija za delovanje stavbe pred predlaganimi ukrepi



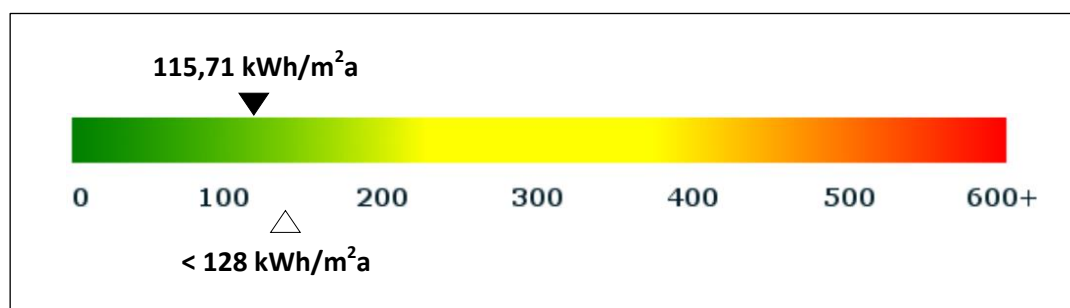
Slika 3: Emisije CO<sub>2</sub> pred predlaganimi ukrepi

### 0.4.2 Energetski kazalniki po izvedbi ukrepov

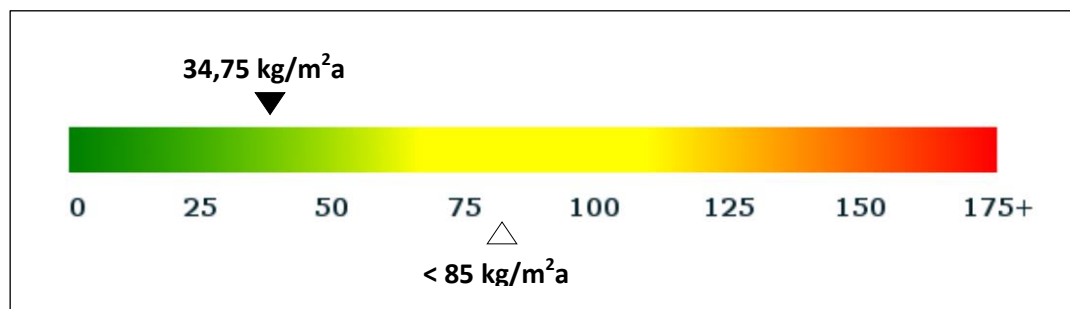
S črno puščico je označeno predvideno stanje stavbe po izvedenih predlaganih ukrepih, z belo pa priporočene vrednosti za javne objekte.



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 upravljaivec). V kolikor ustanova/organizacija ne razpolaga s takšno osebo, se lahko najame ustreznega zunanje 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.

V predmetnem dokumentu je opredeljen en organizacijski ukrep, in sicer vzpostavitev energetskega upravljanja objekta ter implementacija merilne opreme (v potrebnem obsegu) s pripadajočo krmilno-komunikacijsko tehnologijo, za spremljanje obratovanja in rabe energije.

### 0.5.2 Investicijski ukrepi

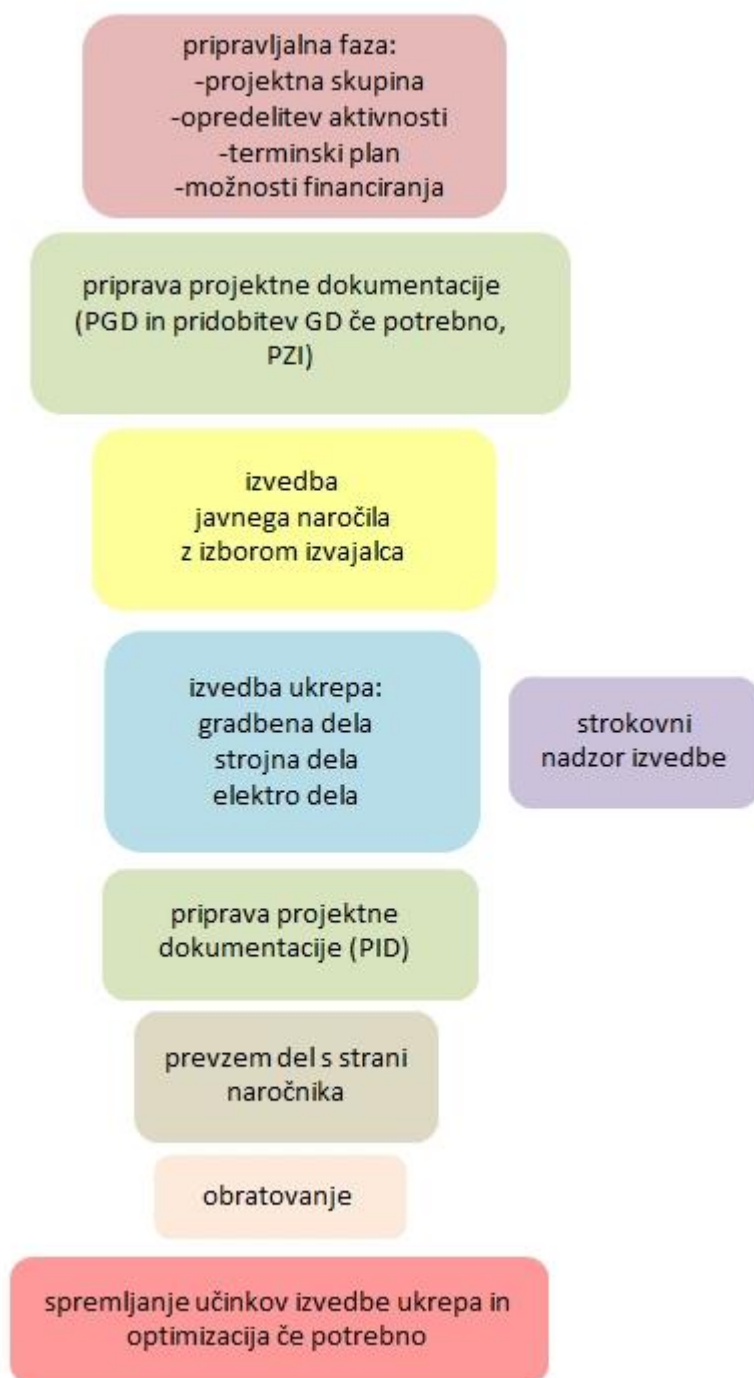
Investicijski ukrepi so običajno povezani z večjimi stroški. Glede na stroške potrebe za izvedbo investicijskih ukrepov, lahko le-te delimo na:

- 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.

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).

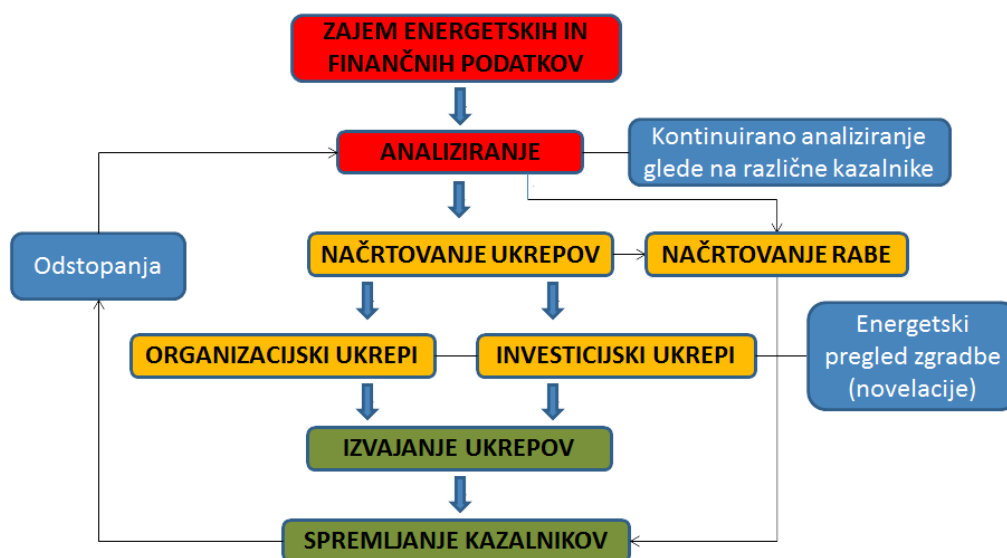
Operativni program za izvajanje evropske kohezijske politike v obdobju 2014-2020 je strateški izvedbeni dokument, ki bo podlaga za črpanje 3,2 milijarde evrov razpoložljivih sredstev iz Evropskega sklada za regionalni razvoj (ESRR), Evropskega socialnega sklada (ESS) in Kohezijskega sklada (KS) v obdobju 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 energetskih 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 energetskih storitev. 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 energetskim pregledom se določi energetsko 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.

Energetski 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, september 2016) in Navodili in tehničnimi usmeritvami za energetsko 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 projektne dokumentacije.

## 2 UVOD

### 2.1 Opis dejavnosti v stavbi

Osnovni podatki o stavbi:

naziv	Osnovna šola Ledina
naslov	Komenskega ulica 19, 1000 Ljubljana
telefon	01 230 76 50
e-pošta	info@o-ledina.si
številka stavbe	1973
katastrska občina	1737 Tabor
parcelna številka	3072
leto zgraditve	1889
koordinati stavbe	GKY: 462649
	GKX: 101142
uporabniki	zaposleni: 47 učenci: 407
obratovalne ure	ponedeljek – petek: 8.15 – 14.45 (pouk)



Stavba se nahaja v urbanem delu Mestne občine Ljubljana. Osnovna šola je namenjena vzgojno-izobraževalni dejavnosti. Ustanoviteljica Osnovne šole Ledina je Mestna občina Ljubljana.

Glede na Uredbo o klasifikaciji vrst objektov in objektih državnega pomena, se šola 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

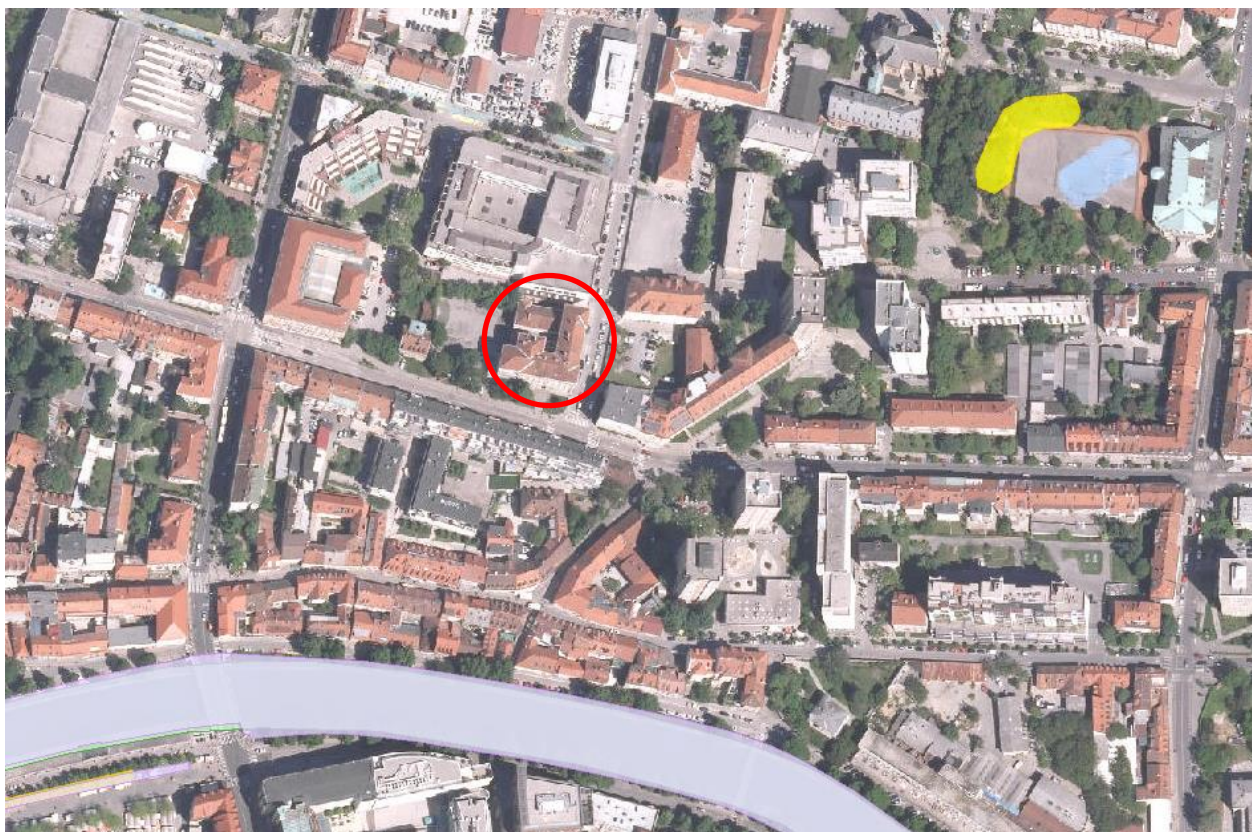


Slika 9: Ortofoto posnetek stavbe

### 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 – lokacijske informacije, varovana območja in zahteve povezane z varstvom le-teh (kulturna dediščina, narava,...).

