

# **RAZŠIRJENI ENERGETSKI PREGLED**

## **Osnovna šola Bičevje Ljubljana**

Splitska ulica 13, Ljubljana

Naročnik:

**Mestna občina Ljubljana, Mestni trg 1, Ljubljana**

Izdelovalec:



**Eutrip, d. o. o., Kidričeva ulica 24, Celje**

Št. projekta: 0469

Datum izdelave: november 2016

---

## PROJEKT št. 0469

Naziv projekta:	Razširjeni energetski pregled – Osnovna šola Bičevje Ljubljana
Faza projekta:	Končno poročilo
Naročnik:	 Mestna občina Ljubljana Mestni trg 1, 1000 Ljubljana
Odgovorna oseba naročnika:	Zoran Janković, župan
Kontaktna oseba naročnika	Alenka Loose, vodja Oddelka za varstvo okolja, mestna uprava MOL
Izdelovalec:	 Eutrip, d. o. o., Kidričeva ulica 24, Celje
Odgovorna oseba izdelovalca:	Primož Praper, univ. dipl. gosp. inž.
Datum izdelave:	november 2016
Vodja projekta:	Primož Praper, univ. dipl. gosp. inž.
Sodelavci na projektu:	Nejc Avguštin, Iztok Topler, Blaž Šepul, Radovan Repnik, Leon Pokeržnik, Cveto Fendre, Ivan Škoflek, Dalibor Pavlovič.

---

## KAZALO VSEBINE

<b>0</b>	<b>Povzetek za poslovno določanje .....</b>	<b>9</b>
0.1	Pomen oskrbe z energijo.....	9
0.2	Struktura porabe in stroškov za energijo in vodo .....	9
0.3	Ključne ugotovitve .....	10
0.4	Možni prihranki in potrebna vlaganja .....	11
0.5	Energetski kazalniki pred in po izvedbi ukrepov.....	15
0.5.1	Energetski kazalniki pred in po izvedbi celovite skoraj nič energijske prenove–Scenarij 1.....	15
0.6	Napotki za izvedbo ukrepov.....	15
0.6.1	Organizacijski ukrepi.....	16
0.6.2	Investicijski ukrepi .....	16
0.7	Možni viri financiranja .....	17
<b>1</b>	<b>Namen in cilji energetskega pregleda .....</b>	<b>20</b>
<b>2</b>	<b>Uvod.....</b>	<b>21</b>
2.1	Splošni podatki o stavbi .....	21
2.2	Splošni podatki o upravljalcu stavbe .....	22
2.3	Splošni podatki o lastniku stavbe .....	22
2.4	Opis dejavnosti v stavbi .....	23
2.5	Razporeditev stavb in osnovni gradbeni in tehnični podatki .....	23
2.5.1	Lokacija stavbe .....	23
2.5.2	Prostorska razporeditev stavbe z označeno namembnostjo stavbe .....	25
2.5.3	Osnovni gradbeni in tehnični podatki o stavbi .....	26
2.6	Klimatski podatki za lokacijo stavbe.....	26
2.7	Skupna poraba energije in stroški .....	28
2.7.1	Poraba energentov v letu 2015 .....	28
2.7.2	Povprečna poraba energentov v referenčnem obdobju 2013–2015 .....	28
2.8	Stanje toplotnega ugodja v stavbi .....	30
2.8.1	Povzetek trenutnih meritev parametrov notranje okolja v izbranih prostorih .....	30
2.9	Izhodišča za izdelavo REP-a oz. izvedbo investicijskih ukrepov.....	31
2.9.1	Povzetek iz Lokacijske informacije za obravnavano stavbo.....	32
2.9.2	Povzetek Navodil za izvajanje operacij energetske prenove javnih stavb na podlagi OP EKP 2014–2020.....	33
2.9.3	Povzetek zahtev po izvedbi sanacije v skladu s PURES-om.....	34
<b>3</b>	<b>Shema upravljanja s stavbo.....</b>	<b>35</b>
3.1	Razmerje med naročnikom energetskega pregleda, lastnikom stavbe, uporabnikom, najemnikom in upravnikom stavbe.....	35
3.2	Shema denarnih tokov na področju obratovalnih stroškov .....	35
3.3	Shema denarnih tokov in procesa odločanja na področju investiranja v URE.....	35
3.4	Potek nadzora nad rabo energije in stroški .....	35
3.5	Motivacija za URE pri vseh udeleženi akterjih .....	36
3.6	Raven promoviranja URE .....	36
<b>4</b>	<b>Oskrba in raba energije .....</b>	<b>37</b>
4.1	Cene energetskih virov in mrzle vode .....	37
4.2	Energijsko število .....	39
4.3	Poraba toplotne energije .....	40
4.4	Poraba električne energije .....	43

4.5	Poraba mrzle vode .....	46
4.6	Zanesljivost oskrbe glede energetskih virov .....	47
4.7	Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme.....	48
<b>5</b>	<b>Pregled naprav za pretvorbo energije .....</b>	<b>49</b>
5.1	Ogrevalni sistem .....	49
5.1.1	Grelna telesa v stavbi .....	50
5.2	Sistem za oskrbo s toplo vodo.....	51
5.3	Sistem za oskrbo s hladno vodo .....	52
5.4	Elektroenergetski sistem in porabniki .....	52
5.4.1	Elektroenergetski sistem.....	53
5.4.2	Glavni porabniki električne energije v stavbi.....	54
5.4.3	Povzetek meritev porabe in kvalitete električne energije .....	54
<b>6</b>	<b>Pregled rabe končne energije .....</b>	<b>56</b>
6.1	Ovoj stavbe.....	56
6.2	Električni aparati.....	59
6.3	Razsvetljava .....	62
6.4	Priprava tople vode.....	63
6.5	Prezračevanje, hlajenje in klimatizacija.....	63
6.6	Razdelitev porabe energije .....	65
<b>7</b>	<b>Oskrba z energijo.....</b>	<b>67</b>
7.1	Revizija pogodb o dobavi energije.....	67
7.2	Električna energija .....	67
7.3	Toplotna energija.....	67
7.4	Voda .....	68
<b>8</b>	<b>Analiza energetskih tokov v stavbi .....</b>	<b>69</b>
8.1	Potrebna toplota za ogrevanje stavbe – obstoječe stanje .....	69
8.1.1	Transmisijske izgube.....	71
8.1.2	Izgube zaradi prezračevanja.....	73
8.1.3	Toplotni dobitki.....	73
8.2	Notranji toplotni viri zaradi naprav za pretvorbo energije .....	74
8.2.1	Priprava tople vode .....	74
8.2.2	Razsvetljava .....	74
8.2.3	Kuhinja.....	74
8.3	Končna energija, potrebna za delovanje .....	74
8.3.1	Proizvodnja toplote .....	74
8.3.2	Ogrevalne naprave in sistemi.....	75
8.3.3	Sistemi za razdeljevanje toplote za ogrevanje.....	75
8.3.4	Sistemi za razdeljevanje toplote.....	75
<b>9</b>	<b>Ocena energetsko varčevalnih potencialov .....</b>	<b>76</b>
9.1	Izhodišča za določitev primernih ukrepov in izračun prihrankov .....	76
9.2	Ovoj stavbe.....	77
9.2.1	Toplotna zaščita fasadnih sten .....	77
9.2.2	Ravna streha .....	78
9.2.3	Toplotna zaščita tal neogrevanega podstrešja .....	78
9.2.4	Zamenjava stavbnega pohištva (okna in vrata) .....	78
9.2.5	Toplotna zaščita tal na terenu.....	78
9.2.6	Povzetek analiziranih ukrepov na zunanjem ovoju.....	79
9.3	Prezračevalni sistem .....	79
9.4	Kuhinja.....	80

9.5	Priprava tolpe vode.....	80
9.6	Proizvodnja toplote in ogrevalni sistemi .....	81
9.7	Razsvetljava in električne naprave .....	82
9.8	Klimatizacija in hlajenje .....	83
9.9	Hladna voda.....	83
9.10	Električna energija .....	83
9.11	Izraba obnovljivih virov energije .....	84
9.11.1	Možnosti uporabe solarne energije .....	84
9.11.2	Vgradnja toplotne črpalke (TČ) .....	84
9.11.3	Ogrevanje na biomaso .....	84
9.11.4	Vgradnja SPTE.....	85
9.12	Energetsko upravljanje stavbe s pomočjo energetskega monitoringa .....	85
10	<b>Organizacijski ukrepi .....</b>	<b>88</b>
10.1	Ozaveščanje, informiranje in izobraževanje .....	89
10.2	Monitoring – energetsko upravljanje .....	90
11	<b>Ocena izvedljivosti investicijskih ukrepov .....</b>	<b>92</b>
11.1	Potrebna investicijska sredstva s prioriteto listo, izračun možnih prihrankov energije in vračilo investiranih sredstev.....	92
11.1.1	Scenarij 0: Izvedba organizacijskih ukrepov.....	92
11.1.2	Scenarij 1: Izvedba investicijskih ukrepov celovite skoraj nič-energijske prenove .....	93
11.1.3	Scenarij 2: Izvedba investicijskih ukrepov celovite energetske prenove.....	95
11.2	Ekološka presoja ukrepov in njihov vpliv na notranje okolje .....	97
11.3	Ovoj stavbe.....	97
11.4	Sistemi klimatizacije, gretja in hlajenje (sistem KGH) .....	97
11.5	Prihranki pri rabi električne energije.....	98
12	<b>Viri in literatura .....</b>	<b>99</b>

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 0.1: Povprečna letna raba energije in stroški za izbrano referenčno obdobje .....	10
Preglednica 0.2: Predlagani ukrepi po scenariju 0.....	12
Preglednica 0.3: Predlagani ukrepi po scenariju 1.....	13
Preglednica 0.4: Predlagani ukrepi po scenariju 2.....	14
Preglednica 2.1: Arhitekturno-gradbeni in tehnični podatki o stavbi.....	26
Preglednica 2.2: Osnovni klimatski podatki za obravnavano lokacijo .....	27
Preglednica 2.3: Mesečni temperaturni primanjkljaj za izbrano referenčno obdobje – Vremenska postaja Bežigrad .....	27
Preglednica 2.4: Poraba energentov, stroški in emisije CO <sup>2</sup> v letu 2015 .....	28
Preglednica 2.5: Pregled porabe in stroškov energije ter vode za izbrano referenčno obdobje .....	29
Preglednica 2.6: Pregled emisij CO <sub>2</sub> in energije po različnih kazalnikih.....	29
Preglednica 2.7: Povzetek izmerjenih izbranih parametrov notranjega okolja .....	31
Preglednica 4.1: Struktura stroška ZP za junij (levo) in december (desno) za leto 2015 .....	37
Preglednica 4.2: Tabela cen energetskih virov (brez DDV) .....	39
Preglednica 4.3: Mesečna poraba in stroški dobave ZP za odjemno mesto 01504303974 – kotlovnica .....	41
Preglednica 4.4: Mesečna poraba in stroški dobave ZP za odjemno mesto 01504303861 – kuhinja.....	41
Preglednica 4.5: Mesečna poraba in stroški električne energije.....	44
Preglednica 4.6: Mesečna poraba in stroški hladne vode .....	46

