

RAZŠIRJENI ENERGETSKI PREGLED OŠ Poljane

Zemljemerska ulica 7 , 1000 Ljubljana

Naročnik:
Mestna občina Ljubljana

Izdelovalec:
Protena d.o.o.

Št. projekta: 07-10/2016

Datum izdelave: oktober 2016

PROJEKT št. 07-10/2016

Naziv projekta: Razširjeni energetski pregled – OŠ Poljane

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

0	Povzetek za poslovno določanje	7
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	10
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
1	Namen in cilji energetskega pregleda.....	16
2	Uvod	18
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
3	Shema upravljanja s stavbo	25
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
4	Oskrba in raba energije.....	27
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

5	Pregled naprav za pretvorbo energije.....	34
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
6	Pregled rabe končne energije	37
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	42
7	Oskrba z energijo	44
7.1	Revizija pogodb o dobavi energije	44
7.2	Električna energija	44
7.3	Ogrevanje	44
7.4	Voda	44
8	Analiza energetskih tokov v stavbi	45
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
9	Ocena energetsko varčevalnih potencialov.....	49
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
10	Organizacijski ukrepi.....	52
10.1	Vgradnja sistema ciljnega spremljanja rabe energije	52
11	Ocena izvedljivosti investicijskih ukrepov	53
11.1	Potrebna investicijska sredstva, možni prihranki energije in čas vračila.....	53
11.1.1	Sanacija ovoja stavbe.....	53
11.1.2	Sanacija razsvetljave	53
11.1.3	Namestitve termostatskih ventilov in uravnoteženje ogrevalnega sistema	53
12	Viri in literatura	54

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	9
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 ₂ 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	42
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	7
Grafikon 2: Emisije CO ₂ v letu 2015	8
Grafikon 2: Delež stroškov za energente v letu 2015.....	22
Grafikon 3: Delež emisij CO ₂ 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.....	29
Grafikon 7: Poraba toplotne energije v obdobju 2012 - 2015.....	29
Grafikon 8: Poraba toplotne energije za ogrevanje po mesecih	30
Grafikon 9: Specifična cena toplotne energije po letih	30
Grafikon 10: Poraba vode v obdobju 2012 – 2015.....	31
Grafikon 11: Poraba vode po mesecih	32
Grafikon 12: Specifična cena vode po letih	32
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 ₂ 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 ₂ 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 ARSO GIS)	21
Slika 13: Povprečno trajanje ogrevalne sezone 1971/72 – 2000/01 (vir ARSO GIS)	21
Slika 14: Povprečni temperaturni primanjkljaj 1971-2001 (vir 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: toplotna podpostaja in izolirani cevovodi po kleti	34
Slika 19: Radiatorsko ogrevanje (levo s v razredu, desno v sanitarijah)	34
Slika 20: radiatorsko ogrevanje telovadnica in klimat za potrebe kuhinje.....	35
Slika 21: zalogovnik tople sanitarne vode	35
Slika 22: PVC okno v prenovljenem delu objekta	37
Slika 23: leseno starejše okno v predelu vrtca	38
Slika 24: strop telovadnice.....	38
Slika 25: pogled na ravno streho osrednjega dela šole in streho vrtca.....	38
Slika 26: Glavni vhod in stranski vhodi – starejše stavbno pohištvo	39
Slika 27: 3D model objekta – pogled iz J strani	39
Slika 28: 3D model objekta – pogled iz S strani	39
Slika 29: Električni porabniki (kuhinja, IT oprema)	40
Slika 30: Električni porabniki: lokalni sistemi pohlajevanja ter učilnice za gospodinjstvo	40
Slika 31: razsvetljava v mali telovadnici	41
Slika 32: razsvetljava velike telovadnice.....	41
Slika 33: razsvetljava razredov.....	42
Slika 34: prezračevanje	42
Slika 35: 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.

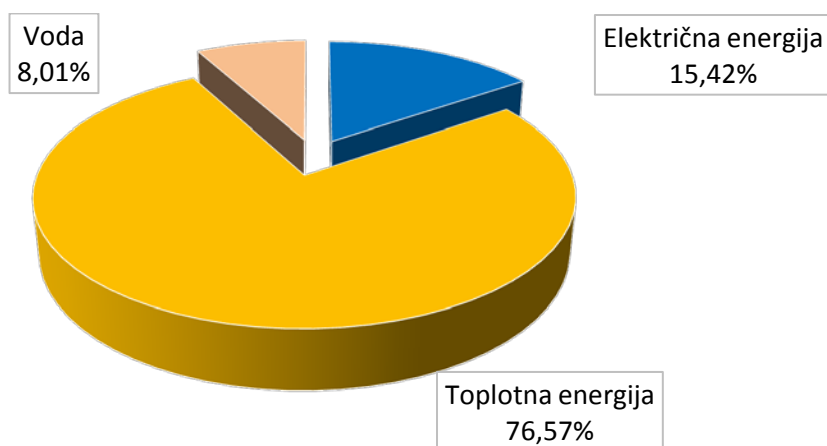
0.2 Struktura porabe in stroškov za energijo in vodo

V spodnji preglednici je prikazana raba energije in stroškov za energente za leto 2015 in količina CO₂, 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 m³.

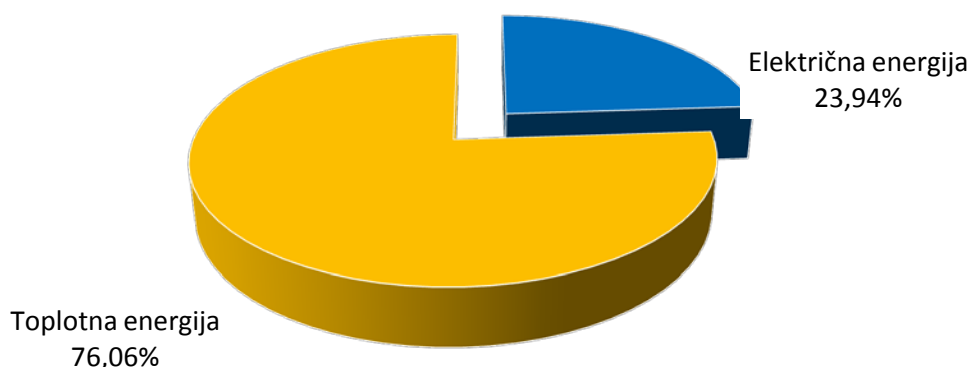
Za obratovanje OŠ Poljane se je v letu 2015 porabilo 111.974 kWh električne energije, poleg tega se je za ogrevanje stavbe porabilo 762.000 kWh toplotne energije (energent daljinsko ogrevanje - DO). V objektu je bilo leta 2012 porabljen 3.466 m³ vode (za ostala leta podatki energetskega knjigovodstva niso bili popolni !).

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

	Poraba	Enota	Delež [%]	Strošek [€]	Delež [%]	CO ₂ [kg]	CO ₂ [%]	€/MWh
Električna energija	111.974	kWh	12,81	10.855	16,38	62.370	23,94	96,94
Toplotna energija	762.000	kWh	87,19	53.889	81,34	198.120	76,06	70,72
Voda	769	m ³		1.508	2,28			
SKUPAJ	873.974	kWh		70.380		260.490		
	3.466	m³						



Grafikon 1: Porazdelitev stroškov za energijo in vodo

Grafikon 2: Emisije CO₂ v letu 2015

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 80,926 MWh/leto, poraba toplotne energije 698.670 kWh/leto in poraba vode 3.466 m³/leto.

Kondicionirana površina objekta znaša 5.044 m². Izračunano energijsko število za ogrevanje objekta (normirana raba) znaša 124,68 kWh/m², energijsko število za delovanje stavbe (normirana raba) znaša 140,91 kWh/m², emisije CO₂ znašajo 41,46 kg/m². Vrednost energijskega števila je pod kritično vrednostjo (240 kWh/m²), vendar vseeno presega priporočeno (80 kWh/m²).

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

	Električna energija [kWh]	Toplotna energija [kWh]	Voda [m ³]	Skupaj [kWh]
2012	52.361	600.820	3.466	653.181
2013	80.825	817.380	3.466	898.205
2014	78.543	614.480	3.466	693.023
2015	111.974	762.000	3.466	873.974
Povprečje	80.926	698.670	3.466	779.596

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 objektu:

- 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, namestitvev toplotne izolacije strehe, namestitvev termostatskih ventilov s hidravličnim uravnoteženjem in sanacija razsvetljave telovadnice (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	Ozaveščanje uporabnikov, izvajanje energetskega knjigovodstva ipd	31.444	2.456	2.779	257	3.000	1
Investicijski ukrepi							

1	Energetsko upravljanje	37.732	0	3.334	0	15.000	4,5
2	Namestitev termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje	31.444	0	2.779	0	12.500	4,5
3	Toplotna izolacija ovoja	116.342	0	10.281	0	208.000	20,2
4	Namestitev izolacije strehe	75.465	0	6.669	0	137.000	20,5
5	Sanacija stavbnega pohištva (okna in vrata)	37.732	0	3.334	0	145.800	43,7
6	Zamenjava reflektorjev velike telovadnice	0	3.275	0	343	3.600	10,5

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	2.456	kWh	3
letni prihranek toplotne energije za ogrevanje	95.369	kWh	15,2
letni prihranek vode	/	m ³	/
skupno zmanjšanje emisij CO ₂	26.164	kg	12,5
skupno zmanjšanje stroškov na leto	12.672	€	14
skupni znesek potrebnih investicij	30.500	€	
povprečni vračilni rok	2,4	let	

Najkrajša vračilna doba na obravnavanem objektu je 2,4 let in sicer za izvedbo organizacijskih ukrepov, uvedbo sistema energetskega upravljanja in namestitev termostatskih ventilov s hidravličnim uravnoteženjem ogrevalnega sistema.

Preglednica 5: Povzetek ukrepov - scenarij 2

Scenarij 2 – izvedba ukrepov _organizacijski ukrep 1, investicijski ukrep 1,2,3,4,5,6			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	5.632	kWh	6,9
letni prihranek toplotne energije za ogrevanje	269.202	kWh	42,8
letni prihranek vode	/	m ³	/
skupno zmanjšanje emisij CO ₂	73.130	kg	35
skupno zmanjšanje stroškov na leto	35.635	€	39,4
skupni znesek potrebnih investicij	524.900	€	
povprečni vračilni rok	14,7	let	

0.3.2 Predlagani scenarij ukrepov

Predlagani scenariji ukrepov so lahko opredeljeni kot:

- A. Optimalni scenarij, kjer nabor ukrepov vključuje celovito energetsko prenovo 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 prenovo.
- 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 prenovo.

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 strehe,
- namestitev termostatskih ventilov s hidravličnim uravnoteženjem ogrevalnega sistema,
- sanacija razsvetljave v telovadnici.

Z izvedbo navedenih ukrepov bodo doseženi prihranki pri porabi toplotne energije, s čimer se bodo zmanjšali stroški za dobavo energentov in emisije CO₂. 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 ₂ [kg]
Prihranek	5.632	269.202	35.635	73.130

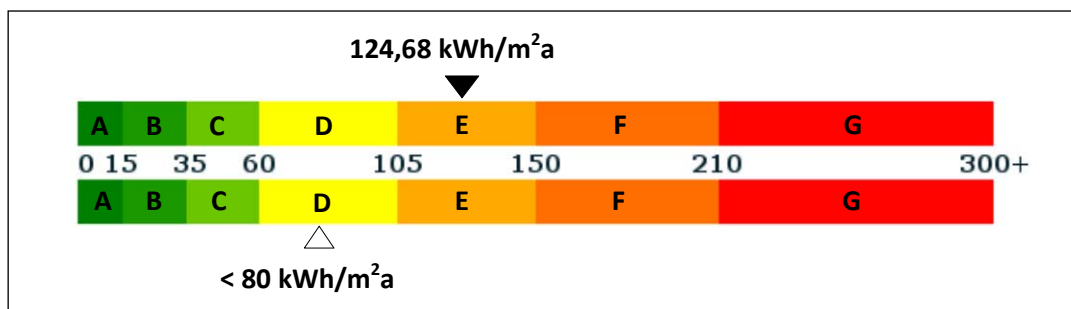
Skupni strošek investicij znaša 524.900 €, vračilna doba znaša 14,7 let.

0.4 Energetski kazalniki pred in po izvedbi ukrepov

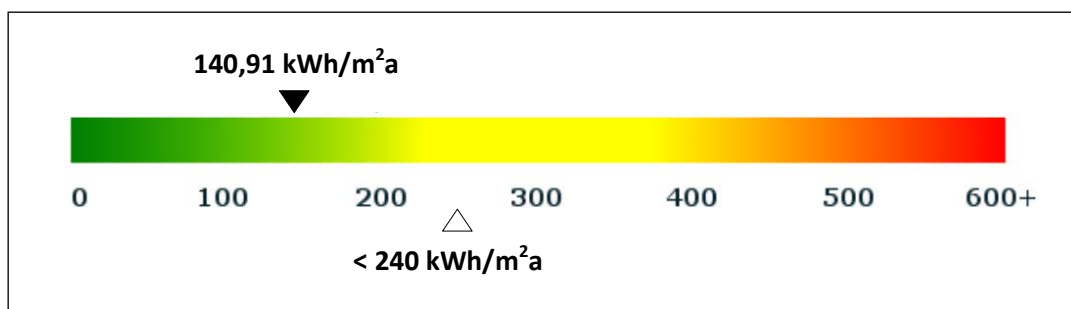
Javne stavbe morajo biti v skladu z Energetskim zakonom (EZ-1) in Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb opremljene z energetsko izkaznico, ki izkazuje razred v katerega se posamezna stavba uvršča.

0.4.1 Energetski kazalniki pred izvedbo ukrepov

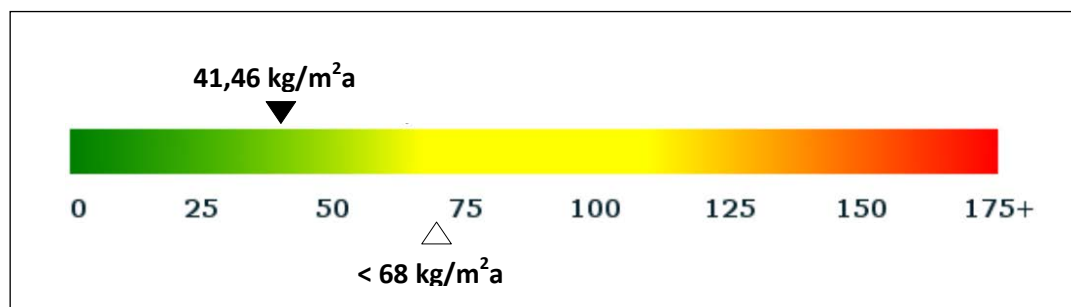
S črno puščico je označeno trenutno stanje stavbe, z belo pa priporočene vrednosti za javne objekte.