Iz spodnjih slik je razvidno, da obravnavana stavba ne posega v varovana območja narave.



Slika 10: Varovana območja narave  
vir: Atlas okolja<sup>1</sup>

Stavba je evidentirana kot enota kulturne dediščine **Ljubljana – Osnovna šol Ledina (EŠD 18675, profana stavbna dediščina)** in se nahaja na območju kulturne dediščine **Ljubljana – Mestno jedro (EŠD 328, naselbinska dediščina)**.

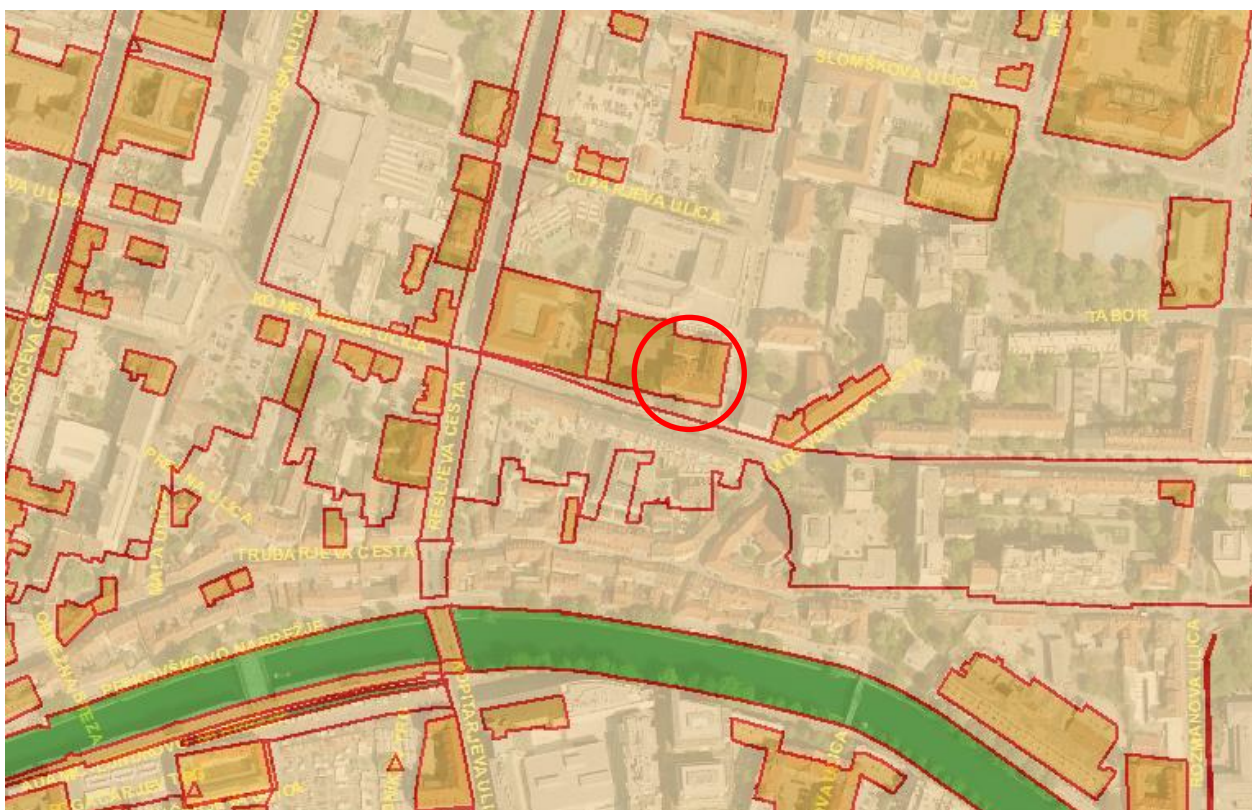
Skladno s Priročnikom pravnih režimov varstva, ki jih je treba upoštevati pri pripravi planov in posegih v območja kulturne dediščine (Ministrstvo za kulturo<sup>2</sup>) velja v **območjih stavbne dediščine** dodatni pravni režim varstva, ki predpisuje ohranjanje njihovih varovanih vrednot, kot so:

- tlorisna in višinska zasnova (gabariti),
- gradivo (gradbeni material) in konstrukcijska zasnova,
- oblikovanost zunanjsčine (členitev objektov in fasad, oblika in naklon strešin, kritina, barve fasad, fasadni detajli),
- funkcionalna zasnova notranjsčine in pripadajočega zunanjega prostora,
- sestavine in pritikline,
- stavbno pohištvo in notranja oprema,
- komunikacijska in infrastrukturna navezava na okolico (pripadajoči odprti prostor z niveleto površin in lego, namembnostjo in oblikovanostjo pripadajočih objektov in površin),
- pojavnost in vedute (predvsem pri prostorsko izpostavljenih stavbah),

<sup>1</sup> <http://gis.arso.gov.si>

<sup>2</sup> [http://giskd2s.situla.org/evrd\\_2012/P\\_11\\_11\\_02.htm#VIII](http://giskd2s.situla.org/evrd_2012/P_11_11_02.htm#VIII)

- celovitost dediščine v prostoru in
  - zemeljske plasti z morebitnimi arheološkimi ostalinami,
- in v **območjih naselbinske dediščine** velja dodatni pravni režim varstva, ki predpisuje ohranjanje njihovih varovanih vrednot, kot so:
- naselbinska zasnova (parcelacija, komunikacijska mreža, razporeditev odprtih prostorov naselja),
  - odnosi med posameznimi stavbami in odnos med stavbami ter odprtim prostorom (lega, gostota objektov, razmerje med pozidanim in nepozidanim prostorom, gradbene linije, značilne funkcionalne celote),
  - prostorsko pomembnejše naravne sestavine znotraj naselja ali njegovega dela (drevesa, vodotoki),
  - prepoznavna lega v prostoru oziroma krajini (glede na reliefne značilnosti, poti),
  - naravne in druge meje rasti ter robovi naselja ali njegovega dela,
  - podoba naselja ali njegovega dela v prostoru (stavbne mase, gabariti, oblike strešin, kritina),
  - odnosi med naseljem ali med njegovim delom in okolico (vedute na naselje in pogledi iz njega),
  - stavbno tkivo (prevladujoč stavbni tip, namembnost in kapaciteta objektov, ulične fasade),
  - oprema in uporaba javnih odprtih prostorov in
  - zemeljske plasti z morebitnimi arheološkimi ostalinami.



Slika 11: Kulturna dediščina  
vir: Register nepremične kulturne dediščine<sup>3</sup>

<sup>3</sup> <http://giskd6s.situla.org/giskd/>

### 2.2.3 Osnovni gradbeni in tehnični podatki o stavbi

Preglednica 8: Tlorisne dimenzije stavbe

število etaž	4
višina nadstropja	4,75 m
najvišja višina objekta (obstoječe)	22,1 m
tlorisna velikost stavbe na stiku z zemljiščem	1.231 m <sup>2</sup>
kvadratura neto	3.757 m <sup>2</sup>
prostornina bruto	18.092 m <sup>2</sup>
prostornina neto	14.473 m <sup>2</sup>
površina toplotnega ovoja	5.632 m <sup>2</sup>
površina fasade	2.537 m <sup>2</sup>
površina strehe – tloris (bruto)	1.231 m <sup>2</sup>
površina strehe	1.231 m <sup>2</sup>
površina zunanjega stavbnega pohištva	661,7 m <sup>2</sup>
konstrukcija	opečna
debelina sten	50 – 60 cm
debelina izolacije	0 cm
stavbno pohištvo	les PVC

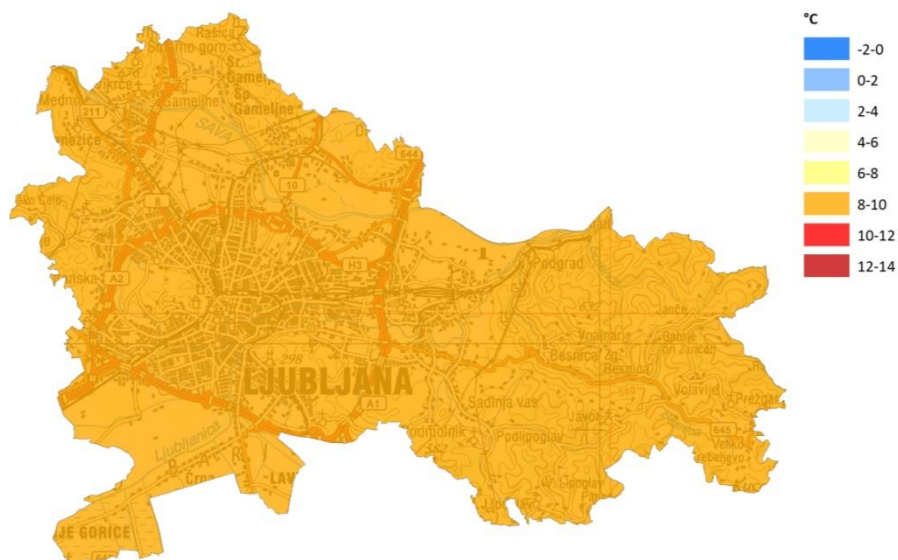
## 2.3 Klimatski podatki za lokacijo stavbe

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.

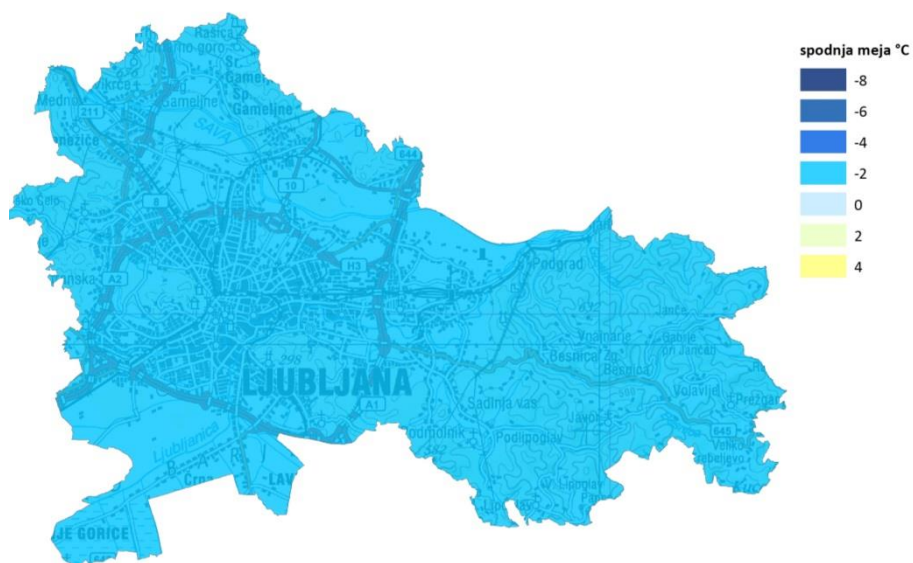
V spodnji preglednici so navedeni osnovni klimatski podatki za lokacijo obravnavane stavbe.