Preglednica 6.1: Zunanji ovoj stavbe – obstoječe stanje .....	58
Preglednica 6.2: Pregled večjih porabnikov električne energije – električni aparati .....	59
Preglednica 6.3: Razsvetljava tipičnih prostorov .....	62
Preglednica 6.4: Ocenjena razdelitev rabe energije .....	65
Preglednica 8.1: Rezultati izračuna gradbene fizike – obstoječe stanje .....	70
Preglednica 9.1: Izhodiščni podatki za analizo energetske varčevalnih potencialov stavbe .....	76
Preglednica 9.2: Ocena energetskih varčevalnih potencialov na zunanjem ovoju .....	79
Preglednica 9.3: Ocena energetskih varčevalnih potencialov pri prezračevanju .....	80
Preglednica 9.4: Ocena energetskih varčevalnih potencialov pri pripravi TSV .....	81
Preglednica 9.5: Ocena energetskih varčevalnih potencialov na ogrevalnem sistemu .....	82
Preglednica 9.6: Ocena energetskih varčevalnih potencialov pri prenovi razsvetljave .....	83
Preglednica 9.7: Ocena energetskih varčevalnih potencialov pri porabi električne energije .....	84
Preglednica 11.1: Predlagani ukrepi po scenariju 0 .....	93
Preglednica 11.2: Predlagani ukrepi po scenariju 1 .....	94
Preglednica 11.3: Povzetek doseganja zahtev PURES pri scenariju 1 .....	95
Preglednica 11.4: Predlagani ukrepi po scenariju 2 .....	96
Preglednica 11.5: Pregled zmanjšanja CO <sub>2</sub> glede na različne scenarije .....	97

## KAZALO SLIK

Slika 0.1: Struktura povprečne letne rabe energije (levo) in stroškov (desno) za energijo in vodo .....	9
Slika 0.2: Primerjava energetskih kazalnikov .....	15
Slika 0.3: Postopek izvedbe posameznih ukrepov .....	17
Slika 1.1: Potek doseganja učinkovitejše rabe energije .....	20
Slika 2.1: Organizacijska struktura Javnega zavoda Osnovne šole Bičevje Ljubljana .....	23
Slika 2.2: Lokacija stavbe .....	24
Slika 2.3: Prostorska situacija stavbe .....	24
Slika 2.4: Posnetek evakuacijskega načrta – pritličje .....	25
Slika 3.1: Shema denarnih tokov .....	35
Slika 4.1: Struktura stroška električne energije za junij (levo) in december (desno) za leto 2015 za odjemno mest 2823 .....	38
Slika 4.2: Efektivna cena zemeljskega plina za ogrevanje .....	38
Slika 4.3: Efektivna cena električne energije .....	38
Slika 4.4: Efektivna cena hladne vode .....	39
Slika 4.5: Energijsko število obravnavane stavbe .....	40
Slika 4.6: Letna poraba in stroški daljinske toplote .....	42
Slika 4.7: Mesečna poraba toplotne energije za ogrevanje .....	42
Slika 4.8: Mesečna poraba toplotne energije za pripravo tople hrane .....	43
Slika 4.9: Primerjava mesečne porabe toplotne energije za ogrevanje in Tprim12 .....	43
Slika 4.10: Letna poraba in stroški električne energije .....	44
Slika 4.11: Mesečna poraba električne energije .....	45
Slika 4.12: Mesečna odjemna moč električne energije .....	45
Slika 4.13: Razmerje med VT in MT pri dobavi električne energije .....	46
Slika 4.14: Letna poraba in stroški hladne vode .....	47
Slika 4.15: Mesečna poraba hladne vode za posamezno leto .....	47
Slika 5.1: Plinski kotla UNICAL tip PREXAL P 500 nazivne toplotne moči 500 kW .....	49
Slika 5.2: Razdelilnik ogrevanja .....	49

Slika 5.3: Obtočna črpalka dvojne izvedbe GRUNDFOS UPS 40 – 60 /2F s trostopenjsko regulacijo delovanja .....	50
Slika 5.4: Tropotni regulacijski ventil z motornim pogonom.....	50
Slika 5.5: Krmilno regulacijske enote ogrevalnega sistema DANFOS .....	50
Slika 5.6: Plinomer s korektorjem tlaka in temperature .....	50
Slika 5.7: Ploščati radiator VOGL&NOOT s termostatskim ventilom .....	51
Slika 5.8: Ploščati radiator VOGL&NOOT brez termostatskega ventila .....	51
Slika 5.9: Ploščati radiator VOGL&NOOT s termostatskimi glavami so za telovadnimi blazinami .....	51
Slika 5.10: Ogrevanika sanitarne vode podjetja SIMON, d.o.o.....	52
Slika 5.11: Tropotni regulacijski ventili za regulacijo priprave TSV.....	52
Slika 5.12: Podometni WC kotliček z varčevalno tipko .....	52
Slika 5.13: Pisoarji opremljeni s senzorjem in ventilom EMV.....	52
Slika 5.14: Posnetek priključne omare z merilno garnituro .....	53
Slika 5.15: posnetek etažnega razdelilca.....	53
Slika 5.16: Posnetek obnovljenega etažnega razdelilca.....	53
Slika 5.17: Posnetek vklopnega tabloja v telovadnici .....	53
Slika 5.18: Posnetek porabnikov v kuhinji.....	54
Slika 5.19: Posnetek ostalih porabnikov .....	54
Slika 5.20: Posnetek porabnikov v pralnici.....	54
Slika 5.21: Posnetek ostalih porabnikov .....	54
Slika 5.22: Graf tedenske meritve porabljene električne energije v merjenem obdobju .....	55
Slika 6.1: Posnetek južne fasade šole .....	57
Slika 6.2: Posnetek severne fasade kuhinje .....	57
Slika 6.3: Posnetek zahodne fasade šole.....	57
Slika 6.4: Posnetek vzhodne fasade telovadnice .....	57
Slika 6.5: Posnetek severne fasade šole.....	57
Slika 6.6: Posnetek severne in zahodne fasade hiše.....	57
Slika 6.7: 3D model stavbe za izračun gradbene fizike .....	59
Slika 6.8: Struktura električne moči po porabnikih.....	60
Slika 6.9: Struktura ocenjene rabe električne energije po porabnikih .....	61
Slika 6.10: Posnetek naprav v kuhinji.....	61
Slika 6.11: Posnetek štedilnika v kuhinji .....	61
Slika 6.12: Posnetek dveh kombiniranih hranilnikov TSV z električnim grelnikom .....	62
Slika 6.13: Posnetek računalniške učilnice .....	62
Slika 6.14: Posnetek razsvetljave učilnice .....	63
Slika 6.15: Posnetek razsvetljave sanitarij.....	63
Slika 6.16: posnetek razsvetljave zbornice.....	63
Slika 6.17: Posnetek razsvetljave telovadnice .....	63
Slika 6.18: Prisilno prezračevanje sanitarij – prezračevalni ventil in kanalski ventilator .....	64
Slika 6.19: Varčevalna napa PROVENT MEDIA RBTB- D 3800 x 2400 .....	64
Slika 6.20: Aluminijaste rešetke IMP KLIMA AR-1/2 vgrajene v dovodni.....	64
Slika 6.21: Grafični prikaz porazdelitve porabe električne energije .....	65
Slika 6.22: Grafični prikaz porazdelitve porabe toplotne energije .....	66
Slika 8.1: Izračunane mesečne toplotne izgube in dobitki za obravnavano stavbo .....	70
Slika 8.2: Toplotne izgube stavbe .....	71
Slika 8.3: Primerjava izračunane in dejanske mesečne potrebne toplote za ogrevanje.....	71
Slika 8.4: Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine – neprozorne površine.....	72
Slika 8.5: Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine – neprozorne površine.....	73

Slika 9.1: Shema upravljanja po SIST EN ISO 50001 .....	87
Slika 11.1: Učinkovitost različnih načinov naravnega prezračevanja .....	93

## PRILOGE

Priloga 1: Osnovni podatki o stavbi
Priloga 2: Povzetek analiziranih scenarijev
Priloga 2.1: Organizacijski ukrepi
Priloga 2.2: Investicijski ukrepi
Priloga 3: Elaborat gradbene fizike – obstoječe stanje
Priloga 4: Elaborat gradbene fizike – scenarij 1 – celovita prenova
Priloga 5: Izkaz energijskih lastnosti stavbe – scenarij 1 – celovita prenova
Priloga 6: Poročilo o meritvah mikroklima
Priloga 7: Poročilo o meritvah kvalitete električne energije
Priloga 8: Popis razsvetljave
Priloga 9: Lokacijska informacija za parcelno številko 1831/5, k.o. Vič

## SLOVAR OKRAJŠAV

AB – armiranobetonski
ALU – aluminijast
CNS – centralni nadzorni sistem
CO <sub>2</sub> – ogljikov dioksid
DO – daljinska toplota
EE – električna energija
EPN – elektronska predstikalna naprava
EVD – enostavna vračilna doba
H' <sub>T</sub> – količnik specifičnih transmissijskih toplotnih izgub [W/m <sup>2</sup> K]
KGH – klimatizacija, gretje, hlajenje
MT – mala oz. nizka tarifa
MZI – Ministrstvo za infrastrukturo
NN – nizkonapetostni (npr. razvod, sistem)
OVE – obnovljivi viri energije
PURES 2010 – Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. list RS, št. 93/2008; spremembe: št. 47/2009, 52/2010)
PZI – projekt za izvedbo
Q <sub>NH</sub> – letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe [kWh/leto]
OŠ – osnovna šola
REP – razširjeni energetske pregled
SPTE – sočasna proizvodnja toplotne in električne energije
TČ – toplotna črpalka
TE – toplotna energija
TP – toplotna postaja
TSV – topla sanitarna voda
TV – termostatski ventili
Ur. list RS – Uradni list Republike Slovenije
URE – učinkovita raba energije
VT – visoka oz. višja tarifa



## 0 POVZETEK ZA POSLOVNO DOLOČANJE

Povzetek je napisan z namenom, da vodstvo in uporabniki na kratek in jedrnat način spoznajo vse pomembne elemente razširjenega energetskega pregleda (REP), ne da bi se morali ukvarjati z energetiko in posameznimi izračuni, ki so zajeti v pregledu. Izdelava razširjenega energetskega pregleda stavbe, ki jo uporablja javni zavod Osnovna šola Bičevje, je bila naročena s strani Mestne občine Ljubljana in izvedena po pogodbi številka C7560-16-403059 (oktober 2016) in je v skladu s Pravilnikom o metodologiji za izdelavo in vsebini energetskega pregleda (Ur. list RS, št. 41/16). Kot izhodišče za določitev ukrepov in njihovih učinkov je bilo z meritvami notranjega okolja (temperatura, relativna vlaga prostorov, osvetljenost in vsebnost CO<sub>2</sub>) ter z analizo pridobljenih podatkov najprej ugotovljeno stanje stavbe.