Slika 1: Poraba toplotne energije pred predlaganimi ukrepi



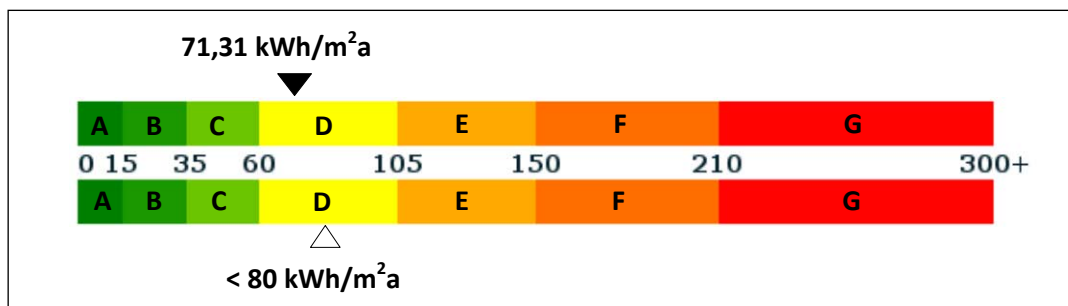
Slika 2: Dovedena energija za delovanje stavbe pred predlaganimi ukrepi



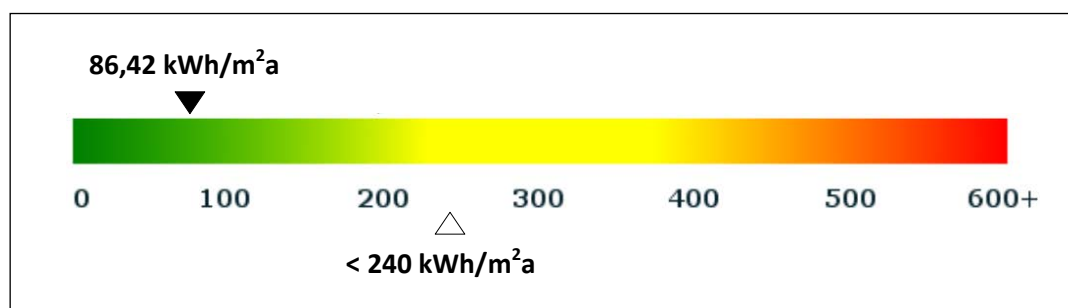
Slika 3: Emisije CO₂ pred predlaganimi ukrepi

0.4.2 Energetski kazalniki po izvedbi ukrepov

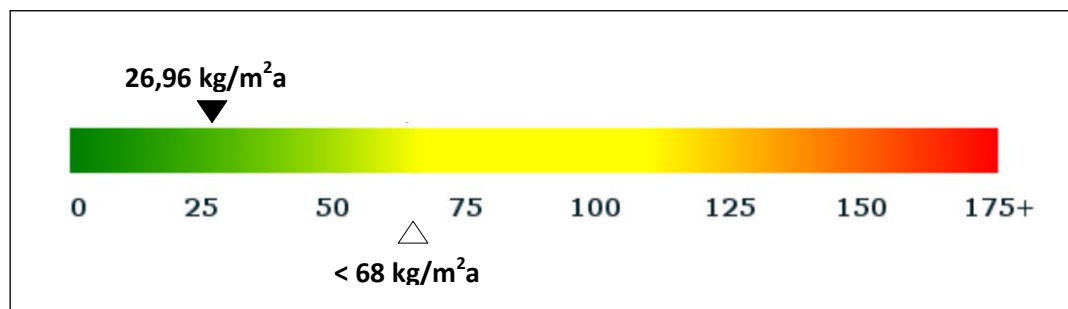
S črno puščico je označeno predvideno stanje stavbe po izvedenih predlaganih ukrepih, z belo pa priporočene vrednosti za javne objekte.



Slika 4: Poraba toplotne energije po izvedbi predlaganih ukrepov



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



Slika 6: Emisije CO₂ 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

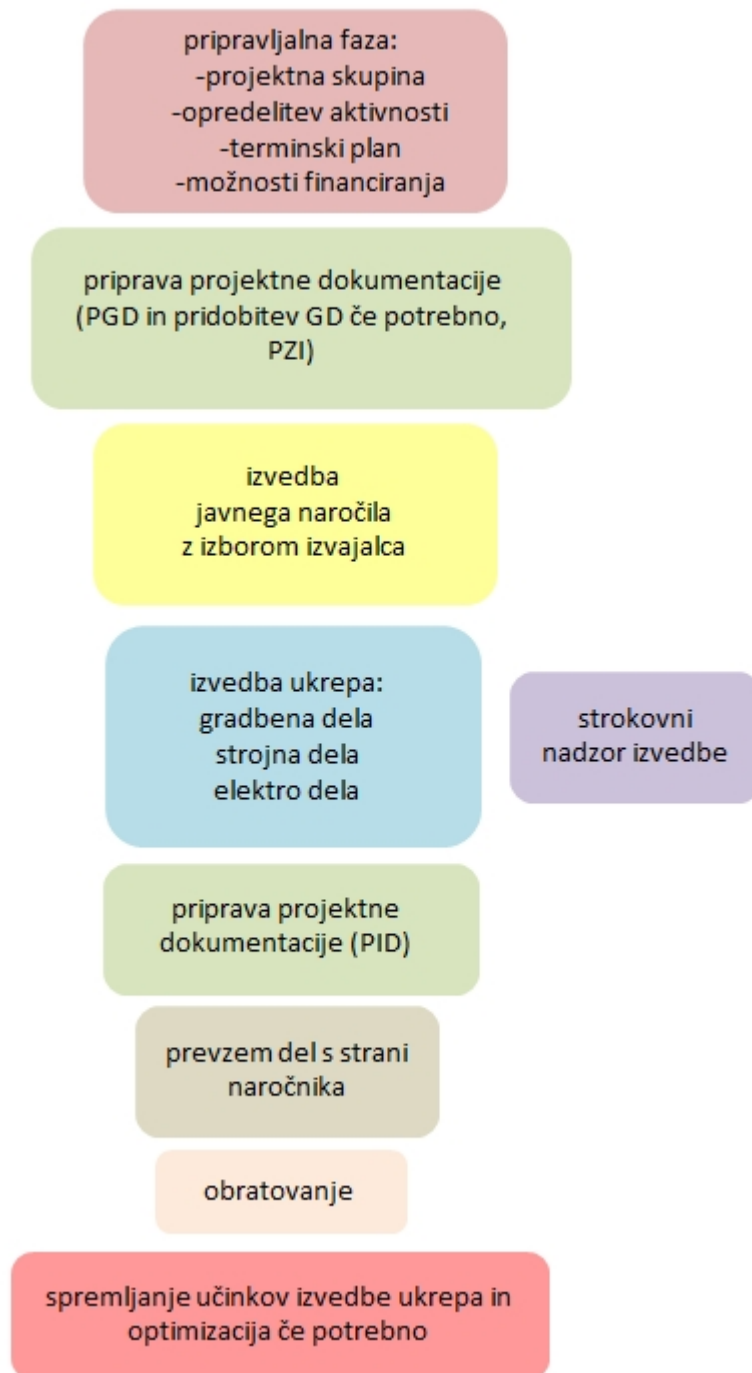
Investicijski ukrepi so običajno povezani z večjimi stroški. Glede na stroške potrebe za izvedbo investicijskih ukrepov, lahko le-te delimo na:

- 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 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, junij 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 načrtov arhitekture in prezračevanja.

2 UVOD

2.1 Opis dejavnosti v stavbi

Osnovni podatki o stavbi:

naziv	OŠ Poljane
naslov	Zemljemerska ulica 7 , 1000 Ljubljana
telefon	01-2308430
e-pošta	o-poljane.lj@guest.arnes.si
številka stavbe	744
katastrska občina	1727 Poljansko predmestje
parcelna številka	371/6
leto zgraditve	1955
koordinati stavbe	GKY: 463008
	GKX: 100445
uporabnikov	600
obratovalne ure	ponedeljek – petek: 6:30 – 18.00 ostalo po urniku (telovadnica, interesne dejavnosti)



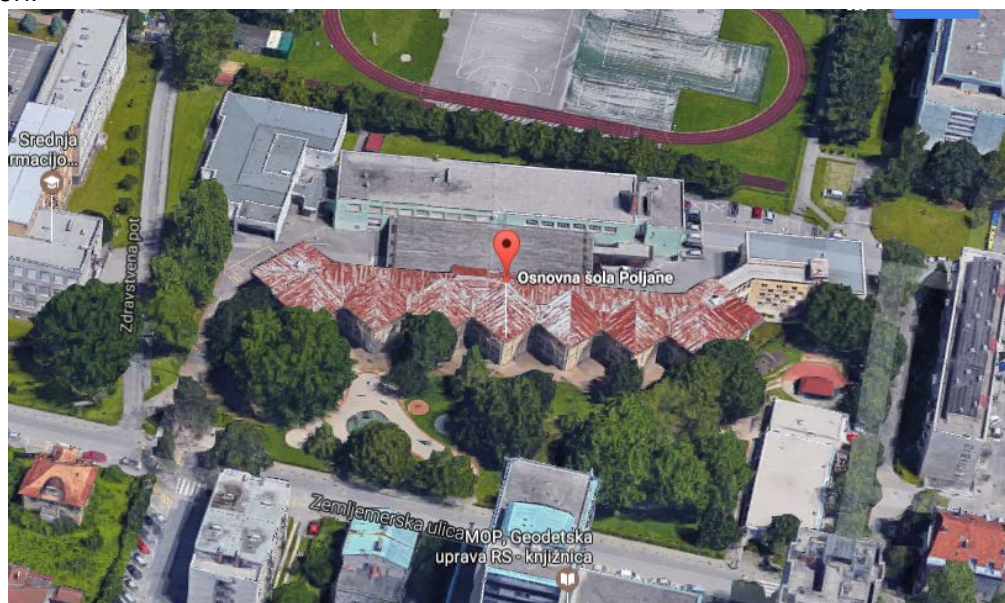
Objekt je javni vzgojno–izobraževalni zavod, ki izvaja javno veljavni program. Ustanoviteljica zavoda je Mestna občina Ljubljana. V stavbi se izvaja dejavnost osnovnošolskega izobraževanja.

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 3 etaže. V objektu so kurilnica, razredi, sanitarije, prostori za zaposlene, telovadnica in ostali pomožni prostori.



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,...).

Po katastru Ministrstva za kulturo, objekt spada v območje z oznako – naselbinska dediščina



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



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

Iz vidika varovanja naravne dediščine, prenova objekta ni problematična (vir podatki iz Atlasa okolja).

2.2.3 Osnovni gradbeni in tehnični podatki o stavbi

Preglednica 6: Tlorisne dimenzije stavbe

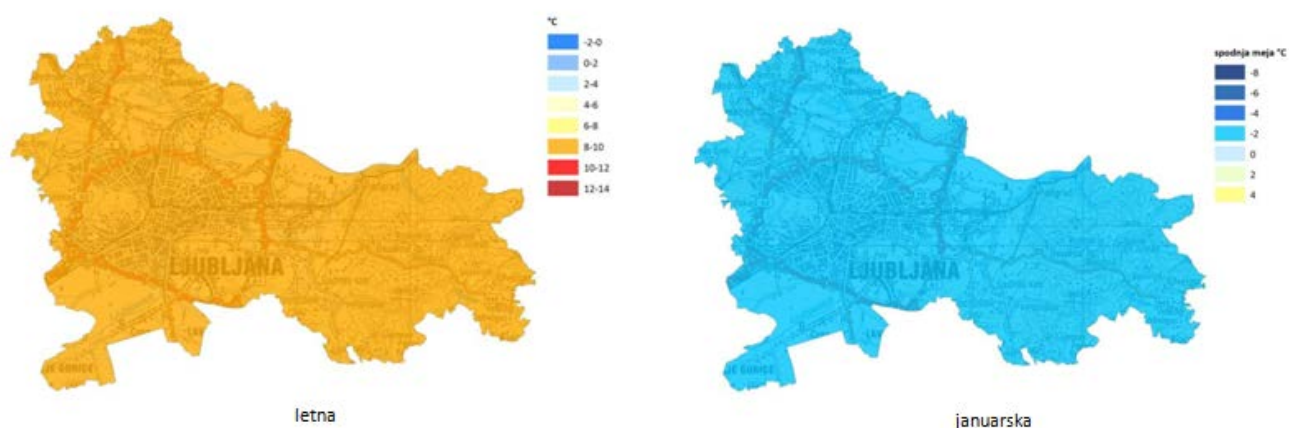
število etaž	3
višina nadstropja	od 2,57 do 3,6 m
najvišja višina objekta (obstoječe)	9,9 m
tlorisna velikost stavbe na stiku z zemljiščem	4.023 m ²
kvadratura neto	5.044 m ²
prostornina bruto	30.611 m ²
prostornina neto	24.488 m ²
površina toplotnega ovoja	13.507 m ²
površina fasade	3.470 m ²
površina strehe – tloris (bruto)	4.023 m ²
površina strehe	4023 m ²
površina zunanjega stavbnega pohištva	1.171 m ²
konstrukcija	Armiranobetonska konstrukcija; zidovi starega dela šole so iz modularne opeke in porolita, del stavbe pa iz modularne opeke.
debelina sten	38 cm, 52 cm
debelina izolacije	3 cm EPS na zunanjih stenah
stavbno pohištvo	569 m ² oken je lesenih, s termoizolacijskim steklom toplotne prehodnosti 1,83 W/m ² K in enojnega tipa. 588 m ² oken je PVC, s termoizolacijskim steklom toplotne prehodnosti 1,15 W/m ² K in enojnega tipa. Vrata imajo toplotno prehodnosti 1,6 W/m ² K

2.3 Klimatski podatki za lokacijo stavbe

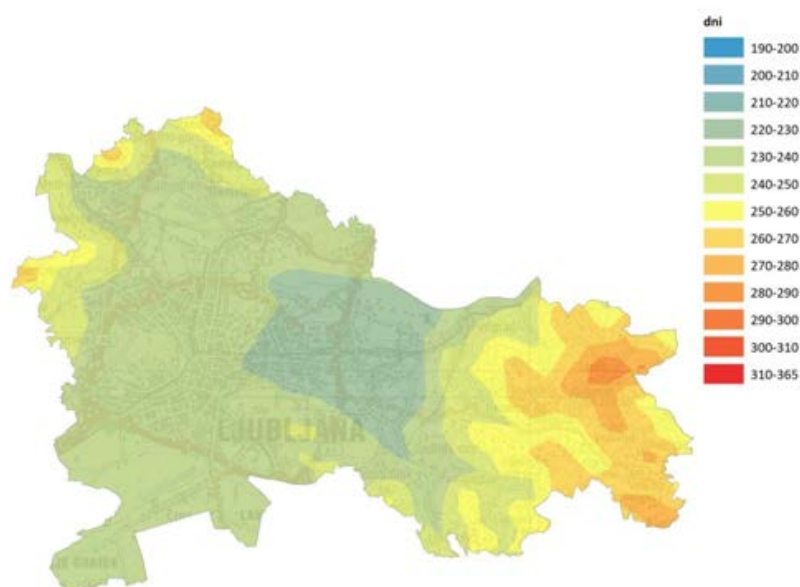
V spodnji preglednici so navedeni osnovni klimatski podatki za lokacijo objekta.