Preglednica 9: Osnovni klimatski podatki

število ogrevalnih dni	230
temperaturni primanjkljaj	3.300 Kdan
projektna temperatura	-13 °C
povprečna letna temperatura zunanjega zraka	9,9 °C

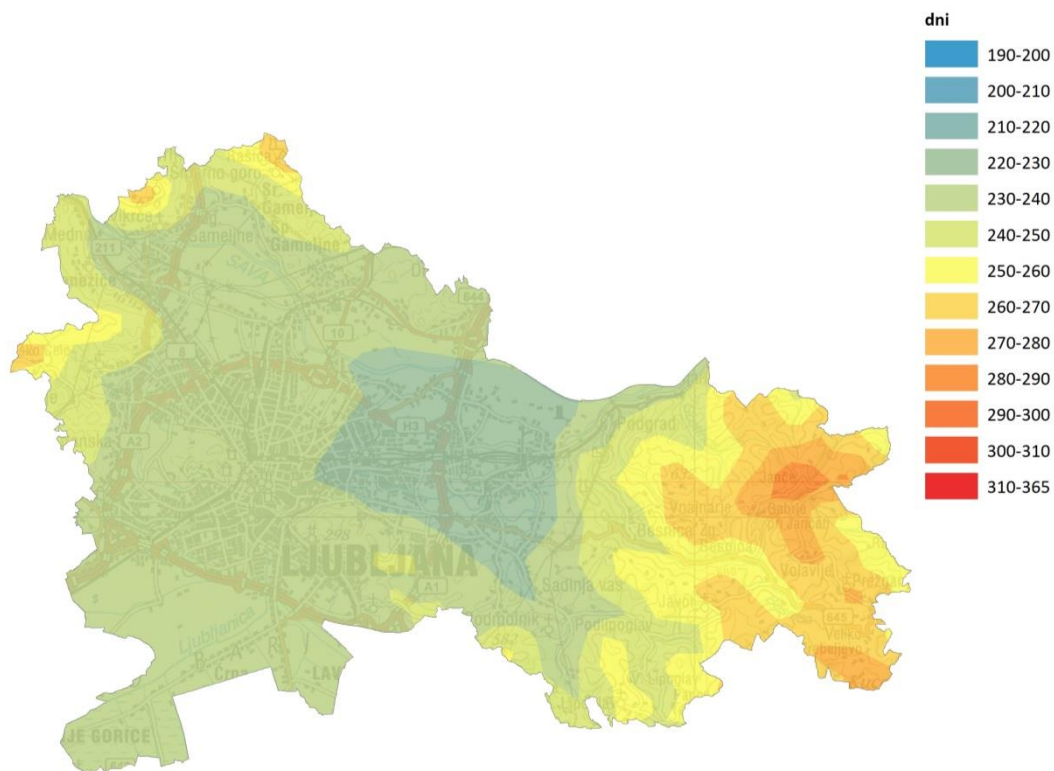


letna

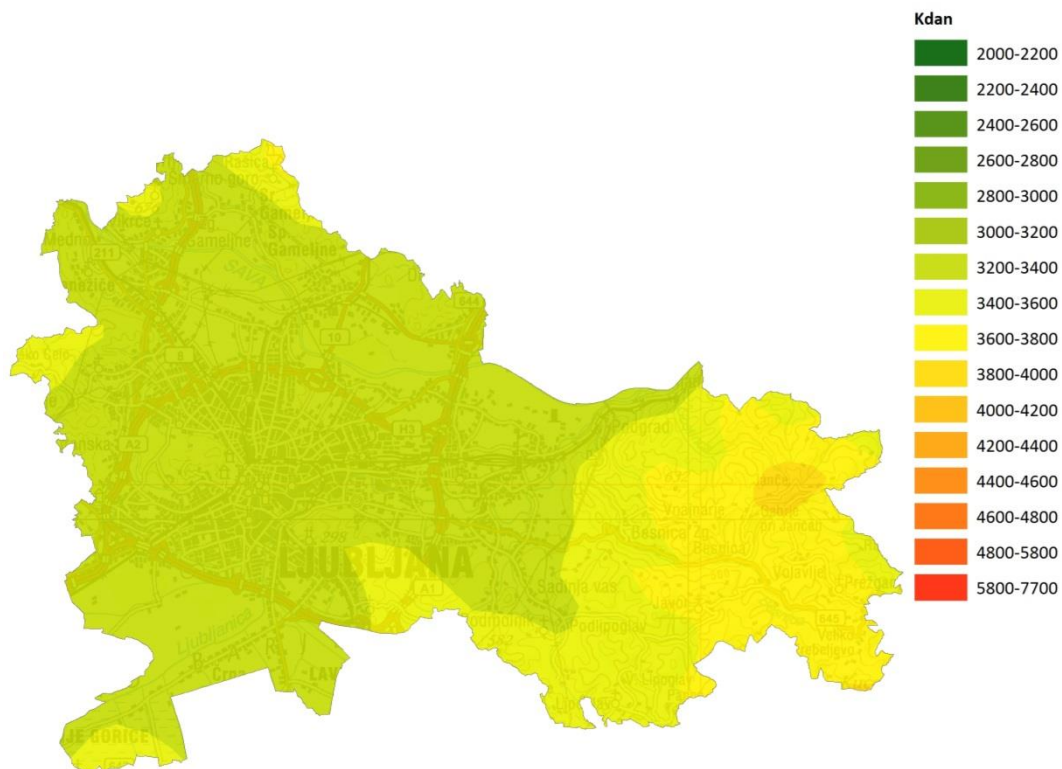


januarska

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



povprečno trajanje ogrevalne sezone



povprečni temperaturni primanjkljaj

Slika 13: Povprečno trajanje ogrevalne sezone 1971/72 – 2000/01 in povprečni temperaturni primanjkljaj 1971-2001

vir: Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO GIS

## 2.4 Skupna poraba energije in stroški

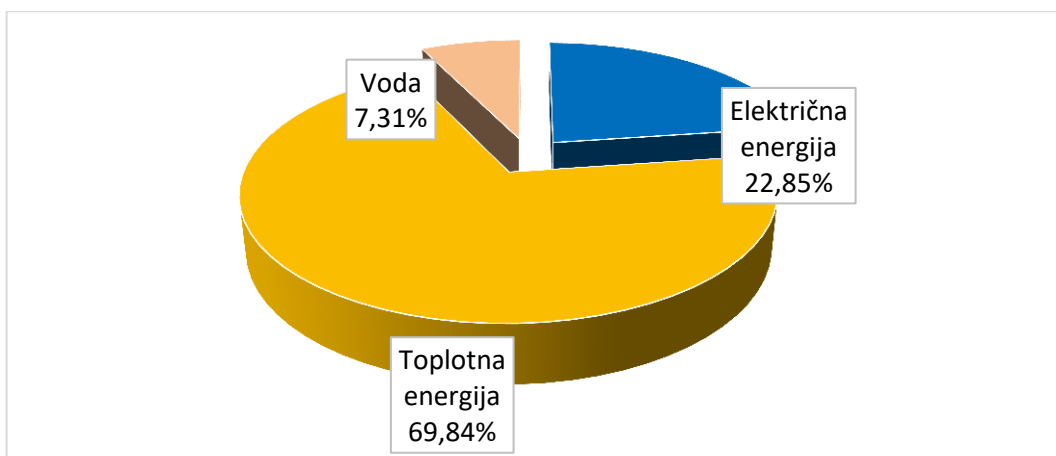
### 2.4.1 Poraba energentov v letu 2015

V letu 2015 se je v stavbi porabilo skupaj 536.896 kWh. Poraba toplotne energije (daljinska toplota), ki se uporablja za ogrevanje stavbe in pripravo tople sanitarne vode, je znašala 452.471 kWh. Poraba električne energije, ki se uporablja za razsvetljavo, delovanje obtočnih črpalk, delovanje informacijske tehnologije ter ostalih električnih porabnikov, je znašala 84.425 kWh. V objektu je bilo leta 2015 za delovanje porabljenih 2.194 m<sup>3</sup> vode.

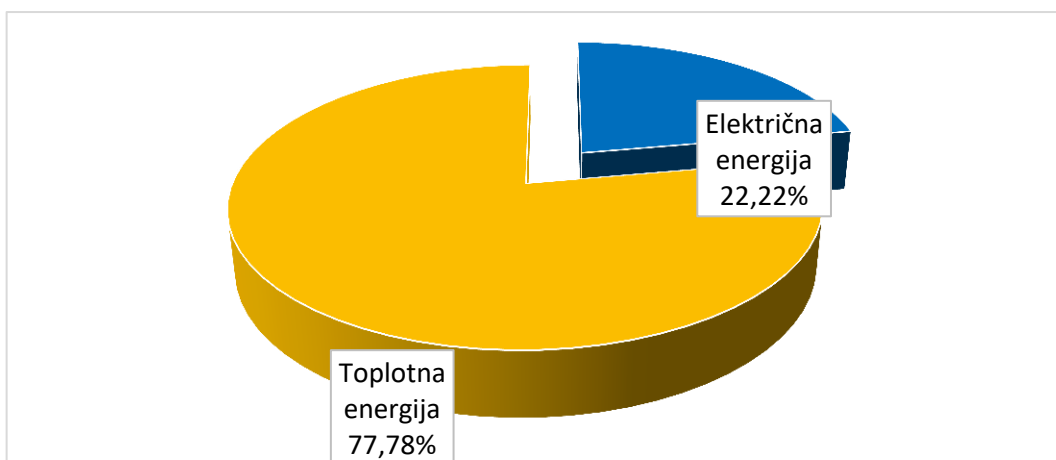
Preglednica 10: Poraba energentov v letu 2015

	poraba	enota	delež [%]	strošek [€]	delež [%]	CO <sub>2</sub> [kg]	CO <sub>2</sub> [%]	€/MWh
električna energija	84.425	kWh	15,72	9.903	22,85	41.368	22,22	117,30
toplotna energija	452.471	kWh	84,28	30.271	69,84	144.791	77,78	66,90
voda	2.194	m <sup>3</sup>		3.169	7,31			
<b>SKUPAJ</b>	<b>536.896</b>	<b>kWh</b>						
	<b>2.194</b>	<b>m<sup>3</sup></b>		<b>43.342</b>		<b>186.159</b>		

Letni strošek za energijo in vodo je v letu 2015 znašal 43.342 € (brez DDV). Delež stroška za toplotno energijo znaša 69,84%, za električno energijo 22,85% in za vodo 7,31%.



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. V stavbi se uporablja daljinska toplota, pri kateri znaša emisijski faktor 0,320 kg CO<sub>2</sub>/kWh ter električna energija, katere emisijski faktor v Sloveniji znaša 0,490 kg CO<sub>2</sub>/kWh. Skupna emisija CO<sub>2</sub> zaradi porabljene energije je v letu 2015 znašala 186,1 t. Delež električne energije glede na emitirani CO<sub>2</sub> je 22,22%, delež toplotne energije je 77,78%.

#### 2.4.2 Povprečna poraba energentov v referenčnem obdobju 2013 - 2015

V spodnji preglednici je za leta 2013 do 2015 prikazana raba električne energije, toplotne energije in vode. Za omenjeno referenčno obdobje so preračunane vrednosti povprečne porabe.

Preglednica 11: Poraba energentov v 2013 - 2015

	električna energija [kWh]	toplotna energija [kWh]	voda [m <sup>3</sup> ]	skupaj [kWh]
2013	80.391	463.155	1.921	543.546
2014	83.227	367.642	2.031	450.869
2015	84.425	452.471	2.194	536.896
<b>povprečje</b>	<b>82.681</b>	<b>427.756</b>	<b>2.049</b>	<b>510.437</b>

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

Preglednica 12: Specifična raba energentov glede na površino

	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> )
2013	21,51	123,92	116,73	145,43
2014	22,27	98,37	91,17	120,63
2015	22,59	121,06	113,87	143,65
<b>povprečje</b>	<b>22,12</b>	<b>114,45</b>	<b>107,26</b>	<b>136,57</b>

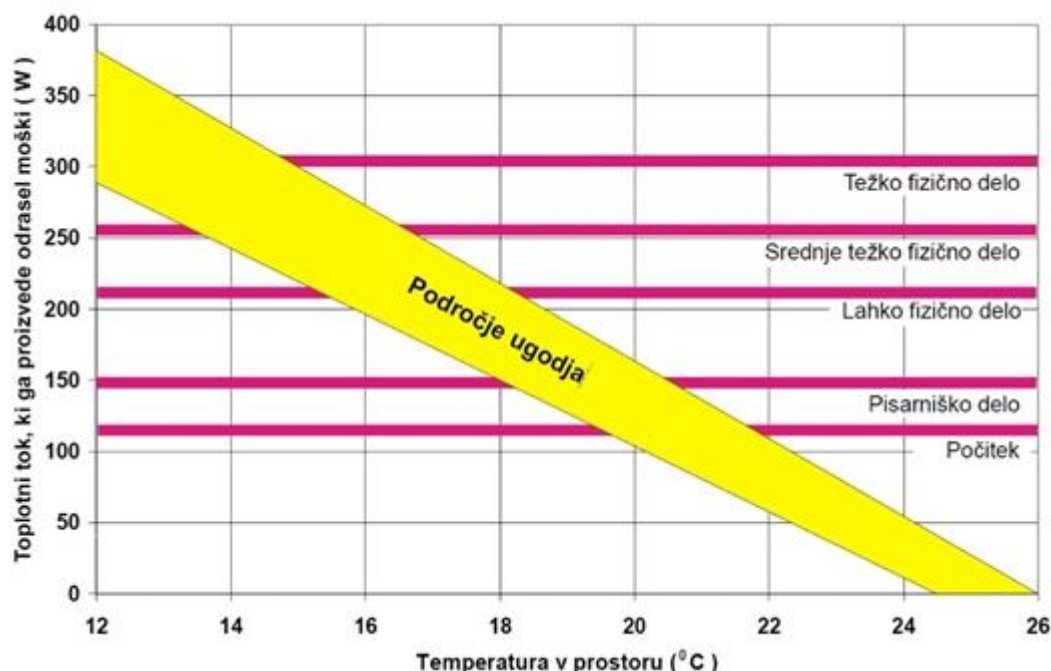
## 2.5 Stanje toplotnega ugodja v stavbi

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 14: 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

