

Razširjen energetske pregled

Osnovna šola Jakoba Aljaža in Športna dvorana Planina

Ulica Tončka Dežmana 1



Kranj, julij 2016

Naziv projekta:	Razširjen energetski pregled Osnovne šole Jakoba Aljaža in Športne dvorane Planina
Št. projekta:	20/2016
Datum:	julij 2016
Naročnik:	Mestna občina Kranj Slovenski trg 1 4000 Kranj
Odgovorna oseba naročnika:	g. Boštjan Trilar
Predstavnik naročnika:	mag. Marko Hočevar
Financiranje projekta:	Mestna občina Kranj
Izvajalec:	Lokalna energetska agencija Gorenjske (LEAG) Slovenski trg 1 4000 Kranj
Direktor:	mag. Anton Pogačnik
Projektni vodja:	Staš Kos, univ. dipl. inž. str.
Strokovni sodelavci:	Jure Eržen, univ. dipl. inž. grad. Anton Marc, univ. dipl. inž. str. Tadeja Vodnik, dipl. org. menedž.

Kazalo vsebine

Razširjen energetski pregled	1
Osnovna šola Jakoba Aljaža in Športna dvorana Planina	1
1. Povzetek za poslovno odločanje	11
2. Splošni del.....	13
2.1. Uvod	13
2.1.1. Namen in cilj energetskega pregleda.....	13
2.1.2. Osnovni podatki o lokaciji.....	14
2.1.3. Osnovni podatki o objektih.....	15
2.2. Shema upravljanja s stavbo	19
2.2.1. Razmerje med naročnikom EP, lastnikom in uporabnikom stavbe.....	19
2.2.2. Odgovorne osebe na lokaciji	19
2.2.3. Shema denarnih tokov na področju obratovalnih stroškov	19
2.2.4. Shema denarnih tokov in procesa odločanja na področju investiranja v URE.....	19
2.2.5. Potek nadzora nad rabo energije in stroški.....	20
2.2.6. Motivacija za URE	20
2.2.7. Raven promoviranja URE	20
2.3. Stanje notranjega ugodja in regulacija ogrevalnega sistema	20
2.3.1. Meritve temperature in relativne vlažnosti.....	21
2.3.2. Meritve CO ₂	25
3. Oskrba in raba energije	28
3.1. Cene energetskih virov – osnovna šola in dvorana	28
3.1.1. Električna energija.....	28
3.1.2. Ogrevanje.....	28
3.1.3. Voda in odpadki.....	29
3.2. Mesečna in letna raba energije – osnovna šola in dvorana.....	29
3.2.1. Električna energija.....	29
3.2.2. Energija za ogrevanje	30
3.2.3. Voda in odpadki.....	31
3.3. Cene energetskih virov – osnovna šola	31
3.3.1. Električna energija.....	32
3.3.2. Ogrevanje.....	32
3.3.3. Voda in odpadki.....	33
3.4. Mesečna in letna raba energije – osnovna šola.....	33

3.4.1.	Električna energija	33
3.4.2.	Energija za ogrevanje	36
3.4.3.	Voda in odpadki.....	38
3.5.	Cene energetske virov – dvorana	38
3.5.1.	Električna energija.....	38
3.5.2.	Ogrevanje.....	38
3.5.3.	Voda in odpadki.....	39
3.6.	Mesečna in letna raba energije – dvorana	39
3.6.1.	Električna energija.....	39
3.6.2.	Energija za ogrevanje	40
3.6.3.	Voda in odpadki.....	42
3.7.	Zanesljivost in pregled naprav.....	42
3.7.1.	Zanesljivost oskrbe glede energetske virov	42
3.7.2.	Pregled naprav za pretvorbo energije	43
3.8.	Poročilo o opravljeni termografiji	53
3.8.1.	Uvod	53
3.8.2.	Podatki o izvedbi meritve	53
3.8.3.	Poročilo izvedbi meritev - OŠ	54
3.8.4.	Podatki o izvedbi meritev – dvorana	64
4.	Pregled rabe končne energije – obe stavbi.....	72
4.1.	Skupna poraba energije	72
4.2.	Skupni stroški	73
5.	Pregled rabe končne energije – OŠ	75
5.1.	Skupna poraba energije	75
5.2.	Skupni stroški	76
6.	Pregled rabe končne energije – dvorana	78
6.1.	Skupna poraba energije	78
6.2.	Skupni stroški	79
7.	Analiza možnosti za znižanje rabe energije.....	81
7.1.	Ocena energetske varčevalnih potencialov	81
7.1.1.	Ovoj stavbe	81
7.1.2.	Električna energija in razsvetljava.....	81
7.1.3.	Sanitarna voda	81
7.1.4.	Ogrevalni sistem	81
7.1.5.	Organizacijski ukrepi.....	81

8.	Analiza energetskega toka v stavbi – OŠ Jakob Aljaž	83
8.1.	Potrebna toplota za ogrevanje stavbe	83
8.2.	Potrebna električna energija za delovanje stavbe	84
8.3.	Priprava tople sanitarne vode	84
9.	Predlogi ukrepov za učinkovito rabo energije – OŠ Jakob Aljaž	85
9.1.	Predvideni ukrepi za zmanjšanje rabe energije in vode.....	85
10.	Analiza energetskega toka v stavbi – Dvorana Planina	96
10.1.	Potrebna toplota za ogrevanje stavbe.....	96
10.2.	Potrebna električna energija za delovanje stavbe	97
10.3.	Priprava tople sanitarne vode.....	97
11.	Predlogi ukrepov za učinkovito rabo energije – Dvorana Planina	98
11.1.	Predvideni ukrepi za zmanjšanje rabe energije in vode.....	98
11.2.	Povzetek ukrepov, okoljski vtis	106
11.3.	Ekološka presoja ukrepov in vpliv na bivalno ugodje	110
12.	Viri in literatura.....	111

Slike

Slika 1: Absolutna in specifična raba toplote in elektrike za delovanje stavbe.	12
Slika 2: Izračunana potrebna toplota za ogrevanje pred in po izvedbi obravnavanih ukrepov.	12
Slika 3: Prikaz poti sonca za dan 21.6. in 21.12. Rumena daljica prikazuje sončni vzhod, rdeča pa sončni zahod.	15
Slika 4: Ortofoto posnetek objekta, sivo dvorana Planina.	17
Slika 5: Diagram ugodja po Reiherju v odvisnosti od relativne vlage in temperature.	21
Slika 6: Porazdelitev temperature zraka v prostorih šole.	22
Slika 7: Porazdelitev temperature zraka v kuhinji in bazenu.	23
Slika 8: Porazdelitev temperature zunanjega zraka in površinske temperature na ogrevalih.	24
Slika 9: Porazdelitev relativne vlažnosti zraka v učilnicah in prostoru, kjer se nahaja bazen.	24
Slika 10: Koncentracija CO ₂ v obdobju enega tedna v eni izmed igralnic.	26
Slika 11: Koncentracija CO ₂ v delovnem času.	26
Slika 12: Cena elektrike v obdobju od 2013 do 2015.	28
Slika 13: Cena daljinske toplote od 2013 do 2015.	29
Slika 14: Specifični stroški za vse komunalne storitve.	29
Slika 15: Mesečna raba električne energije od 2011 do 2014.	30
Slika 16: Poraba energije za ogrevanje in temperaturni primanjkljaj.	30
Slika 17: Poraba vode v od 2013 do 2015.	31
Slika 18: Mesečna poraba vode za leta 2013 do 2015.	31
Slika 19: Cena elektrike v obdobju od 2012 do 2015 za Osnovno šolo Jakoba Aljaža.	32
Slika 20: Specifični stroški za vse komunalne storitve.	33
Slika 21: Mesečna raba električne energije od 2011 do 2014.	34
Slika 22: Poraba energije za ogrevanje in temperaturni primanjkljaj.	36
Slika 23: Poraba vode v od 2013 do 2015.	38
Slika 24: Cena daljinske toplote od 2013 do 2015.	39
Slika 25: Mesečna raba električne energije od 2013 do 2015.	39
Slika 26: Poraba energije za ogrevanje in temperaturni primanjkljaj.	41
Slika 27: Poraba vode v od 2013 do 2015.	42
Slika 28: Mesečna poraba vode za leta 2013 do 2015.	42
Slika 29: Spiralni prenosnik toplote obtočnimi črpalkami starejše izvedbe.	44
Slika 30: Razvodni sistem obložen s prvotno in novejšo izolacijo.	44
Slika 31: Toplotna podpostaja v dvorani in litoželezna ogrevala z nameščenimi termostatskimi ventili.	45
Slika 32: Litoželezni radiatorji brez ustreznih ventilov.	45
Slika 33: Zalogovnik za pripravo STV.	46
Slika 34: Tuši s senzorjem prisotnosti v ŠD in bazen v sklopu OŠ.	46
Slika 35: Klimat za ogrevanje in prezračevanje dvorane z deloma prenovljenimi elementi.	47
Slika 36: Hlajenje šole (levo) in hlajenje dvorane(desno).	47
Slika 37: Svetilke zastopane v objektu	49
Slika 38: Poraba električne energije in priključna moč pred in po zamenjavi svetilk.	50
Slika 39: Svetilke zastopane v objektu	51
Slika 40: Poraba električne energije in priključna moč pred in po zamenjavi svetilk.	52
Slika 41: Hladilnica in pripadajoča hladilna naprava.	52
Slika 42: Termografski posnetek SZ in JV fasade.	54
Slika 43: Termografski posnetek JV fasade objekta.	54

Slika 44: Visoke površinske temperature fasade in jeklenih vrat.	55
Slika 45: Linijski toplotni most (distančnik in jekleni okenski okvir) in točkovni toplotni most zaradi jeklenih zatičev pod polico.	55
Slika 46: Konstruktivski toplotni mostovi.	55
Slika 47: Termografski posnetek fasade na JV strani.	56
Slika 48: Detajl JV fasade.	56
Slika 49: Termografski posnetek prezračevalnih odprtih.	57
Slika 50: Polimerna kritina – neustrezna toplotna zaščita in prepustnost svetlobe.	57
Slika 51: Polimerni elementi na strehi objekta.	58
Slika 52: Izolirano podstrešje.	58
Slika 53: Energetsko neustrezna okna v pisarnah.	59
Slika 54: Netesnosti pri stavbnem pohištvi v učilnicah.	60
Slika 55: Netesnost stavbnega pohištva in slabše izolirani deli podstrešja.	60
Slika 56: Prikaz izgub toplote skozi površino stene v telovadnici.	60
Slika 57: Termografski in digitalni posnetek v predsobi - puščanje.	61
Slika 58: Ostali detajli v predsobi - vidne so nižje temperature okoli luči – nevarnost za kondenzacijo in okvaro – potrebna sanacija.	63
Slika 59: Toplotni most zaradi neizoliranega stika med betonsko ploščo in fasado – potreba po izolaciji podzidka.	63
Slika 60: Detajli iz telovadnice.	64
Slika 61: Termografski posnetek SZ fasade.	65
Slika 62: Termografski posnetek JV fasade objekta.	65
Slika 63: Neizoliran podzidek in toplotni most zaradi betonske plošče.	65
Slika 64: Poleg konstrukcijskega toplotnega mostu je vidno tudi neustrezno stavbno pohištvo.	66
Slika 65: Nizke temperature na okvirih stavbnega pohištva in kopelit stekel. Na desni strani je viden konstrukcijski toplotni most (betonski nosilci).	67
Slika 66: Izolirana vrata, ki pa ne prinesejo željenih rezultatov.	68
Slika 67: Toplotni mostovi in nižje površinske temperature nekaterih sten, ki so posledica geometrije in lastnosti materialov.	68
Slika 68: Neustrezna montaža stavbnega pohištva (netesnosti).	69
Slika 69: Detajli – zgornje nadstropje dvorane.	70
Slika 70: Prezračevalni kanal – možnost za kondenzacijo.	70
Slika 71: Podobno kot balkonske plošče, frčade in ostali gradniki stavb, ki »štrlijo« iz ovoja stavbe jih je v praksi težko in zamudno ustrezno izolirati.	70
Slika 72: Zaradi nizkih temperatur (modra barva), nevarnost za nastanek plesni.	71
Slika 73: Razmerje porabe primarnih energentov v preteklih štirih.	72
Slika 74: Prikaz energijskih števil toplote in elektrike.	73
Slika 75: Stroški za primarne energente in vodo v preteklih petih letih.	73
Slika 76: Pregled deleža stroškov v letih 2012 - 2015.	74
Slika 77: Razmerje porabe primarnih energentov v preteklih štirih.	75
Slika 78: Prikaz energijskih števil toplote in elektrike.	76
Slika 79: Stroški za primarne energente in vodo v preteklih petih letih.	76
Slika 80: Pregled deleža stroškov v letih 2012 - 2015.	77
Slika 81: Razmerje porabe primarnih energentov v preteklih štirih.	78
Slika 82: Prikaz energijskih števil toplote in elektrike.	79
Slika 83: Stroški za primarne energente in vodo v preteklih petih letih.	79
Slika 84: Pregled deleža stroškov v letih 2012 - 2015.	80
Slika 85: Sprememba TP, kot eden izmed vplivov na realno rabo energije v stavbi.	106

Slika 86: Potrebna toplota za ogrevanje stavbe, poraba električne energije in pripadajoča energijska števila za trenutno stanje objekta in stanje objekta po sanaciji (modro – raba energije, rdeče – energijska števila). 109

Tabele

Tabela 1: Povzetek obravnavanih ukrepov - OŠJA.	11
Tabela 2: Povprečni podnebni podatki za izbrano lokacijo.	14
Tabela 3: Energija sončnega obsevanja za različne dele stavbe po podatkih ARSO.	15
Tabela 4: Osnovni podatki o OŠJA.	16
Tabela 5: Osnovni podatki o ŠDP.	16
Tabela 6: Osnovne površine elementov ovoja stavbe - OŠ.	18
Tabela 7: Osnovne površine elementov ovoja stavbe - dvorana.	18
Tabela 8: Karakteristike merilnika Leica.	18
Tabela 9: Odgovorne osebe in lastniki stavbe (Mestna občina Kranj (MOK), OŠ Jakob Aljaž (OŠ JA) in Dvorana Planina (DP)).	19
Tabela 10: Uporabljena merilna oprema.	20
Tabela 11: Mejne vrednosti koncentracije CO ₂ , standardi in vpliv na človekovo počutje.	25
Tabela 12: Poraba energentov, vode in odpadkov s pripadajočimi stroški za leto 2015.	28
Tabela 13: Poraba energentov, vode in odpadkov s pripadajočimi stroški za leto 2015.	31
Tabela 14: Poraba energentov, vode in odpadkov s pripadajočimi stroški za leto 2015.	38
Tabela 15: Popis sijalk v objektu.	48
Tabela 16: Popis razsvetljave, priporočene zamenjava in enostavne vračilne dobe v primeru sedanje uporabe prostorov oz. 6 h/dan in 5 dni na teden.	49
Tabela 17: Popis sijalk v objektu.	50
Tabela 18: Popis razsvetljave, priporočene zamenjava in enostavne vračilne dobe v primeru sedanje uporabe prostorov oz. 1000 h/dan.	51
Tabela 19: Točka rosišča (kondenzacija vodne pare) v odvisnosti od temperature in relativne vlažnosti zraka.	53
Tabela 20: Podatki o termokameri.	54
Tabela 21: Povzetek obravnavanih ukrepov OŠJA.	107
Tabela 22: Povzetek obravnavanih ukrepov – ŠDP.	108

Seznam simbolov

Oznaka	Enota	Pomen
c_p	J/kgK	specifična toplota
λ	W/mK	toplotna prevodnost
$U (k)$	W/m ² K	toplotna prehodnost
n	1/h	število izmenjav zraka
g	/	energijska prehodnost
LT	/	transmisivnost vidne svetlobe

Seznam kratic

Kratica	Pomen
ARSO	Agencija republike Slovenije za okolje
COP	Koeficient učinkovitosti
DOLB	Daljinsko ogrevanje na lesno biomaso
EK	Energetsko knjigovodstvo
ELKO	Ekstra lahko kurilno olje
EP	Energetski pregled
EPS	Ekspandirani polistiren (klasičen stiropor)
MT	Mala tarifa električne energije
MOK	Mestna občina Kranj
OVE	Obnovljivi viri energije
OŠJA	Osnovna šola Jakoba Aljaža
ŠDP	Športna dvorana Planina
PUP	Prostorsko ureditveni pogoji
PURES	Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah
SPTE	Soproizvodnja toplote in električne energije
STV	Sanitarna topla voda
TP	Temperaturni primanjkljaj
TSG	Tehnična smernica
URE	Učinkovita raba energije
VT	Višja tarifa električne energije
XPS	Ekstrudirani polistiren (npr. Styrodur)
ZP	Zemeljski plin
ZVKD	Zavod za varovanje kulturne dediščine

1. Povzetek za poslovno odločanje

Razširjen energetski pregled je izdelan po metodologiji za izvedbo razširjenega energetskega pregleda in Priročnika za izvajalce energetskih pregledov. Podatki o energentih so pridobljeni na podlagi energetskega knjigovodstva (EK), ki ga v LEAG-u vodimo za veliko večino občinskih stavb. Podatki o rabi energije konkretnega objekta so zbrani za obdobje 2011 – 2015 za Osnovno šolo Jakoba Aljaža (v nadaljevanju OŠJA) in za obdobje 2013 – 2015 za Športno dvorano Planina (v nadaljevanju ŠDP). Na podlagi zbranih podatkov, dejanskega ogleda, popisa porabnikov energije, izvedenih meritev, opravljene termografije in narejenih analiz so podani različni ukrepi ter njihov vpliv na zmanjšanje porabe energije in njihova ekonomska upravičenost. Energetski pregled mora naročnika seznaniti o trenutnem energetskem stanju objekta, predlogih za izboljšanje in stanju po izvedenih ukrepih.

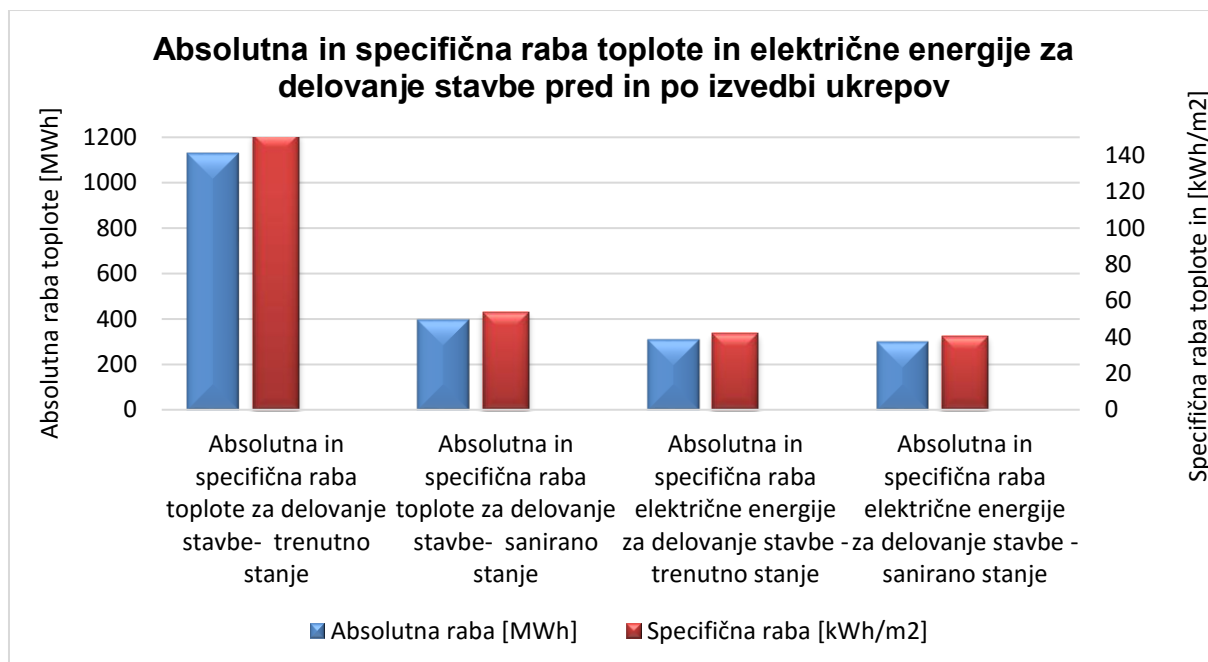
Kljub vsemu pa se je potrebno zavedati, da bi s sanacijo stavbe v njej dvignili nivo udobja in estetsko vrednost, kar bi dvignilo produktivnost zaposlenih in učence v stavbi.

V spodnji tabeli so prikazani obravnavani ukrepi, pripadajoči prihranki stroškov in energije, vračilne dobe in prihranki CO₂.

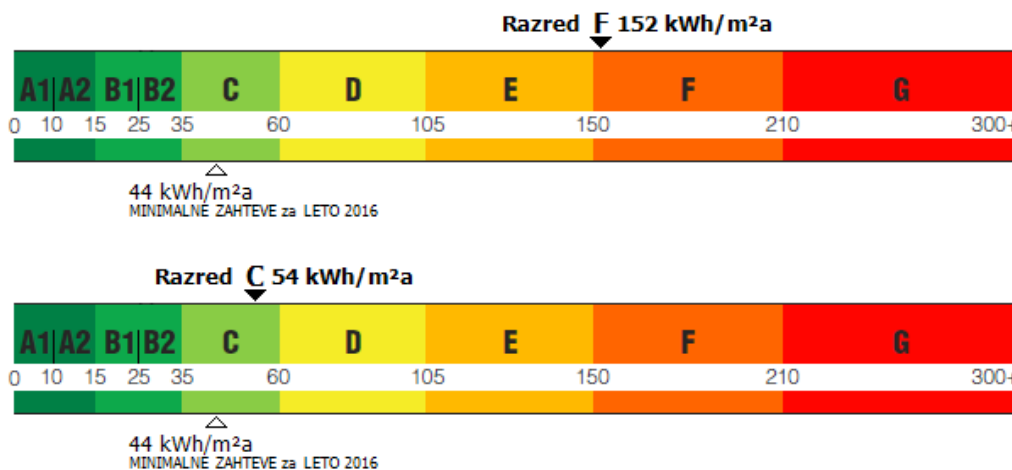
Tabela 1: Povzetek obravnavanih ukrepov - OŠJA.

Št.	Naziv ukrepa	Investicija [€]	Prihranek toplote [MWh]	Prihranek elektrike [MWh]	Vračilna doba [let]
Osnovna šola Jakob Aljaž					
1	Ukrep 1: Zamenjava stavbnega pohištva	310.000,00	232,0	0,0	14,4
2	Ukrep 2: Izolacija fasade	86.500,00	48,5	0,0	19,2
3	Ukrep 3: Sanacija kritine	40.000,00	9,6	0,0	44,4
4	Ukrep 4: Dodatna izolacija podstrešja	15.800,00	33,9	0,0	4,9
5	Ukrep 5: Izvedba prezračevalnega sistema	130.000,00	87,7	-16,8	22,0
6	Ukrep 6: Zamenjava elementov ogrevalnega sistema in ureditev regulacije ogrevalnega sistema	40.000,00	82,5	4,0	4,9
7	Ukrep 7: Zamenjava dotrajanih svetilk	55.000,00	0,0	20,0	26,2
8	Ukrep 8: Organizacijski in ostali manjši ukrepi	15.000,00	29,1	0,0	5,6
9	Ukrep 9 : Nepredvideni ukrepi	40.000,00	19,2	0,0	22,2
Športna dvorana Planina					
1	Ukrep 1: Zamenjava prezračevalnega sistema	90.000,00	84,8	0,00	10,6
2	Ukrep 2: Zamenjava stavbnega pohištva	59.000,00	37,3	0,00	15,9
3	Ukrep 3: Dodatna izolacija fasade in podzidka	78.000,00	45,2	0,00	17,3
4	Ukrep 4: Posodobitev razsvetljave	8.900,00	0,00	3,11	22,8
5	Ukrep 5: Organizacijski ukrepi	15.000,00	15,2	0,00	10,0
6	Ukrep 6: Nepredvideni ukrepi	20.000,00	5,2	0,00	40,0
Skupaj		1.003.200,00	730,1	10,3	14,3

Prihranke smo izračunali s pomočjo programskega paketa KI Energija, povprečno rabo toplote pa normirali glede parametre razložene v poglavju 6.1. V spodnji sliki je prikazana teoretična absolutna in teoretična specifična raba toplote in električne energije za delovanje stavbe pred in po izvedenih ukrepih. Absolutni prihranki toplote so večji od specifičnih.



Slika 1: Absolutna in specifična raba toplote in elektrike za delovanje stavbe (vsa merilna mesta za električno energijo, brez UNP).



Slika 2: Izračunana potrebna toplota za ogrevanje pred in po izvedbi obravnavanih ukrepov (le informativen prikaz namenjen primerjavi; računaska EI se namreč izvede za javno stavbo le v določenih primerih).

2. Splošni del

2.1. Uvod

Energija ne nastane iz nič in jo je tudi nemogoče uničiti, pač pa le prehaja iz ene oblike v drugo. Nekatere oblike energij so za človeka koristne že v primarni obliki, spet druge moramo v zeleno obliko pretvoriti. Ker pri tovrstnih pretvorbah nastajajo izgube, ki se navadno odražajo v škodljivih izpušnih v okolje je učinkovita raba energije (URE) pomembna predvsem s stališča ohranjanja okolja. Enega največjih potencialov za URE ima prav stavbni sektor, saj porabi v evropski uniji (EU) kar 40 % vse primarne energije. Stroški vzdrževanja objekta predstavljajo v povprečju kar 75% stroškov, ki jih imamo s stavbo v njeni življenjski dobi. Od leta 2007 do 2013 smo v Sloveniji obnovili 1,6 milijonov kvadratnih metrov površin javnih stavb. Izboljšanje URE ni le posledica sanacije ovoja stavbe in stavbnega pohištva, posodobitve ogrevalnega sistema in izboljšanja regulacije. Pomemben dejavnik, ki se ga vse premalo omenja je tudi vpliv uporabnikov na dejansko rabo energije v stavbah.

Na trgu se pojavlja ogromno sistemov, ki omogočajo racionalnejšo rabo energije in uporabo obnovljivih virov energije (OVE). Investitor je tako lahko hitro zmeden, kater sistem naj v stavbo vgradi, oziroma kateri naj bodo prednostni ukrepi. Energetski pregled je zato ključen dokument za pravo izbiro naročnika. Služi naj mu kot vodilo za celostno sanacijo objekta oz. parcialno, če sredstev primanjkuje.

Poraba energije v objektu je odvisna od vrste dejavnikov. Med najpomembnejše sodijo lokacijski pogoji, urnik uporabe, gradbene lastnosti objekta in pogosto zanemarjene navade in potrebe uporabnikov ter skrbnikov objekta. Zmanjšanje porabe energije v stavbi je pomembno iz finančnega vidika ter ohranjanja naravnega okolja.

Pri zmanjševanju porabe energije moramo paziti, da ne poslabšamo bivalnih in delavnih pogojev (osvetljenost, količina svežega zraka, opremljenost z napravami potrebnimi za delo, itd.).

Razširjen energetski pregled je izdelan po metodologiji za izvedbo razširjenega energetskega pregleda in Priročnika za izvajalce energetskih pregledov. Podatki o energentih pridobljeni na podlagi energetskega knjigovodstva (EK), ki ga v LEAG-u vodimo za večino občinskih stavb v Mestni občini Kranj (v nadaljevanju MOK). Podatki o rabi energije konkretnega objekta so zbrani za obdobje 2011 - 2015. Na podlagi zbranih podatkov, dejanskega ogleda, popisa porabnikov energije in narejenih analiz so podani različni ukrepi ter njihov vpliv na zmanjšanje porabe energije in njihova ekonomska upravičenost.

2.1.1. Namen in cilj energetskega pregleda

Praksa na področju ukrepov učinkovite rabe energije na nivoju občin ali države kaže na stihijski pristop k reševanju težav. Za boljši pregled nad stanjem oskrbe in rabe energije v podjetjih in javnih ustanovah je potrebna celovita analiza, ki jo zajema razširjen energetski pregled stavbe: Energetski pregled mora v grobem naročnika seznaniti o trenutnem energetskega stanju objekta, predlogih za izboljšanje in stanju po izvedenih ukrepih. Da so vsi trije vidiki ustrezno ovrednoteni je v energetskega pregledu potrebno:

- analizirati sedanjo rabo energije in vode,
- analizirati energijske tokove v stavbi,
- poiskati glavne porabnike energije,
- ovrednotiti sedanje energetskega opraviljanje s stavbo

- ovrednotiti bivalno ugodje,
- poiskati nabor ukrepov URE in OVE,
- izračunati energijske in ekonomske potenciale posameznih ukrepov,
- ovrednotiti vplive na okolje,
- predlagati smiselne ukrepe URE in OVE za konkretno stavbo,
- smiselno razvrstiti predlagane ukrepe,
- izdelati končno poročilo,
- izdelati povzetek za poslovno odločanje,
- predstaviti energetske pregled naročniku in uporabniku.

2.1.2. Osnovni podatki o lokaciji

Osnovna šola Jakoba Aljaža in Športna dvorana Planina se nahajata na naslovu Ulica Tončka Dežmana 1, v mestni četrti Planina in ležita na nadmorski višini okoli 390 m. Klimatski podatki so bili zbrani na spletnih straneh Agencije za Republike Slovenije za okolje (ARSO). Za izdelavo energetskega pregleda so pomembne vrednosti temperaturnega primanjkljaja, trajanje kurilne sezone, temperaturni presežek, projektna temperatura in sončno obsevanje.

Temperaturni primanjkljaj v sezoni je vsota dnevni razlik temperature med 20 °C in zunanjo dnevno povprečno temperaturo zraka za tiste dni od 1. julija do 30. junija, ko je dnevna povprečna temperatura nižja ali enaka 12°C. Dnevna povprečna temperatura je za prag 12 °C izračunana iz treh izmerkov, ob 7., 14. in 21. uri po sončnem času. Trajanje kurilne sezone je število dni med začetkom in koncem kurilne sezone.

Začetek kurilne sezone določimo tako, da poiščemo, kdaj je bila zunanja temperatura zraka ob 21. uri prvič v drugi polovici leta tri dni zapored nižja ali enaka 12 °C. Naslednji dan je začetek kurilne sezone. Kurilna sezona se konča takrat, ko je zunanja temperatura ob 21. uri v treh zaporednih dneh večja od 12 °C in po tem datumu v prvi polovici obravnavanega leta ni več treh zaporednih dni, ko bi se temperatura ponovno znižala na 12 °C ali manj.

Temperaturni presežek je vsota dnevni razlik med dnevno povprečno temperaturo zraka in temperaturo praga (18 °C ali 21 °C ali 23 °C) za tiste dni, ko je dnevna povprečna temperatura zraka višja od temperature praga. Ker definicije temperaturnega presežka v svetu niso enotne, so navedeni podatki za prage 18 °C, 21 °C in 23 °C.

Projektna temperatura je definirana kot dolgoletno povprečje najnižje letne vrednosti tridnevnega povprečja minimalne dnevne temperature. Prostorska spremenljivost projektne minimalne temperature je zelo velika in močno odvisna od mikrolokacije. Znotraj območja 1 km² lahko pričakujemo večja odstopanja od povprečne vrednosti celice, predvsem v izrazitih konkavnih reliefnih oblikah, kamor se lokalno steka hladen zrak. Pri prostorski interpolaciji so bile upoštevane vse konkavne oblike terena s karakteristično dimenzijo večjo od 500 m. Zaradi natančnosti izračuna so vrednosti zaokrožene na 3 °C.

Vsi podnebni podatki so pripravljene za 30-letno referenčno obdobje 1971-2000 in podani v spodnji tabeli.

Tabela 2: Povprečni podnebni podatki za izbrano lokacijo.

Začetek kurilne sezone (zap. dan)	Konec kurilne sezone (zap. dan)	Temperaturni primanjkljaj (K*dan)	Povprečna letna temp. (°C)	Projektna temp. (°C)	Povprečna letna vlaga (%)
260	145	3500	9,3	-16	78

Projektna temperatura je zaradi lege v kotlini enaka kot v Ljubljani (-16 °C).

Energija sončnega obsevanja je močno odvisna od mikrolokacije, najbolj od nagiba in orientacije površine, ki sprejema sončno obsevanje. Ker je spremenljivost zaradi orientacije in naklona veliko večja kot prostorska spremenljivost povprečnih mesečnih in letnih vrednosti energije sončnega obsevanja na ravno površino je podana energija sončnega obsevanja v odvisnosti od nagiba in orientacije ploskve. Prostorska spremenljivost sončnega obsevanja je zajeta z razdelitvijo Slovenije v 14 karakterističnih con. Energija sončnega sevanja, ki jo prejme objekt je močno odvisna tudi od okolice in oblike opazovanega objekta. Obravnavan objekt z JV in JZ strani objekta nima ovir, ki bi zmanjševalo osončenost objekta razen dreves, ki pa v zimskem času nimajo listov in zato senčenje ni tako izrazito (dobro zaradi sončnih dobitkov, ki so pozimi zaželeni poleti pa ne). Na SZ in JZ strani večinoma težav zaradi sončnih dobitkov (razen pri dvorani na JZ strani in ponekod v učilnicah, kjer bi bilo priporočljivo namestiti zunanja senčila).



Slika 3: Prikaz poti sonca za dan 21.6. in 21.12. Rumena daljica prikazuje sončni vzhod, rdeča pa sončni zahod.

Tabela 3: Energija sončnega obsevanja za različne dele stavbe po podatkih ARSO.

Del ovoja stavbe	Smer	Naklon [°]	Letna energija [kWh/m ²]
Streha	JZ	15	1145
Streha	SV	15	959
Streha	SZ	15	984
Streha	JV	15	1119
Streha	vodoravno	0	1111
Fasada	SZ	90	387
Fasada	JV	90	648
Fasada	SV	90	352
Fasada	JZ	90	717

2.1.3. Osnovni podatki o objektih

V spodnji tabeli so podani splošni podatki o objektu. Na sliki pod tabelo je ortofoto posnetek objekta.

Tabela 4: Osnovni podatki o OŠJA.

Osnovna šola Jakoba Aljaža	
Ulica	Ulica Tončka Dežmana 1
Kraj	4000 Kranj
Koordinata GKY	451450
Koordinata GKX	121530
Številka stavbe znotraj KO (ID stavbe)	497
Ime katastrske občine	Huje
Št. katastrske občine	2122
Št. parcele	190/2
Dejanska raba stavbe	Stavba namenjena izobraževanju
Klasifikacija stavbe	1263001, stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo
Vrsta (tip) stavbe	2 – stavba dvojček
Število etaž	4
Leto izgradnje	1980
Nosilna konstrukcija	Beton, železo beton
Uporabna površina stavbe [m ²]	5702
Uporabna površina stavbe – kataster [m ²]	3868,8
Kondicionirana površina stavbe [m ²]	5532,0
Energent - toplota	Daljinska toplota

Tabela 5: Osnovni podatki o ŠDP.

Športna dvorana Planina	
Ulica	/
Kraj	4000 Kranj
Koordinata GKY	451400
Koordinata GKX	121480
Številka stavbe znotraj KO (ID stavbe)	498
Ime katastrske občine	Huje
Št. katastrske občine	2122
Št. parcele	182/9
Dejanska raba stavbe	Športna dvorana
Klasifikacija stavbe	1265001, stavbe za šport
Vrsta (tip) stavbe	2 – stavba dvojček
Število etaž	1, deloma 2
Leto izgradnje	1978
Nosilna konstrukcija	Beton, železo beton
Uporabna površina stavbe [m ²]	2013,9
Površina stavbe – kataster [m ²]	2013,9
Izmerjena uporabna površina stavbe	1920,6
Energent - toplota	Daljinska toplota



Slika 4: Ortofotoposnetek objekta, sivo dvorana Planina.

OPIS OBJEKTA

Šola je bila zgrajena v sklopu športne dvorane Planina in sestoji iz dveh nadstropij. Objekt je deloma podkleten. Podkleten del sestavlja zaklonišče (garderobe) in učilnice tehničnega pouka. V kleti se nahajajo tudi kotlovnica (priprava tople sanitarne vode in tople vode za bazen ter ogrevanje prostorov in naprave za prezračevanje). V pritličju sta izvedeni tudi dve hladilnici, ki sta namenjeni potrebam kuhinje. V ostalih etažah se nahajajo učilnice s pripadajočimi prostori (kabineti, sanitarije), pisarne in drugi prostori za zaposlene. V pritličju se nahajajo učilnice, kuhinja, telovadnica in bazen. Skupaj se v objektu nahaja 28 učilnic. Stavba je fizično povezana s športno dvorano Planina, ki se ogreva iz kotlovnice šole. Stroški se delijo glede na dejansko rabo energije (odštevalni števec toplotne energije). Zaradi skupne kotlovnice in delitve energije, ki za STV niso razdeljene glede na dejanske vrednosti smo energetski pregled izvedli za obe stavbi skupaj in analizo ločili, kjer je bilo to mogoče (različno lastništvo objektov, lastnik dvorane je namreč Zavod za šport).

KONSTRUKCIJA IN STAVBNO POHIŠTVO

Vertikalna nosilna konstrukcija (stene) je zgrajena iz armiranega betona in izolirana s 5 cm EPS s toplotno prevodnostjo $0,04 \text{ W/mK}$, horizontalne (plošče) pa so izvedene z armiranim betonom (debelina plošče je med 24 in 26 cm). Podrobna sestava konstrukcijskih sklopov je za oba objekta podana v poglavju o ukrepih. Skupna debelina sten znaša okoli 25 cm, v dvorani do 35 cm. Izvedena je bila tudi izolacija strehe in podstrešja objekta in sicer okoli leta 2000. Nameščenih je bilo 15 cm mineralne volne (Novoterm 3x5 cm). Streha dvorane je bila tudi sanirana v tem obdobju a je debelina izolacije neznana. Predvidevali smo, da je enaka kot v šoli. Streha ima leseno nosilno konstrukcijo, ki je prekrita s trapezno pločevino (Fe Zn, TPO 900). Deloma so na strehi nameščene tudi polimerne kupole, ki služijo dodatni osvetlitvi prostorov. Kljub dvostenski izvedbi, pa se po toplotnih karakteristikah ne morejo primerjati s sodobnim stavbnim pohištvom. Ponekod je prihajalo tudi do težav zaradi zamakanja (predvsem večnamenski prostor). Atrij je zastekljen s plastično kritino, ki je energetsko neustrezna in potrebna prenove. V večini prostorov objekta so nameščena drsna in fiksna dvoslojna okna, ki so bila izvedena v času gradnje stavbe (1980) in so večinoma v zelo slabem stanju. Kot je

tipično za tovrstno izvedbo se pojavljajo težave predvsem s tesnjenjem. Tu prihaja do velikih ventilacijskih izgub. Fasada, okna in vrata ne ustrezajo zahtevam PURES 2010. Žaluzije so nameščene a le na notranji strani, kar ne prepreči pregrevanja objekta. Na JV strani fasade, kjer so toplotne obremenitve šole največje direktno sončno obsevanje preprečujejo drevesa, kar je ustrezno. Na JZ strani (dvorana) in v nekaterih učilnicah teh naravnih ovir ni zato priporočamo namestitvev zunanjih senčil.

GEOMETRIJSKI PODATKI

V spodnji tabeli so podane geometrijske vrednosti delov ovoja stavbe, ki služijo kot osnova za določitev stroškov obnove in preračun gradbene fizike. Neto površina stene je izračunana brez okenskih odprtin, medtem ko bruto površina predstavlja celotno površino dela ovoja stavbe. Razlika med površino stavbnega pohištva in površino steklenih površin mora biti čim manjša, kar povečuje delež naravne osvetlitve v stavbi in solarne toplotne dobitke v zimskem času. Poleg tega ima sodobna zasteklitev navadno nižjo toplotno prehodnost kot sam okvir stavbnega pohištva. Paziti pa moramo, da ne pride do pregrevanja prostorov. Zato je predvsem na južnih fasadah, ki so dalj časa izpostavljene soncu potrebno, poskrbeti za primerno zaščito pred soncem.

Tabela 6: Osnovne površine elementov ovoja stavbe - OŠ.