Preglednica 7: Osnovni klimatski podatki

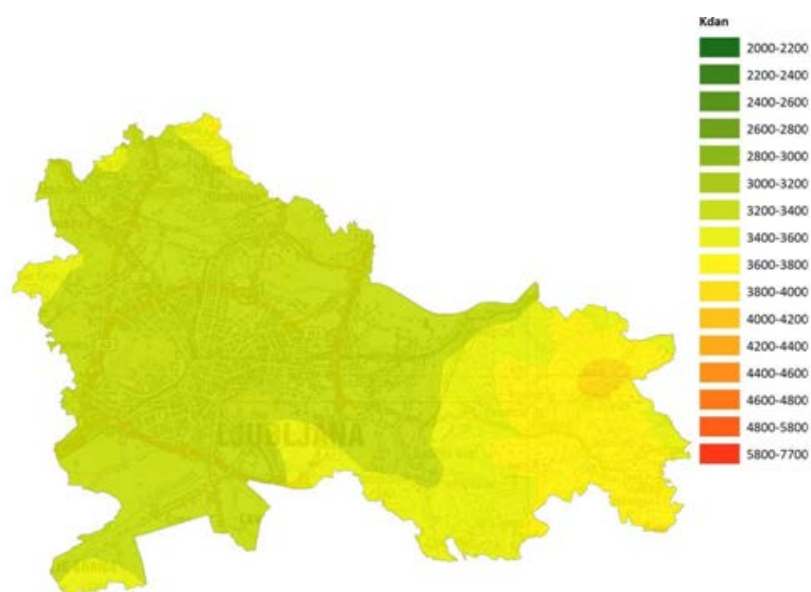
število ogrevalnih dni	230
temperaturni primanjkljaj	3300 Kdan
projektna temperatura	-13 °C
povprečna letna temperatura zunanjega zraka	9,7 °C



Slika 12: Povprečna temperatura zraka 1971 – 2000 (vir ARSO GIS)



Slika 13: Povprečno trajanje ogrevalne sezone 1971/72 – 2000/01 (vir ARSO GIS)



Slika 14: Povprečni temperaturni primanjkljaj 1971-2001 (vir 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. Ogrevalna 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

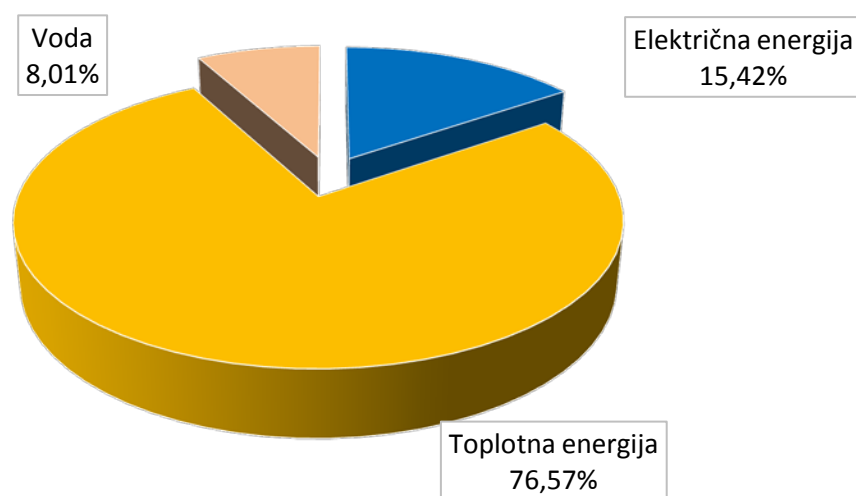
2.4.1 Poraba energentov v letu 2015

Za obratovanje OŠ Poljane se je v letu 2015 porabilo 111.974 kWh električne energije, poleg tega se je za ogrevanje stavbe porabilo 762.000 kWh toplotne energije (energent daljinsko ogrevanje - DO). V objektu je bilo leta 2012 porabljen 3.466 m³ vode (za ostala leta podatki energetskega knjigovodstva niso bili popolni !).

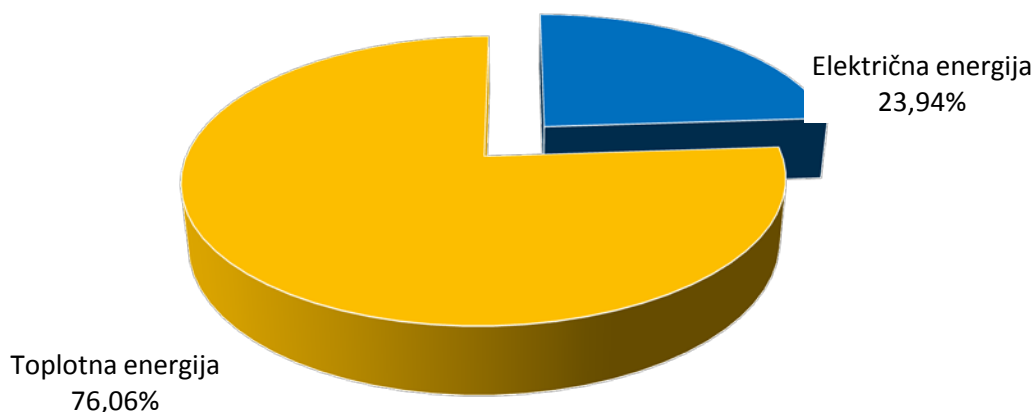
Letni strošek za energijo in vodo je v letu 2015 znašal 27.580 € (brez DDV). Delež stroška za toplotno energijo znaša 56,99%, za električno energijo 31,28% in za vodo 11,73%.

Preglednica 8: Poraba energentov, stroški in emisije CO₂ v letu 2015

	Poraba	Enota	Delež [%]	Strošek [€]	Delež [%]	CO ₂ [kg]	CO ₂ [%]	€/MWh
Električna energija	111.974	kWh	12,81	10.855	16,38	62.370	23,94	96,94
Toplotna energija	762.000	kWh	87,19	53.889	81,34	198.120	76,06	70,72
Voda	769	m ³		1.508	2,28			
SKUPAJ	873.974 3.466	kWh m³		70.380		260.490		



Grafikon 3: Delež stroškov za energente v letu 2015

Grafikon 4: Delež emisij CO₂ za leto 2015

Pri pregledu porabe je potrebno upoštevati tudi okoljski vidik. V preglednici so prikazane tudi emisije CO₂, ki so nastale v letu 2015. V stavbi se za ogrevanje uporablja daljinska toplote, katere emisijski faktor znaša 0,26 kg CO₂/kWh. Za električno energijo znaša nacionalni emisijski faktor 0,557 kg CO₂/kWh. Skupna emisija CO₂ zaradi porabljene energije je v letu 2015 znašala 260,49 ton. Delež električne energije glede na emitirani CO₂ je 23,94 %, delež toplotne energije je 76,06 %.

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 ³]	Skupaj [kWh]
2012	52.361	600.820	3.466	653.181
2013	80.825	817.380	3.466	898.205
2014	78.543	614.480	3.466	693.023
2015	111.974	762.000	3.466	873.974
Povprečje	80.926	698.670	3.466	779.596

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 21.100 kWh.

Preglednica 10: Specifična raba energentov glede na površino

LETO	Električna energija (kWh/m ²)	Toplotna energija (kWh/m ²)	Ogrevanje (kWh/m ²)	Skupaj (kWh/m ²)
2012	10,38	119,12	114,93	129,50
2013	16,02	162,05	157,87	178,07
2014	15,57	121,82	117,64	137,40
2015	22,20	151,07	146,89	173,27
Povprečje	16,04	138,52	134,33	154,56

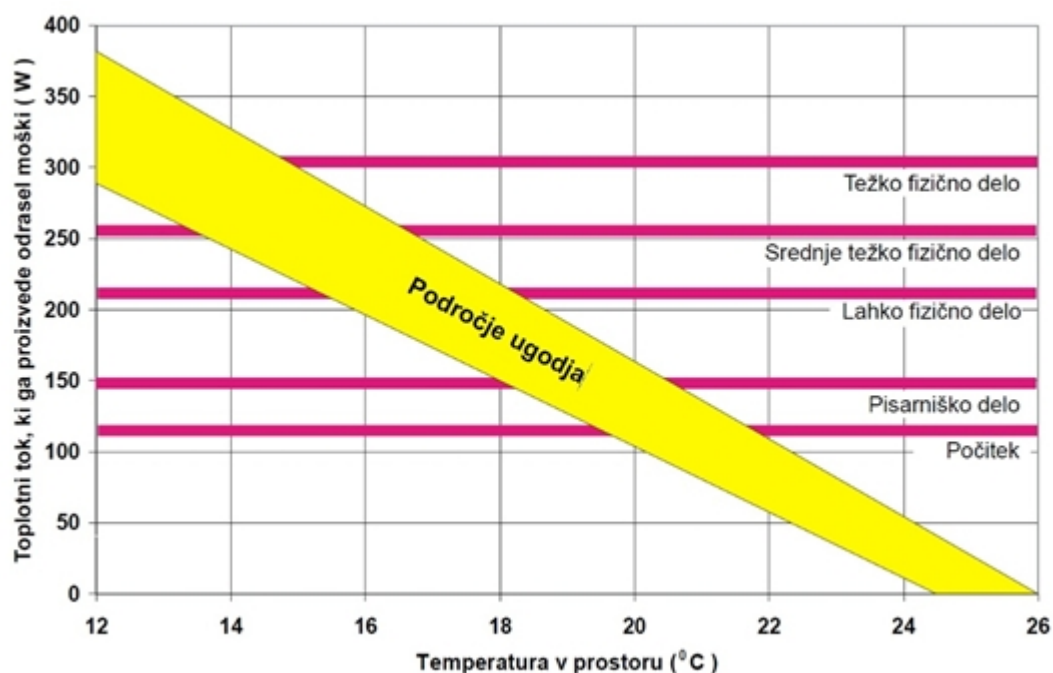
2.5 Stanje toplotnega ugodja v stavbi

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

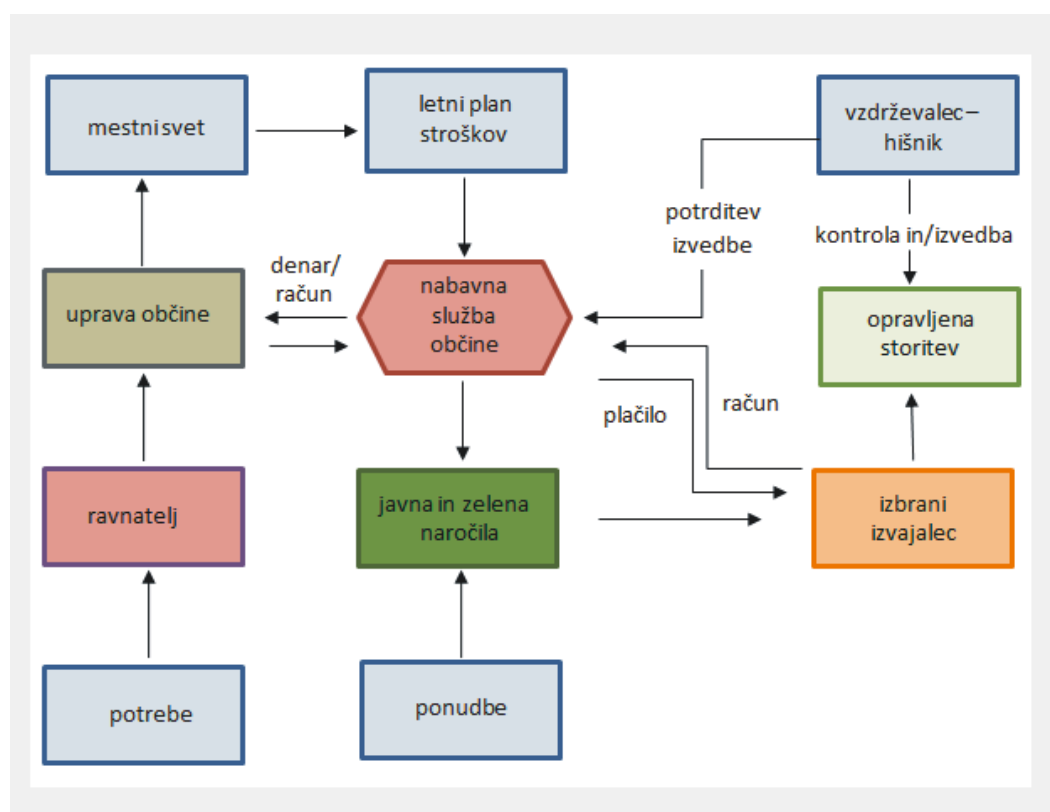
Lastnik stavbe: Mestna občina Ljubljana

Uporabnik in upravnik stavbe: OŠ Poljane

Najemniki: /

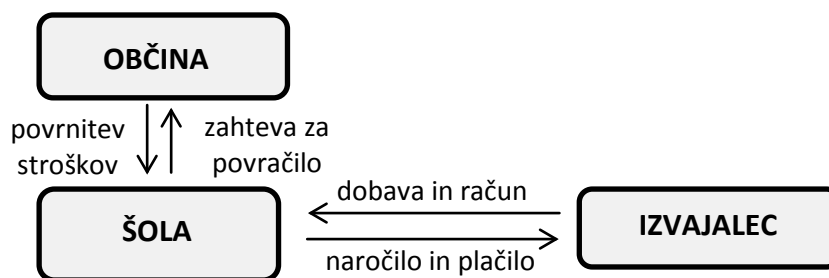
3.2 Shema denarnih tokov na področju obratovalnih stroškov

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 energetske 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

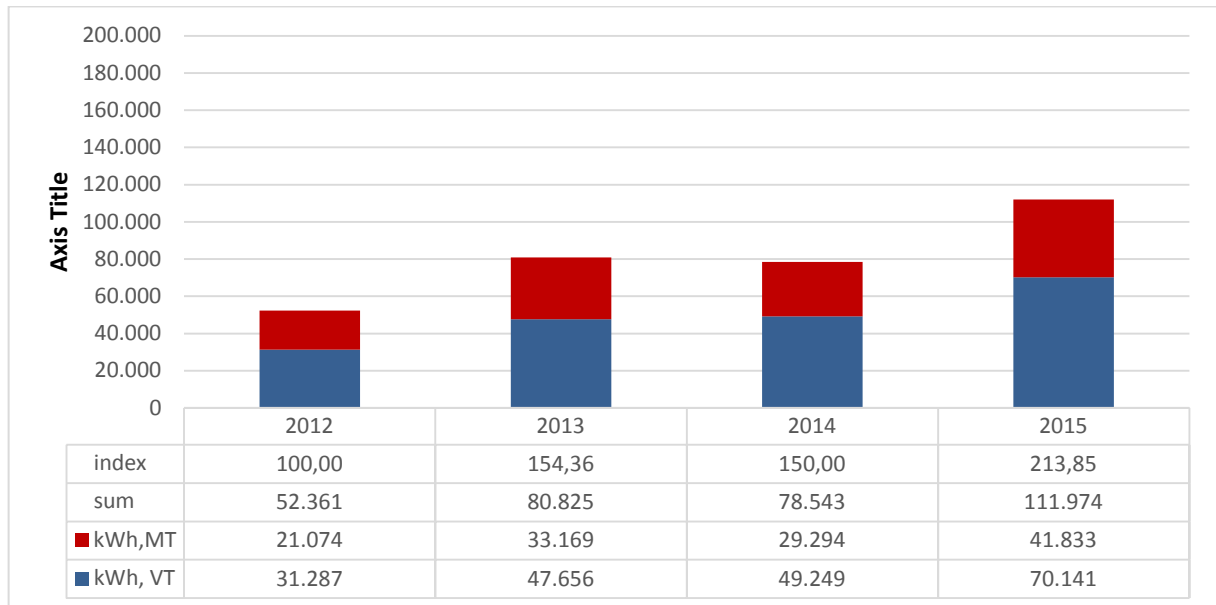
Trenutno v stavbi ni načrtne promocije ukrepov URE in OVE.

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 poraba električne energije iz leta v leto narašča. Razlog tiči v večji zasedenosti objekta, več električnih porabnikov, neekonomični rabi energije in podobno. Točnega vzroka za nazaj ni bilo možno ugotoviti.

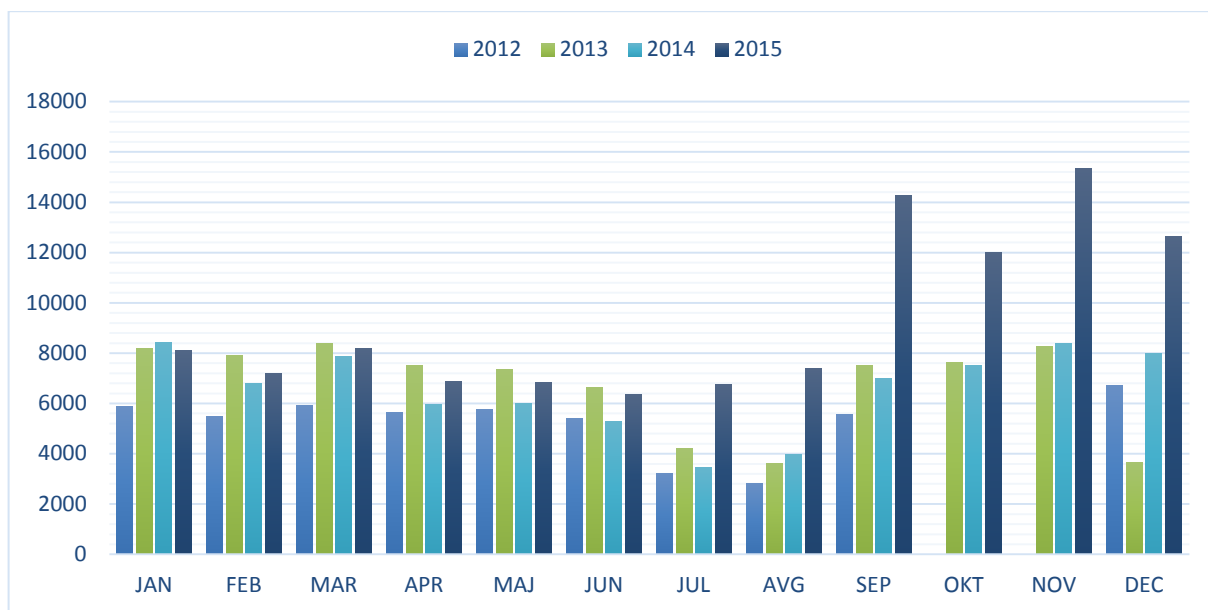


Grafikon 5: Poraba električne energije v obdobju 2012 – 2015

Preglednica 11: Razmerje med VT in MT

	delež VT	delež MT	VT/MT
2012	60%	40%	1,485
2013	59%	41%	1,437
2014	63%	37%	1,681
2015	63%	37%	1,677

Gornja tabela izkazuje neugodno razmerje med porabo VT in MT, kar pomeni da prehod na enotarifni sistem plačevanja električne energije ni ekonomsko upravičen.