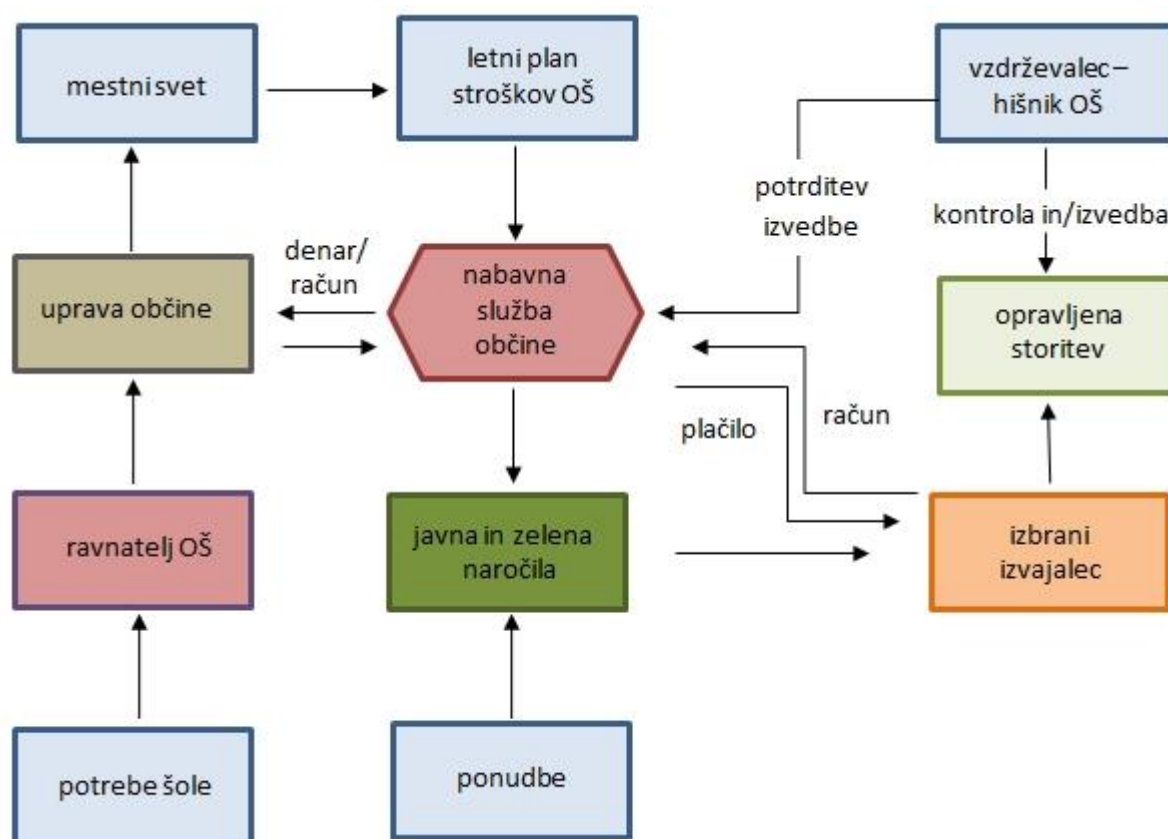
Lastnik stavbe: Mestna občina Ljubljana

Uporabnik in upravnik stavbe: Osnovna šola Ledina

Najemniki: /

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

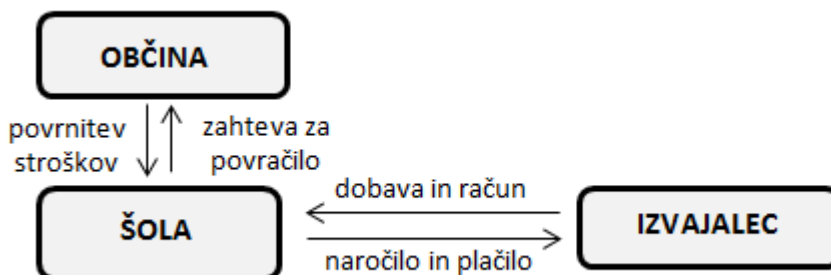
Postopek naročanja in izvedba storitev na področju obratovalnih stroškov je prikazana na spodnji sliki.



Slika 15: Shema naročanja in izvedbe storitev na področju obratovalnih stroškov

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

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.



Slika 16: Shema investicij

### 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 udeležениh 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

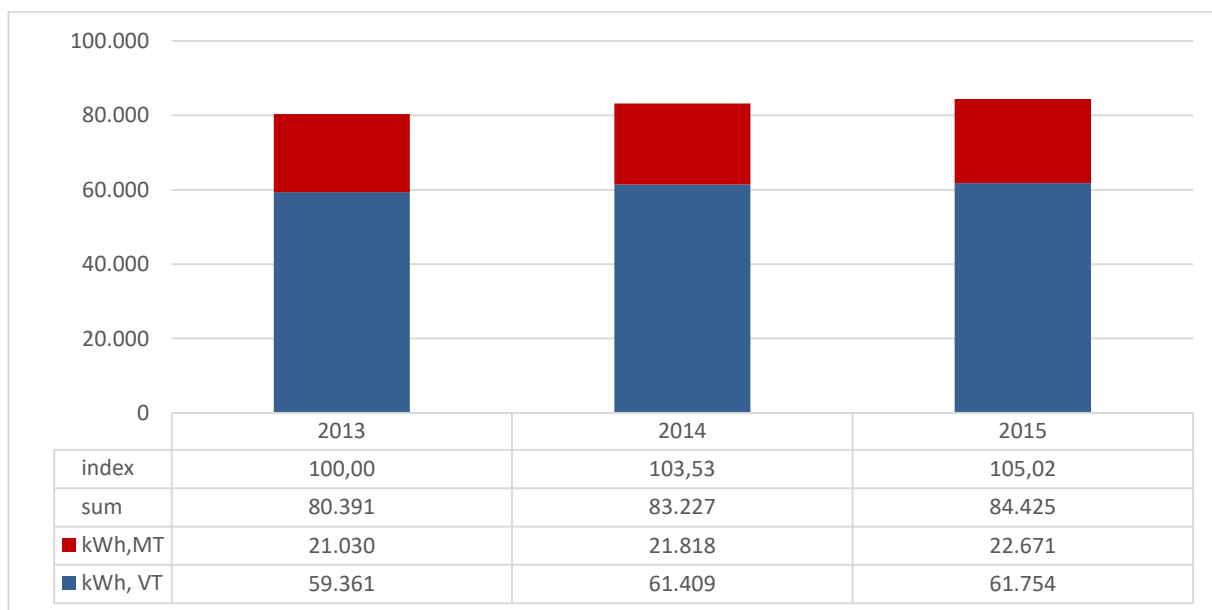
Trenutno v stavbi ni načrtne promocije ukrepov URE in OVE.

## 4 OSKRBA IN RABA ENERGIJE

### 4.1 Električna energija

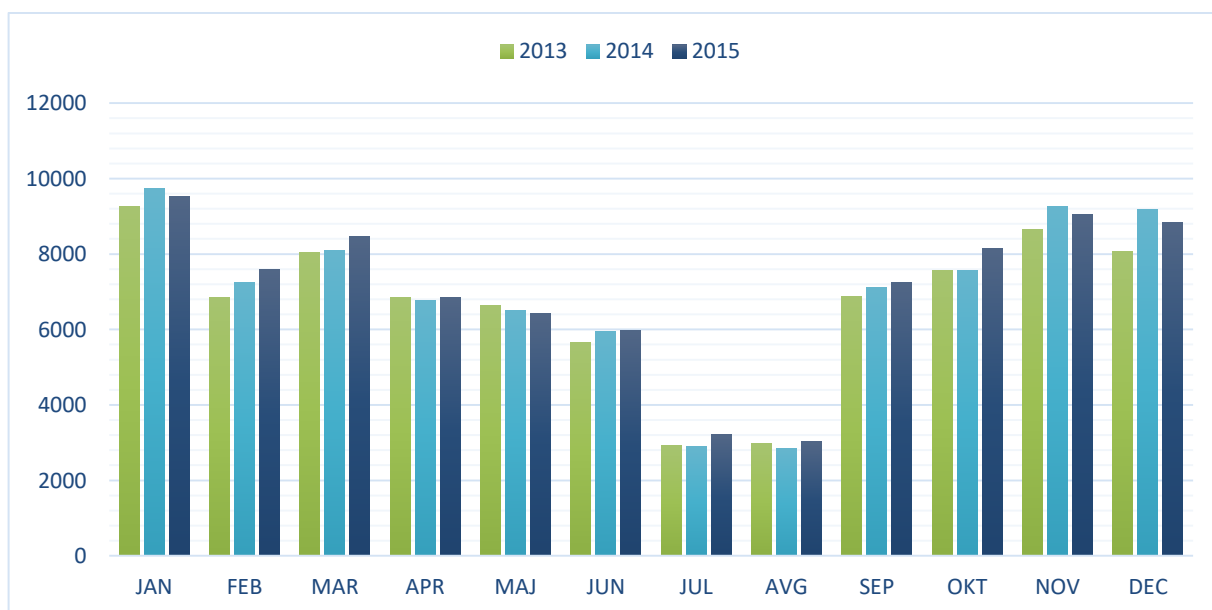
#### 4.1.1 Poraba električne energije

Iz primerjave porabljene električne energije po letih za obdobje 2013 - 2015 je razvidna razmeroma konstantna raba električne energije.



Grafikon 4: Letna poraba električne energije

Iz mesečne poraba je viden vzorec zvišanja porabe v zimskih mesecih in znižanja porabe električne energije v juliju in avgustu, ko je zasedenost zaradi počitnic manjša.



Grafikon 5: Mesečna poraba električne energije

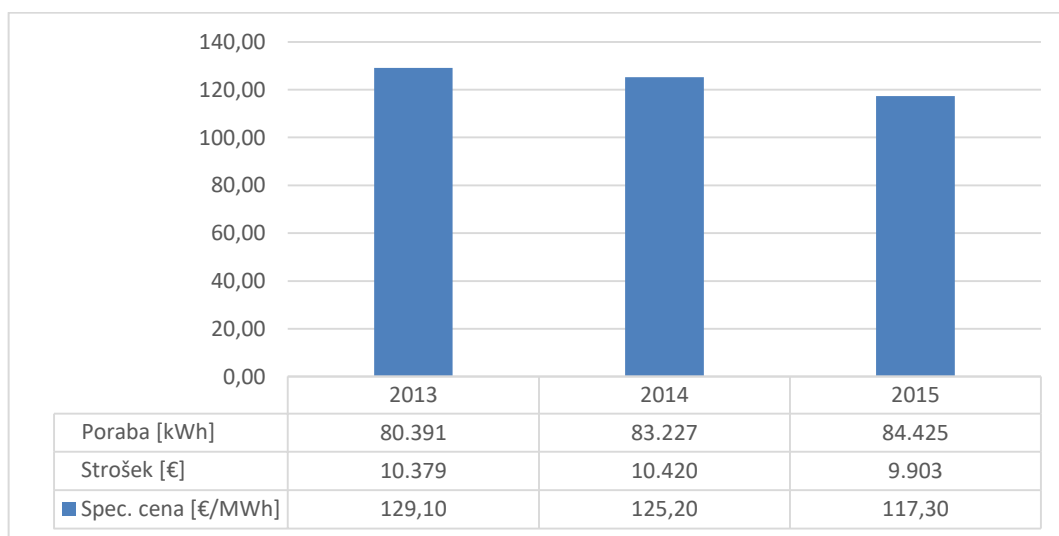
### 4.1.2 Cena električne energije

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 se je v referenčnem obdobju znižala.



