

RAZŠIRJENI ENERGETSKI PREGLED

Osnovna šola Oskarja Kovačiča

Ob dolenski železnici 48, 1000 Ljubljana

Naročnik:
Mestna občina Ljubljana, Mestni trg 1, 1000 Ljubljana

Izdelovalec:
IRI UL, Kongresni trg 12, 1000 Ljubljana

Št. projekta: MOL01-2016

Datum izdelave: November 2016

PROJEKT št. MOL01-2016

Naziv projekta: Razširjen energetski pregled – Osnovna šola Oskarja Kovačiča

Faza projekta: končno poročilo

Naročnik:



Mestna občina Ljubljana
Mestni trg 1, 1000 Ljubljana

Odgovorna oseba naročnika: Zoran Jankovič, župan

Kontaktna oseba naročnika: Petra Šeme

Izdelovalec: IRI UL, Kongresni trg 12, 1000 Ljubljana

Odgovorna oseba izdelovalca: prof. dr. Slavko Dolinšek

Datum izdelave: November 2016

Vodja projekta: prof. dr. Slavko Dolinšek

Sodelavci na projektu: Andreja Burkeljca dis, mag. Jure Vetršek, Branko Hrast udis (Tehnično projektiranje Branko Hrast), Erik Fedran udie (TELFEX), Igor Drobež udig (e-DOM)

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
0.4	Energetski kazalniki pred in po izvedbi ukrepov.....	10
0.4.1	Energetski kazalniki pred izvedbo ukrepov	10
0.4.2	Energetski kazalniki po izvedbi ukrepov	11
0.5	Napotki za izvedbo ukrepov.....	12
0.5.1	Organizacijski ukrepi.....	12
0.5.2	Investicijski ukrepi	13
0.6	Možni viri financiranja	14
1	Namen in cilji energetskega pregleda	15
2	Uvod	17
2.1	Opis dejavnosti v stavbi	17
2.2	Razporeditev stavb in osnovni gradbeni in tehnični podatki	17
2.2.1	Prostorska razporeditev stavb z označeno namembnosti stavb	17
2.2.2	Relevantni pogoji za izvedbo investicijskih ukrepov.....	18
2.2.3	Osnovni gradbeni in tehnični podatki o stavbi	18
2.3	Klimatski podatki za lokacijo stavbe.....	19
2.3.1	Temperaturni primanjkljaj za lokacijo	19
2.3.2	Povprečna mesečna temperatura zunanega zraka za lokacijo	19
2.4	Skupna poraba energije in stroški	20
2.4.1	Poraba energentov v letu 2015	21
2.4.2	Povprečna poraba energentov v referenčnem obdobju 2013 - 2015	21
2.5	Stanje toplotnega ugodja v stavbi.....	22
3	Shema upravljanja s stavbo	23
3.1	Razmerje med naročnikom energetskega pregleda, lastnikom stavbe, uporabnikom, najemnikom in upravnikom stavbe	23
3.2	Shema denarnih tokov na področju obratovalnih stroškov	23
3.3	Shema denarnih tokov in procesa odločanja na področju investiranja v URE.....	23
3.4	Potek nadzora nad rabo energije in stroški	23
3.5	Motivacija za URE pri vseh udeleženihih akterjih	23
3.6	Raven promoviranja URE	23
4	Oskrba in raba energije.....	24
4.1	Električna energija	24
4.1.1	Poraba električne energije	24
4.1.2	Cena električne energije.....	25
4.2	Toplotna energija.....	26
4.2.1	Poraba toplotne energije.....	26
4.2.2	Analiza rabe toplote za ogrevanje	29
4.2.3	Cena toplotne energije	30
4.3	Voda	31
4.3.1	Poraba vode	31
4.3.2	Cena vode.....	33
4.4	Zanesljivost oskrbe glede energetskih virov.....	34
4.5	Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme.....	34
5	Pregled naprav za pretvorbo energije.....	35

5.1	Ogrevalni sistem	35
5.2	Sistem za oskrbo s toplo vodo.....	36
5.3	Sistem za oskrbo s hladno vodo	37
5.4	Elektroenergetski sistem in porabniki	38
i.	Meritve porabe električne energije.....	38
6	Pregled rabe končne energije	40
6.1	Ovoj stavbe.....	40
6.2	Električni aparati.....	43
6.2.1	Manjši elektro porabniki.....	43
6.2.2	Kompaktne hladilne enote.....	43
6.2.3	Kuhinja	43
6.3	Razsvetljava	43
6.4	Priprava tople vode	44
6.5	Prezračevanje in klimatizacija	45
6.6	Razdelitev porabe energije	45
7	Oskrba z energijo.....	46
7.1	Revizija pogodb o dobavi energije	46
7.2	Električna energija	46
7.3	Ogrevanje	46
7.4	Voda	46
8	Analiza energetskih tokov v stavbi	47
8.1	Potrebna toplota za ogrevanje stavbe – obstoječe stanje	47
8.1.1	Transmisijske izgube.....	49
8.1.2	Izgube zaradi prezračevanja	49
8.1.3	Toplotni dobitki	50
9	Ocena energetsko varčevalnih potencialov	51
9.1	Ovoj stavbe.....	51
9.1.1	Ukrepi	51
9.1.2	Transmisijske izgube – stanje po izvedbi ukrepov	51
9.2	Prezračevalni sistem	51
9.3	Toplota za ogrevanje.....	51
9.3.1	Ukrepi	52
9.4	Pregled rabe električne energije	52
9.4.1	Ukrepi.....	52
9.5	Voda	52
10	Organizacijski ukrepi.....	53
10.1	Uvajanje in vzdrževanje ravnanja z energijo (t.i. Energy Management)	54
10.2	Ozaveščanje, informiranje in izobraževanje	55
10.3	Vzdrževanje	56
11	Ocena izvedljivosti investicijskih ukrepov	58
11.1	Potrebna investicijska sredstva, možni prihranki energije in čas vračila.....	58
12	Viri in literatura	60

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Povprečna raba in stroški energentov in hladne vode	7
Preglednica 2: Zbirna tabela organizacijskih ukrepov.	8
Preglednica 3: Zbirna tabela vseh investicijskih ukrepov.	9
Preglednica 4: Zbirna tabela ukrepov za primer scenarija energetske prenove z upoštevanjem PURES in enostavne vračilne dobe posameznega ukrepa do 15 let	9
Preglednica 5: Pregled porabe in stroškov energije ter vode za zadnja tri leta:	20
Preglednica 6: Mesečna poraba in stroški za električno energijo	26
Preglednica 7: Temperaturni primanjkljaj po letih	27
Preglednica 8: Mesečna poraba in stroški za toploto za ogrevanje	31
Preglednica 9: Mesečna poraba in stroški za vodo	33
Preglednica 10: Sestava sten'	40
Preglednica 11: Neprozorni elementi ovoja stavbe	41
Preglednica 12: U_{max} za gradbene konstrukcije	42
Preglednica 13: Prozorni elementi ovoja stavbe	42
Preglednica 14: Povprečna raba in stroški energentov in hladne vode	45
Preglednica 15: Prikaz rezultatov izračuna potrebne toplote za ogrevanje	48
Preglednica 16: Prikaz potrebne energije za ogrevanje stavbe	48
Preglednica 17: Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje neprozorne površine	49
Preglednica 18: Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje prozorne površine	49
Preglednica 19: Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine pred in po sanaciji	51
Preglednica 15: Ozaveščanje, informiranje in izobraževanje	55
Preglednica 16: Vzdrževanje	56
Preglednica 2: Zbirna tabela organizacijskih ukrepov.	58
Preglednica 3: Zbirna tabela vseh investicijskih ukrepov.	59
Preglednica 4: Zbirna tabela ukrepov za primer scenarija energetske prenove z upoštevanjem PURES in enostavne vračilne dobe posameznega ukrepa do 15 let	59
Preglednica 26: Površine neprosojnih delov ovoja stavbe	64
Preglednica 26: Površine neprosojnih delov ovoja stavbe	65
Preglednica 26: Površine neprosojnih delov ovoja stavbe	71
Preglednica 26: Površine neprosojnih delov ovoja stavbe	71

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Povprečni triletni delež porabe (levo) in stroškov (desno)	7
Grafikon 2: Poraba energentov za leto 2015	21
Grafikon 3: Povprečna triletna raba energentov	21
Grafikon 4: Letna raba in stroški električne energije	24
Grafikon 5: Mesečna raba električne energije za tri leta	25
Grafikon 6: Stroških električne energije po mesecih	25
Grafikon 7: Efektivna cena električne energije	26
Grafikon 8: Letna poraba in stroški za toploto za ogrevanje	27
Grafikon 9: Normirana letna poraba toplote za ogrevanje	27
Grafikon 10: Kumulativna letna raba toplote za ogrevanje	28
Grafikon 11: Mesečna raba toplote za ogrevanje za tri leta	28
Grafikon 12: Temperaturni primanjkljaj in raba toplote v obdobju 2013 do 2015	29

Grafikon 13: Korelacija med rabo toplote in potrebami po ogrevanju v obdobju porabe zemeljskega plina.....	29
Grafikon 14: Povprečna mesečna temperatura in potreba po ogrevanju.....	30
Grafikon 15: Mesečni strošek toplote za ogrevanje za tri leta.....	30
Grafikon 16: Efektivna cena toplote.....	31
Grafikon 17: Letna poraba in stroški pitne vode.....	32
Grafikon 18: Poraba vode po mesecih.....	32
Grafikon 19: Stroški vode po mesecih.....	33
Grafikon 20: Efektivna cena vodarine in kanalščine.....	34
Grafikon 21: Delovna 15 minutna moč za obdobje meseca januarja 2016.....	38
Grafikon 22: Delovna 15 minutna moč za obdobje enega dne v mesecu januarju.....	38
Grafikon 23: Delavna 15 minutna moč za obdobje meseca junija 2016.....	39
Grafikon 24: Povprečni triletni delež porabe (levo) in stroškov (desno).....	45
Grafikon 24: Primerjava izračunane in dejanske mesečne potrebne toplote za ogrevanje.....	48

KAZALO SLIK

Slika 1: Poraba toplotne energije pred predlaganimi ukrepi.....	10
Slika 2: Dovedena energija za delovanje stavbe pred predlaganimi ukrepi.....	10
Slika 3: Emisije CO ₂ pred predlaganimi ukrepi.....	10
Slika 4: Poraba toplotne energije po izvedbi predlaganih ukrepov.....	11
Slika 5: Dovedena energija za delovanje stavbe po izvedbi predlaganih ukrepov.....	11
Slika 6: Emisije CO ₂ po izvedbi predlaganih ukrepov.....	11
Slika 7: Postopek izvedbe posameznih ukrepov.....	14
Slika 8: Potek doseganja učinkovitejše rabe energije.....	15
Slika 9: Orto foto posnetki stavbe.....	18
Slika 10: Temperaturni primanjkljaj.....	19
Slika 11: Povprečna mesečna temperatura zunanjega zraka.....	20
Slika 12: Kotli.....	35
Slika 13: Posnetek gorilnika na zemeljski plin.....	36
Slika 14: Ploščati radiator.....	36
Slika 15: Posnetek bojlerja prostornine 2000 litrov (desno) in napisna tablica (levo).....	37
Slika 16: Posnetek sanitarij.....	37
Slika 17: Fasada objekta.....	41
Slika 18: Kuhinja.....	43
Slika 19: Razsvetljava v eni od učilnic.....	44
Slika 20: Radiatorji brez termostatskega ventila.....	44
Slika 21: Shema identifikacije rabe energije v procesu izvedbe sistema upravljanja z energijo.....	55

PRILOGE

Priloga 1: Osnovni podatki o stavbi
Priloga 2: Pregled možnih ukrepov zmanjšanja stroškov za energijo
Priloga 2.1: Organizacijski ukrepi
Priloga 2.2: Investicijski ukrepi
Priloga 3: Grobi opis sklopov sanacije zunanjega ovoja
Priloga 4: Gradbena fizika

0 POVZETEK ZA POSLOVNO DOLOČANJE

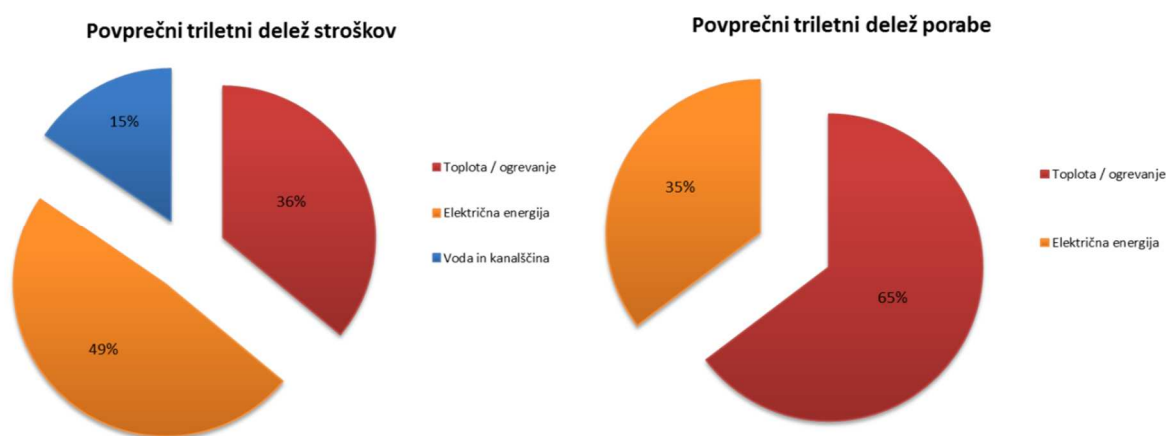
0.1 Pomen oskrbe z energijo

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

0.2 Struktura porabe in stroškov za energijo in vodo

Struktura rabe energije in stroškov za obdobje zadnjih treh let je prikazana na spodnjih grafikonih.

Vsi stroški v tem energetskem pregledu se zaradi lažje primerjave med leti navajajo brez davka na dodano vrednost (DDV), ker se je njegova stopnja julija 2013 zvišala.



Grafikon 1: Povprečni triletni delež porabe (levo) in stroškov (desno)

Preglednica 1: Povprečna raba in stroški energentov in hladne vode

Povprečje 2013 - 2015	Poraba energentov [kWh/leto]	Stroški energenta [EUR/leto]	Emisije CO ₂ [t/leto]	Primarna energija (kWh/m ² leto)	Energijsko število [kWh/m ² leto]
Toplotna energija	490.816,04	21.241,89	98,16	211,56	192,33
Električna energija	264.183,07	28.262,85	129,45	258,80	103,52
Skupaj:	754.999,11	49.504,75	227,61	470,36	295,85
	Poraba [m ³ /leto]		Stroški [EUR/leto]		
Hladna voda	5.085		8.937,97		
Skupaj stroški 2013 - 2015 [EUR/leto]:					58.442,72

Na podlagi podatkov o rabi energije in stroškov, ki smo jih pridobili iz energetskega knjigovodstva MOL smo ugotovili, da stavba za delovanje porabi okoli 65 % toplotne energije za ogrevanje prostorov in pripravo tople sanitarne vode ter 35 % električne energije za razsvetljavo in ostalo rabo električnih naprav. Večina sredstev za

obratovanje se porabi za električno energijo, in sicer 49 %. Preostali del se porabi v naslednjih deležih: 36 % za toplotno energijo ter 15 % za oskrbo s hladno vodo iz vodovodnega omrežja in za komunalne storitve.

0.3 Možni prihranki in potrebna vlaganja

Z izrazom »celovita energetska prenova« označujemo usklajeno izvedbo ukrepov URE na ovoju stavbe (npr. fasada, streha, tla) in na stavbnih tehničnih sistemih (npr. ogrevanje, prezračevanje, klimatizacija, priprava tople vode) na način, da se, kolikor je to tehnično mogoče, izkoristi ves ekonomsko upravičen potencial za energetske prenovi. Glavna prednost celovitega pristopa je možnost medsebojne optimizacije posameznih ukrepov v eni sami obsežnejši operaciji.

Poročilo REP vsebuje več scenarijev, ki izhajajo iz finančnih, organizacijskih in strateških zmožnosti in usmeritev investitorja.

V REP so obravnavani trije scenariji, in sicer:

- Izvedba organizacijskih ukrepov
- Izvedba vseh ukrepov za energetske prenovi
- Izvedba celovite energetske prenovi z upoštevanjem zahteve ministrstva za infrastrukturo (stavba mora po izvedenih ukrepih izpolnjevati zahteve PURES o energetske učinkovitosti) ter ukrepov z enostavno vračilno dobo do 15 let

Preglednica 2: Zbirna tabela organizacijskih ukrepov.

Št.	Opis	Potencialni letni prihranek do:				Investicija	Enostavna vračilna doba	Prioriteta	Prihranek CO ₂
		Toplota	Elektrika	Voda	Letni prihranek				
		MWh/a	MWh/a	m ³ /a	€/a	€	let	/	t/a
A	ORGANIZACIJSKI UKREPI								
1.	- 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 - Šolanje uporabnikov in tehničnega osebja, vzpostavitev sistema preventivnega vzdrževanja in servisiranja	24,2	17,6		2.930	3.000	1	I	13
2.	Osnovni sistem avtomatike in sistem za aktivno ravnanje z energijo	12,1	8,8		1.470	10.000	6,8	I	7
	SKUPAJ	36,3	26,4		4.400	13.000	2,9		20

Preglednica 3: Zbirna tabela vseh investicijskih ukrepov.

Št.	Opis	Potencialni letni prihranek do:				Investicija	Enostavna vračilna doba	Prioriteta	Prihranek CO ₂
		Toplota	Elektrika	Voda	Letni prihranek				
		MWh/a	MWh/a	m ³ /a	€/a	€	let	/	t/a
B	INVESTICIJSKI UKREPI								
2.	Toplotna izolacija stropa AB in B1	11,5			500	120.000	241,9	I	2
3.	Toplotna izolacija stropa prehod	0,6			30	2.000	72,9	I	0
4.	Tesnjenje stavbnega pohištva	20,8			900	12.000	13,3	II	4
5.	Vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje	25,4	0,3		1.100	6.400	5,6	II	5
6.	Prenova toplotne postaje	14,4			625	30.000	48	II	3
7.	Sanacija kotlovnice	28,6			1.235	80.000	64,7	II	6
8.	Sanacija razsvetljave	0	4,8		515	3.500	6,8	I	2
	SKUPAJ	101,3	5,2		4.905	253.900	51,8		22

Preglednica 4: Zbirna tabela ukrepov za primer scenarija energetske prenove z upoštevanjem PURES in enostavne vračilne dobe posameznega ukrepa do 15 let

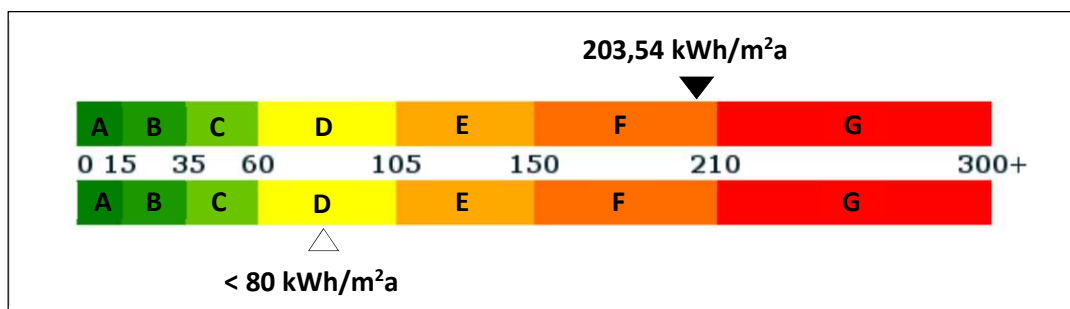
Št.	Opis	Potencialni letni prihranek do:				Investicija	Enostavna vračilna doba	Prioriteta	Prihranek CO ₂
		Toplota	Elektrika	Voda	Letni prihranek				
		MWh/a	MWh/a	m ³ /a	€/a	€	let	/	t/a
A	ORGANIZACIJSKI UKREPI								
1.	- Poskrbeti za redno izklapljanje razsvetljave, aparatov in opreme, kadar niso 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 - Šolanje uporabnikov in tehničnega osebja, vzpostavitev sistema preventivnega vzdrževanja in servisiranja	24,2	17,6		2.930	3.000	1	I	13
2.	Osnovni sistem avtomatike in sistem za aktivno ravnanje z energijo	12,1	8,8		1.470	10.000	6,8	I	7
B	INVESTICIJSKI UKREPI								
2.	Toplotna izolacija stropa AB in B1	11,5			500	120.000	241,9	I	2
3.	Toplotna izolacija stropa prehod	0,6			30	2.000	72,9	I	0
4.	Tesnjenje stavbnega pohištva	20,8			900	12.000	13,3	II	4
5.	Vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje	25,4	0,3		1.100	6.400	5,6	II	5
7.	Sanacija razsvetljave	0	4,8		515	3.500	6,8	I	2
	SKUPAJ	94,6	31,5		7.445	156.900	21		33

0.4 Energetski kazalniki pred in po izvedbi ukrepov

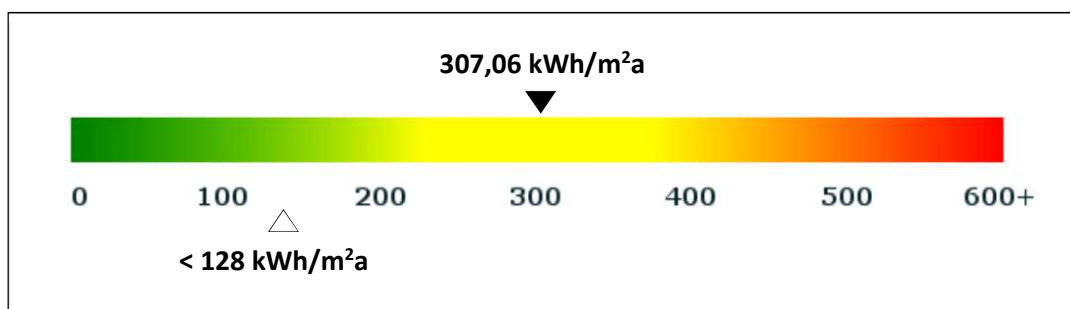
Javne stavbe morajo biti v skladu z Energetskim zakonom (EZ-1) in Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb opremljene z energetsko izkaznico, ki izkazuje razred v katerega se posamezna stavba uvršča.

0.4.1 Energetski kazalniki pred izvedbo ukrepov

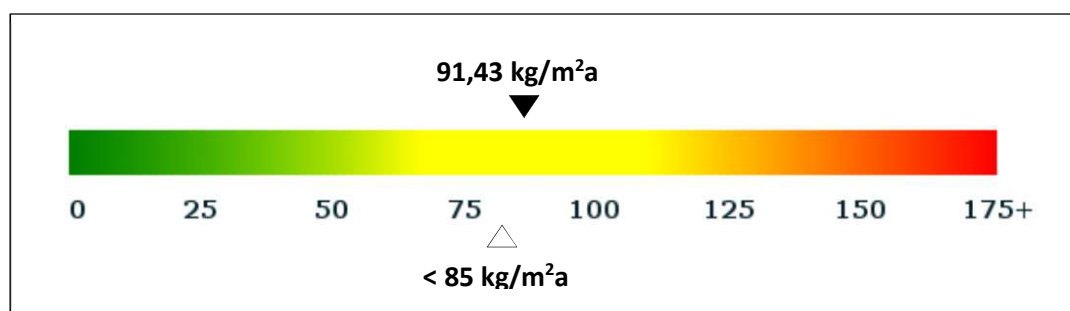
S črno puščico je označeno trenutno stanje stavbe, z belo pa priporočene vrednosti za javne objekte.