Podatki o stavbi	
Površina toplotnega ovoja stavbe A [m ²]	9.601,0
Bruto ogrevana prostornina stavbe V_e [m ³]	28.035,0
Oblikovni faktor $f_0 = A/V_e$	0,34
Kondicionirana površina stavbe A_u [m ²]	5.532,0
Bruto površina A_b [m ²]	7.903,0
Neto ogrevana prostornina stavbe V [m ³]	20.092,5
Prostornina učilnic – prezračevanje [m ³]	15.600,0

Tabela 7: Osnovne površine elementov ovoja stavbe - dvorana.

Podatki o stavbi	
Površina toplotnega ovoja stavbe A [m ²]	5.626,0
Bruto ogrevana prostornina stavbe V_e [m ³]	20.034,0
Oblikovni faktor $F_0 = A/V_e$	0,28
Neto uporabna površina stavbe A_u [m ²]	1.920,6
Bruto površina A_b [m ²]	2.743,7
Neto ogrevana prostornina stavbe V [m ³]	16.027,0
Prostornina – prezračevanje [m ³]	16.027,0

Podrobnejše dimenzije objekta (površine stavbnega pohištva, fasade ipd.) lahko bralec razbere iz 3D modela, ki je bil naročniku priložen skupaj z dokumentom in je bil izveden s CAD orodjem. Dimenzije so bile večinoma razbrane iz dostopne dokumentacije, deloma pa pridobljene na terenu z meritvami. Meritve stavbe so bile izvedene z merilnikom razdalj Leica.

Tabela 8: Karakteristike merilnika Leica.

Model	Leica DISTO D810 touch
Serijska številka	799093
Merilno območje	do 200 m, 360°
Točnost	±2 mm, ±0,2°
Območje delovanja	-10° C do 50° C

Stavba je bila modelirana s programskim paketom KI Energija.

2.2. Shema upravljanja s stavbo

Uporaba oziroma zasedenost prostorov osnovne šole ni tako raznolika. Začetek in konec delovnega procesa je od ponedeljka do petka od 6:00 do 16:00, redko do 17:00. V šoli je od 430 do 470 otrok, odvisno od generacije in 61 članov ostalega osebja. V šoli pripravijo okoli 440 malic in 350 kosil.

Uporaba dvorane je različna, večinoma od 8:00 do 22:00.

2.2.1. Razmerje med naročnikom EP, lastnikom in uporabnikom stavbe

Naročnik EP je Mestna občina Kranj (MOK), ki je obenem tudi lastnik obeh stavbe. Stroški za energente in komunalne storitve za OŠ plačuje uprava šole s sredstvi iz občinskega proračuna. Stroške dvorane plačuje Zavod za šport, prav tako s sredstvi iz občinskega proračuna.

2.2.2. Odgovorne osebe na lokaciji

V spodnji tabeli so podane odgovorne osebe, ki s stavbo upravljajo oz. so njeni lastniki in so odgovorni za ukrepe na področju URE in OVE na objektu.

Tabela 9: Odgovorne osebe in lastniki stavbe (Mestna občina Kranj (MOK), OŠ Jakob Aljaž (OŠ JA) in Dvorana Planina (DP)).

Stavba/podjetje/funkcija	Odgovorna oseba	Kontakt
MOK - župan	Boštjan Trilar	04 2373 000
MOK - energetika	mag. Marko Hočevvar	04 2373 000
OŠ JA - ravnatelj	Milan Rogelj	04 2801 510
OŠ JA - hišnik	Silvo Uršič	04 2801 510
DP – direktor zavoda	Branko Fartek	01 2014 420

2.2.3. Shema denarnih tokov na področju obratovalnih stroškov

Delovanje stavb financira uprava šole in Zavod za šport Kranj iz proračuna, ki je zagotovljen za obratovalne stroške stavb v MOK.

2.2.4. Shema denarnih tokov in procesa odločanja na področju investiranja v URE

Investicije v URE se izvajajo v skladu z vzdrževalnimi deli in glede na pričakovane koristi, v okviru razpoložljivih finančnih sredstev. V predhodnih letih so bili izvedeni naslednji investicijski in organizacijski ukrepi:

- Investicijski ukrepi - OŠ
 - Izolacija podstrešja s 15 cm mineralne volne in izolacija strehe med špirovci ter menjava kritine, leto 2000,
 - Zamenjava plastičnih kupol – po potrebi,
 - Zamenjava dotrajanih elementov ogrevalnega sistema, po potrebi
 - Izvedba mehanskega prezračevanja z vračanjem toplote kuhinja in bazen, okoli leta 2000
- Investicijski ukrepi ŠD
 - Sanacija in dodatna izolacija Kritine, okoli leta 2000,

- Pozidava odprtin, kjer so bila nameščena kopelit stekla z bloki iz porobetona in 10 cm XPS
- Namestitev dodatnega sloja toplotne izolacije, čez del zasteklitve na JZ fasadi
- Zamenjava reflektorjev z energetske učinkovitimi
- Organizacijski ukrepi:
 - Zaposleni so zadolženi za:
 - ustrezno prezračevanje prostorov,
 - ugašanje luči.
 - Koncesionar je zadolžen za:
 - nastavitev grelcev za pripravo tople sanitarne vode (STV)
 - nastavitev ogrevalnega režima.

2.2.5. Potek nadzora nad rabo energije in stroški

Nadzor nad stroški za energijo se vrši preko pregleda računov, ki se vnašajo v energetske knjigovodstvo. Za vnašanje podatkov v sistem energetskega knjigovodstva so odgovorni zaposleni v OŠ in Zavodu za Šport. Lokalna energetska agencija Gorenjske izvaja vlogo energetskega menedžerja. Energetske knjigovodstvo se izvaja za celotno stavbo in ni ločeno po posameznih uporabnikih.

2.2.6. Motivacija za URE

Občina se zaveda pomena URE. Motivacija za URE je na srednjem nivoju. Predvsem na nivoju organizacijskih ukrepov je še ogromno potenciala (glej poglavje o izvedenih meritvah)..

2.2.7. Raven promoviranja URE

Občina se zaveda pomena URE, v ta namen so bili izvedeni številni ukrepi in projekti. V LEAG poleg energetskega menedžmenta izvajamo tudi delavnice za URE in OVE v osnovnih šolah, ENSVET pa izvaja izobraževanje za občane. Priporočamo, da zaposleni vodijo učence in ostale uporabnike objekta k takšnem obnašanju, ki je v skladu z URE (ugašanje luči, ustrezno prezračevanje, kratkotrajno umivanje rok ipd.).

2.3. Stanje notranjega ugodja in regulacija ogrevalnega sistema

V okviru energetskega pregleda smo določili dimenzije stavbe, si ogledali porabnike energije v stavbi, in med drugim izvedli tudi meritve temperature, vlažnosti in koncentracije CO₂. Meritve so bile izvedene z merilno opremo v spodnji tabeli.

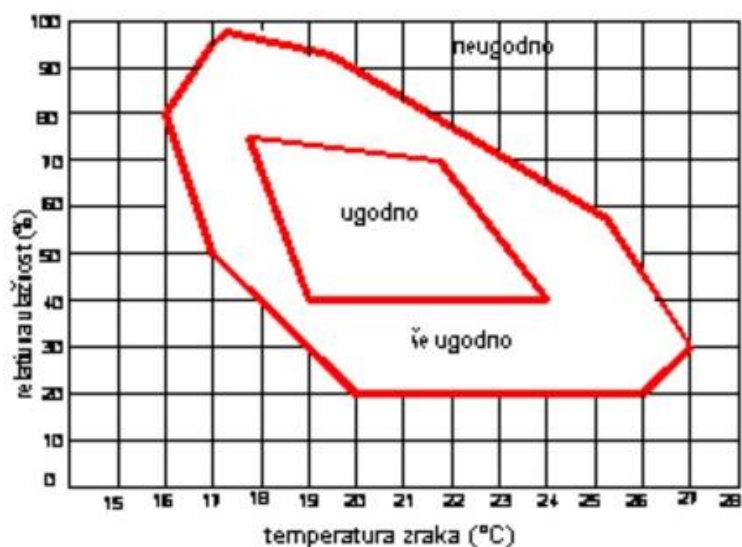
Tabela 10: Uporabljena merilna oprema.

Model	Merilnik temperature in vlage Testo 625
Serijska številka	02711790
Delovno območje	-10 do +60 °C in 0 do 100 % rel. vlage
Točnost	±0,5 °C in ±2,5 % rel. vlage
Ločljivost	0,1 °C in 0,1 % rel. vlage
Model	iButton zapisovalnik temperature in rel. vlage
Serijska številka	/
Delovno območje	-40 do +85 °C in 0 do 100 %
Točnost	±0,5 °C in ±5 %
Ločljivost	0,0625 °C in 0,04 %
Model	Extech SD 800 (zapisovalnik temp., rel. vlage in konc. CO ₂)
Serijska številka	Q825752
Delovno območje	0 do +50 °C in 10 do 90 % in 0 do 4000 ppm
Točnost	±0,8 °C in ±4 % in ±40 do 250 ppm

Ločljivost	0,1 °C in 0,1 % in 1 ppm
Model	Voltcraft VC – 4in1 (merilnik temp., rel. vlaž., osvetljen., hrupa)
Serijska številka	11129513
Delovno območje	od -20 do 750 °C in 25 do 95 % in 0 – 2000 lux in 35 – 130 dB)
Točnost	±0,8 °C in ±5 % in ±25 lux in ±3,5 dB
Ločljivost	0,1 °C in 0,1 % in 1 lux in 0,1 dB

Meritve so se začele 9.3.2016 ob 11:00 in končale 15.3.2016 ob 8:00. V tem času so bili v uporabi prostori od ponedeljka do petka. Temperatura je s stališča URE pogosto neustrezna, kar pomeni da je še potencial za izboljšanje nivoja udobja in URE . Med ogledom smo izmerili tudi osvetlitve prostorov, ki so v večini primerov ustrezne.

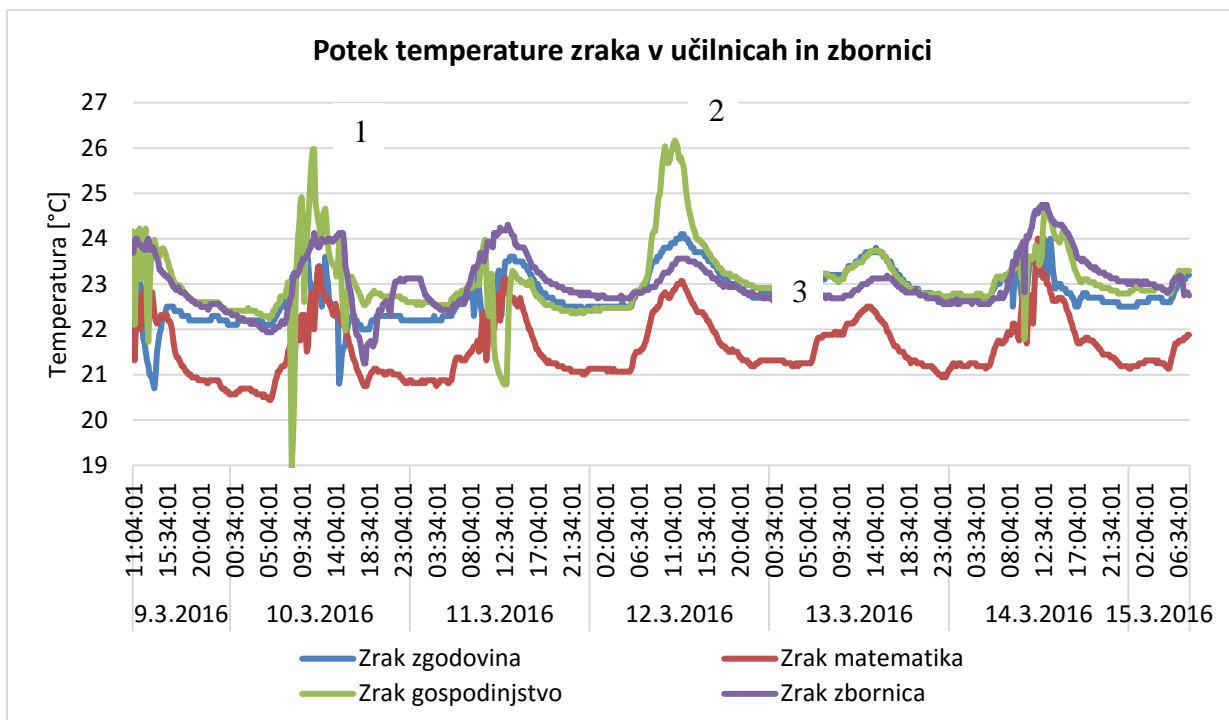
Na spodnji sliki je prikazan diagram udobja po Reiherju.



Slika 5: Diagram udobja po Reiherju v odvisnosti od relativne vlage in temperature.

2.3.1. Meritve temperature in relativne vlažnosti

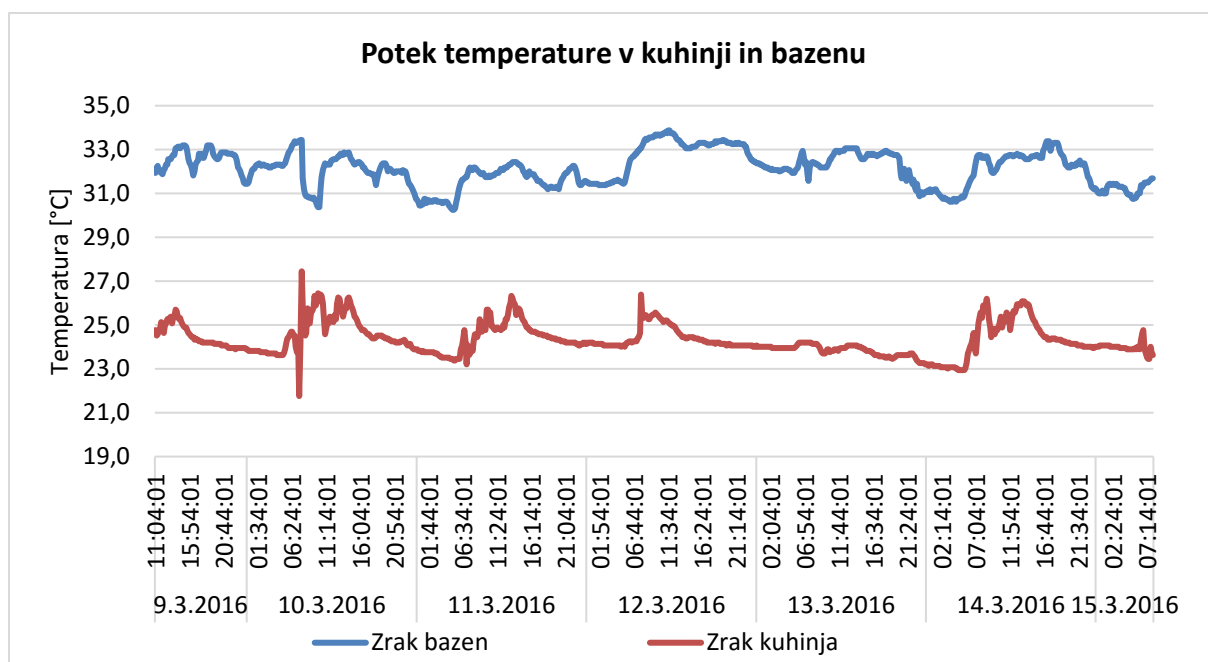
Meritve temperature so pomembne tako s stališča URE kot tudi s stališča notranjega udobja, ki ima velik vpliv na učinkovitost uporabnikov stavbe.



Slika 6: Porazdelitev temperature zraka v prostorih šole.

Kot je vidno na sliki zgoraj so temperature v prostorih v področju ugodnega. V času neuporabe prostorov je regulacija temperature večinoma neustrezna, saj so temperature v nočnem času in v času vikenda podobne kot v času uporabe prostorov. Iz točke 1 in 2 je razvidno, da temperature v prostorih tudi za daljše obdobje presežejo 25 °C. To je posebej vidno v točki 2, ko je bila temperatura višja od 25 °C v času od 9:30 do 13:00.

V spodnjem diagramu sta prikazana še poteka temperature zraka v prostoru kjer se nahaja bazen in kuhinja.

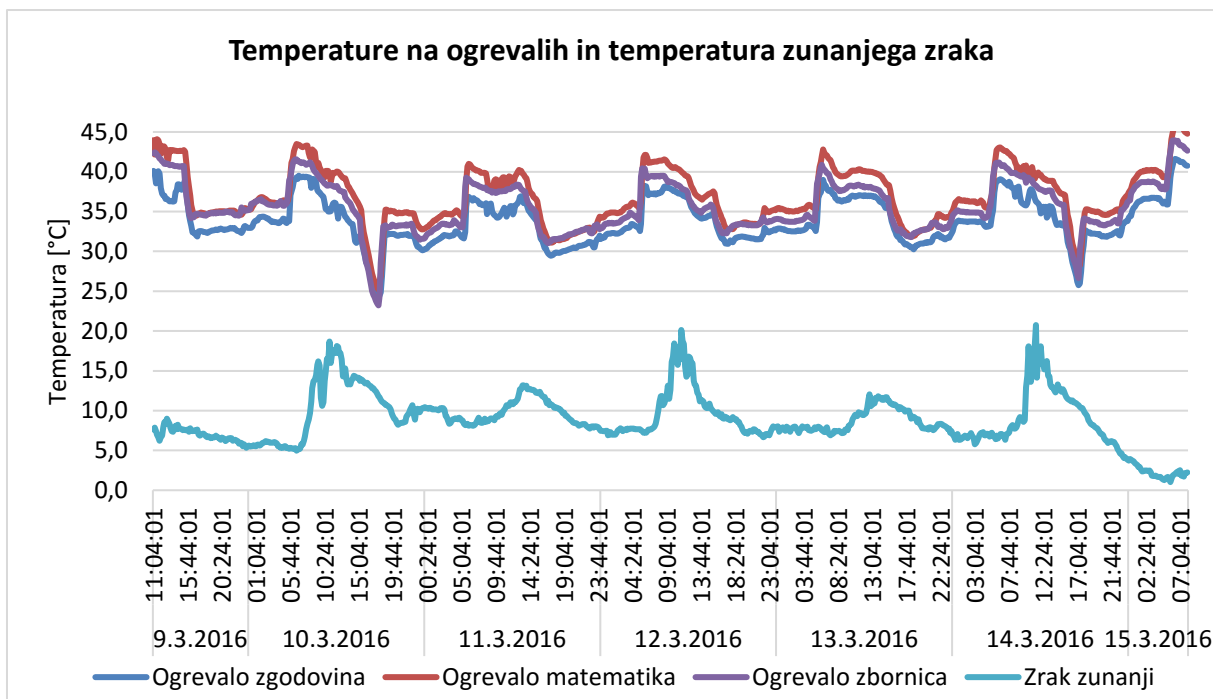


Slika 7: Porazdelitev temperature zraka v kuhinji in bazenu.

V času uporabe prostorov je priporočljiva temperatura v učilnicah od 20 – 22 °C. V času neuporabe se priporoča znižanje temperature do nivoja, da je stavba primerno ogreta, ko se delovni proces začne. Potrebno se je zavedati, da z znižanjem temperature v prostorih za 1 °C znižamo potrebno toploto za ogrevanje stavbe za približno 5 %.

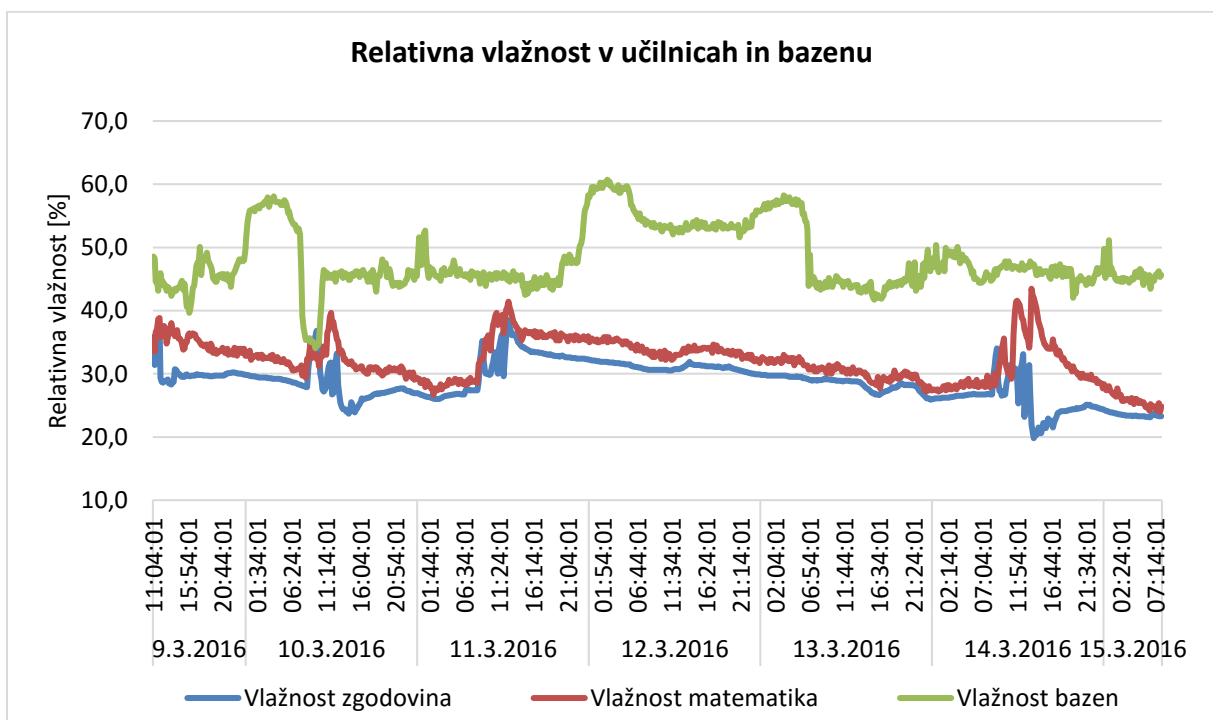
Na spodnjem diagramu je prikazan potek temperature zunanjega zraka in temperatura na površini ogreval (radiatorjih). Iz meritev je razvidno, da se višji režim ogrevanja začne okoli 5:30 ure in konča okoli 15:30 ure. V tem času je temperatura na ogrevalih med 35 in 45 °C. V času znižanega režima pa med 30 in 35 °C. Višji režim ogrevanja se v enakem časovnem intervalu izvaja tudi v času vikenda (12 in 13 marec), kar je nepotrebno, saj so temperature v prostorih že tako v večini previsoke.

Rabo toplote bi bilo mogoče dodatno zmanjšati, tako da v času vikenda ogrevanje prilagodimo tako da se temperature v prostorih spustijo do 15 °C, v ponedeljek pa se začne z ogrevanjem prej, da je do prihoda osebja dosežena primerna temperatura (20 – 22 °C). Res je tudi, da so bile meritve izvedene proti koncu ogrevalne sezone, ko so se zunanje temperature gibale med 15 in 5 °C in je zato tudi padec temperature v času vikenda manjši.



Slika 8: Porazdelitev temperature zunanjega zraka in površinske temperature na ogrevalih.

Na spodnji sliki je prikazan še potek relativne vlažnosti, ki je bila ves čas merjenja nad 20 %, kar je ustrezno.



Slika 9: Porazdelitev relativne vlažnosti zraka v učilnicah in prostoru, kjer se nahaja bazen.

2.3.2. Meritve CO₂

V spodnji tabeli so podane vrednosti iz standardov, priporočila in ostale vrednosti namenjene lažjemu razumevanju.

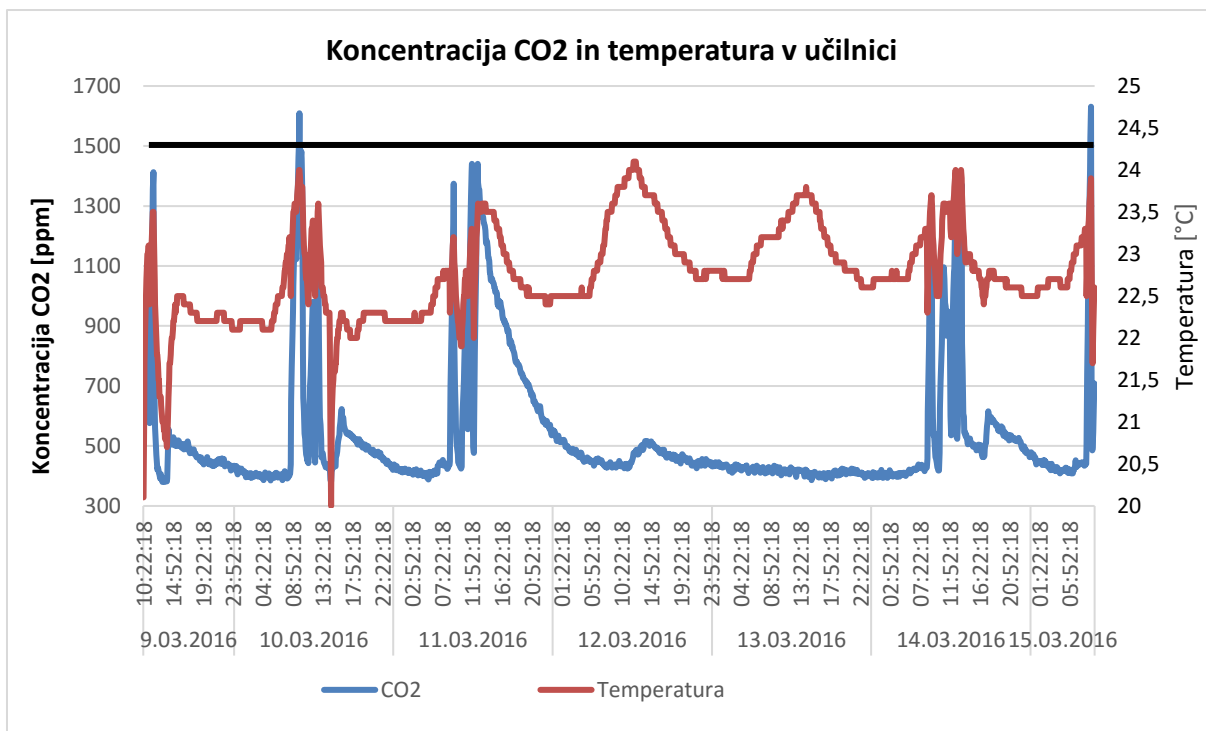
Tabela 11: Mejne vrednosti koncentracije CO₂, standardi in vpliv na človekovo počutje.

Standard/Opis	Koncentracija CO ₂ [ppm]	Opombe
Zunanji zrak	400	lokalno do 450 ppm
DIN EN 13779	650	najvišja kvaliteta zraka
ASHRAE	1030	definirana je vrednost 650 ppm nad zunanjim zrakom
DIN EN 13779	1 600	mejna vrednost za nizko kakovost zraka
Vpliv na počutje človeka	600 – 2 500	spodobnost reševanja problemov se zmanjša nad 600 ppm
Vpliv na zdravje človeka	2 500 – 5 000	/
Maksimalna dovoljena koncentracija pri 8 urnem delovniku	5 000	/
nezavest, smrt	100 000	/

Enota ppm (ang. *Parts per Million*), ponazarja število delcev neke snovi glede na milijon delcev zmesi. V tem primeru, število molekul CO₂ v milijonih delcih zraka. Navadno kot mejno vrednost koncentracije CO₂, ki je še dopustna vzamemo vrednost 1500 ppm. Najvišje dosežene vrednosti pa so le za kratek čas presegle 1500 ppm.

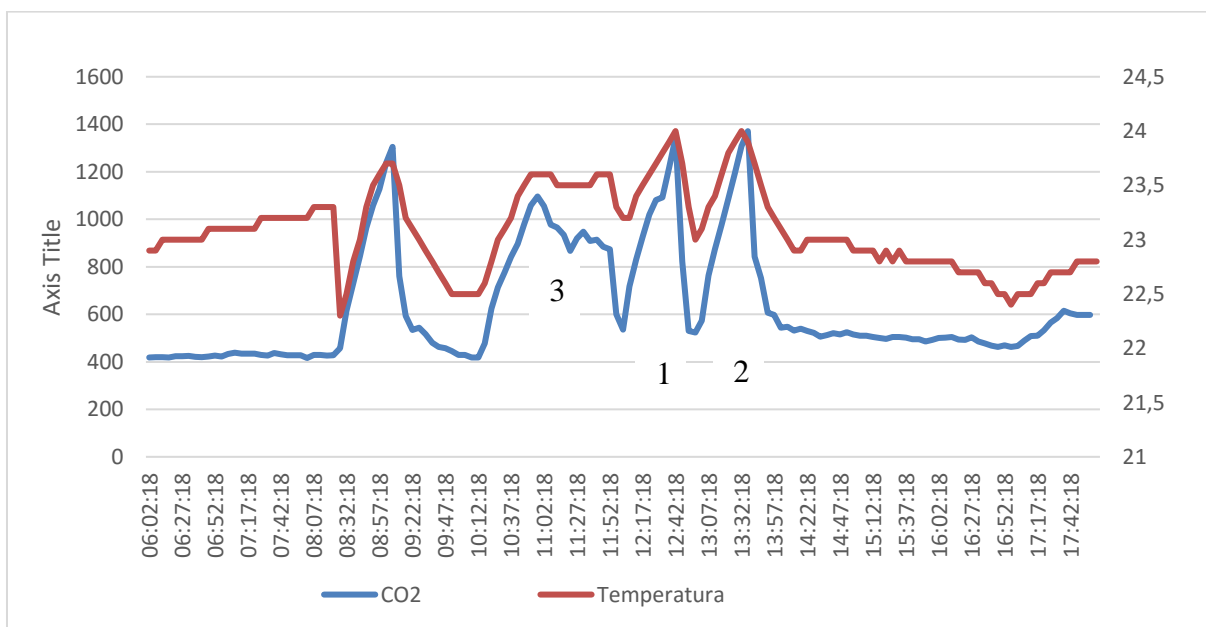
Meritve koncentracije CO₂ v učilnici so se izvajale v enakem obdobju kot meritve temperature in vlage. Povišane koncentracije CO₂ negativno vplivajo na zbranost, učenje, sposobnost reševanja problemov in učinkovitost na delovnem mestu. Problematični so predvsem prostori, kjer je velika koncentracija ljudi. Na spodnjem grafu je prikazana temperatura in koncentracija CO₂ v učilnici. Vidimo, da vrednosti niso presegle mejo 1500 ppm, kar je ustrezno.

Vzrok je dokaj pogostem zračenju (deloma ustrezno), predvsem pa v zelo slabem tesnjenju stavbnega pohištva.



Slika 10: Koncentracija CO₂ v obdobju enega tedna v eni izmed igralnic.

Na spodnji sliki je prikazana koncentracija CO₂ tekom delovnega dne. V točki 1 in 2 je prikazano ustrezno naravno prezračevanje (hiter padec koncentracije). V tem primeru je bilo prezračevanje najbrž izvedeno z na stežaj odprtimi okni. V točki 3 je bilo prezračevanje najbrž izvedeno z okni odprtimi »na kip«, saj koncentracija CO₂ pada počasi.



Slika 11: Koncentracija CO₂ v delovnem času.

Prezračevanje z okni odprtimi »na kip« prostorov, v kratkem časovnem obdobju, zadostno ne prezračijo prostora. Poleg tega hladen zrak pada na termostatske ventile, ki se ohladijo in odprejo

(ogrevala postanejo toplejša), kar povzroča nepotrebne toplotne izgube. Če je tovrstno prezračevanje dolgotrajno pride tudi do podhlajevanja sten v prostorih. To lahko povzroča občutek neugodja.

Ustrezno prezračevanje bo prišlo do izraza predvsem po morebitni energetski sanaciji, ko bodo okna ustrezno tesnila. Takrat je potrebno prostor prezračiti vsako uro z na stežaj odprtimi okni za 5 – 10 minut. Prezračevanju z okni odprtimi »na kip« se poskušamo izogniti.

3. Oskrba in raba energije

3.1. Cene energetskih virov – osnovna šola in dvorana

V spodnji tabeli so prikazane porabe električne energije, toplote in vode za leto 2015. Položnica za vodo in odpadke je skupna (tudi Biotera) zato izračun cene na enoto (€/m³) ni smiseln.

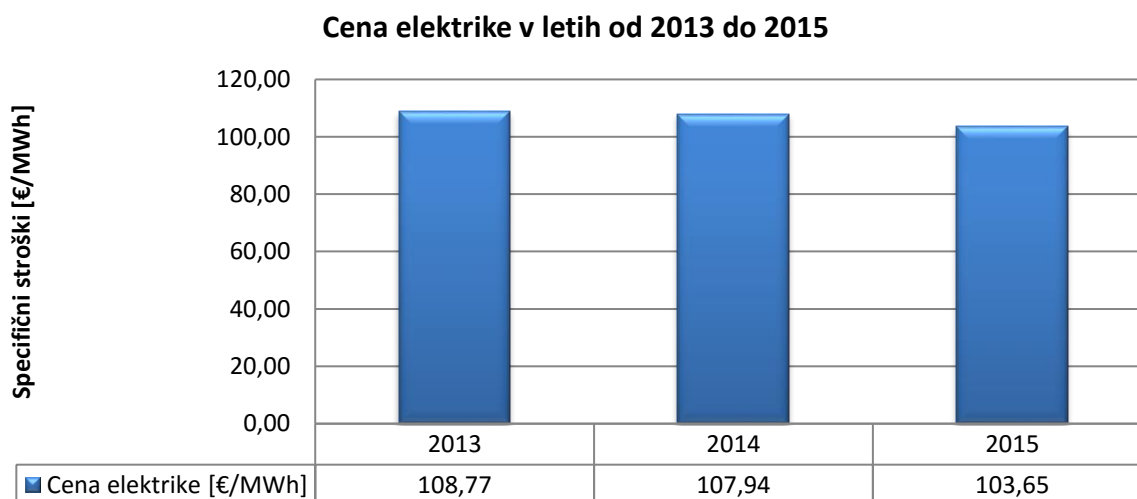
Tabela 12: Poraba energentov, vode in odpadkov s pripadajočimi stroški za leto 2015.

Energent	Poraba	Skupni znesek [€]	Cena na enoto
Voda in odpadki	4.572 m ³	1.6342,79	/
Elektrika	311,54 MWh	32.291,31	103,65 €/MWh
Toplota	1.004,17 MWh	78.522,69	78,20 €/MWh
Skupaj	/	127.156,79	/

Skupaj so se stroški za energente gibali okoli 110.000 €. Skupni stroški (energenti in komunalne storitve) se gibljejo okoli med 120.000 in 130.000 €/letno.

3.1.1. Električna energija

Poraba električne energije je v letu 2015 znašala 311,5 MWh. Povprečna cena kupljene električne energije, od 1.1.2015 do 31.12.2015, je znašala 103,65 €/MWh brez DDV. Mesečni stroški za porabljeno kilovatno uro električne energije so se spreminjali v odvisnosti od razmerja med porabljeno električno energijo v visoki (VT) in mali tarifi (MT) ter skupne porabljene električne energije (GEN-I, d.o.o.) in omrežnine (Elektro Gorenjska d.d.). V spodnjem diagramu so prikazane cene električne energije od 2013 do 2015. Cena se je skozi leta zmanjševala predvsem zaradi padca cene električne energije na trgu.

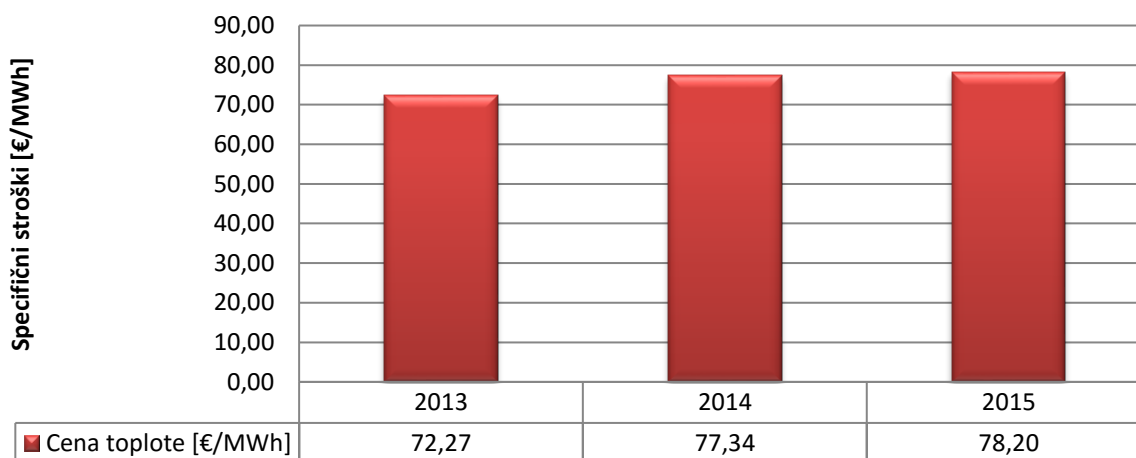


Slika 12: Cena elektrike v obdobju od 2013 do 2015.

3.1.2. Ogrevanje

Cena toplote je odvisna od količine porabljene toplote (MWh) in od razmerja med priključno močjo in porabo energije (tako kot je to pri električni energiji). Povprečna cena kupljene toplote, od 1.1.2015 do 31.12.2015, je znašala 77,34 €/MWh brez DDV, v letu 2015 pa je padla na 78,20 €/MWh brez ddd.

Cena toplote v letih od 2013 do 2015

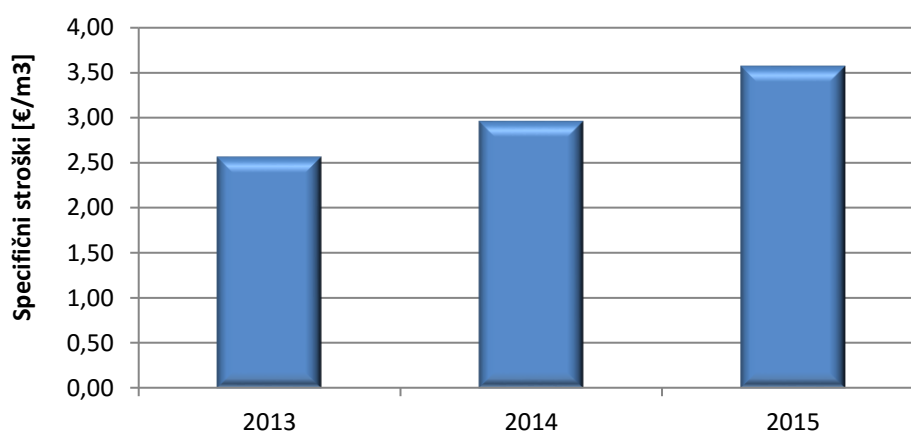


Slika 13: Cena daljinske toplote od 2013 do 2015.

3.1.3. Voda in odpadki

Objekt se s pitno vodo oskrbuje iz vodovoda, ki ga upravlja Komunala Kranj d.o.o. Obračun porabe vode se izvaja letno. V letu 2014 je poraba vode znašala 4.679 m³ s skupnim stroškom za komunalne storitve (komunala in Biotera) 14.091,38 €, v letu 2015 pa 4.572 m³ s skupnimi stroški 16.342,79 €, kamor so prištete tudi ostale komunalne storitve (odpadki, Biotera ipd.). Na spodnjem diagramu so prikazani specifični stroški za komunalne storitve, ki pa so od stavbe do stavbe zaradi prevladujočega stroška za odpadke, različnih obračunov težko primerljivi in ga navajamo le informativno.