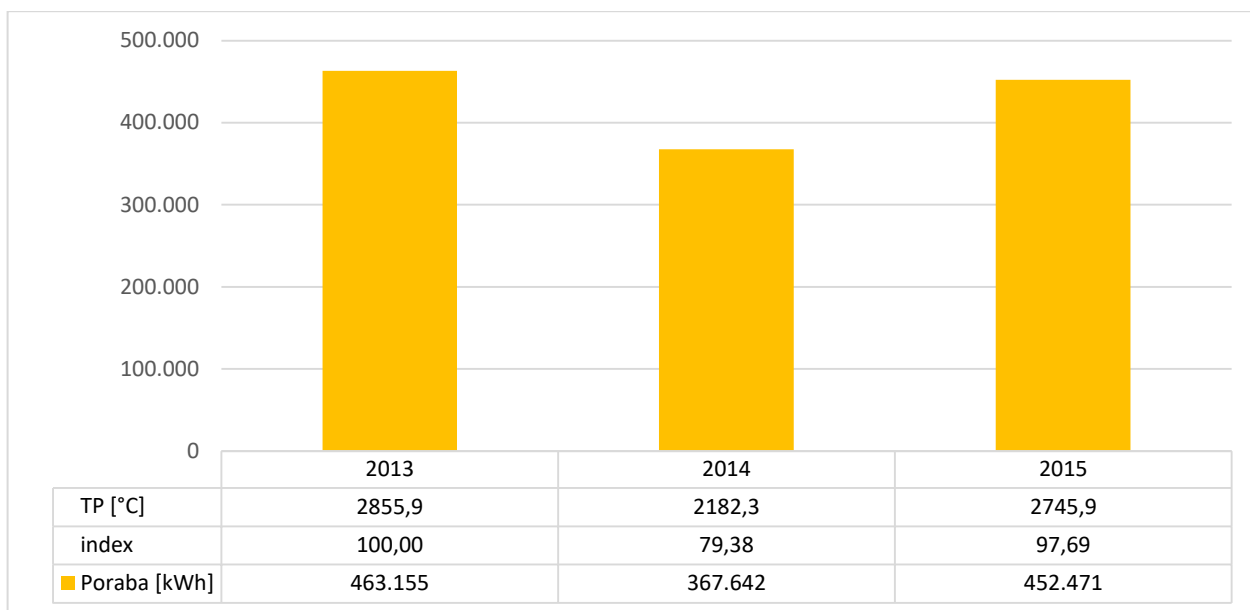
Grafikon 6: Specifična cena električne energije po letih

Glede na ugodnejše pogoje iz nove pogodbe o dobavi električne energije, gre pričakovati, da se bo specifični strošek električne energije v naslednjih letih nekoliko znižal.

## 4.2 Toplotna energija

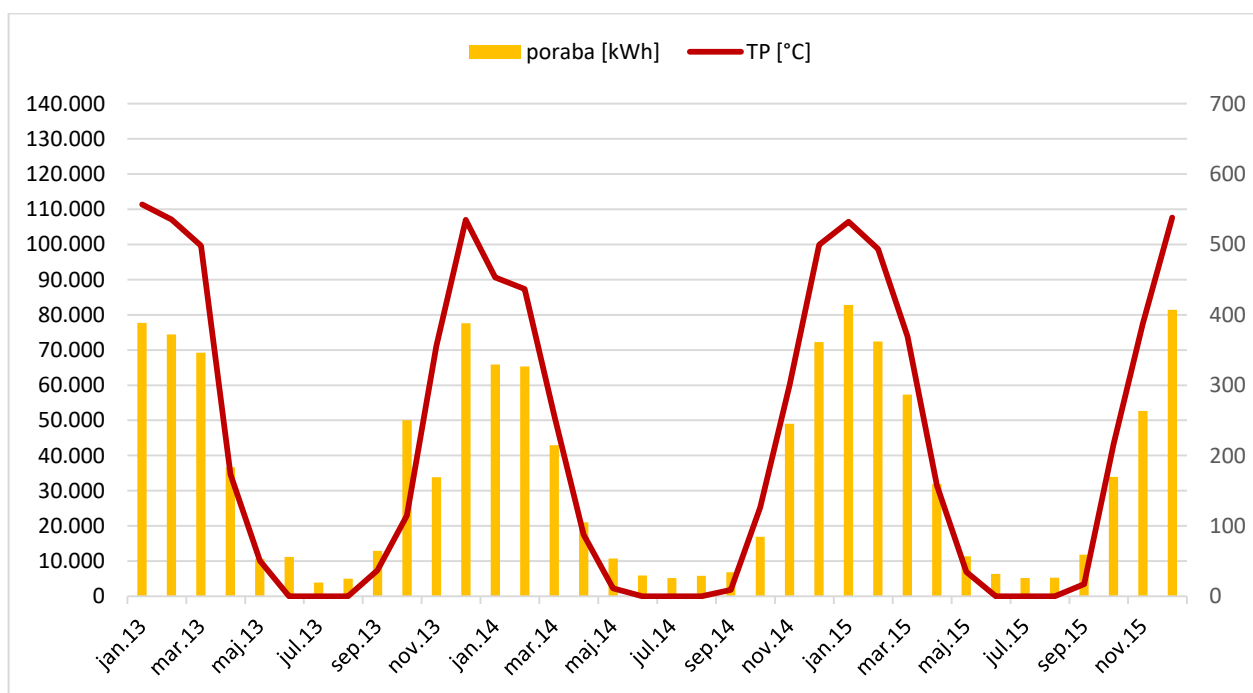
### 4.2.1 Poraba toplotne energije

Iz primerjave porabljene toplotne energije po letih za obdobje 2013 - 2015 je razvidno, da se je poraba toplote zmanjšala v letu 2014, kar je skladno z nižjim temperaturnim primanjkljajem v tem letu.



Grafikon 7: Letna poraba toplotne energije

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

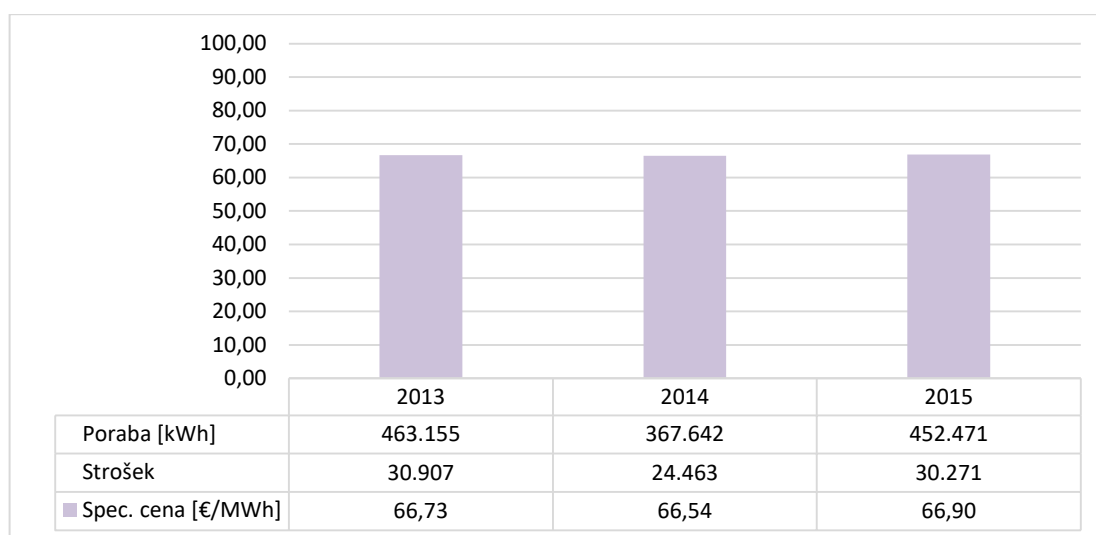


Grafikon 8: Mesečna poraba toplotne energije

#### 4.2.2 Cena toplotne energije

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

V spodnjem grafikonu je prikazana specifična cena toplotne energije po letih v obdobju 2013 – 2015. Specifična cena za zemeljski plin je izračunana glede na porabo in strošek ž. Specifična cena toplotne energije je enaka v vseh letih.



Grafikon 9: Specifična cena toplotne energije po letih

### 4.2.3 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 2013– 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. Normirana raba toplotne energije znaša 451.116 kWh.

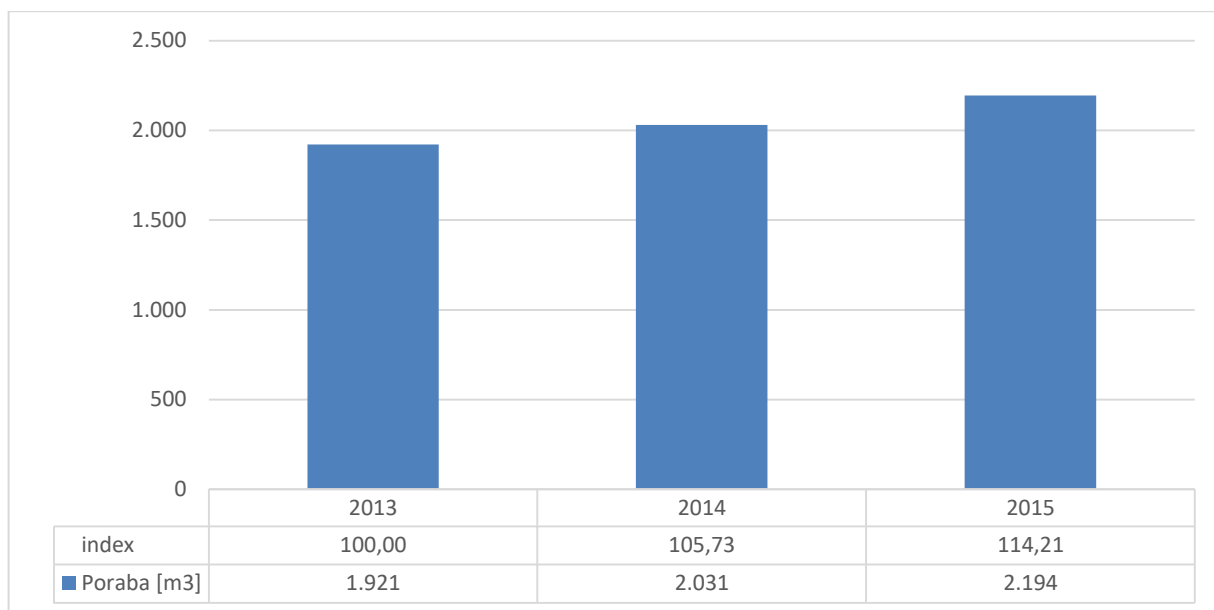
Preglednica 13: Temperaturni primanjkljaj v letih 2013 - 2015

Leto	TP [°C dan]
2013	2.856
2014	2.182
2015	2.746
Povprečje	2.595

## 4.3 Voda

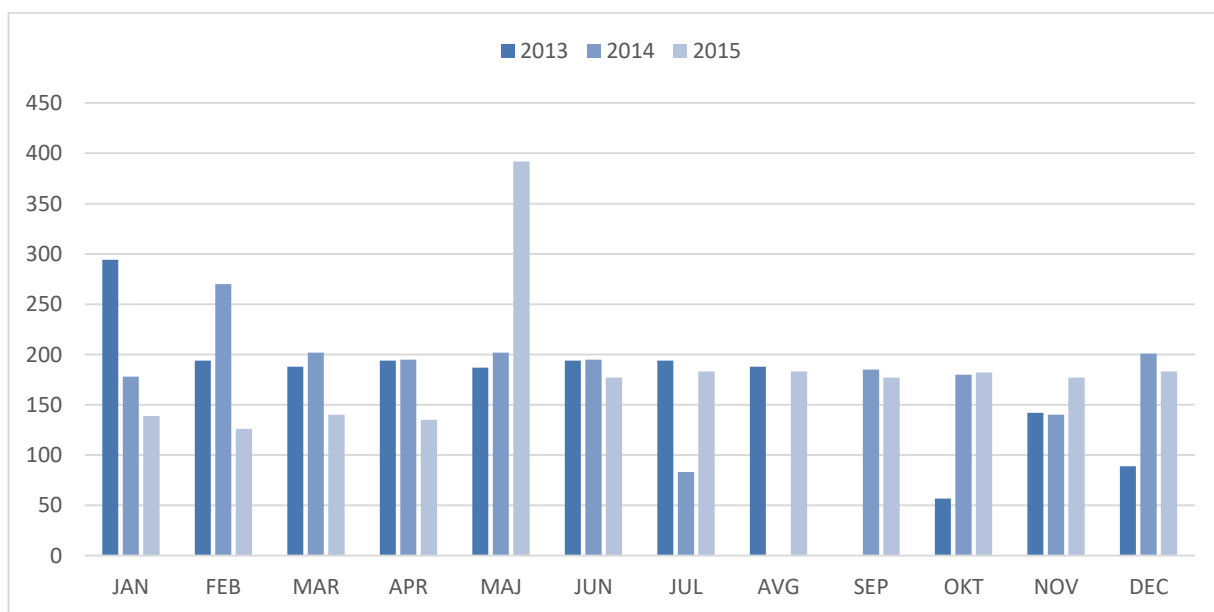
### 4.3.1 Poraba vode

Iz primerjave porabljene vode po letih za obdobje 2013 - 2015 je razvidno, da se je poraba vode povečala.



Grafikon 10: Letna poraba vode

Iz spodnjega grafikona je razviden mesečni režim porabe vode v stavbi.