Grafikon 6: Poraba električne energije po mesecih

Iz mesečne poraba je viden vzorec znižanja porabe električne energije v poletnih mesecih in zvišanja porabe v zimskih mesecih. Pričakovati je, da bi bila razlika v poletnih mesecih bolj vidna, pa ni. Graf izkazuje velik porat rabe električne energije od meseca julija 2015 naprej. Še posebej so izstopali meseci september, oktober, november in december 2015. Predlagamo izvedbo podrobnih meritev v kolikor se bo trend nadaljeval.

4.1.2 Cena električne energije

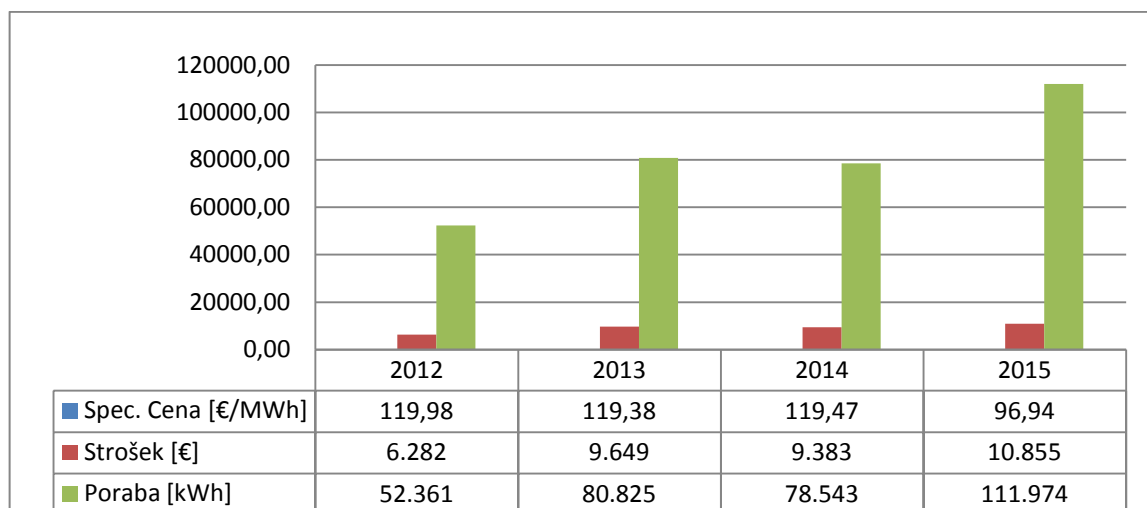
Stavba ima v okviru stavb Mestne občine Ljubljana sklenjeno pogodbo o dobavi električne energije s podjetjem

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.



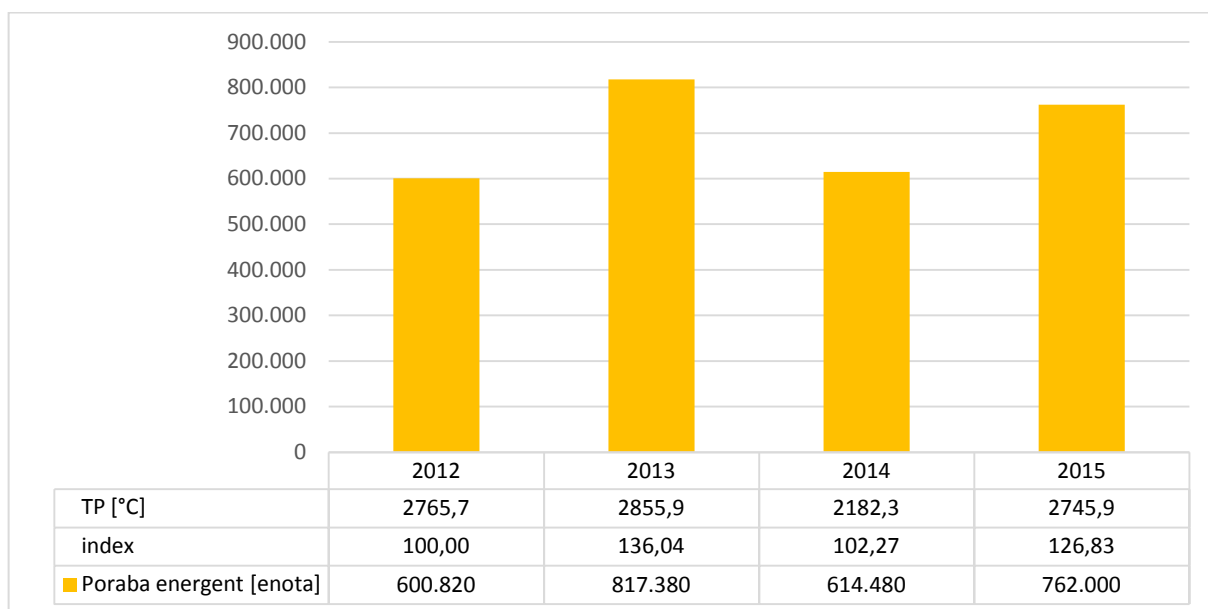
Grafikon 7: Specifična cena električne energije po posameznih letih

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 2012, najnižja v letu 2015. V letih 2012 do 2014 je bila specifična cena električne energije podobna, v letu 2015 pa je padla. To gre pripisati ugodnejši ceni električne energije, kar je posledica izbora novega dobavitelja v letu 2015.

4.2 Toplotna energija

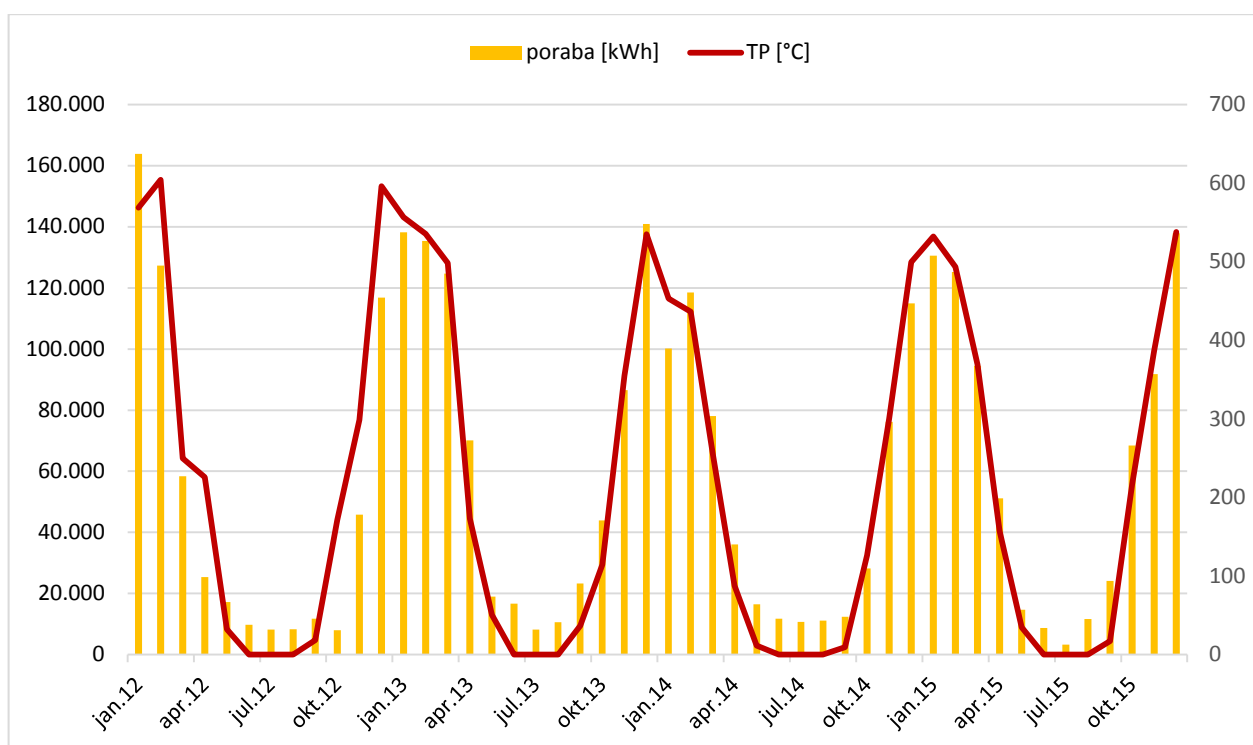
4.2.1 Poraba toplotne energije

Stavba OŠ Poljane se ogreva preko centralnega ogrevanja na daljinsko toploto. Daljinsko ogrevanje se uporablja tudi za pripravo tople sanitarne vode. V spodnjem grafikonu so podane količine daljinske toplote, ki so bile v objektu porabljene v preteklih letih. Najnižja poraba je bila v letu 2012 in 2014. Pri slednji porabi gre za posledico manjšega temperaturnega primanjkljaja. V preglednici pod grafom so zapisane vrednosti celoletnega temperaturnega primanjkljaja, ki je pokazatelj potreb po ogrevanju.



Grafikon 8: Poraba toplotne energije 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.



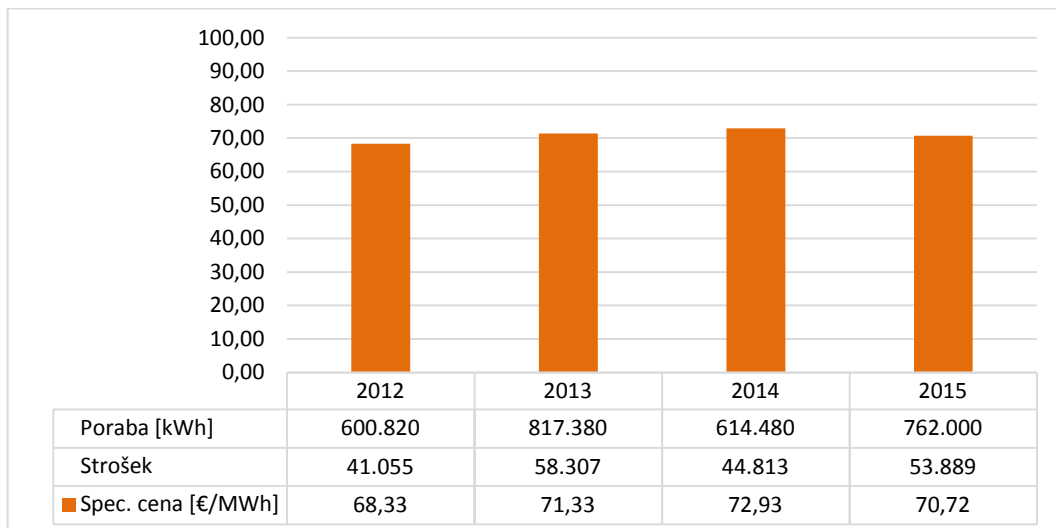
Grafikon 9: Poraba toplotne energije za ogrevanje po mesecih

4.2.2 Cena toplotne energije

Za dobavo daljinske toplote zagotavlja podjetje Energetika Ljubljana d.o.o.. Strošek za porabo daljinske toplote se obračunava glede na postavke, ki so vezane na porabo in 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 daljinske toplote je izračunana glede na porabo toplote v posameznem letu, kurilno vrednost energenta (1 kWh/kWh) in glede na strošek nakupljenega energenta. Iz grafikona je opazen padec cene specifične cene toplotne energije v letu 2015, pred tem pa je specifična cena rahlo naraščala. Padanje gre na račun nižje cene energenta.



Grafikon 10: Specifična cena toplotne energije po letih

4.2.4 Normirana raba toplotne energije

Dejanska povprečna raba toplotne energije za ogrevanje objekta je osnoven 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 2015 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 632.776 kWh, če prištejemo še porabo energenta za potrebe priprave sanitarne tople vode, znaša skupna normirana poraba toplotne energije znaša 653.876 kWh.

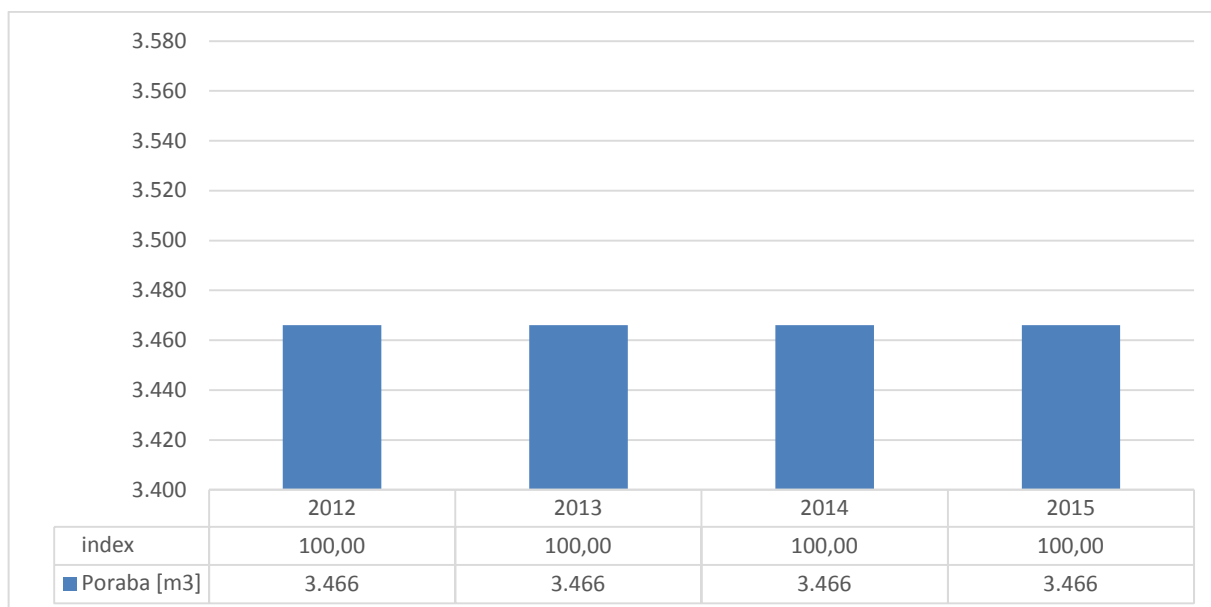
Preglednica 12: Temperaturni primanjkljaj v letih 2012 - 2015