Specifični stroški za komunalne storitve letih od 2013 do 2015 na enoto porabljene vode



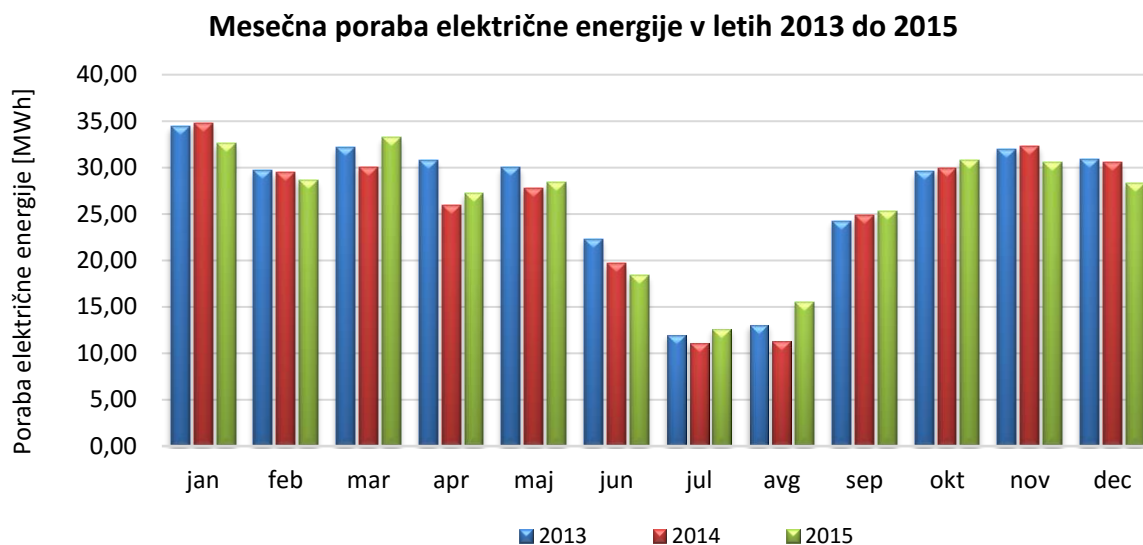
Slika 14: Specifični stroški za vse komunalne storitve.

3.2. Mesečna in letna raba energije – osnovna šola in dvorana

3.2.1. Električna energija

V okviru energetskega knjigovodstva so bili zbrani podatki o porabljeni električni energiji za obdobje od 1.1.2013 do 31.12.2015. V spodnjem diagramu so prikazane vrednosti. Vidno je,

da se je raba električne energije v zimskih mesecih pretežno zmanjševala, v prehodnem in poletnem obdobju pa večinoma povečevala.

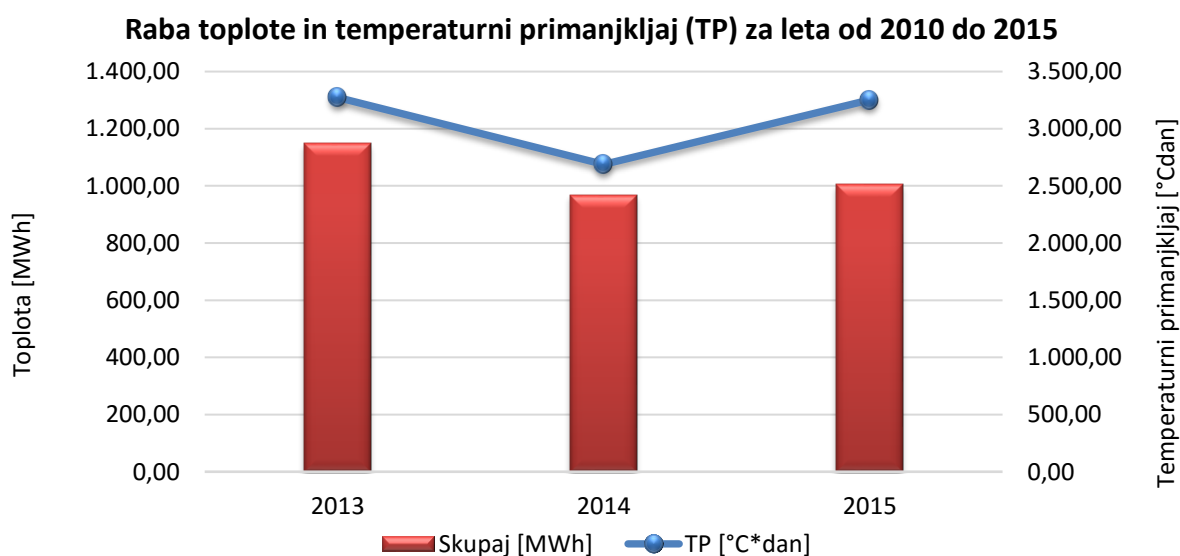


Slika 15: Mesečna raba električne energije od 2011 do 2014.

Razmerje med VT (višja tarifa) in MT (mala tarifa) ter nihanje vrednosti priključne moči bo prikazano v poglavjih, kjer je prikaz ločen glede na OŠ in dvorano.

3.2.2. Energija za ogrevanje

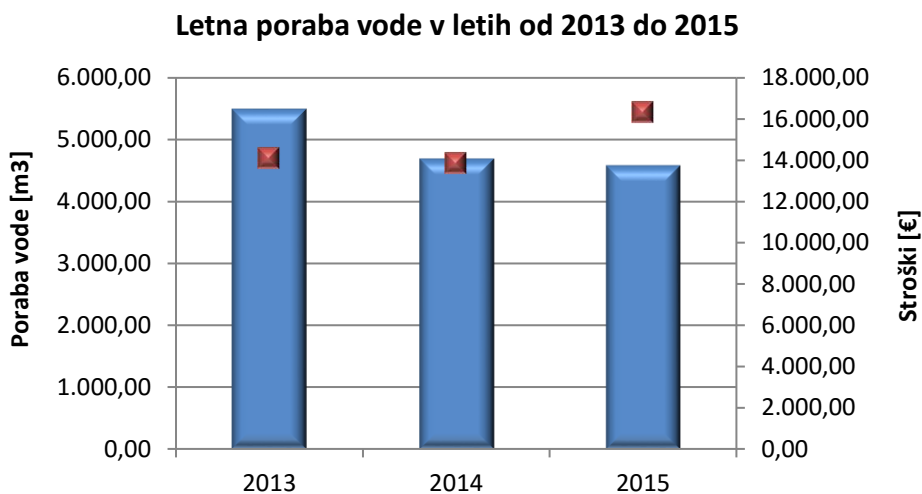
Celotna raba toplote za ogrevanje osnovne šole in dvorane je nihala predvsem v odvisnosti od temperaturnega primanjkljaja, ki je na spodnjem diagramu prikazan z modro krivuljo. Učinkovitost rabe energije je na spodnjem diagramu prikazana kot razlika med stolpcem in krivuljo, torej je bilo najbolj učinkovito leto 2015.



Slika 16: Poraba energije za ogrevanje in temperaturni primanjkljaj.

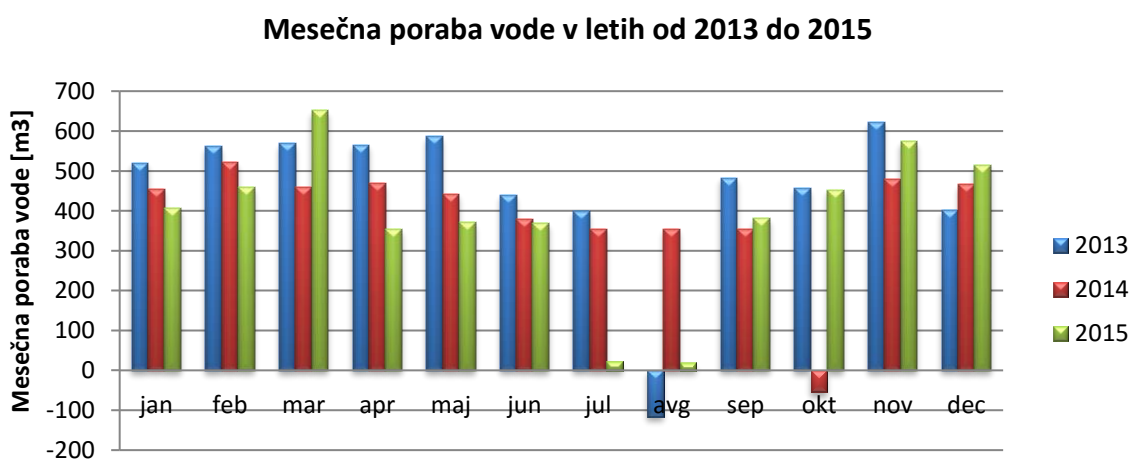
3.2.3. Voda in odpadki

Letna raba vode se je v primerjavi z letom 2013 zmanjšala za skoraj 1000 m³, stroški za komunalne storitve pa so se povečali za več kot 2.000,00 €.



Slika 17: Poraba vode v od 2013 do 2015.

V spodnjem diagramu je prikazana mesečna poraba vode za leto 2013 do 2015. Zaradi negativnih vrednosti v poletnem obdobju in oktobra, lahko razberemo, da se popis izvaja enkrat letno, zato o mesečnih porabah lahko le ugibamo.



Slika 18: Mesečna poraba vode za leta 2013 do 2015.

3.3. Cene energetskih virov – osnovna šola

V spodnjih dveh poglavjih so prikazane le rabe energije in vode ter pripadajoči stroški za osnovno šolo. V spodnji tabeli so prikazane porabe električne energije, toplote in vode za leto 2015. Položnica za vodo in odpadke je skupna (prišteta tudi Biotera).

Tabela 13: Poraba energentov, vode in odpadkov s pripadajočimi stroški za leto 2015.

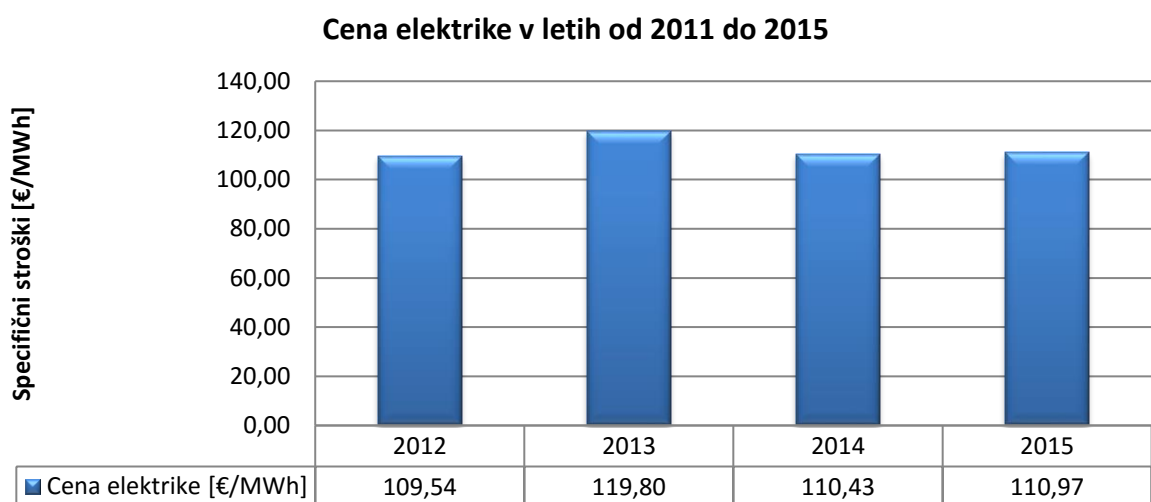
Energent	Poraba	Skupni znesek [€]	Cena na enoto
----------	--------	-------------------	---------------

Voda in odpadki	3.864 m ³	13.847,74	/
Elektrika	212,34 MWh	23.563,51	110,97 €/MWh
Toplota	697,16 MWh	53.194,71	76,30 €/MWh
Skupaj	/	90.605,96	/

Skupaj so se stroški za energente gibali okoli 90.000 €.

3.3.1. Električna energija

Poraba električne energije je v letu 2015 znašala 212,34 MWh. Povprečna cena kupljene električne energije, od 1.1.2015 do 31.12.2015, je znašala 110,97 €/MWh brez DDV. Dodatna razlaga na voljo v poglavju 3.1.



Slika 19: Cena elektrike v obdobju od 2012 do 2015 za Osnovno šolo Jakoba Aljaža.

3.3.2. Ogrevanje

Cena toplote je odvisna od količine porabljene toplote (MWh) in od razmerja med priključno močjo in porabo energije (tako kot je to pri električni energiji). Povprečna cena kupljene toplote, od 1.1.2015 do 31.12.2015, je znašala 76,30 €/MWh. Višja cena toplote v letu 2012 je najbrž posledica različnega obračuna toplotne energije.

Ogrevanje obeh objektov namreč poteka prek toplotne postaje, ki je nameščena v kotlovnici šole. Obračun toplotne energije poteka preko glavnega kalorimetra, ki meri celotno oddano energijo v sistem. K sistemu sta dograjena tudi dva odštevalna števca, eden za klimatsko napravo, ki je nameščena v kotlovnici šole in ogreva ter prezračuje prostore dvorane in dela kjer se ogreva še preostali del dvorane (radiatorsko ogrevanje). K sistemu je dograjen tudi merilnik pretoka sanitarne vode. Toplota, ki se porabi za potrebo po topli sanitarni vodi je bila določena po spodnji enačbi.

$$\dot{Q}[MWh] = \frac{\dot{m} [m^3]}{10}$$

Kar pomeni, da pri porabi vode 18,8 m³ to ustreza porabi 18,8 MWh. Potrebna toplota za ogretje določene mase vode se lahko izračuna po spodnji enačbi:

$$Q = m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1)$$

Kjer je m masa vode v kg, c_p specifična toplota vode J/kgK, T_1 temperatura vode v vodovodnem omrežju in T_2 končna temperatura vode po segrevanju. Če privzamemo, da je v omrežju temperatura vode 10 °C, specifična toplota vode 4179 J/kgK, gostota vode pa 992,2 kg/m³, masa vode 188*1000 kg in poraba toplote za segretje te količine vode 18,8 MWh, je končna temperatura vode:

$$T_2 = \frac{Q + m \cdot c_p \cdot T_1}{m \cdot c_p} = \frac{18,8 \cdot 10^6 \cdot 3600 + 188 \cdot 992,2 \cdot 4179 \cdot 10}{188 \cdot 992,2 \cdot 4179} = 96,8 \text{ °C}$$

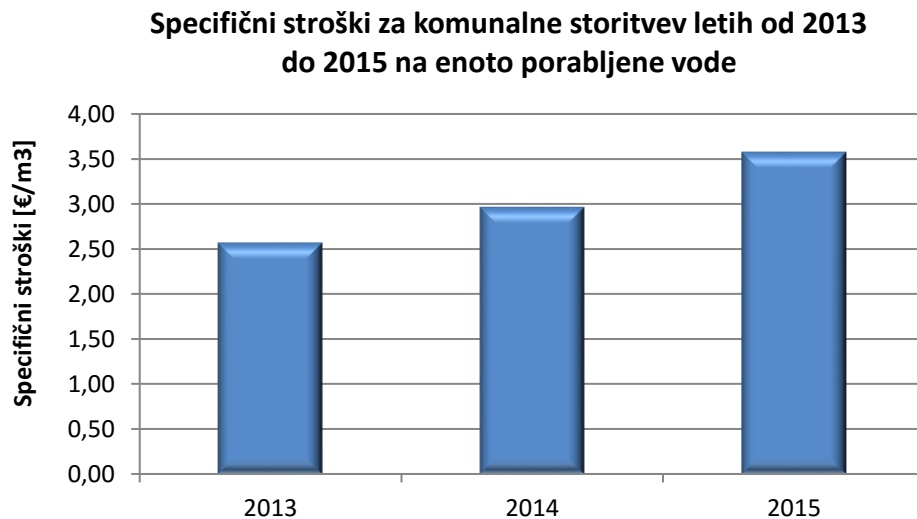
Iz izračuna je razvidno, da je računski vrednost potrebne toplote za ogrevanje STV previsoka. To je bil tudi glavni vzrok, da smo večino toplote za ogrevanje STV pri izračunu potrebne toplote za ogrevanje stavbe upoštevali kot povračljive izgube.

Od tega 70 % toplote za pripravo STV plača OŠJA, 30 % pa odpade na ŠDP.

Zaradi kompleksnosti analize, nepoznavanja pogodb in posledično možnega napačnega vrednotenja podatkov, cene za ogrevanje posameznih delov stavbe ne bomo prikazovali grafično.

3.3.3. Voda in odpadki

Na spodnjem diagramu so prikazani specifični stroški za komunalne storitve, ki pa so od stavbe do stavbe zaradi prevladujočega stroška za odpadke, različnih obračunov težko primerljivi in ga navajamo le informativno.

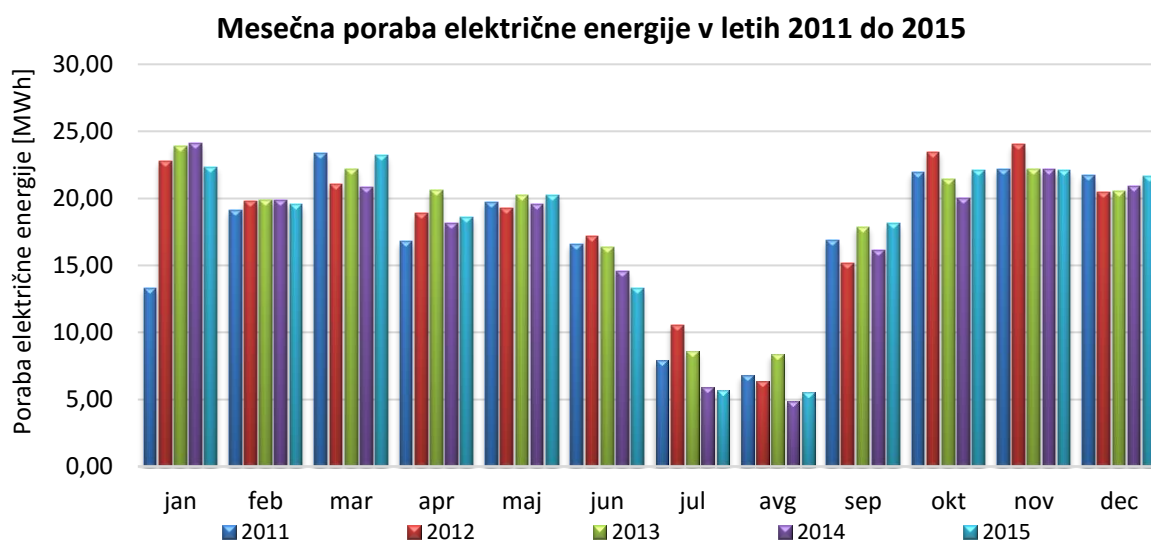


Slika 20: Specifični stroški za vse komunalne storitve.

3.4. Mesečna in letna raba energije – osnovna šola

3.4.1. Električna energija

V okviru energetskega knjigovodstva so bili zbrani podatki o porabljeni električni energiji za obdobje od 1.1.2011 do 31.12.2015. Posebnih trendov ni.

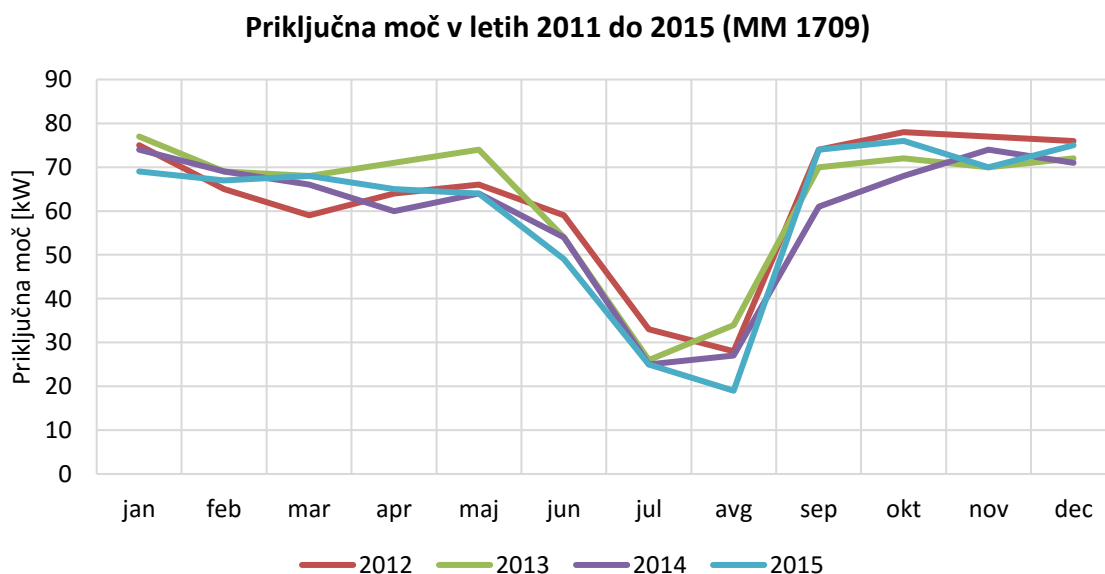


Slika 21: Mesečna raba električne energije od 2011 do 2014.

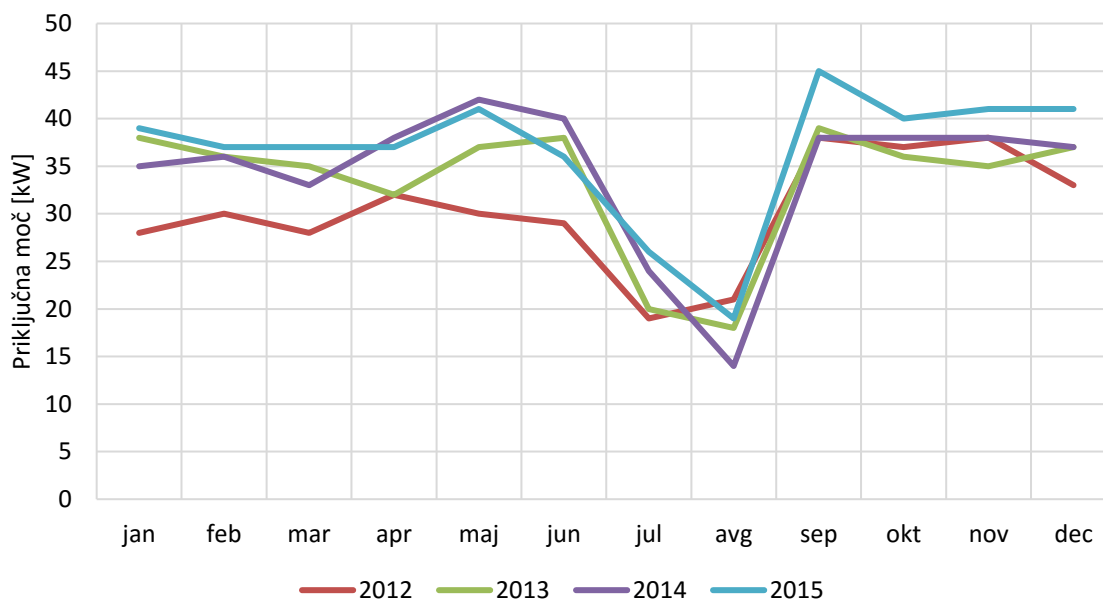
Glavni porabnik električne energije predstavlja razsvetljava, priprava STV in potrebna električna energija za delovanje prezračevalnih in klimatskih naprav ter naprav za pripravo vode v bazenu in kuhinjskih naprav. Tu so možni največji prihranki predvsem s prehodom na učinkovitejša svetila in ustrezno regulacijo, ter učinkovito uporabo kuhinjskih naprav (hladilniki, pečice, hladilnici). Na spodnjem diagramu je prikazana mesečna porazdelitev priključne moči za posamezni merilni mesti v šoli.

Priključna moč se navadno obračunava na podlagi maksimalne porabe električne energije v časovnem intervalu 15 minut. Da bi strošek priključne moči ustrezno zmanjšali se je potrebno čim bolj približati »povprečni moči« (čim bolj izravnati porabo električne energije brez nepotrebnih špic v porabi. Potrebno bi bilo pridobiti dejansko rabo električne energije v intervalu 15 minut, izračunati faktor istočasnosti in predlagati določene ukrepe, kar pa presega nivo tega energetskega pregleda.

Skupen letni strošek za postavko priključne moči znaša okoli 6.000 €.

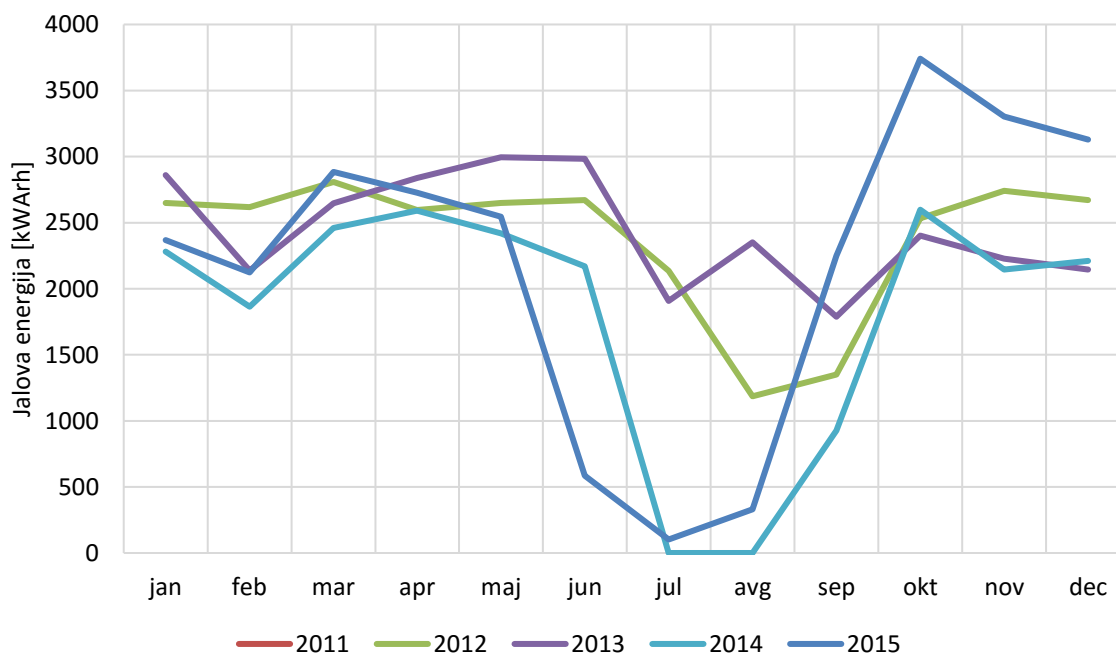


Priključna moč v letih 2011 do 2015 (MM 1710)

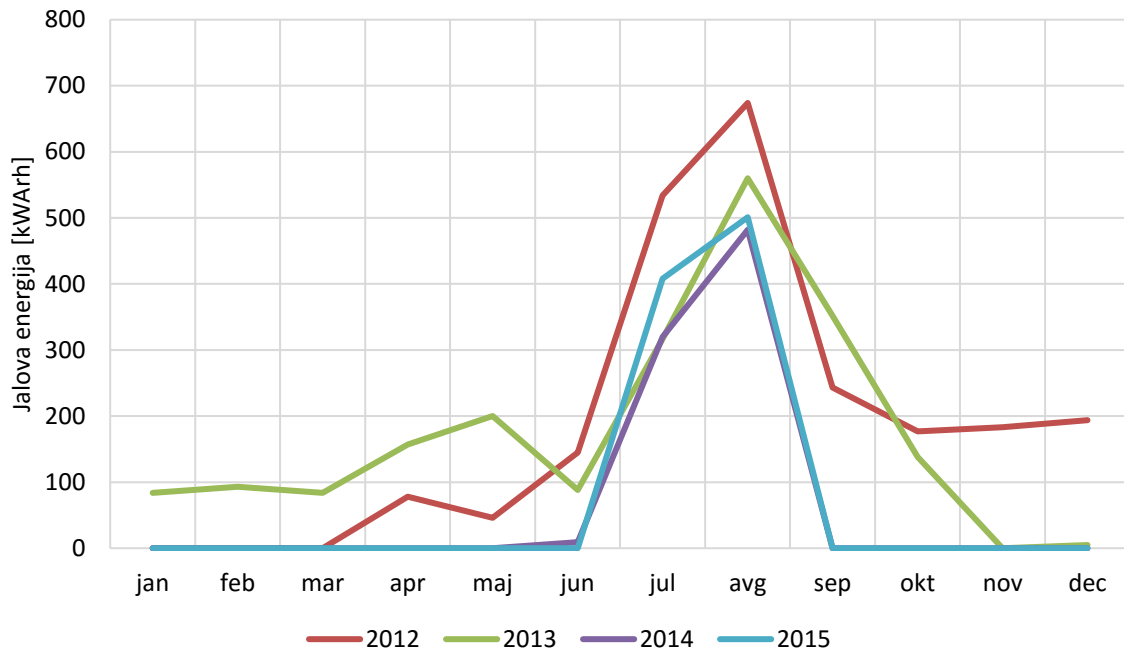


Električne naprave kot so asinhronski motorji, dušilke, indukcijske moči, fluorescentne sijalke ipd. potrebujejo za delovanje poleg delovne tudi jalovo energijo. Jalova energija povzroča zaostajanje toka za napetostjo in ne proizvaja koristnega dela pač pa dodatno obremenjuje omrežje in povzroča dodatni strošek. Zmanjšanje porabe jalove energije se izvede z vzporedno vezanimi kondenzatorji. Skupni letni strošek jalove energije znaša od 200 do 250 €, zato investicije v tovrstne sisteme niso smiselne. Na spodnjih dveh diagramih je prikazana porazdelitev jalove energije tekom leta za obe merilni mesti.

Zaračunana jalova energija v letih 2011 do 2015 (MM 1709)

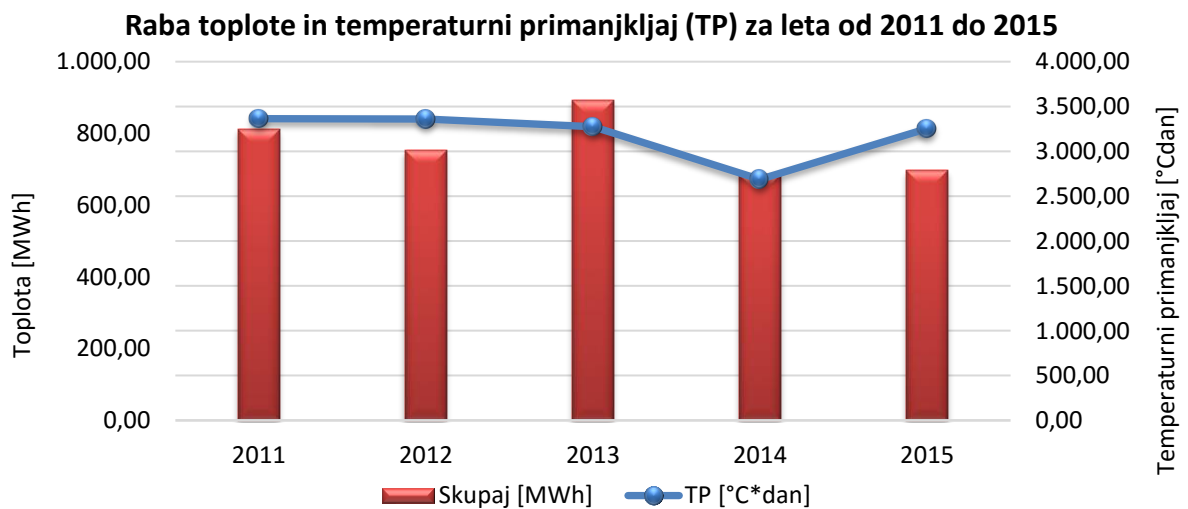


Zaračunana jalova energija v letih 2011 do 2015 (MM 1710)



3.4.2. Energija za ogrevanje

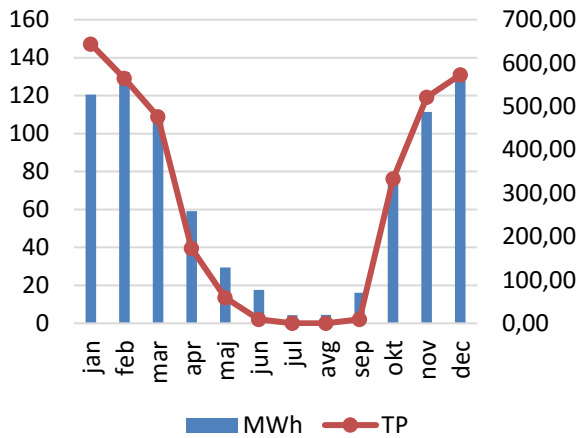
Raba energije posebej za šolo je prikazana na spodnjem diagramu. Lahko razberemo, da je bila raba toplote najučinkovitejša leta 2012 in 2015, ko je razlika med TP in rabo toplote največja. Najbolj neučinkovito pa je bilo leto 2013.



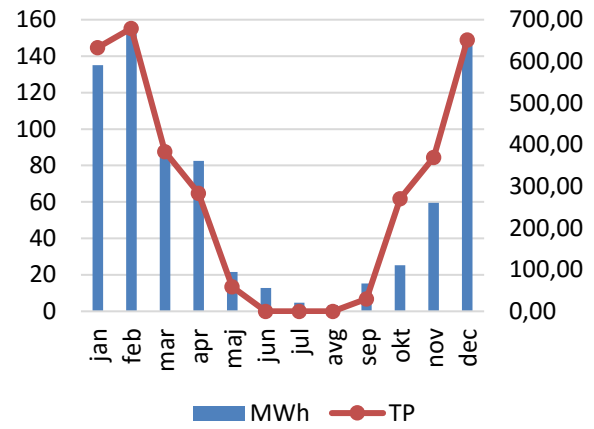
Slika 22: Poraba energije za ogrevanje in temperaturni primanjkljaj.

Mesečna raba toplote je za posamezna leta prikazana spodaj. Razlaga je enaka zgornji.

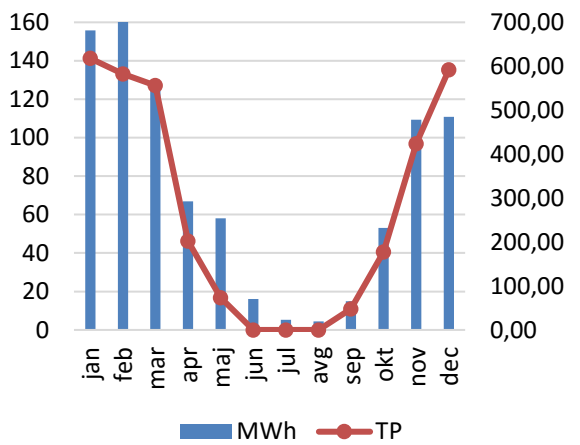
2011



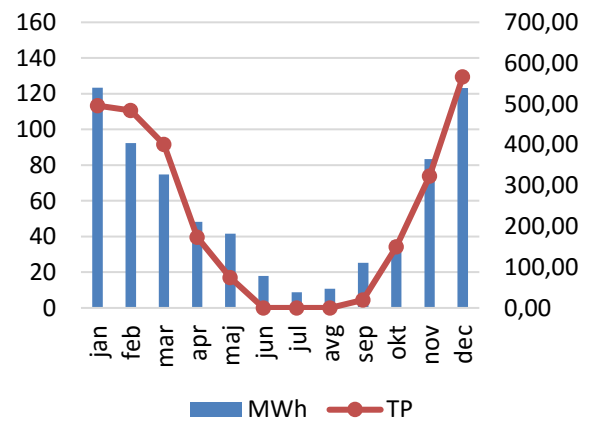
2012



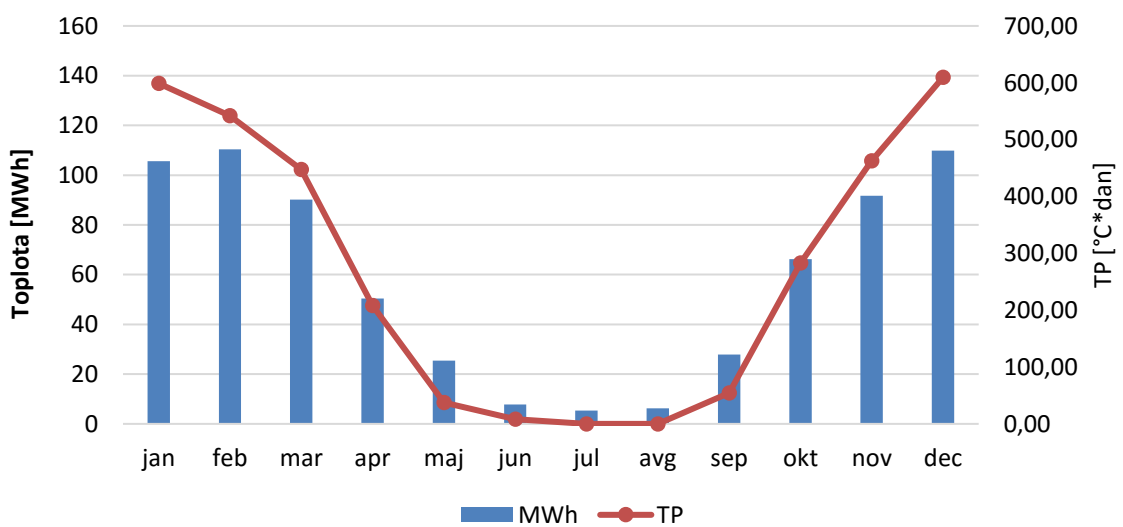
2013



2014

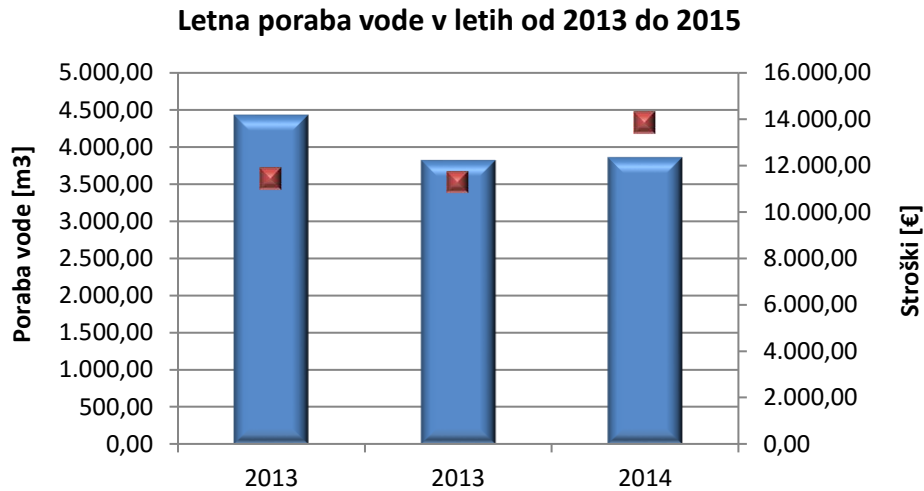


2015



3.4.3. Voda in odpadki

Letna raba vode se je v primerjavi z letom 2013 zmanjšala za približno 600 m³. Stroški za komunalne storitve pa so se povečevali iz leta v leto.



Slika 23: Poraba vode v od 2013 do 2015.

3.5. Cene energetskih virov – dvorana

V spodnji tabeli so prikazane porabe električne energije, toplote in vode za leto 2015. Znesek za vodo in odpadke je skupen, zato izračun cene na enoto (€/m³) ni smiseln.

Tabela 14: Poraba energentov, vode in odpadkov s pripadajočimi stroški za leto 2015.

Energent	Poraba	Skupni znesek [€]	Cena na enoto
Voda in odpadki	708 m ³	2.495,05	/
Elektrika	99,20 MWh	10.272,19	103,55 €/MWh
Toplota	307,01 MWh	25.327,98	82,50 €/MWh
Skupaj	/	38.095,22	/

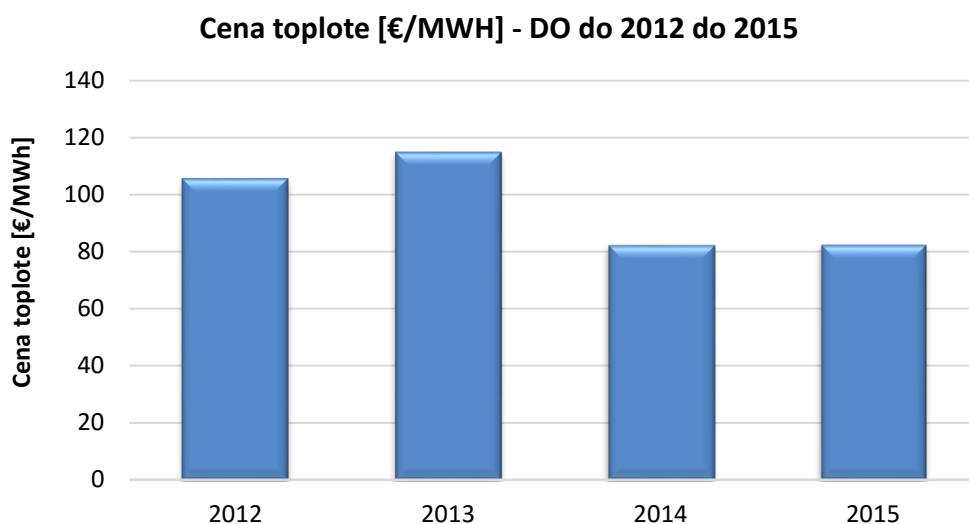
Skupaj so se stroški za energente in komunalne storitve gibali okoli 40.000 €.