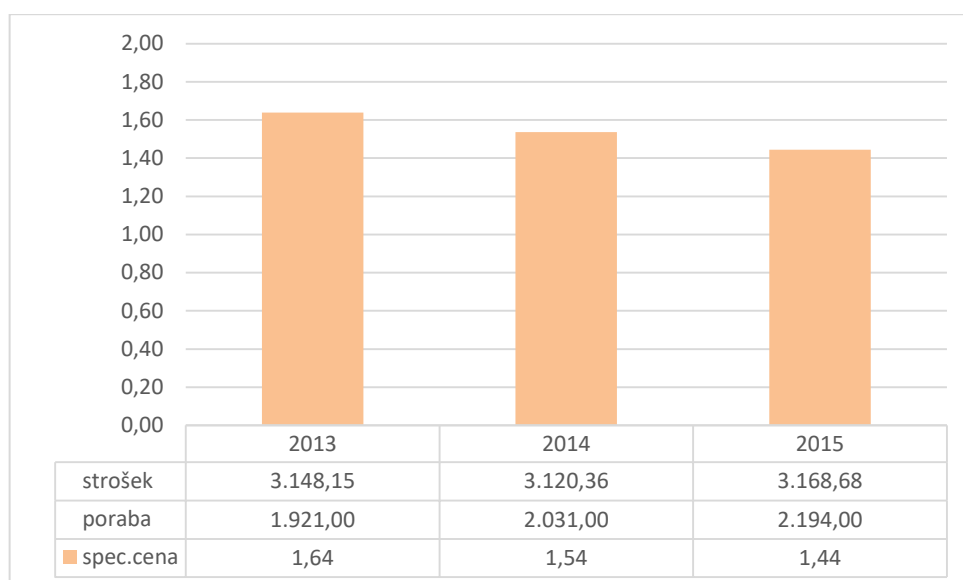


Grafikon 11: Mesečna poraba vode

#### 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 2013 – 2015, le-ta se je v tem obdobju znižala..



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., Tivolska cesta 48, 1000 Ljubljana
- 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 ogreva z daljinsko toploto. Skupna moč ogrevalnega sistema znaša 497 kW. Toplotna postaja je že dobro vzdrževana in redno servisirana. Oskrba s toplotno energijo je zelo zanesljiva.

##### ELEKTRO DEL:

Vsa oprema v razdelilnikih je dobro vzdrževana in do izpadov energije zaradi dotrajanosti opreme ne prihaja. Celoten NN sistem razdelilnika je dobro vzdrževan.

Razsvetljava po stavbi 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

Stavba se ogreva prek daljinskega ogrevanja, toplotna moč centralnega ogrevalnega sistema šole je 497 kW. Temperaturni režim vode je 85°C/65°C, regulacija se vrši glede na zunanjo temperaturo zraka. Cevovodi so izolirani.



Slika 17: Razdelilnik ogrevanja

### 5.2 Sistem za oskrbo s toplo vodo

Topla sanitarna voda se pripravlja centralno, s toploto iz daljinskega ogrevanja. Vgrajena sta 2 hranilnika toplote s prostornino 1000 l. Armatura in ventili so neizolirani.

Povprečna mesečna poraba znaša okrog 40 m<sup>3</sup>, glavna porabnika sta kuhinja in sanitarije.



Slika 18: Hranilnika toplote

### 5.3 Sistem za oskrbo s hladno vodo

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

### 5.4 Elektroenergetski sistem in porabniki

Objekta sta napajana preko NN omrežja 400/230 V iz odjemnega mesta. Dvotarifni števec električne energije z avtomatskim odčitavanjem je nameščen v električni omarici.

Glavni razdelilnik RG napaja vse porabnike v stavbah. Električna instalirana moč objekta je 91,1 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 kabli 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 je bila zgrajena leta 1889, leta 1956 je bil dozidan sprednji del šole,
- zunanje stene, debeline 46 – 62 cm, so brez toplotne izolacije,
- tudi strop proti neogrevanemu podstrešju in streha šole nimata toplotne izolacije,
- stara okna so lesena in slabo tesnijo; del oken je bil zamenjan leta 2002.



Slika 19: Fasada objekta

### 6.2 Električni aparati

Preglednica 14: Glavni električni porabniki po segmentih

Porabniki	Moč (kW)
Kuhinja	30,7
Razsvetljava	28,3
IT oprema	15,6
Prezračevanje in hlajenje	8,5
Ostali porabniki	7,0
Kotlovnica	1,0
<b>Skupaj</b>	<b>91,1</b>

### 6.3 Razsvetljava

Preglednica 15: Povzetek popisa razsvetljave

Tip sijalke	Število svetilk	Število sijalk	Moč sijalk [W]	Skupna moč svetilk (W)
Cevna fluo sijalka – KPSN	10	40	18	720
Cevna fluo sijalka – KPSN	202	524	36	18.864
Cevna fluo sijalka – EPSN	137	274	28	7.672
Kompaktna fluo sijalka (CFL)	42	60	20	1.200
Navadna žarnica	25	25	60	1.500
<b>SKUPAJ</b>				<b>28.272</b>

Del razsvetljave v OŠ Ledina je že bil saniran (EPSN), vseeno je večinski del še vedno izveden s cevnimi fluorescentnimi sijalkami s klasično predstikalno napravo moči 36 W. Manjši del predstavljajo klasične žarnice z žarilno nitko.



Slika 20: Razsvetljava v srednji telovadnici (levo) in sanitarijah (desno)

## 6.4 Prezračevanje in klimatizacija

Šola se prezračuje naravno, z odpiranjem oken. Sanitarije imajo vgrajene lokalne odzračevalnike.

Za potrebe hlajenja so v šoli vgrajene tudi 4 split klimatske enote z močjo po 2 kW.



Slika 21: Odzračevanje v sanitarijah (levo) in split enota (desno)

## 6.5 Razdelitev porabe energije

Preglednica 16: Razdelitev porabe energije

Razdelitev porabe električne energije	Letna raba kWh	%	
Razsvetljava	34.223	43,68	
IT oprema	19.822	25,30	
Kuhinja	17.179	21,93	
Ostali porabniki	4.338	5,54	
Prezračevanje in hlajenje	3.872	4,94	
Kotlovnica	3.248	4,15	
SKUPAJ	82.681	100	
Razdelitev porabe toplotne energije	Letna raba kWh	%	
Ogrevanje – transmisijske izgube	268.251	62,7	Skupaj toplotne izgube
Ogrevanje – prezračevalne izgube	132.616	31,0	
STV	26.889	6,3	
SKUPAJ	427.756	100%	
SKUPAJ	Letna raba kWh	%	
Električna energija	82.681	16,2	
Toplotna energija	427.756	83,8	
SKUPAJ	510.437	100	

## **7 OSKRBA Z ENERGIJO**

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

V sklopu razširjenega energetskega pregleda so bile pregledane pogodbe o dobavi energentov, ki jih ima sklenjene stavba.

### **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**

Stavba se ogreva z daljinsko toploto.

Dobavitelj energenta za ogrevanje:

*Javno podjetje Energetika Ljubljana d.o.o., Verovškova ulica 62, Ljubljana*

Po pravilniku o načinu ogrevanja je v Mestni občini Ljubljana prednostno priključevanje na daljinski sistem oskrbe s toploto. Distribucija in dobave toplote v MOL se izvaja kot gospodarska javna služba. Zamenjava dobavitelja ni mogoča.

### **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*

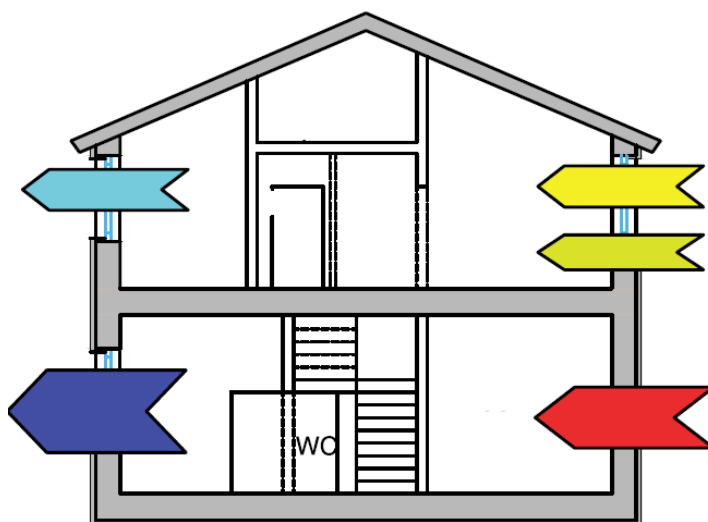
Zamenjava dobavitelja vode ni mogoča, saj je to obvezna gospodarska javna služba, ki jo izvaja določeni izvajalec javne službe.

## 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.

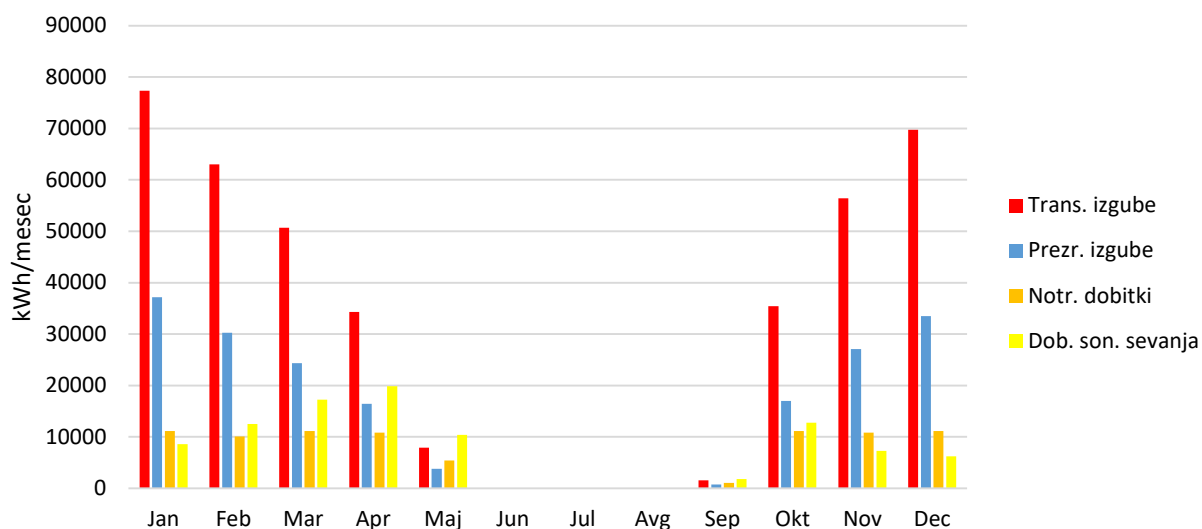
Energetska bilanca stavbe se nanaša na vsoto toplotnih izgub (toplota, ki prehaja prek strehe, zunanjih zidov in oken), ki je enaka vsoti toplotnih dobitkov (pasivnih dobitkov sončnega sevanja, notranjih dobitkov in aktivnega sistema ogrevanja).



Slika 22: 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 404.554 kWh, kar je malenkost nad dejansko porabo toplote za ogrevanje, ki znaša 400.867 kWh.

<b>Neto uporabna površina stavbe</b>	3.757 m <sup>2</sup>
<b>Bruto prostornina stavbe</b>	18.092 m <sup>3</sup>
<b>Prostornina ogrevanega dela stavbe</b>	14.473 m <sup>3</sup>
<b>Površina ovoja</b>	5.632 m <sup>2</sup>
<b>Oblikovni faktor <math>f_0</math></b>	0,31
<b>Količnik transmisijskih toplotnih izgub <math>H_T</math></b>	4.977,0 W/K
<b>Količnik prezračevalnih toplotnih izgub <math>H_V</math></b>	2.460,5 W/K
<b>Toplota za gretje <math>Q_{nh}</math></b>	404.554 kWh
<b>Hladilna toplota <math>Q_{nc}</math></b>	15.966 kWh
<b>Količnik specifičnih transmisijskih toplotnih izgub <math>H'_t</math></b>	0,884 W/ m <sup>2</sup> K



Grafikon 13: Bilanca toplotnih izgub in dobitkov

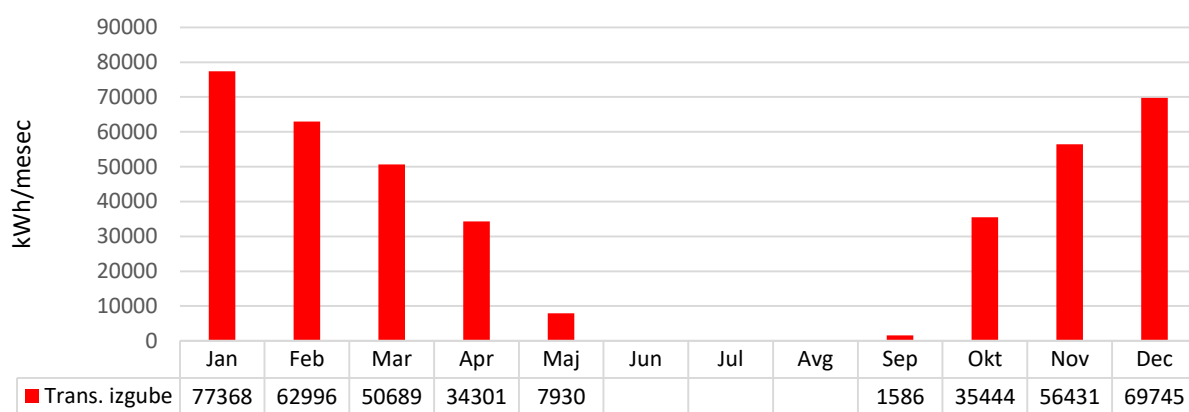
### 8.1.1 Transmisijske izgube

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.