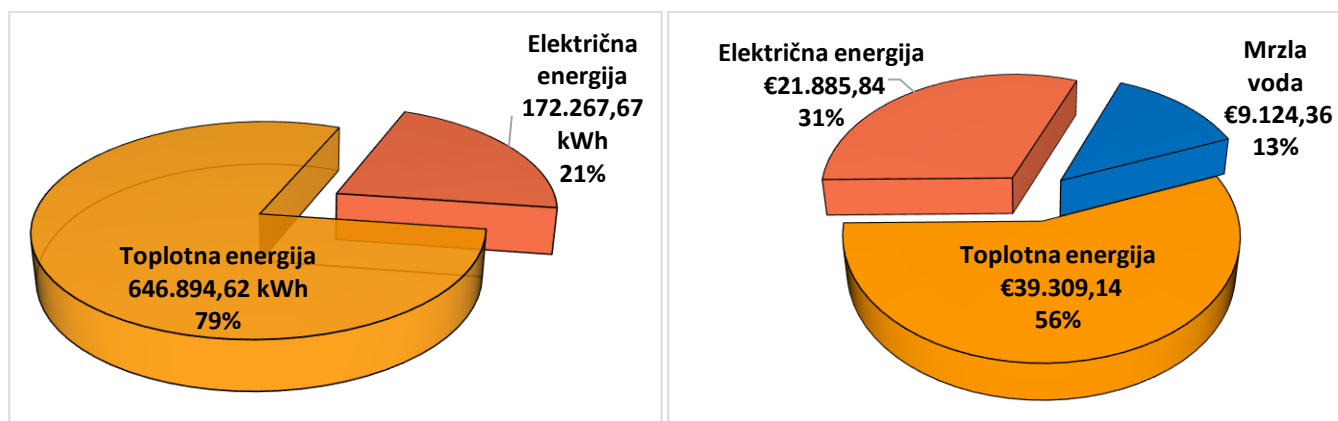
### 0.1 Pomen oskrbe z energijo

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

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

V stavbi Osnovne šole Bičevje (OŠ Bičevje) se izvaja dejavnost na področju osnovnošolskega izobraževanja splošnega tipa. Neprekinjena oskrba z energijo in vodo je ključnega pomena. V nadaljevanju je prikazana struktura rabe energije za obdobje zadnjih treh zaključenih let. Vsi predstavljeni stroški energije v poročilu REP-a se zaradi lažje primerjave med leti (julija 2013 se je spremenila stopnja DDV) navajajo brez davka na dodano vrednost (DDV). Prav tako so brez DDV podane tudi ocene investicijskih vrednosti za izvedbo predlaganih ukrepov in ocene stroškovnih prihrankov zaradi izvedbe ukrepov. Če povzamemo, so **v poročilu vse vrednosti z enoto v EUR (€) podane brez DDV**. Referenčne vrednosti za analizo obstoječega stanja in analizo predlaganih ukrepov so bile izbrane in pridobljene z računov dobaviteljev posameznih energentov in mrzle vode. **Za referenčno obdobje je bilo izbrano obdobje zadnjih treh zaključenih let, tj. celotna leta 2013, 2014 in 2015.** Posamezne referenčne vrednosti za izbrano obdobje in določitev le-teh so natančneje predstavljene v poglavju 9.1.

Slika 0.1: Struktura povprečne letne rabe energije (levo) in stroškov (desno) za energijo in vodo



Preglednica 0.1: Povprečna letna raba energije in stroški za izbrano referenčno obdobje

Povprečje za obdobje 2013–2015	Poraba energentov [kWh/leto]	Stroški energenta [€/leto]	Emisije CO <sub>2</sub> [t/leto]	Primarna energija (kWh/m <sup>2</sup> leto)	Energijsko število [kWh/m <sup>2</sup> leto]
Toplotna energija	646.894,62	39.309,14	129,38	107,01	97,28
Električna energija	172.267,67	21.885,84	84,41	64,76	25,90
Skupaj:	819.162,28	61.194,97	213,79	171,77	123,18
	Poraba [m <sup>3</sup> /leto]		Stroški [€/leto]		
Mrzla voda	2.199,33		9.124,36		
Skupaj stroški 2013–2015 [€/leto]:					70.319,34

Na podlagi kopij računov dobaviteljev energentov smo ugotovili, da stavba za delovanje porabi 79 % toplotne energije za ogrevanje prostorov, pripravo tople sanitarne vode (TSV) in pripravo hrane v kuhinji ter 21 % električne energije za razsvetljavo, kuhinjo in ostalo rabo električnih naprav. Večina sredstev za obratovanje (56 %) se porabi za toplotno energijo oz. zemeljski plin (ZP). Preostali del stroškov se porazdeli v naslednjih deležih: 31 % predstavlja električna energija in 13 % oskrba s hladno vodo iz vodovodnega omrežja.

### 0.3 Ključne ugotovitve

Ključne ugotovitve REP-a so:

- Stavba OŠ Bičevje, ki se nahaja na naslovu Splitska ulica 13, Ljubljana, uporablja za svoje delovanje oz. obratovanje dve vrsti energije: zemeljski plin (ZP) in električno energijo. ZP se uporablja za ogrevanje, pripravo TSV in pripravo toplih obrokov v kuhinji. Električna energija pa za razsvetljavo, napajanje naprav v kuhinji, prezračevanje in napajanje ostalih naprav, ki so potrebne za delovanje stavbe in izvajanje dejavnosti v stavbi.
- Poraba energije v analiziranem referenčnem obdobju je glede na starost in stanje stavbe relativno ugodna. Energijsko število (toplota + elektrika) pri primerljivih stavb znaša nad 150 kWh/m<sup>2</sup>leto.
- Po mnenju uporabnikov in pridobljenih podatkih iz meritev mikroklima ocenjujemo temperaturno ugodje v stavbi kot zadovoljivo. Režim radiatorskega ogrevanja je izveden glede na zunanjo temperaturo. Temperatura v prostorih se regulira z radiatorskimi ventili, ki pa po večini nimajo vgrajenih termostatskih glav.
- Stavba OŠ Bičevje je sestavljena iz osnovne stavbe in več prizidkov, ki so bili grajeni v različnih obdobjih. Osnovna stavba na fasadnem ovoju nima nameščene toplotne izolacije. Fasade se samo ometane z debelo slojnim cementnim ometom. Na ravni strehi je nameščene okoli 5 m toplotne izolacije, ki pa ne zadosti zahtevam PURES-a. Stavbo pohištvo na osnovni stavbi je bilo menjano pred več kot 10 leti in je energetsko neučinkovito, ocenjena toplotna prehodnost oken je večja od zahtev PURES-a.
- Zunanji ovoj prizidka telovadnice je prenovljen in tudi dosega zahteve PURES. Leta 2014 so bila zamenjana okna in vrata, namestila se je toplotna izolacija na fasado in streho.
- Notranjost prizidka kuhinje (kuhinja in jedilnica) je bil v notranjosti prenovljen leta 2014. V sklopu prenove notranjih prostorov se je na streho prizidka namestila dodatna toplotna izolacija, v debelini 15 cm. Na fasadi prizidka ni nameščene toplotne izolacije. Pri pregledu fasade smo opazili večje razpoke, ki pa so po mnenju vzdrževalca, posledica posedanja prizidka zaradi izgradnje nove poslovne stavbe v neposredni bližini šole.
- Toplotna energija se pripravlja s pomočjo dveh gorilcev, ki sta posamezno montirana na dveh kotlih na ZP, letnik izdelave 2000. Naprave kotlovnici so bile nazadnje celovito prenovljene leta 2000, električne instalacije v kotlovnici pa leta 2009. Instalacije v kotlovnici so v večini izorane, vgrajene so tristopenjske črpalke.
- Električne inštalacije, etažni razdelilci v pritličju, delu prvega nadstropja in v drugem nadstropju so bili obnovljeni leta 2008. V pritličju je bila obnovljena tudi razsvetljava. Kuhinja z jedilnico in pomožnimi prostori leta 2014. Električne instalacije bi bilo potrebno obnoviti še v delu prvega nadstropja.
- Napajalno odjemno mesto je zanesljivo, oskrba z električno energijo je popolna. Električne naprave in razdelilci NN-razvodov so vzdrževani in omogočajo normalno delovanje.