3.5.1. Električna energija

Glej poglavje 3.1.1.

3.5.2. Ogrevanje

Cena toplote se je z letom 2014 občutno pocenila (za več kot 20 %) v primerjavi z letom 2012 in 2013.



Slika 24: Cena daljinske toplote od 2013 do 2015.

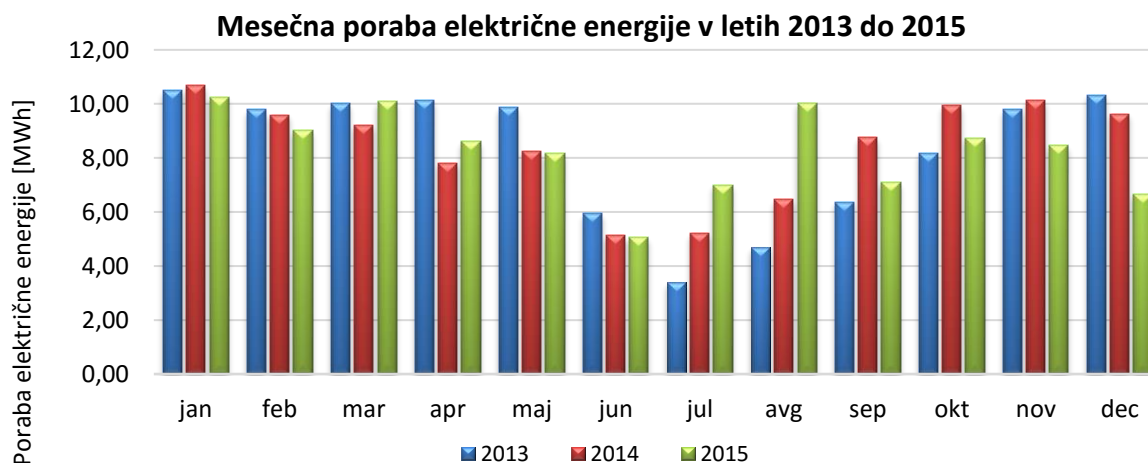
3.5.3. Voda in odpadki

Komentar podoben kot za OŠ in dvorano.

3.6. Mesečna in letna raba energije – dvorana

3.6.1. Električna energija

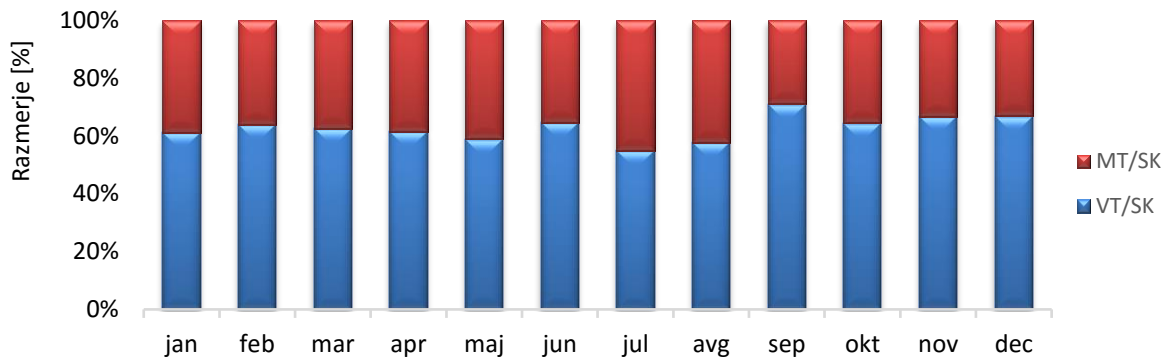
V okviru energetskega knjigovodstva so bili zbrani podatki o porabljeni električni energiji za obdobje od 1.1.2013 do 31.12.2015. V spodnjem diagramu so prikazane vrednosti. Vidno je, da se je raba električne energije v zimskih mesecih pretežno zmanjševala, v prehodnem in poletnem obdobju pa večinoma povečevala.



Slika 25: Mesečna raba električne energije od 2013 do 2015.

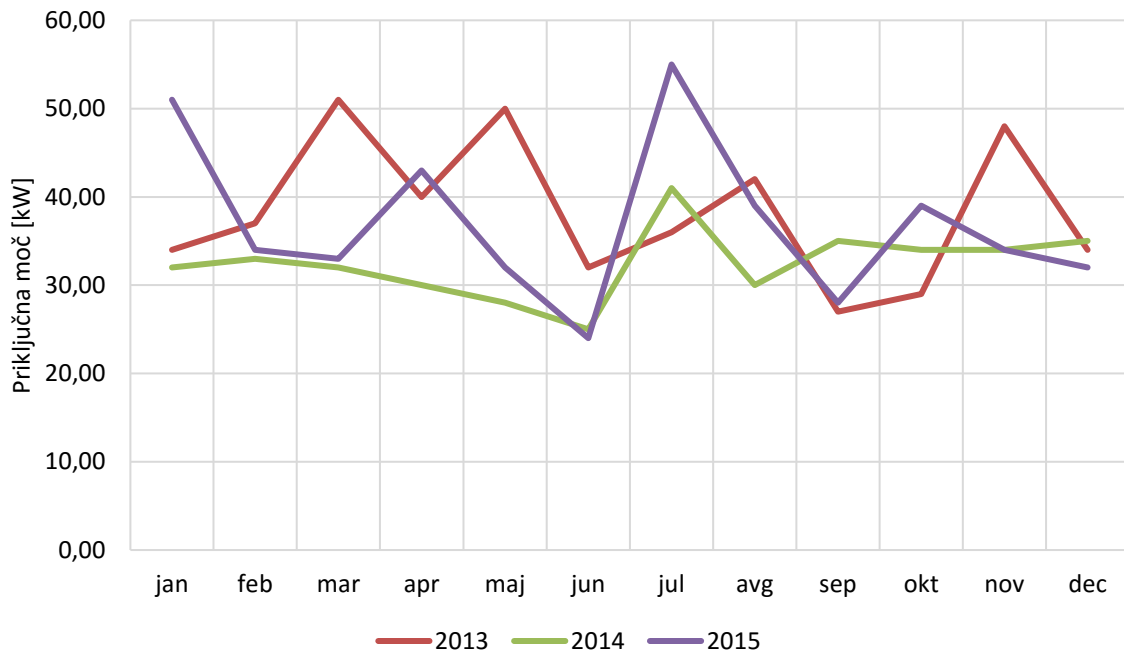
Razmerje med VT (višja tarifa) in MT (mala tarifa) je bilo v letih 2012 do 2015 okoli 40 %. Razmerje se poveča predvsem v poletnih mesecih, zato je takrat potrebna previdnost, da se porabniki električne energije uporabljajo učinkovito. Odločitev med obračunom prek enotne ali dvotarifne cene električne energije je močno odvisna od cen na trgu, zato se je o prehodu na morebitni eno-tarifni sistem potrebno odločiti ob sami ponujeni ceni za električno energijo.

Razmerje visoke in male tarife za leto 2015



Letni strošek priključne moči se giblje okoli 6.000 € in ni zanemarljiv. Vidno je povečanje priključne moči v juliju in avgustu, ki so najverjetneje posledica delovanja hladilnih naprav.

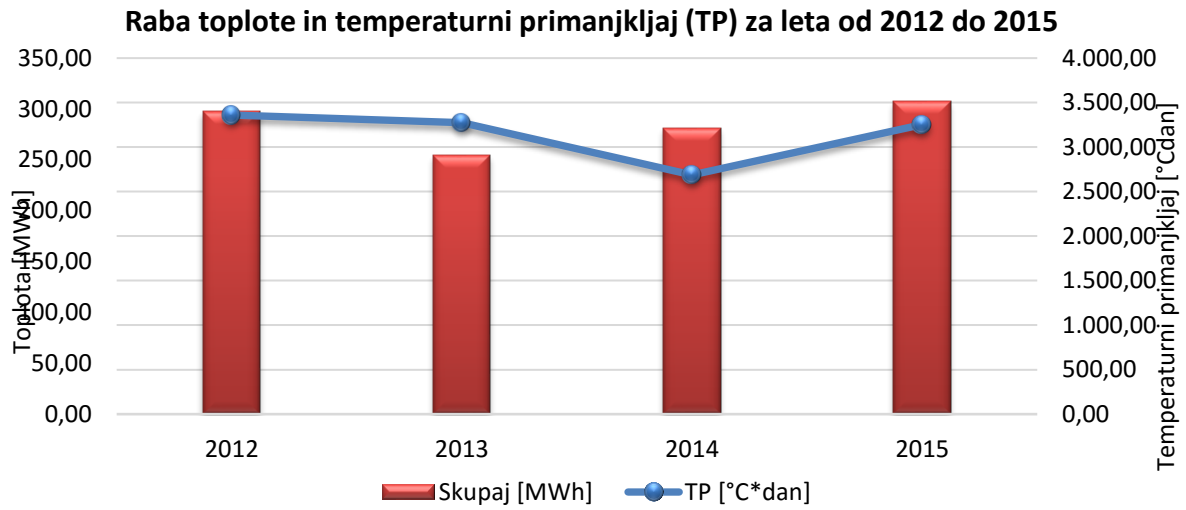
Priključna moč v letih 2013 do 2015



Glavni porabnik električne energije predstavlja razsvetljava in v poletnem času hlajenje. Večji del dvoranske razsvetljave je bil že zamenjan z energetske učinkovito. Potrebni so še organizacijski ukrepi.

3.6.2. Energija za ogrevanje

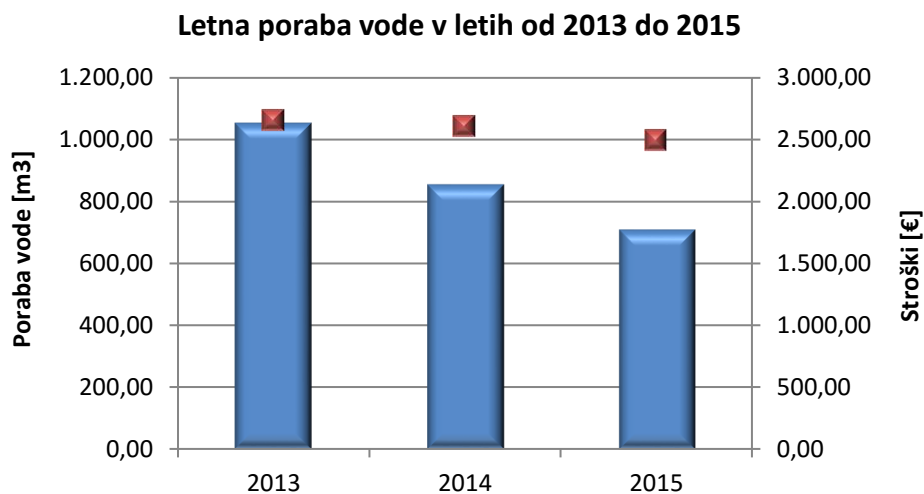
Raba energije posebej za ŠD je prikazana na spodnjem diagramu. Lahko razberemo, da je bila raba toplote najučinkovitejša leta 2013, ko je razlika med TP in rabo toplote največja (zanimivo je, da je bila raba toplote za OŠ prav tem letu najbolj neučinkovita), Najbolj neučinkovito pa je bilo leto 2014.



Slika 26: Poraba energije za ogrevanje in temperaturni primanjkljaj.

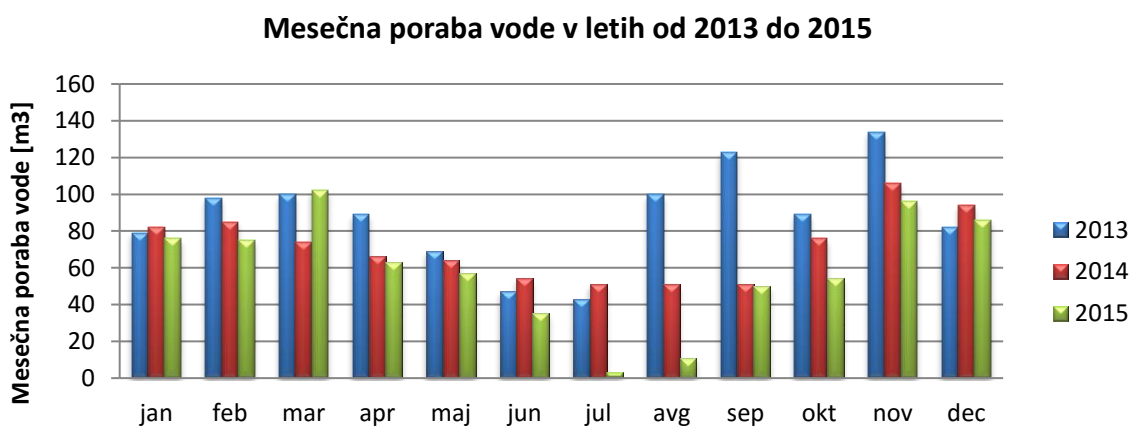
3.6.3. Voda in odpadki

Letna raba vode se je v primerjavi z letom 2013 zmanjšala za približno 350 m³. Stroški za komunalne storitve ostajajo približno enaki.



Slika 27: Poraba vode v od 2013 do 2015.

V spodnjem diagramu je prikazana mesečna poraba vode za leto 2013 do 2015.



Slika 28: Mesečna poraba vode za leta 2013 do 2015.

3.7. Zanesljivost in pregled naprav

3.7.1. Zanesljivost oskrbe glede energetskih virov

Zanesljivost oskrbe moramo ocenjevati skladno z vplivom izpada posameznega energenta oz. vira energije.

OGREVANJE

V stavbi je nameščena toplotna postaja namenjena za ogrevanje in pripravo STV. Ker gre za daljinsko ogrevanje in je v kotlovnici podjetja Domplan, ki dobavlja toploto za obe stavbi, nameščenih več samostojnih generatorjev toplote je oskrba s toploto zanesljiva.

ELEKTRIČNA ENERGIJA

Električna energija se dobavlja iz javnega električnega omrežja, ki ga upravlja Elektro Gorenjska d.d. Za nemoteno dobavo električne energije skrbi Geni d.d. Zaščita inštalacij in naprav je izvedena s samodejnim odklopom napajanja (varovalke, inštalacijski odklopniki). Do prekinjene dobave električne energije lahko pride v primeru izjemnih okoliščin. Izpadi pa so zaradi dežurnih služb podjetja Elektro Gorenjska večinoma dolgi samo nekaj ur. Problemov s kompenzacijo jalove energije ni veliko, saj le ta predstavlja letni strošek od 200 do 300 €.

V stavbi ni vgrajenih dodatnih virov za proizvodnjo električne energije.

3.7.2. Pregled naprav za pretvorbo energije

OGREVALNI SISTEM

Toplota za ogrevanje in pripravo STV se pripravlja prek spiralnega prenosnika toplote IMP letnika 1979, z maksimalno temperaturo na primarni strani 130 °C in prostornino registra 134 litra. Moč prenosnika toplote ni definirana, zaračunan moč iz računov za toploto pa znaša 1152 kW za OŠ in 648 kW za ŠD, kar skupno zneso 1,8 MW. Glede na podatke iz dokumentacije je sekundarni sistem dimenzioniran na temperaturni režim 90/70 °C. Razvod so zaščiteni s 4 cm mineralne volne in oblečeni v aluminijasto pločevino. Toplotno je zaščiten tudi odprta ekspanzijska posoda, do katere pa nismo imeli dostop in je potreben pregled. Sekundarni sistem se deli na:

- Ogrevanje za potrebe klimata
- Ogrevanje bazenske vode
- Radiatorsko ogrevanje
- Ogrevanje za potrebe ostalih prezračevalnih naprav
- Ogrevanje ostalih prostorov v ŠD

Kotlovnica je kompleksna in zahteva projektno obdelavo (ogrevalni sistem, sistem za pripravo bazenske vode, klimat – dvorana, prezračevalni sistem za pripravo zraka v kuhinji in večnamenskem prostoru). Spodaj so navedeni nekateri elementi sistema:

- Obnovljeno:
 - Frekvenčno regulirana obtočna črpalka Wilo, 25 – 590 W,
 - Frekvenčno regulirana obtočna črpalka Wilo, 30 – 930 W,
 - Klasične obtočne črpalke IMP brez frekvenčne regulacije,
 - Obtočne črpalke s stopenjsko regulacijo Wilo, 84, 61, 43 W,
 - Temperaturno-količinski regulator z elektromotornim pogonom Danfoss, AFQM 65/50 AMV 413 1x230V,
 - Temperaturno-količinski regulator z elektromotornim pogonom Danfoss, AVQM 15/4,0 AMV 413 1x230V,
 - Elektronski regulator EL-TEC, TP 05,
- Starejše izdelave
 - Obtočni črpalke Sever, 4 kW, brez frekvenčne regulacije,
 - Odprta ekspanzijska posoda IMP, volumna 1000 l,
 - Spiralni prenosnik toplote za ogrevanje bazenske vode,
 - Ventili ipd.



Slika 29: Spiralni prenosnik toplote obtočnimi črpalkami starejše izvedbe.

Ostale strojne inštalacije so deloma prenovljene (regulacija, nekateri ventili).



Slika 30: Razvodni sistem obložen s prvotno in novejšo izolacijo.

V dvorani je izvedena toplotna podpostaja, ki ima delno prenovljene elemente ogrevalnega sistema. V ŠD so ventili na radiatorjih ustrezno nastavljeni (med točko 1 in 3).



Slika 31: Toplotna podpostaja v dvorani in litoželezna ogrevala z nameščenimi termostatskimi ventili.

Sistem ogreval (radiatorjev) v OŠ je zastarel. V prostorih šole in telovadnice je skupno nameščenih 200 litoželeznih radiatorjev, brez ustreznih ventilov. To je tudi glavni razlog, da prihaja do pregrevanja prostorov. Pri drugem ogledu smo v nekaterih prostorih izmerili tudi temperature okoli 25 °C pri odprtem oknu (zunaj pod 10 °C).



Slika 32: Litoželezni radiatorji brez ustreznih ventilov.

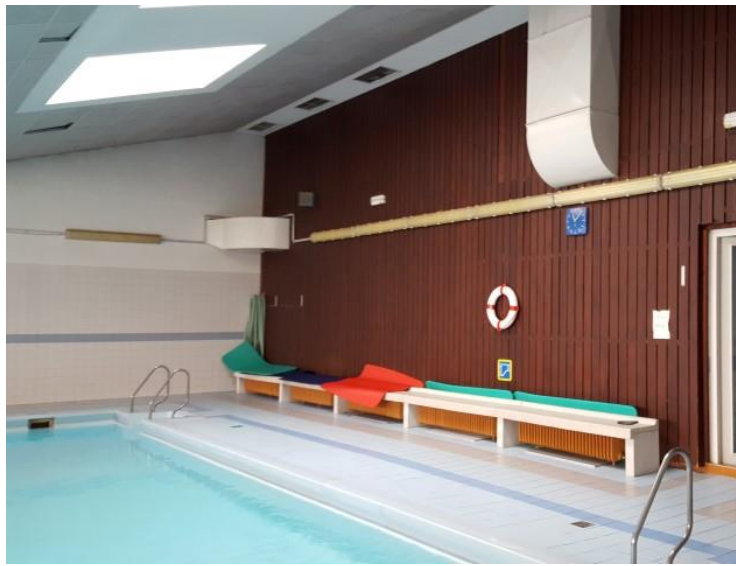
PRIPRAVA STV

Priprava STV je centralna in poteka v ležečem bojlerju prostornine 2,5 m³. Po dostopnih podatkih je zalogovnik izoliran z 10 cm kamene volne in oblečen v aluminijasto pločevino. Izvedena je tudi prisilna cirkulacija STV a bi bilo potrebno preveriti, kako je izvedena, saj na nekaterih pipah topla voda priteče po relativno dolgem času. Zaradi nevrtačljivih izgub zaradi cirkulacije v poletnem času je potrebno preučiti možnosti o energetsko učinkovitih rešitvah (projektna obdelava). Kot je bilo omenjeno že v prejšnjih poglavjih se raba toplote za pripravo STV ne meri, meri se samo pretok, potrebna toplota pa se preračunava. Potrebno je namestiti kalorimeter za STV posebej za dvorano in OŠ.



Slika 33: Zalogovnik za pripravo STV.

V ŠD so izvedeni tuši, ki imajo vgrajen senzor, ki zazna prisotnost in odsotnost osebe in se ustrezno vklopi in izklopi. S tem se zmanjša poraba vode in toplote zaradi neustrezne uporabe tušev s strani obiskovalcev dvorane.



Slika 34: Tuši s senzorjem prisotnosti v ŠD in bazen v sklopu OŠ.

SISTEMI ZA HLAJENJE, PREZRAČEVANJE IN KLIMATIZACIJO PROSTOROV

Naprava za prezračevanje in segrevanje zraka v dvorani je bila izvedena leta 1979 in je brez sodobne rekuperacije, se pa segret odpadni zrak deloma direktno primešava svežemu zunanjemu zraku, ki se nato v grelniku dogreje. Po podatkih iz kartice na klimatu je grelnik moči 378 kW, dogrelnik pa moči 216 kW.



Slika 35: Klimat za ogrevanje in prezračevanje dvorane z deloma prenovljenimi elementi.

V kotlovnici je izveden tudi prezračevalni sistem kuhinje in klimat za pripravo zraka v bazenu (oba sistema imata izvedeno rekuperacijo) in prezračevalni sistem za potrebe večnamenskega prostora, ki deluje le redko.

Na strehi šole sta nameščeni še dve split hladilni napravi nazivne hladilne moči 8,5 kW in nazivne električne moči 3,2 kW.

Za potrebe hlajenja dvorane sta na hodniku med šolo in dvorano nameščeni dve kompaktni hladilni napravi podjetja Hidria model KVA 524-P, letnik 2007.



Slika 36: Hlajenje šole (levo) in hlajenje dvorane(desno).

Objekt ima nameščene prezračevalne sisteme za garderobe in sanitarije a ne delujejo, razen v sanitarijah. Stavba se tako prezračuje le preko naravnega prezračevanja (z odpiranjem oken) in skozi špranje v stavbi.

RAZSVETLJAVA – osnovna šola

Razsvetljava prostorov šole predstavlja nezanemarljiv delež porabe energije objekta. V objektu je nameščenih kar nekaj različnih vrst svetil. Prevladujejo različni tipi fluorescentnih svetilk z dvema ali tremi sijalkami (z rastrom ali opalnim steklom), sledijo varčne sijalke, ter nekaj klasičnih žarnic. Za potrebe razstav in prireditev je v avli šole in v pokritem atriju šole se nameščeni klasični halogenski reflektorji. Zaradi kratkega časa obratovanja, teh naprav v naših izračunih nismo upoštevali. Če se bo njihova uporaba povečala, jih je smiselno zamenjati z LED reflektorji, ki imajo veliko boljši izkoristek in sprejemljivo ceno. (relativno kratka vračilna doba). V spodnji tabeli je narejen popis razsvetljave prevladujočih tipov sijalk.

Tabela 15: Popis sijalk v objektu.

	Fluo. sijalka T8 (58 W)	Flo sijalka T8 (36 W)	Varčna sijalka	Žarnica
Moč sijalke [W]	58	36	18	40
Količina	673	20	22	3
Nazivna moč [W]	79.634	2.880	126	120
Nazivna moč s predstikalno napravo[W]	97.483	3.520	126	120

V večini pisarn so nameščene fluorescentne svetilke tipa T8, s klasično predstikalno napravo (Tip A in tip B). Pri sanaciji razsvetljave se navadno odločamo za prehod na T5 sijalke z elektronsko predstikalno napravo, ki so v primerjavi s sijalkami T8 učinkovitejše za približno 30 %. Problem zamenjave je v tem, da obstoječe svetilke ne omogočajo direktnega prehoda iz T8 na T5, pač pa je navadno potrebno zamenjati tudi svetilko oz. vgraditi dodatne adapterje. Ker zamenjava celotnih sijalk predstavlja velik strošek (z relativno dolgo vračilno dobo), je možno v obstoječe svetilke namestiti adapterje in predstikalne naprave, ki bi omogočale, da v obstoječe svetilke tipa T8 vgradimo sijalke T5. Ker pa je ta možnost v praksi redko v uporabi in se jo je zaradi nekakovostnih izvedb tovrstnih sistemov navadno bolje izogniti, in ker je večina razsvetljave že močno zastarela ter dotrajana (opalno steklo, poškodbe, umazanost), smo izračune povratnih dobi izvedli glede na zamenjavo celotnih svetilk.

Posebno pozornost je potrebno posvetiti zamenjavi razsvetljave v telovadnici objekta. Tam je nameščenih 42 svetilk z dvema sijalkama. Skupaj s predstikalnimi napravami znaša priključna moč 6 kW. Fluorescentne sijalke niso najbolj primerne za prostore z visoki stropovi. Zato priporočamo, da se pri renovaciji razsvetljave namesto novih fluorescentnih svetilk namesti LED reflektorje (imajo še nekoliko boljši izkoristek kot T5 svetilke). S tem bi lahko občutno zmanjšali število svetilk in njihovo učinkovitost, ter tako zmanjšali priključno moč in porabo energije za osvetlitev telovadnice.



A



B



C



D

Slika 37: Svetilke zastopane v objektu

V objektu so ponekod nameščene tudi varčne sijalke. Največji delež varčnih sijalk je nameščenih v avli šole (tip E). Nameščene so varčne sijalke z nazivno močjo 18 W. Varčne svetilke so energetsko že zelo učinkovite. Če upoštevamo stroške nabave, življenjsko dobo in energetsko učinkovitost so LED svetilke, v večini primerov še nekoliko bolj učinkovite. Zato priporočamo, da se v nekaterih primerih (primerno okovje) varčne sijalke postopoma začne zamenjevati z LED sijalkami.

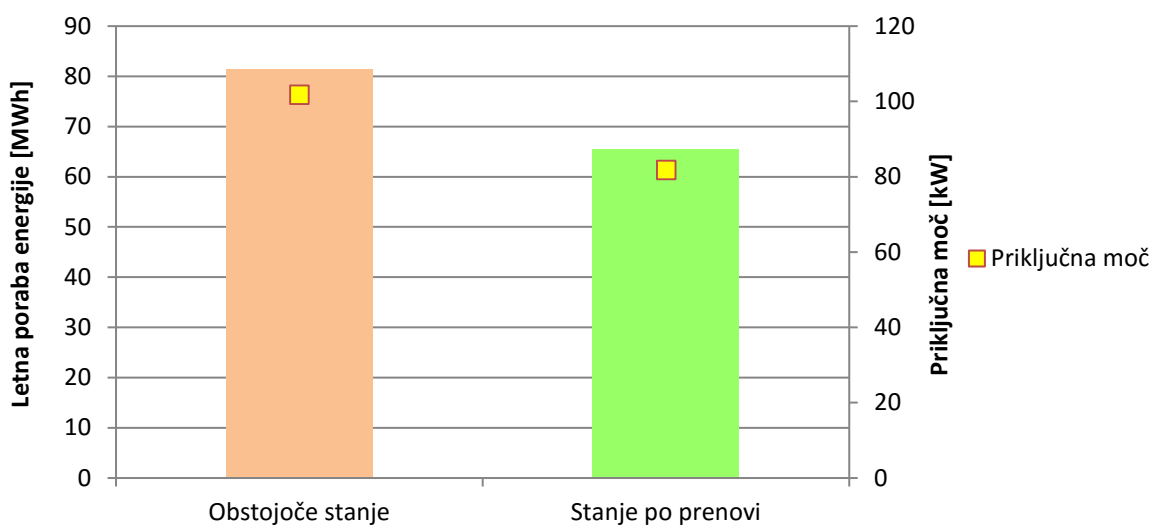
Pri izračunu vračilnih dob v primeru zamenjave sijalk smo upoštevali življenjsko dobo, ceno in obratovane stroške. Za izračun vračilnih dob v primeru zamenjave celotnih svetilk pa smo upoštevali le energetske prihranke na račun zamenjave svetilk. Zamenjava fluorescentnih svetilk tipa T8, bi zaradi potrebe po nakupu celotne nove svetilke (cca 80 €/kos) bi bila iz energetskega vidika smiselna, vendar bi bila vračilna doba zaradi mahne letne uporabe (800 h) zelo dolga – več kot 20 let.

Tabela 16: Popis razsvetljave, priporočene zamenjava in enostavne vračilne dobe v primeru sedanje uporabe prostorov oz. 6 h/dan in 5 dni na teden.

Tip stare svetilke	Moč [kW]	Tip nove svetilke	Moč [kW]	Cena novih [€]	Število novih svetilk	Letni prihranek [kWh]	Vračilna doba
Fluo T8 58 2 X	0,142	T5	0,114	80	673	19222	20,01
Fluo T8 36 4 X	0,092	T5	0,064	70	20	640	15,63
Bučka - 40 W	0,04	LED	0,005	9	3	105	1,6

Potrebno se je zavedati, da z zamenjavo svetilk ne prihranimo samo pri variabilnih stroških električne energije, pač pa tudi pri stroških za priključno moč. V primeru zamenjave vseh svetilk se priključna moč zmanjša za 20 kW. Skupne prihranke v primeru zamenjave razsvetljave z energetsko učinkovitejšo pri predpostavljani dnevni uporabi cca 4 ure (800h/leto) smo prikazali na sliki spodaj.

Poraba energije za osvetlitev



Slika 38: Poraba električne energije in priključna moč pred in po zamenjavi svetilk.

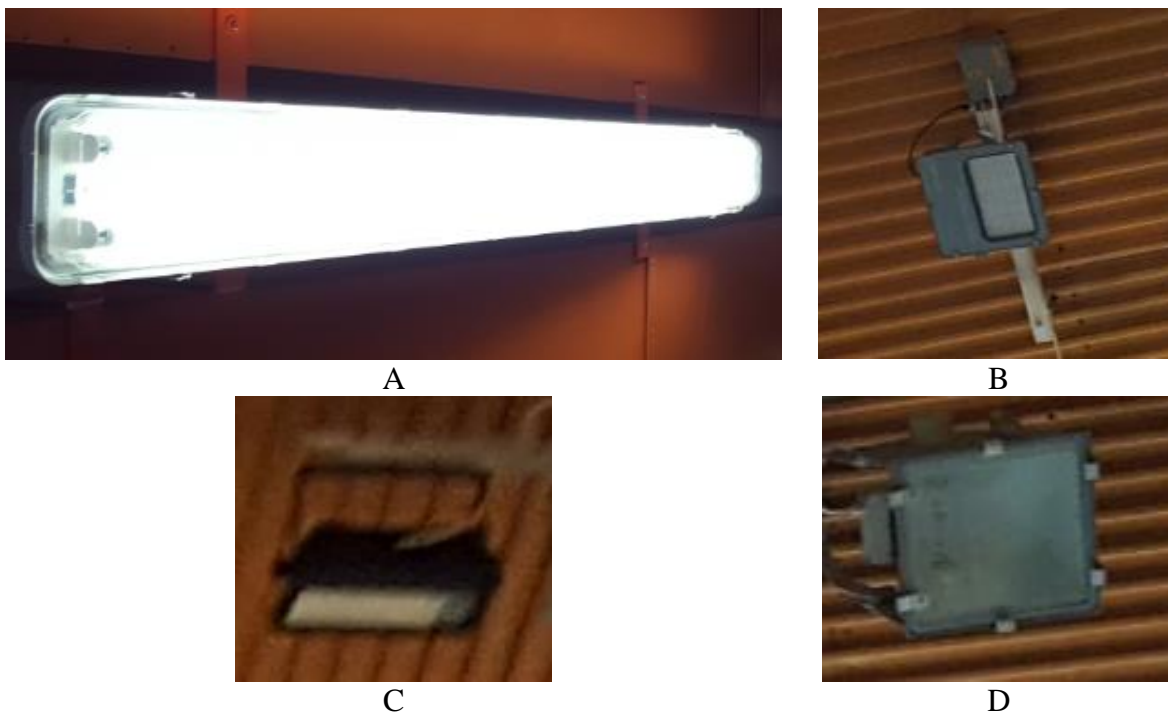
RAZSVETLJAVA - dvorana

Razsvetljava telovadnice predstavlja nezanemarljiv delež porabe energije objekta. V objektu je nameščenih nekaj različnih vrst svetil. Za osvetlitev igrišča dvorane se uporabljajo LED reflektorji, nekaj starih reflektorjev, in za potrebe televizijskih prenosov še nekaj večjih reflektorjev. Tribune dvorane, in ostali prostori (garderobe, pisarne, hodniki) so osvetljene s klasičnimi fluorescentnimi sijalkami.

Tabela 17: Popis sijalk v objektu.

	Fluo. sijalka T8 (58 W)	LED reflektorji	Stari LED reflektorji	Veliki LED reflektorji
Moč sijalke [W]	58	200	500	400
Količina	111	54	4	8
Nazivna moč [W]	12.876	10.800	2.000	3.200
Nazivna moč s predstikalno napravo[W]	15.762	10.800	2.000	3.200

Nad tribunami, v garderobah, hodnikih in pisarnah so nameščene fluorescentne svetilke tipa T8, s klasično predstikalno napravo (Tip A). Pri sanaciji razsvetljave se navadno odločamo za prehod na T5 sijalke z elektronsko predstikalno napravo, ki so v primerjavi s sijalkami T8 učinkovitejše za približno 30 %. Problem zamenjave je v tem, da obstoječe svetilke ne omogočajo direktnega prehoda iz T8 na T5, pač pa je navadno potrebno zamenjati tudi svetilko oz. vgraditi dodatne adapterje. Ker zamenjava celotnih sijalk predstavlja velik strošek (z relativno dolgo vračilno dobo), je možno v obstoječe svetilke namestiti adapterje in predstikalne naprave, ki bi omogočale, da v obstoječe svetilke tipa T8 vgradimo sijalke T5. Ker pa je ta možnost v praksi redko v uporabi in se jo je navadno bolje izogniti, predvsem zaradi nekakovostnih izvedb tovrstnih sistemov, smo izračune povratnih dobi izvedli glede na zamenjavo celotnih svetilk.



Slika 39: Svetilke zastopane v objektu

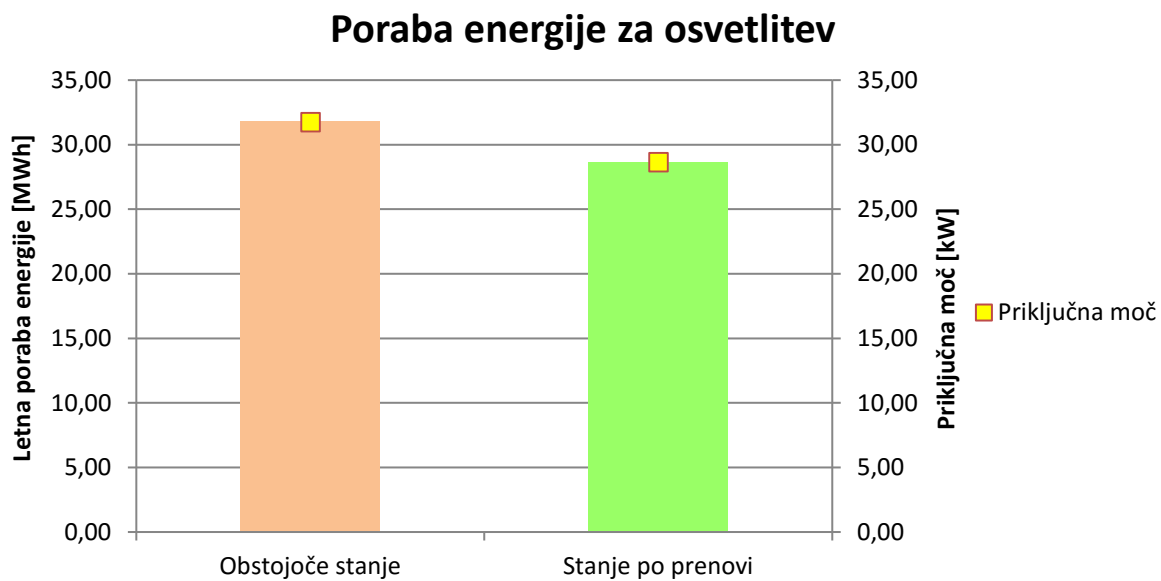
Razsvetljava osrednjega prostora – igrišča je bila prenovljena s strani podjetja Petrol nedolgo nazaj (leta 2014). Stare neučinkovite reflektorje so zamenjali z učinkovitejšimi LED reflektorji. Nekaj reflektorjev, ki se ne uporabljajo pogosto je ostalo, in se niso zamenjali.

Zamenjava fluorescentnih svetilk tipa T8, bi zaradi potrebe po nakupu celotne nove svetilke (cca 80 €/kos) bila iz energetskega vidika smiselna, vendar bi bila vračilna doba zaradi majhne letne uporabe (1000 h) zelo dolga – več kot 20 let.

Tabela 18: Popis razsvetljave, priporočene zamenjava in enostavne vračilne dobe v primeru sedanje uporabe prostorov oz. 1000 h/dan.

Tip stare svetilke	Moč [kW]	Tip nove svetilke	Moč [kW]	Cena novih [€]	Število novih svetilk	Letni prihranek [kWh]	Vračilna doba
Fluo T8 58 2 X	0,142	T5	0,114	80	111	3.100	22,6

Potrebno se je zavedati, da z zamenjavo svetilk ne prihranimo samo pri variabilnih stroških električne energije, pač pa tudi pri stroških za priključno moč. V primeru zamenjave vseh svetilk se priključna moč zmanjša za 3 kW. Skupne prihranke v primeru zamenjave razsvetljave z energetsko učinkovitejšo in predpostavljeno uporabo (1000 h/leto) smo prikazali na sliki spodaj.



Slika 40: Poraba električne energije in priključna moč pred in po zamenjavi svetilk.

OSTALE NAPRAVE V STAVBI



Slika 41: Hladilnica in pripadajoča hladilna naprava.

3.8. Poročilo o opravljeni termografiji

3.8.1. Uvod

Infrardeča termografija je brezkontaktna metoda merjenja temperature. Termografske kamere zaznajo sevanje v infrardečem (IR) spektru in ga pretvorijo v sliko na zaslonu. Infrardeče sevanje oddajajo vsa telesa, katerih temperatura je višja od absolutne ničle. Količina oddanega IR sevanja narašča s temperaturo, zato nam termografija omogoča, da razlikujemo med objekti različnih temperatur, ne glede na to ali je vidna svetloba prisotna ali ne. Pri izvedbi termografije od zunaj, so svetlejša obarvana mesta na objektu, mesta z višjo temperaturo, kar je posledica toplotnih mostov. Pri izvedbi termografije od znotraj nam ta področja prikazujejo temnejši deli na sliki. Na teh delih ovoja stavbe lahko pride do kondenzacije vodne pare in sčasoma nastanka plesni. Na plesen so občutljivi predvsem starejši in otroci in ljudje z občutljivimi dihalni. Iz spodnje tabele lahko razberemo, da če je temperatura zraka v prostoru 22 °C in relativna vlažnost 60 %, lahko pride do kondenzacije vodne pare na površinah, ki so hladnejše od 13,9 °C.

Tabela 19: Točka rosišča (kondenzacija vodne pare) v odvisnosti od temperature in relativne vlažnosti zraka.

Temperatura zraka [°C]	Relativna vlažnost zraka [%]									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
18	-14,1	-5,2	0,2	4,2	7,4	10,1	12,4	14,5	16,3	18,0
19	-13,2	-4,5	1	5,1	8,3	11	13,4	15,4	17,3	19,0
20	-12,5	-3,6	1,9	6	9,3	12	14,3	16,4	18,3	20,0
21	-11,7	-2,8	2,7	6,8	10,2	12,9	15,3	17,4	19,3	21,0
22	-11	-2	3,6	7,7	11,1	13,9	16,3	18,3	20,3	22,0
23	-10,3	-1,2	4,5	8,6	12,1	14,7	17,2	19,3	21,2	23,0
24	-9,6	-0,3	5,4	9,5	12,9	15,7	18,2	20,3	22,2	24,0
25	-8,8	0,5	6,3	10,4	13,8	16,7	19,2	21,3	23,2	25,0
26	-8	1,3	7,1	11,3	14,8	17,7	20,2	22,3	24,2	26,0

Pri obnovi stavbe je zato potrebno nameniti pozornost kvalitetni izvedbi fasade (izolacija podzidka, špalet, stikov med posameznimi deli stavbe) in kvalitetni vgradnji stavbnega pohištva (ustrezno tesnjenje in odprava toplotnih mostov). Potrebno se je zavedati, da je večina toplotnih mostov pri sanacijah in novogradnjah posledica površne izvedbe ukrepov in ne nekvalitetnih materialov.