Razdelitev deleža transmisijskih izgub po posameznih segmentih:

- izgube skozi streho: 22,9% celotnih izgub toplote,
- izgube z zasteklitvijo: 20,6 % celotnih izgub toplote,
- izgube skozi zunanje stene: 50,2 % celotnih izgub toplote,
- izgube skozi tla: 6,3 % celotnih izgub toplote.

Transmisijske toplotne izgube predstavljajo 66,9 % celotnih toplotnih izgub.



Grafikon 14: Transmisijske toplotne izgube

V spodnji preglednici so prikazane toplotne izgube skozi posamezni konstrukcijski element. Pri preračunu koeficienta transmisijskih izgub je dodana vrednost  $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$  zaradi vpliva toplotnih mostov, ki povečajo toplotno prehodnost zunanjega ovoja. Izračunan količnik transmisijskih izgub znaša  $H_T=4.977,0 \text{ W/K}$ .

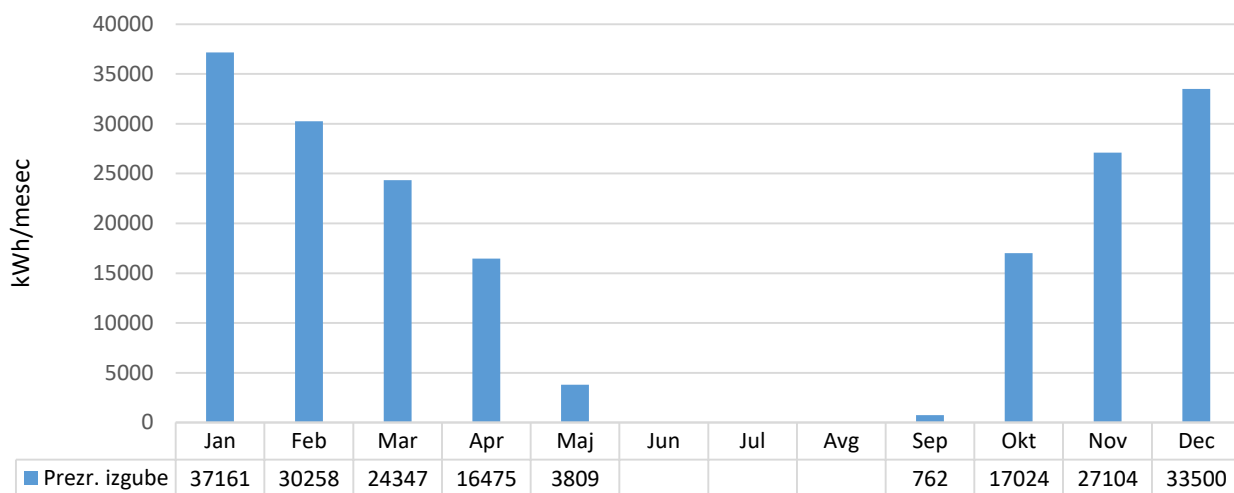
### 8.1.2 Izgube zaradi prezračevanja

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 33,1 % vseh toplotnih izgub.

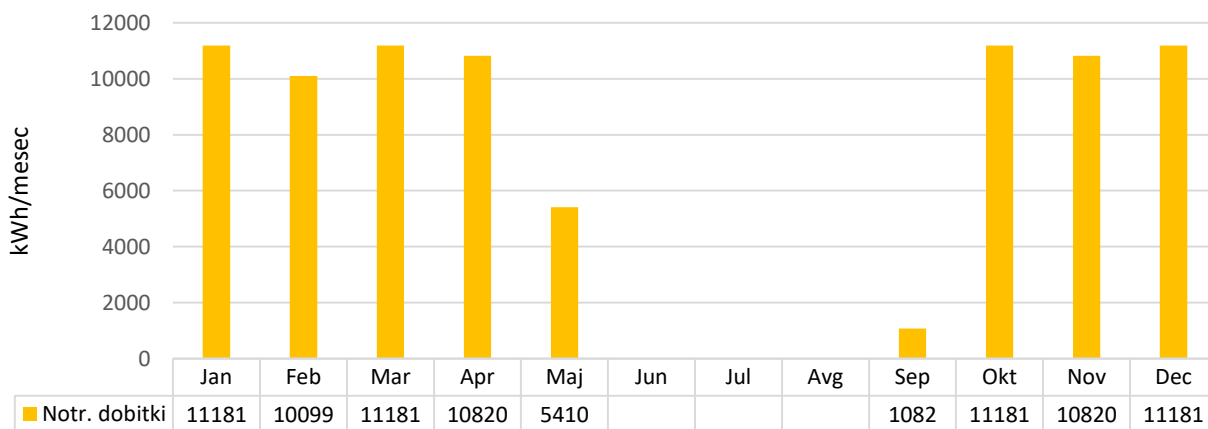
Izračunani koeficient prezračevalnih izgub  $H_V=2.460,5 \text{ W/K}$  je razmeroma visok, saj je objekt prezračevan naravno in se s tem izgublja veliko toplote.



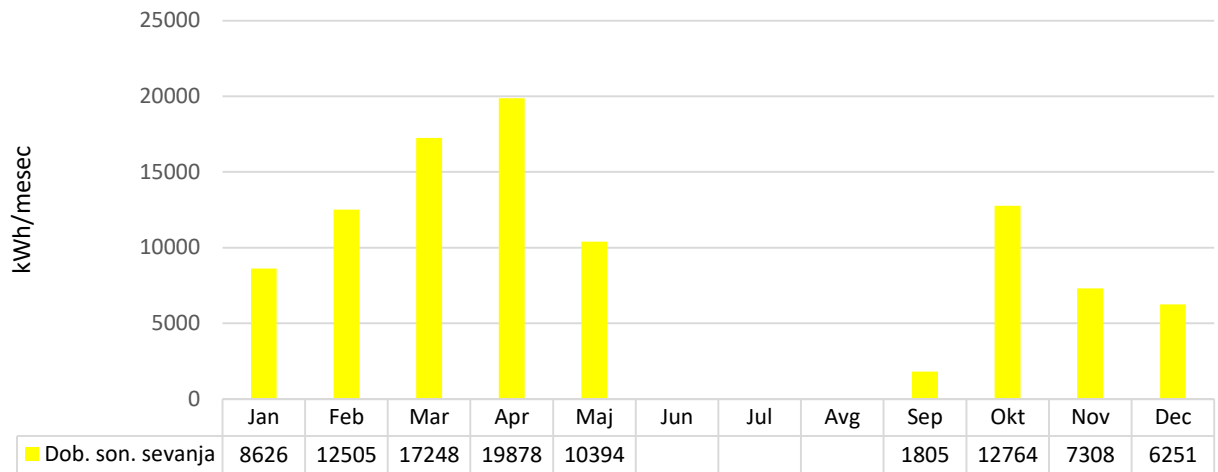
Grafikon 15: Prezračevalne izgube

### 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 ovoja stavbe.



Grafikon 16: Notranji dobitki



Grafikon 17: Dobitki sončnega sevanja

Toplotni dobitki 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.

## 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 2013-2015 je 427.756 kWh za ogrevanje 3.738 m<sup>2</sup> neto površine. Kot je bilo opisano v poglavju *Normirana raba toplotne energije* je bila za ovrednotenje ukrepov določena normirana raba energije, ki znaša 451.116 kWh. Energijsko število znaša 120,70 kWh/m<sup>2</sup> in presega ciljno vrednost za javne stavbe (80 kWh/m<sup>2</sup>).

### 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 kateri elementi zunanjskega ovoja ne ustrezajo zahtevam PURES.

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>				
ZZ_01	Zunanji zid – prizidek	1,01	0,28	NE
ZZ_02	Zunanji zid - prizidek	1,04	0,28	NE
ZZ_03	Zunanji zid – stari del	0,87	0,28	NE
<b>Streha, tla</b>				
St_neog_01	Strop neogrevanega podstrešja	0,95	0,20	NE
Rs_01	Ravna streha	0,5	0,20	NE
Tt_01	Neizolirana tla na terenu	0,24	0,20	NE
<b>Okna, vrata</b>				
O1_les	DZ – les – ozko	1,3	1,30	DA
O2_PVC	DZ – PVC	1,1	1,30	DA
O3_les	TZ – les – ozko	1,3	1,30	DA
O4_les	TZ – les	1,4	1,30	DA
O5_votl	stekleni votlaci	3,00	1,30	NE
Vr_les	stara lesena vrata	2,80	1,60	NE
Vr_kov	stara kovinska vrata	2,80	1,60	NE
Vr_zam_PVC	vrata PVC	1,25	1,60	DA
St_kup	svetlobna kupola	2,2	1,60	NE

#### Sanacija fasade

Zunanji zidovi prvotnega dela in prizidka so nezadostno izolirani saj nimajo izvedene nikakršne toplotne izolacije. Priporoča se dodatno izoliranje fasade s 16 cm toplotno izolacije EPS s toplotno prevodnostjo 0,035 W/mK.

Zamenjava stavbnega pohištva

Zamenjave je potrebna določeno stavbno pohištvo, ki ne dosega predpisov PURES. Kjer je dovoljeno, se zamenjava s PVC stavbnim pohištvom toplotne prevodnosti 0,035W/mK. Drugod se uporabi stavbno pohištvo ekvivalentnih karakteristik, z lesenim okvirjem.

Sanacija stropa proti neogrevanemu podstrešju

Strop proti neogrevanemu podstrešju je toplotno neizoliran. Po pohodni površini podstrešja je potrebno namestiti sloj 25 cm mineralne volne, s toplotno prevodnostjo 0,037 W/mK.

Toplotna izolacija tlakov

Neizolirane tlake skupne površine 90 m<sup>2</sup> je potrebno dodatno izolirati, priporoča se namestitev 10 cm toplotne izolacije EPS s toplotno prevodnostjo 0,035 W/mK.

**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. Izvzeta je izolacija fasade, saj je le-ta iz kulturno-varstvenih razlogov zaščiten.

Preglednica 18: Toplotne karakteristike konstrukcij in primerjava z zahtevami PURES po sanaciji

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>				
ZZ_01	Zunanji zid – prizidek	1,01	0,28	NE
ZZ_02	Zunanji zid - prizidek	1,04	0,28	NE
ZZ_03	Zunanji zid – stari del	0,87	0,28	NE
<b>Streha, tla</b>				
St_neog_01	Strop neogrevanega podstrešja	0,128	0,20	DA
Rs_01	Ravna streha	0,5	0,20	NE
Tt_01	Neizolirana tla na terenu	0,24	0,20	NE
<b>Okna, vrata</b>				
O1_les	DZ – les – ozko	1,3	1,30	DA
O2_PVC	DZ – PVC	1,1	1,30	DA
O3_les	TZ – les – ozko	1,3	1,30	DA
O4_les	TZ – les	1,4	1,30	DA
O5_votl	stekleni votlaki	1,3	1,30	DA
Vr_les	stara lesena vrata	1,3	1,60	DA
Vr_kov	stara kovinska vrata	1,25	1,60	DA
Vr_zam_PVC	vrata PVC	1,25	1,60	DA
St_kup	svetlobna kupola	1,16	1,60	DA

**9.2 Toplota za ogrevanje**

Potencial za varčevanje toplote v ogrevalnih sistemih lahko razdelimo na:

- hidravlično uravnoteženje,
- regulacija temperature v posameznih prostorih, ki jo dosežemo s pravilno izbiro in vgradnjo manjkajočih termostatskih ventilov,
- ureditev razdelilnika ogrevanja: vgradnja elektronsko regulirane obtočne črpalke in kvalitetna nastavitve regulacije.

### 9.2.1 Vgradnja termostatskih ventilov

Pri ogledu vrtca smo opazili, da del radiatorjev sicer nima nameščenih termostatskih ventilov. Z namestitvijo termostatskih ventilov po ogrevalih, kjer jih še ni, bi dosegli optimalne pretoke čez ogrevala, s čimer bi lahko dosegli znatne prihranke pri porabi toplote energije.

Za zagotovitev optimalnejših bivalnih pogojev pri enaki ali nižji rabi energije, bi bilo smiselno izvesti tudi hidravlično uravnoteženje sistema.

## 9.3 Pregled rabe električne energije

Šola za svoje delovanje v zadnjem triletnem obdobju potrebuje povprečno 82.681 kWh električne energije letno ali približno 6.890 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 predvsem za obratovanje kuhinje in za razsvetljavo.

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.

### 9.3.1 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 razsvetljavo lahko dosežemo pozitivne učinke na kakovosti razsvetljave, stroških ter delovni storilnosti.