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

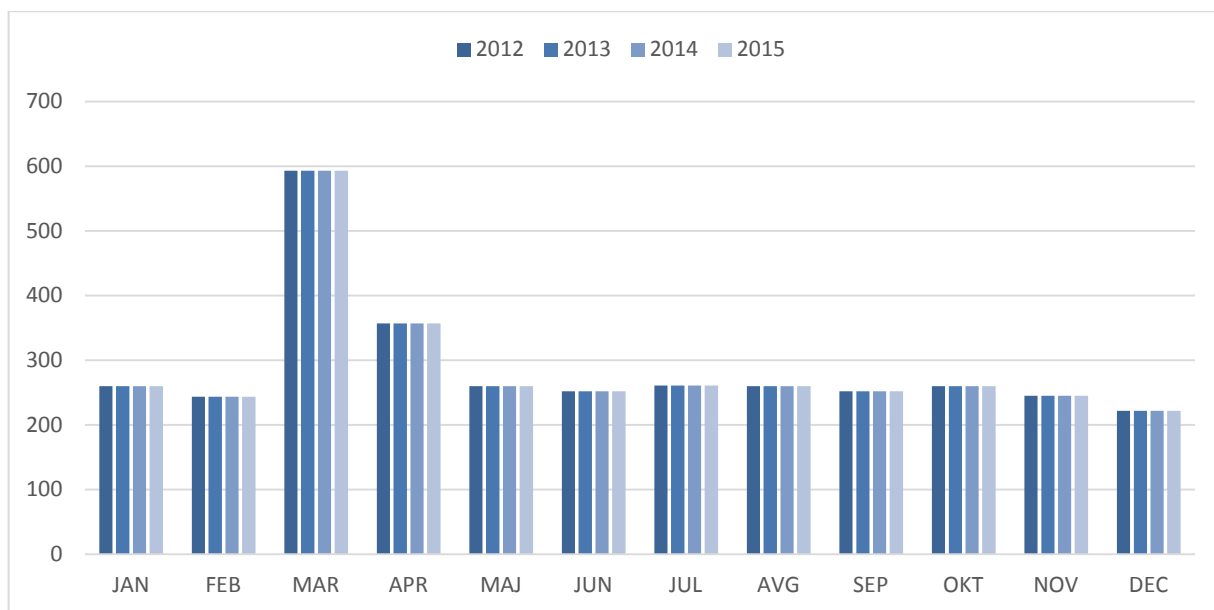
4.3 Voda

4.3.1 Poraba vode

Spodnji grafikon predstavlja porabo sanitarne vode le v letu 2012. V ostalih mesecih in letih so bili podatki v energetskega knjigovodstvu pomanjkljivi in so bili iz analize izključeni



Grafikon 11: Poraba vode v obdobju 2012 – 2015



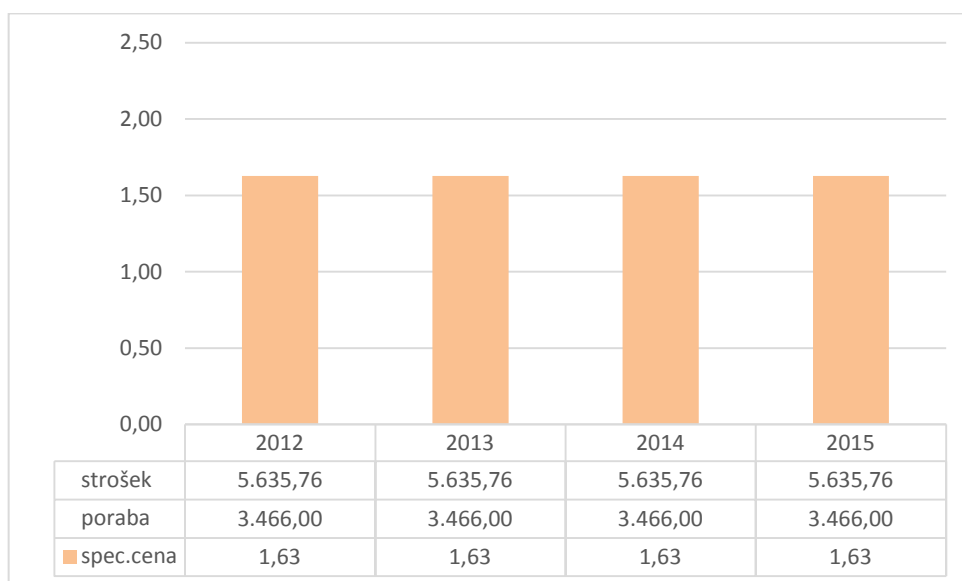
Grafikon 12: Poraba vode po mesecih

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 mesecu marcu in aprilu 2012. 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 le za leto 2012 saj podatkov za ostala leta ni bilo na voljo.



Grafikon 13: 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.,
- distribucija daljinska toplota – Energetika Ljubljana d.o.o., Verovškova ulica 62, Ljubljana,

4.5 Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme

TOPLOTA:

Objekt se s toplotno energijo preko sistema daljinskega ogrevanja, skupe nazivne moči 1.000 kW. Toplotna postaja je bila sanirana v letih 2001 in 2005 in se nahaja v dobrem stanju. Za pripravo sanitarne tople vode je v kotlovnici vgrajen hranilnik, velikosti 1000 l. Oprema je redno servisirana in vzdrževana saj je to potrebno s stališča zanesljivosti delovanja. Sicer je oprema potrebna zamenjave.

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 objektu 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 1.000 kW. Objekt se ogreva preko šestih ogrevalnih vej, ena veja pa je namenjena pripravi tople sanitarne vode. Za pretok vode po cevovodih skrbijo obtočne črpalke z zvezno regulacijo, proizvajalcev Wilo. Posamezne veje dovajajo toploto do porabnikov: razredi, stanovanje, telovadnice in pomožni prostori. Cevovodi so izolirani.



Slika 18: toplotna podpostaja in izolirani cevovodi po kleti

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, 86/65 °C.



Slika 19: Radiatorsko ogrevanje (levo s v razredu, desno v sanitarijah)

Kuhinja se ogreva preko klimata, v telovadnici pa so nameščeni radiatorji.



Slika 20: radiatorsko ogrevanje telovadnica in klimat za potrebe kuhinje

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. Sistem je opremljen s cirkulacijsko črpalko. Voda se v zalogovniku TSV ogreva na 56 °C.



Slika 21: 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 112,6 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 strelovodne napeljave.

Signalne instalacije v objektu sestavljajo:

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

NN instalacije so izvedene v skladu z zakonodajo, tehničnimi smernicami in standardi. Uporabljeni so ustrezni materiali. Vse instalacije, razen dodatnih priključkov, so izvedene podometno s 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 ima armiranobetonsko konstrukcijo; zunanji zidovi so debeli povprečno 60 cm, so izvedeni iz polne opeke in imajo obojestranski zaključni apneni sloj. V novejšem delu stavbe, ki je bil zgrajen leta 1979 so stene iz modularnega bloka, debelina znaša 35 cm, nameščena pa je izolacija iz kamene volne, debeline 12 cm.
- Zunanje stene telovadnice so iz modularne opeke, izolacija debeline 4 cm je iz stiropora, stene pa so obojestransko obdelane z zaključnim apnenim slojem.
- konstrukcija proti strehi je pri telovadnici izolirana z vpihano volneno izolacijo debeline 20 cm. Stari del šole ima na podstrehi nameščeno izolacijo (kamena volna) debeline 10 cm. Polovica podstrehe starega dela še ni toplotno izolirana. Streha prizidka ima nameščeno toplotno izolacijo (kamena volna) debeline 4 cm. Ravna streha prizidka ima nameščeno izolacijo (kamena volna) debeline 4 cm. Streha novega dela je izolirana s kameno volno debeline 15 cm. Streha povezovalnega dela ima nameščeno toplotno izolacijo (stiropor) debeline 5 cm.
- stavbno pohištvo je leseno vezano z dvoslojno zasteklitvijo in ima toplotno prehodnost 2,8 W/m²K. V novejšem delu so okna enojnega topa, ALU izvedbe in izolacijskim steklom ter toplotno prehodnostjo 1,3 W/m²K. Okna nimajo nameščenih senčil.
- tla na terenu niso toplotno izolirana.



Slika 22: PVC okno v prenovljenem delu objekta



Slika 23: leseno starejše okno v predelu vrtca



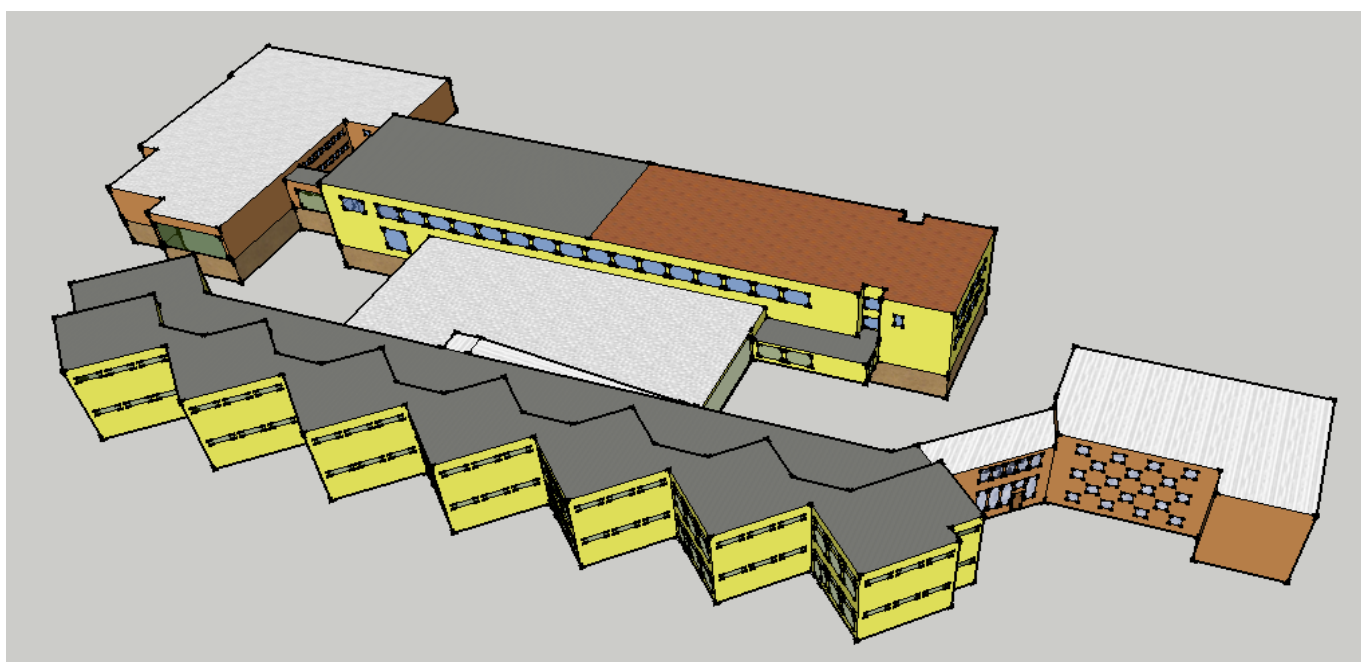
Slika 24: strop telovadnice



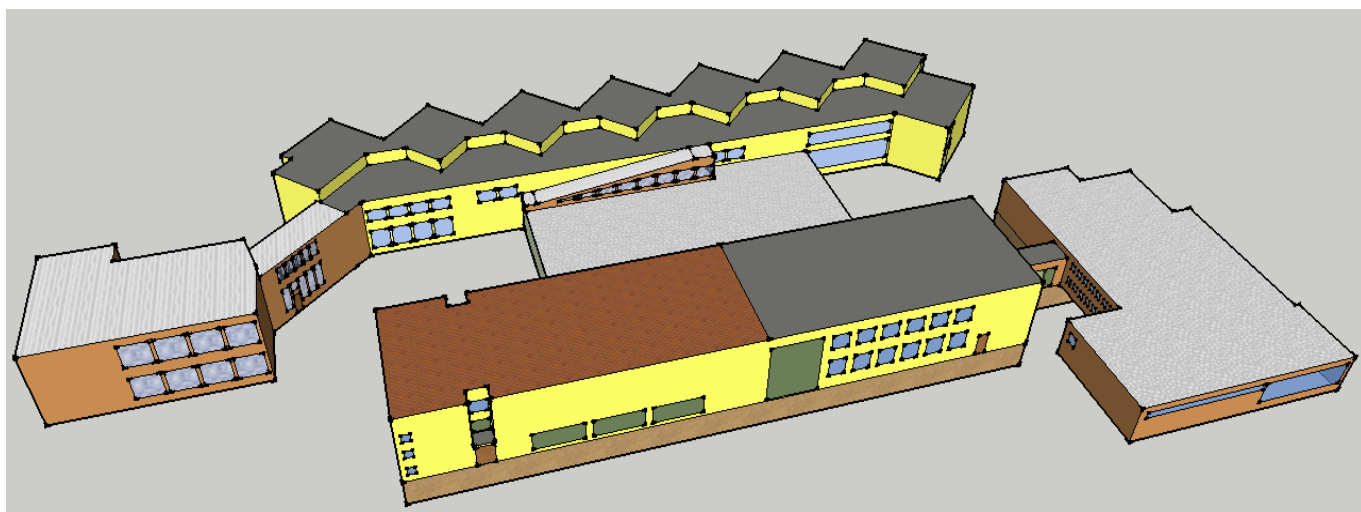
Slika 25: pogled na ravno streho osrednjega dela šole in streho vrtca



Slika 26: Glavni vhod in stranski vhodi – starejše stavbno pohištvo



Slika 27: 3D model objekta – pogled iz J strani



Slika 28: 3D model objekta – pogled iz S strani

Posamezne jastnosti elementov stavbe so podrobneje predstavljena v prilogah.

6.2 Električni aparati

Objekt je večji porabnik električne energije, saj in v njem nahaja tudi kuhinja. Ta največji porabnik električne energije (glede na priključno moč) takoj za razsvetljavo nato si sledijo IT porabniki, hlajenje s prezračevanjem, ogrevanje in ostali elektro porabniki.

Preglednica 13: Popis električnih porabnikov

Porabniki	Moč (kW)
Kuhinja	25,6
Prezračevanje in hlajenje	8,8
Razsvetljava	58,1
IT oprema	13,7
Ogrevanje s TSV	2,6
Ostalo	3,8
SKUPAJ	112,6



Slika 29: Električni porabniki (kuhinja, IT oprema)



Slika 30: Električni porabniki: lokalni sistemi pohlajevanja ter učilnice za gospodinjstvo

6.3 Razsvetljava

Razsvetljava po objektu je v veliki meri izvedena s fluorescentno razsvetljavo. Vgrajene so svetilke s klasičnimi predstikalnimi napravami, moči 36 W. Preostanek razsvetljave predstavljajo navadne žarnice, nazivne moči 60 W. V spodnji preglednici je prikazan povzetek razsvetljave.

Preglednica 14: Povzetek popisa razsvetljave

Tip sijalke	Število sijalk	Moč sijalk [W]	Skupna moč svetilk (W)
FLUO	460	49	22540
FLUO	120	36	4320
FLUO	35	18	630
FLUO	360	58	20880
varčne	30	14	420
reflektor VT	12	400	4800
Reflektor MT	36	125	4500
SKUPAJ			58.090



Slika 31: razsvetljava v mali telovadnici



Slika 32: razsvetljava velike telovadnice



Slika 33: razsvetljava razredov

6.4 Prezračevanje in klimatizacija

Objekt se večinoma prezračuje naravno, izjema so posamezne sanitarije, kuhinja in telovadnica. Hlajenje stavbe ni urejeno centralno, nameščene so štiri split klima naprave.