Slika 1: Poraba toplotne energije pred predlaganimi ukrepi



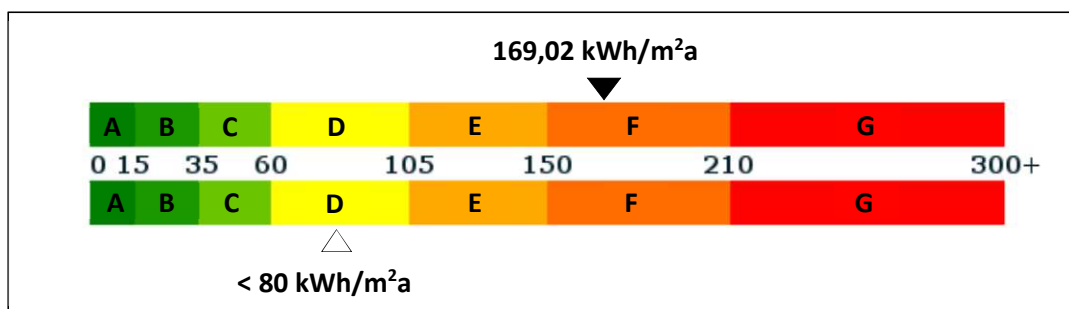
Slika 2: Dovedena energija za delovanje stavbe pred predlaganimi ukrepi



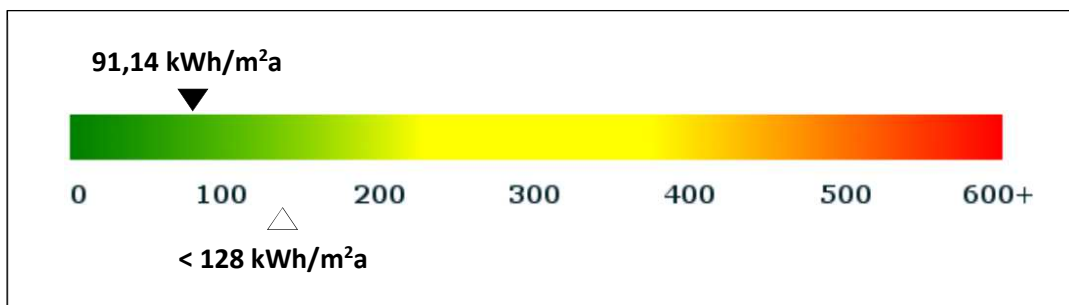
Slika 3: Emisije CO₂ pred predlaganimi ukrepi

0.4.2 Energetski kazalniki po izvedbi ukrepov

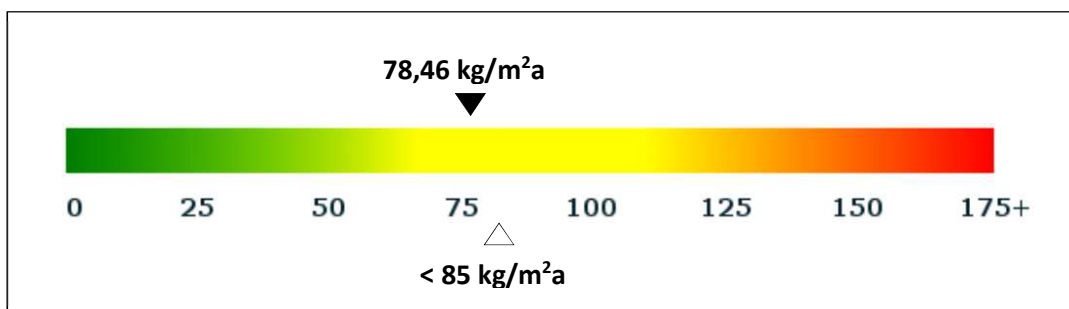
S črno puščico je označeno predvideno stanje stavbe po izvedenih predlaganih ukrepih, z belo pa priporočene vrednosti za javne objekte.



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 upravljavalec). V kolikor ustanova/organizacija ne razpolaga s takšno osebo, se lahko najame ustreznega zunanje izvajalca, ki bo zadolžen za doseganje energetske učinkovitosti stavbe. Ključnega pomena pri izvajanju energetskega vodenja je sodelovanje odgovornih oseb v ustanovi/organizaciji z energetskim upravljalcem.

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.

Učinki mehkih organizacijskih ukrepov po izkušnjah prinesejo med 5 % in 15 % znižanje rabe energije na letni ravni. Ocena investicije v uvajanje mehkih ukrepov, osnova je spremljanje rabe, za kar so potrebne meritve oz. spremljanje, je med 3 % in 5 % letnega stroška za energijo.

Organizacijski ukrepi so zanimivi za organizacijo predvsem zato, ker niso potrebna dodatna investicijska sredstva, ampak se na ta način koristijo notranje rezerve ustanove. Ob pravilni organiziranosti in motiviranosti dajejo lahko organizacijski ukrepi na področju energetike in ekologije velike prihranke. Tu so predstavljeni nekateri splošni organizacijski ukrepi, ki lahko privedejo do znižanja rabe energije z minimalnimi investicijami oz. brez investicij.

Ukrep 1 Vzpostavitev arhiva dokumentacije in porabe energije

Glede na izkušnje večina javnih in tudi zasebnih ustanov nima vzpostavljenega arhiva tehnične dokumentacije za stavbe ter vgrajenih sistemov ali dostopnih podatkov v javnih bazah. Ti podatki so nujni pri načrtovanju ukrepov ali analizah za potrebe priprave investicijske dokumentacije ali zgolj upravljanje z energijo in sistemi.

Vse javne ustanove bi morale po Energetskem zakonu vzpostaviti energetsko knjigovodstvo oz. vsaj zbiranje računov za energijo in vodo.

Ukrep 2 Predstavitev rezultatov energetskega pregleda

Rezultate pregleda je potrebno predstaviti predvsem s stališča seznanitve s problemi in opozoriti na kritična mesta, ugotovljena z energetskim pregledom.

Ukrep 3 Boljša povezava med tehnično-vzdrževalno službo in ostalimi službami

Za vsako napravo, ki se vgrajuje v zgradbo, bi bilo potrebno pridobiti soglasje tehničnih služb. Na ta način bo nova naprava primerljiva z ostalimi napravami, mora biti tehnično in tehnološko neoporečna, obstajati mora ustrezna dokumentacija in ustrezno arhiviranje.

Ukrep 4 Vzpostavitev plana preventivnega in investicijskega vzdrževanja

Z uvedbo plana preventivnega in investicijskega vzdrževanja je možno planirati stroške v naprej s čemer se izognemo ne planiranim izdatkom ter s takšnim planiranjem zagotovimo nemoteno delovanje naprav.

Ukrep 5 Dvig ekološke zavesti zaposlenih

Potrebno je seznaniti zaposlene z ukrepi in projekti, ki potekajo ter jih osvestiti na področju varčevanja z energijo.

Ukrep 6 Energetska politika – uvedba standarda

Energetska politika organizacije je krovni dokument, v katerem se organizacija (fakulteta) zaveže, da bo izpolnjevala vse zahteve standarda ISO 50001 definirane v točki 4.3, odstavki a do h.

Vodstvo organizacije se odloči, da uvaja energetsko politiko v skladu s standardom ISO 50001.

Vodstvo z vso organizacijsko strukturo se zaveže npr. sledeče:

V skladu s politiko odgovornosti do okolja in naravnosti k trajnostnemu razvoju, se organizacija zaveže k odgovornem ravnanju z energijo in doseganju višje energetske učinkovitosti v vseh svojih stavbah in dejavnostih, povsod kjer je to stroškovno upravičeno.

Aktivno sodelovanje pri trajnih energetskih izboljšavah.

0.5.2 Investicijski ukrepi

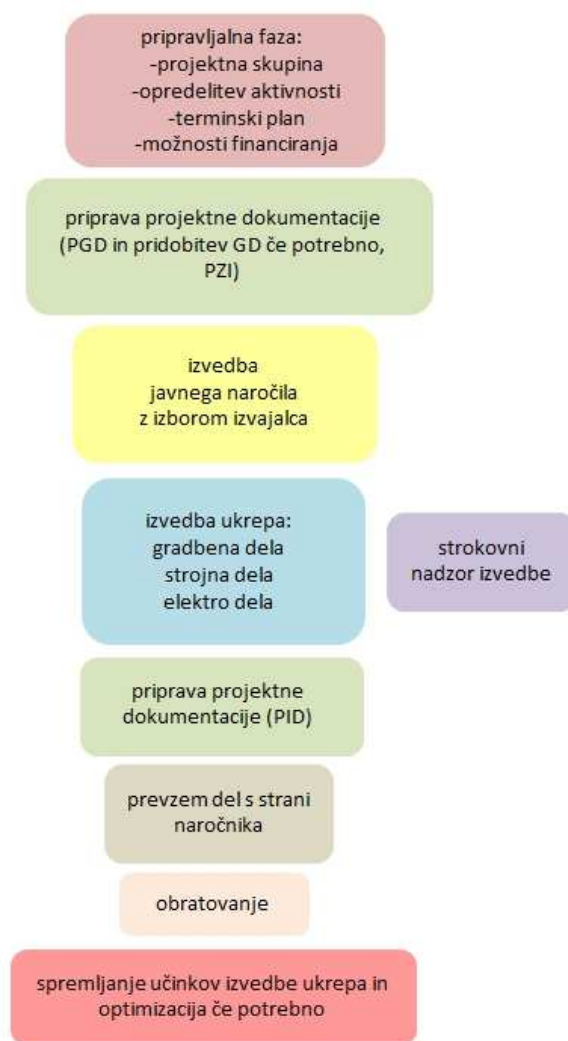
Investicijski ukrepi so običajno povezani z večjimi stroški. Glede na stroške potrebe za izvedbo investicijskih ukrepov, lahko le-te delimo na:

- ukrepe, ki se nanašajo na enostavnejša dela, ki jih lahko v sklopu rednih ali izrednih vzdrževalnih del opravi vzdrževalec sam (npr. zamenjava termostatskega ventila, zamenjava kotlička za splakovanje...),
- ukrepe, za katere ni potrebno izdelati dodatne dokumentacije (npr. projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja, projekt za izvedbo del,...) - naročilo se lahko odda na podlagi popisa del v energetskem pregledu,
- ukrepe, za katere je predhodno potrebno izdelati projektno dokumentacijo, na podlagi katere se izvede ukrep.

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

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

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



Slika 7: Postopek izvedbe posameznih ukrepov

0.6 Možni viri financiranja

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

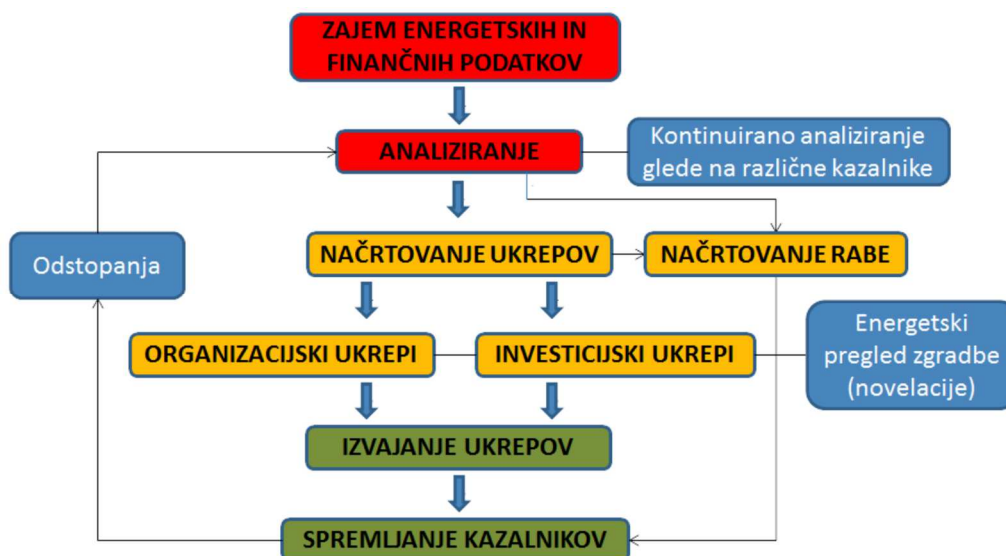
Operativni program za izvajanje evropske kohezijske politike v obdobju 2014-2020 je strateški izvedbeni dokument, ki bo podlaga za črpanje 3,2 milijarde evrov razpoložljivih sredstev iz Evropskega sklada za regionalni razvoj (ESRR), Evropskega socialnega sklada (ESS) in Kohezijskega sklada (KS) v obdobju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

- podpora energetski 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 obdobje 2013 – 2015,
- izvesti pregled stroškov za energijo za obdobje 2013-2015 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 z 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, april 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. 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

V prostorih Osnovne šole Oskarja Kovačiča se izvaja vzgojno-izobraževalna dejavnost v okviru obveznega in razširjenega programa dela. Začetek pouka in dnevna razporeditev dela je prilagojena programu dela in krajevnim razmeram.

Objekt OŠ Oskarja Kovačiča je bil zgrajen v osemdesetih letih. Skupna uporabna površina šole znaša 2.552,43 m². Osnovna šola ima poleg klasičnih učilnic še specializirane učilnice: računalniško učilnico, šolsko knjižnico, večnamenski prostor, telovadnico in zunanje igrišče. V centralni šolski kuhinji pripravljajo obroke za potrebe osnovne šole, zato imajo učenci možnost naročila dopoldanske, popoldanske malice in kosila. V šolskih prostorih se izvajajo predšolska vzgoja, osnovnošolsko izobraževanje za razredno in predmetno stopnjo ter interesne dejavnosti. V šolskem objektu so poleg vseh zgoraj naštetih prostorov še kabineti, sanitarije, prostori vodstva šole, zbornice, avle, toplotne postaje in pomožni prostori.

2.2 Razporeditev stavb in osnovni gradbeni in tehnični podatki

Naselje, ulica, kraj:	LJUBLJANA, Ob dolenski železnici 48, Ljubljana
Katastrska občina:	KARLOVŠKO PREDMESTJE
Parcelna številka:	187/6
Koordinate lokacije stavbe:	X (N) = 98977 Y (E) = 463366
Vrsta stavbe:	12630 Stavbe za izobraževanje in znanstvenorazisko
Namembnost stavbe:	javna stavba
Etažnost stavbe:	dve etaži

2.2.1 Prostorska razporeditev stavb z označeno namembnosti stavb

Stavba spada pod katastrsko občino št. 1695, številka stavbe 1418. Neto uporabna površina šole znaša 2.552 m² glede na načrte¹.

¹ Načrti stavbe pridobljeni pri uporabniku.

Slika 9: Orto foto posnetki stavbe²

2.2.2 Relevantni pogoji za izvedbo investicijskih ukrepov

Sama izvedba ukrepov je odvisna od številnih parametrov, pri čemer prevladujejo razpoložljiva sredstva. Na samo izvedbo posameznega ukrepa lahko vplivajo tudi drugi pogoji, vezani na varnost, zdravje ali zagotavljanje ugodja. Tako je npr. lahko potrebne menjava strehe zaradi zamakanja ali zamenjava generatorja toplote ali drugih elementov sistemov zaradi okvar. Ker se pričakuje, da se bodo nekateri ukrepi izvajali po principu energetskega pogodbenišтва financirani s strani zasebnika, je ključni vplivni parameter prihranek energije oz. denarja, natančnejše razmerje med potrebo investicijo in prihranki. Pri večjih posegih, npr. večji del ovoja, je potrebno upoštevati predmetno zakonodajo (PURES). Omejitveni faktor, v splošnem predstavljajo stavb kulturne dediščine in posebne zahteve arhitektov, v smislu avtorskih pravic.

2.2.3 Osnovni gradbeni in tehnični podatki o stavbi

Površina toplotnega ovoja stavbe A:	5.255,74 m²
Kondicionirana prostornina stavbe V _e :	9.697,65 m³
Neto ogrevana prostornina stavbe V:	7.758,12 m³
Oblikovni faktor f _o :	0,542 m⁻¹
Razmerje med površino oken in površino toplotnega ovoja stavbe z:	0,116
Uporabna površina stavbe A _k :	2.552,00 m²
Vrsta zidu:	Srednjetežka gradnja (≥ 600 kg/m³)
Način upoštevanja vpliva toplotnih mostov:	na poenostavljen način
Metoda izračuna toplotne kapacitete stavbe:	na poenostavljen način

² <http://e-prostor.gov.si/>

Seznam konstrukcij

Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom , $U_{\max} = 0,280 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Zunanje stene Čelni zid stiropor, $U = 0,159 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Zunanja stena čelni zid kamena volna, $U = 0,177 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Zunanja stena vidni beton, $U = 0,151 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Zunanja stena ogrevanih prostorov proti terenu , $U_{\max} = 0,350 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tla na terenu (ne velja za industrijske zgradbe) , $U_{\max} = 0,350 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Tla na terenu, $U = 0,531 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Strop proti neogrevanemu prostoru , $U_{\max} = 0,200 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Strop proti podstrešju, $U = 0,221 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Strop v sestavi ravne ali poševne strehe (ravne ali poševne strehe), $U_{\max} = 0,200 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Ravna streha objekt B, $U = 0,454 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Streha prehod, $U = 0,452 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Vertikalna okna ali balkonska vrata in greti zimski vrtovi z okvirji iz lesa ali umetnih mas , $U_{\max} = 1,300 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Okna, $U = 1,000 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

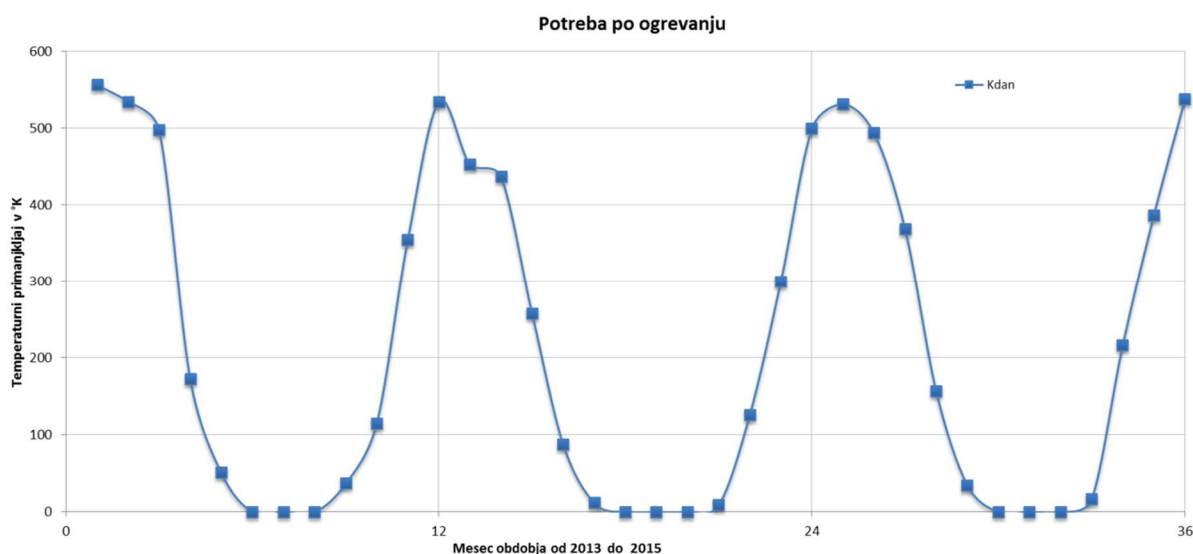
Vhodna vrata , $U_{\max} = 1,600 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Vhodna vrata, $U = 1,400 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 0 \text{ }^\circ\text{C}$

2.3 Klimatski podatki za lokacijo stavbe

2.3.1 Temperaturni primanjkljaj za lokacijo

Letni temperaturni primanjkljaj TP12/20 (Tprim12) je podatek, ki poda klimatske pogoje kraja – v našem primeru so podatki v nadaljevanju za Ljubljano. Temperaturni primanjkljaj je vsota dnevnih razlik temperature med $20 \text{ }^\circ\text{C}$ in zunanjo dnevno povprečno temperaturo zraka za tiste dni od 1. januarja do 31. decembra, ko je dnevna povprečna temperatura nižja ali enaka $12 \text{ }^\circ\text{C}$. Dnevna povprečna temperatura je za prag $12 \text{ }^\circ\text{C}$ izračunana iz treh izmerkov, in sicer ob 7., 14. in 21. uri po sončnem času.



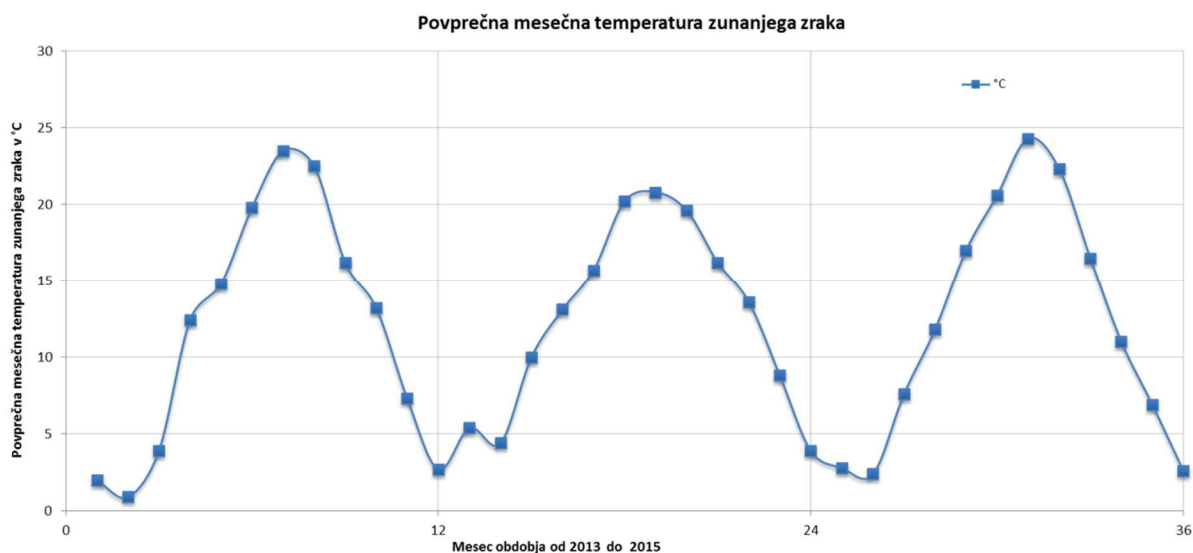
Slika 10: Temperaturni primanjkljaj³

2.3.2 Povprečna mesečna temperatura zunanje zraka za lokacijo

Povprečna mesečna temperatura zunanje zraka je izračunana kot povprečje dnevnih povprečnih temperatur zraka, ki so izračunane iz vsote četrte izmerjene temperature ob 7. in 14. uri in polovice izmerjene vrednosti ob 21. uri po zimskem času.⁴

³ Vir: ARSO

⁴ Vir: ARSO

Slika 11: Povprečna mesečna temperatura zunanjega zraka⁵

2.4 Skupna poraba energije in stroški

Stavba šole se trenutno oskrbuje z dvema vrstama energije:

- zemeljski plin za potrebe ogrevanja, priprave STV in kuhinje. Dobavitelj zemeljskega plina je trenutno GEN-I, Trgovina in prodaja električne energije, d.o.o., Vrblina 17, 8270 Krško,
- električna energija, ki jo dobavlja HEP – trgovina d.o.o., Tivolska cesta 48, 1000 Ljubljana.