- Razsvetljava šole je relativno učinkovita. Klasičnih žarnic na žarilno nitko praktično ni. Velik delež razsvetljave predstavljajo svetilke s fluorescentnimi sijalkami s klasičnimi pred stikalnimi napravami.
- Za najprimernejše investicijsko-tehnične ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe vidimo predvsem na zunanjem ovoju (namestitev toplotne izolacije na fasado in streho) in ogrevalnem sistemu (prenova toplotne postaje in termostatski ventili).
- Na zunanjem ovoju predlagamo namestitev toplotne izolacije na fasado, kjer ta še ni nameščena oz. kjer konstrukcijski sklop ne dosega predpisane vrednosti po PURES-u. Poleg ukrepa na fasadi predlagamo še namestitev toplotne izolacije na ravno streho osnovne stavbe, saj je trenutno streha neprimerno toplotno izolirana. Zamenjava stavbnega pohištva spada med finančno manj primeren ukrep, saj je vračilna doba razmeroma dolga. Dolga vračila doba pa je posledica boljše toplotne prehodnosti obstoječih oken, napram slabšim oknom, ki so brez polnila z žlahtnim plinom.
- Za prioritetni ukrep se predlaga vgradnjo termostatskih ventilov, saj spada med stroškovno bolj ugodne, prav tako pa ima velik vpliv na doseganje optimalnih temperaturnih pogojev v prostorih. V sklopu celovite prenove, kjer se prenovi tudi zunanji ovoj, pa predlagamo še vgradnjo kondenzacijskega kotla, ki ima veliko boljše izkoristke kot pa obstoječi kotel. Najboljši izkoristek kotla je možno doseči pri nižjih temperaturnih režimih, zato je potrebno, da so transmisijske izgube čim manjše.
- Manjši vendar nezanemarljiv potencial URE v stavbi predstavlja tudi prenova elektroenergetskega sistema oz. prenova razsvetljave. Pri ogledu stavbe je bilo opaziti veliko sijalk, ki niso delovale oz. jih ni bilo vgrajenih, zato se lahko pričakuje, da bo prihranek električne energije po prenovi manjši. Manjši prihranek pri prenovi razsvetljave lahko pričakujemo tudi zaradi prenove razsvetljave v skladu s sodobnimi standardi, ki pa zaradi strožjih zahtev povečujejo delež svetilk. Z večanjem deleža svetilk in posledično tudi električne moči se zmanjšuje dejanski prihranek električne energije. Ne glede na manjši prihranek električne energije pa se bodo bistveno izboljšali delovni pogoji v stavbi, ki so bistveni za uporabnike.
- Za znižanje rabe energije je smiselno v prvi vrsti izvajati predvsem mehke (organizacijske) ukrepe, saj zahteva sistematično vplivanje na energetsko učinkovito vedenje uporabnikov najmanjše investicije in ima najkrajše vračilne dobe. Predlagani so tudi nekateri organizacijski ukrepi v navezavi z manjšimi denarnimi vlaganji, npr. izvedba energetskega monitoringa.
- Poleg uporabnikov so pomembni vidiki tudi usposabljanje tehničnega osebja ter vzpostavitev ciljnega spremljanja delovanja in vzdrževanja (načrtovanje stroškov za energijo, preventivno in investicijsko vzdrževanje). Pomembno je, da usposobljeno osebje pozna delovanje sistema na urni ravni, saj lahko v tem primeru odstopanja ugotavlja sproti, vpogled v delovanje pa je možen tudi za nazaj. Zato sta potrebni namestitev ustreznih senzorjev in merilnikov za daljinsko odčitavanje ter vzpostavitev ustreznega informacijskega sistema.

## 0.4 Možni prihranki in potrebna vlaganja

V REP-u so nakazane možnosti učinkovite rabe energije (URE) oz. zmanjšanja stroškov ogrevanja, porabe električne energije in vode. Analizirani so bili ekonomsko upravičeni ukrepi, za katere je bila ocenjena doba vračanja vloženih sredstev. Predlagani ukrepi so ločeni na organizacijske in investicijske ukrepe. Vsi predlagani ukrepi vplivajo na URE in znižanje stroškov ter se razlikujejo po dobi vračanja vloženih finančnih sredstev in po nujnosti izvajanja posameznega ukrepa.

Osnovni nabor ukrepov je bil korigiran na podlagi korespondenc z upravljalcem in lastnikom šole, tehnične rešitve pa so bile opredeljene skupaj z zunanjimi sodelavci za posamezna področja. Na ta način so bile upoštevane tudi omejitve pri izvajanju ukrepov za varčevanje z energijo in za znižanje stroškov vzdrževanja. Vrednosti in podane usmeritve investicij so okvirne, kot je to običajno na nivoju REP-a. Za natančne tehnične rešitve za posamezen ukrep je potrebna izdelava projektov za izvedbo (PZI), v okviru katerih se ukrepi podrobno obravnavajo, izdelajo se tudi natančni projektantski popisi. Projekt prenove mora poleg opisa tehničnih ukrepov vsebovati tudi opise možnih tveganj zaradi njihovega posamičnega ali medsebojnega vpliva ter navodila uporabnikom za omejevanje tveganj s preventivnimi in popravnimi ukrepi.

Z izrazom »celovita energetska prenova« označujemo usklajeno izvedbo ukrepov URE na ovoju stavbe (npr. fasada, streha, tla) in na stavbnih tehničnih sistemih (npr. ogrevanje, prezračevanje, klimatizacija, priprava tople vode) na

način, da se, kolikor je to tehnično mogoče, izkoristi ves ekonomsko upravičen potencial za energetsko prenovo. Glavna prednost celovitega pristopa je možnost medsebojne optimizacije posameznih ukrepov v eni sami obsežnejši operaciji. Poročilo REP-a vsebuje več scenarijev, ki izhajajo iz finančnih, organizacijskih in strateških zmožnosti in usmeritev investitorja.

V REP-u so obravnavani štiri scenariji:

- Ničti scenarij predstavlja ukrepe z minimalnimi stroški investicije, gre predvsem za organizacijske ukrepe.
- Prvi scenarij predstavlja celovito energetsko prenovo, kjer se zagotovi zahtevi po skoraj nič-energijski prenovi in zahtevam PURES-a ne glede na ekonomsko upravičenost.
- Drugi scenarij predstavlja celoten tehnično izvedljiv in ekonomsko upravičen potencial ukrepov v/na stavbi. To je izbrana varianta oz. paket izbranih ukrepov, ki so bili po analizi prepoznani kot najbolj upravičeni z vidika celovite energetske prenove stavbe.

**Preglednica 0.2: Predlagani ukrepi po scenariju 0**

Št.	Opis ukrepa	Možni letni prihranki				Stroški izvedbe	Vračilni rok	Prioriteta
		Toplota	Elektrika	Emisije CO <sub>2</sub>	Stroški	Skupaj		
		MWh	MWh	kg CO <sup>2</sup>	EUR	EUR	let	
ORGANIZACIJSKI UKREPI								
1.	Organizacijski ukrepi Ozaveščanje in izobraževanje Vzdrževanje	21,80	3,45	6.048	1.667	1.000 €	1	I. I. I.
SPECIFIČNI ORGANIZACIJSKI UKREPI								
2.	Monitoring + energetsko upravljanje	43,60	6,89	12.096	3.333	20.000	6	II.
SKUPAJ VSI ORG. UKREPI		65,40	10,34	18.144	5.000	21.000	4	

OPOMBA:

Vse cene so brez DDV.

Cena električne energije za leto 2015: 0,13009 €/kWh

Cena končne toplotne ener. za leto 2015: 0,05590 €/kWh

Preglednica 0.3: Predlagani ukrepi po scenariju 1

Št.	Opis ukrepa	Možni letni prihranki				Investicija	Vračilni rok	Prioriteta
		Toplota	Elektrika	Emisije CO <sub>2</sub>	Stroški	Skupaj		
		MWh	MWh	kg CO <sup>2</sup>	EUR	EUR	let	
TEHNIČNO-INVESTICIJSKI UKREPI								
0.	Ukrepi na ovoju objekta							
	Monitoring + energetsko upravljanje	9,47	6,89	5.270	1.426	20.000,00	14	I.
1.	Ukrepi na ovoju objekta							
	Namestitev toplotne izolacije na fasado – ŠOLA	106,37		21.274	5.946	113.120,00	19	I.
	Namestitev toplotne izolacije na fasado – KUHINJA	8,00		1.600	447	19.380,00	43	
	Namestitev toplotne izolacije na fasado – HIŠA in PRIZIDEK	6,27		1.254	350	17.040,00	49	
	Zamenjava PVC in lesenih oken ter steklakov z novimi PVC okni	38,89		7.779	2.174	373.450,00	172	I.
	Zamenjava vrat	7,37		1.474	412	37.000,00	90	I.
	Namestitev toplotne izolacije na ravno streho – ŠOLA	33,11		6.622	1.851	128.960,00	70	III.
	Namestitev toplotne izolacije na ravno streho – HIŠA in PRIZIDEK	3,45		690	193	9.750,00	51	
	Skupaj	203,47		40.693	11.374	698.700,00	61	
	2.	Ukrepi na strojnih sistemih						
Vgradnja kondenzacijskega kotla		81,11		16.221	4.534	45.000,00	10	I.
Vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje		13,02		2.604	728	21.440,00	29	II.
Zamenjava obtočne črpalke			7,24	3.548	942	6.400,00	7	
Vgradnja toplotne črpalke zrak/voda za pripravo TSV		26,68	-8,89	978	334	5.500,00	16	
Vgradnja centralnega prezračevalnega sistema za učilnice		102,27	-28,00	6.733	2.074	280.000,00	135	III.
Skupaj		223,07	-29,65	30.084	8.612	358.340,00	42	
3.		Ukrepi na elektro sistemih						
	Prenova razsvetljave in vgradnja senzorjev prisotnosti		29,70	14.553	3.864	70.600,00	18	I.
SKUPAJ TEH. - INV. UKREPI		436,0124	6,9355	90.601	25.275	1.147.640,00	45	

OPOMBA:

Vse cene so brez DDV.

Cena električne energije za leto 2015: 0,1301 €/kWh

Cena toplotne energije za leto 2015: 0,0559 €/kWh

Preglednica 0.4: Predlagani ukrepi po scenariju 2

Št.	Opis ukrepa	Možni letni prihranki				Investicija	Vračilni rok	Prioriteta						
		Toplota	Elektrika	Emisije CO <sub>2</sub>	Stroški	Skupaj								
		MWh	MWh	kg CO <sub>2</sub>	EUR	EUR	let							
TEHNIČNO-INVESTICIJSKI UKREPI														
1.	Ukrepi na ovoju objekta	20,34	5,77	6.894	1.887	20.000,00	11	I.						
	Monitoring + energetsko upravljanje													
1.	Ukrepi na ovoju objekta	106,37		21.274	5.946	113.120,00	19	I.						
	Namestitev toplotne izolacije na fasado – ŠOLA													
	Namestitev toplotne izolacije na fasado – KUHINJA													
	Namestitev toplotne izolacije na fasado – HIŠA in PRIZIDEK													
	Namestitev toplotne izolacije na ravno streho – ŠOLA													
	Namestitev toplotne izolacije na ravno streho – HIŠA in PRIZIDEK													
	Skupaj													
	2.								Ukrepi na ogrevalnem sistemu	92,09	0,00	18.419	5.148	45.000,00
Vgradnja kondenzacijskega kotla														
Vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje														
Zamenjava obtočne črpalke														
Vgradnja toplotne črpalke zrak/voda za pripravo TSV														
Skupaj														
3.	Ukrepi na elektro sistemih	29,70	14.553	3.864	70.600,00	18	I.							
Prenova razsvetljave in vgradnja senzorjev prisotnosti														
SKUPAJ TEH. - INV. UKREPI		311,0960	33,8155	78.788,79	21.789,32	457.190,00	21							

OPOMBA:

Vse cene so brez DDV.