Slika 34: prezračevanje

6.5 Razdelitev porabe energije

Preglednica 15: Razdelitev porabe energije

Razdelitev porabe električne energije	Letna raba kWh	%
Kuhinja	12.906	15,95%
Razsvetljava	46.472	57,43%
Prezračevanje in hlajenje	6.080	7,51%
IT oprema	11.642	14,39%

Razdelitev porabe električne energije	Letna raba kWh	%	
Ogrevanje + TSV	3.787	4,68%	
Ostalo	39	0,05%	
SKUPAJ		100 %	
Razdelitev porabe toplotne energije	Letna raba kWh	%	
Transmisijske toplotne izgube	619.447	64,17%	Toplotne izgube
Ventilacijske toplotne izgube	345.892	35,83%	
SKUPAJ	965.339	100	
SKUPAJ	Letna raba kWh	%	
Toplotna energija	762.000	87,19	
Električna energija	111.974	12,81	
SKUPAJ	873.974	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, za katero skrbi podjetje 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

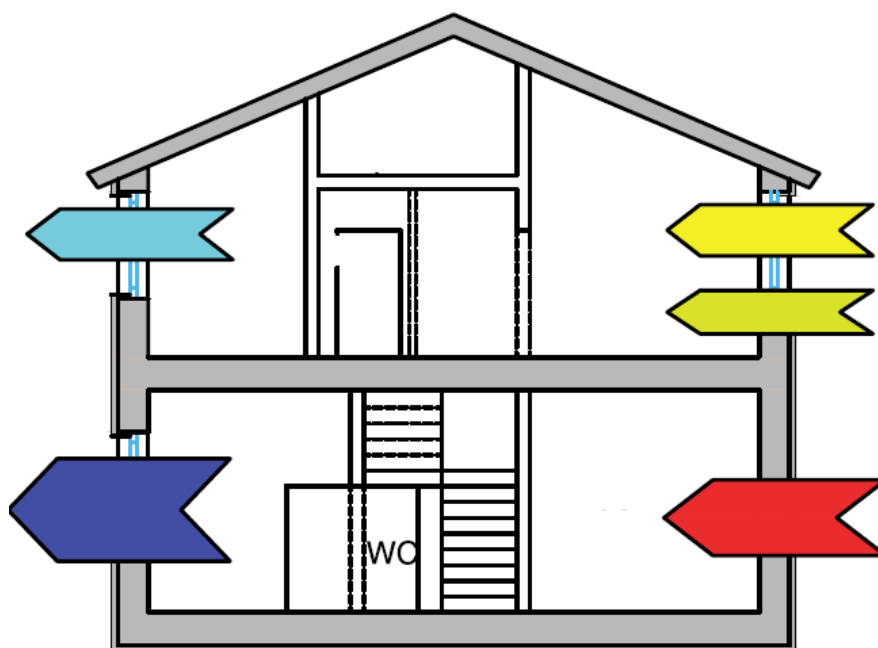
Zamenjava dobavitelja vode ni mogoča, saj je to obvezna gospodarska javna služba, ki jo izvaja določeni izvajalec javne službe.

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 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.

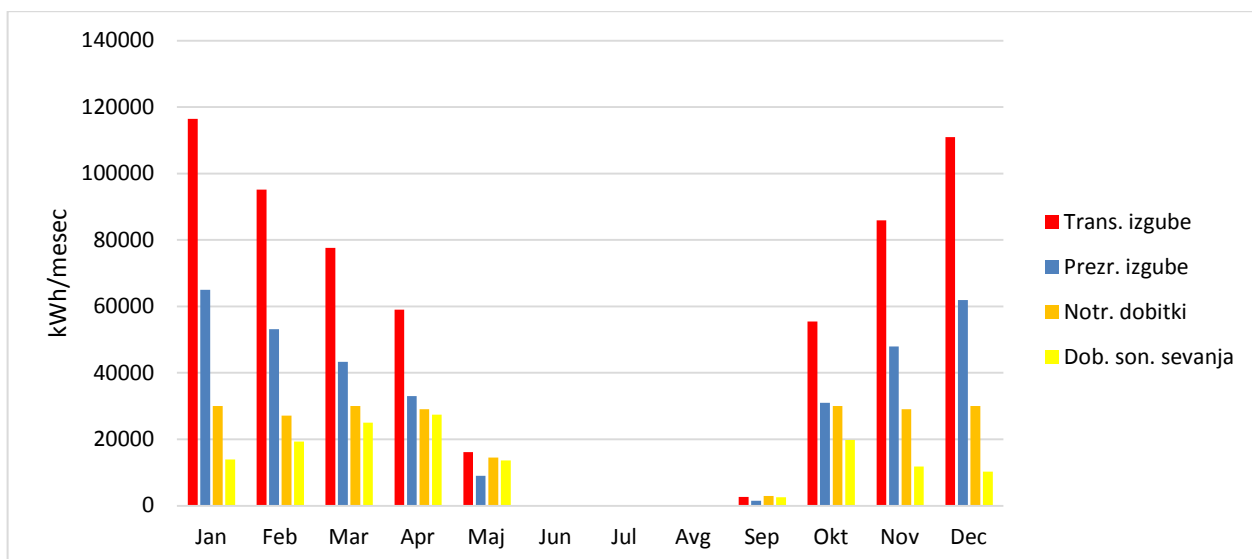
Energetska bilanca stavbe se nanaša na vsoto toplotnih izgub (toplota, ki prehaja prek strehe, zunanjih zidov in oken), ki je enaka vsoti toplotnih dobitkov (pasivnih dobitkov sončnega sevanja, notranjih dobitkov in aktivnega sistema ogrevanja).



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 163.293 kWh, kar je nekoliko manjša vrednost, kot je korigirana oziroma normirana povprečna poraba toplote za ogrevanje, ki znaša 181.361 kWh.

Neto uporabna površina stavbe	5.044 m ²
Bruto prostornina stavbe	30.611 m ³
Prostornina ogrevanega dela stavbe	24.488 m ³
Površina ovoja	13.507 m ²
Oblikovni faktor f_0	0,44
Toplota za gretje Q_{nh}	616.907 kWh
Hladilna toplota Q_{nc}	836 kWh
Količnik specifičnih transmisijskih toplotnih izgub H'_t	0,552 $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$



Grafikon 14: Bilanca toplotnih izgub in dobitkov

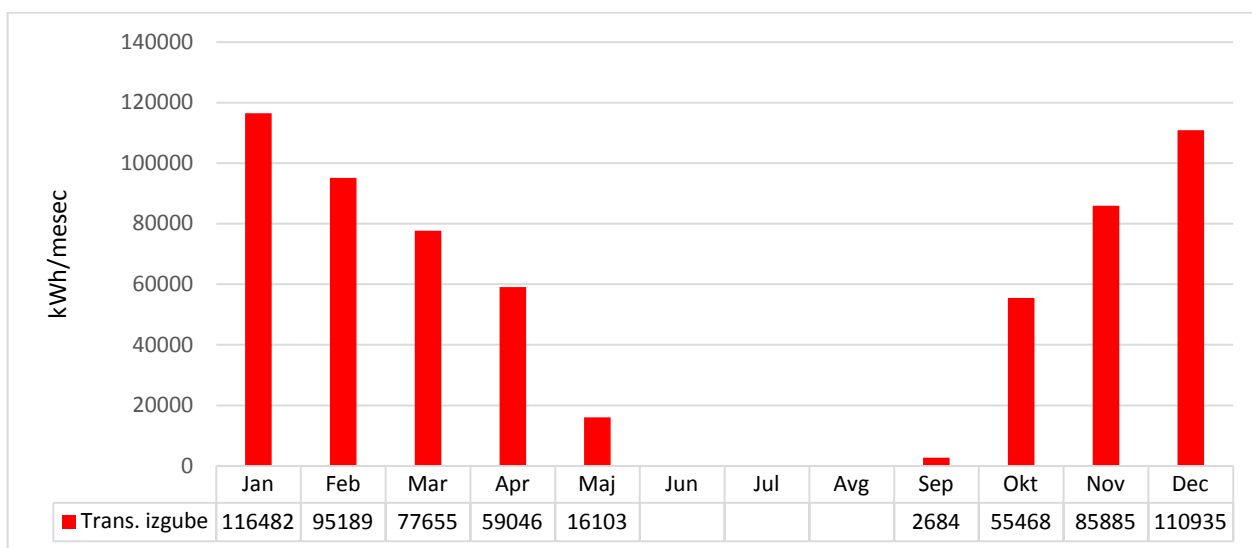
8.1.1 Transmisijske izgube

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: 23,5 % celotnih izgub toplote,
- izgube z zasteklitvijo: 25,9 % celotnih izgub toplote,
- izgube skozi zunanje stene: 34,3 % celotnih izgub toplote,
- izgube skozi tla: 16,3 % celotnih izgub toplote.

Transmisijske toplotne izgube predstavljajo 64,17 % celotnih toplotnih izgub.



Grafikon 15: 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 zunanjega ovoja.

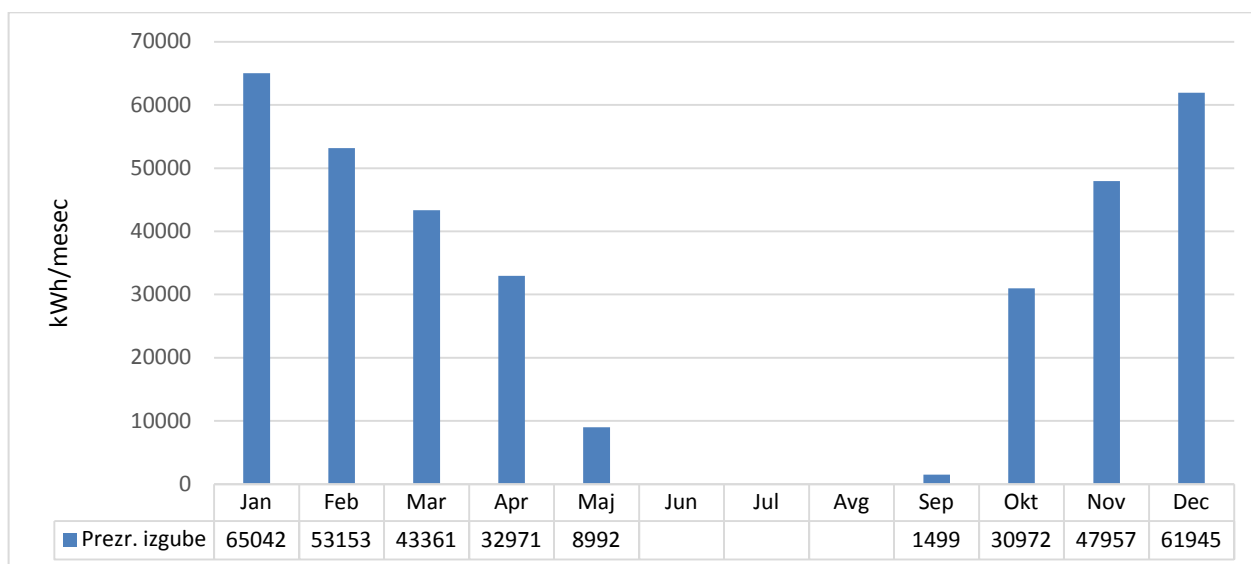
Preglednica 16: Toplotne karakteristike konstrukcij

Naziv	U	A	$H_T=U \cdot a \cdot b$	Naziv	U	A	$H_T=U \cdot a \cdot b$
ravna streha - sanirana	0,13	1.278	166,14	tla na terenu - delno izolirana	0,189	384	72,576
zs A - s	0,674	1.203	810,822	Tla vkopane kleti	0,17	1.394	236,98
zs A - j	0,674	1.191	802,734	stene vkopane kleti	0,45	821	369,45
zs B - j	0,618	634	391,812	Okno termo 1,8 - s	1,83	214	391,62
zs B - s	0,618	442	273,156	Okno termo 1,8 - j	1,83	355	649,65
ravna streha - pločevina	0,331	1.114	368,734	Okno termo 1,1 s	1,115	380	423,7
ravna streha - delno izolirana	0,633	957	605,781	Okno termo 1,1 j	1,115	208	231,92
ravna streha - pohodna	0,623	674	419,902	Vrata	1,6	14	22,4
tla na terenu	0,181	2.244	406,164				

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.

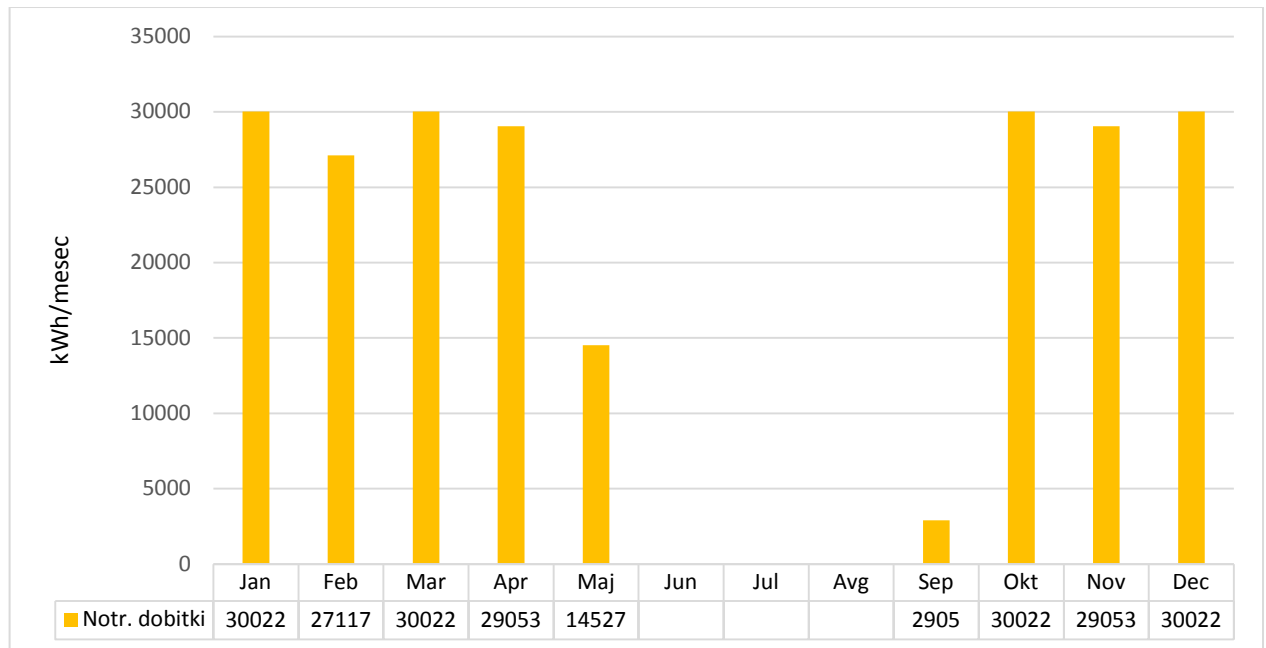
Prezračevalne toplotne izgube predstavljajo 35,83 % vseh toplotnih izgub.



Grafikon 16: Prezračevalne izgube

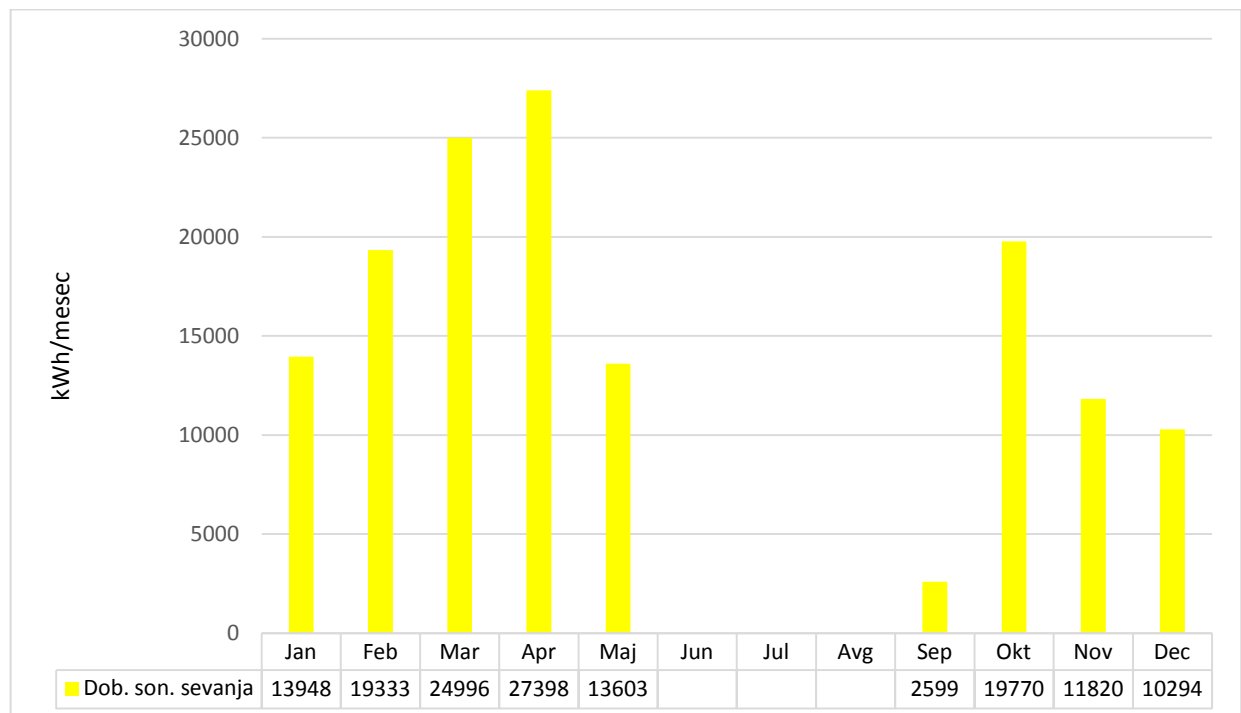
8.1.3 Toplotni dobitki

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 17: Notranji dobitki

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 W/m² na enoto uporabne površine.