Oskrba s hladno vodo je zagotovljena preko javnega vodovodnega omrežja. Za analizo porabe energije in vode uporabimo podatke, ki smo jih pridobili iz energetskega knjigovodstva MOL.

Preglednica 5: Pregled porabe in stroškov energije ter vode za zadnja tri leta:

Vrsta energije oz. stroška	Enota	Letna poraba	Letna poraba	Letna poraba	Povprečje
		2013	2014	2015	2013 - 2015
Temperaturni primanjkljaj (Tprim12)	Kdni	2.856	2.183	2.746	2.595
ELEKTRIČNA ENERGIJA					
Stroški električne energije	EUR	30.860,65	27.783,62	26.144,30	28.262,85
Dobava električne energije (ET)	kWh	291.569,20	260.628,00	240.352,00	264.183,07
Specifični stroški električne energije	EUR/kWh	0,1058	0,1066	0,1088	0,1070
TOPLLOTNA ENERGIJA - OGREVANJE + STV					
Stroški toplotne energije	EUR	27.193,25	19.012,62	17.519,82	21.241,89
Dobava toplotne energije	kWh	522.466,77	391.785,49	558.195,87	490.816,04
Specifični stroški toplotne energije	EUR/kWh	0,0520	0,0485	0,0314	0,0433
HLADNA VODA					
Stroški hladne vode	EUR	8.945,06	9.036,19	8.832,67	8.937,97
Dobava hladne vode	m ³	4.908	5.139	5.209	5.085,33
Specifični stroški hladne vode	EUR/m ³	1,8225	1,7584	1,6957	1,7576

⁵ Vir: ARSO

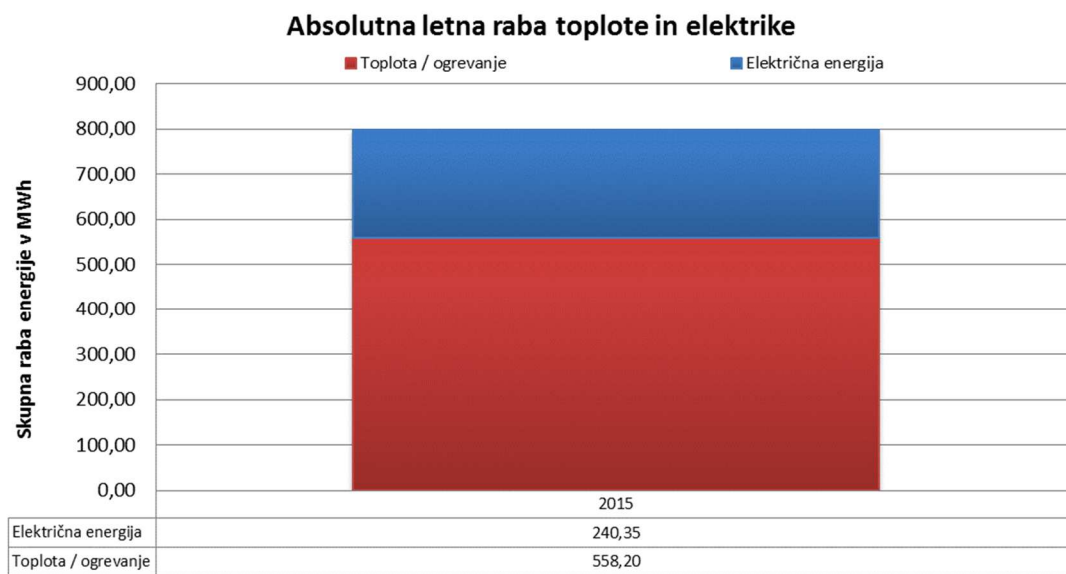
Pri primerjavi porabe toplotne energije za ogrevanje in pripravo STV je v letu 2013 poraba najvišja najnižja pa leta 2014.

Pri primerjavi porabe električne energije je v letu 2013 poraba najvišja najnižja pa leta 2015.

Poraba hladne sanitarne vode je v letu 2015 najvišja v letu 2013 pa najnižja.

2.4.1 Poraba energentov v letu 2015

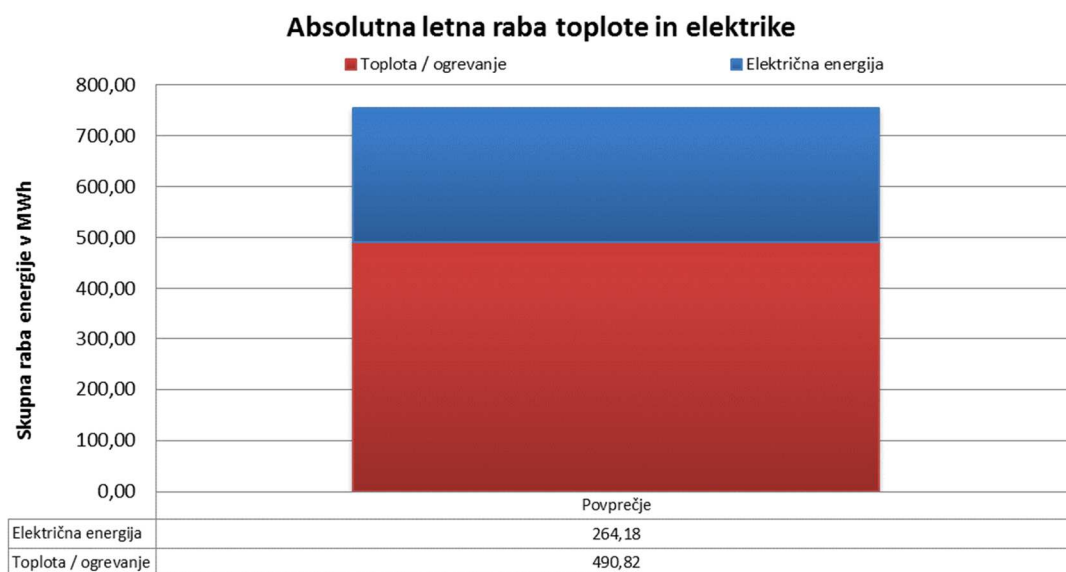
Iz grafa Grafikon 2 je razvidno, da največji delež porabljene energije predstavlja toplota za ogrevanje prostorov.



Grafikon 2: Poraba energentov za leto 2015

2.4.2 Povprečna poraba energentov v referenčnem obdobju 2013 - 2015

Iz grafa Grafikon 3 je razvidno, da je povprečna raba toplote za ogrevanje nižja kot v letu 2015 predvsem na račun nižje rabe v letu 2014 zaradi nižjega temperaturnega primanjkljaja.



Grafikon 3: Povprečna triletna raba energentov

2.5 Stanje toplotnega ugodja v stavbi

Toplotno udobje v stavbi je zelo pomembno za dobro počutje zaposlenih in ostalih uporabnikov. Občutek toplotnega ugodja človek doseže, kadar so energijski tokovi med človeškim telesom in okolico v ravnovesju. Energijski tokovi so odvisni od splošnih mikroklimatskih parametrov, kot sta temperatura in vlaga zraka v prostoru, ter od človeških subjektivnih parametrov, kot sta fizična aktivnost in vrsta obleke.

Človek lahko vpliva na določene parametre (oblačila ipd.), medtem ko na mikroklimatske parametre (npr. temperatura zraka in obodnih površin, relativna vlažnost) ne more. Le-ti so namreč odvisni od same zasnove stavbe. Največji vpliv na človekovo zaznavo toplotnega ugodja imajo zagotovo temperatura zraka in obodnih površin ter hitrost gibanja zraka ob človekovem telesu (prepih).

Optimalni parametri za toplotno ugodje v stavbah, ki so navedeni v nadaljevanju, so povzeti iz Pravilnika o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02, 105/02 in 110/02 – ZGO-1) in Pravilnika o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (Uradni list RS, št. 89/99, 39/05 in 43/11 – ZVZD-1). Za sedeče osebe v kondicionirani (ogrevani in/ali hlajeni) coni so zahtevani naslednji parametri:

- **Temperatura zraka:**
 - v času brez ogrevanja med 22 °C in 26 °C, priporočljivo 23 °C do 25 °C,
 - v času ogrevanja med 19 °C in 24 °C, priporočljivo 20 °C do 22 °C.
- **Relativna zračna vlažnost:**
 - pri temperaturi zraka med 20 °C in 26 °C je območje dopustne relativne vlažnosti med 30 % in 70 %.
- **Navpična temperaturna razlika zraka** med glavo in gležnji za sedečo osebo (med 0,1 m in 1,1 m nad podom) manjša od 3 K, v vseh drugih primerih manjša od 4 K.
- **Priporočena srednja hitrost zraka:**
 - v času ogrevanja in hlajenja – 0,15 m/s,
 - v ostalem času – 0,2 m/s.
- **Optimalna občutena temperatura** v odvisnosti od aktivnosti in obleke uporabnika prostora se določi skladno s SIST CR 1752.

Zaposleni se nad temperaturo v prostorih ne pritožujejo. Večji problem zaznavajo pri prezračevanju šole (učilnice učinkovito prezračijo, večji problem so hodniki).

3 SHEMA UPRAVLJANJA S STAVBO

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

Ustanoviteljica šole je Mestna občina Ljubljana, ki ima sedež na Mestnem trgu 1 v Ljubljani ki je hkrati tudi naročnik energetskega pregleda (EP) in lastnik objekta. Občina zagotavlja finančna sredstva, osnovna šola pa s temi sredstvi poravnava obveznosti. Upravljaivec stavbe je osnovna šola sama. Upravljanje je v rokah vodstva in tehničnega osebja. Uporabniki prostorov so večinoma zaposleni in otroci, starši in drugi, ki koristijo prostore osnovne šole.

3.2 Shema denarnih tokov na področju obratovalnih stroškov

MOL nam v celoti krije stroške za elektriko, ogrevanje in vodo.

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

Večje investicije nam praviloma krije MOL. Pobudo za že izvedeno energetsko sanacijo (OKNA, FASADA) je dala MOL. Tudi vse aktivnosti v zvezi z energetsko sanacijo je izpeljala MOL.

3.4 Potek nadzora nad rabo energije in stroški

Obstaja energetsko knjigovodstvo, ki ga izvaja zunanji izvajalec.

3.5 Motivacija za URE pri vseh udeleženi akterjih

Delavci šole so seznanjeni z energetsko prenovo in zahtevo po energetski učinkovitosti. Na omenjeno temo smo imeli tudi izobraževanje (24. 3. 2015), kjer so bili predstavljeni ukrepi na področju nadzora učinkovite rabe energije, prihranki na osnovi nove fasade in menjave stavbnega pohištva ter napotila delavcem za učinkovito ravnanje za zagotavljanje prihrankov.

3.6 Raven promoviranja URE

Na šoli je bilo izvedeno izobraževanje za delavce (24. 3. 2015), v hodniku šolske avle je nameščen monitor za namen prikazovanja dnevne porabe električne energije in porabe plina.

4 OSKRBA IN RABA ENERGIJE

4.1 Električna energija

Trenutno je pogodba za dobavo električne energije sklenjena za dobaviteljem HEP Energija, distribucijo opravlja Elektro Ljubljana.

4.1.1 Poraba električne energije

Mesečno rabo električne energije smo pridobili iz energetskega knjigovodstva MOL. Številka merilnega mesta je 3-002435. Dobavo elektrike zaračunava Elektro Ljubljana, električno energijo pa HEP.

Električno energijo zagotavlja javno distribucijsko omrežje.

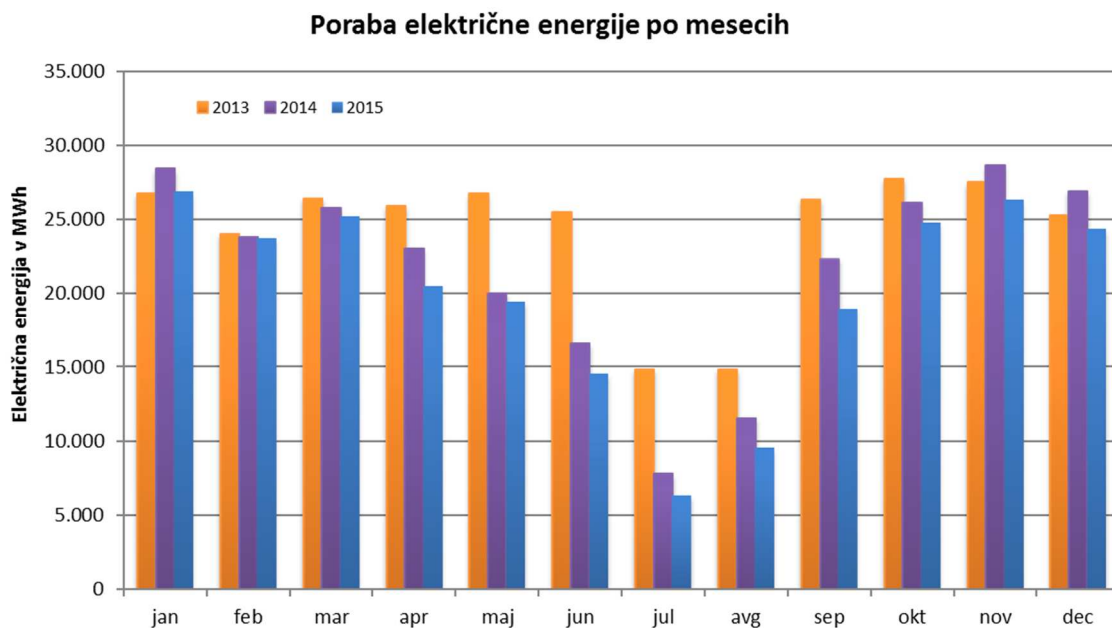
Tri letna raba električne energije za merilno mesto je prikazana v grafu Grafikon 4 spodaj.



Grafikon 4: Letna raba in stroški električne energije

Iz zgornjega grafa Grafikon 4 je razvidno, da raba in stroški električne energije iz leta v leto padajo kar je zelo pohvalno.

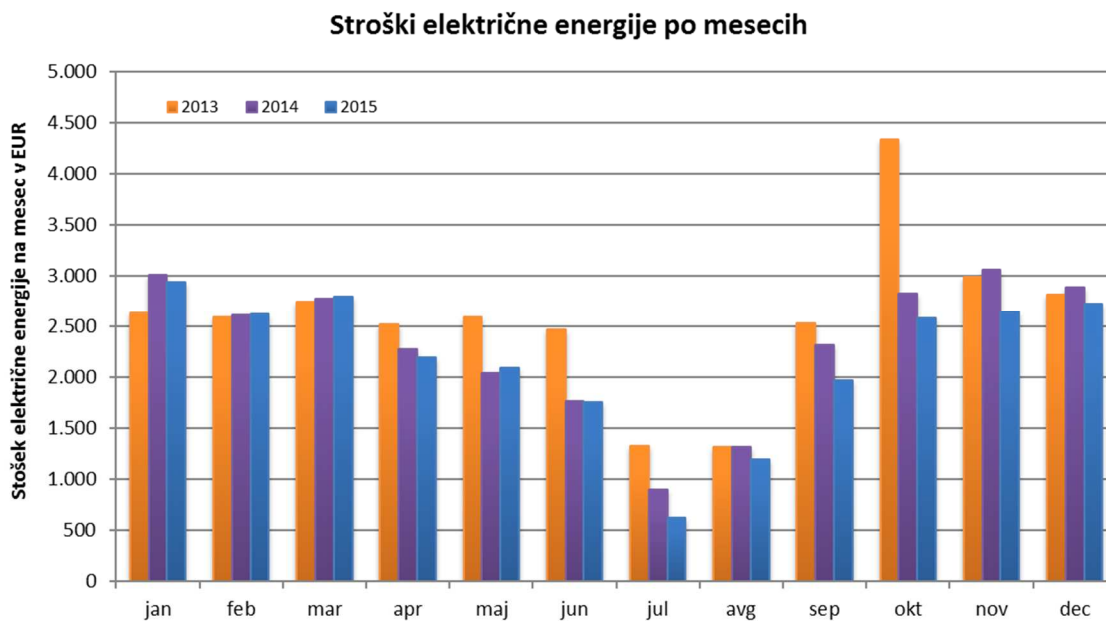
Raba električne energije po mesecih je prikazana v spodnjem grafu Grafikon 5.



Grafikon 5: Mesečna raba električne energije za tri leta

Očitno se je raba najbolj znižala spomladi in poleti 2014 glede na 2013.

4.1.2 Cena električne energije

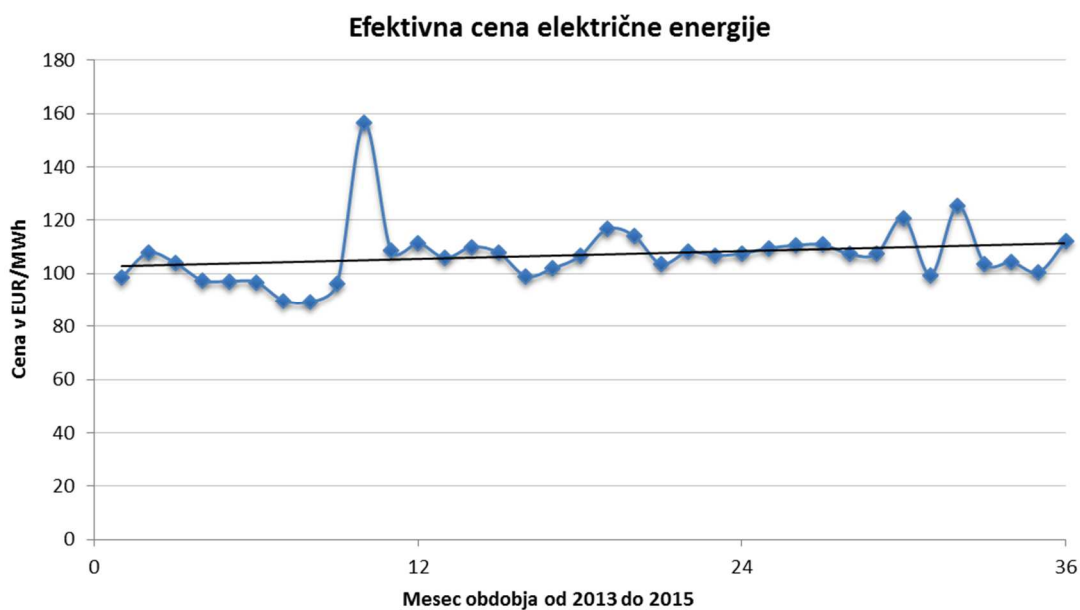


Grafikon 6: Stroških električne energije po mesecih

Za dobavljeno električno energijo je trenutno podpisana pogodba s podjetjem HEP. Glede na to da v oktobru 2013 ni vidna bistveno višja poraba, je višji strošek očitno posledica nekega obračuna.

Preglednica 6: Mesečna poraba in stroški za električno energijo

	2013		2014		2015	
MESEC	MWh	EUR	MWh	EUR	MWh	EUR
JANUAR	26,73	2.630,54	28,40	3.006,88	26,84	2.940,52
FEBRUAR	24,01	2.587,76	23,77	2.615,83	23,72	2.624,50
MAREC	26,40	2.746,86	25,75	2.775,33	25,19	2.793,21
APRIL	25,89	2.523,28	23,01	2.278,50	20,47	2.197,44
MAJ	26,73	2.595,29	20,01	2.041,01	19,43	2.088,47
JUNIJ	25,47	2.464,82	16,52	1.760,99	14,53	1.756,76
JULIJ	14,79	1.328,04	7,74	903,62	6,29	625,70
AVGUST	14,79	1.319,56	11,49	1.312,26	9,51	1.193,27
SEPTEMBER	26,34	2.531,09	22,33	2.313,76	18,95	1.966,19
OKTOBER	27,72	4.335,40	26,11	2.825,15	24,77	2.583,66
NOVEMBER	27,49	2.984,90	28,65	3.060,24	26,31	2.645,61
DECEMBER	25,23	2.813,12	26,86	2.890,05	24,36	2.728,98
SKUPAJ	291,57	30.860,65	260,63	27.783,62	240,35	26.144,30
EUR/MWh	105,84		106,60		108,78	



Grafikon 7: Efektivna cena električne energije

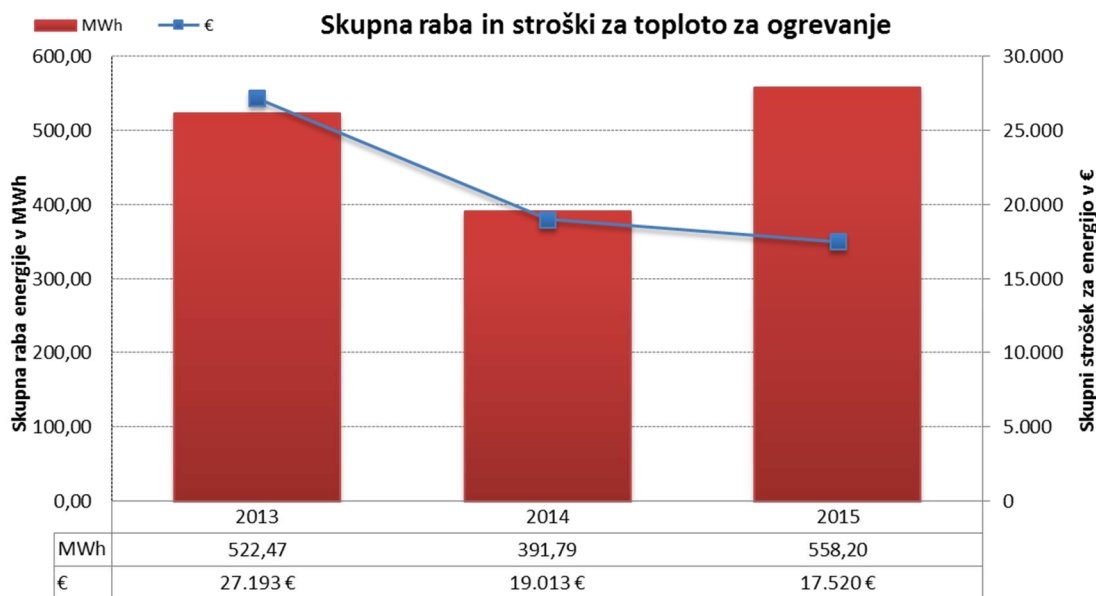
Iz zgornjega grafa Grafikon 7 je razvidno, da efektivna cena električne energije skozi analizirano obdobje malenkostno narašča.