Cena električne energije za leto 2015: 0,1301 €/kWh

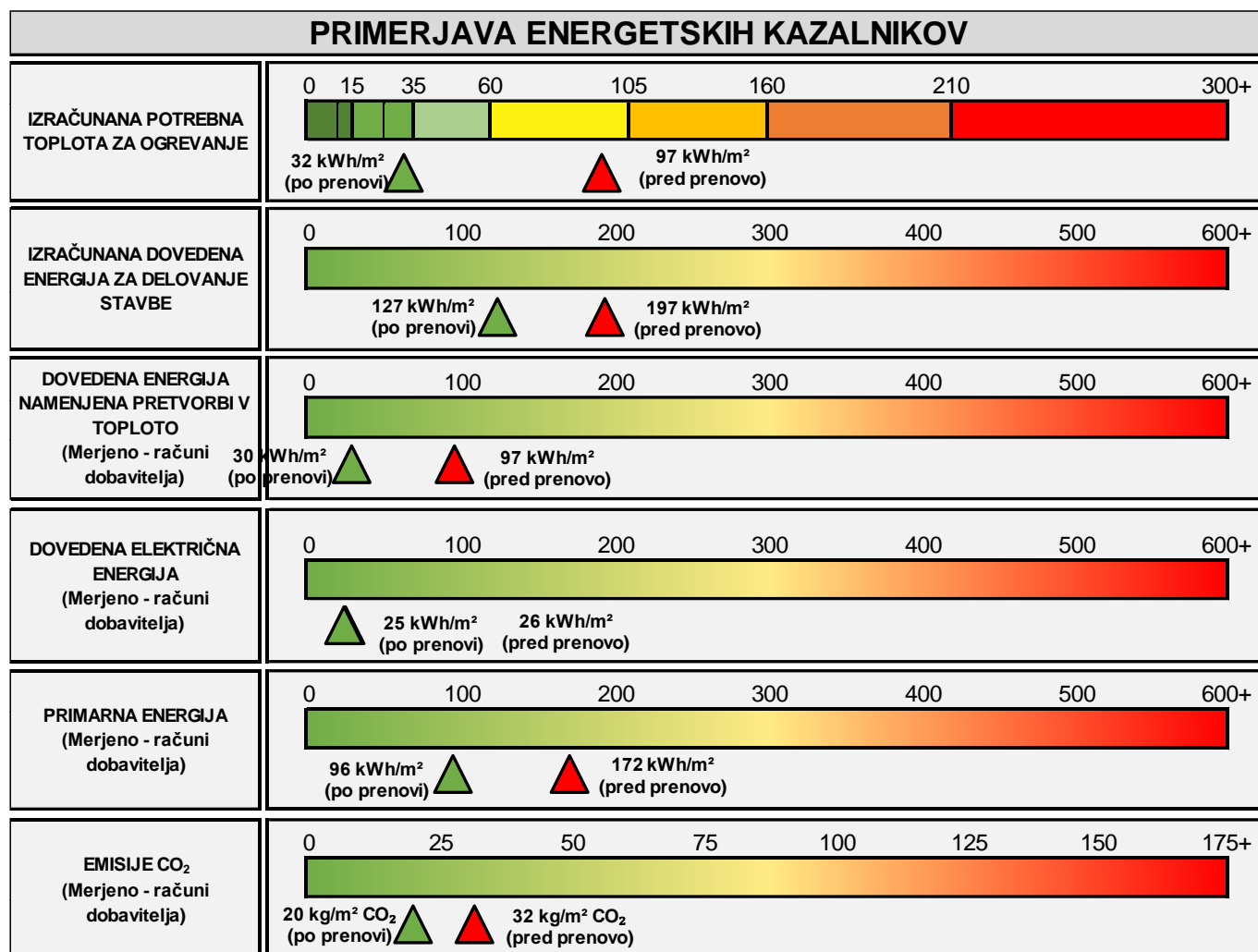
Cena toplotne energije za leto 2015: 0,0559 €/kWh

## 0.5 Energetski kazalniki pred in po izvedbi ukrepov

Javne stavbe morajo biti v skladu z Energetskim zakonom (EZ-1) in Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb opremljene z energetsko izkaznico, ki izkazuje razred, v katerega se posamezna stavba uvršča. Stavba že ima izdelano energetsko izkaznico, ta je dostopna preko spletnega mesta RS Prostorski portal.

### 0.5.1 Energetski kazalniki pred in po izvedbi celovite skoraj nič energijske prenove–Scenarij 1

Z rdečo puščico je označeno trenutno stanje stavbe, z zeleno pa stanje po energetski prenovi po Scenariju 1.



Slika 0.2: Primerjava energetskih kazalnikov

## 0.6 Napotki za izvedbo ukrepov

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

### 0.6.1 Organizacijski ukrepi

Z organizacijskimi ukrepi je možno z razmeroma nizkimi stroški prihraniti precejšno količino energije. Izvedba organizacijskih ukrepov predstavlja prvi korak k učinkoviti rabi energije v stavbah, in je osnova za vse nadaljnje investicijske ukrepe. Podrobnejši opis organizacijskih ukrepov je predstavljen v poglavju 10. Najpomembnejši organizacijski ukrepi, ki jih predlagamo, so:

- Spremljanje temperature v prostoru v času ogrevanja. Temperaturo v prostorih je potrebno redno spremljati in jo vzdrževati glede na priporočeno, ki znaša  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) – odvisno od namembnosti prostora in pravilnikov, ki veljajo za obravnavano stavbo. Za enostavno izvajanje ukrepa je potrebno v nekatere prostore vgraditi termometre.
- Uvajanje energetskega upravljanja stavbe oz. institucije. Uvajanje sistema upravljanja z energijo opredeljuje Standard ISO 50001:2011 – Sistem upravljanja z energijo. S sistemom upravljanja z energijo uporabniki nadzorujejo in učinkovito upravljajo z energijo s ciljem zmanjševanja njene rabe. Po strukturi je Standard EN 50001 podoben okoljskemu Standardu ISO 14001. Sistem upravljanja z energijo temelji na prepoznavanju in rednem pregledovanju pomembnih energetskih kazalnikov.
- Uvajanje pravilnega in nadzorovanega naravnega prezračevanja, ko večkrat za kratek čas (5 minut) intenzivno prezračimo prostor. Najbolj razširjena metoda je zračenje z odpiranjem oken. Pri tem ločimo dolgotrajno in kratkotrajno zračenje. Kot dolgotrajno zračenje ali zračenje s priprtimi okni lahko označimo odpiranje oken z zvrščanjem v polvertikalni položaj (zgoraj priprta okna), ki ostanejo priprta večino dneva ali noči. S tem načinom omogočimo 1- do 4-kratno izmenjavo zraka v prostoru. Tak način predstavlja v hladnih dneh veliko izgubo toplotne energije, potrebne za ogrevanje. Zaradi hladnejšega in manj vlažnega zraka se v prostoru hitreje znižuje relativna vlaga zraka in pospešuje gibanje prahu. Podhlajujejo se tudi površine v neposredni okolici okna. Veliko primernejše je kratkotrajno in intenzivno zračenje prostorov z odpiranjem oken. V enakomernih časovnih intervalih (npr. vsake tri ure) za kratek čas (5–10 minut) odpremo okna na stežaj. V tem času znaša izmenjava zraka med 9- in 15-krat, kar pomeni, da se celotna količina zraka zamenja v 4–8 minutah.
- Sprotno spremljanje in merjenje porabe vseh energentov. Za ta dela je potrebno določiti tehnično usposobljenega delavca (energetski upravitelj), ki bi z vso odgovornostjo izvajal monitoring in nadzor nad porabljenimi energijami, s tem pa posredno izvajal energetske upravljanje stavbe. Energetski upravitelj pripravi na koncu leta za vodstvo zavoda letno poročilo o porabi in stroških energije za preteklo leto po posameznih mesecih ter izdela okvirni načrt rabe energije. Poda tudi morebitne organizacijske in tehnično-investicijske ukrepe za prihodnje leto, s katerimi bi zmanjšali porabo energije.
- Ugašanje naprav, ko le-te niso v uporabi. V tem oziru se predlagata uporaba električnih porabnikov glede na obratovanje stavbe (izklapljanje električnih naprav ob vikendih, praznikih in kolektivnih dopustih) in redno izklapljanje električne opreme po končani uporabi.

### 0.6.2 Investicijski ukrepi

Investicijski ukrepi so običajno povezani z večjimi stroški. Glede na stroške, potrebne za izvedbo investicijskih ukrepov, lahko slednje delimo na:

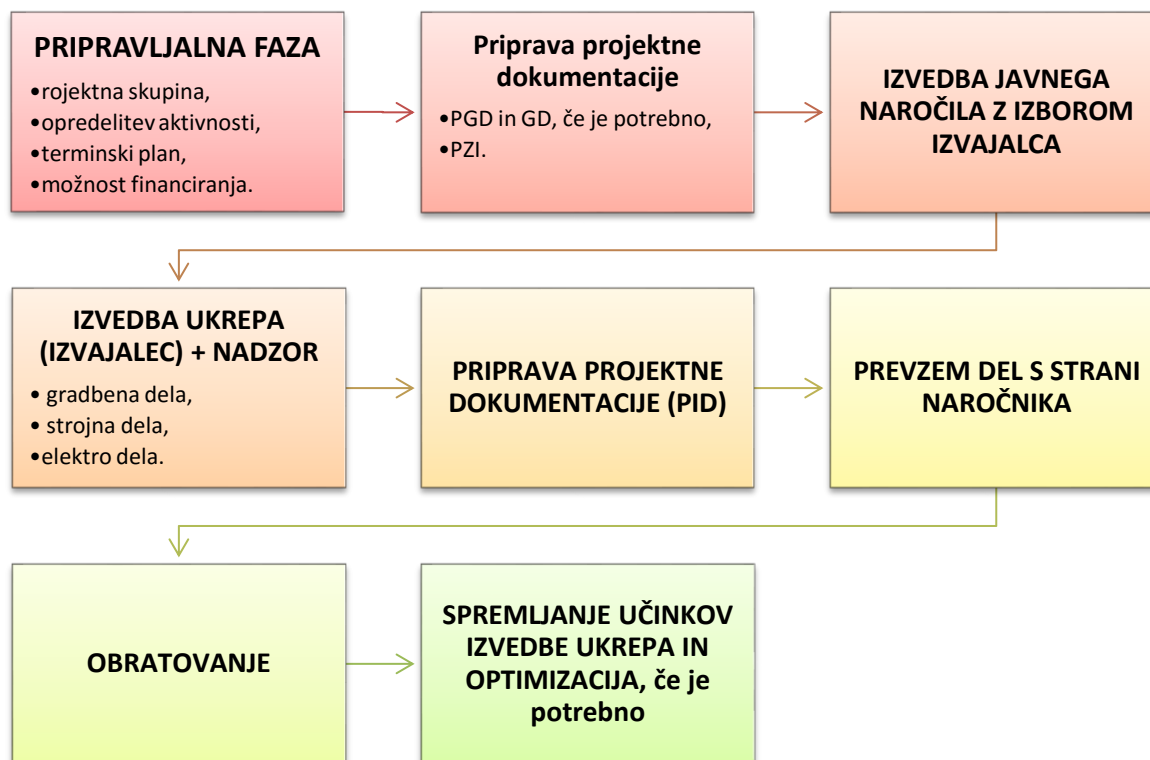
- ukrepe, ki se nanašajo na enostavnejša dela, ki jih lahko v sklopu rednih ali izrednih vzdrževalnih del opravi vzdrževalec sam (npr. zamenjava termostatskega ventila, zamenjava kotlička za splakovanje),
- ukrepe, za katere ni potrebno izdelati dodatne dokumentacije (npr. projekt za pridobitev gradbenega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

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



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

Za lažje razumevanje, kako pristopiti k izvajanju investicijskega ukrepa, so v spodnji sliki prikazani predvideni koraki za izvedbo ukrepa.