V stavbi šole so pretežno vse nameščene svetilke fluorescentne s klasično predstikalno napravo, ki so energetska potratne in bi jih bilo priporočljivo zamenjati. Poleg tega je priporočljiva tudi zamenjava žarnic z žarilno nitko, z energetske varčnimi sijalkami.

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 šole.

## 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 obravnavane stavbe so predvideni prihranki toplotne energije v višini 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

Z izvedbo toplotne izolacije fasade, kot je opisano v poglavju 9.1.1, bi dosegli letni prihranek toplotne energije v višini 117.977 kWh ali 7.873 €. Zaradi zahtev ZVKDS izvedba ukrepa na fasadi ni mogoča.

##### Zamenjava dela stavbnega pohištva

Zamenjava zgolj določenega dela stavbnega pohištva (brez lesenih oken) bi prinesla letni prihranek toplotne energije v velikosti 4.794 kWh. Izvedba tega ukrepa bi prinesla letne denarne prihranke v višini 320 €. Investicija je ocenjena na 34.317 €, vračilna doba je 107,27 let.

##### Toplotna izolacija tlakov

Z ureditvijo toplotne izolacije tlakov so predvideni letni prihranki toplotne energije v velikosti 9.163 kWh. Izvedba tega ukrepa bi prinesla letne prihranke v višini 612 €. Investicija je ocenjena na 110.786 €, vračilna doba je 181,16 let.

##### Toplotna izolacija stropa neogrevanega podstrešja

Z ureditvijo toplotne izolacije stropa proti neogrevanemu podstrešju so predvideni letni prihranki toplotne energije v velikosti 68.004 kWh. Izvedba tega ukrepa bi prinesla letne prihranke v višini 4.538 €. Investicija je ocenjena na 51.380 €, vračilna doba je 11,32 let.

##### Celovita energetska sanacija

Z izvedbo ukrepov za sanacijo zunanjega ovoja bi skupaj dosegli 79.636 kWh letnega prihranka toplotne energije, oziroma 18,77%, s čimer bi letno prihranili 5.314 €. Skupna vrednost investicije je ocenjena na 196.483 €, vračilna doba je 36,97 let.

#### 11.1.2 Sanacija razsvetljave

Sanacija razsvetljave bo prinesla prihranke pri porabi električne energije zaradi zamenjave obstoječih fluo sijalk T8 z energetsko varčnejšimi T5 fluo sijalkami z elektronsko predstikalno napravo. Ocenjeni prihranek je 8.145 kWh električne energije oziroma 1.008 € na leto. Strošek investicije je ocenjen na 27.240 €, vračilna doba je 27,02 let.

#### 11.1.3 Vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje

Vgradnja termostatskih ventilov na radiatorje bo prinesla prihranek pri toplotni energiji in omogočila lokalno regulacijo temperature v prostoru. Strošek ukrepa je ocenjen na 9.800 €, skupni letni prihranek je 16.969 kWh oziroma 1.132 €, enostavna vračilna doba je 8,65 let.

## 12 VIRI IN LITERATURA

- Energetski zakon (EZ-1, Ur.l. RS, št. 17/14 in 81/15)
- Pravilnik o metodologiji za izdelavo in vsebini energetskega pregleda (Ur. l. RS, št. 41/16)
- 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**

<b>Objekt:</b>	Osnovna šola Ledina
<b>Naslov:</b>	Komenskega ulica 19, 1000 Ljubljana
<b>E-pošta:</b>	info@o-ledina.si
<b>Telefon:</b>	01 230 76 50

**Uporabniki:**

<b>Dnevno</b>	zaposleni: 47 učenci: 407
---------------	------------------------------

**Obratovalne ure:**

DAN	OD	DO
<b>Ponedeljek:</b>	8:15	14:45
<b>Torek:</b>	8:15	14:45
<b>Sreda:</b>	8:15	14:45
<b>Četrtek:</b>	8:15	14:45
<b>Petek:</b>	8:15	14:45
<b>Sobota:</b>	/	/
<b>Nedelja:</b>	/	/

**Podatki o objektu:**

	PODATEK
<b>Leto izgradnje</b>	1889
<b>Število etaž</b>	4
<b>Višina nadstropja</b>	4,75 m
<b>tlorisna velikost stavbe na stiku z zemljiščem</b>	1.231 m <sup>2</sup>
<b>kvadratura neto</b>	3.757 m <sup>2</sup>
<b>prostornina bruto</b>	18.092 m <sup>2</sup>
<b>prostornina neto</b>	14.473 m <sup>2</sup>
<b>površina toplotnega ovoja</b>	5.632 m <sup>2</sup>
<b>površina fasade</b>	2.537 m <sup>2</sup>
<b>površina strehe – tloris (bruto)</b>	1.231 m <sup>2</sup>
<b>površina strehe</b>	1.231 m <sup>2</sup>
<b>površina zunanjega stavbnega pohištva</b>	661,7 m <sup>2</sup>
<b>konstrukcija</b>	opečna
<b>debelina sten</b>	50 – 60 cm
<b>debelina izolacije</b>	0 cm
<b>stavbno pohištvo</b>	les PVC

## Pregled naprav za ogrevanje in hlajenje

### OGREVALNI SISTEM

	PODATEK
<b>Način ogrevanja:</b>	centralno
<b>Tip KOTEL:</b>	prenosnik toplote
<b>Št. ogrevalnih zank:</b>	2
<b>Regulacija</b>	glede na zunanjo temperaturo
<b>Radiatorji:</b>	panelni
<b>Termostatski ventili:</b>	ne
<b>Daljinski nadzor</b>	ne
<b>Redukcija:</b>	da

### SISTEM ZA PRIPRAVO SANITARNE TOPLE VODE

	PODATEK
<b>Tip priprave:</b>	centralno
<b>Vir toplote:</b>	daljinska toplota
<b>Št. hranilnikov:</b>	2
<b>Velikost hranilnika:</b>	1000 l
<b>Temperatura vode</b>	55°C
<b>Daljinski nadzor</b>	ne
<b>Cirkulacijska črpalka:</b>	da
<b>Potrošnik:</b>	kuhinja, sanitarije

**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	Vgradnja sistema ciljnega spremljanja rabe energije	19.090	0	1.274	0	5.500	4,32
Investicijski ukrepi							
1	Toplotna izolacija fasade	117.977	0	7.873	0	0	0
2	Sanacija razsvetljave	0	8.145	0	1.008	27.240	27,02
3	Toplotna izolacija tlakov	9.163	0	612	0	110.786	181,16
4	Toplotna izolacija stropa neogrevanega podstrešja	68.004	0	4.538	0	51.380	11,32
5	Vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje sistema	16.969	0	1.132	0	9.800	8,65
6	Zamenjava dela stavbnega pohištva	4.794	0	320	0	34.317	107,27

Scenarij 1 – izvedba ukrepov z vračilno dobo krajšo od 6 let			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	0	kWh	0
letni prihranek toplotne energije za ogrevanje	19.090	kWh	4,23
letni prihranek vode	/	m <sup>3</sup>	/
skupno zmanjšanje emisij CO <sub>2</sub>	6.109	kg	3,76
skupno zmanjšanje stroškov na leto	1.274	€	3,16
skupni znesek potrebnih investicij	5.500	€	
povprečni vračilni rok	4,32	let	

Scenarij 2 – izvedba ukrepov _organizacijski ukrep 1, investicijski ukrep 4,5,6			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	0	kWh	0
letni prihranek toplotne energije za ogrevanje	101.332	kWh	22,46
letni prihranek vode	/	m <sup>3</sup>	/
skupno zmanjšanje emisij CO <sub>2</sub>	32.426	kg	19,98
skupno zmanjšanje stroškov na leto	6.762	€	16,76
skupni znesek potrebnih investicij	100.997	€	
povprečni vračilni rok	14,93	let	

Scenarij 3 – izvedba ukrepov _organizacijski ukrep 1, investicijski ukrep 2,3,4,5,6			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	8.145	kWh	9,85
letni prihranek toplotne energije za ogrevanje	108.306	kWh	24,01
letni prihranek vode	/	m <sup>3</sup>	/
skupno zmanjšanje emisij CO <sub>2</sub>	38.649	kg	23,81
skupno zmanjšanje stroškov na leto	8.236	€	20,42
skupni znesek potrebnih investicij	239.023	€	
povprečni vračilni rok	29,02	let	

**PRILOGA 2.1: Organizacijski ukrepi****Naziv ukrepa: Vgradnja sistema za spremljanje porabe energije****OPIS:**

Vzpostavitev energetskega upravljanja objekta ter implementacija merilne opreme (v potrebnem obsegu) s pripadajočo krmilno-komunikacijsko tehnologijo, za spremljanje obratovanja in rabe energije.

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.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

19.090 kWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

1.274 €

Predpostavljeno zmanjšanje rabe električne energije:

/ kWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe električne energije:

/ €

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

1.274 €

\*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Vgradnja sistema za spremljanje porabe energije	kos	1	5.500	5.500
Skupaj:					5.500

Vračilna doba:

4,32 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☒ 0 – 3

☐ 3 – 6

☐ 6 – 12

☐ 12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

NIZKA

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

NIZKO

**PRILOGA 2.2: Investicijski ukrepi****Naziv ukrepa: Celovita energetska prenova stavbe****OPIS:**

V sklop celovite energetske prenove je predvidena zamenjava neustreznega stavbnega pohištva, toplotna izolacija strehe in tlakov. Toplotna izolacija fasade je iz ukrepa izvzeta, zaradi zahtev ZVKDS. Natančnejši popis cen in sklopov se nahaja v prilogi 3.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

79.636 kWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

5.314 €

Predpostavljeno zmanjšanje rabe električne energije:

/ kWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe električne energije:

/ €

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

5.314 €

\*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Toplotna izolacija tlakov	m <sup>2</sup>	1230 m <sup>2</sup>	90€/ m <sup>2</sup>	110.786
2	Zamenjava neustreznega stavbnega pohištva	m <sup>2</sup>	75 m <sup>2</sup>	330-750 €/ m <sup>2</sup>	34.317
3	Toplotna izolacija stropa proti neogrevanemu podstrešju	m <sup>2</sup>	1025 m <sup>2</sup>	50€/ m <sup>2</sup>	51.380
Skupaj:					196.483

Vračilna doba:

36,97 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☒ 0 – 3

☐ 3 – 6

☐ 6 – 12

☐ 12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

SREDNJA

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

SREDNJE

**Naziv ukrepa: Sanacija razsvetljave****OPIS:**

Ukrep sanacije razsvetljave predvideva zamenjavo še nezamenjani fluo sijalk T8 z energetsko varčnejšimi T5 fluo sijalkami z elektronsko predstikalno napravo.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

/	kWh
---	-----

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

/	€
---	---

Predpostavljeno zmanjšanje rabe električne energije:

8.145	kWh
-------	-----

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe električne energije:

1.008	€
-------	---

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

1.008	€
-------	---

\*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Zamenjava FLUO T8 svetil s FLUO T5	kos	227	120€/kos	27.240
Skupaj:			27.240		

Vračilna doba:

27,02 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:



0 – 3



3 – 6



6 – 12



12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

NIZKA	SREDNJE
-------	---------

**Naziv ukrepa: Vgradnja termostatskih ventilov**

OPIS:

Ogrevanje se izvaja z nameščenimi radiatorji, ki nimajo nameščenih termostatskih ventilov.

Vgraditev termostatskih ventilov za doseg optimalnih pretokov skozi ogrevala.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

16.969 kWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

1.132 €

Predpostavljeno zmanjšanje rabe električne energije:

/ kWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe električne energije:

/ €

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

1.132 €

\*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Termostatski ventili	kos	120	65€/kos	9.800
Skupaj:					9.800

Vračilna doba:

8,65 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 3: Grobi opis sklopov sanacije zunanjega ovoja**

Sklop	Obstoječe stanje	Predvideni ukrepi	Količina	Vrednost ukrepov (€ brez DDV)	Opomba
<b>Strop</b>					
1	Strop proti neogrevanemu podstrešju	namestitev vsaj 25 cm toplotne izolacije na strop proti neogrevanemu podstrešju	1.025 m <sup>2</sup>	51.380	
<b>Fasada</b>					
2	Fasada	namestitev vsaj 16 cm toplotne izolacije na zunanje zidove tp = 0,035 W/mK	2.537 m <sup>2</sup>	/	
<b>Stavbno pohištvo</b>					
3	Stavbno pohištvo	Zamenjava st. pohištva s PVC in lesenimi okni U=1,15W/m <sup>2</sup> K in vrati U=1,25W/m <sup>2</sup> K	75 m <sup>2</sup>	34.317	
<b>Tla</b>					
	Tlaki	Namestitev vsaj 10 cm toplotne izolacije s tp=0,035W/mK	1.231 m <sup>2</sup>	110.786	
<b>SKUPAJ ENERGETSKA SANACIJA</b>				<b>196.483 €</b>	

## **PRILOGA 4: Gradbena fizika**