4.2 Toplotna energija

Toplota potrebna za ogrevanje in pripravo STV v šoli se pridobiva z energentom zemeljski plin.

4.2.1 Poraba toplotne energije

V grafu Grafikon 8 je predstavljena raba toplote za ogrevanje po letih ter stroški.

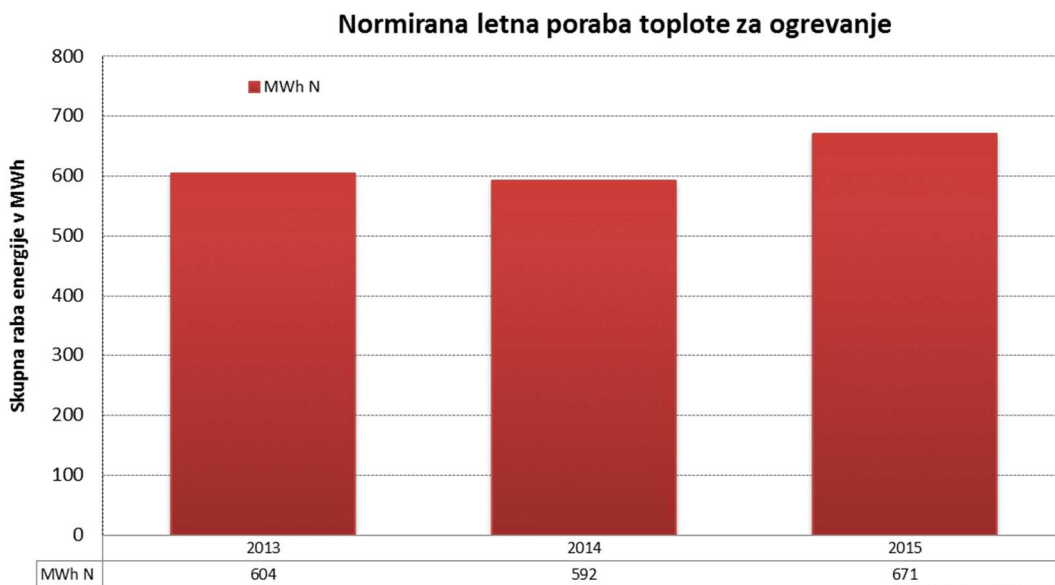


Grafikon 8: Letna poraba in stroški za toploto za ogrevanje

Iz grafa **Grafikon 8** je razvidno letno sledenje rabe energije temperaturnemu primanjkljaju. Tako se je raba toplote v letu 2015 glede na leto 2014 zvišala za ~42 %. Vzrok za zviševanje porabe toplote je ta, da je bilo leto 2014 drugo najtoplejše leto kar se lahko vidi tudi v temperaturnem primanjkljaju, ki za leto 2014 znaša 2182 Kdan, ki je za 563 Kdan manjše od naslednjega leta.

Preglednica 7: Temperaturni primanjkljaj po letih

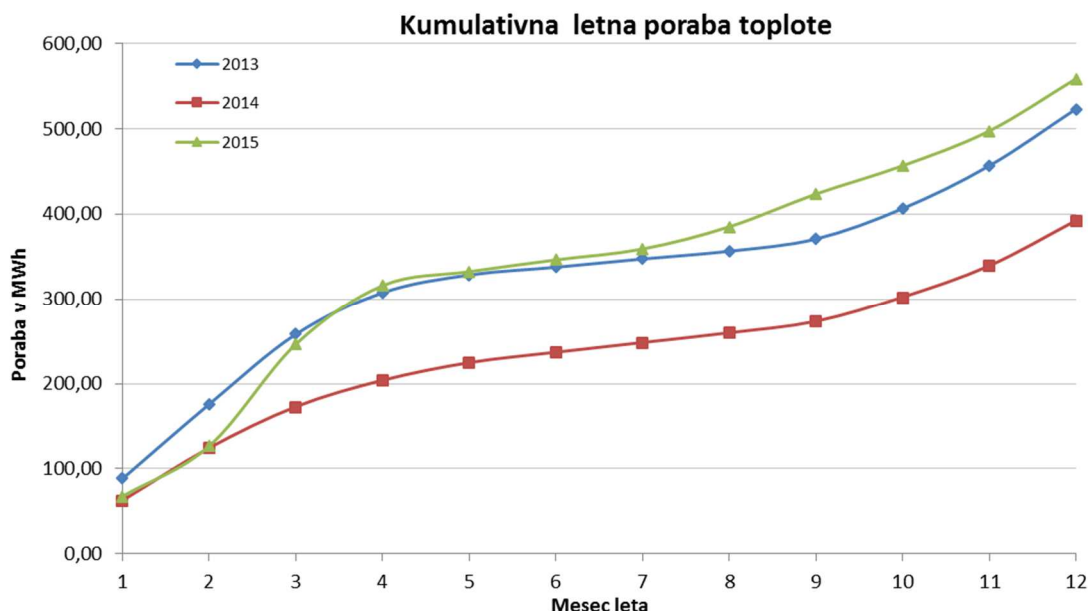
Temperaturni primanjkljaj po letih	
Leto	Kdan vsota
2013	2856
2014	2183
2015	2746



Grafikon 9: Normirana letna poraba toplote za ogrevanje

Za primerjavo rabe toplote za ogrevanje v različnih letih je potrebno porabo normirati na takšen način, da upoštevamo realne in referenčne potrebe po ogrevanju. Za realne potrebe je bil upoštevan realni mesečni

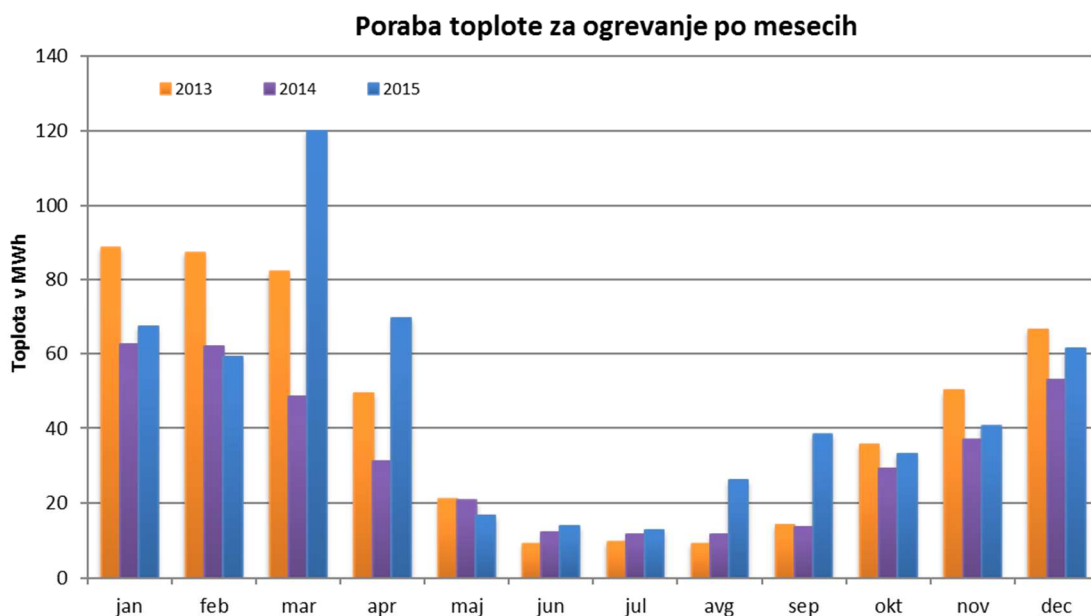
temperaturni primanjkljaj, pridobljen iz mesečnih biltenov ARSO, za referenčne potrebe pa je bil upoštevan referenčni temperaturni primanjkljaj, ki zanaša 3.300 Kdan. Poraba toplote za ogrevanje je bistveno narasla v 2015 glede na preteklo leto, kar lahko kaže na bistveno slabšo učinkovitost ogrevanja ali pa povečanje rabe v segmentu kuhinja. . Na grafu **Grafikon 10** je mogoče videti kumulativno rabo, predstavljeno s t.i. S krivuljo, katero se lahko uporablja za napovedovanje rabe.



Grafikon 10: Kumulativna letna raba toplote za ogrevanje

Iz grafa Grafikon 10 je razvidno, da letna raba energije za ogrevanje v letu 2015 v analiziranem obdobju najvišja, v letu 2014 pa najnižja. Glede na temperaturni primanjkljaj, je bilo leto 2014 dosti toplejše, saj je bila potreba po toploti za ogrevanje v primerjavi z letom 2013 manjša za ~25 %.

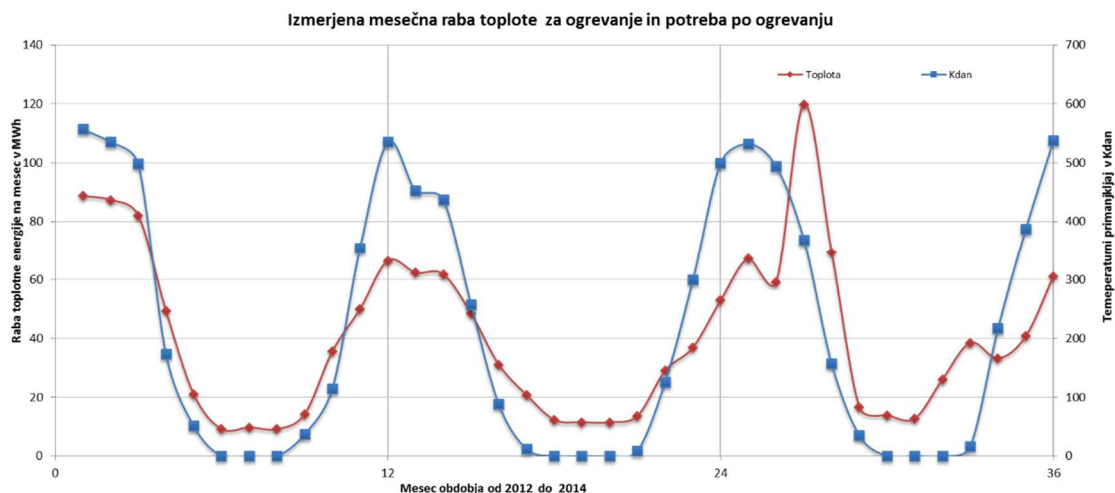
Raba električne energije po mesecih je prikazana v spodnjem grafu Grafikon 11.



Grafikon 11: Mesečna raba toplote za ogrevanje za tri leta

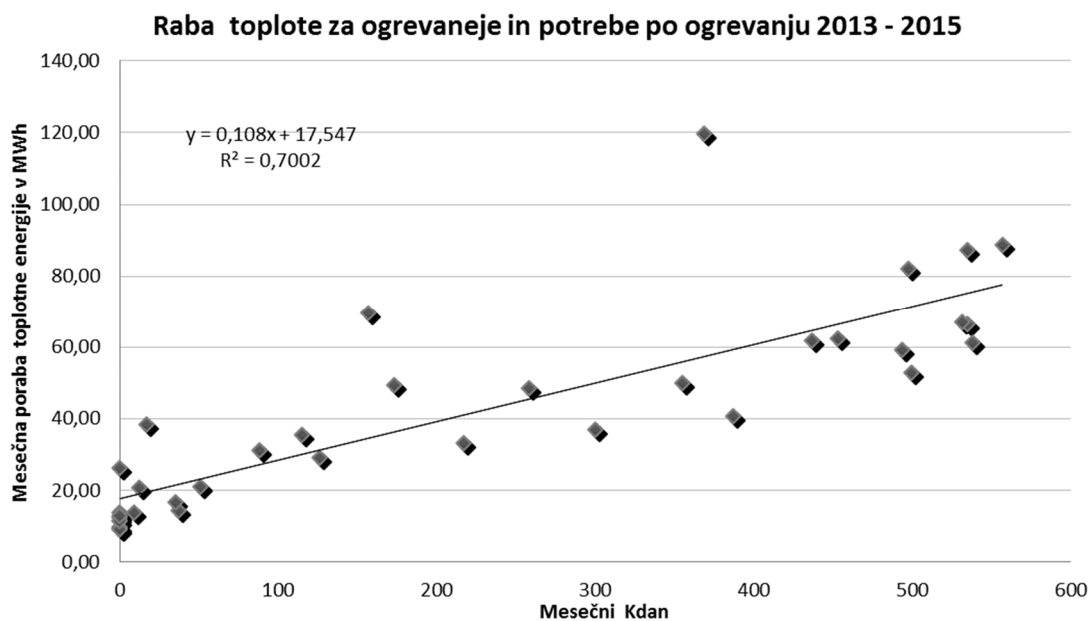
4.2.2 Analiza rabe toplote za ogrevanje

Za namen poglobljene analize je potrebno določiti vzrok porabe energenta in nato ugotavljati korelacijo izmerjene porabe z realno. Glavna vplivna veličina je zunanja temperatura zraka oz. potrebe po ogrevanju. Slednje se popisuje s temperaturnim primanjkljajem. Ker so bili na voljo samo mesečni izmerjeni podatki za obravnavano obdobje, smo izvedli primerjavo na mesečnem nivoju.



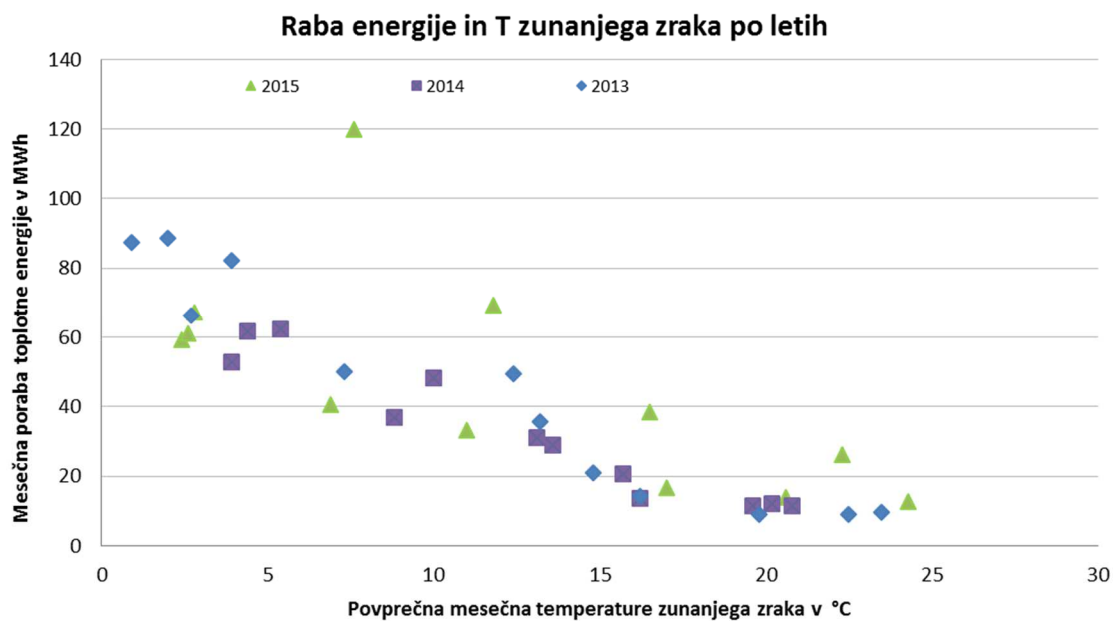
Grafikon 12: Temperaturni primanjkljaj in raba toplote v obdobju 2013 do 2015

Opazna anomalija v marcu 2015, ko je poraba ne korelira z potrebami po ogrevanju.



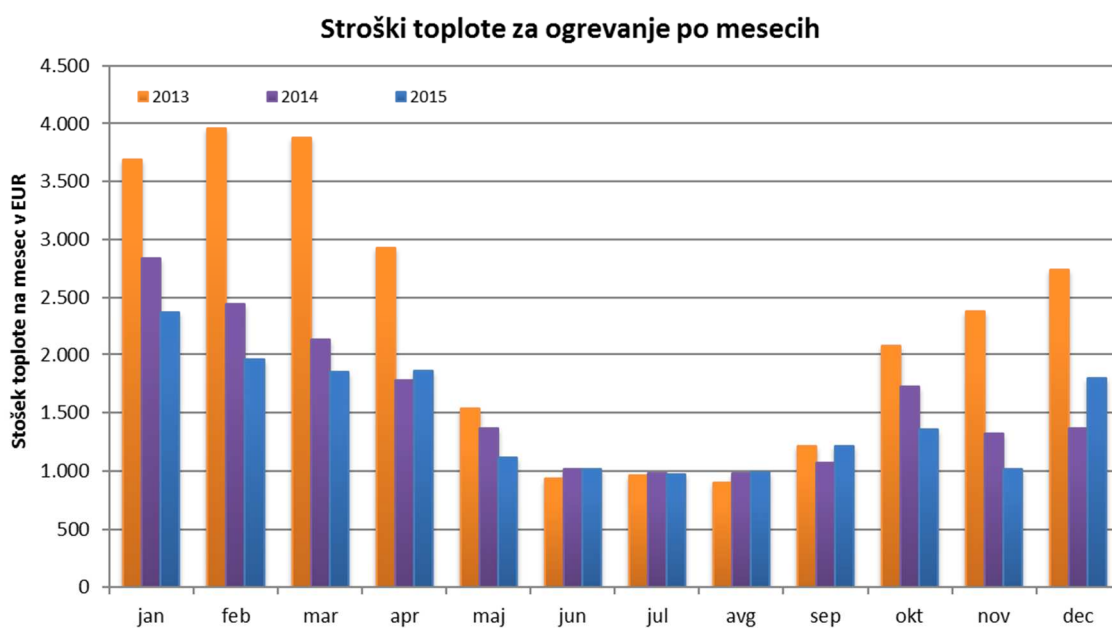
Grafikon 13: Korelacija med rabo toplote in potrebami po ogrevanju v obdobju porabe zemeljskega plina

Odstopanja so zaradi različnih uporabniških profilov. Korelacijski faktor ni tako visok ($r^2=0,70$), kar kaže na slabo korelacijo med potrebami po ogrevanju ter dejansko porabo toplote.



Grafikon 14: Povprečna mesečna temperatura in potreba po ogrevanju

4.2.3 Cena toplotne energije

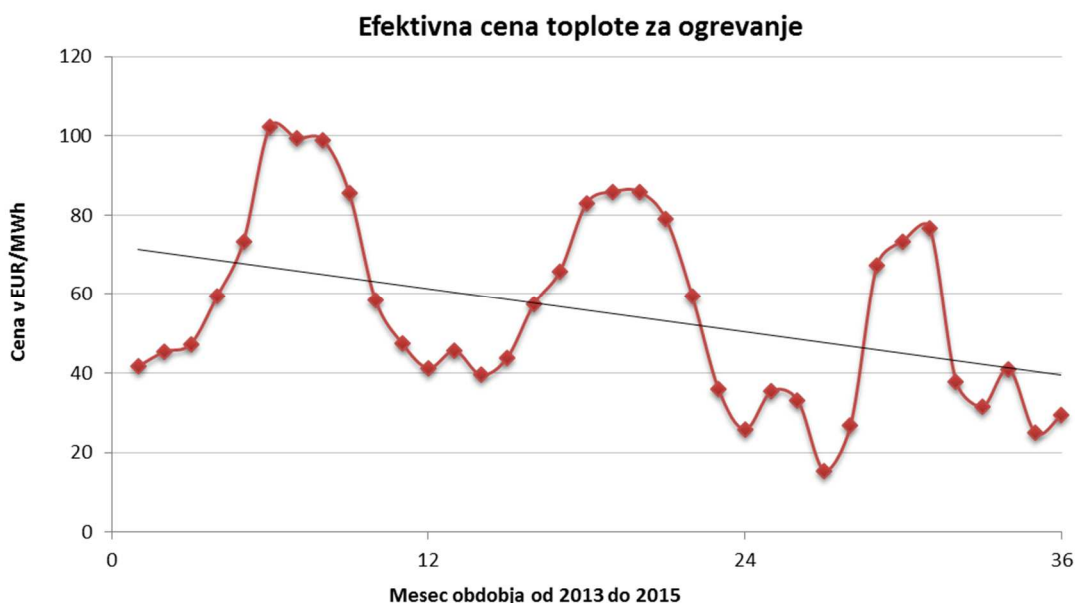


Grafikon 15: Mesečni strošek toplote za ogrevanje za tri leta

Preglednica 8: Mesečna poraba in stroški za toploto za ogrevanje

	2013		2014		2015	
MESEC	MWh	€	MWh	€	MWh	€
JANUAR	88,70	3.691,91	62,37	2.839,10	67,10	2.373,79
FEBRUAR	87,36	3.958,99	61,77	2.442,15	59,15	1.957,47
MAREC	82,10	3.880,34	48,39	2.124,35	119,85	1.853,38
APRIL	49,34	2.929,54	31,04	1.778,13	69,47	1.860,88
MAJ	20,92	1.534,59	20,69	1.362,27	16,58	1.115,36
JUNIJ	9,13	932,93	12,25	1.015,64	13,83	1.015,82
JULIJ	9,66	959,14	11,44	981,56	12,72	975,38
AVGUST	9,09	898,52	11,44	981,56	26,08	986,98
SEPTEMBER	14,20	1.215,77	13,59	1.073,25	38,42	1.210,66
OKTOBER	35,57	2.078,10	29,02	1.724,39	33,14	1.356,33
NOVEMBER	50,01	2.377,22	36,86	1.324,40	40,71	1.018,93
DECEMBER	66,40	2.736,18	52,93	1.365,81	61,15	1.794,83
SKUPAJ	522,47	27.193,25	391,79	19.012,62	558,20	17.519,82
EUR /MWh	52,05		48,53		31,39	

Efektivna cena je izračunana tako, da je celoten letni strošek (količina, prispevki, priključna moč) deljen z letno porabo.



Grafikon 16: Efektivna cena toplote

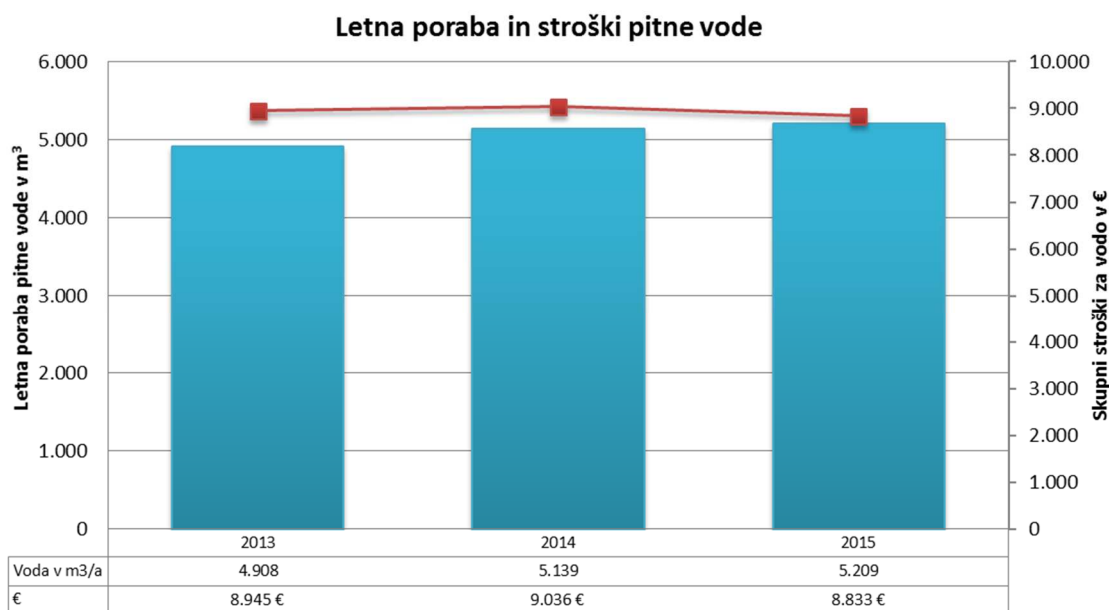
Kot je razvidno iz zgornjega grafa Grafikon 16 cena toplote pada za povprečno ~20 %/a. Vzrok temu je menjava dobavitelja zemeljskega plina.