3.8.2. Podatki o izvedbi meritve

Termografsko analizo objekta smo izvedli dne, 9.3.2016, med 6:30 in 10:30 uro. Temperatura zunanega zraka na višini 1 meter je bila 2 °C ob koncu pa 3 °C, izmerjena relativna vlažnost pa 69 %. Izmerjena notranja temperatura v stavbi je bila med 18,6 (hodnik) in 26,7 °C (najtoplejša učilnica), relativna vlažnost pa med 30 - 35 %. Sevalna temperatura neba je bila okoli -5°C, -2°C pa je bila površinska temperatura okoliških stavb.

MERILNA OPREMA

Pri izvedbi meritev smo uporabili termokamero, merilnik temperature in vlage ter digitalni fotoaparati. Pri izvedbi meritev smo uporabili merilnik temperature in vlage Testo 625 in termokamero:

Tabela 20: Podatki o termokameri.

Model	Termokamera Trotec IC 120 LV
Serijska številka	30330152
Delovno območje	-20 do +1500 °C
Točnost	±2 °C ali ±2 % izmerjene vrednosti
Ločljivost	0,1 °C

3.8.3. Poročilo izvedbi meritev - OŠ

Na naslednjih straneh so prikazane slike temperaturnih polj, fotografski posnetki in grafi temperatur na izbranih krivuljah.

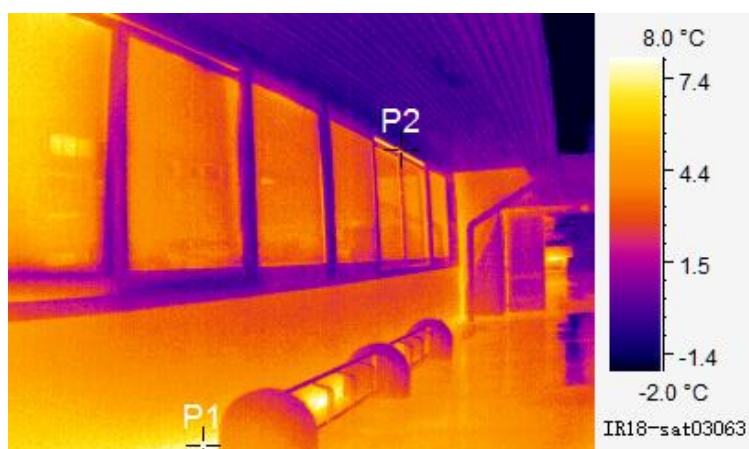
ZUNANJI POSNETKI

Pri termografskem pregledu zunanosti objekta smo odkrili pogoste težave, ki se pojavljajo tudi pri ostalih podobnih objektih. To so toplotni mostovi, ki se pojavljajo ob stiku zunanjih sten in tal (neizoliran podzidek) in slabo tesnjenje oken in vrat. Ti problemi so prisotni po celotnem ovoju stavbe.



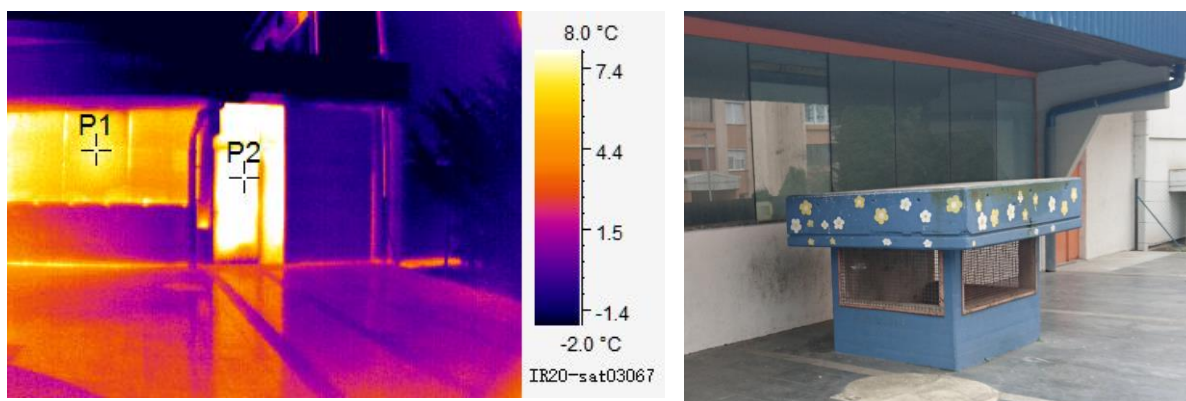
Slika 42: Termografski posnetek SZ in JV fasade.

Na spodnji sliki so s točkami od 1 in 2 označeni prej opisani problemi. Točke P1 označuje neizoliran podzidek, točka P2 pa netesnosti med okenskim okvirjem in vodilom.



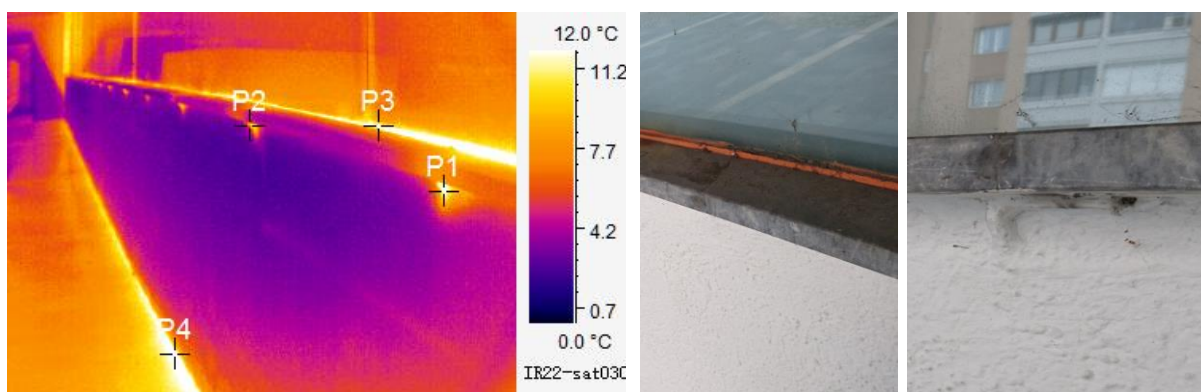
Slika 43: Termografski posnetek JV fasade objekta.

Na spodnji sliki so prikazane visoke površinske temperature jeklenih vrat in fiksne zasteklitve pri vhodu na SZ strani.



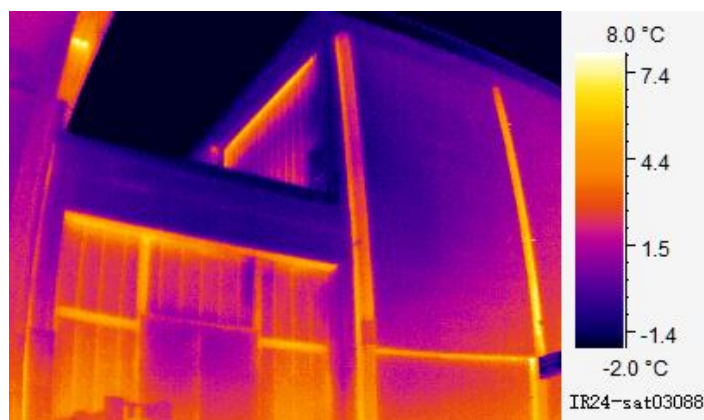
Slika 44: Visoke površinske temperature fasade in jeklenih vrat.

Detajlni posnetek je prikazan na spodnji sliki (zaradi visokih površinskih temperatur je spremenjena temperaturna skala). Viden je linijski toplotni most (P3) zaradi tankega jeklenega okenskega okvirja in točkovni toplotni most (P1 in P2) zaradi jeklenih zatičev pod polico. V točki P4 so vidne povišane površinske temperature zaradi neizoliranega podzidka.



Slika 45: Linijski toplotni most (distančnik in jekleni okenski okvir) in točkovni toplotni most zaradi jeklenih zatičev pod polico.

N spodnji sliki so vidni konstrukcijski toplotni mostovi zaradi neizoliranih betonskih nosilcev.



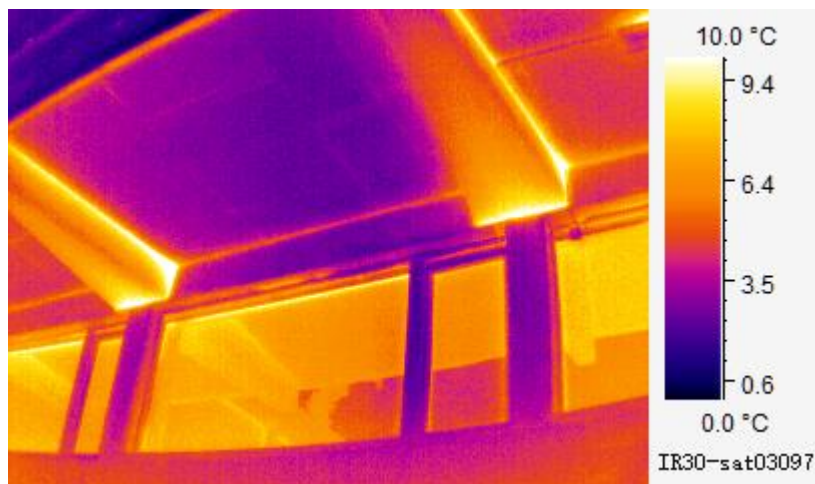
Slika 46: Konstrukcijski toplotni mostovi.

Na spodnji sliki so vidne toplotne izgube zaradi velikih površin »kopelit« stekel, ki niso v skladu z zahtevami PURES-a (točka P4). Točka P2 pa označuje linijski toplotni most zaradi neustrezno izvedenih špalet. V točki P1 in P3 so vidne ventilacijske toplotne izgube. Predprostor (točka P1 in P3) se sicer ne ogreva a so temperature dokaj visoke, zato je smiselno prostor ustrezno zatesniti.



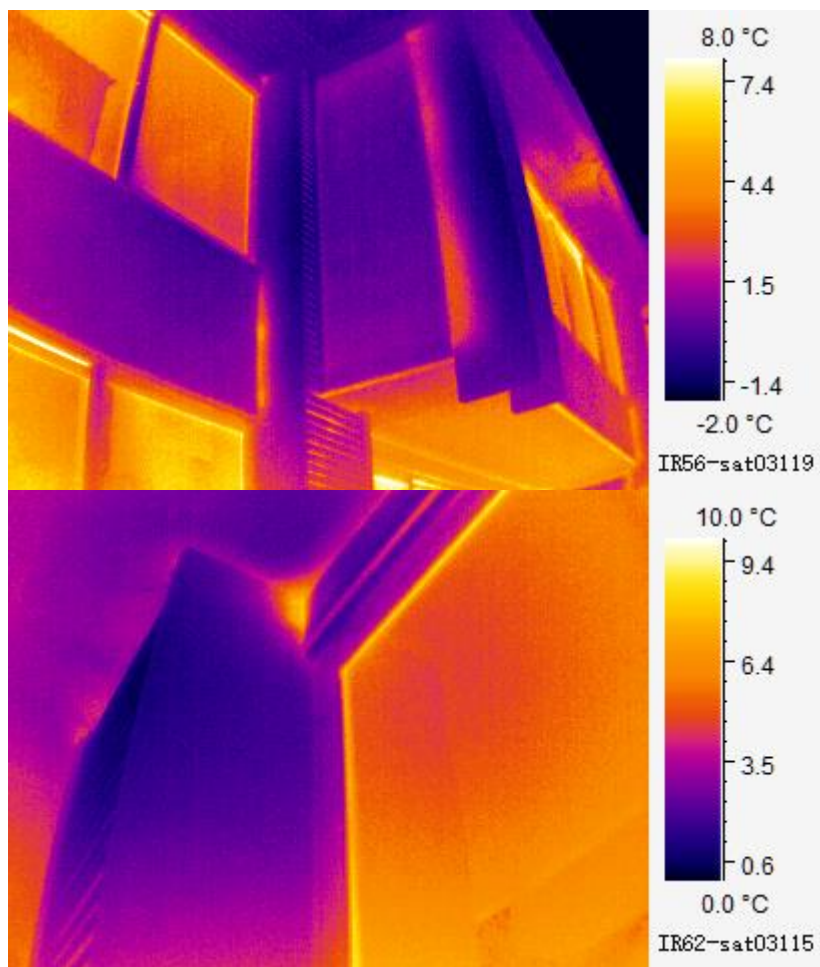
Slika 47: Termografski posnetek fasade na JV strani.

Na spodnji sliki so vidni konstrukcijski toplotni mostovi zaradi betonskih nosilcev (zaradi višjih površinskih temperatur je temperaturna skala prilagojena).



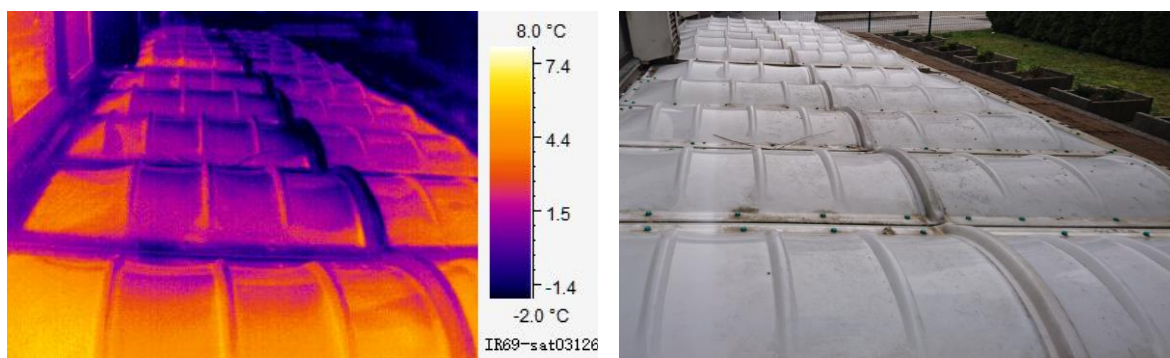
Slika 48: Detajl JV fasade.

Na spodnji sliki so prikazane prezračevalne odprtine, ki jih bo v praksi zelo težko izolirati tako, da ne bodo povzročali toplotnih mostov (težavni so predvsem stiki z izolacijo, kot je vidno na spodnji sliki). Priporočamo pogovor z arhitektom in odstranitev omenjenih elementov, v kolikor je to mogoče saj nimajo nikakršne dodane vrednosti. Naravno prezračevanje se namreč lahko zagotovi z odpiranjem oken, priporočamo pa izvedbo mehanskega prezračevanja z vračanjem toplote.

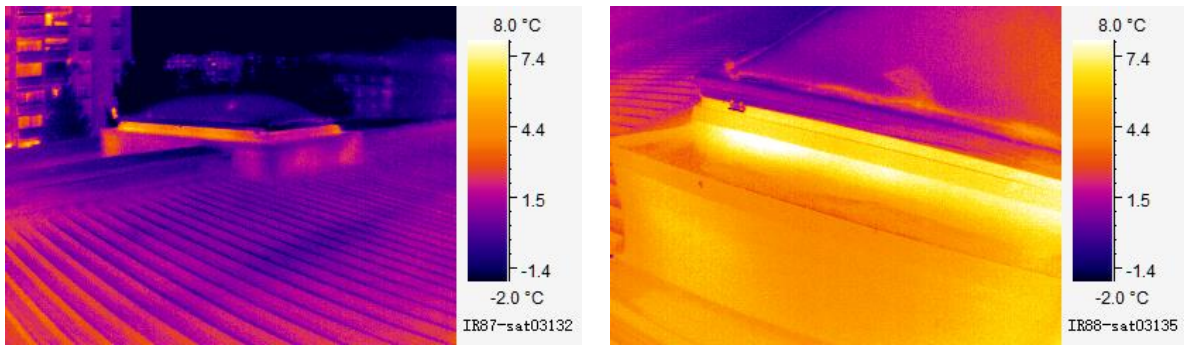


Slika 49: Termografski posnetek prezračevalnih odprtin.

Prikaz polimerne kritine, ki je sicer dvo-stenska a ne zadošča zahtevam PURES-a. Potrebno se je zavedati, da imajo stavbno pohištvo kot so okna, steklene fasade in različni polimerni elementi funkcijo osvetljevanja prostorov, saj so energijsko gledano v večini primerov slabši kot sama fasada oz. kritina objekta. Polimerni elementi na spodnji sliki imajo tako visoko toplotno prehodnost (velike energijske izgube) kot tudi nizek faktor g (prepustnost za vidno svetlobo in solarne dobitke).

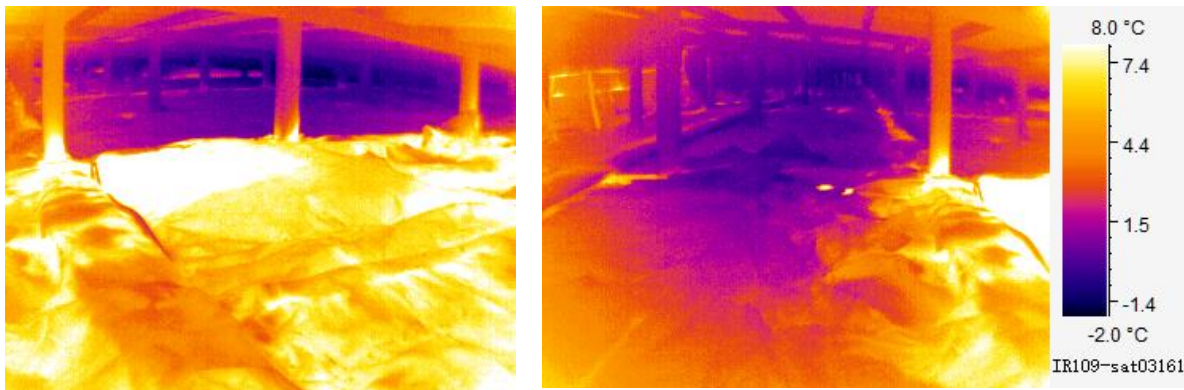


Slika 50: Polimerna kritina – neustrezna toplotna zaščita in prepustnost svetlobe.



Slika 51: Polimerni elementi na strehi objekta.

Na spodnji sliki je prikazano izolirano podstrešje, ki je pokrito s kameno volno. Parna zapora pod izolacijo ni nameščena, izvedena pa je sekundarna kritina, ki pokriva izolacijo. Iz spodnjih slik je razvidno, da se na nekaterih delih pojavljajo višje površinske temperature. Tu bi bilo potrebno preveriti stanje izolacije in izvesti ustrezne ukrepe.

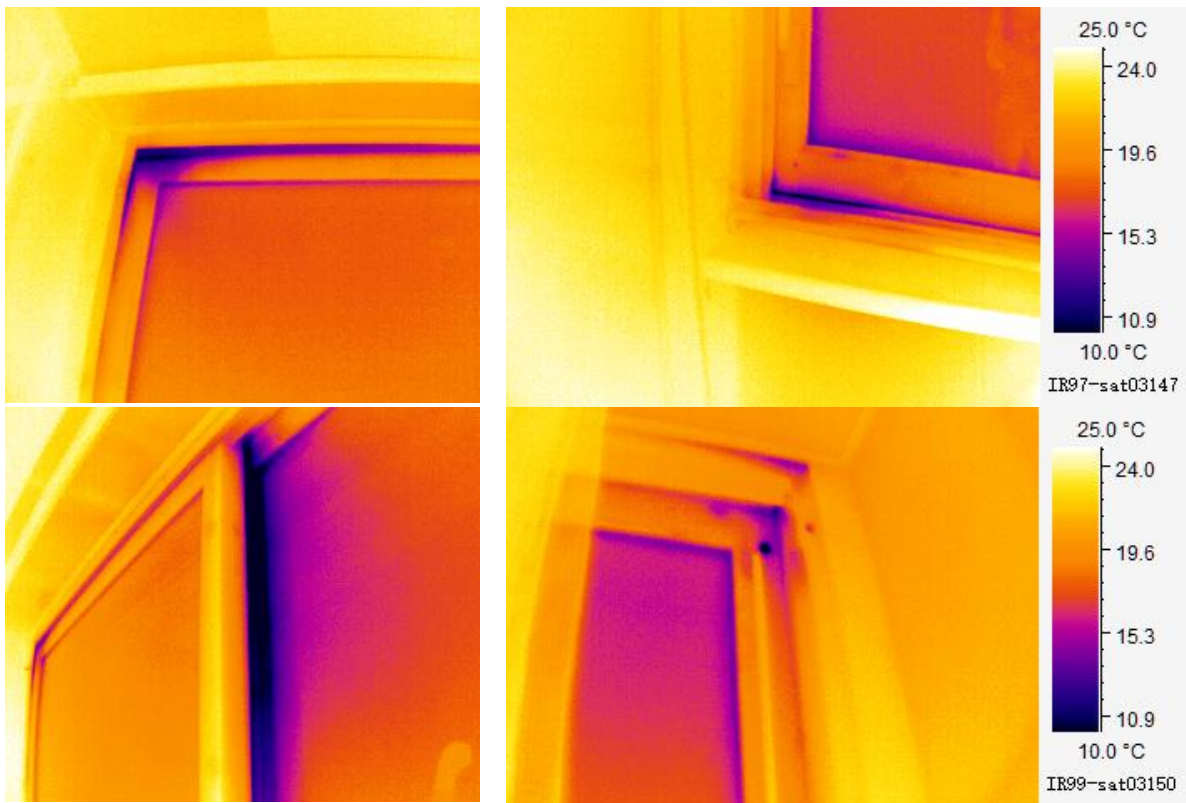


Slika 52: Izolirano podstrešje.

NOTRANJJI POSNETKI

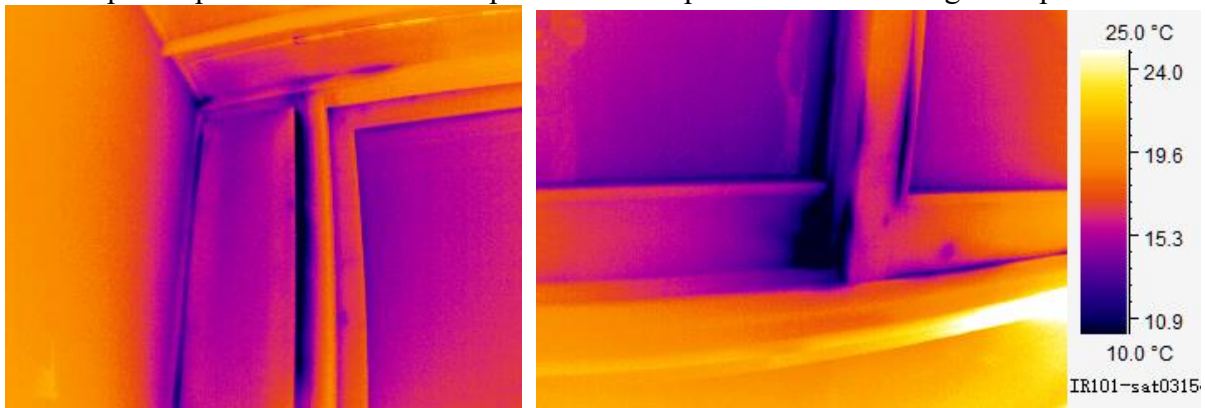
Termografsko analizo je v večini primerov potrebno izvesti tudi v notranjosti objekta. Rezultati so pomembni predvsem zato, ker nam povedo ali se nam problematičnih mestih lahko pojavi kondenzacija vodne pare in posledično nastanek plesni. Ta negativno vpliva na notranje ugodje, sčasoma pa poškoduje tudi vrhnje sloje sten in navlaži konstrukcijo.

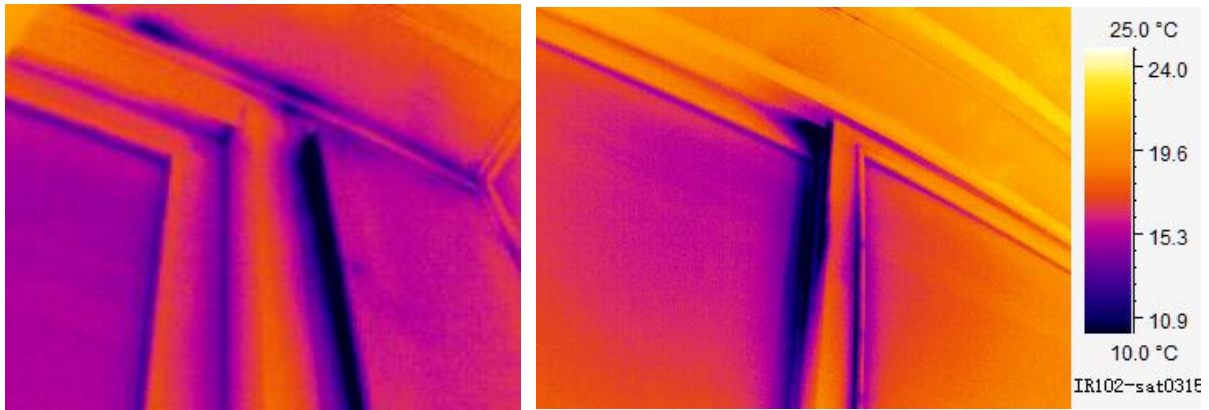
Na spodnji sliki so prikazani detajli oken. Vidno je, da tesnost ni zagotovljena predvsem v kotih. Ker gre za drsna okna se pojavljajo tudi netesnosti na stiku med obema okenskima okvirjema.



Slika 53: Energetsko neustrezna okna v pisarnah.

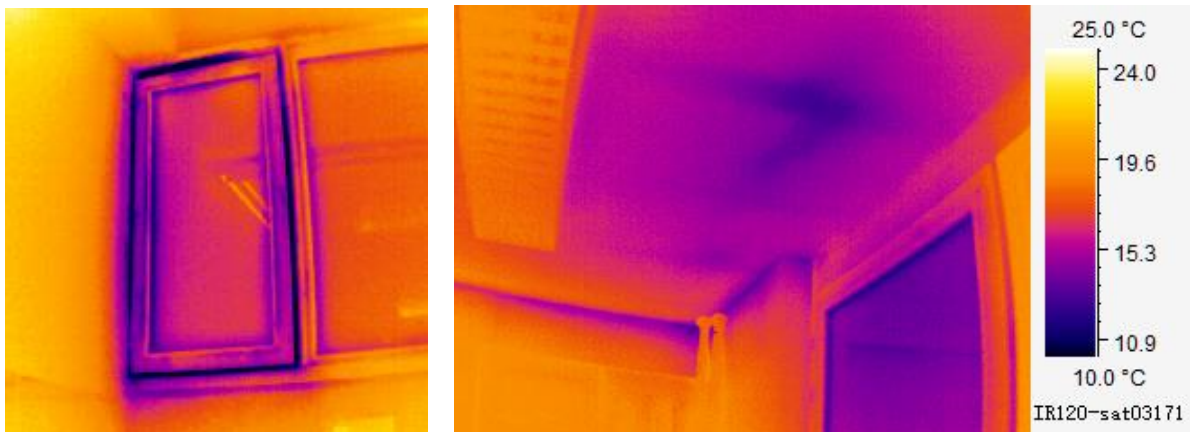
Na spodnji sliki je prikazano še stavbno pohištvo v učilnicah, ki je v še slabšem stanju zaradi pogostega odpiranja in zapiranja. Na slikah desno so prikazane tudi ventilacijske izgube zaradi zračnikov, ki so sicer zaprti a netesnost ni zagotovljena. Poleg tega so na teh površinah zaradi visoke toplotne prehodnosti tudi nizke površinske temperature in visoke izgube toplote.





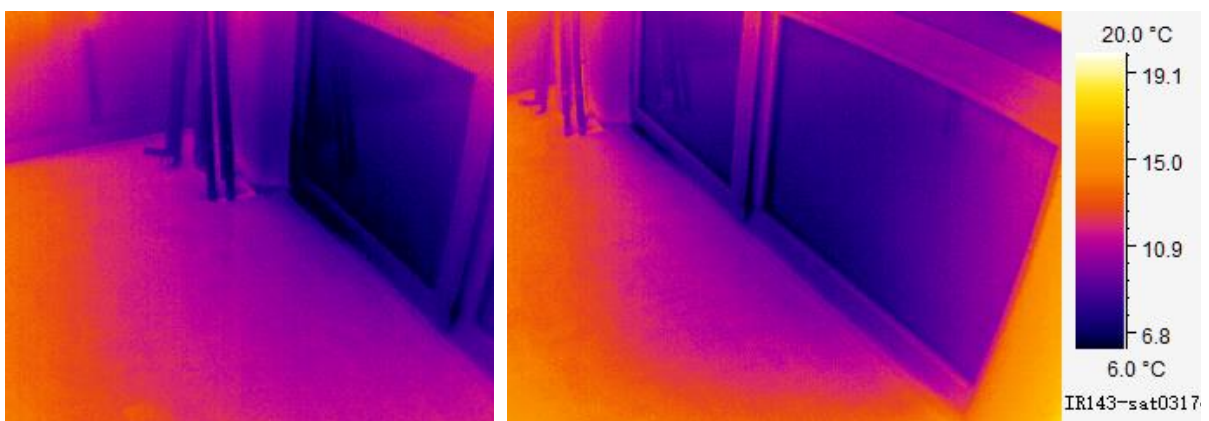
Slika 54: Netesnosti pri stavbnem pohištvi v učilnicah.

Tudi v zgornjih prostorih so okna netesna, kot je prikazano na sliki spodaj. Na nekaterih delih je tudi vidna poškodba izolacije (slika desno spodaj).



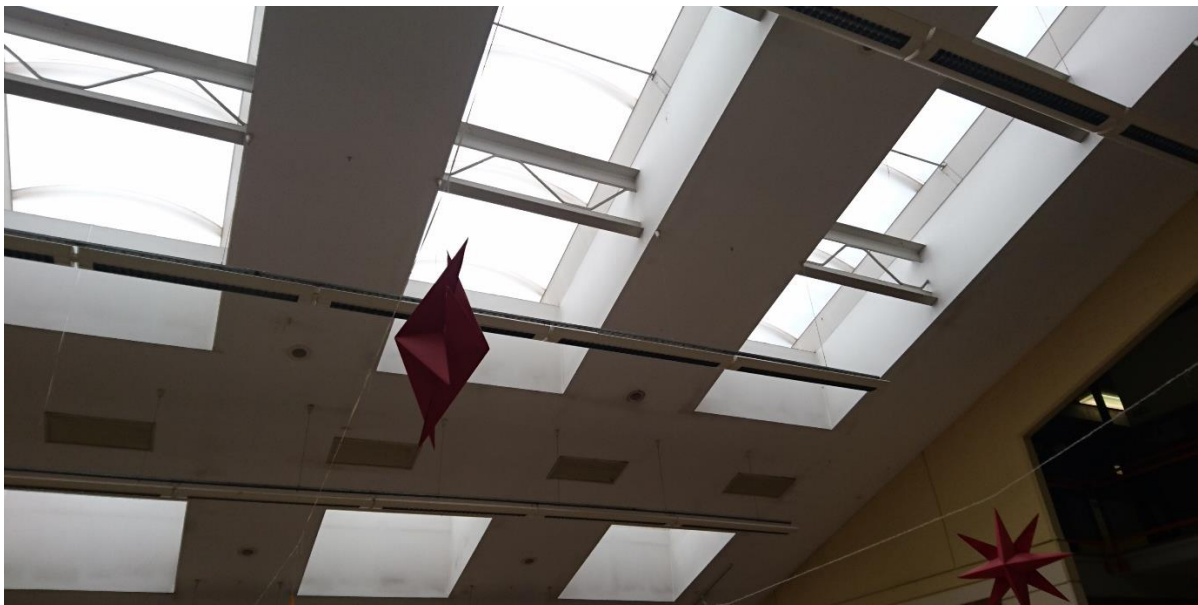
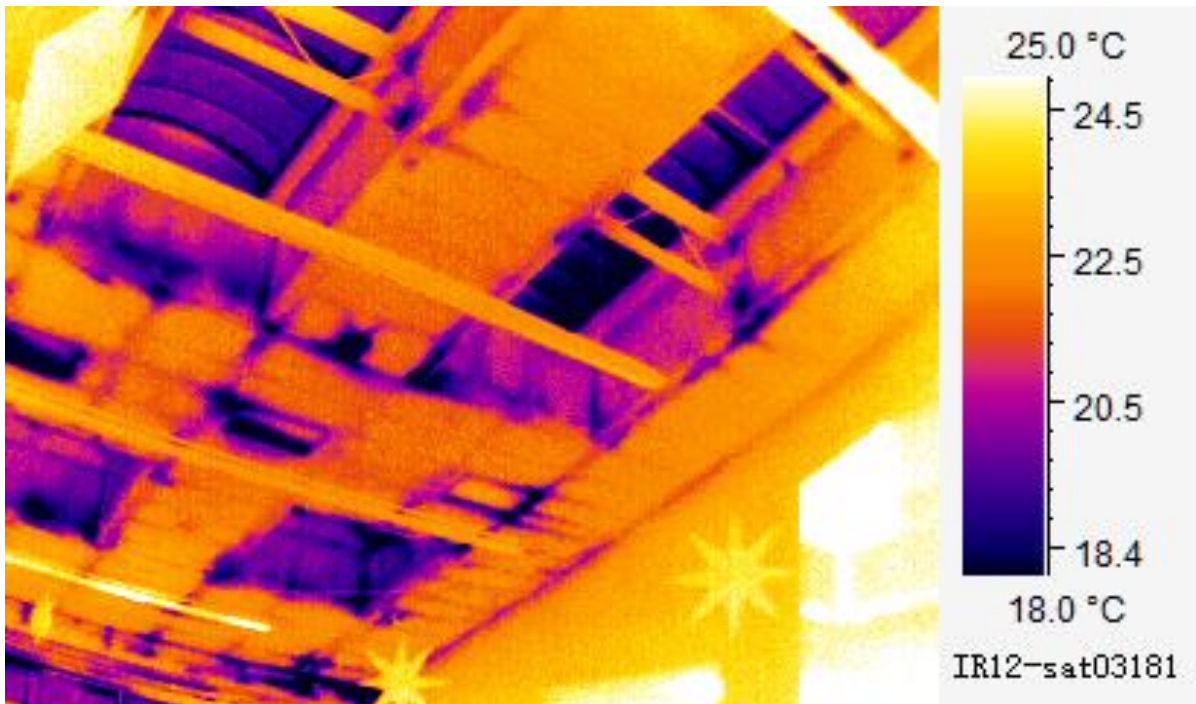
Slika 55: Netesnost stavbnega pohištva in slabše izolirani deli podstrešja.

Na spodnji sliki je prikazano stavbno pohištvo v zgornjih nadstropjih, kjer so ventilacijske izgube velike (glej temperaturno skalo).



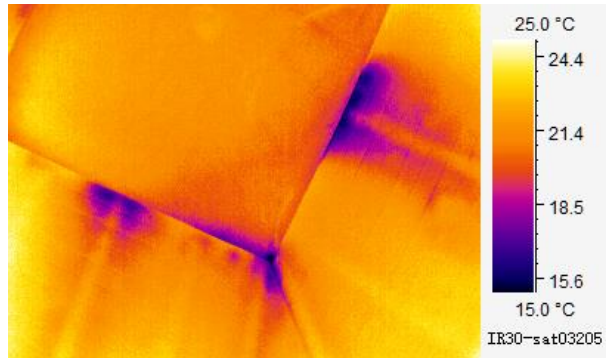
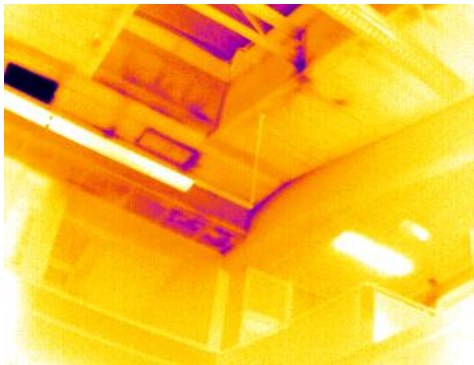
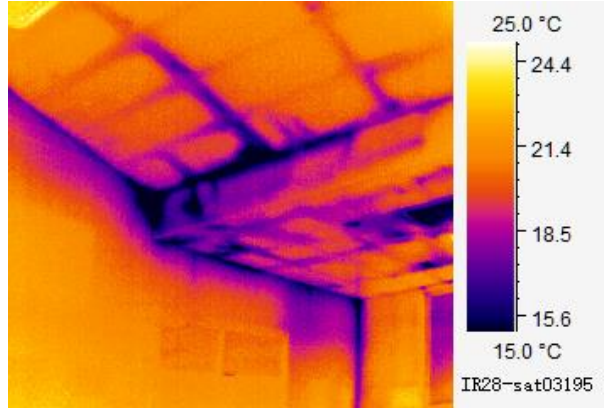
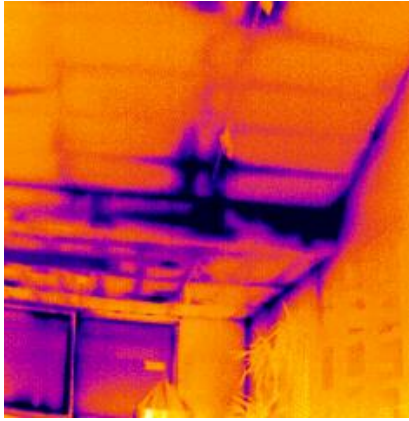
Slika 56: Prikaz izgub toplote skozi površino stene v telovadnici.

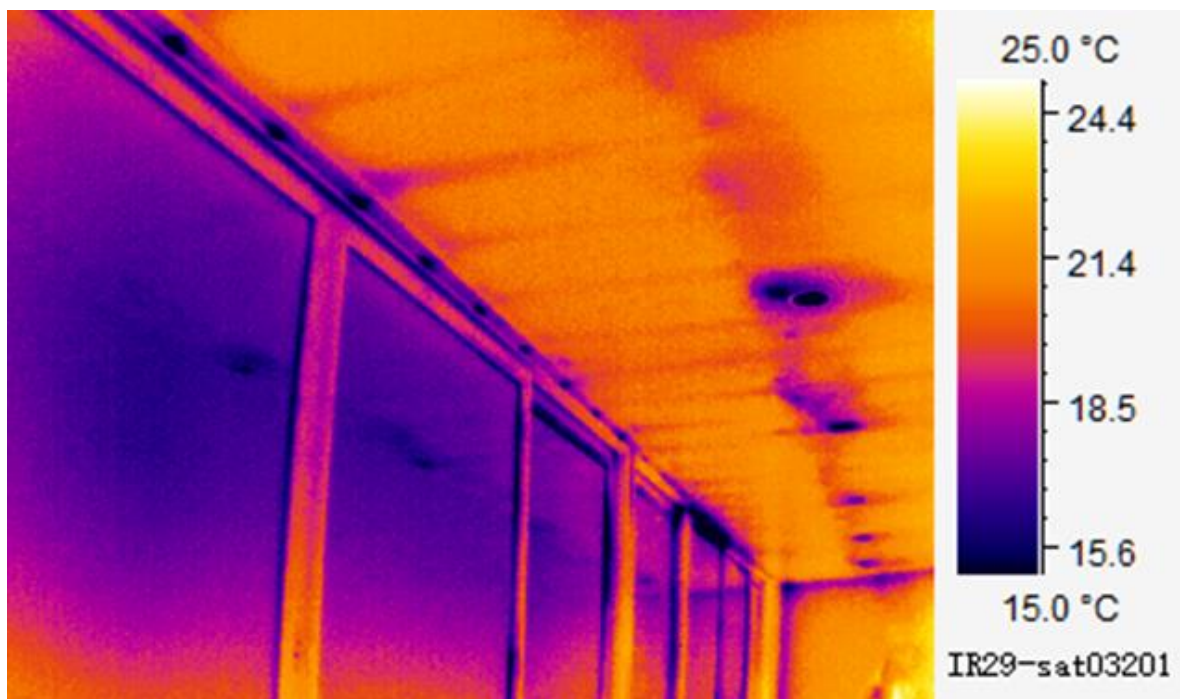
Na spodnji sliki je viden termografski posnetek stropa jedilnice, kjer je prihajalo do puščanja in omočenja velikega dela stropa. Temperaturna skala je spremenjena.