Slika 0.3: Postopek izvedbe posameznih ukrepov

## 0.7 Možni viri financiranja

Pred izvedbo tehničnih ukrepov je potrebno preučiti vse možnosti financiranja, vključno s pridobivanjem nepovratnih državnih, evropskih sredstev in nepovratnih sredstev, ki so na voljo s strani dobaviteljev energije.

Pred implementacijo ukrepov se je smiselno povezati z organizacijami, ki so specializirane na področju energetike, pridobivanja nepovratnih sredstev in inženiringa. Za implementacijo ukrepov učinkovite rabe in obnovljivih virov energije je namenjeno precej sredstev, tako na nacionalnem kot na evropskem nivoju.

Pri vsakem projektu je potrebno pred izvajanjem pregledati možnosti za pridobitev nepovratnih sredstev prek različnih razpisov v Republiki Sloveniji, možnosti črpanja sredstev iz evropskih skladov, ugodnega kreditiranja (Eko sklad) ter ostalih potencialnih virov financiranja (npr. ESCO model pogodbenišтва, javno-zasebno partnerstvo).

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

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

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

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

## I. SPLOŠNI DEL

Številni primeri iz prakse v zvezi s pripravo in realizacijo ukrepov URE kažejo na to, da se jih podjetja in ustanove lotevajo parcialno, nepovezano z ostalimi ukrepi, brez kompleksne analize celotne problematike oskrbe in rabe energije. Tak parcialni pristop lahko privede do tehnično in ekonomsko neustreznih rešitev.

Predpogoj programa za URE ustanove je REP, ki nudi vodstvu ustanove napotke za organizacijske spremembe oz. kakovostne investicijske odločitve. Njegov glavni sestavni del je predlog možnih ukrepov z določenimi prioritetami. REP je narejen skladno s Pravilnikom o metodologiji za izdelavo in vsebini energetskega pregleda (Ur. list RS, št. 41/16), Metodologijo izvedbe energetskega pregleda (Ministrstvo za infrastrukturo in prostor, Ljubljana, april 2007) in po navodilih iz Priročnika za izvajalce energetskega pregleda. Pri izdelavi REP-a smo upoštevali tudi Navodila za izvajanje operacij energetske prenove javnih stavb na podlagi OP EKP 2014–2020.

Podatki za izdelavo končnega poročila so bili zbrani s pomočjo zaposlenih na OŠ Bičevje in s pomočjo ogleda stavbe in naprav na kraju samem. Podatki o stroških za energijo so bili zbrani na osnovi računov za energetske vire za obdobje 2013–2015. Na ta način so bili zbrani podatki o porabljeni toplotni in električni energiji ter pitni vodi. Podatki o gradbenih elementih so bili pridobljeni iz obstoječe projektne dokumentacije in s pomočjo ogleda stavbe, tako da so podatki vrednosti, ki predstavljajo dejansko stanje. Na enak način so bili zbrani podatki o napravah, vgrajenih v energetski sistem, in drugi podatki, potrebni za izdelavo poročila.

Dokumentacija, ki je bila na voljo, je naslednja:

- Podatki iz E2 Manager-ja (dostop je bil omogočen s strani MOL).
- Kopije računov za električno energijo – energija (Elektro Energija, d. o. o. in HEP, d. o. o.).
- Kopije računov za električno energijo – omrežnina (Elektro Ljubljana, d. d.).
- Kopije računov za omrežnino zemeljskega plina (Energetika Ljubljana, d. o. o.).
- Kopije računov za dobavo zemeljskega plina (Energetika Ljubljana, d. o. o., in GEN-I, d.o.o.).
- Kopije računov za vodo (JP Vodovod-kanalizacija, d. o. o.).
- Obstoječe projektne dokumentacije, Osnovna šola ob Gerbičevi ulici, Načrt Statika, št. proj. 877, oktober 1964.
- Obstoječe projektne dokumentacije, Rekonstrukcija kotlarne, Načrt električnih napeljav, naprav in opreme, št. proj. 18/2000, julij 2000.
- Obstoječe projektne dokumentacije, Prenova kuhinje in tlakov jedilnice, Načrt arhitekture, Načrt gradbenih konstrukcij, št. proj. 22/12 – Faza 1, maj 2013.
- Obstoječe projektne dokumentacije, Adaptacija stavbe šolskega varstva, Osnovna šola Bičevje, Arhitektonski gradbeni del, št. proj. 1174, maj 1975.
- Obstoječe projektne dokumentacije, Telovadnica, Šola Bičevje, Arhitektonski del, št. proj. 1174, september 1969.
- Obstoječe projektne dokumentacije, Telovadnica – Šola Bičevje, Arhitektonski del, dodatni izvod, št. proj. 1174, avgust 1969.
- Poslovna poročila za Osnovno šolo Bičevje za leto 2013, 2014, 2015.
- Korespondenca (pisna ali ustna) z zaposlenimi v javnem zavodu OŠ Bičevje.

## 1 NAMEN IN CILJI ENERGETSKEGA PREGLEDA

Namen izdelave REP-a stavbe OŠ Bičevje je bila izdelava ocene energetskega varčevalnega potenciala stavbe, analiza obstoječega energetskega stanja z vidikov ogrevanja, rabe tople in hladne vode ter porabe električne energije. Z energetsko analizo se želi poiskati energetsko neučinkovita mesta in nakazati možnosti za njihovo prenovo. Na podlagi REP-a namerava investitor oz. lastnik stavbe pridobiti nepovratna sredstva za prenovo stavbe. Pregled zajema tri faze:

- posnetek obstoječega energetskega stanja stavbe (toplotna in električna energija),
- analizo stanja in
- možnosti za znižanje porabe energije in stroškov energentov.

Najpomembnejši element REP-a je analiza energetskega stanja stavbe z naborom možnih ukrepov za URE. Analiza je podrobno predstavljena v nadaljevanju poročila in v pripadajočih prilogah.

REP navedene stavbe zajema:

- analizo energetskega stanja in upravljanja z energijo,
- analizo porabe energije in njenih stroškov,
- analizo mikroklima prostorov,
- določitev nabora možnih ukrepov za URE,
- analizo izbranih ukrepov s prioriteto listo izvajanja,
- izdelavo povzetka za poslovno odločanje in njegovo predstavitev naročniku.

Cilji energetskega pregleda so sledeči:

- osveščanje, motiviranje in informiranje vseh deležnikov,
- evidentiranje ter analiza možnih ukrepov učinkovite rabe energije,
- uvajanje ciljnega spremljanja rabe energije,
- takojšnje izvajanje organizacijskih ukrepov,
- ekonomski prihranki,
- priprava podatkov za izvajanje investicijskih ukrepov.

Cilj REP-a je izdelava dokumentacije energetskega izkaza stavbe, na osnovi katerega se lahko investitor (Mestna občina Ljubljana) v sodelovanju z vodstvom OŠ Bičevje odloča za izvedbo primernih ukrepov URE in obnovljivih virov energije (OVE) v kratkoročnem, srednjeročnem in dolgoročnem obdobju. REP se pripravlja v sklopu aktivnosti priprave dokumentacije za koriščenje nepovratnih sredstev za celovito energetsko obnovo stavb v okviru kohezijske politike za obdobje 2014–2020. REP je izveden tako, da bo naročniku v največji možni meri omogočeno črpanje nepovratnih sredstev in je običajno obvezen za prijavo na posamezne razpise za dodelitev nepovratnih sredstev in izdelavo verodostojne vloge.



Slika 1.1: Potek doseganja učinkovitejše rabe energije

## 2 UVOD

Stavba OŠ Bičevje se nahaja na naslovu Splitska ulica 13, Ljubljana. Po enotni klasifikaciji CC-SI spada pod stavbe splošnega družbenega pomena, stavba za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo (CC-SI oznaka 12630).

Osnovni del stavbe, kjer se nahajajo učilnice, je bil zgrajen leta 1965. K stavbi so se kasneje prizidali še nekateri prizidki (kuhinja z jedilnico, telovadnica, povezovalni hodnik do hiše in zaklonišče). Poleg izgradnje prizidkov k stavbi, se je na stavbi izvedelo tudi že več prenovitvenih del (zamenjava oken, prenova kuhinje in jedilnice, prenova kotlovnice, prenova fasade in strehe telovadnice ...). Nosilna konstrukcija stavbe je zgrajena iz armiranobetonskih skeletnih konstrukcij in opečnatih zidov iz polne opeke in votlakov. Medetažne konstrukcije so povečini izvedene iz rebričastih stropov s polnili iz siporeksa ali votle opeke. Streha kuhinje in jedilnice je izvedena iz prefabriciranih armiranobetonskih elementov. Debelina toplotne izolacije se na različnih delih zunanje ovoja stavbe razlikuje. Na novjših delih stavbe je že nameščene nekaj cm toplotne izolacije, medtem ko na starejših delih stavbe (npr. del stavbe, kjer se nahajajo učilnice) na fasadi te sploh ni. Nekateri deli zunanje ovoja stavbe so bili pred kratkim prenovljeni in že imajo nameščeno primerno debelino toplotne izolacije. Zunanji ovoj šole pa je bil le delno prenovljen pred več 10 leti, ko so bila zamenjana okna. Po zbranih podatkih so bili v zadnjih treh letih na stavbi izvedena manjša prenovitvena dela na ovoj prizidka telovadnice, kuhinje in jedilnice ter notranjih prostorih kuhinje in jedilnice. Zadnja prenovitvena dela so se zgodila v letu 2014, ko se je na zunanji ovoj telovadnice namestila toplotna izolacija v debelini 16 cm in zamenjala še preostala dotrajana okna.