4.3 Voda

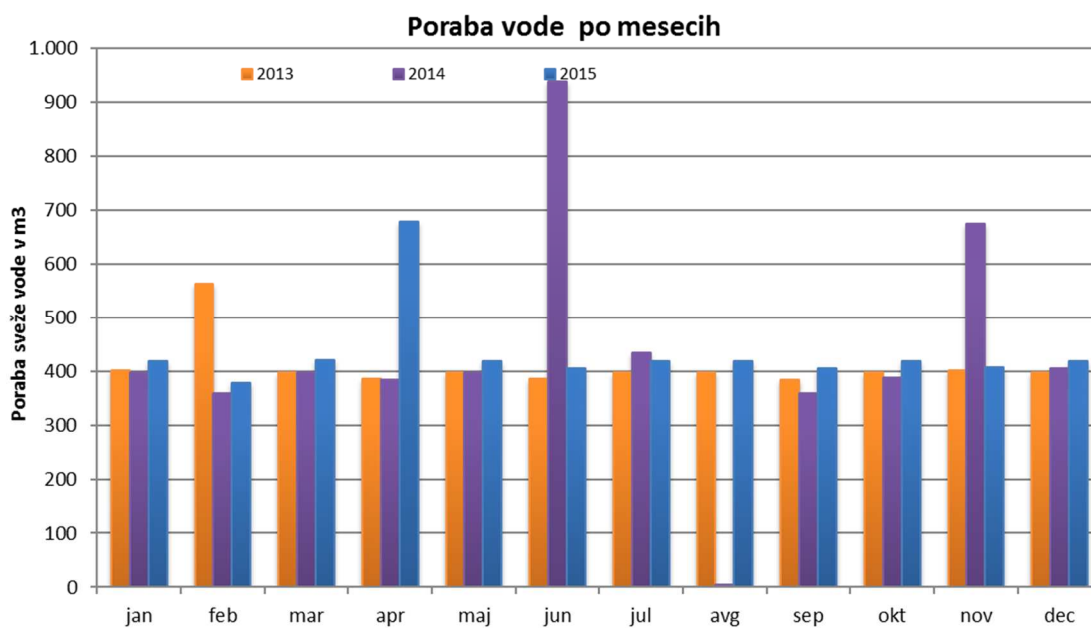
Za dobavo hladne sanitarne vode je pogodba sklenjena z lokalnim komunalnim podjetjem, ki je na lokaciji Vodovod-kanalizacija Ljubljana.

4.3.1 Poraba vode

Iz spodnjega diagrama je moč opaziti, da raba vode iz leta v leto rahlo narašča.



Grafikon 17: Letna poraba in stroški pitne vode



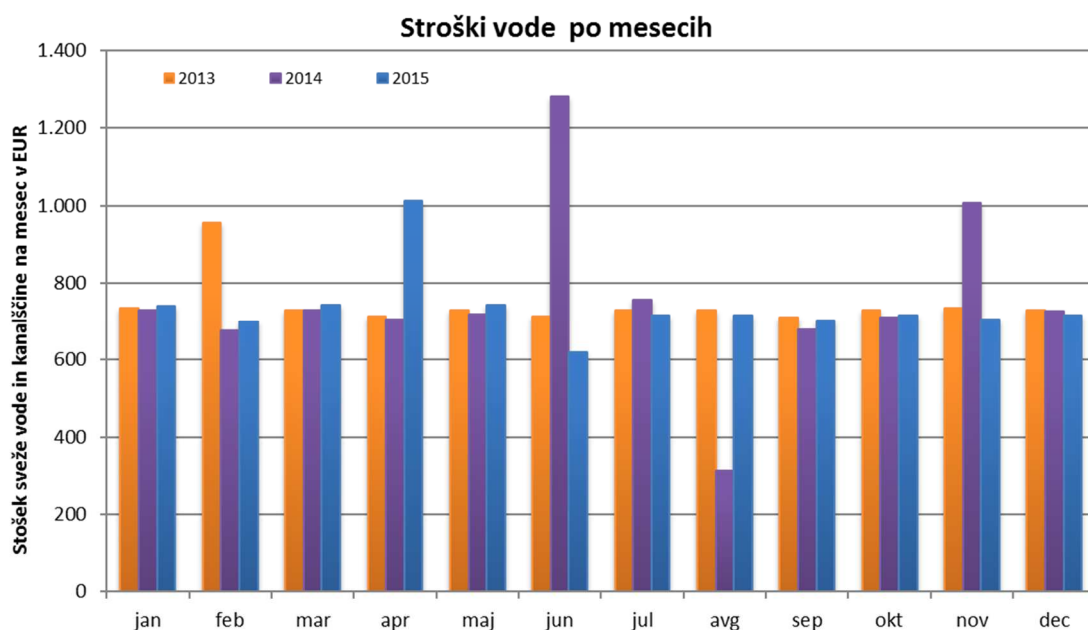
Grafikon 18: Poraba vode po mesecih

Odstopanja nekaterih mesecih so verjetno posledica poračunov, ne pa višje rabe. Očitno je potrebno prilagoditi pavšalno količino.

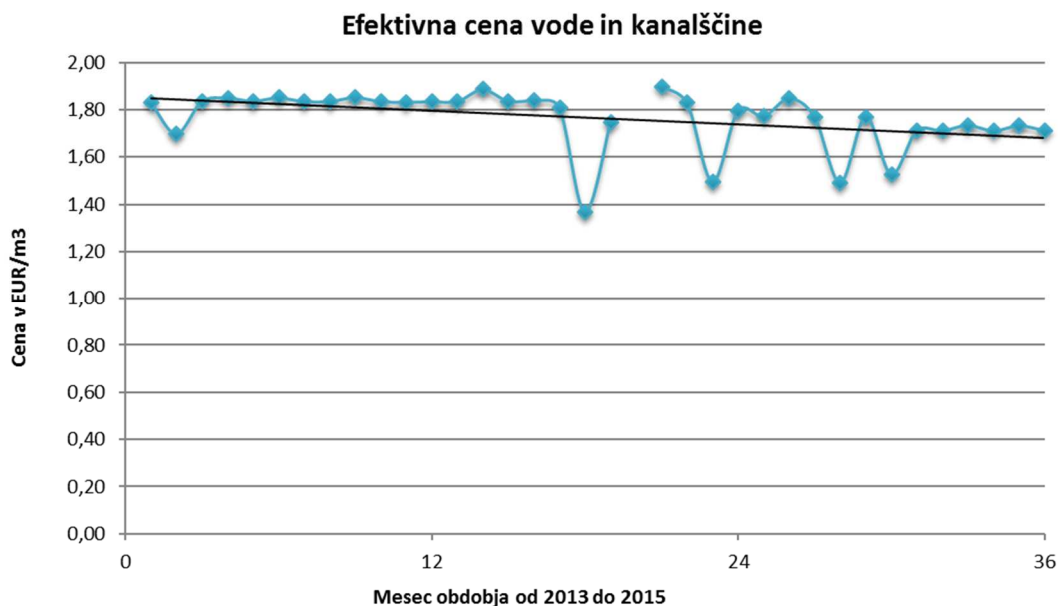
4.3.2 Cena vode

Preglednica 9: Mesečna poraba in stroški za vodo

	2013		2014		2015	
MESEC	m ³	EUR	m ³	EUR	m ³	EUR
JANUAR	402	735,86	398	730,40	418	740,91
FEBRUAR	563	955,74	359	677,14	379	700,43
MAREC	398	730,40	397	729,03	420	742,98
APRIL	386	714,01	384	705,62	679	1.011,80
MAJ	397	729,03	398	720,15	419	741,95
JUNIJ	385	712,64	939	1.281,65	406	619,53
JULIJ	398	730,40	434	757,51	419	716,77
AVGUST	398	730,40	5	312,26	419	716,77
SEPTEMBER	384	711,28	358	678,63	406	704,00
OKTOBER	398	730,40	388	709,77	419	716,77
NOVEMBER	401	734,50	674	1.006,61	407	704,98
DECEMBER	398	730,40	405	727,41	418	715,79
SKUPAJ	4.908,00	8.945,06	5.139,00	9.036,19	5.209,00	8.832,67
EUR/m³	1,82		1,76		1,70	



Grafikon 19: Stroški vode po mesecih



Grafikon 20: Efektivna cena vodarine in kanalščine

Iz diagrama je razvidno, da efektivna cena vode po letih pada.

4.4 Zanesljivost oskrbe glede energetskih virov

Zanesljivost oskrbe objekta s toplotno, električno energijo in vodo kar se tiče stanja opreme ni problematična. Oskrba z ogrevalnim energetskim virom je trenutno zanesljiva.

Objekt je oskrbovan s hladno vodo preko javnega vodovodnega omrežja, vodo distribuira javno komunalno podjetje. Hladna voda se uporablja predvsem kot sanitarna voda in v kuhinji. Električna energija se dobavlja iz javnega omrežja preko pripadajočih transformatorskih postaj. Do prekinitve dobave električne energije lahko pride v primeru izpada javnega omrežja, kar lahko traja največ nekaj ur. Objekt je v celoti napajan iz glavnega razdelilnika. Električne naprave in razdelilci razvodov NN so v funkcionalnem stanju.

Dobavitelji in sistemski operaterji zagotavljajo zanesljivost zemeljskega plina posebnih odjemalcev z instrumenti zagotavljanja zanesljivosti kot so: Uredba o zagotavljanju zanesljivosti oskrbe z zemeljskim plinom, razpršitev dobavnih virov (en vir lahko zagotavlja le 70 % količine zemeljskega plina), skladišča zemeljskega plina, čezmejne zmogljivosti in infrastrukturna prilagodljivost sistema, sodelovanje med operaterji, nadomestna goriva in dolgoročne ter fleksibilne nabavne pogodbe.

Slovensko plinovodno omrežje je s povezavo na plinovode sosednjih držav integralni del evropskega plinovodnega omrežja.

4.5 Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme

Splošna ocena je, da je oprema za ogrevanje v funkcionalnem stanju (primarni in sekundarni razvod). Sekundarni razvod s klasičnimi radiatorji je konstruiran v skladu s tehničnimi normativi, ki so veljali v času vgradnje. Termostatskih ventilov na večini radiatorjev ni. Elektro razdelilna oprema je ustrezno tehnično izvedena, napajalno odjemno mesto je zanesljivo, oskrba z električno energijo je popolna. Električne naprave in razdelilci razvodov NN so solidno vzdrževani in omogočajo zanesljivo delovanje. Notranje nizkonapetostne električne instalacije so s stališča funkcionalnosti in s stališča varnosti zanesljive. Posebnosti in tipične lastnosti energetskih naprav v objektu so opisane v prilogah s posameznimi tehničnimi poročili.

5 PREGLED NAPRAV ZA PRETVORBO ENERGIJE

5.1 Ogrevalni sistem

Splošna ocena je, da je oprema za ogrevanje v funkcionalnem stanju (primarni in sekundarni razvod). Sekundarni razvod s klasičnimi radiatorji je konstruiran v skladu s tehničnimi normativi, ki so veljali v času vgradnje.

V kotlarni so nameščeni trije kotli TAM STADLER ZE, nazivne moči 698 kW, leta proizvodnje 1980. Na kotlih so grajeni gorilniki WEISHAUPT MONARCH G7/1-D, izvedbe ZD, leta proizvodnje 1981. Energent za ogrevanje je zemeljski plin. Iz kotlarne se toplota vodi do treh toplotnih postaj; prva je namenjena ogrevanju osnovne šole, druga ogrevanju vrtca in pripravi tople sanitarne vode za oba objekta, tretja pa ogrevanju športne dvorane Krim. V primeru gradbene sanacije objekta se bo potreba po toplotni energiji precej zmanjšala, zato je smiselno razmišljati o zamenjavi kotlov z novimi.

Na razdelilnik ogrevanja toplotne postaje so priključene ogrevalne veje: šola, telovadnica, sanitarna voda, klimati in vod do toplotne podpostaje v vrtcu. V dvizne vode za ogrevanje prostorov so vgrajeni tripotni mešalni ventili za nastavitev temperature ogrevne vode. Obtočne črpalke proizvajalca IMP so zastarele in brez možnosti regulacije obratovanja. Regulacija ogrevanja je izvedena s centralno regulacijo: IMP SISTEM R3BVC z upoštevanjem zunanje temperature.

Razdelilnik in razvodi v toplotni postaji so slabo toplotno izolirani. Zaporni ventili so v slabem stanju in jih je potrebno zamenjati, enako velja za mešalne ventile ter obtočne črpalke.



Slika 12: Kotli⁶

⁶ Vir: IRI UL

Slika 13: Posnetek gorilnika na zemeljski plin⁷

Grelna telesa v prostorih so rebrasti radiatorji AERTERMIC, radiatorji EMOTERM in ploščati radiatorji VOGL&NOOT. Na radiatorjih ni nameščenih termostatskih glav. Razvod radiatorskega ogrevanja je izdelan iz črnih cevi. Predvideva se, da je v obravnavanem delu objekta nameščenih skupno 130 radiatorjev.

Slika 14: Ploščati radiator⁸

5.2 Sistem za oskrbo s toplo vodo

Topla sanitarna voda se ogreva v bojlerju, ki je lociran v podpostaji vrtca; objekt je povezan s šolo. Prostornina bojlerja je 2000 litrov, gre za proizvod podjetja IMP Ljubljana, TOZD TIO Idrija, leta proizvodnje 1980. Razvod tople sanitarne vode je opremljen s cirkulacijsko črpalko.

⁷ Vir: IRI UL

⁸ Vir: IRI UL



Slika 15: Posnetek bojlerja prostornine 2000 litrov (desno) in napisna tablica (levo)⁹

5.3 Sistem za oskrbo s hladno vodo

Hladna voda se uporablja v objektu za sanitarne elemente, razdeljevalno kuhinjo in požarno varnost. Vodovodni priključek na komunalni vodovod je v jašku izdelan v skladu z normami, standardi in predpisi upravljavca komunalnega vodovoda. Razvod vode je v pretežni meri pod tlakom. Instalacije so v funkcionalnem stanju. Pisoarji v prenovljenih sanitarijah so opremljeni z ventili EMV. Umivalniki v sanitarijah so opremljeni z enoročnimi mešalnimi baterijami. V učilnicah tople vode ni.



Slika 16: Posnetek sanitarij¹⁰

⁹ Vir: IRI UL

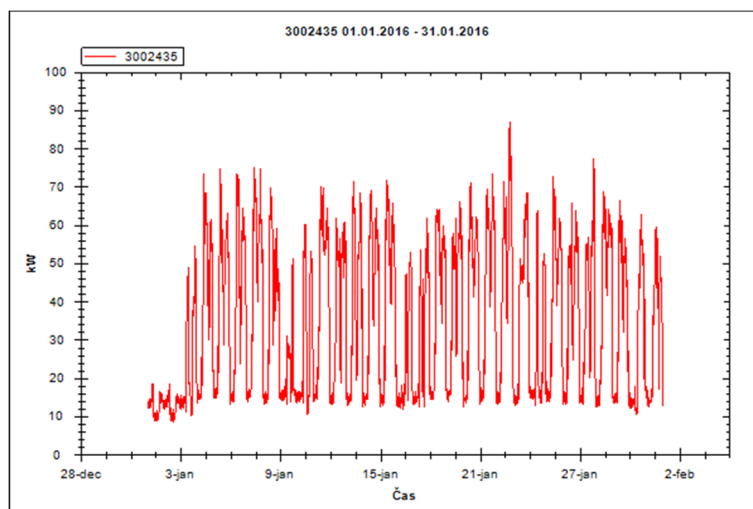
¹⁰ Vir: IRI UL

5.4 Elektroenergetski sistem in porabniki

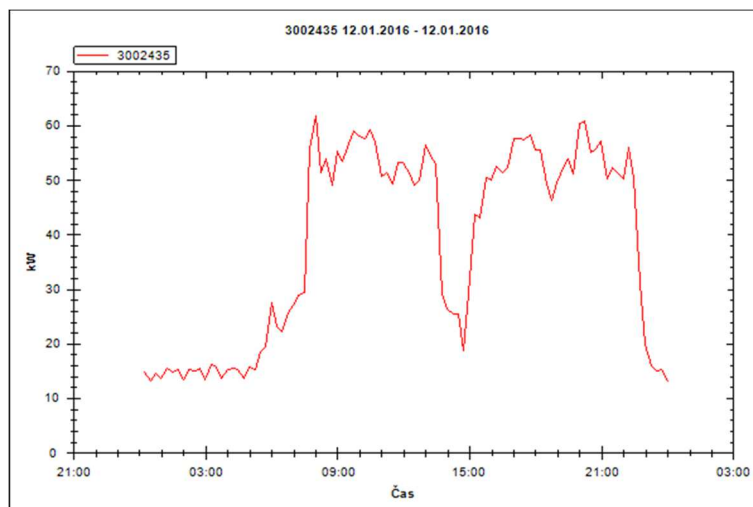
V nadaljevanju so predstavljeni podatki o delovni moči, pridobljeni s 15 minutnimi odčitki iz sistema šole, kateri jih pobira iz programa Moja mreža na spletni strani Elektro Ljubljana.

i. Meritve porabe električne energije

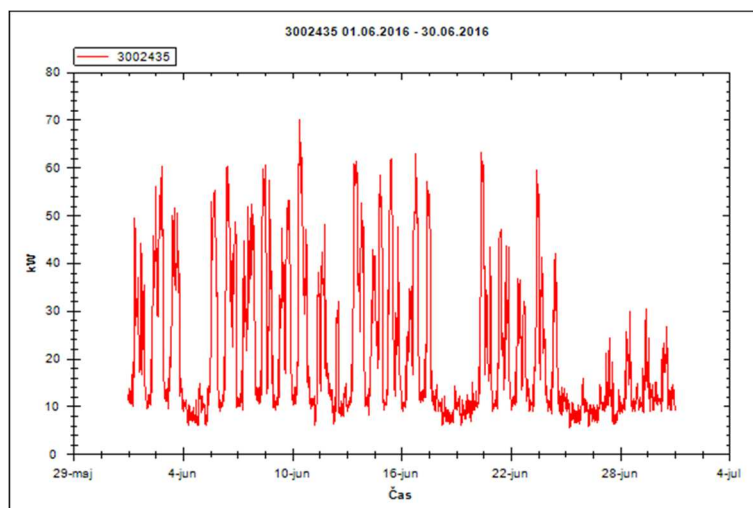
Pridobljeni so bili 15 minutni podatki o delovni moči iz odčitavanja podatkov za obdobje v mesecu januarju.



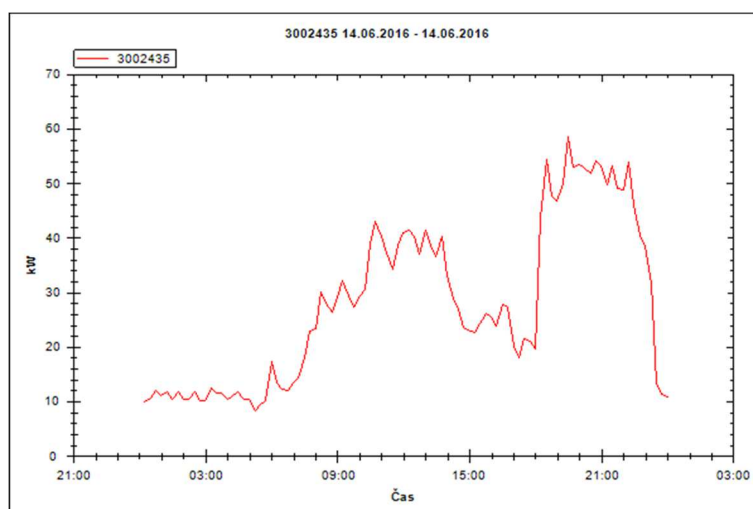
Grafikon 21: Delovna 15 minutna moč za obdobje meseca januarja 2016



Grafikon 22: Delovna 15 minutna moč za obdobje enega dne v mesecu januarju



Grafikon 23: Delavna 15 minutna moč za obdobje meseca junija 2016



Graf 5.1: Delavna 15 minutna moč za obdobje enega dne v mesecu juniju 2016

Opazno bistveno znižanje porabe električne energije čez vikend. Kljub temu je pasovna raba med vikendom ~ 10 kW_e pozimi pa do ~ 15 . Razlog za tako pasovno rabo je delovanje manjših porabnikov, predvsem računalnikov ter v zimskem mesecu črpalk za ogrevanje. Razvidno je tudi, da je v poletnem tednu maksimalna električna moč približno enaka kot v zimskem. Opazno povečanje rabe v popoldansko/večernem času verjetno zaradi zasedenosti dvorane.

6 PREGLED RABE KONČNE ENERGIJE

6.1 Ovoj stavbe

Celotna neto tlorsna površina stavbe je 2.552 m², prostornina stavbe upoštevajoč zunanje gabarite znaša 9.697,65 m³. Površina strehe je 1.866 m². Površina fasade je 1.195 m² in oken 608 m².

Preglednica 10: *Sestava sten*¹¹:

Zunanje stene Čelni zid stiropor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ malta 2 cm ▪ beton 16 cm ▪ plinobeton 17 cm ▪ malta 2 cm ▪ izolacija 18 cm ▪ zaključni fasadni sloj 0,8 cm
Zunanje stene Čelni zid kamena volna	<ul style="list-style-type: none"> ▪ malta 2 cm ▪ beton 16 cm ▪ plinobeton 17 cm ▪ malta 2 cm ▪ izolacija 18 cm ▪ zaključni fasadni sloj 0,8 cm
Zunanje stene vidni beton	<ul style="list-style-type: none"> ▪ malta 2 cm ▪ pluta 5 cm ▪ beton 16 cm ▪ izolacija 18 cm ▪ zaključni fasadni sloj 0,8 cm
Tla na terenu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ talna obloga – PVC 2,25 cm ▪ estrih 5 cm ▪ paropropustna folija 0,037 cm ▪ poliuretanske plošče 4 cm ▪ beton 10 cm ▪ gramoz 30 cm

Tla proti terenu so brez izolacije, streha ima 5 cm izolacije, strop ima 15 cm izolacije. Natančne sestave gradbenih konstrukcij so predstavljene v Elaboratu gradbene fizike, ki je v prilogi.