Grafikon 18: 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 m² neto ogrevane površine – energijsko število.

Povprečna raba toplote v obdobju od 2012-2015 je 698.670 kWh za ogrevanje 3466 m² neto površine. Kot je bilo opisano v poglavju 4.2.4 je bila za ovrednotenje ukrepov določena normirana raba energije, ki znaša 653.876 kWh. Energijsko število tako znaša 124,68 kWh/m², ki ciljno vrednost za javne stavbe (80 kWh/m²) 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 ² K]	U _{max} [W/m ² K]	
Vertikalne površine				
zs A - s	Zunanja stena	0,674	0,28	NE
zs A - j	Zunanja stena	0,674	0,28	NE
zs B - j	Zunanja stena	0,618	0,28	NE
zs B - s	Zunanja stena	0,618	0,28	NE
Streha, tla				
ravna streha - pločevina	streha	0,331	0,20	NE
ravna streha - delno izolirana	streha	0,633	0,20	NE
ravna streha - pohodna	streha	0,623	0,20	NE
ravna streha - sanirana	streha	0,130	0,20	DA
tla na terenu	tla	0,181	0,35	DA
tla na terenu - delno izolirana	tla	0,189	0,35	DA
Tla vkopane kleti	tla	0,170	0,35	DA
stene vkopane kleti	tla	0,450	0,35	NE
Okna, vrata				
Okno termo 1,8 - s	Okno	1,830	1,3	NE
Okno termo 1,8 - j	Okno	1,830	1,3	NE
Okno termo 1,1 s	Okno	1,115	1,3	DA
Okno termo 1,1 j	Okno	1,115	1,3	DA
Vrata	vrata	1,600	1,6	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.

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 ² K]	U _{max} [W/m ² K]	
Vertikalne površine				
zs A - s	Zunanja stena	0,194	0,28	DA
zs A - j	Zunanja stena	0,194	0,28	DA
zs B - j	Zunanja stena	0,194	0,28	DA
zs B - s	Zunanja stena	0,194	0,28	DA
Streha, tla				
ravna streha - pločevina	streha	0,11	0,20	DA
ravna streha - delno izolirana	streha	0,13	0,20	DA
ravna streha - pohodna	streha	0,13	0,20	DA
ravna streha - sanirana	streha	0,130	0,20	DA
tla na terenu	tla	0,181	0,35	DA
tla na terenu - delno izolirana	tla	0,189	0,35	DA
Tla vkopane kleti	tla	0,170	0,35	DA
stene vkopane kleti	tla	0,450	0,35	NE
Okna, vrata				
Okno termo 1,8 - s	Okno	1,115	1,3	DA
Okno termo 1,8 - j	Okno	1,115	1,3	DA

Okno termo 1,1 s	Okno	1,115	1,3	DA
Okno termo 1,1 j	Okno	1,115	1,3	DA
Vrata	vrata	1,600	1,6	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 razsvetljavo 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. Rabo 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 stavbe je toplotno izoliran s približno 3 cm toplotne izolacije, zaradi česar zunanji zidovi predstavljajo velike toplotne izgube. Z namestitvijo toplotne izolacije, kot je opisano v poglavju 9.1.2, bi dosegli prihranek 116.342 kWh toplotne energije oziroma 10.281 € letno. Ocenjeni strošek investicije znaša 208.000 €, enostavna vračilna doba znaša 20,2 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 37.732 kWh prihranka pri toplotni energiji, kar bi prineslo 3.334 € prihranka. Strošek izvedbe ukrepa je ocenjen na 145.800 €, enostavna vračilna doba je 43,7 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 75.465 kWh toplotne energije letno ali 6.669 €. Strošek izvedbe ukrepa je ocenjen na 137.000 €, vračilna doba bi znašala 20,5 let.

11.1.2 Sanacija razsvetljave

Sanacija razsvetljave bo prinesla prihranke pri porabi električne energije zaradi vgradnje energetske varčnejše razsvetljave, prilagoditve stopnje razsvetljave trenutnim potrebam (prilagajanje osvetljenosti glede na dnevno svetlobo in zasedenost prostorov). Razsvetljava ne ustreza predpisom glede osvetljenosti zato menjava svetilk za varšnejše ni ustrezen ukrep. Predlagamo prenovo razsvetljave na način, ki bo zagotovil ustrezno osvetljenost prostorov.

Med investicijskimi ukrepi na področju razsvetljave uvrščamo zamenjavo reflektorjev telovadnice. Ukrep prinaša prihranek 3.275 kWh in 343 €/letno. Investicija se ocenjuje na 3.600 €, vračilna doba pa znaša 10,5 let.

11.1.3 Namestitev termostatskih ventilov in uravnoteženje ogrevalnega sistema

Ukrep prinaša prihranek 31.444 kWh toplotne energije ali 2.779 €/letno prihranka. Investicija se ocenjuje na 12.600 €, vračilna doba pa znaša 4,5 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
Objekt:	OŠ Prule
Naslov:	Zemljemerska ulica 7
Pošta:	1000 Ljubljana
Telefon:	01-2518 468, 01-4256 026

Uporabniki:

TIP	PODATEK
Število uporabnikov	598

Obratovalne ure:

DAN	OD	DO
Ponedeljek:	6:30	18:00
Torek:	6:30	18:00
Sreda:	6:30	18:00
Četrtek:	6:30	18:00
Petek:	6:30	18:00
Sobota:	/	/
Nedelja:	/	/

Opomba: objekt se uporablja tudi izven urnika pouka

Podatki o objektu:

TIP	PODATEK
Leto izgradnje	1955
število etaž	3
višina nadstropja	od 2,57 do 3,6 m
najvišja višina objekta (obstoječe)	9,9 m
tlorisna velikost stavbe na stiku z zemljiščem	4.023 m ²
kvadratura neto	5.044 m ²
prostornina bruto	30.611 m ³
prostornina neto	24.488 m ³
površina toplotnega ovoja	13.507 m ²
površina fasade	3.470 m ²
površina strehe – tloris (bruto)	4.023 m ²
površina strehe	4023 m ²
površina zunanjega stavbnega pohištva	1.171 m ²
konstrukcija	Armiranobetonska konstrukcija; zidovi starega dela šole so iz modularne opeke in porolita, del stavbe pa iz modularne opeke.
debelina sten	38 cm, 52 cm
debelina izolacije	3 cm EPS na zunanjih stenah
stavbno pohištvo	569 m ² oken je lesenih, s termoizolacijskim steklom toplotne prehodnosti 1,83 W/m ² K in enojnega tipa. 588 m ² oken je PVC, s termoizolacijskim steklom toplotne prehodnosti 1,15 W/m ² K in enojnega tipa. Vrata imajo toplotno prehodnosti 1,6 W/m ² K

Pregled naprav za ogrevanje in hlajenje

OGREVALNI SISTEM

TIP	PODATEK
Način ogrevanja:	Centralno;
Tip KOTEL:	Daljinsko ogrevanje, toplotna podpostaja moči 1000 kW
Št. ogrevalnih zank:	6
Regulacija	Glede na zunanjo temperaturo
Radiatorji:	Ploščati, členkasti
Termostatski ventili:	NE
Daljinski nadzor	NE
Redukcija:	DA

SISTEM ZA PRIPRAVO SANITARNE TOPLE VODE

TIP	PODATEK
Tip priprave:	Centralno in lokalno
Vir toplote:	Daljinsko ogrevanje in električna energija
Št. hranilnikov:	1
Velikost hranilnika:	1000 litrov
Temperatura vode	60°C
Daljinski nadzor	NE
Cirkulacijska črpalka:	DA
Potrošnik:	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	Ozaveščanje uporabnikov, izvajanje energetskega knjigovodstva ipd	31.444	2.456	2.779	257	3.000	1
Investicijski ukrepi							
1	Energetsko upravljanje	37.732	0	3.334	0	15.000	4,5
2	Namestitev termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje	31.444	0	2.779	0	12.500	4,5
3	Toplotna izolacija ovoja	116.342	0	10.281	0	208.000	20,2
4	Namestitev izolacije strehe	75.465	0	6.669	0	137.000	20,5
5	Sanacija stavbnega pohištva (okna in vrata)	37.732	0	3.334	0	145.800	43,7
6	Zamenjava reflektorjev velike telovadnice	0	3.275	0	343	3.600	10,5

Scenarij 1 – izvedba ukrepov z vračilno dobo krajšo od 6 let			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	2.456	kWh	3
letni prihranek toplotne energije za ogrevanje	95.369	kWh	15,2
letni prihranek vode	/	m3	/
skupno zmanjšanje emisij CO ₂	26.164	kg	12,5
skupno zmanjšanje stroškov na leto	12.672	€	14
skupni znesek potrebnih investicij	30.500	€	
povprečni vračilni rok	2,4	let	

Najkrajša vračilna doba na obravnavanem objektu je 2,4 let in sicer za izvedbo organizacijskih ukrepov, uvedbo sistema energetskega upravljanja in namestitev termostatskih ventilov s hidravličnim uravnoteženjem ogrevalnega sistema.

Scenarij 2 – izvedba ukrepov _organizacijski ukrep 1, investicijski ukrep 1,2,3,4,5,6			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	5.632	kWh	6,9

letni prihranek toplotne energije za ogrevanje	269.202	kWh	42,8
letni prihranek vode	/	m ³	/
skupno zmanjšanje emisij CO ₂	73.130	kg	35
skupno zmanjšanje stroškov na leto	35.635	€	39,4
skupni znesek potrebnih investicij	524.900	€	
povprečni vračilni rok	14,7	let	

PRILOGA 2.1: Organizacijski ukrepi**Naziv ukrepa: Izvajanje sistema energetskega knjigovodstva in organizacijskih ukrepov**

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>	31.444	kWh
<i>Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:</i>	3.036	€

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Ozaveščanje uporabnikov, izvajanje energetskega knjigovodstva	1	kos	3.000	3.000
Skupaj:					

Vračilna doba:

1 leto

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 1,2,3,4,5,6,7)****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, ogrevalni sistem in priprava tople sanitarne vode. Zaradi tega je priporočljivo izvesti sanacijo oz. toplotno izolirati omenjene elemente.

<i>Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje na leto:</i>	322.885	kWh
<i>Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:</i>	20.509	€

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	12.500	12.500
3	Toplotna izolacija ovoja	m ²	3.467	60	208.000
4	Namestitev izolacije strehe	m ²	2.745	50	137.000
5	Sanacija stavbnega pohištva (okna in vrata)	m ²	570	255	145.800
6	Zamenjava reflektorjev velike telovadnice	kos	10	360	3.600
Skupaj:			524.900		

Vračilna doba:

14,7 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	3.467 m ²	208.000	
2	Okna	-PVC okna s termopan zasteklitvijo, toplotne prehodnosti 1,1 W/m ² K	570 m ²	145.800	
3	Streha	-namestitev 25 cm toplotne izolacije	2.745 m ²	137.000	
Sistem upravljanja z energijo, ogrevalni sistem 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	12.500	
6	Razsvetljava telovadnice	Zamenjava 10 reflektorjev za LED treflektorje	10 kos	3.600	
SKUPAJ ENERGETSKA SANACIJA		524.900 €			

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

Izvedeno

Investitor	MO Ljubljana
Stavba	OŠ Poljane
Lokacija stavbe	1000 Ljubljana , Zemljemerska ulica 7
Katastrska občina	POLJANSKO PREDMESTJE
Parcelna številka	371/6
Koordinate lokacije stavbe (Y, X)	Y= 463008 km X= 100445 km
Vrsta stavbe	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo
Etažnost:	3

Projektant	-
Odgovorni vodja projekta	-
Izdelovalec izkaza	-
Izdelano na podlagi elaborata	-
Datum izdelave izkaza	30.11.2016
Izjavljam, da iz Izkaza energijskih lastnosti stavbe izhaja, da stavba ne dosega predpisano raven učinkovite rabe energije	
Podpis izdelovalca izkaza:	

Neto uporabna površina stavbe	$A_u = 5044,0 \text{ m}^2$
Kondicionirana prostornina stavbe	$V_e = 30611,00 \text{ m}^3$
Površina toplotnega ovoja stavbe	$A = 13507 \text{ m}^2$
Oblikovni faktor	$f_0 = 0,44 \text{ m}^{-1}$

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

TOPLITNE PREHODNOSTI ELEMENTOV OVOJA STAVBE				
NEPROZORNI ELEMENTI				
Oznaka elementa	Orientacija, naklon	Površina (m^2)	U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)	U_{\max} ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)
ravna streha - sanirana		1278	0,130	0,20
zs A - s	S	1203	0,674	0,28
zs A - j	J	1191	0,674	0,28
zs B - j	J	634	0,618	0,28
zs B - s	S	442	0,618	0,28
ravna streha - pločevina		1114	0,331	0,20
ravna streha - delno izolirana		957	0,633	0,20
ravna streha - pohodna		674	0,623	0,20
tla na terenu		2244	0,181	0,35
tla na terenu - delno izolirana		384	0,189	0,35
Tla vkopane kleti		1394	0,170	0,35
stene vkopane kleti		821	0,450	0,35

PROZORNI ELEMENTI					
Oznaka elementa	Orientacija, naklon	Površina (m^2)	U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)	U_{\max} ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)	Faktor prehoda celotnega sončnega sevanja $g.F_s.F_c$
Okno termo 1,8 - s	S,90	214	1,830	1,3	0,12
Okno termo 1,8 - j	J,90	355	1,830	1,3	0,12
Okno termo 1,1 s	S,90	380	1,115	1,3	0,09
Okno termo 1,1 j	J,90	208	1,115	1,3	0,09
Vrata	J,90	14	1,600	1,6	0

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

Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe	Izračunan	Največji dovoljeni
	$H'T = 0,552 \text{ W/m}^2\text{K}$	$H'T_{\text{max}} = 0,424 \text{ W/m}^2\text{K}$
Letna potrebna primarna energija	$Q_p = 1136935 \text{ kWh}$	$Q_{p\text{max}} = 921328 \text{ kWh}$
Letna raba toplote za ogrevanje	$Q_{NH} = 616907 \text{ kWh}$	$Q_{NH\text{max}} = 259523 \text{ kWh}$
Letni potrebni hlad za hlajenje	$Q_{NC} = 836 \text{ kWh}$	$Q_{NC\text{max}} = 0 \text{ kWh}$
Letno potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	Izračunana	Največja dovoljena
1 - stanovanjske stavbe		
2 - nestanovanjske stavbe	$Q_{NH}/a_u = 122,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$(Q_{NH}/a_u)_{\text{max}} = - \text{ kWh/m}^2\text{a}$
	$Q_{NH}/V_e = 20,2 \text{ kWh/m}^3\text{a}$	$(Q_{NH}/V_e)_{\text{max}} = 8,5 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