Slika 57: Termografski in digitalni posnetek v predsobi - puščanje.

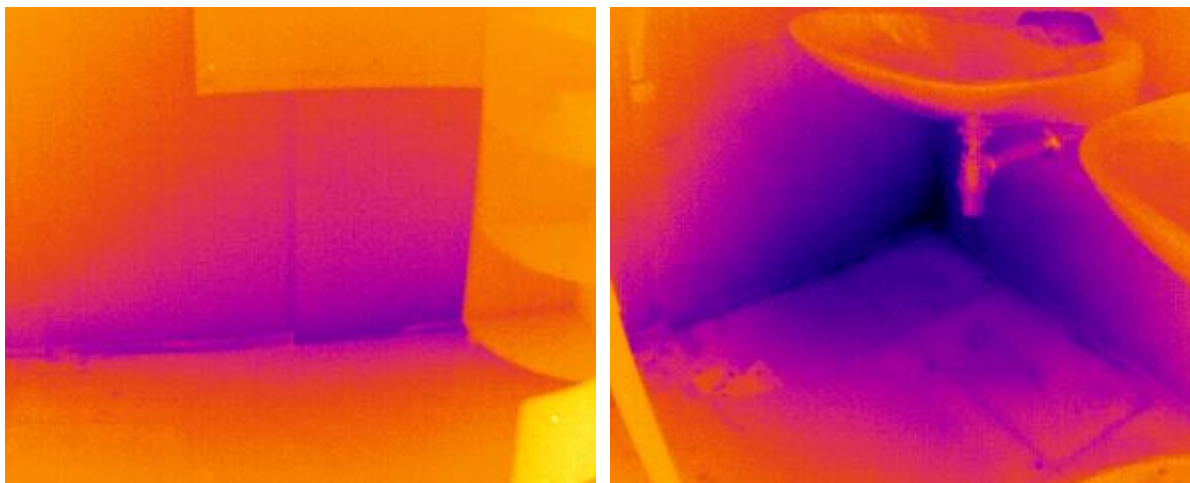
Na spodnjih slikah so vidni še različni detajli. Modri deli prikazujejo področja, kjer prihaja do puščanja ali kjer so netesnosti.





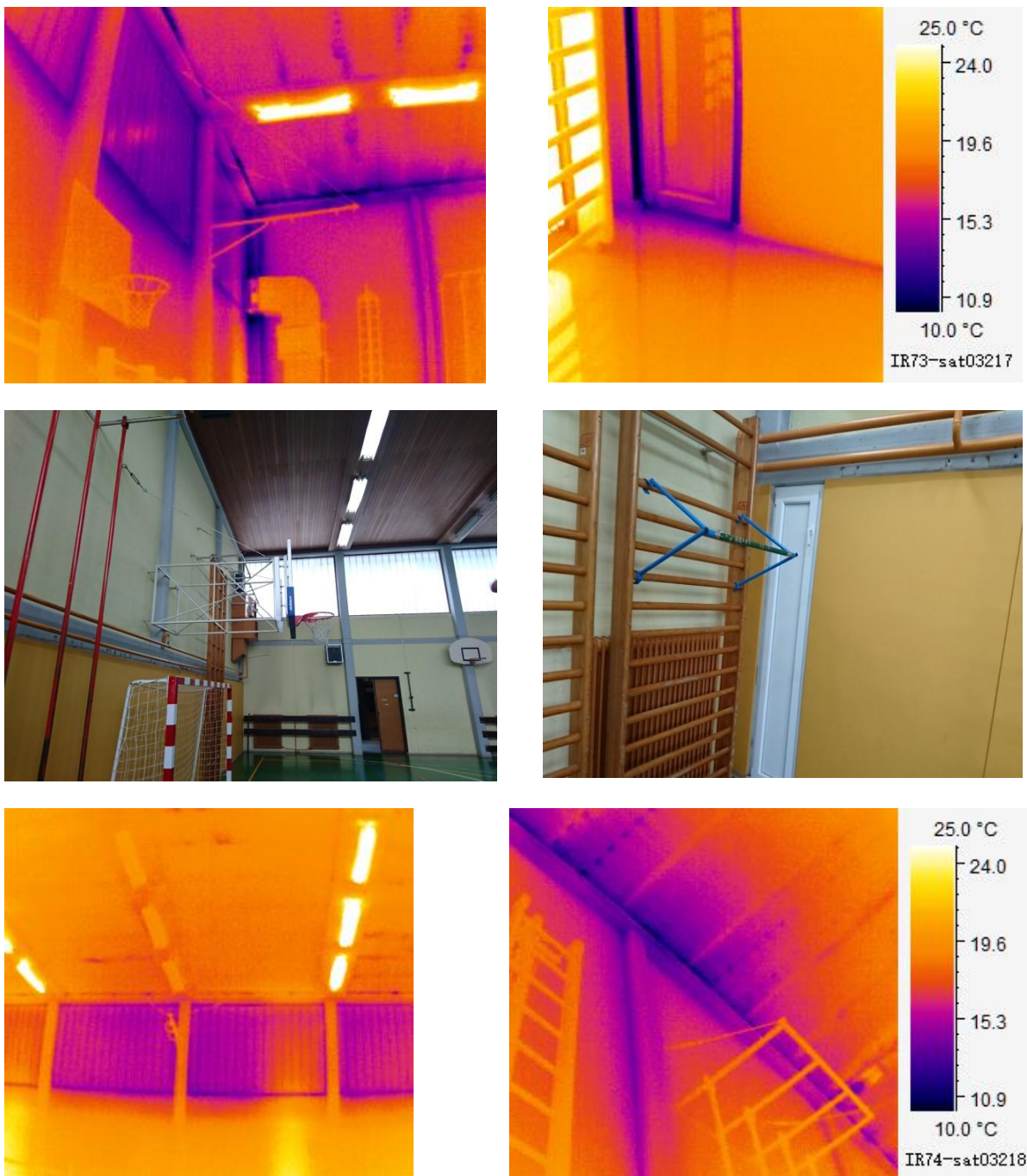
Slika 58: Ostali detajli v predsobi - vidne so nižje temperature okoli luči – nevarnost za kondenzacijo in okvaro – potrebna sanacija.

Na spodnjih slikah sta prikazana toplotna mostova med temeljno ploščo in steno (posledica geometrije in konstrukcijskih lastnosti). Težava je rešljiva z izolacijo podzidka.



Slika 59: Toplotni most zaradi neizoliranega stika med betonsko ploščo in fasado – potreba po izolaciji podzidka.

Na spodnjih slikah so prikazano detajli iz telovadnice. Večinoma gre za klasične anomalije (toplotni mostovi zaradi neizoliranega ovoja, stika med kritino in zunanjo steno, nizke površinske temperature (kopelit steklo) in netesnosti)

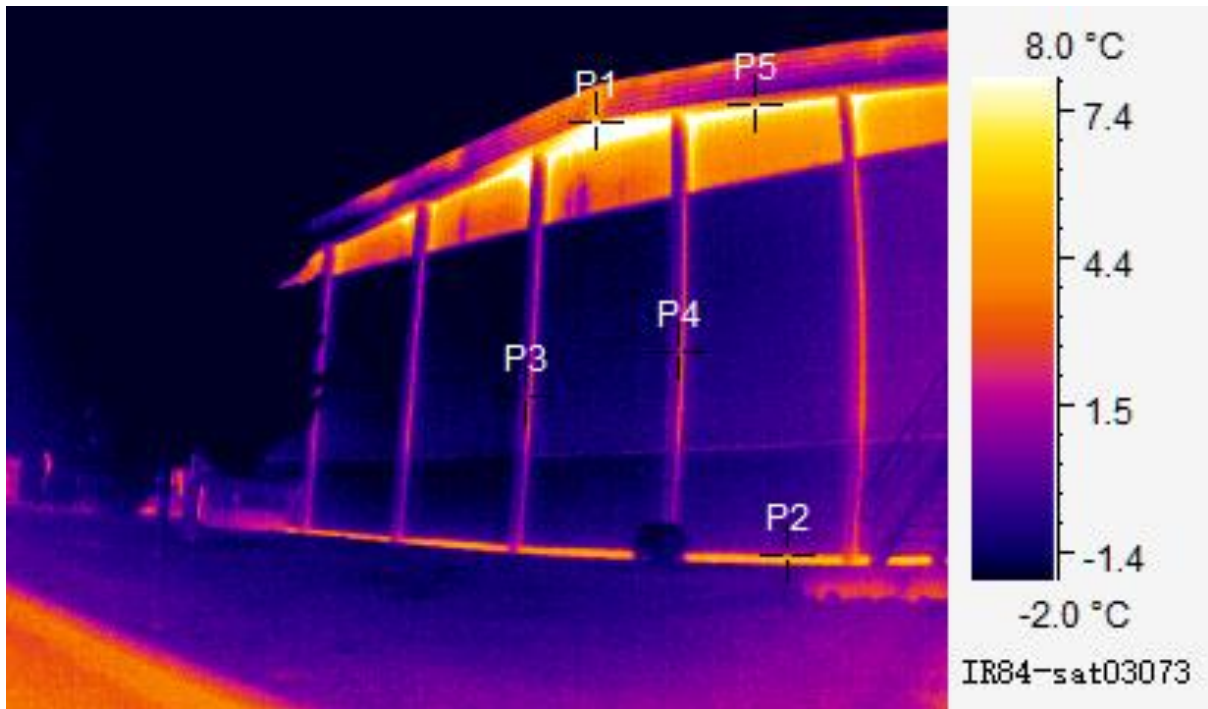


Slika 60: Detajli iz telovadnice.

3.8.4. Podatki o izvedbi meritev – dvorana

ZUNANJI POSNETKI

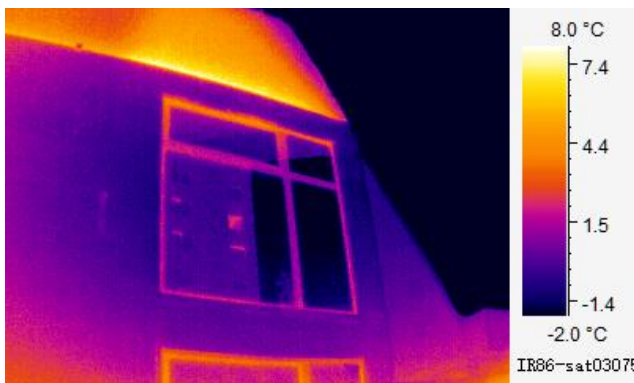
Pri termografskem pregledu zunanosti objekta smo odkrili pogoste težave, ki se pojavljajo tudi pri ostalih podobnih objektih. To so toplotni mostovi, ki se pojavljajo ob stiku zunanjih sten in tal (neizoliran podzidek točka P2), višje temperature nosilne konstrukcije (P3 in P4) in neustreznega tesnjenja in vgradnje stavbnega pohištva. Vidne so tudi višje površinske temperature na kopelit steklih (slaba toplotna prehodnost zasteklitve). Ti problemi so prisotni po celotnem ovoju stavbe.



Slika 61: Termografski posnetek SZ fasade.

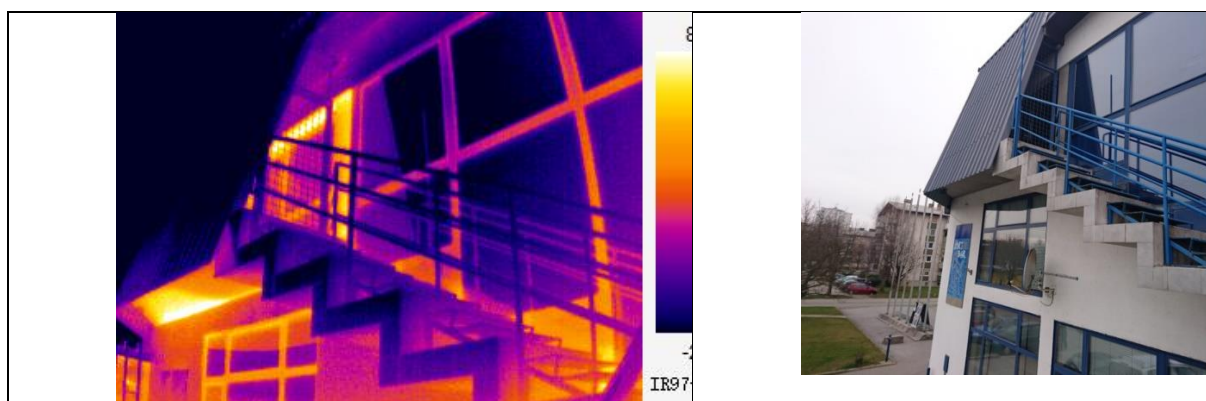
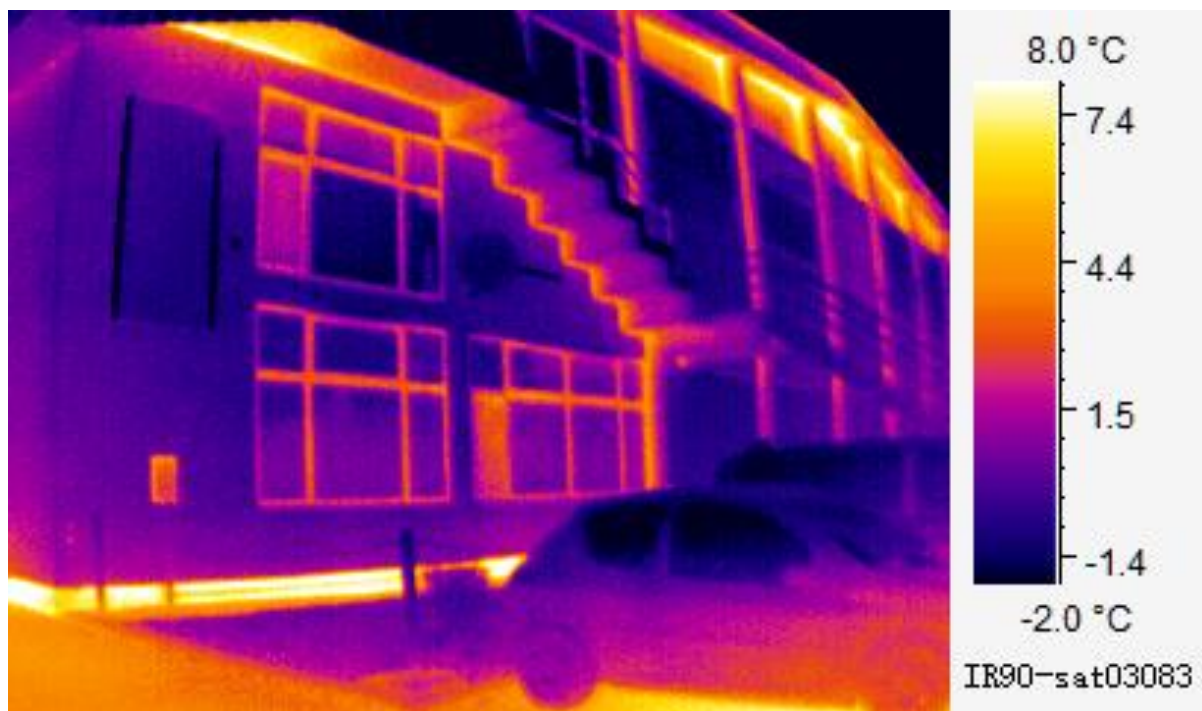
Slika 62: Termografski posnetek JV fasade objekta.

Detalji so vidni na spodnjih slikah.



Slika 63: Neizoliran podzidek in toplotni most zaradi betonske plošče.

Na spodnji sliki je prikazan toplotni most zaradi stopnišča, ki bo težko rešljiv tudi v praksi.

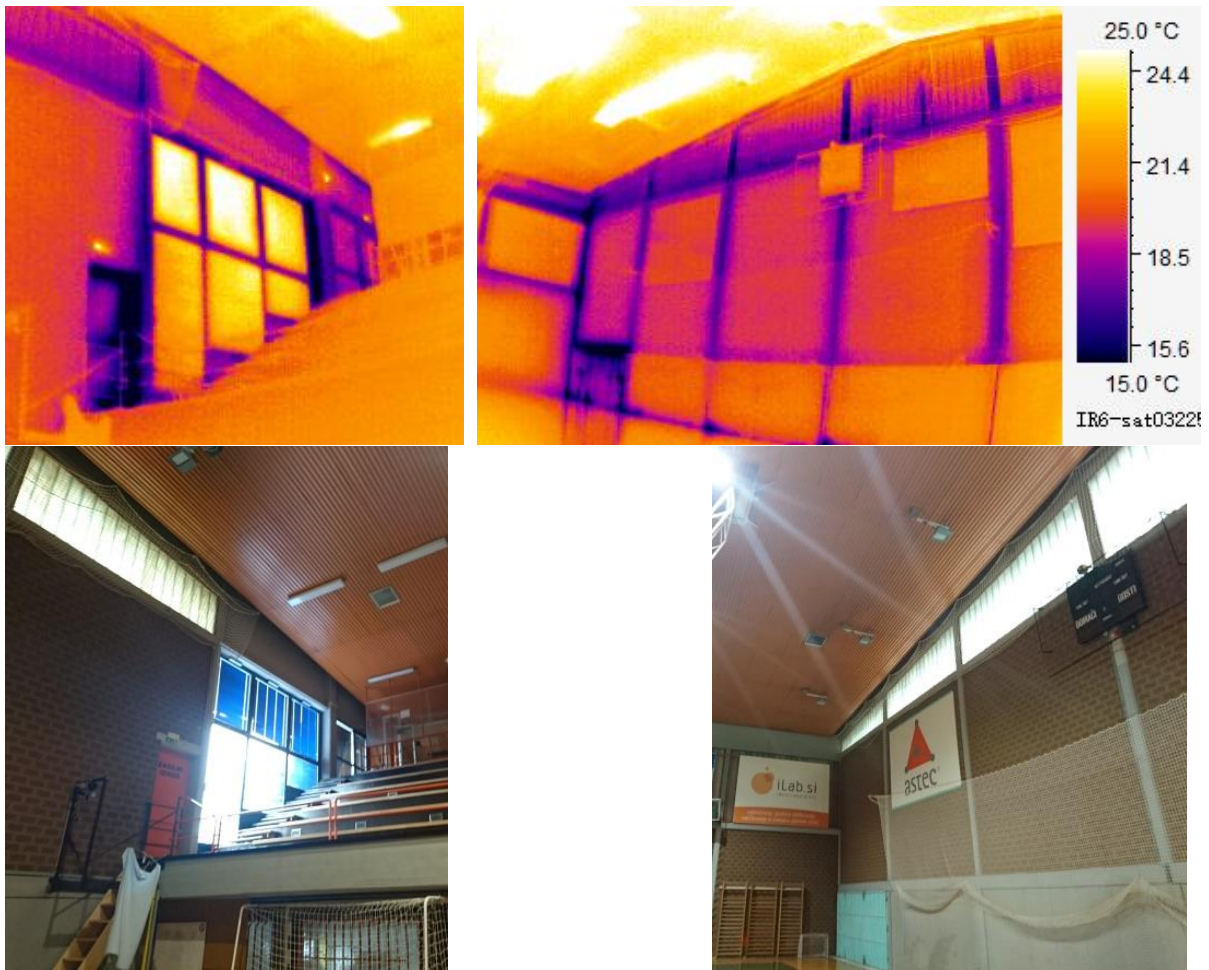


Slika 64: Poleg konstrukcijskega toplotnega mostu je vidno tudi neustrezno stavbno pohištvo.

NOTRANJI POSNETKI

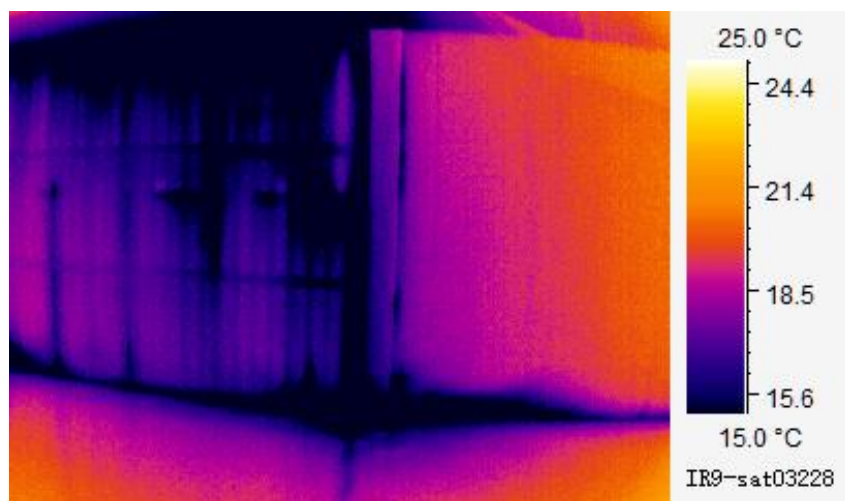
Termografsko analizo je v večini primerov potrebno izvesti tudi v notranjosti objekta. Rezultati so pomembni predvsem zato, ker nam povedo ali se nam problematičnih mestih lahko pojavi kondenzacija vodne pare in posledično nastanek plesni. Ta negativno vpliva na notranje ugodje, sčasoma pa poškoduje tudi vrhnje sloje sten in navlaži konstrukcijo.

Na spodnjih slikah so prikazani detajli. Vidne so povišane temperature na okenskih okvirjih in nizke površinske temperature na kopelit steklih. Na desni sliki je viden konstrukcijski toplotni most. Betonski elementi imajo namreč višjo toplotno prevodnost od opeka, poleg tega pa »štrlijo« iz fasade kar ima podoben učinek kot rebra na radiatorju (zaradi večje površine se toplotni tok poveča).



Slika 65: Nizke temperature na okvirih stavbnega pohištva in kopelit stekel. Na desni strani je viden kontrukcijski toplotni most (betonski nosilci).

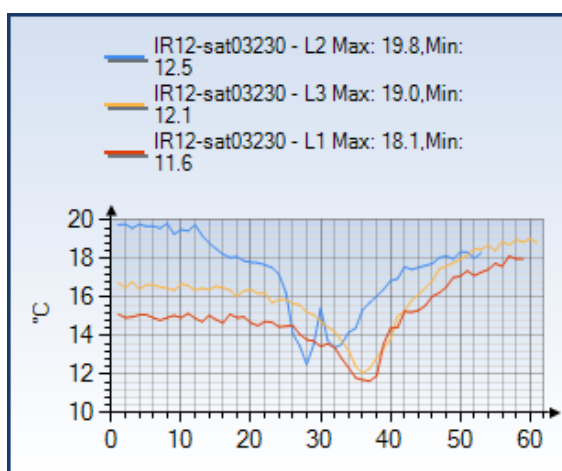
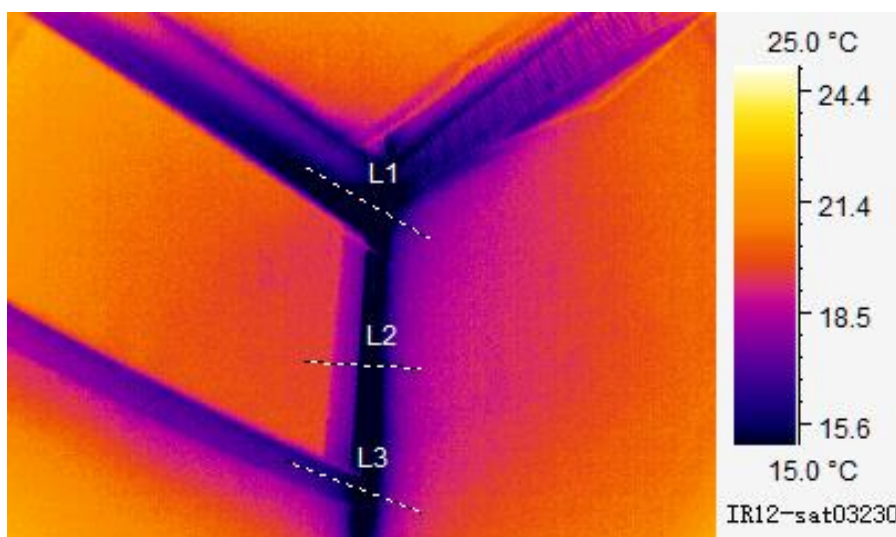
Na spodnjih slikah so prikazana vrata dvorane, ki so sicer obložena z izolacijo, a je potrebno vedeti, da stik med vrati in izolacijo ni tesen. Tam se tako giblje hladen in gostejši zrak, ki pada proti tloroz. uhaja med špranjami. To je vidno tudi iz termografskih posnetkov. Dodatna izolacija ne bi izboljšala stanja, potrebno je zagotoviti tesnost med vrati in izolacijo.





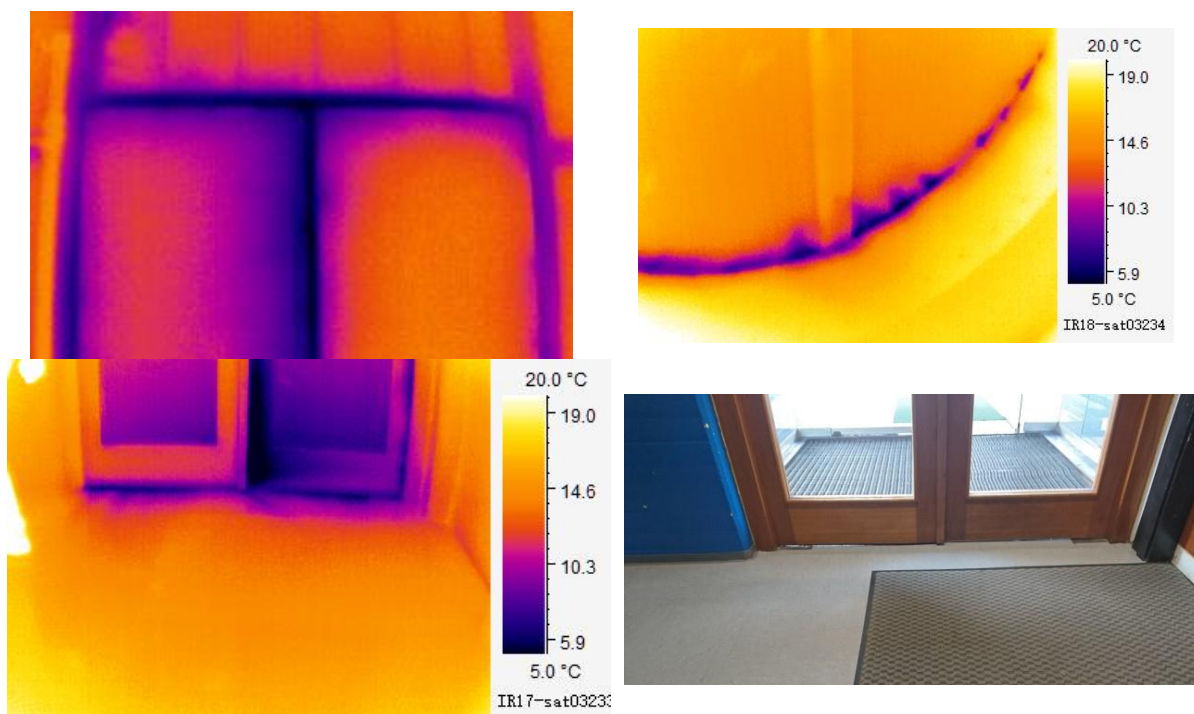
Slika 66: Izolirana vrata, ki pa ne prinesejo željenih rezultatov..

Na spodnji sliki je prikazan posnetek stika med stenami. Na grafu spodaj levo je prikazana porazdelitev temperature. Iz izmerjenih temperatur lahko sklepamo, da bi na teh delih lahko prišlo do kondenzacije vodne pare (to je zaradi velike količine zraka v dvorani malo verjetno, razen pri zelo nizkih zunanjih temperaturah in velikem številu ljudi v prostoru).



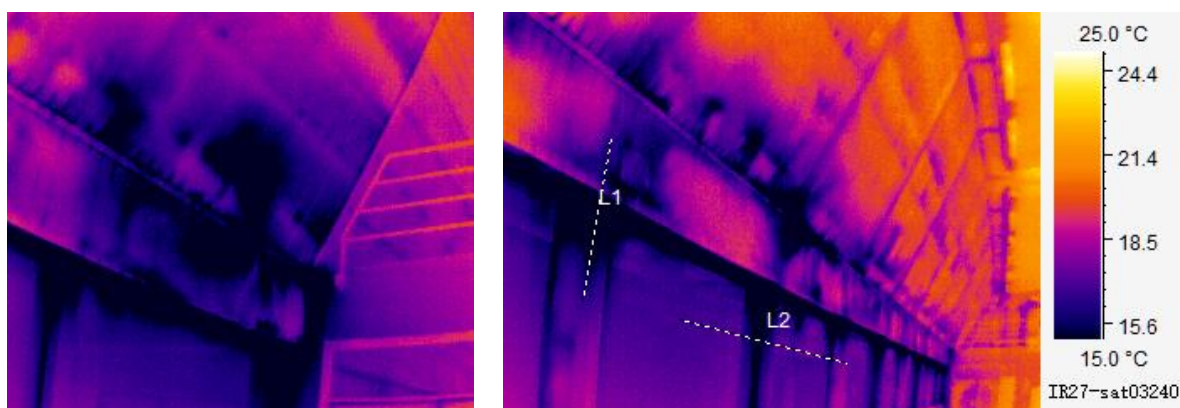
Slika 67: Toplotni mostovi in nižje površinske temperature nekaterih sten, ki so posledica geometrije in lastnosti materialov.

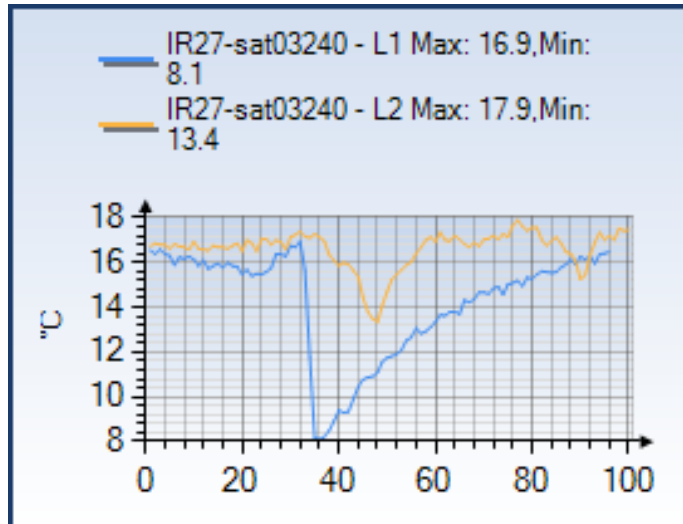
Na spodnji sliki je prikazano stavbno pohištvo, kjer so ventilacijske izgube velike (glej temperaturno skalo).



Slika 68: Neustrezna montaža stavbnega pohištva (netesnosti).

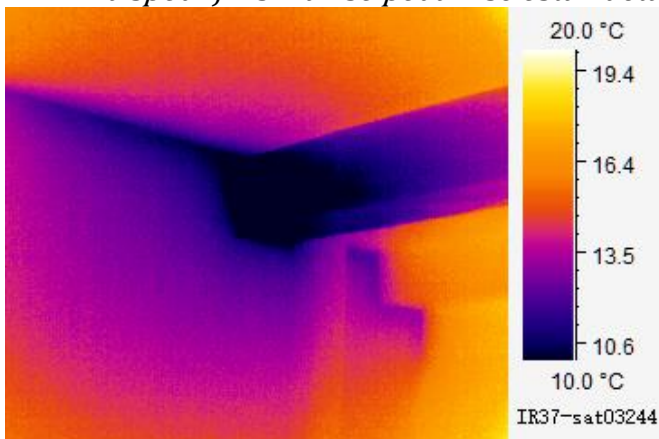
Na spodnji sliki je viden termografski posnetek strehe telovadnice, Ponekod so vidne nižje temperature na površinah kar je lahko posledica nenatančno položene izolacije ali pa vlage v izolaciji. Na spodnji sliki je prikazano stavbno pohištvo. Desno spodaj je dana porazdelitev temperature za obe krivulji (možnost za kondenzacijo vodne pare). Temperaturna skala je spremenjena.



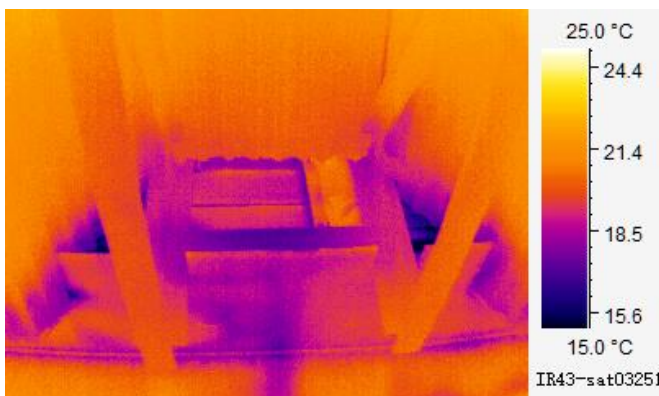


Slika 69: Detajli – zgornje nadstropje dvorane.

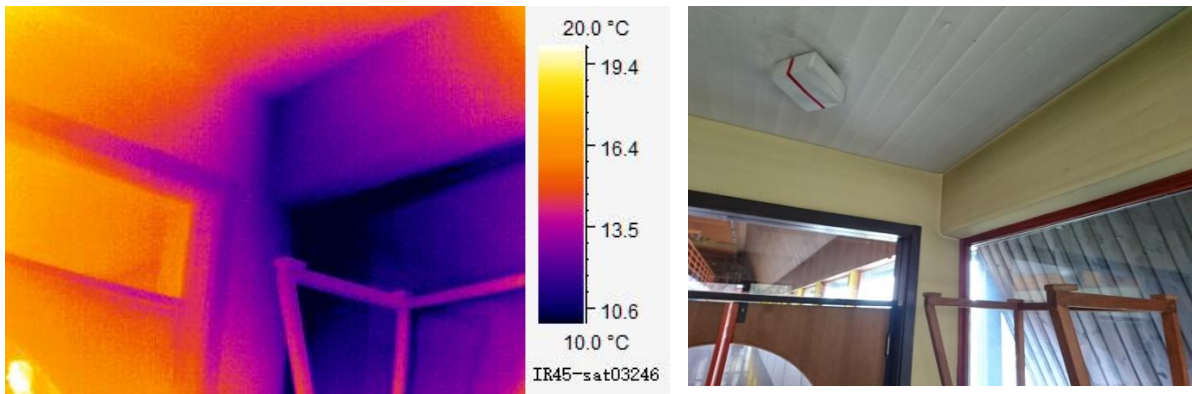
Na spodnjih slikah so podani še ostali detajli.



Slika 70: Prezračevalni kanal – možnost za kondenzacijo.



Slika 71: Podobno kot balkonske plošče, frčade in ostali gradniki stavb, ki »štrlijo« iz ovoja stavbe jih je v praksi težko in zamudno ustrezno izolirati.

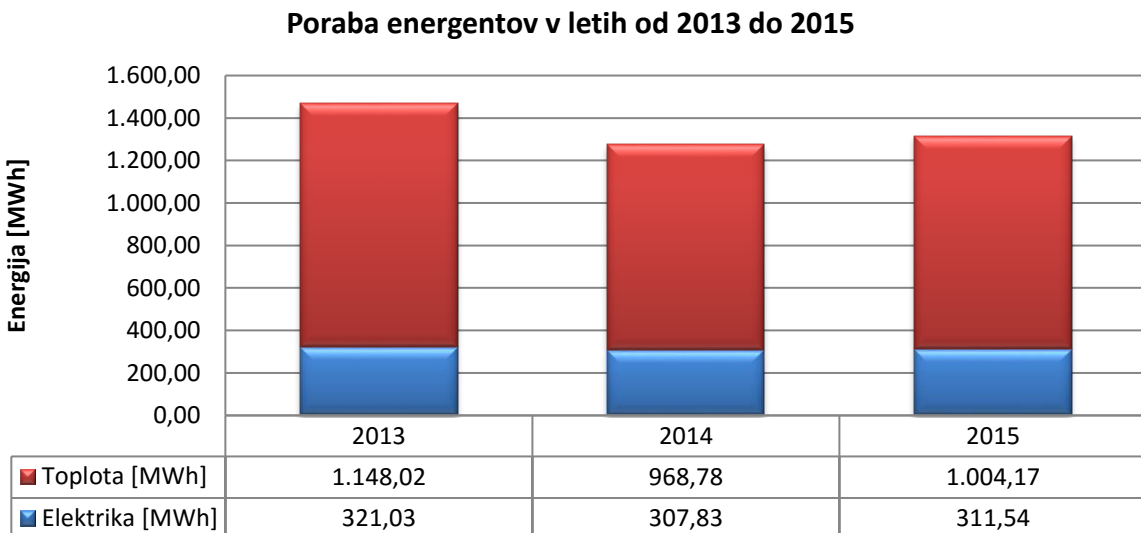


Slika 72: Zaradi nizkih temperatur (modra barva), nevarnost za nastanek plesni.

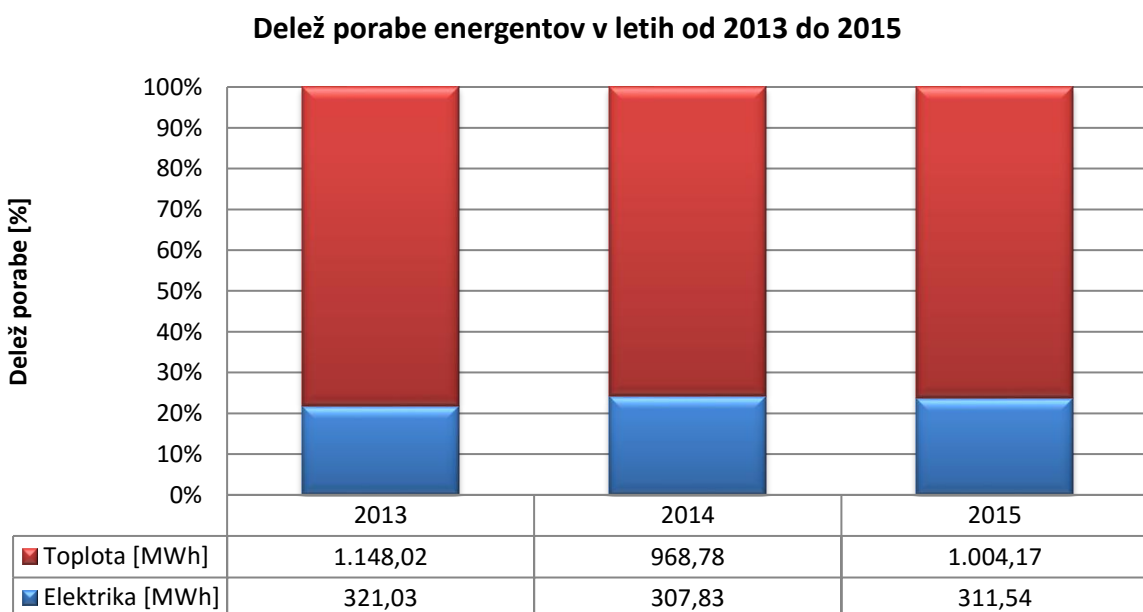
4. Pregled rabe končne energije – obe stavbi

4.1. Skupna poraba energije

Skupna poraba energije v objektu je pomembna s stališča izračuna prihrankov in ekonomske upravičenosti ukrepov. V spodnji sliki je prikazana raba električne energije in toplote v objektu za obe stavbi.