¹¹ Vir: *Elaborat gradbene fizike*

Slika 17: Fasada objekta¹²

Preglednica 11: Neprozorni elementi ovojja stavbe

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl. izgube W/K
Fasada proti SZ	SZ	90	301,42	0,159	47,93
Fasada proti SV	SV	90	137,20	0,159	21,81
Fasada proti JZ	JZ	90	50,28	0,159	7,99
Fasada proti JV	JV	90	138,75	0,159	22,06
Fasada proti SZ	SZ	90	58,41	0,177	10,34
Fasada proti SV	SV	90	136,92	0,177	24,23
Fasada proti JZ	JZ	90	159,14	0,177	28,17
Fasada proti JV	JV	90	77,92	0,177	13,79
Fasada proti SZ	SZ	90	47,58	0,151	7,18
Fasada proti SV	SV	90	46,16	0,151	6,97
Fasada proti JZ	JZ	90	29,26	0,151	4,42
Fasada proti JV	JV	90	11,11	0,151	1,68
Vrata proti SZ	SZ	90	17,71	1,400	24,79
Strop A in B		0	1.749,72	0,221	386,69
Strop B1		0	86,25	0,454	39,16
Prehod		0	30,90	0,452	13,97
Skupaj			3.078,73		661,19

¹² Vir: IRI UL

Preglednica 12: U_{max} za gradbene konstrukcije¹³

Gradbena konstrukcija	U_{max} (W/m ² K)
1. Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom,	0,28
2. Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom – manjše površine, ki skupaj ne presegajo 10% površine neprozornega dela zunanje stene ter terase manjše velikosti, ki skupaj ne presegajo 5% površine strehe	0,60
3. Tla nad neogrevano kletjo, neogrevanim prostorom ali garažo...	0,35
4 Tla nad zunanjim zrakom	0,30
5. Stene in medetažne konstrukcije med ogrevanimi prostori različnih enot, različnih uporabnikov ali lastnikov	0,90
6. Stene, ki mejijo na sosednje stavbe	0,50
7. Zunanja stena proti terenu, strop proti terenu in tla na terenu (ne velja za industrijske stavbe)	0,35
8. Medetažna konstrukcija proti neogrevanemu prostoru, ravna in poševna streha nad neogrevanim prostorom	0,20
9. Tla na terenu in tla nad terenom pri panelnem – talnem ogrevanju (ploskovnem gretju)	0,30
10. Lahke zunanje vertikalne gradbene konstrukcije (pod 150 kg/m ²)	0,20
11. Okna, balkonska vrata gretih prostorov in greti zimski vrtovi	1,30
12. Strešna okna	1,40
13. Steklene strehe, svetlobniki, zimski vrtovi, svetlobne kupole	2,40

V preglednici Preglednica 12: U_{max} za gradbene konstrukcije je skladno s Tehnično smernico TSG – 1 -004: 2010 navedena maksimalna dovoljena toplotna prehodnost za posamezni gradbeni element.

Preglednica 13: Prozorni elementi ovoja stavbe¹⁴

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
Okna proti SZ	SZ	90	228,42	1,000	228,42
Okna proti SV	SV	90	26,05	1,000	26,05
Okna proti JZ	JZ	90	1,28	1,000	1,28
Okna proti JV	JV	90	352,83	1,000	352,83
Skupaj			608,58		608,58

Zgoraj predstavljena tabela je del izkaza energijskih lastnosti obstoječe stavbe, ki je priloga tega dokumenta. V prilogi je Elaborat URE, kjer so konstrukcije in njihove lastnosti natančno popisane.

Glede na Elaborat transmisijske toplotne izgube stavbe znašajo ~ 1.839 W/K, medtem ko so toplotne izgube zaradi prezračevanja ~ 1.319 W/K ob številu izmenjav zraka $n=0,5 \text{ h}^{-1}$. Dobitki sončnega sevanja skozi prozorne elemente znašajo ~ 96 MWh/a.

¹³ Vir: MOP: TEHNIČNA SMERNICA TSG-1-004:2010

¹⁴ Vir: Elaborat gradbene fizike

6.2 Električni aparati

6.2.1 Manjši elektro porabniki

Med ostale porabnike spadajo računalniška oprema (računalniki, tiskalniki, kopirni stroji), projektorji. Njihova nazivna električna moč znaša $\sim 31 \text{ kW}_e$.

Popis je v prilogi.

6.2.2 Kompaktne hladilne enote

Glede na popis je v objektu 7 hladilne split enote. Podatki pridobljeni na osnovi popisa split enot kažejo, da je skupna nazivna električna moč $\sim 8,4 \text{ kW}_e$. Na podlagi časov delovanja posamezne naprave ocenjena poraba električne energije znaša $\sim 2,52 \text{ MWh}_e/\text{a}$. Ocenjo časa delovanja je podal uporabnik, ki jo najbolje pozna.

6.2.3 Kuhinja

V stavbi se nahaja kuhinja katera pripravlja obroke tako za šolo kot tudi za vrtec Galjevica. Porabniki električne energije, ki se v njej nahajajo so kuhinjska napa, konvektomata, trije pomivalni stroji in trije štedilniki. Njihova skupna priključna moč znaša $\sim 167 \text{ kW}_e$. Ocenjena raba električne energije je $\sim 96 \text{ MWh}_e/\text{a}$.



Slika 18: Kuhinja¹⁵

6.3 Razsvetljava

Razsvetljava je v objektu izvedena s fluorescentnimi sijalkami in varčnimi sijalkami. Skupna priključna moč razsvetljave je $\sim 21,3 \text{ kW}_e$.

¹⁵ Vir: IRI UL

Slika 19: Razsvetljava v eni od učilnic¹⁶

Svetila v objektu se uporabljajo za zagotavljanje zadostne osvetljenosti delovnih površin in za procese v okviru osnovnih dejavnosti.

Natančen popis razsvetljave po prostorih je v prilogi.

6.4 Priprava tople vode

Objekt ima toplotno postajo. Glavne veje so priprava ogrevne vode za radiatorsko ogrevanje ter pripravo STV.

Objekt se ogreva preko radiatorjev, po katerih se pretaka grelni medij, ki se predhodno ogreje v toplotni postaji. Od vseh radiatorjev ni vgrajenih termostatskih ventilov na 90-ih.

Slika 20: Radiator brez termostatskega ventila¹⁷

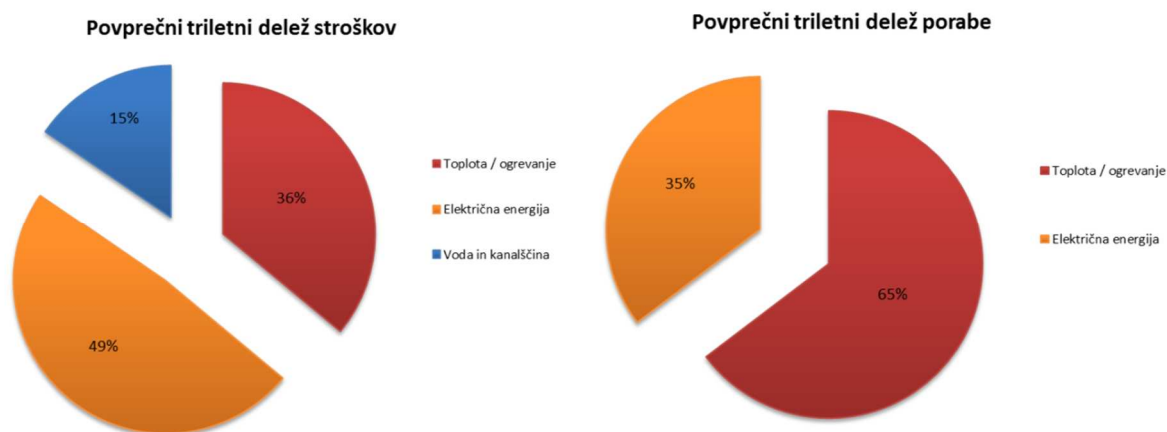
¹⁶ Vir: IRI UL

¹⁷ Vir: IRI UL

6.5 Prezračevanje in klimatizacija

Prostori šole se prezračujejo z odpiranjem oken in vrat. Problem s prezračevanjem je v garderobah in hodnikih saj jih ni možno dobro prezračiti.

6.6 Razdelitev porabe energije



Grafikon 24: Povprečni triletni delež porabe (levo) in stroškov (desno)

Preglednica 14: Povprečna raba in stroški energentov in hladne vode

Povprečje 2013 - 2015	Poraba energentov [kWh/leto]	Stroški energenta [EUR/leto]	Emisije CO ₂ [t/leto]	Primarna energija (kWh/m ² leto)	Energijsko število [kWh/m ² leto]
Toplotna energija	490.816,04	21.241,89	98,16	211,56	192,33
Električna energija	264.183,07	28.262,85	129,45	258,80	103,52
Skupaj:	754.999,11	49.504,75	227,61	470,36	295,85
	Poraba [m ³ /leto]		Stroški [EUR/leto]		
Hladna voda	5.085		8.937,97		
Skupaj stroški 2013 - 2015 [EUR/leto]:					58.442,72

7 OSKRBA Z ENERGIJO

7.1 Revizija pogodb o dobavi energije

V nadaljevanju so naštet dobavitelji energije in vode, s katerimi ima šola sklenjene pogodbe za dobavo.

7.2 Električna energija

Omrežnina se plačuje operaterju elektro distribucijskega sistema, ki je na lokaciji Elektro Ljubljana. Okvirni sporazum o dobavi električne energije je z 21.5.2015 sklenjena z dobaviteljem HEP – trgovina d.o.o. in sicer za obdobje treh let (do 30.6.2018). Številka merilnega mesta za šolo je 3-2435.

7.3 Ogrevanje

Pogodba o dobavi zemeljskega plina je bila sklenjena z GEN-I.

7.4 Voda

Vodo dobavlja lokalno komunalno podjetje, ki je na lokaciji Vodovod-kanalizacija Ljubljana. Pogodbe o dobavi ni bilo možno pridobiti.

8 ANALIZA ENERGETSKIH TOKOV V STAVBI

8.1 Potrebna toplota za ogrevanje stavbe – obstoječe stanje

Energetski pregled zajema skupino postopkov za izračun in oceno stanja rabe energije skozi ovoj stavbe, ki določa izračune in možne ukrepe za zmanjšanje rabe energije in jih ovrednoti s stališča učinkovitosti vlaganj. Pomembni so torej podatki o konstrukciji stavbe, predvsem sestava in debelina ter površina zunanjih sten, oken, stropa proti podstrešju in tal.

Analiza temelji na izračunu gradbene fizike stavbe, ki je narejen v skladu s Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. list RS, št. 52/2010). V njem so izračunani koeficienti prehoda toplote U in difuzija vodne pare oz. izsuševanje v primerjavi z dopustnimi vrednostmi po novem pravilniku (PURES 2010). V sklopu analize je bil izdelan tudi Elaborat gradbene fizike za stanje stavbe pred prenovo (obstoječe/trenutno stanje) in stanje po prenovi (za vse možne ukrepe na zunanjem ovoju).

Izhodiščni podatki za lokacijo, kjer se nahaja šola:

- Nadmorska višina je 294,6 metrov.
- Projektni temperaturni primanjkljaj TP12/20 znaša 3300 Kdni (stopinjski dnevi). Podatek poda klimatske pogoje kraja. Temperaturni primanjkljaj je definiran kot produkt časa ogrevanja z razliko temperatur med notranjostjo stavbe (20 °C) in zunanjim zrakom. Trajanje je po dogovoru omejeno na dni, ko je zunanja temperatura nižja od 12 °C. Upošteva se povprečna temperatura v času kurilne sezone.
- Število projektnih kurilnih dni v letu je 235.
- Povprečna letna temperatura znaša 9,7 °C.
- Projektna zunanja temperatura v ogrevalnem obdobju je -13 °C, v času hlajenja 32 °C.
- Projektna notranja temperatura v ogrevalnem obdobju je 22 °C, v času hlajenja 26 °C.

Izračuni toplotnih izgub pokažejo, da pri neizolirani stavbi izgubimo veliko toplotne energije, medtem ko lahko pri dobro izolirani stavbi to izgubo več kot prepolovimo. Pri projektiranju toplotne zaščite stavbe je potrebno upoštevati krajevno ugotovljene podatke o projektni zunanji temperaturi, temperaturnem primanjkljaju, o trajanju ogrevalne sezone in globalnem sončnem obsevanju. Upoštevajo se transmisijske in prezračevalne toplotne izgube, dobitki notranjih virov in dobitki sončnega sevanja. Arhitekturna zasnova zunanjega ovoja ima pomemben vpliv na toplotne karakteristike.

Iz računov dobaviteljev energentov razberemo dovedeno toplotno energijo za ogrevanje stavbe, ki za zadnja tri leta znaša povprečno $Q_{hf,dej.} = 490,82$ MWh. Potrebna toplota za ogrevanje stavbe (Q_{NH}) se izračuna kot razlika med skupnimi izgubami stavbe, ki zajemajo transmisijske ($Q_{H,tr}$) in ventilacijske ($Q_{H,ve}$) toplotne izgube ter skupnimi dobitki, ki zajemajo notranje ($Q_{H,int}$) in zunanje ($Q_{H,sol}$) dobitke. Iz izračuna izhaja, da je potrebna letna toplota za ogrevanje stavbe, ki jo moramo dovesti stavbi, da pokrijemo toplotne izgube $Q_{NH} = 84,123$ MWh. Glede na različne zunanje faktorje, ki vplivajo na porabo toplotne energije (npr. navade uporabnika, klimatski pogoji, režimi delovanja, akumulacija konstrukcijskih sklopov stavbe), so odstopanja razumljiva, saj se tudi merjeni podatki od sezone do sezone razlikujejo.

Splošne ugotovitve na zunanjem toplotnem ovoju stavbe so:

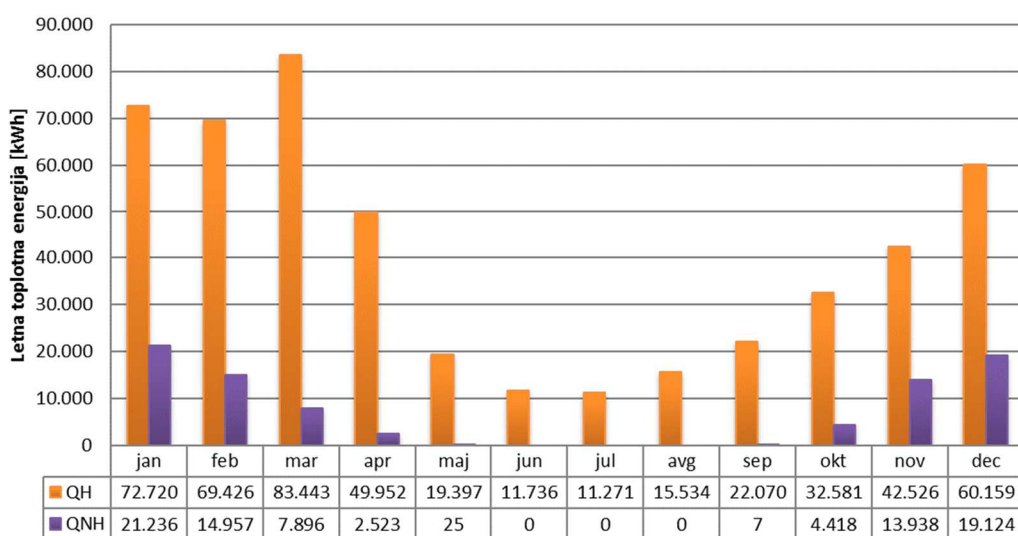
- konstrukcijski sklopi večinoma ne ustrezajo veljavnemu pravilniku, kar pomeni neučinkovito in prekomerno rabo energije za ogrevanje,
- slabo je tesnjenje zastarelega stavbnega pohištva (okna in vrata),

Preglednica 15: Prikaz rezultatov izračuna potrebne toplote za ogrevanje¹⁸

	Izračunana vrednost	Dovoljena vrednost
Uporabna površina stavbe	2.552 m ²	
Površina toplotnega ovoja stavbe	5.255,74 m ²	
Kondicionirana prostornina stavbe	9.697,65 m ³	
Neto ogrevana prostornina stavbe	7.758,12 m ³	
Oblikovni faktor	0,542	
Razmerje med površino oken in površino toplotnega ovoja	0,116	
Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub – H'_T	0,350 W/m ² K	0,415 W/m ² K
Letna potrebna toplota za ogrevanje – Q_{nh}	84.123,104 kWh	
Q_{nh}/A_u	32,964 kWh/m ²	
Q_{nh}/V_e	8,675 kWh/m ³	10,103 kWh/m ³
Razred energetske učinkovitosti	B	

Preglednica 16: Prikaz potrebne energije za ogrevanje stavbe¹⁹

Mesec	$Q_{H,tr}$ kWh	$Q_{H,ve}$ kWh	$Q_{H,ht}$ kWh	$Q_{H,sol}$ kWh	$Q_{H,int}$ kWh	$Q_{H,rev}$ kWh	$Q_{H,gn}$ kWh	γ_H	$\eta_{H,gn}$	$\alpha_{H,red}$	Q_{NH} kWh	$Q_{em,en}$ kWh
Januar	28.736	20.606	49.342	5.344	7.595	0	12.938	0,26	1,00	0,58	21.236	21.236
Februar	23.483	16.839	40.322	7.826	6.860	0	14.686	0,36	1,00	0,58	14.957	14.957
Marec	19.157	13.737	32.895	11.911	7.595	0	19.506	0,59	0,99	0,58	7.896	7.896
April	14.566	10.446	25.012	14.922	7.350	0	22.272	0,89	0,93	0,58	2.523	2.523
Maj	3.973	2.849	6.821	8.138	3.675	0	11.813	1,73	0,57	0,58	25	25
Junij	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0	0
Julij	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0	0
Avgust	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0	0
September	883	633	1.516	1.703	980	0	2.683	1,77	0,56	0,84	7	7
Oktober	13.684	9.812	23.496	8.636	7.595	0	16.231	0,69	0,98	0,58	4.418	4.418
November	21.188	15.194	36.381	5.140	7.350	0	12.490	0,34	1,00	0,58	13.938	13.938
December	25.999	18.644	44.643	4.265	7.595	0	11.860	0,27	1,00	0,58	19.124	19.124
Skupaj	151.668	108.760	260.428	67.884	56.593	0	124.477	0,00	0,00	0,00	84.123	84.123

Primerjava Q_{NH} in Q_H Grafikon 25: Primerjava izračunane in dejanske mesečne potrebne toplote za ogrevanje²⁰¹⁸ Vir: Elaborat gradbene fizike¹⁹ Vir: Elaborat gradbene fizike²⁰ Vir: Elaborat gradbene fizike

Problem dejanske porabe od izračunane je v tem, da se je do sedaj poraba toplote delila med tri uporabnike na naslednji način: ŠD Krim je odčitavala porabo iz kalorimetra ter jo po nekem ključu množila z nekimi koeficienti, vrtcu se je obračunavalo po fiksnem deležu porabi in sicer 24,75 % celotne porabe, kar je ostalo je bila poraba šole. Sedaj je v izdelavi in podpisovanju nov sporazum o delitvi stroškov ter posledično porabe, ki bo temeljil na mesečnih odčitkih kalorimetrov za vsako stavbo ločeno.

8.1.1 Transmisijske izgube

Transmisijske izgube so toplotne izgube zaradi prehoda toplote skozi ovoj kondicionirane (ogrevane) površine stavbe oz. prostora. V nadaljevanju so prikazane transmisijske izgube za celotno stavbo.

Preglednica 17: *Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje neprozorne površine*²¹

Oznaka konstrukcije	Orien.	Naklon	Površina	U _{dejanska}	U _{dovoljena}	Toplotne izgube
Enote				W/m ² K	W/m ² K	W/K
Fasada proti SZ	SZ	90	301,42	0,159	0,28	47,93
Fasada proti SV	SV	90	137,20	0,159	0,28	21,81
Fasada proti JZ	JZ	90	50,28	0,159	0,28	7,99
Fasada proti JV	JV	90	138,75	0,159	0,28	22,06
Fasada proti SZ	SZ	90	58,41	0,177	0,28	10,34
Fasada proti SV	SV	90	136,92	0,177	0,28	24,23
Fasada proti JZ	JZ	90	159,14	0,177	0,28	28,17
Fasada proti JV	JV	90	77,92	0,177	0,28	13,79
Fasada proti SZ	SZ	90	47,58	0,151	0,28	7,18
Fasada proti SV	SV	90	46,16	0,151	0,28	6,97
Fasada proti JZ	JZ	90	29,26	0,151	0,28	4,42
Fasada proti JV	JV	90	11,11	0,151	0,28	1,68
Vrata proti SZ	SZ	90	17,71	1,400	1,30	24,79
Strop A in B		0	1.749,72	0,221	0,20	286,69
Strop B1		0	86,25	0,454	0,20	39,16
Prehod		0	30,90	0,452	0,20	13,97
Skupaj			3.078,73			661,19

Preglednica 18: *Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje prozorne površine*²²

Oznaka konstrukcije	Orien.	Naklon	Površina	U _{dejanska}	U _{dovoljena}	Toplotne izgube
Enote		°		W/m ² K	W/m ² K	W/K
Okna proti SZ	SZ	90	228,42	1,000	1,3	228,42
Okna proti SV	SV	90	26,05	1,000	1,3	26,05
Okna proti JZ	JZ	90	1,28	1,000	1,3	1,28
Okna proti JV	JV	90	352,83	1,000	1,3	352,83
Skupaj			608,58			608,58

8.1.2 Izgube zaradi prezračevanja

Delež prezračevalnih oz. ventilacijskih izgub je možno le oceniti, saj natančne količine izmenjave zraka v prostorih ni možno določiti. Prezračevalne izgube so odvisne od nekontroliranih prezračevalnih izgub (tesnosti stavbnega

²¹ Vir: Elaborat gradbene fizike

²² Vir: Elaborat gradbene fizike

ovoja – stiki med različnimi elementi na ovoju) in od kontroliranih prezračevalnih izgub (delovanja prezračevalnih naprav, odpiranja oken in vrat oz. navad uporabnikov pri odpiranju).

Obravnavani prostori nimajo urejenega prisilnega prezračevanja, temveč se prezračujejo naravno z odpiranjem oken in vrat. Za izračun prezračevalnih izgub se uporabi postopek na poenostavljen način. V izračunu upoštevamo, da je privzeta vrednost stopnje izmenjave zraka, ki jo dosegajo z odpiranjem oken, 0,5 volumna/h. Upoštevamo tudi infiltracijo zunanjega zraka zaradi netesnosti gradbenih stikov med različnimi konstrukcijami (okenska odprtina – okno...).

8.1.3 Toplotni dobitki

V izračunu gradbene fizike so upoštevani tudi pritoki sonca, ljudi in naprav v stavbi. Stavba ima orientacijo, ki daje toplotne dobitke skozi prozorne površine (stavbno pohištvo). V izračunu so upoštevani letni dobitki sončnega sevanja, ki so izračunani na podlagi klimatskih podatkov sončnega obsevanja za izbrano lokacijo.

Za notranje dobitke zaradi oddajanja toplote naprav in ljudi smo upoštevali priporočila Standarda SIST ISO 13790:2008, Priloga G, in sicer 4 W/m^2 neto uporabne površine.