Zagotavljanje obnovljivih virov energije		
	Doseženo (%)	Izpolnjeno (DA/NE)
Osnovni pogoji		
najmanj 25 odstotkov celotne končne energije je zagotovljeno z uporabo obnovljivih virov	Skupaj: 0	NE
Izjeme, ki nadomeščajo osnovni pogoji		
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 energetske 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)	$Q_p/V_e = 37,1 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

Kazalniki letne rabe primarne energije za delovanje sistemov	
Letni izpusti CO ₂	302406 kg
Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine stavbe (1- stanovanjska stavba)	
Letni izpusti CO ₂ na enoto kondicionirane prostornine stavbe (2 - nestanovanjska stavba)	9,9 kg/m ³ a

ELABORAT GRADBENE FIZIKE ZA PODROČJE UČINKOVITE RABE ENERGIJE V STAVBAH

izdelan za stavbo

OŠ Poljane

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, 30.11. 2016

PODATKI O PROJEKTU

Projekt: OŠ Poljane

Stavba	OŠ Poljane
Investitor Naziv oz. fizična oseba, naslov	MO Ljubljana
Lokacija stavbe (kraj, naselje, ulica)	1000 Ljubljana , Zemljemerska ulica 7
Katastrska(e) občina(e)	POLJANSKO PREDMESTJE
Parcelna(e) številka(e)	371/6
Koordinate lokacije stavbe (Y, X)	Y: 463008 X: 100445
Namembnost: (stanovanjska, poslovna, ...)	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo
Etažnost:	3

Naziv: cona

Vrsta: 1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo

Bruto ogrevana prostornina	30611 m ³		
Neto ogrevana prostornina	24488 m ³		
Neto uporabna površina	5044 m ²		
Faktor oblike f _o (za stavbo)	0,44 m ⁻¹		
Razmerje med površino oken in površino toplotnega ovoja z (za stavbo)	0,087		
Povprečna letna temperatura T _L	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	8 W/m ²	poleti	4 W/m ²
Način gradnje	Srednjetežka gradnja (ro zunanjega zidu >= 600 kg/m ²)		1634,26 MJ/K
Vlažnost zraka	65 %		
Prezračevanje	Naravno		

Izmenjava zraka	pozimi	0,5 h ⁻¹	poleti	0,5 h ⁻¹
Prezračevanje zraka	pozimi	12244 m ³ /h	poleti	12244 m ³ /h
Število izmenjav pri 50 Pa				
Lega		Mesto		
Zavetrovanost fasad		Vetru izpostavljenih več fasad		
Izkoristek vračanja toplote				

SPISEK KONSTRUKCIJ

Projekt: OŠ Poljane

Cona	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo	Tip konstrukcije	Ravna streha
Naziv konstrukcije	ravna streha - sanirana	Difuzija vodne pare	Ustreza
Toplotna prehodnost	0,13 W/m ² K		
	Ustreza		

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m ³]
Apnena malta	1,5	0,81	1600
Betoni s kam. agregati (1800)	12	0,93	1800
Styropor	30	0,041	25
Bitumen	1	0,17	1100

Cona	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo	Tip konstrukcije	Zunanja stena
Naziv konstrukcije	zs A - s	Difuzija vodne pare	Ustreza
Toplotna prehodnost	0,674 W/m ² K		
	Ne ustreza		

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m ³]
Apnena malta	2,5	0,81	1600
Modularna opeka (1400)	20	0,61	1400
Styropor	3	0,041	25
Porolit	10	0,52	1200
Apnena malta	2,5	0,81	1600

Cona	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo	Tip konstrukcije	Zunanja stena
Naziv konstrukcije	zs A - j	Difuzija vodne pare	Ustreza
Toplotna prehodnost	0,674 W/m ² K		
	Ne ustreza		

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m ³]
----------------------	-----------	----------------------------	---------------------------------

Apnena malta	2,5	0,81	1600
Modularna opeka (1400)	20	0,61	1400
Styropor	3	0,041	25
Porolit	10	0,52	1200
Apnena malta	2,5	0,81	1600

Cona	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo	Tip konstrukcije	Zunanja stena
Naziv konstrukcije	zs B - j	Difuzija vodne pare	Ustreza
Toplotna prehodnost	0,618 W/m ² K		
	Ne ustreza		

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m ³]
Apnena malta	2,5	0,81	1600
Modularna opeka (1400)	40	0,61	1400
Styropor	3	0,041	25
Apnena malta	2,5	0,81	1600

Cona	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo	Tip konstrukcije	Zunanja stena
Naziv konstrukcije	zs B - s	Difuzija vodne pare	Ustreza
Toplotna prehodnost	0,618 W/m ² K		
	Ne ustreza		

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m ³]
Apnena malta	2,5	0,81	1600
Modularna opeka (1400)	40	0,61	1400
Styropor	3	0,041	25
Apnena malta	2,5	0,81	1600

Cona	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo	Tip konstrukcije	Ravna streha
Naziv konstrukcije	ravna streha - pločevina	Difuzija vodne pare	Ustreza
Toplotna prehodnost	0,331 W/m ² K		
	Ne ustreza		

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m ³]
Apnena malta	1,5	0,81	1600
Les-smreka, bor	2,5	0,14	550
Paroprepustna folija	0,01	0,19	459
kamena volna TERMOTOP	10	0,04	155
Paroprepustna folija	0,01	0,19	459
Les-smreka, bor	2,5	0,14	550
Jeklena pločevina	0,2	58,5	7800

Cona	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo	Tip konstrukcije	Ravna streha
Naziv konstrukcije	ravna streha - delno izolirana	Difuzija vodne pare	
Toplotna prehodnost	0,633 W/m ² K		

Ne ustreza		Ustreza	
Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m ³]
Apnena malta	1,5	0,81	1600
Betoni s kam. agregati (1800)	10	0,93	1800
Styropor	5	0,041	25
Bitumen	1	0,17	1100
Pesek in drobni gramoz	5	1,4	1750

Cona	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo		
Naziv konstrukcije	ravna streha - pohodna	Tip konstrukcije	Ravna streha
Toplotna prehodnost	0,623 W/m ² K	Difuzija vodne pare	
	Ne ustreza		Ustreza

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m ³]
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
Pesek in drobni gramoz	2	1,4	1750
Betonski elementi (2400)	5	2,04	2400

Cona	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo		
Naziv konstrukcije	tla na terenu	Tip konstrukcije	Tla na terenu
Toplotna prehodnost	0,181 W/m ² K	Difuzija vodne pare	
	Ustreza		

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m ³]
Keramične ploščice	2	0,87	1700
Cementni estrih	5	1,4	2200
kamena volna TERMOTOP	5	0,04	155
Bitumen	1	0,17	1100
Betoni s kam. agregati (1800)	10	0,93	1800

Cona	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo		
Naziv konstrukcije	tla na terenu - delno izolirana	Tip konstrukcije	Tla na terenu
Toplotna prehodnost	0,189 W/m ² K	Difuzija vodne pare	
	Ustreza		

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m ³]
Keramične ploščice	2	0,87	1700
Cementni estrih	5	1,4	2200
PVC folija, mehka	0,03	0,19	1200
kamena volna TERMOTOP	5	0,04	155
Bitumen	1	0,17	1100
Betoni s kam. agregati (1800)	10	0,93	1800

Cona	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo		
Naziv konstrukcije	Tla vkopane kleti	Tip konstrukcije	Tla v vkopani kleti
Toplotna prehodnost	0,17 W/m ² K Ustreza	Difuzija vodne pare	

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m ³]
Keramične ploščice	2	0,87	1700
Cementni estrih	5	1,4	2200
PVC folija, mehka	0,03	0,19	1200
kamena volna TERMOTOP	5	0,04	155
Bitumen	1	0,17	1100
Betoni s kam. agregati (1800)	10	0,93	1800

Cona	1263001 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo		
Naziv konstrukcije	stene vkopane kleti	Tip konstrukcije	Stene vkopane kleti
Toplotna prehodnost	0,45 W/m ² K Ne ustreza	Difuzija vodne pare	

Sloji v konstrukciji	d [cm]	topl. prevodnost [W/mK]	gostota [kg/m ³]
Apnena malta	2,5	0,81	1600
Betonski votlaki	40	0,74	1600
Cementna malta	2,5	1,4	2100
Bitumen	1	0,17	1100

IZPIS ANALIZE KONSTRUKCIJ

Projekt: OŠ Poljane

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

Konstrukcije na ovoju stavbe

Naziv	Tip	A (m ²)	As (m ²)	U (W/m ² K)	Difuzija v. pare	b	Smer	Naklon	g	g.Fs.Fc	Ht (W/K)
zs A - s	Zunanja stena	1203		0,67	Ustreza	1					810,86
zs A - j	Zunanja stena	1191		0,67	Ustreza	1					802,77
zs B - j	Zunanja stena	634		0,62	Ustreza	1					391,56
zs B - s	Zunanja stena	442		0,62	Ustreza	1					272,98
ravna streha - sanirana	Ravna streha	1278		0,13	Ustreza	1					166,77
ravna streha - pločevina	Ravna streha	1114		0,33	Ustreza	1					369,23
ravna streha - delno izolirana	Ravna streha	957		0,63	Ustreza	1					605,66
ravna streha - pohodna	Ravna streha	674		0,62	Ustreza	1					420,02
tla na terenu	Tla na terenu	2244		0,18		1					405,92
tla na terenu - delno izolirana	Tla na terenu	384		0,19		1					72,64
Tla vkopane kleti	Tla v vkopani kleti	1394		0,17		1					237,66
stene vkopane kleti	Stene vkopane kleti	821		0,45		1					369,54
Okno termo 1,8 - s	Okno leseno u=1,8 g=0,7	214	115,56	1,83		1	S	90	0,6	0,14	391,62
Okno termo 1,8 - j	Okno leseno u=1,8 g=0,7	355	190,1	1,83		1	J	90	0,6	0,14	649,65
Okno termo 1,1 s	Okno enojno plastično termo	380	160,06	1,12		1	S	90	0,47	0,11	423,7
Okno termo 1,1 j	Jeloplast ideal 5000	208	80,5	1,12		1	J	90	0,43	0,1	231,92
Vrata	VV Futura	14	0	1,6		1	J	90	0	0,13	22,4

Notranje konstrukcije

Naziv	Tip	U (W/m ² K)	Ustreznost

Toplotni mostovi

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



LETNA POTREBNA TOPLOTA ZA OGREVANJE STAVBE

Projekt: OŠ Poljane

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	116482	95189	77655	59046	16103				2684	55468	85885	110935	619447
Prezrač. izgube	65042	53153	43361	32971	8992				1499	30972	47957	61945	345892
Dobitki not. virov	30022	27117	30022	29053	14527				2905	30022	29053	30022	222743
Dobitki sončnega sevanja	13948	19333	24996	27398	13603				2599	19770	11820	10294	143761
Učinkovitost dobitkov	1,00	0,99	0,97	0,93	0,74				0,67	0,94	0,99	1,00	
Toplota za gretje (Q_{NH})	137706	102281	67534	39334	4159				483	39441	93283	132686	616907

LETNI POTREBNI HLAD ZA HLAJENJE STAVBE

Projekt: OŠ Poljane

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					34354	42943	33281	38827	53141				202546
Prezrač. izgube					19183	23979	18583	21681	29674				113099
Dobitki not. virov					7748	14527	15011	15011	13074				65370
Dobitki sončnega sevanja					2902	5633	5784	5825	4678				24822
Učinkovitost dobitkov					0,20	0,30	0,39	0,34	0,21				
Hlad za hlajenje (Q_{NC})					18	148	391	239	40				836

ENERGIJSKA UČINKOVITOST STAVBE

Projekt: OŠ Poljane

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	177063	130886	86304	50312	5394	0	0	0	733	50718	119778	170112	791300
Qf,w - dovedena toplota za toplo vodo	kWh/m	1690	1527	1690	1636	1690	1850	1912	1912	1628	1690	1636	1690	20554
Qf - toplota in hlad za delovanje stavbe	kWh/m	178753	132412	87995	51948	7084	1850	1912	1912	2361	52409	121414	171802	811854
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	3015	2264	1558	968	242	151	156	156	161	975	2088	2911	14644
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													50440
Wf - potrebna električna energija za delovanje stavbe	kWh/m	3015	2264	1558	968	242	151	156	156	161	975	2088	2911	65084

KAZALNIKI ENERGIJSKE UČINKOVITOSTI STAVBE			Ustreznost
H't - koeficient specifičnih transmisijskih izgub	W/m²K	0,552	NE
H't dovoljeno	W/m²K	0,424	
QNH - potrebna toplota za ogrevanje stavbe	kWh/a	616907	
QNH/Ve	kWh/m³a	20,2	NE
QNH/Ve dovoljeno	kWh/m³a	8,5	
Qf - toplota in hlad za delovanje stavbe	kWh/a	811854	



Wf - potrebna električna energija za delovanje stavbe	kWh/a	65084	
Qp - potrebna primarna energija za delovanje stavbe	kWh/a	1136935	
Qp/Au	kWh/m ² a	225,4	NE
Qp/Au dovoljeno	kWh/m ² a	182,7	
f _{OVE} - delež obnovljivih virov energije	%	0	NE
letni izpust CO ₂	kg/a	302406	

Ogrevana površina	5044	m ²
Hlajena površina	0	m ²
Notranji dobitki pozimi	8	W/m ²
Specifična moč svetilk	5	W/m ²

TABELARIČNI IZPIS ENERGIJSKIH LASTNOSTI STAVBE

Projekt: OŠ Poljane

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	348432		315645		
L2	Prehod toplote	965339		315645		
L3	Potrebna energija	616907		0		18250

Toplotne izgube sistema in pomožna energija [kWh/a]

		C1	C2	C3	C4	C5
		Ogrevanje	Hlajenje	Topla voda	Prezračevanje	Razsvetljava
L4	Električna energija	12809	0	1835	0	50440
L5	Toplotne izgube	719532	0	2108		
L6	Vrnjene toplotne izgube	544102	0	1038		
L7	V razvodni sistem oddana toplota	788598	0	20554		

Proizvedena energija [kWh/a]

	Vrsta generatorja	Daljinsko ogrevanje			
	Sistem oskrbe	Ogrevanje + topla voda			
L8	Oddaja toplote	809151			
L9	Pomožna energija	0			
L10	Toplotne izgube gen.	2702			
L11	Vrnjena toplota	0			
L12	Vnesena energija	811854			
L13	Proizvodnja elektrike	0			
L14	Energent	Daljinsko ogrevanje			

Kazalniki - primarna energija

		C1	C2	C3	C4	C5	C6
		dovedena energija					
		Daljinsko ogrevanje	Električna energija	skupaj			
1	Dovedena energija	811854	65084				
2	Faktor pretvorbe	1,2	2,5				
3	Primarna energija	974224	162710	1136935			

Kazalniki - emisije CO₂

		C1	C2	C3	C4	C5	C6
		dovedena energija					
		Daljinsko ogrevanje	Električna energija	skupaj			
1	Dovedena energija	811854	65084				
2	Specifične emisije	0,33	0,53				
3	Emisije CO ₂ (kg)	267912	34495	302406			

Celotna raba energije in emisije CO₂

Toplotne potrebe stavbe (brez sistemov)	Lastnosti sistemov (toplotne izgube, vračljiva toplota)	Dovedena energija (vsebovana v energentih)	Energijski kazalniki (z upoštevanjem utežnih faktorjev)
Ogrevanje: 616907 Topla voda: 18250 Hlajenje: 836	Toplota: 721640 Hlad: 0 Elektrika: 14644 Pomožna toplota: - Pomožen hlad: - Razsvetljava: 50440 Prezračevanje: 0	Elektrika: 65084 Daljinsko ogrevanje: 811854	Primarna energija: 1136935 Emisije CO ₂ : 302406
		Oddana energija (vsebovana v energentih)	Primarna e.: 0 Emisije CO ₂ : 0
		Elektrika: 0 Toplota: 0	
		Energija proizvedena iz obnovljivih virov energije	
		Elektrika: 0 Toplota: 0	