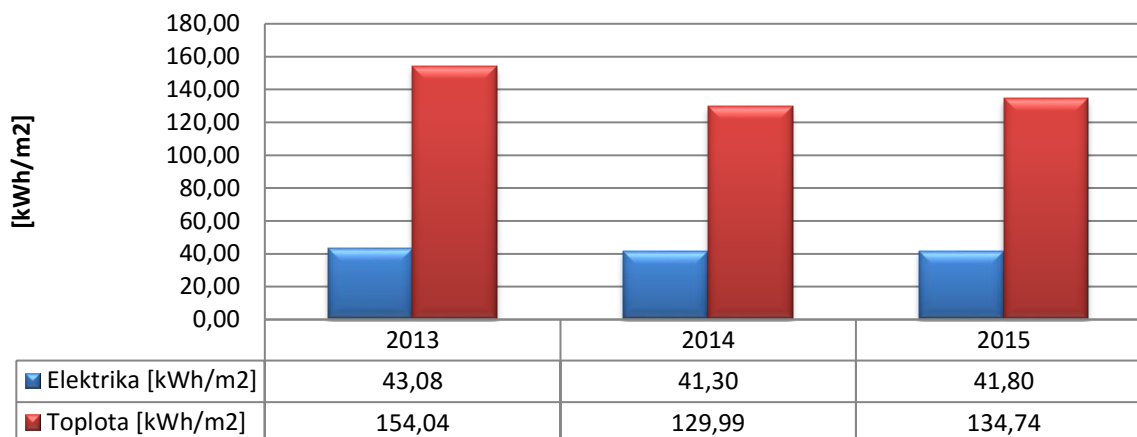
V spodnji sliki je prikazano razmerje med porabo toplote in električne energije. Raba električne energije v obeh stavbah predstavlja okoli 20 % vse porabljene energije.



Slika 73: Razmerje porabe primarnih energentov v preteklih štirih.

Spodnji diagram prikazuje energijska števila za celotno stavbo.

Specifična poraba energentov glede na površino v letih od 2013 do 2015

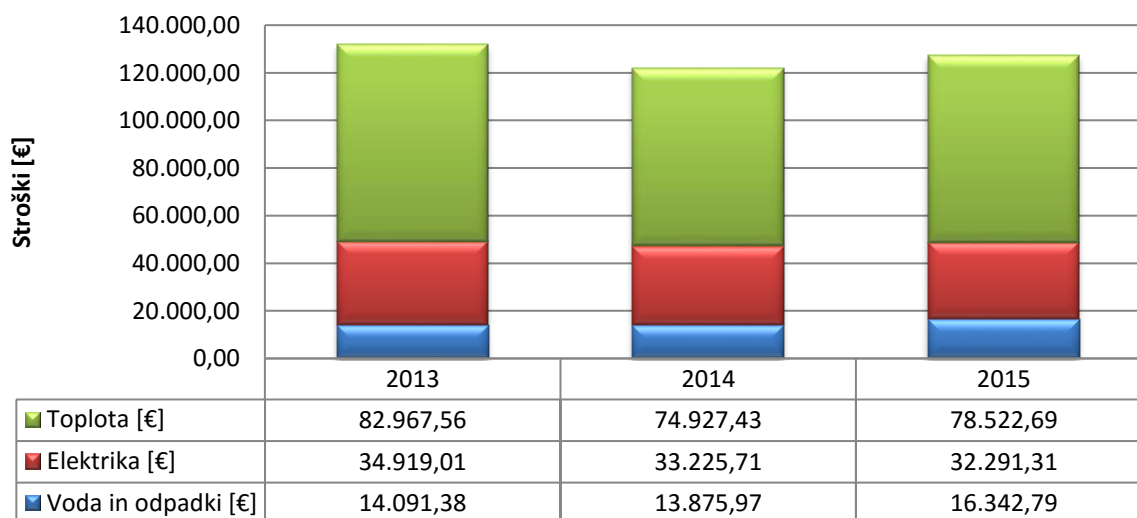


Slika 74: Prikaz energijskih števil toplote in elektrike.

4.2. Skupni stroški

V spodnjih diagramih so prikazani skupni stroški za porabljeno toploto, električno energijo in komunalne storitve (podatki dostopni za leto 2013 – 2015).

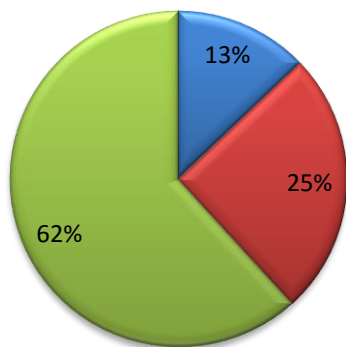
Stroški za glavne energente in vodo v letih od 2013 do 2015



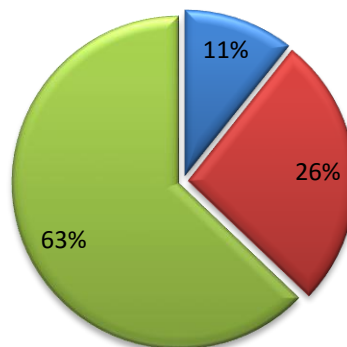
Slika 75: Stroški za primarne energente in vodo v preteklih petih letih.

V spodnjem diagramu so prikazani deleži stroškov. V primerjavi z ostalimi javnimi stavbami stroški za komunalne storitve predstavljajo občutno večji delež.

Stroški za energente in vodo v letu 2015



Stroški za energente in vodo v letu 2013



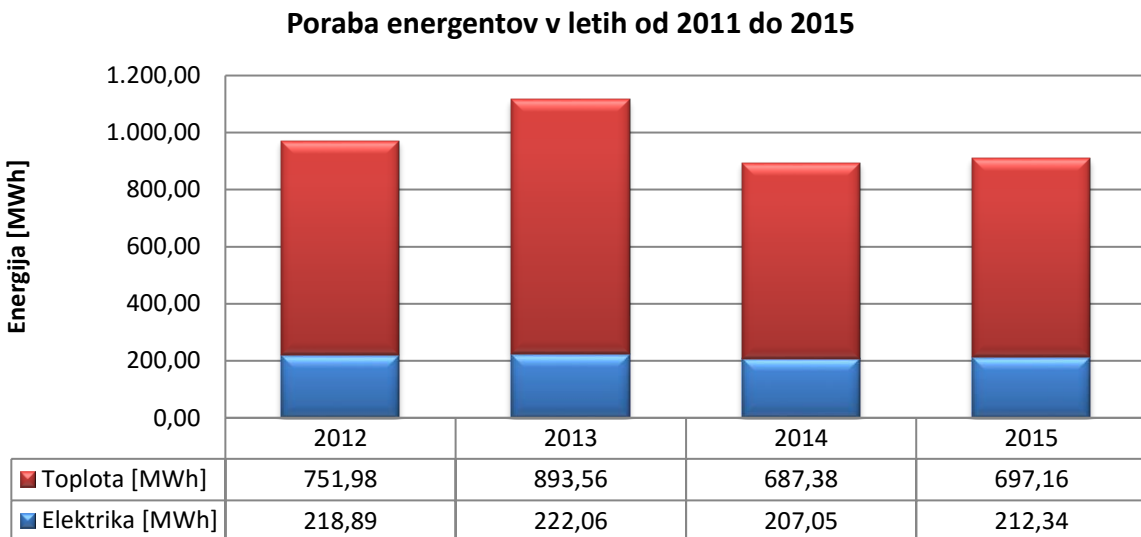
■ Voda in odpadki [€] ■ Električna [€] ■ Toplota [€]

Slika 76: Pregled deleža stroškov v letih 2012 - 2015.

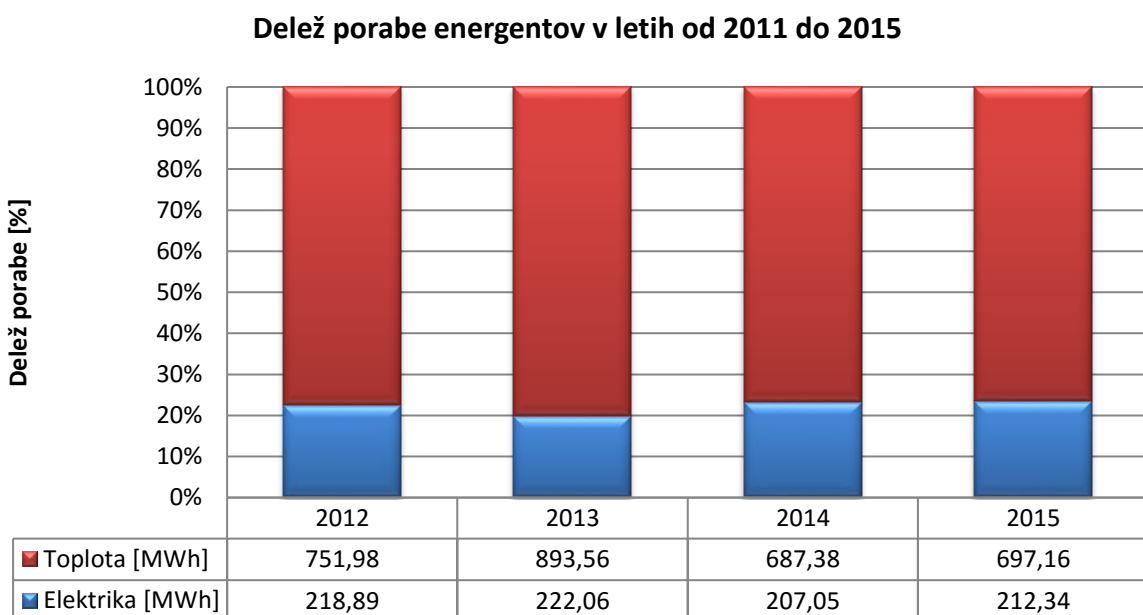
5. Pregled rabe končne energije – OŠ

5.1. Skupna poraba energije

Skupna poraba energije v objektu je pomembna s stališča izračuna prihrankov in ekonomske upravičenosti ukrepov. V spodnji sliki je prikazana raba električne energije in toplote v objektu za obe stavbi.



V spodnji sliki je prikazano razmerje med porabo toplote in električne energije. Raba električne energije v obeh stavbah predstavlja okoli 20 % vse porabljene energije.



Slika 77: Razmerje porabe primarnih energentov v preteklih štirih.

Spodnji diagram prikazuje energijska števila za celotno stavbo.

Specifična poraba energentov glede na površino v letih od 2011 do 2015

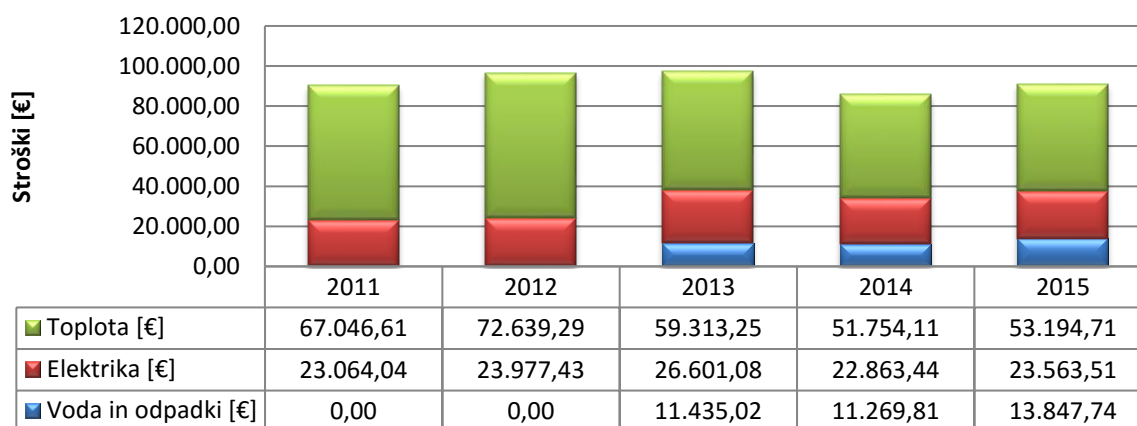


Slika 78: Prikaz energijskih števil toplote in elektrike.

5.2. Skupni stroški

V spodnjih diagramih so prikazani skupni stroški za porabljeno toploto, električno energijo in komunalne storitve (podatki dostopni za leto 2013 – 2015).

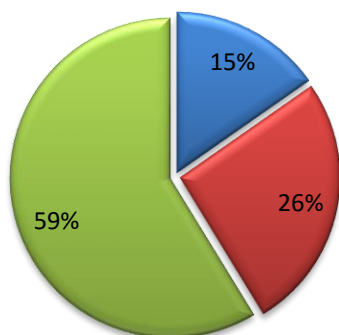
Stroški za glavne energente in vodo v letih od 2011 do 2015



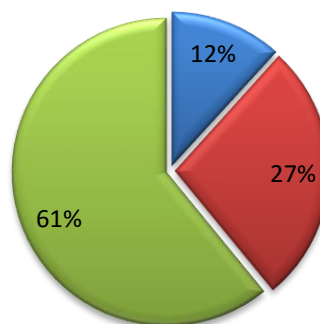
Slika 79: Stroški za primarne energente in vodo v preteklih petih letih.

V spodnjem diagramu so prikazani deleži stroškov. V primerjavi z ostalimi javnimi stavbami stroški za komunalne storitve predstavljajo občutno večji delež.

Stroški za energente in vodo v letu 2015



Stroški za energente in vodo v letu 2013



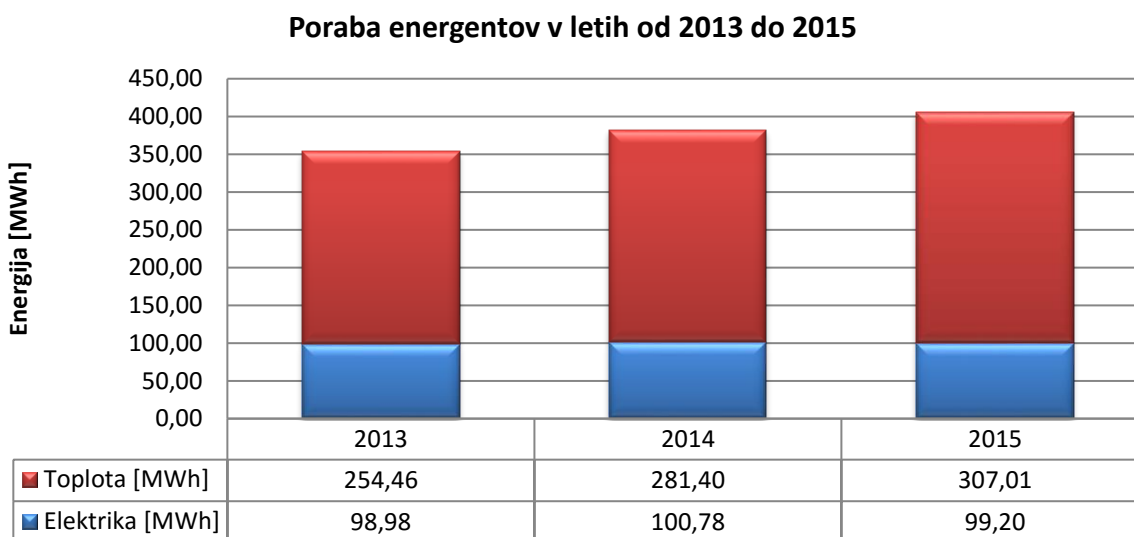
- Voda in odpadki [€]
- Električna [€]
- Toplota [€]

Slika 80: Pregled deleža stroškov v letih 2012 - 2015.

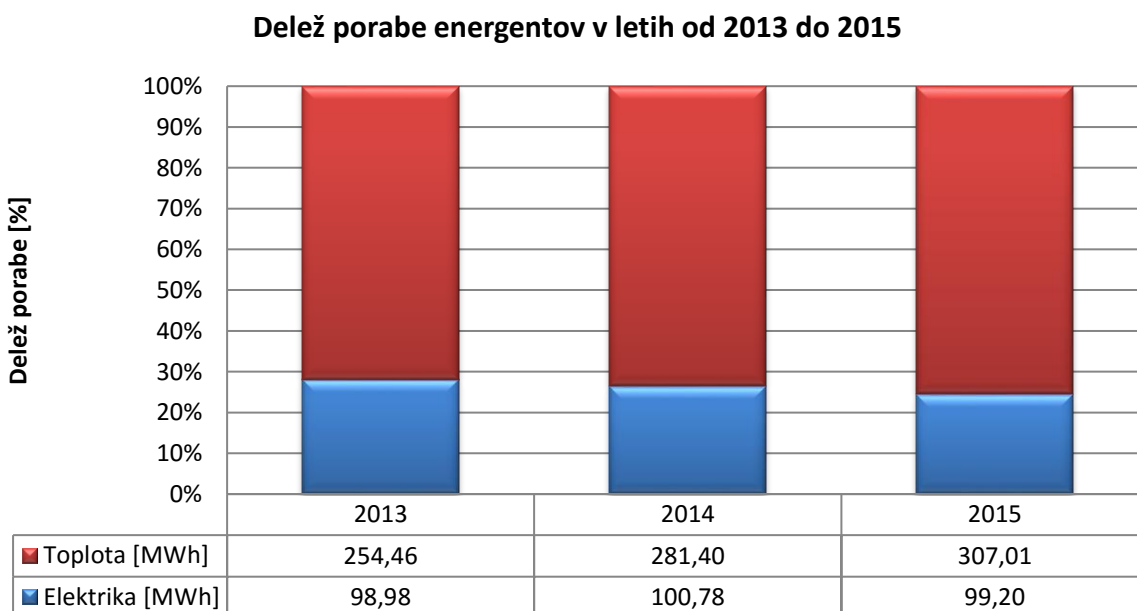
6. Pregled rabe končne energije – dvorana

6.1. Skupna poraba energije

Skupna poraba energije v objektu je pomembna s stališča izračuna prihrankov in ekonomske upravičenosti ukrepov. V spodnji sliki je prikazana raba električne energije in toplote v objektu.



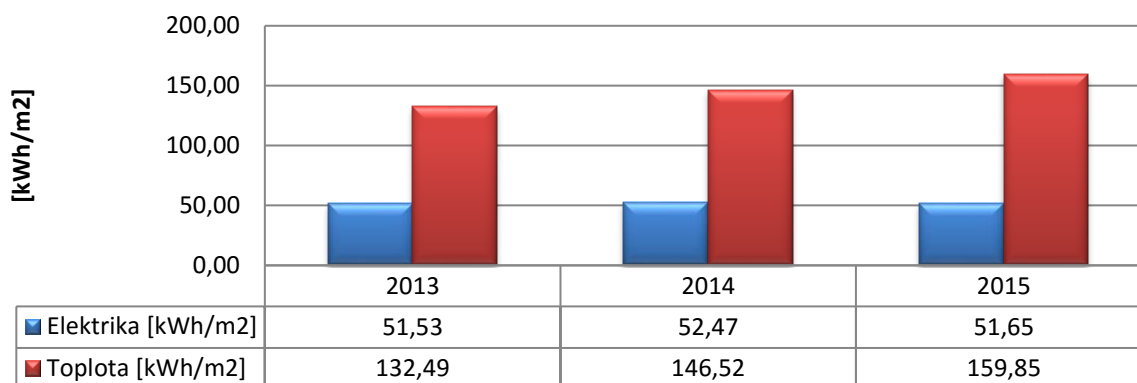
V spodnji sliki je prikazano razmerje med porabo toplote in električne energije. Raba električne energije predstavlja okoli 25 % vse porabljene energije.



Slika 81: Razmerje porabe primarnih energentov v preteklih štirih.

Spodnji diagram prikazuje energijska števila.

Specifična poraba energentov glede na površino v letih od 2013 do 2015

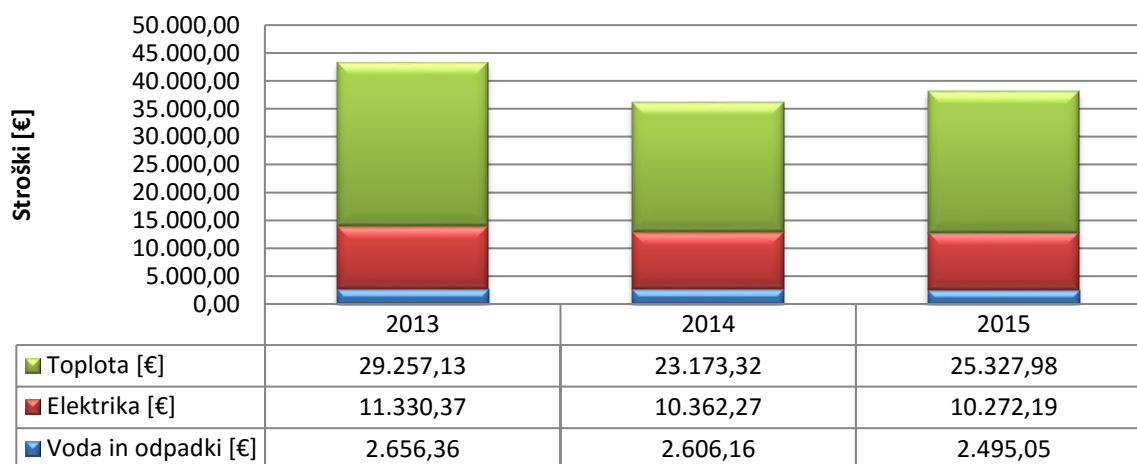


Slika 82: Prikaz energijskih števil toplote in elektrike.

6.2. Skupni stroški

V spodnjih diagramih so prikazani skupni stroški za porabljeno toploto, električno energijo in komunalne storitve (podatki dostopni za leto 2013 – 2015).

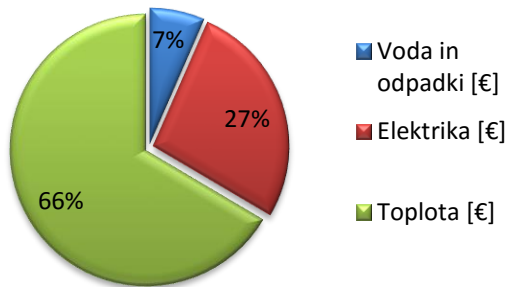
Stroški za glavne energente in vodo v letih od 2013 do 2015



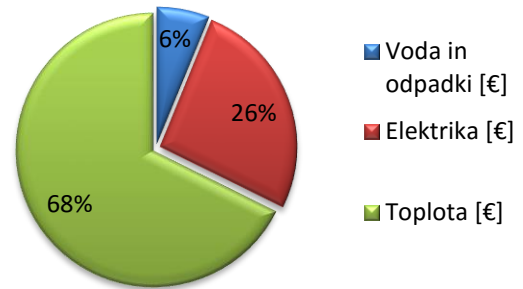
Slika 83: Stroški za primarne energente in vodo v preteklih petih letih.

V spodnjem diagramu so prikazani deleži stroškov. V primerjavi z ostalimi javnimi stavbami stroški za komunalne storitve predstavljajo občutno večji delež.

Stroški za energente in vodo v letu 2015



Stroški za energente in vodo v letu 2013



Slika 84: Pregled deleža stroškov v letih 2012 - 2015.

7. Analiza možnosti za znižanje rabe energije

7.1. Ocena energetske varčevalnih potencialov

Energetsko učinkovitost stavbe in energetske varčevalni potencial najpogosteje ocenimo s pomočjo energijskega števila. Energijsko število predstavlja porabo energije na neto enoto površine, navadno v enem letu. S primerjavo energetskih števil podobnih stavb lahko ocenimo tudi možne prihranke in stavbo uvrstimo v enega izmed energijskih razredov. Energetske varčevalni potenciali so izračunani v nadaljevanju poročila.

7.1.1. Ovoj stavbe

Energija prehaja skozi zunanji ovoj stavbe. S primernimi ukrepi lahko zmanjšamo nezaželen prehod energije. Ukrepi in pripadajoči energetske varčevalni potenciali so natančno razloženi v poglavju 6.

7.1.2. Električna energija in razsvetljava

Možni so naslednji ukrepi:

- vgradnja varčne razsvetljave
- organizacijski ukrepi
- namestitev senzorjev gibanja
- priprava STV s pomočjo OVE

7.1.3. Sanitarna voda

Porabo sveže pitne vode in tudi tople sanitarne vode je možno zmanjšati z organizacijskimi ukrepi, namestitvijo omejevalcev pretoka na pipah, nastavitvijo WC kotličkov na manjši volumen splakovanja, vgradnjo sistema za zbiranje deževnice ipd. Potrebno se je osredotočiti na organizacijske ukrepe. Glede na to, da je delež stroškov za komunalne storitve približno enak strošku za toploto bi bilo potrebno izvesti ukrepe tudi na tem področju.

7.1.4. Ogrevalni sistem

Pri ogrevalnih sistemih v našem objektu je možno zmanjšati stroške in rabo energije predvsem z ustrezno regulacijo delovanja ogrevalnega sistema, zamenjavo energenta in sanacijo strojnih instalacij.

7.1.5. Organizacijski ukrepi

Organizacijski ukrepi so takoj izvedljivi in v praksi prinašajo prve prihranke. Ti ukrepi so:

- ozaveščanje uporabnika, lastnika, upravljavca
- izobraževanje in informiranje,
- izvajanje energetskega menedžmenta in energetskega knjigovodstva,
- spremljanje rezultatov energetskega pregleda,
- izdelava postopkov za varčevanje z energijo (obvestila, navodila),
- ekonomična raba sveže pitne vode in STV,
- pravilno prezračevanje.

OZAVEŠČANJE UPORABNIKOV

Rezultate in usmeritve, ki so navedene v pregledu je potrebno predstaviti vsem zaposlenim, saj bo na ta način dosežena večja ozaveščenost do učinkovite rabe energije in okolja. Po izvedbi

sanacijskih ukrepov je potrebno organizirati predstavitev pregleda in usmeritve za učinkovito rabo energije, saj bo na ta način posredno zmanjšana izguba zaposlenih.

IZOBRAŽEVANJE

Izobraževanja morajo potekati v različnih oblikah ter nivojih glede na ciljno skupino, saj je izobraževanje vodstvenih struktur povsem drugačno orientirano kot izobraževanje vzdrževalca ali energetskega menedžerja.

Vodstvo mora zagotoviti ustrezno izobraževanje zaposlenih in otrok na področju racionalne rabe energije in ustreznih bivalnih pogojev.

INFORMIRANJE

Odgovorni delavci naj prejmejo informacije od usposobljenih institucij in sredstev javnega obveščanja, jih kritično obdelajo in na primeren način posredujejo zaposlenim.

ENERGETSKO KNJIGOVODSTVO

Objekt že ima uvedeno energetske knjigovodstvo. Energetske upravljanje predstavlja osnovni instrument, ki nam omogoča boljši pregled rabe energentov in njihovih stroškov. Vključuje spremljanje in analize porabe energentov in vode ter stroškov zanje. Na podlagi teh analiz lahko kakovostno pripravimo osnove za odločitve o uvedbi posameznih ukrepov za zmanjšanje rabe energije.

PREDSTAVITEV IN SPREMLJANJE REZULTATOV ENERGETSKEGA PREGLEDA

S prikazom denarnih tokov, kjer so prikazani stroški energije na posameznih porabnikih, dvignemo interes uporabnikov za znižanje porabe energije. Konkretno je to možno izvesti pri ugašanju luči, ugašanju porabnikov, zmanjšanju porabe el. porabnikov in zapiranju vode. Ukrep je primerno izvesti takoj. S spremljanjem rezultatov energetskega pregleda ostaja trajna vzpodbuda za delo na področju racionalne rabe energije.

IZDELAVA POSTOPKOV ZA VARČEVANJE Z ENERGIJO

Izdelava predpisanih postopkov za varčevanje z energijo, ki je razdeljen v dva sklopa:

- postopki ob prekinitvi obratovanja in
- postopki med obratovanjem.

Za izvajanje postopkov naj bo v vsaki izmeni določena oseba, ki naj bo za izvajanje ukrepov tudi finančno stimulirana.

ZMANJŠANJE VDORA HLADNEGA ZRAKA V OGREVALNI SEZONI

Z osveščanjem porabnikov je mogoče zmanjšati vdor hladnega zraka v prostore. Naravno prezračevanje prostorov mora biti kratkotrajno in intenzivno. V splošnem to pomeni prezračevanje z okni odprtimi na stežaj v intervalih od ene (vrtci, šole) do štirih ur (pisarne), pri čemer so okna odprta od 3 do 10 minut. Velikost intervalov in čas odprtja oken so odvisni predvsem od števila ljudi v prostoru, tesnosti ovoja stavbe, prisotnosti drugih onesnaževal ipd. V vrtcih je npr. potrebno zračiti na vsako uro, medtem ko je v pisarnah z majhno gostoto ljudi dovolj zračenje na vsake tri do štiri ure.

8. Analiza energetskih tokov v stavbi – OŠ Jakob Aljaž

Za analizo energetskih tokov v stavbi je bil uporabljen računalniški program KI verzija 4.2.7.3. Vhodni podatki so bili pridobljeni z meritvijo dimenzij objekta in ostalih parametrov, pridobitvijo informacij iz tehnične dokumentacije ter informacij podanih s strani uporabnikov. Pri zbiranju podatkov je bilo več ovir, saj ustrezna dokumentacija ni bila v celoti dostopna.

8.1. Potrebna toplota za ogrevanje stavbe

Potrebno se je zavedati, da so omejene porabe energije, prihranki, vračilne dobe in ostale karakteristike stavbe izračunane pri določenih predpostavkah in robnih pogojih:

- TP = 3500 °C*dan
- Cena toplote 93,09 € na MWh z ddv
- Cena elektrike 135,4 €/MWh z ddv
- Izmenjava zraka poleti in pozimi 0,57
- Povprečna notranja temperatura pozimi 20,9 °C
- Povprečna notranja temperatura poleti 26 °C
- Notranji viri pozimi in poleti 4 W/m²
- Potrebna toplota za ogrevanje stavbe 830,8 MWh

Povprečna raba toplote zadnje 3 leta je znašala 759,39 MWh, od tega je glede na podatke iz računov 127,5 MWh namenjeno za ogrevanje STV. Poraba toplote za ogrevanje STV se direktno ne meri pač pa izračunava glede na porabljeno količino vode iz vodovoda. Ker je v stavbi izvedena cirkulacija tople vode in je izračunana toplota za pripravo STV previsoka, smo predpostavili, da so nevratljive izgube toplote enake 34,6 MWh. Prihranke toplote smo izračunali s pomočjo programskega paketa KI Energija, povprečno rabo kurilnega olja pa normirali glede na temperaturni primanjkljaj (TP) 3500 °C*dan. Normirana potrebna toplota za ogrevanje stavbe glede na TP in vratljive izgube zaradi priprave STV je približno 830,8 MWh/a.

Fasada objekta je izolirana z minimalno debelino 5 cm, brez toplotne izolacije so stene v kleti, tla na terenu pa so izolirana s 5 cm EPS. Toplotna prehodnost (U) vseh konstrukcijskih elementov, (razen tal proti terenu) je večja kot je dovoljeno v Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES) (Uradni list RS, št. 52/2010), kar ima vpliv na večje transmisijske izgube. Da bi zadostili PURES, bi bilo potrebno del fasade objekta, ki je neizoliran, toplotno izolirati z vsaj 10 cm toplotne izolacije.

Prihranke toplote za ogrevanje stavbe bi dosegli tudi z menjavo neustreznega stavbnega pohištva (starejša lesena dvoslojna drsna okna, ki so popolnoma netesna), saj se s kakovostnim stavbnim pohištvom in pravilno vgradnjo, zmanjšajo tako transmisijske kot ventilacijske izgube. Zaradi višjih površinskih temperatur notranjega stekla pa se poviša občutna temperatura v prostoru in nivo ugodja.

Priporočljivo bi bilo tudi ustrezno prenoviti in dodatno izolirati strojne inštalacije v kletnih prostorih in zamenjati zastarele dele ogrevalnega sistema. Stavba se ogreva preko daljinskega ogrevanja, kjer je toplota proizvedena s plinskimi kotli in enotami za soproizvodnjo toplotne in električne energije. Izvedba prezračevalnega sistema je v stavbah z veliko gostoto ljudi na

kvadratni meter (šole, vrtci itd.) nujna, ne samo zaradi varčevanja z energijo pač pa tudi zaradi zagotavljanja ustreznih notranjih pogojev.

Streha je bila sanirana (menjava kritine, namestitvev izolacije, deloma rekonstrukcija) okoli leta 2000. Po podstrešju in ponekod med nosilnimi elementi kritine je bila nameščena toplotna izolacija (tervol) v debelini 15 cm.

V primeru izvedbe vseh ukrepov (vključno z izvedbo prezračevalnega sistema) pa bi nova raba toplote za ogrevanje znašala 288,3 MWh.

8.2. Potrebna električna energija za delovanje stavbe

Povprečna potrebna električna energija za delovanje stavbe, kuhinje, bazena, prezračevalnih sistemov in pripravo STV in delovanje ostalih porabnikov je v zadnjih treh letih znašala 213,8 MWh. Rabo električne energije bi lahko zmanjšali predvsem z učinkovitejšo razsvetljavo, organizacijskimi ukrepi, pripravo STV in zamenjavo dotrajanih elementov ogrevalnega sistema.

Po izvedenih ukrepih (brez prezračevalnega sistema) bi lahko rabo električne energije zmanjšali za 24 MWh. Prihrankom pa je potrebno odšteti dodatno rabo električne energije za pogon ventilatorja prezračevalnega sistema, ki znaša 16,8 MWh. Končen prihranek električne energije tako znaša 7,2 MWh.

8.3. Priprava tople sanitarne vode

Topla voda se pripravlja centralno s toploto iz toplote preko daljinskega sistema. Priprava STV ima izvedeno cirkulacijo, ki se jo izven ogrevalne sezone in ko šola ni v uporabi lahko izklopi (potrebno posvetovanje z sanitarnim inšpektorjem). Poleg tega se priporoča, da se poraba tople vode meri s kalorimetrom.

9. Predlogi ukrepov za učinkovito rabo energije – OŠ Jakob Aljaž

9.1. Predvideni ukrepi za zmanjšanje rabe energije in vode

Spodaj so naštetih predvideni ukrepi za zmanjšanje rabe energije in vode:

- Ukrep 1: Zamenjava stavbnega pohištva
- Ukrep 2: Izolacija fasade
- Ukrep 3: Sanacija kritine
- Ukrep 4: Dodatna izolacija podstrešja
- Ukrep 5: Izvedba prezračevalnega sistema
- Ukrep 6: Zamenjava elementov ogrevalnega sistema in ureditev regulacije ogrevalnega sistema
- Ukrep 7: Zamenjava dotrajanih svetilk
- Ukrep 8: Organizacijski in ostali manjši ukrepi
- Ukrep 9: Nepredvideni ukrepi

Vse cene in stroški so z ddv.

Ukrep 1: Zamenjava stavbnega pohištva

Stavbno pohištvo po celotnem objektu je leseno in zaradi starosti in tipa izvedbe (drsna okna) posledično v zelo slabem stanju. Tako okna kot vrata (razen vhodnih) zelo slabo tesnijo, zato prihaja do velikih ventilacijskih izgub.

Okna po celotnem objektu so dvoslojna z lesenimi okvirji in so iz leta zgraditve šole (stara skoraj 40 let). Največja težava se pojavlja zaradi slabega tesnjenja oken (glej poglavje termografija in meritve CO₂). Na objektu so izvedene tudi steklene fasade, ki so izvedene s kopelit stekli. Oba tipa zasteklitve sta iz energetskega vidika zelo neučinkovita. V teh primerih priporočamo, da se namestijo okna, ki bodo vsaj ustrezala zahtevam PURES ($U_{\max, \text{okvir}} = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ in $U_{\max, \text{st.}} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$).

V izračunu smo predpostavili toplotno prehodnost obstoječih oken med 2,4 in 3 $\text{W/m}^2\text{K}$, toplotno prehodnost kopelit stekel 3,8 $\text{W/m}^2\text{K}$ in toplotno prehodnost vrat med 1,5 in 6 $\text{W/m}^2\text{K}$.

Okna, ki so nameščena po objektu imajo visoke transmisijske in ventilacijske izgube. Posledično v ogrevane prostore objekta stalno doteka svež mrzel zrak, ki še dodatno povečuje občutek hladu. Priporočamo, da se izbere zasteklitev s čim višjim faktorjem prehodnosti sončnega sevanja g – vsaj 0,6 in faktorjem LT – vsaj 0,75, saj se drugače zmanjšajo toplotni dobitki (g) in se poveča potreba po umetni razsvetljavi (LT). Okna naj se vgradijo po sistemu RAL, oz. tako da so odpravljene pomanjkljivosti klasične izvedbe samo s poliuretansko peno (pojav kondenzacije vodne pare v peni, slabše tesnjenje itd.). Vgradnji oken je potrebno nameniti posebno pozornost in na to dodatno opozoriti izvajalca in nadzornika, saj v praksi tu največkrat prihaja do napak in površne izvedbe (neustrezno tesnjenje, neustrezno izvedene police, neustrezno izolirane špalete in pojav toplotnih mostov). Po izvedbi ukrepa je obvezno potrebno izvesti termografsko analizo.

Zaradi zmanjšanja potreb po hlajenju objekta, je vsaj na okna ki so orientirana na jug in vzhod, ter kjer senčenje ni zagotovljeno z drevesi potrebno namestiti zunanja senčila. Senčila morajo biti vgrajena kakovostno.

Kritina, ki je izvedena nad delom kjer je bil včasih atrij je izvedena iz plastične kritine, ki je sicer dvoslojna a sloji niso zatesnjeni zato prihaja do večjih toplotnih izgub. Sestava kritine ne ustreza zahtevam PURES-a in je potrebna menjave.

V investicijski oceni smo predpostavili uporabo stavbnega pohištva po zahtevah PURES in predpostavili ceno celotne izvedbe 350 €/m² in 887 m² površine kjer je potrebna menjava (801 m² – okna in vrata, 86 m² streha nad atrijem). Upoštevali smo tudi povečanje zrakotesnosti stavbe.

Del kritine je izveden tudi s dvoslojnimi plastičnimi svetlobnimi kupolami s toplotno prehodnostjo 2,7 $\text{W/m}^2\text{K}$, ki ne ustrezajo zahtevam PURES-a (2,4 $\text{W/m}^2\text{K}$ a mora predstavljati le do 5 % površine strehe), ker pa so bile menjane pred kratkim zamenjava ni smiselna. Skupna površina svetlobnih kupol je okoli 184 m² in posledično predstavljajo kar visoke toplotne izgube. Ena izmed njih (nahaja se kjer so nameščene hladilne naprave za dvorano) ima **počen vrhnji sloj** in jo je potrebno zamenjati. V prihodnosti, ko se bodo kupole menjale naj zamenjava izvede v skladu z zahtevami PURES-a. V prospektu proizvajalca so navedene tudi dvoslojne kupole s toplotno prehodnostjo 1,3 $\text{W/m}^2\text{K}$.

Priporočamo tudi, da se ukrep izvede skupaj z izolacijo fasade saj bodo tako toplotni mostovi najlažje odpravljeni.

Investicija:	310.000,00	EUR
Stroški:	/	EUR/leto
Prihranek:	21.600,00	EUR/leto
Vračilna doba:	14,4	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
		x	

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

srednja

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

nizko

Ukrep 2: Izolacija zunanjih sten in podzidka

Obstoječa sestava fasade (demit sistem izvedbe izolacije (5 cm EPS) na betonskih stenah) ne ustreza zahtevam PURES-a. Izračunana toplotna prehodnost U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) zunanjih sten znaša $0,629 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ ($U_{\text{dop}} = 0,28 \text{ W}/\text{m}^2\text{k}$). Predlagamo, da se izvede dodatna toplotna izolacija v debelini vsaj 10 cm ($\lambda = 0,04 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$), oz. druge ustrezne debeline pri izvedbi fasade z drugo vrsto izolacije. Toplotna prehodnost stene po izvedbi ukrepa bo $0,244 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$.

Toplotna prehodnost tal nad zrakom (nekatero učilnice) imajo trenutno toplotno prehodnost $0,57 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ ($U_{\text{dop}} = 0,30 \text{ W}/\text{m}^2\text{k}$). Toplotna prehodnost stene po izvedbi ukrepa bo $0,235 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$.

Tla v kleti imajo med dvema PVC folijama pod cementnim estrihom nameščene 5 cm toplotne izolacije (trenutna toplotna prehodnost $0,175 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$, $U_{\text{dop}} = 0,35 \text{ W}/\text{m}^2\text{k}$) in ustrezajo zahtevam PURES-a.

Stene kleti in podzidek niso izolirani in imajo toplotno prehodnost $2,53 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$. Sanacija kletnih sten bi bila zelo težko izvedljiva in ni smiselna, razen podzidka. Toplotna prehodnost podzidka po izvedbi ukrepa bo $0,28 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$.