V ogrevalni sezoni so ti pritoki dobitke energije, ki zmanjšuje potrebo po ogrevanju, v letnem času pa pomenijo obremenitev, ki jo je treba odvajati s hladilnimi napravami. V kolikor bi se v stavbi namestile naprave za pohlajevanje, je to sicer z vidika toplotnega ugodja zaželeno, a tovrsten ukrep pomeni povečano porabo energije. Praviloma pohlajevanje prostorov v poletnih mesecih pomeni podvojitev porabe električne energije, zaradi česar bi bilo potrebno povečati priključno moč, letni strošek električne energije pa bi bil bistveno višji.

9 OCENA ENERGETSKO VARČEVALNIH POTENCIALOV

9.1 Ovoj stavbe

Toplotne izgube skozi zunanji ovoj stavbe predstavljajo glavnino toplotnih izgub prostorov. Pri prenovi je smiselno izvesti ukrepe glede na ekonomičnost v življenjski dobi. Učinki ukrepov so odvisni od različnih faktorjev, kot so klimatski pogoji, faktor oblike stavbe, medsebojna usklajenost ukrepov, cene investicijskih ukrepov.

9.1.1 Ukrepi

Možni ukrepi na ovoju stavbe so sledeči:

- Toplotna izolacija stropa AB in B1
- Toplotna izolacija stropa prehoda

9.1.2 Transmisijske izgube – stanje po izvedbi ukrepov

Preglednica 19: *Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine pred in po sanaciji*²³

Oznaka konstrukcije	Orien.	Naklon	Površina	U _{dejanska} pred sanacijo	U _{dejanska} po sanaciji	Toplotne izgube pred sanacijo	Toplotne izgube po sanaciji
Enote		°		W/m ² K		W/K	W/K
Fasada proti SZ	SZ	90	301,42	0,159	0,159	47,93	47,93
Fasada proti SV	SV	90	137,20	0,159	0,159	21,81	21,81
Fasada proti JZ	JZ	90	50,28	0,159	0,159	7,99	7,99
Fasada proti JV	JV	90	138,75	0,159	0,159	22,06	22,06
Fasada proti SZ	SZ	90	58,41	0,177	0,177	10,34	10,34
Fasada proti SV	SV	90	136,92	0,177	0,177	24,23	24,23
Fasada proti JZ	JZ	0	159,14	0,177	0,177	28,17	28,17
Fasada proti JV	JV	90	77,92	0,177	0,177	13,79	13,79
Fasada proti SZ	SZ	90	47,58	0,151	0,151	7,18	7,18
Fasada proti SV	SV	90	46,16	0,151	0,151	6,97	6,97
Fasada proti JZ	JZ	90	29,26	0,151	0,151	4,42	4,42
Fasada proti JV	JV	90	11,11	0,151	0,151	1,68	1,68
Vrata proti SZ	SZ	90	17,71	1,400	1,400	24,79	24,79
Strop A in B			1.749,72	0,221	0,142	286,69	248,46
Strop B1			86,25	0,454	0,168	39,16	14,49
Prehod			30,90	0,452	0,162	13,97	5,01
Okna proti SZ	SZ	90	228,42	1,000	1,000	228,42	228,42
Okna proti SV	SV	90	26,05	1,000	1,000	26,05	26,05
Okna proti JZ	JZ	90	1,28	1,000	1,000	1,28	1,28
Okna proti JV	JV	90	352,83	1,000	1,000	352,83	352,83
Skupaj			3.687,31			1169,76	1097,9

9.2 Prezračevalni sistem

Stavba se prezračuje z odpiranjem oken in vrat.

9.3 Toplota za ogrevanje

V kotlarni so nameščeni trije kotli TAM STADLER ZE, nazivne moči 698 kW, leta proizvodnje 1980. Na kotlih so grajeni gorilniki WEISHAUP MONARCH G7/1-D, izvedbe ZD, leta proizvodnje 1981. Energent za ogrevanje je zemeljski plin.

²³ Vir: Elaborat gradbene fizike

Iz kotlarne se toplota vodi do treh toplotnih postaj; prva je namenjena ogrevanju osnovne šole, druga ogrevanju vrtca in pripravi tople sanitarne vode za oba objekta, tretja pa ogrevanju športne dvorane Krim.

Skupaj z zasebnikom bi bilo smiselno preučiti možnost vgradnje enot za soproizvodnjo toplote in elektrike (kogeneracije) v kontekstu dobave toplote zaradi visoke rabe toplote in elektrike na lokaciji.

9.3.1 Ukrepi

Možni ukrepi:

- Vgradnja termostatskih ventilov
- Prenova toplotne postaje
- Sanacija kotlovnice

9.4 Pregled rabe električne energije

Električna energija se uporablja za delovanje več sklopov. To so predvsem razsvetljava, črpalni pogoni, split sistemi, manjši porabniki.

9.4.1 Ukrepi

Možni ukrepi:

- Sanacija razsvetljave

9.5 Voda

Hladna sanitarna voda se v stavbi uporablja v sanitarijah in kuhinji. Nekih specifičnih ukrepov za prihranek hladne vode nismo identificirali.

10 ORGANIZACIJSKI UKREPI

Učinki mehkih organizacijskih ukrepov po izkušnjah prinesejo med 5 % in 15 % znižanje rabe energije na letni ravni. Ocena investicije v uvajanje mehkih ukrepov, osnova je spremljanje rabe, za kar so potrebne meritve oz. spremljanje, je med 3 % in 5 % letnega stroška za energijo.

Organizacijski ukrepi so zanimivi za organizacijo predvsem zato, ker niso potrebna dodatna investicijska sredstva, ampak se na ta način koristijo notranje rezerve ustanove. Ob pravilni organiziranosti in motiviranosti dajejo lahko organizacijski ukrepi na področju energetike in ekologije velike prihranke. Tu so predstavljeni nekateri splošni organizacijski ukrepi, ki lahko privedejo do znižanja rabe energije z minimalnimi investicijami oz. brez investicij.

Ukrep 1 Vzpostavitev arhiva dokumentacije in porabe energije

Glede na izkušnje večina javnih in tudi zasebnih ustanov nima vzpostavljenega arhiva tehnične dokumentacije za stavbe ter vgrajenih sistemov ali dostopnih podatkov v javnih bazah. Ti podatki so nujni pri načrtovanju ukrepov ali analizah za potrebe priprave investicijske dokumentacije ali zgolj upravljanje z energijo in sistemi.

Vse javne ustanove bi morale po Energetskem zakonu vzpostaviti energetske knjigovodstvo oz. vsaj zbiranje računov za energijo in vodo.

Ukrep 2 Predstavitev rezultatov energetskega pregleda

Rezultate pregleda je potrebno predstaviti predvsem s stališča seznanitve s problemi in opozoriti na kritična mesta, ugotovljena z energetskega pregledom.

Ukrep 3 Boljša povezava med tehnično-vzdrževalno službo in ostalimi službami

Za vsako napravo, ki se vgrajuje v zgradbo, bi bilo potrebno pridobiti soglasje tehničnih služb. Na ta način bo nova naprava primerljiva z ostalimi napravami, mora biti tehnično in tehnološko neoporečna, obstajati mora ustrezna dokumentacija in ustrezno arhiviranje.

Ukrep 4 Vzpostavitev plana preventivnega in investicijskega vzdrževanja

Z uvedbo plana preventivnega in investicijskega vzdrževanja je možno planirati stroške v naprej s čemer se izognemo ne planiranim izdatkom ter s takšnim planiranjem zagotovimo nemoteno delovanje naprav.

Ukrep 5 Dvig ekološke zavesti zaposlenih

Potrebno je seznaniti zaposlene z ukrepi in projekti, ki potekajo ter jih osvestiti na področju varčevanja z energijo.

Ukrep 6 Energetska politika – uvedba standarda

Energetska politika organizacije je krovni dokument, v katerem se organizacija (fakulteta) zaveže, da bo izpolnjevala vse zahteve standarda ISO 50001 definirane v točki 4.3, odstavki a do h.

Vodstvo organizacije se odloči, da uvaža energetske politiko v skladu s standardom ISO 50001.

Vodstvo z vso organizacijsko strukturo se zaveže npr. sledeče:

V skladu s politiko odgovornosti do okolja in naravnosti k trajnostnemu razvoju, se organizacija zaveže k odgovornemu ravnanju z energijo in doseganju višje energetske učinkovitosti v vseh svojih stavbah in dejavnostih, povsod kjer je to stroškovno upravičeno.

Aktivno sodelovanje pri trajnih energetskih izboljšavah.

10.1 Uvajanje in vzdrževanje ravnanja z energijo (t.i. Energy Management)

Uvajanje sistema upravljanja z energijo opredeljuje Standard ISO 50001:2011 – Sistem upravljanja z energijo. S sistemom upravljanja z energijo porabniki nadzorujejo in učinkovito upravljajo z energijo s ciljem zmanjševanja rabe. Po strukturi je standard EN 50001 podoben okoljskemu standardu ISO 14001. Sistem upravljanja z energijo temelji na prepoznavanju in rednem pregledovanju pomembnih energetskih kazalnikov. Pregledi morajo vključevati:

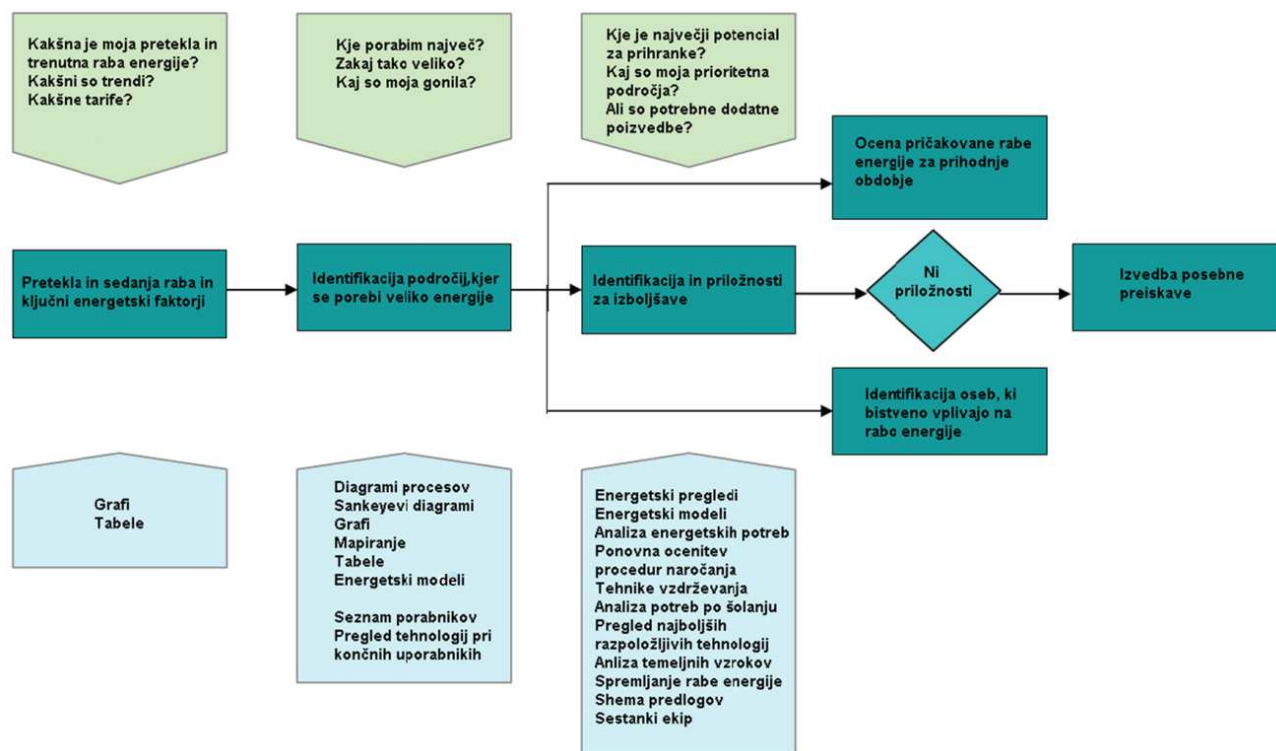
- *preglede rabe energije in preglede dejavnikov, ki vplivajo na rabo energije,*
- *prepoznavanje najbolj vplivnih področij,*
- *ocenjevanje predvidene rabe,*
- *prepoznavanje oseb, ki lahko pomembno vplivajo na rabo energije,*
- *prepoznavanje ter prednostna obravnava priložnosti za izboljšanje energetske učinkovitosti.*

Na osnovi prepoznanih energetskih vidikov porabnik vzpostavi svoje okvirne in izvedbene energetske cilje in oblikuje programe, ki mu omogočijo doseganje zastavljenih ciljev, z ustreznimi organizacijskimi predpisi in navodili pa obvlada pomembne energetske vidike. Namen standarda SIST EN 50001 je v podpori realizaciji učinkovitih ukrepov, ki povzročijo merljive prihranke energije. V praksi jih dosežemo z ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti, nenehnimi izboljšavami tekom let, izboljšavami učinkovitosti pri uporabi energije ter temeljitejšo analizo in prepoznavanjem področij s potencialom za varčevanje z energijo. Dejavnosti povezane s tehničnimi ukrepi in postopki v sistemu upravljanja z energijo, so (shematično prikazane tudi na sliki Slika 21:):

- *potrebno je razviti zavest o rabi energije na osnovi zbiranja podatkov in vplivnih faktorjev,*
- *porabnik mora prepoznati smisel zmanjševanja rabe energije za pomembnejše porabnike,*
- *pri določanju ukrepov in ciljev je ključna uporaba kazalnikov energetske učinkovitosti (KEU) na vodstveni kot tudi operativni ravni,*
- *veden naj bo register možnosti varčevanja z energijo, ki naj bo vključen v program upravljanja z energijo,*
- *ko so KEU v uporabi, se podatki, pridobljeni s spremljanjem energije oz. knjigovodstvom, lahko uporabijo za stalen pregled in prilagoditev sistema,*
- *vodstveni pregled zagotavlja, da je najvišje vodstvo odgovorno za oceno celotne uspešnosti in priporočanje sprememb.*

Metodologija uvajanja in vzdrževanja sistema upravljanja z energijo, ki jo navaja SIST EN 50001, temelji na naslednjih aktivnostih:

- *identifikacija in pregled energetskih vidikov (namen, cilji, program...),*
- *implementacija in obratovanje (viri, vloge in odgovornosti, nadzor obratovanja),*
- *preverjanje (spremljanje in meritve, neskladnosti, ukrepi za preprečevanje in odpravljanje),*
- *pregled sistema energetskega upravljanja s strani vodstva.*

Slika 21: Shema identifikacije rabe energije v procesu izvedbe sistema upravljanja z energijo²⁴

Organizacija izdela izkaz energetske učinkovitosti, ki ga pregleda certifikacijski organ. Izkaz je dejansko "povzetek" uspešnosti porabnika na področju izboljšanja energetske učinkovitosti. Cilj izkaza je posredovati informacije glede energijske učinkovitosti in dokaze o nenehnem izboljševanju energetske učinkovitosti organizacije. Organizacija mora uporabiti ustrezne kazalce energetske učinkovitosti, s čimer pokaže svojo uspešnost.

10.2 Ozaveščanje, informiranje in izobraževanje

Izboljšanje energetske učinkovitosti, osveščanje in usposabljanje uporabnikov so tesno povezani. Kvalitetna in energetska učinkovita oprema namreč še ni zagotovilo, da se bo raba energije v stavbi zmanjšala, ampak je raba odvisna od uporabe opreme.

Osveščanje uporabnikov ima velik pomen pri energetske učinkovitosti v stavbah. Vodstvo, energetski menedžer in vzdrževalec so glavni akterji pri implementaciji organizacijskih in investicijskih ukrepov URE. Zato morajo biti dobro usposobljeni, da bodo lahko kvalitetno izpeljali vse naloge.

Preglednica 20: Ozaveščanje, informiranje in izobraževanje

Vrsta ukrepa	Opis ukrepa
Priprava operativnega programa osveščevalnih in izobraževalnih aktivnosti	<p>Za kvalitetno izvedbo organizacijskih ukrepov je potrebno pripraviti operativni program osveščevalnih in izobraževalnih aktivnosti, kot so npr.:</p> <ul style="list-style-type: none"> seminarji, delavnice, konference za energetskega menedžerja, zaposlene in vodstvo, osnovni in napredni osveščevalni in izobraževalni dogodki; od osnovnih predstavitev URE in OVE za uporabnike stavbe do tehničnih predstavitev (nove tehnologije, financiranje investicij v URE, pridobivanje nepovratnih sredstev za implementacijo OVE in URE ...), izobraževanje, osveščanje in motiviranje zaposlenih k URE.

²⁴ Vir: IRI UL

Osveščanje in izobraževanje zaposlenih v stavbi	Zaposlene je potrebno motivirati za URE, saj je le od njih odvisno, ali bodo enostavni organizacijski ukrepi, kot so ugašanje luči, pravilno prezračevanje, izklapljanje porabnikov električne energije itd., uspešni. Možnosti za motiviranje je več; kot najučinkovitejše se je izkazalo motiviranje s pomočjo nagrad v različnih oblikah, ki se financirajo iz prihrankov, ki jih ukrepi prinesejo.
Osveščanje lastnika stavbe	Lastnik oz. upravitelj stavbe mora biti seznanjen z organizacijskimi ukrepi, ki jih je mogoče izvesti v dotični stavbi in ki pripomorejo k zmanjšanju rabe energije.

10.3 Vzdrževanje

Vzdrževalni procesi so zelo pomembni pri ohranjanju normalne funkcionalnosti stavbe same ter opreme in naprav v stavbi. Z vzdrževanjem stavbe, zlasti njenega ovoja (fasade, strehe, stavbnega pohištva ...), in z zagotavljanjem brezhibne funkcionalnosti opreme instalacijskih razvodov in naprav hkrati zagotovimo tudi, da se porablja optimalna količina energije za delovanje stavbe. Poškodovani gradbeno-obrtniški elementi, instalacijski sistemi, oprema ali naprave ter slabo vzdrževanje le-teh lahko povzročijo prekomerno porabo energije, zato je ključnega pomena, da se vzdrževalni procesi vršijo redno in da se uporabljajo kvalitetni materiali, ki omogočajo nižjo rabo energije.

Preglednica 21: Vzdrževanje

Vrsta ukrepa	Opis ukrepa
Smernice za izvajanje operativnih pregledov stavbe	Pod ta ukrep spadajo periodični pregledi delovanja naprav, optimizacija nastavitev ogrevalnih sistemov in sistemov za pripravo tople vode in električnih naprav. V tem oziru gre za redno vzdrževanje stavbe in naprav (tesnjenje oken in vrat, poškodbe konstrukcij in zaključnih slojev na fasadah in strehah po izvedbi prebojev zaradi naknadnih montaž različne opreme (npr. split sistemi, antene ipd.), zamenjava svetilnih teles, manjša popravila naprav, redno čiščenje ravnih streh, elementov za zbiranje in odvod meteornih vod, strelovodnih naprav ...) ter za druge vzdrževalne in obratovalne procese, ki so specifični glede na stavbo.
Spremljanje dnevne porabe energenta za ogrevanje	Dnevno spremljanje porabljenih količin energenta v primerjavi z zunanjo temperaturo je najučinkovitejši indikator napak na ogrevalnem sistemu. Vsako odstopanje od prejšnje porabe energenta je potrebno preveriti, saj pogosto pomeni napako na sistemu.
Optimizacija ogrevalnega sistema	Ogrevalni sistem mora biti pravilno nastavljen glede na zunanje temperature, saj le tako zagotovimo optimalno delovanje in visoke izkoristke, ki jih sistem omogoča.
Optimiziranje temperature v prostorih/ znižanje temperature	Temperatura v prostorih mora biti primerna dejavnosti, ki ji je prostor namenjen. Temperatura zraka v prostorih naj se giblje v razponu 21 °C (± 2 °C). Zavedati se je potrebno, da eno stopinjo nižja temperatura v prostoru pomeni 6 % prihranka energije.
Zmanjšanje temperature ponoči	V nočnem času, kadar stavba oz. prostori niso v uporabi, se predlaga znižanje temperature prostorov za 5 – 7 °C.
Izpust zraka iz ogreval (odzračevanje)	Z izpustom (odzračanjem) ogreval se izboljša izkoristek posameznega ogrevala tudi do 15 %. Potrebno je redno preverjanje, ali so vsa ogrevala odzračena.
Odstranitev ovir pred ogrevali	Pred ogrevalom ne sme biti nameščenih ovir, kot so zavese, mize, omare ..., saj le-te preprečujejo oddajanje toplote ogrevala v prostor.
Periodično preverjanje izvajanja organizacijskih ukrepov	Učinkovita poraba vode – velikokrat je možno opaziti, da voda na umivalnikih teče kljub temu, da se ne uporablja. Vzdrževalec mora periodično preverjati stanje in ukrepati.
	Pravilno osvetljevanje – v dnevnem času je potrebno v čim večji meri uporabljati naravno osvetljevanje, kar pomeni, da v primeru zadostne zunanje osvetlitve ugasnemo svetilke v prostorih ter razgrnemo zavese oz. odpremo senčila. Vzdrževalec mora periodično preverjati stanje in ukrepati.

	Ugašanje razsvetljave – v primeru, da se v prostorih trenutno ne izvajajo dejavnosti, je potrebno ugašati svetilke. Vzdrževalec periodično preverja stanje in ukrepa.
--	--

11 OCENA IZVEDLJIVOSTI INVESTICIJSKIH UKREPOV

11.1 Potrebna investicijska sredstva, možni prihranki energije in čas vračila

Z izrazom »celovita energetska prenova« označujemo usklajeno izvedbo ukrepov URE na ovoju stavbe (npr. fasada, streha, tla) in na stavbnih tehničnih sistemih (npr. ogrevanje, prezračevanje, klimatizacija, priprava tople vode) na način, da se, kolikor je to tehnično mogoče, izkoristi ves ekonomsko upravičen potencial za energetske prenoje. Glavna prednost celovitega pristopa je možnost medsebojne optimizacije posameznih ukrepov v eni sami obsežnejši operaciji.

Poročilo REP vsebuje več scenarijev, ki izhajajo iz finančnih, organizacijskih in strateških zmožnosti in usmeritev investitorja.

V REP so obravnavani trije scenariji, in sicer:

- Izvedba organizacijskih ukrepov
- Izvedba vseh ukrepov za energetske prenoje
- Izvedba celovite energetske prenove z upoštevanjem zahteve ministrstva za infrastrukturo (stavba mora po izvedenih ukrepih izpolnjevati zahteve PURES o energetske učinkovitosti) ter ukrepov z enostavno vračilno dobo do 15 let

Preglednica 22: Zbirna tabela organizacijskih ukrepov.