V stavbi OŠ Bičevje se izvaja vzgojna-izobraževalna dejavnost na področju osnovnošolskega izobraževanja otrok. Dejavnosti v stavbi se izvajajo med tednom od ponedeljka do petka med 6. uro zjutraj in 17. uro popoldan. Med vikendom in prazniki uporabnikov predvidoma ni v stavbi, v stavbi energetski sistemi delujejo po znižanem režimu. Skupno povprečno letno energijsko število stavbe (toplotna + električna energija), ocenjeno na podlagi pridobljenih računov za zadnja tri zaključena leta, znaša 123,18 kWh/m<sup>2</sup>.

### 2.1 Splošni podatki o stavbi

Naziv:	Osnovna šola Bičevje
Lokacija:	Splitska ulica 13, Ljubljana
CC-SI klasifikacija:	12630 Stavba za izobraževanje in znanstveno raziskovalno delo
Letnica izgradnje:	1965 (vir: Prostorski portal RS)
Letnica prenove toplotne postaje:	2000 toplotni sistem in 2009 elektro sistem (vir: zaposleni)
Letnica obnove oken:	2010 (vir: Prostorski portal RS)
Letnica prenove kuhinje in jedilnice:	2014 (vir: obstoječe projektna dokumentacija)
Letnica prenove fasade in strehe telovadnice:	2014 (vir: obstoječe projektna dokumentacija)
Koordinati:	GKY = 460560, GKX = 99645
Katastrska občina:	1723 VIČ
Parcelna številka:	1831/5
ID stavbe:	5067
Lastnik (in delež v %):	Mestna občina Ljubljana (100 % lastnik)
Upravljavalec:	Javni zavod Osnovna šola Bičevje
Uporabnik:	Osnovna šola Bičevje (zaposleni in otroci)
Kondicionirana (neto tlorisna ogrevana) površina stavbe:	6.650,00 m <sup>2</sup>
Etažnost stavbe:	delno klet (kotlovnica in hiša) , pritličje, 1. nadstropje, 2 nadstropje.

Energenti:	zemeljski plin in električna energija			
Povprečna letna poraba toplotne energije za zadnja tri leta:	646.894,62 kWh/leto			
Povprečna letna poraba električne energije za zadnja tri leta:	172.267,67 kWh/leto			
Intenzivnost uporabe stavbe:	Ob delavnikih med 5.30 in 17.00, ob vikendih in praznikih prostori niso v uporabi.			
Število zaposlenih/uporabnikov:		<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
	Št. zaposlenih	56	58	63
	Št. otrok	414	431	431
	<b>Skupaj</b>	<b>470</b>	<b>489</b>	<b>494</b>

## 2.2 Splošni podatki o upravljalcu stavbe

Naziv:	Osnovna šola Bičevje Ljubljana
Skrajšan naziv:	OŠ Bičevje Ljubljana
Naslov:	Splitska ulica 13, Ljubljana
Pravnoorganizacijska oblika:	javni zavod
Davčna številka:	43397883
Matična številka:	10062100
Telefonska številka:	01 /28 33 013, GSM: 041 339 960
Faks:	01/28 33 013
Internetni naslov:	<a href="http://www.o-bicevje.lj.edus.si/">http://www.o-bicevje.lj.edus.si/</a>
Elektronska pošta	<a href="mailto:o-bicevje.lj@guest.arnes.si">o-bicevje.lj@guest.arnes.si</a>
Družbeniki in poslovni deleži:	Mestna občina Ljubljana
Zastopniki:	Miriam Stanonik, ravnateljica in Maja Novljan, pomočnica ravnateljice

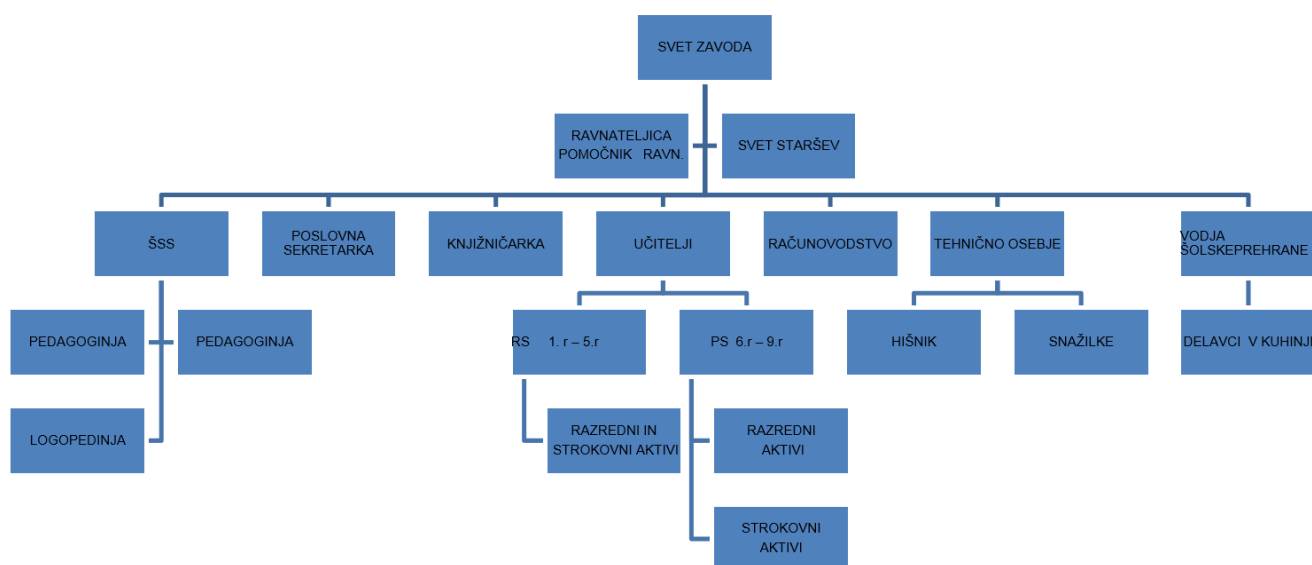
## 2.3 Splošni podatki o lastniku stavbe

Naziv:	Mestna občina Ljubljana
Skrajšan naziv:	Mestna občina Ljubljana
Naslov:	Mestni trg 1, Ljubljana
Pravnoorganizacijska oblika:	lokalne skupnosti
Glavna dejavnost:	84.110 (Splošna dej. javne uprave)
Davčna številka:	SI 67593321
Matična številka:	5874025000
Telefonska številka:	01 306 10 00
Faks:	01 306 12 14
Internetni naslov:	<a href="http://WWW.LJUBLJANA.SI">WWW.LJUBLJANA.SI</a>
Elektronska pošta:	<a href="mailto:glavna.pisarna@ljubljan.si">glavna.pisarna@ljubljan.si</a>
Zastopniki:	Zoran Janković, župan

## 2.4 Opis dejavnosti v stavbi

Osnovna šola Bičevje Ljubljana je javni vzgojno-izobraževalni zavod, ki ga je ustanovila Mestna občina Ljubljana (Ur. list RS, št. 38/2008 in št. 49/2010). Zavod izvaja dejavnost osnovnega izobraževanja splošnega tipa, oddajanje šolskih prostorov v najem, pripravo šolske prehrane za učence in organizacijo kulturnih, športnih in drugih javnih prireditev. Dejavnost zavoda je javna služba, katere izvajanje je v javnem interesu. Vzgojno-izobraževalna dejavnost poteka od 1. do 9. razreda obvezne osnovne šole. Javno veljavni vzgojno-izobraževalni program je sprejet na način in po postopku, določenim z zakonom.

Zavod vodi ravnateljica, ki je pedagoški in poslovodni organ zavoda. Pri delu ji pomaga pomočnica ravnateljice, ki opravlja naloge, ki jih določi ravnateljica in so opisane v aktu o sistemizaciji.



**Slika 2.1: Organizacijska struktura Javnega zavoda Osnovne šole Bičevje Ljubljana**

Vir: Letno poslovno poročilo za Osnovno šolo Bičevje v Ljubljani za leto 2015.

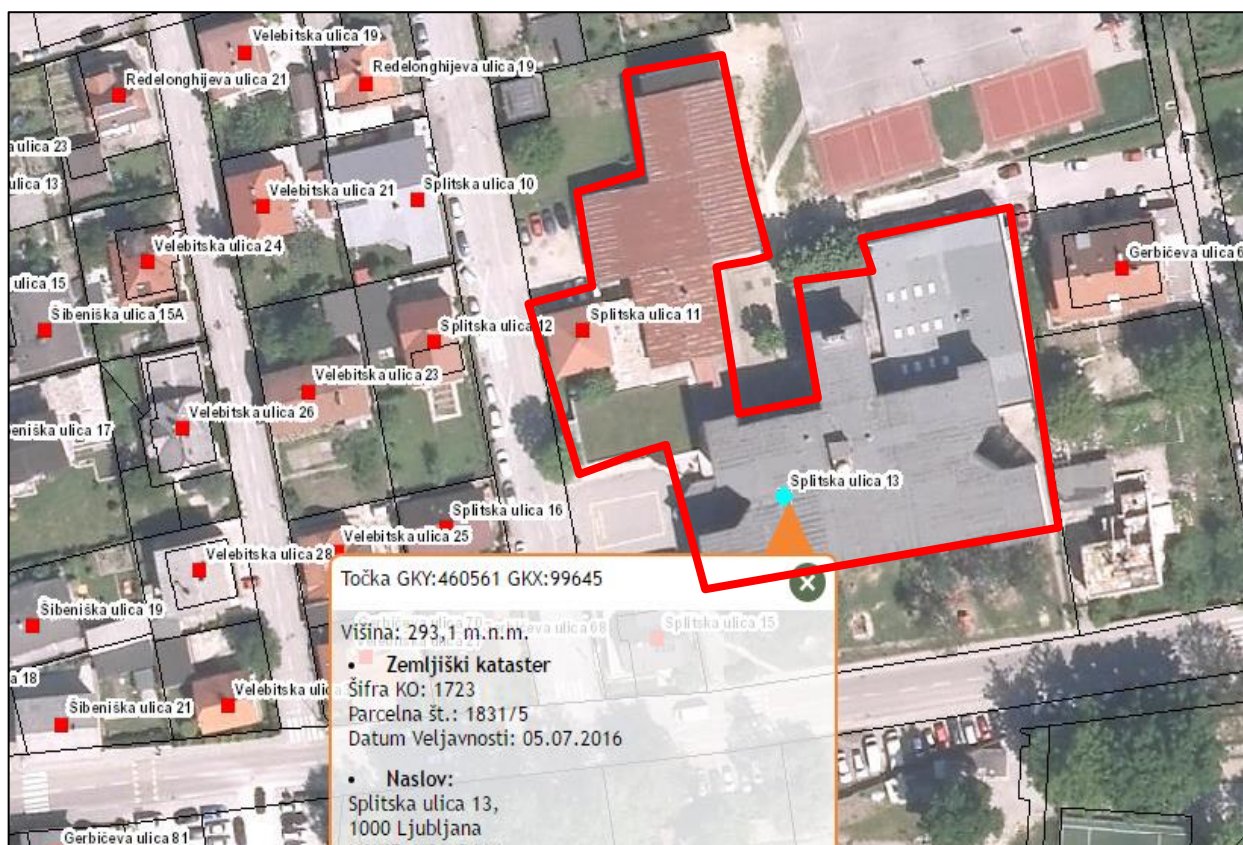
Vizija Osnovne šole Bičevje je, da šola vzgaja v duhu vrednot spoštljivega, strpnega, prijetnega sožitja otrok in odraslih, v katerem ustvarjajo pogoje za doseganje čim višjih izobraževalnih ciljev ter razvoj individualnih sposobnosti.