Izolacijske plošče je potrebno sidrati (oz. lepiti v zgornjih vrstah) v osnovni nosilni zid, pri montaži pa se je potrebno držati navodil proizvajalca. V izračunu je predpostavljeno, da so toplotni mostovi odpravljeni, v praksi pa je v ta namen potrebno izolirati tudi razne izzidke, nadstreške in ostale elemente ovoja stavbe.

Zaradi povečane debeline fasade bo potrebno zamenjati tudi okenske police in ustrezno izolirati špalete. Nove okenske police je potrebno ustrezno montirati (na poličnik, ne direktno na okenski okvir, kot to včasih izvedeno).

Posebno pozornost je potrebno nameniti izvedbi podzidka in stiku med izolacijo podzidka in fasade. Potrebno je zaščititi nosilno konstrukcijo in preprečiti oz. kar se da omejiti kapilarni dvig vode in propadanje konstrukcije. Svetujemo, da se izolacija (hidro in termo) izvede vsaj 0,5 m pod nivojem tal. Na spodnji strani je potrebno izolacijske plošče odrezati pod kotom, da pri morebitnem zmrzovanju zemljine ne pride do deformacije plošč.

V investicijo je zajeta izvedba toplotne izolacije zunanjih sten objekta v skupni površini 1730 m^2 (40 €/m^2) in izvedba podzidka, kjer je to ekonomsko smiselno s skupno investicijo 17.300 € .

Investicija:	86.500,00	EUR
Stroški:	0	EUR/leto
Prihranek:	4.500,00	EUR/leto
Vračilna doba:	16,0	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3 3 - 6 6 - 12 12 - 24

		x	
--	--	----------	--

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

srednja

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

nizko

Ukrep 3: Sanacija kritine in ostalih delov

Streha je bila sanirana (menjava kritine, namestitev izolacije, deloma rekonstrukcija) okoli leta 2000. Po podstrešju, drugod pa med nosilnimi elementi kritine je bila nameščena toplotna izolacija (tervol) v debelini 15 cm. Glede na pregled načrtov so bili toplotni mostovi ustrezno odpravljeni, izolacija pa ustrezno izvedena (namestitev parne zapore in parne ovire). Pri sanaciji kritine je obvezno potrebno preveriti natančnost in stanje kakovosti izolacije in ustreznosti izvedbe. Na nekaterih mestih smo namreč ugotovili, da parna zapora ni izvedena.

V večnamenskem prostoru, kjer so bile na novo vgrajene luči v spuščeni strop so prisotni toplotni mostovi, ki so zelo problematični, zaradi varnosti, saj na delih luči prihaja do kondenzacije vodne pare. Posledično lahko pride do okvare svetilk v skrajnem primeru pa do kratkega stika in vžiga. **Sanacija je nujna!**

Na nekaterih delih objekta **streha pušča in tako povzroča škodo** (povečuje toplotno prehodnost in propadanje) na termoizolaciji. Na teh delih je potrebno sanirati oziroma zamenjati kritino.

Ukrep ne prinese velikih energetskih prihrankov a je nujno potreben za ohranitev lastnosti termoizolacije, življenjske dobe svetilk in varnosti.

Investicija:	40.000,00	EUR
Stroški:	0	EUR/leto
Prihranek:	9,00	EUR/leto
Vračilna doba:	44,4	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
x			

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

visoka

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

srednje

Ukrep 4: Dodatna izolacija podstrešja

Na podstrešju je izolacija že položena v debelini 15 cm a ne ustreza zahtevam PURES-a.

Predpostavljena toplotna prehodnost izoliranega podstrešja (zaradi deloma nenatančne postavitve izolacije in poškodbe le te zaradi puščanja vode smo predpostavili efektivno debelino izolacije 10 cm s toplotno prevodnostjo 0,04 W/mK) je 0,35 W/m²K ($U_{dop} = 0,20$ W/m²k). Toplotna prehodnost podstrešja po izvedbi ukrepa bo 0,19W/m²K.

Predvideva se namestitev dodatne toplotne izolacije kjer je to lahko enostavno izvedeno (na podstrešju) in sicer z dodatno debelino vsaj 10 cm in namestitvijo parne ovire.

Skupna površina kjer naj se ukrep izvede je 1976 m², cena izvedbe pa je ocenjena na 8 € na m².

Investicija:	15.800,00	EUR
Stroški:	/	EUR/leto
Prihranek:	3.200,00	EUR/leto
Vračilna doba:	4,9	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

visoka

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

visoko

Ukrep 5: Prezračevanje z rekuperacijo v učilnicah

V prostorih z veliko kapaciteto ljudi glede na volumen prostora, z naravnim prezračevanjem zelo težko zagotavljati ustrezne bivalne pogoje. V šolah in vrtcih je zato priporočljiva izvedba mehanskega prezračevanja z rekuperacijo, kjer se toplota v prenosniku toplote prenese iz toplega, a onesnaženega notranjega zraka, na hladen a svež zunanji zrak. Priporočamo izvedbo lokalnih prezračevalnih sistemov za vse učilnice, kjer se lahko za dve učilnici izvede ena prezračevalna naprava.

V izračunu je predpostavljeno, da so učilnice prezračevane 8 h na dan, prezračevalna naprava pa dobavlja 15.600 m³/h svežega zraka. Predpostavljeno je da se zaradi izvedbe prezračevalnega sistema in novih oken poveča tesnost stavbe. Električna energije, ki je potrebna za delovanje ventilatorjev je izračunana kot 0,9 W na m³/h pretoka.

V investicijski oceni je zajeto:

- dobava in montaža prezračevalne opreme,
- projektna obdelava ukrepa.

Investicija:	130.000,00	EUR
Stroški:	/	EUR/let o
Prihranek:	5.900,00	EUR/let o
Vračilna doba:	20,0	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
			x

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

srednja

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

srednje

Ukrep 6: Zamenjava elementov ogrevalnega sistema, ureditev regulacije, hidravlično uravnoteženje sistema in ostala dela v kotlovnici

Izolacija vseh koncev cevi v kotlovnici s cevno toplotno izolacijo vključno z ventili in prirobnicami, kjer to še ni izvedeno. Debelina toplotne izolacije mora biti najmanj enaka notranjemu premeru cevi, pri ceveh do 100 mm, pri ceveh nad 100 mm pa mora biti najmanj debeline 100 mm (pri toplotni izolaciji s toplotno prevodnostjo 0,035 W/mK).

Obtočne črpalke naj se po odpovedi oz. dotrajanosti zamenjajo s frekvenčno vodenimi. Večina črpalk je že zamenjanih s sodobnimi, ena izmed večjih pa je še stara in dotrajana ter potrebna menjave.

Kot je bilo prikazano v poglavju »Meritve temperature«, regulacija ogrevalnega sistema v času neuporabe stavbe ni ustrezna, saj so temperature v prostorih, v času neuporabe, občutno previsoke.

Ustrezna rešitev je namestitev elektronskih termostatskih glav pri katerih lahko na individualno, na vsakem ogrevalu (radiatorju) nastavimo ustrezen režim delovanja. Tovrstne elektronske termostatske glave samodejno pripravijo ventil tudi, ko zaposleni prezračujejo prostore, s čimer sistem motivira zaposlene k kratkotrajnem in intenzivnem zračenju. Zaradi višje cene priporočamo, da se tovrstne termostatske glave namestijo le v učilnicah in pisarnah. Izvedeni termostatski ventili v učilnicah morajo biti odporni na udarce in nastavljanje s strani učencev.

Ustrezno hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema vpliva na URE in udobje v stavbi. Zaradi velike dolžine ogrevalnih krogov in namestitve termostatskih ventilov bo mogoče potrebna izvedba hidravličnega uravnoteženja dvižnih vodov. Ker je projekt zahtevnejši je potrebna projektna obdelava.

Zaradi boljšega nadzora nad razdelitvijo stroškov za toploto priporočamo dograditev kalorimetra za merjenje porabe toplote za STV.

V investicijski oceni je zajeta namestitev elektronskih termostatskih glav na 145 radiatorjev v in namestitev klasičnih termostatskih ventilov na ostalih 56 radiatorjev, nadzorni sistem za regulacijo termostatskih ventilov, zamenjava dotrajanih delov ogrevalnega sistema in ostala pripadajoča dela ter izvedba kalorimetra za merjenje porabljenih toplote za pripravo STV.

Investicija:	40.000,00	EUR
Stroški:	/	EUR/leto
Prihranek:	8.200,00	EUR/leto
Vračilna doba:	4,9	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
		x	

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

visoka

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

srednje

Ukrep 7: Zamenjava dotrajane notranje razsvetljave z energetsko učinkovitejšo

Eden izmed priporočljivih ukrepov za zmanjšanje porabe električne energije je tudi zamenjava zastarelih svetilk in sijalk. Najprej smo se osredotočili na zamenjavo fluorescentnih svetilk tipa T8 s svetilkami tipa T5. Ker je v praksi namestitev sijalk tipa T5 v svetilke tipa T8 težko izvedljiva in ne prinese bistvenih prihrankov je bolj smiselno, da se zamenja celotne svetilke. Svetilke tipa T5 z ustrezno predstikalno napravo lahko prinesejo prihranke do 30 %. Predpostavljena je cena 80 € na svetilko in 800 h na leto obratovanja.

Najbolj enostavna in najhitrejša ter zato tudi najbolj smiselna je zamenjava žarnic z žarilno nitko, z varčnimi sijalkami oziroma še boljše z LED sijalkami,

Iz ekološkega vidika priporočamo, da se žarnice oz. sijalke menjajo, ko katera izmed njih odpove, saj menjava ni zahtevna, dostop pa je nezahteven. Prav tako priporočamo, da se v kolikor je to mogoče (tip okovja) postopoma zamenjuje tudi varčne sijalke.

Pri menjavi svetilk ki so vgrajene v spuščen strop je potrebno paziti, da se ne poškoduje izolacija (tako kot je bilo to izvedeno v večnamenskem prostoru), saj posledično lahko prihaja do kondenzacije vodne pare na elementih svetilke in okvare.

V investicijski oceni je zajeto:

- Zamenjava vseh svetilk T8; 683 kom
- Zamenjava vseh žarnic; 3 kom

Investicija:	55.000,00	EUR
Stroški:	/	EUR/leto
Prihranek:	2.100	EUR/leto
Vračilna doba:	26,2	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
			x

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

srednja

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

srednje

Ukrep 8: Organizacijski in ostali manjši ukrepi

Namestitev omejevalcev pretoka na pipah

Z namestitvijo omejevalcev pretoka se zmanjša tako poraba vode kot tudi energija, ki je potrebna za njeno pripravo.

Izboljšanje regulacije ogrevalnega sistema

Kot je bilo prikazano v poglavju »Meritve temperature«, regulacija ogrevalnega sistema v času neuporabe ni optimalna. Stanje je v primerjavi z drugimi stavbami slabo.

Čiščenje svetil

Periodično čiščenje svetil zaradi prahu in umazanije. Tipično zmanjšanje svetlobnega toka je 10-25 % v dveh letih.

Namestitev tesnil

Sproti je potrebno pregledovati in obnavljati tesnila na starejšem stavbnem pohištvu. Slabše tesnjenje je bilo vidno predvsem pri vratih.

Z mehкими in organizacijskimi ukrepi lahko v stavbi prihranimo tudi več kot 5 % energije, prihranki pa so najbolj odvisni od trenutne osveščenosti uporabnikov stavbe. Organizacijski ukrepi navadno obsegajo:

- izobraževanje uporabnikov stavbe,
- ugašanje svetilk,
- kontrola odprtosti oken, vrat,
- kontrola termostatskih ventilov,
- pravilno prezračevanje,
- ekonomična raba sveže vode,
- spremljanje porabe energije.

Investicija:	15.000,00	EUR
Stroški:	/	EUR/leto
Prihranek:	2.700,00	EUR/leto
Vračilna doba:	5,5	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
x			

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

nizka

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

nizko

Ukrep 9: Nepredvideni ukrepi

Vseh manjših pomanjkljivosti v stavbi ni moč enostavno odkriti, zato je dobro da zaposleni in upravniki o morebitnih pomanjkljivostih oz. mogočih ukrepih za URE obvestijo odgovorne osebe. Proces je treba izvajati stalno. V nekaterih zavodih velja dogovor, da lahko zaposleni morebitne pomanjkljivosti sporočajo tako, da jih zapišejo na list in pustijo na zato namenjenem mestu. Odgovorna oseba redno pregleduje ta priporočila in izvede ustrezne ukrepe.

Ti ukrepi se nanašajo predvsem na vzdrževanje gradnikov stavbe, saj se s tem občutno poveča življenjska doba in funkcionalnost le teh.

Investicija:	40.000,00	EUR
Stroški:	/	EUR/leto
Prihranek:	1.800,00	EUR/leto
Vračilna doba:	22,2	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3 3 - 6 6 - 12 12 - 24

x			
---	--	--	--

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

visoka

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

nizko

10. Analiza energetskih tokov v stavbi – Dvorana Planina

Za analizo energetskih tokov v stavbi je bil uporabljen računalniški program KI verzija 4.2.7.3. Vhodni podatki so bili pridobljeni z meritvijo dimenzij objekta in ostalih parametrov, pridobitvijo informacij iz tehnične dokumentacije ter informacij podanih s strani uporabnikov. Pri zbiranju podatkov je bilo več ovir, saj ustrezna dokumentacija ni bila v celoti dostopna.

10.1. Potrebna toplota za ogrevanje stavbe

Potrebno se je zavedati, da so omejene porabe energije, prihranki, vračilne dobe in ostale karakteristike stavbe izračunane pri določenih predpostavkah in robnih pogojih:

- TP = 3500 °C*dan
- Cena toplote 100,65 € na MWh z ddv
- Cena elektrike 126,3 €/MWh z ddv
- Izmenjava zraka poleti in pozimi 0,58
 - Prezračevanje pozimi 9233,3 m³/h
 - Prezračevanje poleti 9233,3 m³/h
 - Izkoristek vračanja toplote 40 %
- Povprečna notranja temperatura pozimi 19 °C
- Povprečna notranja temperatura poleti 26 °C
- Notranji viri pozimi in poleti 4 W/m²
- Potrebna toplota za ogrevanje stavbe 300,2 MWh

Povprečna raba toplote zadnje 3 leta je znašala 300,2 MWh, od tega je glede na podatke iz računov 54,6 MWh namenjeno za ogrevanje STV. Poraba toplote za ogrevanje STV se direktno ne meri pač pa izračunava glede na porabljeno količino vode iz vodovoda (70 % odpade na šolo 30 % na dvorano). Ker je v stavbi izvedena cirkulacija tople vode in je izračunana toplota za pripravo STV previsoka, smo predpostavili, da so nevračljive izgube toplote enake 20,1 MWh. Prihranke toplote smo izračunali s pomočjo programskega paketa KI Energija, povprečno rabo kurilnega olja pa normirali glede na temperaturni primanjkljaj (TP) 3500 °C*dan. Normirana potrebna toplota za ogrevanje stavbe glede na TP, upoštevajoč vračljive izgube zaradi priprave STV, je približno 300,2 MWh/a.

Fasada objekta je deloma izolirana z minimalno debelino 5 cm, deloma s 10 cm XPS, tla na terenu pa so izolirana s 5 cm EPS. Toplotna prehodnost (U) večine konstrukcijskih elementov, (razen tal proti terenu) skoraj ustreza Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES) (Uradni list RS, št. 52/2010), zato izolacija ovoja stavbe ni nujno potrebna. Če bi do sanacije kljub vsemu prišlo se priporoča izvedba dodatne izolacije 10 cm, saj dodatnih 5 cm izolacije ne pomeni velikih dodatnih stroškov, glede na ceno m² fasade (manj kot 3 €/m² razlike v ceni med ploščo EPS debeline 10 in 5 cm).

Prihranke toplote za ogrevanje stavbe bi dosegli tudi z menjavo neustreznega stavbnega pohištva (kopelit stekla in netesna vrata ter jeklena vrata), saj se s kakovostnim stavbnim pohištvom in pravilno vgradnjo, zmanjšajo tako transmisijske kot ventilacijske izgube. Zaradi višjih površinskih temperatur notranjega stekla pa se poviša občutna temperatura v prostoru in nivo ugodja.

Streha je bila sanirana (menjava kritine, namestitve izolacije) okoli leta 2000. Debelina izolacije ni znana, ker pa je bila sanacija izvedena v času, ko se je sanirala kritina šole predvidevamo, da je debelina izolacije 15 cm (tervol).

V primeru izvedbe vseh ukrepov (vključno z izvedbo prezračevalnega sistema) pa bi nova raba toplote za ogrevanje znašala 112,5 MWh.

10.2. Potrebna električna energija za delovanje stavbe

Povprečna potrebna električna energija za delovanje stavbe, prezračevalne naprave in pripravo STV in delovanje ostalih porabnikov je znašala 99,7 MWh. Rabo električne energije bi lahko zmanjšali predvsem z učinkovitejšo razsvetljavo, organizacijskimi ukrepi, pripravo STV in zamenjavo dotrajanih elementov ogrevalnega sistema.

Po izvedenih ukrepih bi lahko rabo električne energije zmanjšali za 3,1 MWh.

10.3. Priprava tople sanitarne vode

Topla voda se pripravlja centralno s toploto iz toplote preko daljinskega sistema. Priporoča se, da se poraba tople vode meri s kalorimetrom.

11. Predlogi ukrepov za učinkovito rabo energije – Dvorana Planina

11.1. Predvideni ukrepi za zmanjšanje rabe energije in vode

Spodaj so naštetih predvideni ukrepi za zmanjšanje rabe energije in vode:

- Ukrep 1: Zamenjava prezračevalnega sistema
- Ukrep 2: Zamenjava stavbnega pohištva
- Ukrep 3: Dodatna izolacija fasade in podzidka
- Ukrep 4: Posodobitev razsvetljave
- Ukrep 5: Organizacijski ukrepi
- Ukrep 6: Ostali ukrepi

Vse cene in stroški so z ddv.

Ukrep 1: Zamenjava klimatske naprave

Klimatska naprava je iz leta gradnje stavbe in je brez rekuperacije. Ker zagotovi tudi večji del potrebe po toploti, pa se del notranjega zraka primešava zunanjemu. V izračunu smo zato predpostavili:

- Učinkovitost vračanja toplote 40 % (stara klimatska naprava)
- Učinkovitost vračanja toplote 80 % (nova klimatska naprava)
- Povprečen pretok 9233,3 m³/h (izmenjava 0,58/h)

Ukrep zahteva projektno obdelavo.

Investicija:	90.000,00	EUR
Stroški:	/	EUR/let o
Prihranek:	8.500,00	EUR/let o
Vračilna doba:	10,6	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
		x	

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

visoka
srednje

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

Ukrep 2: Zamenjava stavbnega pohištva

Stavbno pohištvo po delu objekta ne ustreza zahtevam PURES-a (kopelit stekla $U = 3,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ in površina $72,2 \text{ m}^2$, ostala okna z dvoslojno zasteklitvijo in kovinskimi okvirji iz leta izgradnje stavbe z $U = 2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ in površino $95,3 \text{ m}^2$, plastično okno v pritličju $U = 2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ in površina $2,2 \text{ m}^2$. Ostala okna so stara okoli 10 let a ustrezajo zahtevam PURES-a.

Kjer so nameščena starejša okna je potrebna menjava (predvsem kopelit stekla in plastično okno, ostala niso v slabem stanju (fiksna izvedba in zamenjava ni nujno potrebna). Nova okna morajo ustrezati zahtevam PURES ($U_{\text{max, okvir}} = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ in $U_{\text{max, st.}} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$).

V izračunu smo predpostavili toplotno prehodnost obstoječih oken med $2,4$ in $2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, toplotno prehodnost kopelit stekel $3,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ in toplotno prehodnost vrat med $1,5$ in $6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Nova okna naj se vgradijo po sistemu RAL, oz. tako da so odpravljene pomanjkljivosti klasične izvedbe samo s poliuretansko peno (pojav kondenzacije vodne pare v peni, slabše tesnjenje itd.). Vgradnji oken je potrebno nameniti posebno pozornost in na to dodatno opozoriti izvajalca in nadzornika, saj v praksi tu največkrat prihaja do napak in površne izvedbe (neustrezno tesnjenje, neustrezno izvedene police, neustrezno izolirane špalete in pojav toplotnih mostov). Po izvedbi ukrepa je obvezno potrebno izvesti termografsko analizo.

Zaradi zmanjšanja potreb po hlajenju objekta, je vsaj na okna kjer senčenje ni zagotovljeno potrebno namestiti zunanja senčila. Senčila morajo biti vgrajena kakovostno.

Kritina, ki je izvedena nad delom kjer je bil včasih atrij je izvedena iz plastične kritine, ki je sicer dvoslojna a sloji niso zatesnjeni zato prihaja do večjih toplotnih izgub. Sestava kritine ne ustreza zahtevam PURES-a in je potrebna menjava.

V investicijski oceni smo predpostavili uporabo stavbnega pohištva po zahtevah PURES in predpostavili ceno celotne izvedbe 300 €/m^2 in 195 m^2 površine kjer je potrebna menjava.

Priporočamo tudi, da se ukrep izvede skupaj z izolacijo fasade saj bodo tako toplotni mostovi najlažje odpravljeni.

V realnosti so prihranki najbrž višji saj povečanje zrakotesnosti stavbe ni upoštevano, ker zrakotesnost ni tako kritična kot pri OŠ.

Investicija:	59.000,00	EUR
Stroški:	/	EUR/leto
Prihranek:	3.700,00	EUR/leto
Vračilna doba:	15,9	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
			x

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

nizka

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

nizko

Ukrep 3: Dodatna izolacija fasade in podzidka

Obstoječa sestava fasade (demit sistem izvedbe izolacije (5 cm EPS) na betonskih stenah in opeka na notranjih stenah) ne ustreza zahtevam PURES-a. Izračunana toplotna prehodnost U (W/m^2K) zunanjih sten znaša $0,6 W/m^2K$ ($U_{do} = 0,28 W/m^2k$). Predlagamo, da se izvede dodatna toplotna izolacija v debelini 10 cm ($\lambda = 0,04 W/m^2K$), oz. druge ustrezne debeline pri izvedbi fasade z drugo vrsto izolacije. Toplotna prehodnost stene po izvedbi ukrepa bo med $0,16$ in $0,24 W/m^2K$.

Pred kratkim je bila zamenjana kopelit kritina z zunanjo steno, katere sestava (Porobeton in XPS debeline 10 cm) ustreza zahtevam PURES-a ($U = 0,27 W/m^2k$). V prihodnje priporočamo, da se stene izolira s cenejšim materialom (EPS, kamena volna ipd.), saj je XPS namenjen izolaciji tam kjer je ne moremo zaščititi pred neposrednim vplivom vode (izolacija podzidka, izolacija tal, zelo tlačno obremenjeni deli ipd.). Cenovno namreč XPS za enako toplotno prevodnost pomeni 4x višjo ceno kot npr. EPS.

Čeprav pred kratkim izolirana stena ustreza zahtevam PURES-a, bi jo bilo ob morebitni dodatni izolaciji preostalih sten tudi potrebno izolirati saj bi drugače imeli zob na fasadi. Kot rečeno pa to ni ekonomsko najbolj smiseln ukrep in ga priporočamo le če bi bila potrebna obnova fasade.

Tla v kleti imajo med dvema PVC folijama pod cementnim estrihom nameščene 5 cm toplotne izolacije (trenutna toplotna prehodnost $0,132 W/m^2K$, $U_{dop} = 0,35 W/m^2k$) in ustrezajo zahtevam PURES-a.

Podzidek ni izoliran in ima toplotno prehodnost $1,33 W/m^2K$. Toplotna prehodnost podzidka po izvedbi ukrepa bo $0,27 W/m^2K$.

Izolacijske plošče je potrebno sidrati (oz. lepiti v zgornjih vrstah) v osnovni nosilni zid, pri montaži pa se je potrebno držati navodil proizvajalca. V izračunu je predpostavljeno, da so toplotni mostovi odpravljeni, v praksi pa je v ta namen potrebno izolirati tudi razne izzidke, nadstreške in ostale elemente ovoja stavbe. V primeru dvorane bo predvsem potrebno ustrezno sanirati toplotni most na stiku med kritino in zunanjimi stenami.

Zaradi povečane debeline fasade bo potrebno zamenjati tudi okenske police in ustrezno izolirati špalete. Nove okenske police je potrebno ustrezno montirati (na poličnik, ne direktno na okenski okvir, kot je to včasih izvedeno).

Posebno pozornost je potrebno nameniti izvedbi podzidka in stiku med izolacijo podzidka in fasade. Potrebno je zaščititi nosilno konstrukcijo in preprečiti oz. kar se da omejiti kapilarni dvig vode in propadanje konstrukcije. Svetujemo, da se izolacija (hidro in termo) izvede vsaj 0,5 m pod nivojem tal. Na spodnji strani je potrebno izolacijske plošče odrezati pod kotom, da pri morebitnem zmrzovanju zemljine ne pride do deformacije plošč.

V investicijo je zajeta izvedba toplotne izolacije zunanjih sten objekta v skupni površini $1555 m^2$ ($40 €/m^2$) in izvedba podzidka, kjer je to ekonomsko smiselno s skupno investicijo $15.800,00 €$.

Investicija:	78.000,00	EUR
Stroški:	0	EUR/leto
Prihranek:	4.500,00	EUR/leto
Vračilna doba:	14,9	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

srednja

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

nizko

Ukrep 4: Zamenjava dotrajane notranje razsvetljave z energetsko učinkovitejšo

Eden izmed priporočljivih ukrepov za zmanjšanje porabe energije je tudi zamenjava zastarelih svetilk in sijalk. Najprej smo se osredotočili na zamenjavo fluorescentnih svetilk tipa T8 s svetilkami tipa T5. Ker je v praksi namestitev sijalk tipa T5 v svetilke tipa T8 težko izvedljiva in ne prinese bistvenih prihrankov je bolj smiselno, da se zamenja celotne svetilke. Svetilke tipa T5 z ustrezno predstikalno napravo lahko prinesejo prihranke do 30 %. Ker je investicija v nove svetilke dokaj velika (cca 80 € na svetilko) in ker je število ur, ko so svetilke v uporabi (cca 1000 h/ leto) zelo kratko, ta ukrep iz ekonomskih razlogov ni najbolj upravičen (vračilne dobe daljše od 20 let).

Razsvetljava igrišča je bila posodobljena in načrtovana s strani Petrola v letu 2014, in je zato nismo spreminjali, saj so LED reflektorji energetsko učinkovita svetila.

V investicijski oceni je zajeto:

- Zamenjava vseh svetilk T8 ; 111kom

Investicija:	8.900	EUR
Stroški:	/	EUR/leto
Prihranek:	390	EUR/leto
Vračilna doba:	22,8	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
		x	

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

nizko

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

nizko

Ukrep 5: Organizacijski in ostali manjši ukrepi

Namestitev omejevalcev pretoka na pipah

Z namestitvijo omejevalcev pretoka se zmanjša tako poraba vode kot tudi energija, ki je potrebna za njeno pripravo. Tuši so izvedeni tako, da voda teče avtomatizirano, kar je ustrezno.

Izboljšanje regulacije ogrevalnega sistema

Termostatski ventili so nameščeni na vseh ogrevalih in ustrezno nastavljeni. Vprašljiva je regulacija klimatske naprave.

Namestitev tesnil

Sproti je potrebno pregledovati in obnavljati tesnila na starejšem stavbnem pohištvu. Slabše tesnjenje je bilo vidno predvsem pri vratih, kjer prihaja do precejšnjih izgub in jih je potrebno zamenjati.

Z mehкими in organizacijskimi ukrepi lahko v stavbi prihranimo tudi več kot 5 % energije, prihranki pa so najbolj odvisni od trenutne osveščenosti uporabnikov stavbe. Organizacijski ukrepi navadno obsegajo:

- izobraževanje uporabnikov stavbe,
- ugašanje svetilk,
- kontrola odprtosti oken, vrat,
- kontrola termostatskih ventilov,
- pravilno prezračevanje,
- ekonomična raba sveže vode,
- spremljanje porabe energije.

Investicija:	15.000,00	EUR
Stroški:	/	EUR/leto
Prihranek:	2.700,00	EUR/leto
Vračilna doba:	5,5	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
x			

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

nizka

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

nizko

Ukrep 6: Nepredvideni ukrepi

Jasno je, da vseh manjših pomanjkljivosti v stavbi ni moč enostavno odkriti, zato je dobro da zaposleni in upravniki o morebitnih pomanjkljivostih oz. mogočih ukrepih za URE obvestijo odgovorne osebe. Proces je treba izvajati stalno. V nekaterih zavodih velja dogovor, da lahko zaposleni morebitne pomanjkljivosti sporočajo tako, da jih zapišejo na list in pustijo na zato namenjenem mestu. Odgovorna oseba redno pregleduje ta priporočila in izvede ustrezne ukrepe.

Ti ukrepi se nanašajo predvsem na vzdrževanje gradnikov stavbe, saj se s tem občutno poveča življenjska doba in funkcionalnost le teh.

Investicija:	20.000,00	EUR
Stroški:	/	EUR/leto
Prihranek:	500,00	EUR/leto
Vračilna doba:	40,0	let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0 - 3 3 - 6 6 - 12 12 - 24

x			
---	--	--	--

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

visoka

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

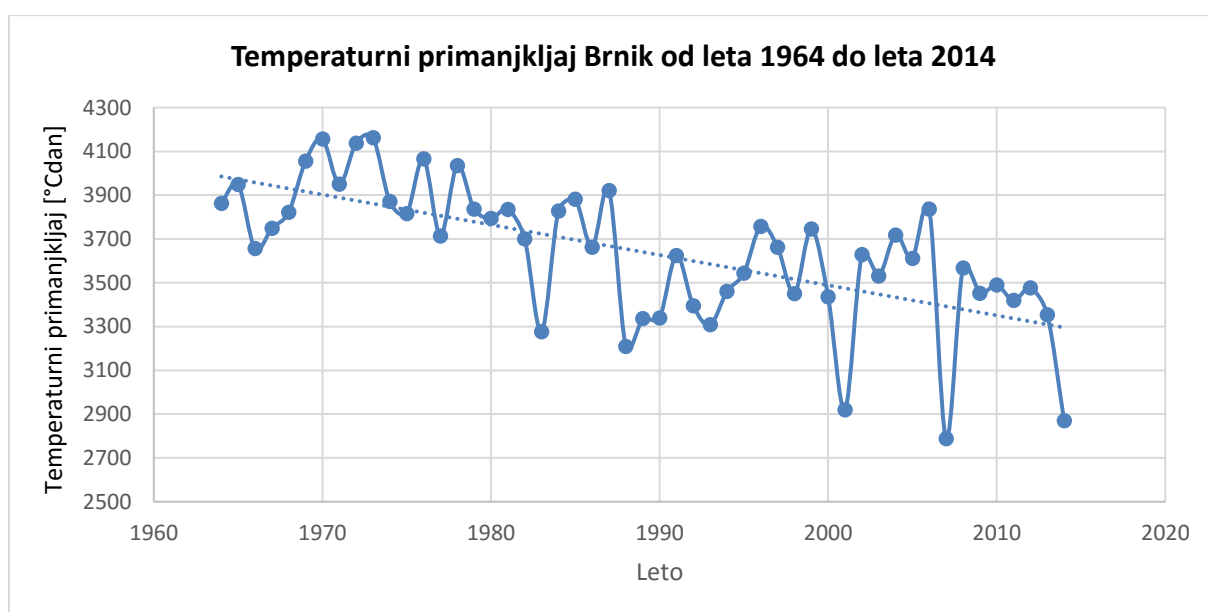
nizko

11.2. Povzetek ukrepov

V spodnji tabeli so zbrani obravnavani ukrepi za trenutno rabo energije v stavbi. Iz rezultatov je razvidno, da investiranje v nekatere ukrepe ekonomsko ni smiselno.

Spodaj izračunani prihranki energije so kot omenjeno že zgoraj izračunani na podlagi dejanske rabe toplote za ogrevanje stavbe, ki je normirana s predpisanim temperaturnim primanjkljajem za konkretno lokacijo.

Ker se podnebne razmere, cene energentov in način uporabe stavbe spreminjajo so navadno izračunani prihranki energije višji ali nižji od realnih. Kot primer spodaj navajam gibanje TP za kraj Brnik. Vidimo, da so odstopanja med posameznimi leti večja kot 30 %, kar pomeni tudi spremembo rabe toplote za približno 30 %, če pa k tem prištejemo še nihanje cen energentov pa lahko stroški za energente med leti variirajo tudi do 50 %.



Slika 85: Sprememba TP, kot eden izmed vplivov na realno rabo energije v stavbi.

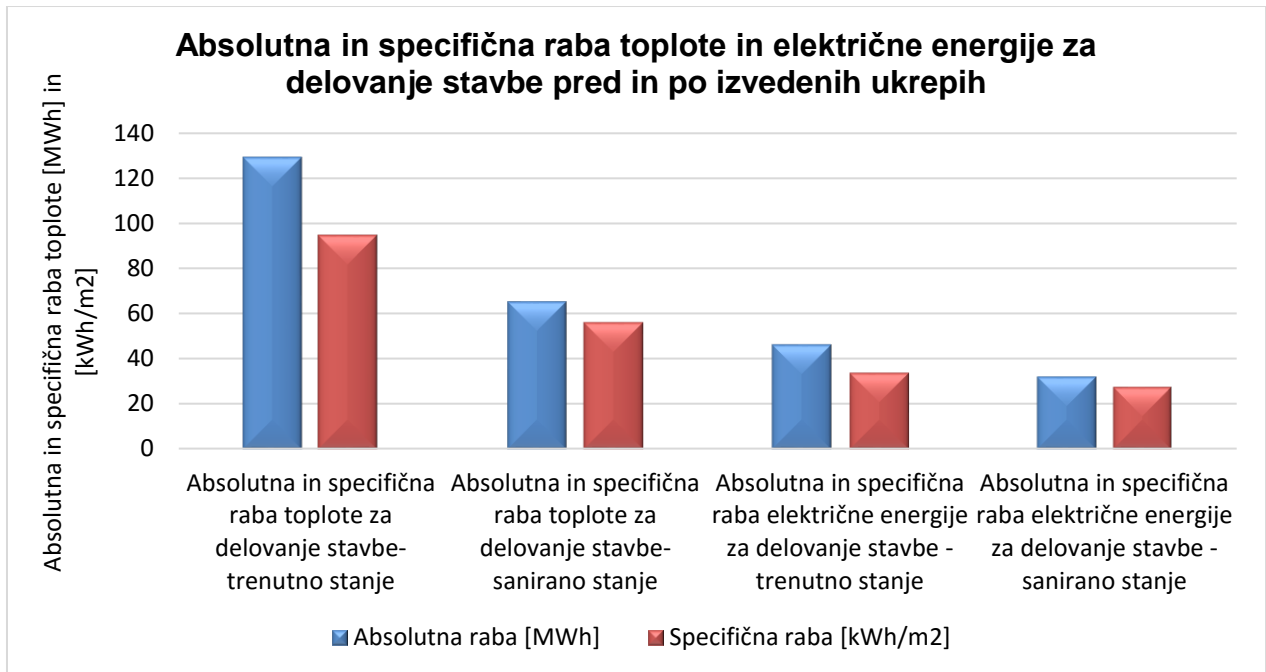
Tabela 21: Povzetek obravnavanih ukrepov OŠJA.

Št.	Naziv ukrepa	Investicija [€]	Prihrane k toplote [MWh]	Prihranek elektrike [MWh]	Prihranek stroškov [€]	Vračilna doba [let]	Čas za uvedbo [mesec]	Prioriteta	Prihranek CO2 [ton CO2/a]
1	Ukrep 1: Zamenjava stavbnega pohoštva	310.000,00	232,0	0,0	21.600,00	14,4	6-12	1	76,6
2	Ukrep 2: Izolacija fasade	86.500,00	48,5	0,0	4.500,00	19,2	6-12	1	16,0
3	Ukrep 3: Sanacija kritine	40.000,00	9,6	0,0	900,00	44,4	1-6	1	3,2
4	Ukrep 4: Dodatna izolacija podstrešja	15.800,00	33,9	0,0	3.200,00	4,9	12-24	3	11,2
5	Ukrep 5: Izvedba prezračevalnega sistema	130.000,00	87,7	-16,8	5.900,00	22,0	6-12	2	20,0
6	Ukrep 6: Zamenjava elementov ogrevalnega sistema in ureditev regulacije ogrevalnega sistema	40.000,00	82,5	4,0	8.200,00	4,9	1-6	1	29,3
7	Ukrep 7: Zamenjava dotrajanih svetilk	55.000,00	0,0	20,0	2.100,00	26,2	12-24	3	10,6
8	Ukrep 8: Organizacijski in ostali manjši ukrepi	15.000,00	29,1	0,0	2.700,00	5,6	1-6	1	9,6
9	Ukrep 9 : Nepredvideni ukrepi	40.000,00	19,2	0,0	1.800,00	22,2	6-12	2	
Skupaj		732.300,00	542,48	7,18	50.900,00	14,4			176,5

Tabela 22: Povzetek obravnavanih ukrepov – ŠDP.

Št.	Naziv ukrepa	Investicija [€]	Prihrane k toplote [MWh]	Prihranek elektrike [MWh]	Prihranek stroškov [€]	Vračilna doba [let]	Čas za uvedbo [mesec]	Prioriteta	Prihranek CO2 [ton CO2/a]
1	Ukrep 1: Zamenjava prezračevalnega sistema	90.000,00	84,8	0,00	8.500,00	10,6	6-12	1	28,0
2	Ukrep 2: Zamenjava stavbnega pohištva	59.000,00	37,3	0,00	3700,00	15,9	po 24	2	12,3
3	Ukrep 3: Dodatna izolacija fasade in podzidka	78.000,00	45,2	0,00	4.500,00	17,3	po 24	3	14,9
4	Ukrep 4: Posodobitev razsvetljave	8.900,00	0,00	3,1	390,00	22,8	po 24	3	1,6
5	Ukrep 5: Organizacijski ukrepi	15.000,00	15,2	0,00	1.500,00	10,0	0-6	1	5,0
6	Ukrep 6: Nepredvideni ukrepi	20.000,00	5,2	0,00	500,00	40,0	12-24	2	1,7
Skupaj		270.900,00	187,65	3,11	19090,00	14,2			63,6

V spodnjem diagramu je prikazana absolutna in specifična normirana raba toplote in električne energije glede na zgoraj omenjene predpostavke. Absolutni prihranki toplote so večji od specifičnih, ker se pri saniranem stanju zmanjša kondicionirana (ogrevana) površina stavbe (brez površine kleti).



Slika 86: Potrebna toplota za ogrevanje stavbe, poraba električne energije in pripadajoča energijska števila za trenutno stanje objekta in stanje objekta po sanaciji (modro – raba energije, rdeče – energijska števila).

11.3. Ekološka presoja ukrepov in vpliv na bivalno ugodje

Izvedeni ukrepi bodo vplivali na zmanjšanje emisij CO₂. Natančnejši izračuni so podani v zgornji tabeli. Potrebno se je zavedati, da so pomembne tudi emisije ostalih snovi (CO, NO_x, prašni delci...) Zmanjšanje porabe energije iz naslova posameznih ukrepov je razvidno iz predhodnih tabel in poglavij.

Učinkovita raba energije (URE) in uporaba obnovljivih virov energije (OVE) sta pojma, ki sta vse bolj pogosta v vsakdanji rabi ljudi, ki se soočajo z vedno dražjimi energenti, ostrejšimi okoljskimi zahtevami in zakonodajo.

Naše potrebe po energiji se večajo, kar prinaša vedno večje izzive razvijalcem opreme in ponudnikom energije. Energijo se moramo navaditi uporabljati kot vir, ki je omejen, razen tega pa ima prevelika raba številne nezaželene posledice, tako za družbo in gospodarstvo kot za okolje.

Povečanje učinkovite rabe energije ne pomeni, da moramo opustiti dejavnosti, da bi prihranili energijo ampak, da moramo vložiti trud, da le to smotrno porabimo.

12. Viri in literatura

- Opravljen strokovni ogled objektov
- Opravljeni razgovori z uporabniki in skrbnikom objekta
- Pridobljeni podatki s strani uporabnikov objektov
- Podatki iz EK
- PURES 2010
- TSG 01-004
- Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb
- Veljaven Energetski zakon
- Metodologija izvedbe energetskega pregleda, Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana, april 2007
- Strojniški, elektro in ostali priročniki
- <http://www.arso.gov.si/>
- Katalogi opreme nameščene v stavbah