Št.	Opis	Potencialni letni prihranek do:				Investicija	Enostavna vračilna doba	Prioriteta	Prihranek CO ₂
		Toplota	Elektrika	Voda	Letni prihranek				
		MWh/a	MWh/a	m ³ /a	€/a	€	let	/	t/a
A	ORGANIZACIJSKI UKREPI								
1.	- Poskrbeti za redno izklapljanje razsvetljave, aparatov in opreme, kadar niso v uporabi; - Določiti osebo, ki zagotovi 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 - Šolanje uporabnikov in tehničnega osebja, vzpostavitev sistema preventivnega vzdrževanja in servisiranja	24,2	17,6		2.930	3.000	1	I	13
2.	Osnovni sistem avtomatike in sistem za aktivno ravnanje z energijo	12,1	8,8		1.470	10.000	6,8	I	7
	SKUPAJ	36,3	26,4		4.400	13.000	2,9		20

Preglednica 23: Zbirna tabela vseh investicijskih ukrepov.

Št.	Opis	Potencialni letni prihranek do:				Investicija	Enostavna vračilna doba	Prioriteta	Prihranek CO ₂
		Toplota	Elektrika	Voda	Letni prihranek				
		MWh/a	MWh/a	m ³ /a	€/a	€	let	/	t/a
B	INVESTICIJSKI UKREPI								
2.	Toplotna izolacija stropa AB in B1	11,5			500	120.000	241,9	I	2
3.	Toplotna izolacija stropa prehod	0,6			30	2.000	66,7	I	0
4.	Tesnjenje stavbnega pohištva	20,8			900	12.000	13,3	II	4
5.	Vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje	25,4	0,3		1.100	6.400	5,6	II	5
6.	Prenova toplotne postaje	14,4			625	30.000	48	II	3
7.	Sanacija kotlovnice	28,6			1.235	80.000	64,7	II	6
8.	Sanacija razsvetljave		4,8		515	3.500	6,8	I	2
	SKUPAJ	101,3	5,2		4.905	253.900	51,8		22

Preglednica 24: Zbirna tabela ukrepov za primer scenarija energetske prenove z upoštevanjem PURES in enostavne vračilne dobe posameznega ukrepa do 15 let

Št.	Opis	Potencialni letni prihranek do:				Investicija	Enostavna vračilna doba	Prioriteta	Prihranek CO ₂
		Toplota	Elektrika	Voda	Letni prihranek				
		MWh/a	MWh/a	m ³ /a	€/a	€	let	/	t/a
A	ORGANIZACIJSKI UKREPI								
1.	- 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 - Šolanje uporabnikov in tehničnega osebja, vzpostavitev sistema preventivnega vzdrževanja in servisiranja	24,2	17,6		2.930	3.000	1	I	13
2.	Osnovni sistem avtomatike in sistem za aktivno ravnanje z energijo	12,1	8,8		1.470	10.000	6,8	I	7
B	INVESTICIJSKI UKREPI								
2.	Toplotna izolacija stropa AB in B1	11,5			500	120.000	241,9	I	2
3.	Toplotna izolacija stropa prehod	0,6			30	2.000	66,7	I	0
4.	Tesnjenje stavbnega pohištva	20,8			900	12.000	13,3	II	4
5.	Vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje	25,4	0,3		1.100	6.400	5,6	II	5
7.	Sanacija razsvetljave	0	4,8		515	3.500	6,8	I	2
	SKUPAJ	94,6	31,5		7.445	156.900	21		33

12 VIRI IN LITERATURA

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (UI RS, št. 52/2010 z dne 30.6.2010)

Pravilnik o metodah za določanje prihrankov energije (UI RS, št. 67/2015 z dne 18.9.2015)

Pravilnik o metodah za določanje prihrankov energije (Ur.l. RS, št. 67/2015) priloga III: Emisijski faktorji za določanje zmanjšanja emisij ogljikovega dioksida

Metodologija izvedbe energetskega pregleda (MOP, april 2007)

Katalogi različnih proizvajalcev strojne in elektro opreme

PRILOGA 1: Osnovni podatki o stavbi

Podatek	Enota
ID stavbe	1418
Parcelna številka	187/6
Naziv stavbe	Osnovna šola Oskarja Kovačiča
Naslov stavbe	Ob dolenski železnici 48, 1000 Ljubljana
Lastnik stavbe (in delež v %)	Mestna občina Ljubljana 1/1
Lastnik stavbe (in delež v %)	/
Upravljalca	Mestna občina Ljubljana
Leto izgradnje	1980
Vrsta stavbe - opis	Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo
Vrsta stavbe - šifra	12630
Etažnost	P+N+neogrevano podstrešje
Uporabna površina stavbe	2.552 m ²
Kondicionirana prostornina stavbe	9.697,65 m ³
Faktor oblike	0,542 m ⁻¹
Temperaturni primanjkljaj (ogrevanje)	3.300 K dan
Temperaturni presežek (hlajenje)	0 K ur
Povprečna letna temperatura zraka	9,7 °C

PRILOGA 2: Pregled možnih ukrepov zmanjšanja stroškov za energijo

Vsi učinki ukrepov imajo določen možen razpon. Pri analizah smo vedno jemali minimalne učinke, tako da se izognemo nevarnosti precenjevanja učinkov ukrepov. Prihranki v denarju so zaokroženi, prav tako prihranki CO₂.

Potrebno se je zavedati, da so v tem poglavju podane **ocene** tako **prihrankov**, kot tudi **investicij**. **Natančna opredelitev investicijskega dela je predmet PZI.**

Za izračun vračilnih dob so upoštevane najnovejše povprečne efektivne cene energentov in sicer za obdobje 2013-2015, ki so: **43,28** EUR/MWh za toploto, za elektriko **106,98** EUR/MWh.

Za izračun prihranka CO₂ se upošteva *Pravilnik o metodah za določanje prihrankov energije* (Ur.l. RS, št. 67/2015) priloga III: Emisijski faktorji za določanje zmanjšanja emisij ogljikovega dioksida.

PRILOGA 2.1: Organizacijski ukrepi**Naziv ukrepa: Organizacijski**

OPIS:

Za organizacijske ukrepe predlagamo sledeče:

- Poskrbeti za redno izklapljanje razsvetljave, aparatov in opreme, kadar niso v uporabi.
- Določiti osebo, ki zagotovi končno kontrolo v objektu, da se preveri obratovanje oz. izklop naprav in opreme ob koncu delovnega časa
- Vpeljati ročno ali avtomatsko energetsko knjigovodstvo v objektu s spremljanjem redne dnevne porabe po posameznih porabnikih (ogrevanje, sanitarna topla voda, hladna voda, elektrika,...).
- 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.

Šolanje uporabnikov in tehničnega osebja, vzpostavitev sistema preventivnega vzdrževanja in servisiranja.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

24,2 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

1.050 EUR

Predpostavljeno zmanjšanje rabe električne energije:

17,6 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe električne energije:

1.880 EUR

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

2.930 EUR

*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Organizacijski ukrep (izobraževanje, vzdrževanje, ..)	kos	1	3.000 EUR/kos	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: Toplotna izolacija stropa AB in B1**

OPIS:

Objekt je bil projektiran in zgrajen v osemdesetih letih prejšnjega stoletja, in je ustrezal takratnim zahtevam. Površina strop proti neogrevanemu podstrešju stavbe A, B in B1 je 1.835,97 m², njegova toplotna prehodnost je med 0,221 W/m²K in 0,454 W/m²K. Površine so zbrane v tabeli spodaj:

Preglednica 25: Površine neprosojnih delov ovoja stavbe

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
Strop A in B		0	1.749,72	0,221	386,69
Strop B1		0	86,25	0,454	39,16

Pri izračunu toplotnih ukrepov na stropu predvidimo izvedbo dodatne toplotne izolacije. Ta zajema dobavo in namestitev toplotne izolacije, s faktorjem toplotne prevodnosti 0,039 ali manj, skupaj z lepilom, malto, mrežico, zaključnim slojem in postavitvev odra, izvedbo in ostale izvedbene stroške.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

11,5

MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

500

EUR

Predpostavljeno zmanjšanje rabe električne energije:

0

MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe električne energije:

0

EUR

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

500

EUR

*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	dobava in namestitev toplotne izolacije, s faktorjem toplotne prevodnosti 0,039 ali manj, skupaj z lepilom, malto, mrežico, zaključnim slojem in postavitvev odra, izvedbo in ostale izvedbene stroške	m ²	1.835,97	65 EUR/m ²	120.000
Skupaj:					

Vračilna doba:

241,9 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☐ 0 – 3☒ 3 – 6☐ 6 – 12☐ 12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

srednja

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

nizko

Naziv ukrepa: Toplotna izolacija stropa prehod

OPIS:

Objekt je bil projektiran in zgrajen v osemdesetih letih prejšnjega stoletja, in je ustrezal takratnim zahtevam. Površina strop proti neogrevanem podstrešju prehoda je 30,9 m², njegova toplotna prehodnost je 0,452 W/m²K.

Površine so zbrane v tabeli spodaj:

Preglednica 26: Površine neprosojnih delov ovoja stavbe

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
Prehod		0	30,90	0,452	13,97

Pri izračunu toplotnih ukrepov na stropu predvidimo izvedbo dodatne toplotne izolacije. Ta zajema dobavo in namestitev toplotne izolacije, s faktorjem toplotne prevodnosti 0,039 ali manj, skupaj z lepilom, malto, mrežico, zaključnim slojem in postavitv odra, izvedbo in ostale izvedbene stroške.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

0,6

MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

30

EUR

Predpostavljeno zmanjšanje rabe električne energije:

0

MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe električne energije:

0

EUR

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

30

EUR

*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	dobava in namestitev toplotne izolacije, s faktorjem toplotne prevodnosti 0,039 ali manj, skupaj z lepilom, malto, mrežico, zaključnim slojem in postavitv odra, izvedbo in ostale izvedbene stroške	m ²	30,9	65 EUR/m ²	2.000
Skupaj:					

Vračilna doba:

66,7 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:



0 – 3



3 – 6

☐ 6 – 12

☐ 12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

srednja

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

nizko

Naziv ukrepa: Tesnjenje in nastavitev okovja stavbnega pohištva**OPIS:**

Glede na to, da so okna relativno nova predlagamo vgradnjo/zamenjavo tesnil za stavbeno pohištvo, ki je namenjeno odpiranju in zapiranju. Površina oken 608,58 m². Ocenjena vrednost namestitve tesnila je 20 EUR/m². Poleg tesnjenja se izvede tudi nastavitev okovja.

Zaradi velike površine oken in s tem višjih investicijskih stroškov, se lahko najprej izvede sanacija samo problematičnih oken, skozi katere so toplotne izgube največje oziroma prepuščajo največ zunanjskega zraka.

Pri izvajanju ukrepa se lahko izbere samo tista okna, ki so kritična. S tem bo investicija sorazmerno nižja, ugodje pa se bo zvišalo.

Upoštevana so že potrebna dela za vgradnjo. Pri izvedbi, pa se lahko pokažejo še dodatna potrebna dela, ki so nujna, ali pa se investitor odloči, da bi jih naredil sočasno in so smiselna. To lahko spremeni višino investicije.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

20,8

MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

900

EUR

Predpostavljeno zmanjšanje rabe električne energije:

0

MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe električne energije:

0

EUR

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

900

EUR

*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Tesnjenje in nastavitev okovja	m ²	608,58	20 EUR/m ²	12.000
Skupaj:					

Vračilna doba:

13,3 leta

Terminski plan uvajanja v mesecih:



0 – 3



3 – 6



6 – 12



12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

nizka

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

nizko

Naziv ukrepa: Prenova toplotne postaje in sanacija kotlovnice**OPIS:**

Predlagamo prenovu toplotne postaje in kotlovnice. Pri prenovi toplotne postaje bi bilo potrebno zamenjati in na novo projektirati (glede na to, da se poraba toplotne energije zmanjša zaradi ostalih ukrepov) črpalne agregate, regulacijske ventile, pripravo sanitarne vode, razdelilnik ogrevanja, toplotno izolacijo, regulacijo ...Potrebno je v kotlovnici zamenjati kotle in eventualno preučiti možnost vgradnje kogeneracija. Obtočne črpalke je potrebno zamenjati s frekvenčnimi pretvorniki, da bodo zadostile potrebam po hidravličnih karakteristikah posameznih vej. Vgraditi je potrebno krmiljenje avtomatske regulacije temperature v prostorih, ki naj bo odvisna od zunanje temperature itd.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

43	MWh
----	-----

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

1.860	EUR
-------	-----

Predpostavljeno zmanjšanje rabe električne energije:

0	MWh
---	-----

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe električne energije:

0	EUR
---	-----

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

1.860	EUR
-------	-----

*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Novi črpalni pogoni s frekvenčno regulacijo, novi kotli, vgradnja avtomatske regulacije	kpl	1	110.000 EUR/kpl	110.000
Skupaj:					

Vračilna doba:

59 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☐ 0 – 3 ☐ 3 – 6 ☒ 6 – 12 ☐ 12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

srednja	nizko
---------	-------

Naziv ukrepa: Sanacija razsvetljave**OPIS:**

Trenutno stanje, določeno na podlagi popisa razsvetljave je: v objektu je vgrajenih 424 sijalk in žarnic. Predlagana sanacija razsvetljave vključuje:

- menjava sijalk T8 s sijalkami LED - 212 kosov
- cena kosa: ekvivalent 58W - 15 EUR/kos
- cena kosa: ekvivalent 36W - 13 EUR/kos
- skupaj cena: ~ 3.500 EUR

Ocenjuje se, da je z zamenjavo razsvetljave možno prihraniti do 60% električne energije potrebne za razsvetljavo. Upoštevati je potrebno, da pri oceni ukrepa nimamo na voljo natančnih podatkov glede potrebnega števila svetilk ali dodatnih stroškov za vgradnjo (uporabili smo ocenjene vrednosti). Natančne podatke je možno dobiti s projektantskimi popisi, ki se izvedejo za potrebe Projekta za izvedbo (PZI) kot je naslednji korak pred izvedbo investicije. Projektantki popisi niso predmet energetskega pregleda, le ta je namenjen samo za pridobitev ustreznih ocen.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

0	MWh
---	-----

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

0	EUR
---	-----

Predpostavljeno zmanjšanje rabe električne energije:

4,8	MWh
-----	-----

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe električne energije:

515	EUR
-----	-----

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

515	EUR
-----	-----

*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Vgradnja LED sijalk namesto 36 W fluo	kos	24	13 EUR/kos	400
2	Vgradnja LED sijalk namesto 58W fluo	kos	188	15 EUR/kos	2.900
Skupaj:			~3.500		

Vračilna doba:

6,8 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☐ 0 – 3 ☐ 3 – 6 ☒ 6 – 12 ☐ 12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

srednja	nizko
---------	-------

Naziv ukrepa: Osnovni sistem avtomatike in sistem za aktivno ravnanje z energijo

OPIS:

Optimiranje rabe energije je kontinuiran proces, katerega ni možno uspešno izvajati na podlagi subjektivnih ocen o porabi energije. Potrebni so kvalitetni podatki v realnem času, prav tako pa je ključna namenska informacijska podpora, ki vse te podatke obdelava in energetskemu upravitelju ustrezno predstavi.

Sodobni energetski informacijski sistemi omogočajo priklop na večino merilnikov porabe energije, sistemi sami pa vsebujejo vse potrebne funkcije in orodja za uspešno izvajanje upravljanja z energijo.

Priporočamo uvedbo energetskega informacijskega sistema, do katerega uporabniki dostopajo preko zunanje ali interne spletne strani. Poleg zniževanja stroškov za vzdrževanje sistema to omogoča uporabo na mobilnih napravah in vse pogostejše uporabljenih pametnih telefonih.

Za največji izkoristek prihrankov mora biti uveden energetski informacijski sistem, ki vsebuje naslednje funkcije:

- spremljanje merjene porabe in stroškov za energijo, spremljanje energetskih parametrov, vplivnih veličin in kazalcev učinkovitosti – v realnem času,
- možnost izvajanja energetskega knjigovodstva in primerjave položnic z merjenimi podatki,
- primerjave objektov in energetskih sistemov med seboj in tudi same s sabo v različnih časovnih obdobjih,
- načrtovanje prihrankov in optimizacijo energetskih sistemov preko M&T in CuSUM analize (obstajati mora možnost izločitve eventualnih slabih podatkov iz analize),
- orodje za alarmiranje, ki omogoča obveščanje tudi preko sms-a in email-a in vsebuje funkcije za »eskalacijo« alarmov in analizo sproženih alarmov,
- odprt sistem za energetske poročanje, ki uporabnikom omogoča kreiranje lastnih poročil,
- segment za beleženje in podporo vodenja energetskih ukrepov (t.i. »task management«).

Energetski informacijski sistem mora imeti naslednje lastnosti:

- možnost priklopa na veliko število merilnikov energije in sistemskih parametrov preko MBUS, MODBUS in OPC protokolov ter preko zajema analognih vrednosti in pulznih signalov,
- možnost zajema okoljskih veličin in vplivnih parametrov (zunanja temperatura, število obiskovalcev, kvadrature, ipd.),
- možnost ročnega vnosa in urejanja podatkov,
- napredna opravila za obdelavo podatkov v realnem času – izračuni virtualnih odjemov, stroškov, kazalcev energetske učinkovitosti in izračun temperaturnih primanjkljajev po aktualnih standardih,
- podporo zlaganju vseh podatkov (surovih in obdelanih) v drevesno strukturo skladno s standardi,
- arhiv surovih merjenih in obdelanih podatkov za več let (tudi na nizki časovni ločljivosti),
- možnost več-nivojske varnostne politike aplikacije (inženir, napredni uporabnik, administrator, zunanji izvajalec, ipd.),
- aplikacija naj bo v celoti izvedena v slovenskem jeziku (grafični vmesnik je prilagojen vsakemu uporabniku posebej zato je v slovenskem jeziku, težko je namreč kupiti serijski proizvod, ki bi bil primeren za uporabo),
- sistem naj omogoča takojšnjo nastavljalnost in odprtost; uporabnik, ki ima zadostne pravice, lahko sistem nastavlja (dodaja meritve, kreira kazalce učinkovitosti, spreminja nastavitve aplikacije, ipd.) brez pisanja programske kode.

Za spodbujanje proaktivne rabe sistema bi bilo smiselno, da sistem dopušča proaktivno uporabo in sicer:

- da imajo uporabniki možnost kreiranja svojih lastnih opozoril,
- da imajo uporabniki možnost kreiranja novih enostavnejših poročil,
- dodajanje poljubnih vsebin obstoječi aplikaciji in sicer brez pisanja programske kode,
- možnost urejanja podatkov (spreminjanje definicije kazalcev učinkovitosti, ipd.).

Ker je predmet energetskega pregleda ena izmed stavb Mestne občine Ljubljana (v nadaljevanju MOL) predlagamo, da se tudi na nivoju celotne MOL vzpostavi centralna knjižnica energetskih podatkov z namenom

širše analize in pregleda stroškov ter izvajanja »benchmarkinga« primerljivih objektov znotraj MOL-a glede na standardne pokazatelje energetske učinkovitosti.

Uvedeni energetski informacijski sistem naj torej omogoča izvoz kazalcev energetske učinkovitosti v morebitno omenjeno centralno »energetsko« podatkovno bazo MOL-a in pridobivanje (in prikaz) podatka o rezultatu primerjave energetske učinkovitosti z ostalimi podobnimi objekti znotraj MOL-a.

Z uvedbo energetskega informacijskega sistema bodo uporabniki pridobili:

- možnost realno-časovnega spremljanja energetskih tokov, ki so določeni na podlagi dejanskih odčitkov iz merilnikov,
- možnost določanja in spremljanja energetske učinkovitosti enot in energetskih sistemov znotraj organizacije,
- podporo v realnem času za opozarjanje na morebitna odstopanja od zadanih smernic,
- vsa potrebna orodja za potrebe izvajanje analiz, primerjav, planiranja in poročanja.

Spremljanje oz. merjenje je predpogoj za upravljanje oz. varčevanje z energijo. Energetski Informacijski Sistem (EIS) vključuje sistem za spremljanje rabe energije in orodja za podporo pri upravljanju z energijo. EIS omogoča uporabnikom natančno spremljanje porabe energije v vsakem trenutku, spremljanje kumulativnih porab, opazovanje odstopanj od predvidenih profilov rabe in izvajanje primerjav z rabo v preteklem obdobju.

Orodja za podporo pri upravljanju z energijo (energetski kazalniki, ciljno spremljanje rabe energije, energetska poročila, izpusti toplogrednih plinov) omogočajo nadaljnje izvajanje podrobnejših analiz in iskanje vzrokov za energetska neučinkovitost objekta. Take analize so torej podlaga za organizacijske in investicijske ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti.

Namestitev EIS naj bo ena od prioritet, saj je dejstvo, da večina uporabnikov trenutno ne pozna svoje rabe. Energetski informacijski sistem omogoča tudi spremljanje uspešnosti ukrepov varčevanja z energijo in vlaganj v izboljšanje energetske učinkovitosti. Prvi korak naj bo uvajanje energetskega knjigovodstva.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

12,1 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

525 EUR

Predpostavljeno zmanjšanje rabe električne energije:

8,8 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe električne energije:

945 EUR

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

1.470 EUR

*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Vgradnja osnovnega sistema avtomatike in sistema za aktivno ravnanje z energijo	kpl	1	10.000 EUR/kpl	10.000
Skupaj:					

Vračilna doba:

6,8 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☐ 0 – 3

☐ 3 – 6

☐ 6 – 12

☒ 12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

visoka	nizko
--------	-------

PRILOGA 3: Grobi opis sklopov sanacije zunanega ovoja

1. Toplotna izolacija stropa A, B in B1

Objekt je bil projektiran in zgrajen v osemdesetih letih prejšnjega stoletja, in je ustrezal takratnim zahtevam.

Površina strop proti neogrevanemu podstrešju stavbe A, B in B1 je 1.835,97 m², njegova toplotna prehodnost je med 0,221 W/m²K in 0,454 W/m²K.

Površine so zbrane v tabeli spodaj:

Preglednica 27: Površine neprosojnih delov ovoja stavbe

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
Strop A in B		0	1.749,72	0,221	386,69
Strop B1		0	86,25	0,454	39,16

Pri izračunu toplotnih ukrepov na stropu predvidimo izvedbo dodatne toplotne izolacije. Ta zajema dobavo in namestitev toplotne izolacije, s faktorjem toplotne prevodnosti 0,039 ali manj, skupaj z lepilom, malto, mrežico, zaključnim slojem in postavitvev odra, izvedbo in ostale izvedbene stroške.

2. Toplotna izolacija stropa prehod

Objekt je bil projektiran in zgrajen v osemdesetih letih prejšnjega stoletja, in je ustrezal takratnim zahtevam.

Površina strop proti neogrevanemu podstrešju prehoda je 30,9 m², njegova toplotna prehodnost je 0,452 W/m²K.

Površine so zbrane v tabeli spodaj:

Preglednica 28: Površine neprosojnih delov ovoja stavbe

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
Prehod		0	30,90	0,452	13,97

Pri izračunu toplotnih ukrepov na stropu predvidimo izvedbo dodatne toplotne izolacije. Ta zajema dobavo in namestitev toplotne izolacije, s faktorjem toplotne prevodnosti 0,039 ali manj, skupaj z lepilom, malto, mrežico, zaključnim slojem in postavitvev odra, izvedbo in ostale izvedbene stroške.

PRILOGA 4: Gradbena fizika

Elaborat gradbene fizike za obstoječe in sanirano stanje

Izkaz energetskih lastnosti stavbe za obstoječe in sanirano stanje