## 2.5 Razporeditev stavb in osnovni gradbeni in tehnični podatki

### 2.5.1 Lokacija stavbe

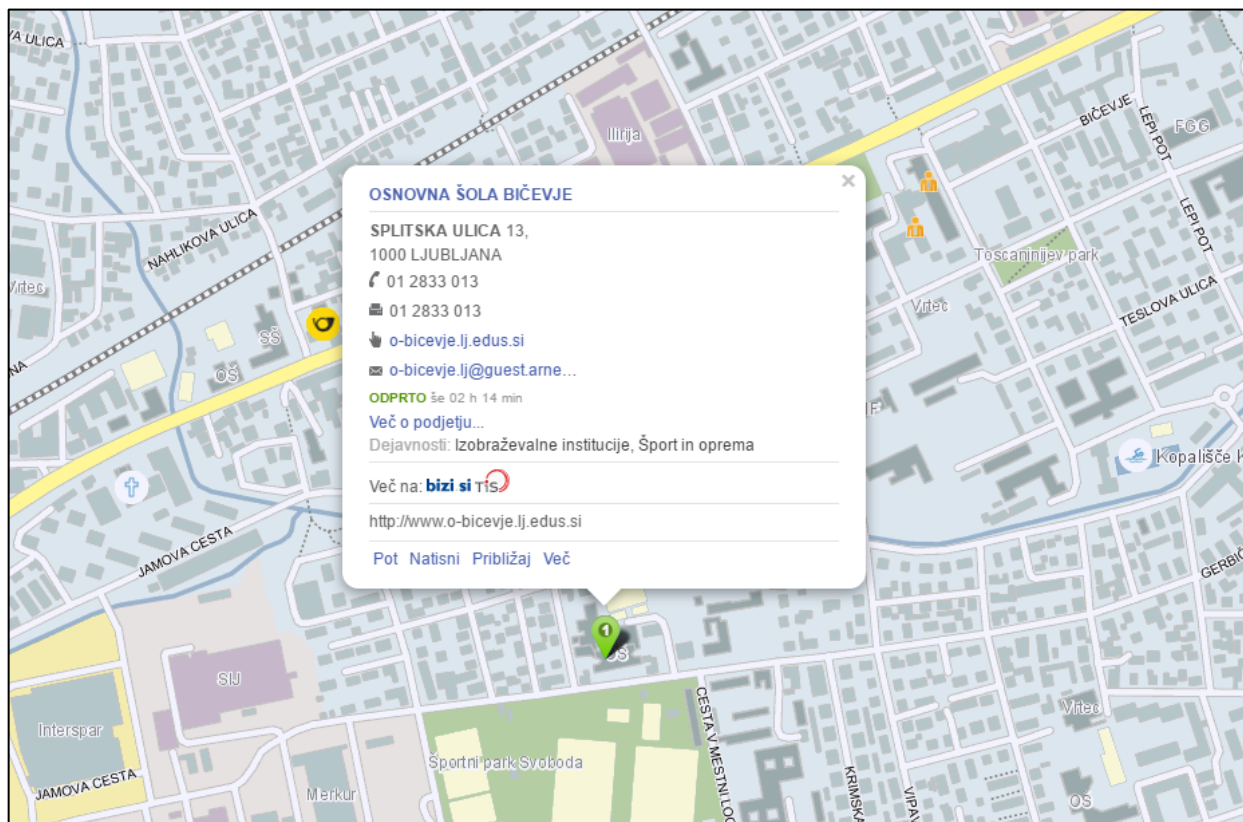
Stavba OŠ Bičevje se nahaja v glavnem mestu Slovenije, Ljubljani, natančneje v mestnem predelu Vič. Stavba je locirana na naslovu Splitska ulica 13; nahaja se v neposredni bližini športnega parka Svoboda, ob Gerbičevi ulici. V okolici stavbe se nahajajo manjše stanovanjske stavbe, zato obravnavana stavba po višini nekoliko odstopa od ostalih stavb. Poleg stavbe OŠ se je v času ogleda stavbe gradil poslovno-stanovanjski kompleks, ki bo približno enake višine kot obravnavana stavba. Lokacija stavbe je predstavljena tudi na slikah v nadaljevanju.





**Slika 2.2: Lokacija stavbe**

Vir: Atlas okolja, Agencija Republike Slovenije za okolje: Splitska ulica 13, Ljubljana. Dostopno na: [http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas\\_Okolja\\_AXL@Arso](http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso), 24. 10. 2016.



**Slika 2.3: Prostorska situacija stavbe**

Vir: Zemljevid najdi.si: Splitska ulica 13, Ljubljana. Dostopno na: <http://zemljevid.najdi.si/najdi/splitska%20ulica%2013>, 24. 10. 2016.



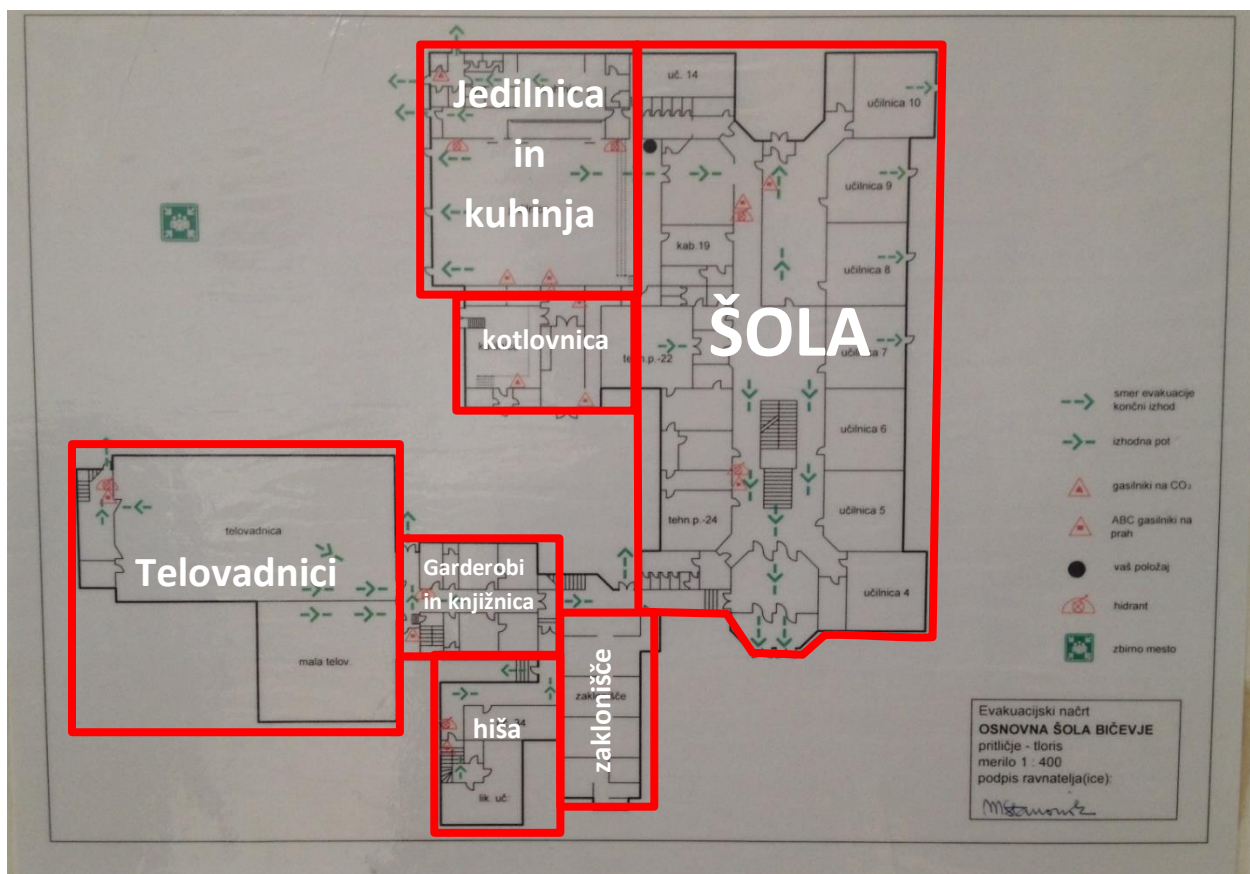
## 2.5.2 Prostorska razporeditev stavbe z označeno namembnostjo stavbe

Osnova za razmejitev prostorov stavbe in določitev neto ogrevanih površin so bili posredovana obstoječa dokumentacija, informacije uporabnikov in ogled stavbe na terenu. Navedene dimenzije v projektni dokumentaciji smo preverili s terenskimi izmerami, ki pa niso odstopale za več kot 5 %. Dimenzije, površine in ostale karakteristike kompleksa stavbe smo večinoma povzeli iz obstoječe projektne dokumentacije oz. iz popisa površin upravljalca stavbe – OŠ Bičevje.

S terenskih izmer, analiz in uporabljenih virov podatkov je ugotovljeno, da znaša neto ogrevana (kondicionirana) površina stavbe 6.650 m<sup>2</sup>, pri kateri so upoštevane vse neto tlorisne površine (uporabna površina, tehnična površina in komunikacijska površina), ki se neposredno ogrevajo.

Celotno stavbo lahko razdelimo na več delov, ki so bili grajeni v različnih časih. Razdelitev stavbe je prikazana na sliki v nadaljevanju. Del stavbe (Šola), kjer se nahaja večina učilnic, je zgrajena v treh etažah (pritličje, 1. nadstropje in 2. nadstropje), prizidek Kuhinja in jedilnica je pritlične montažne izvedbe. Starejša hiša, ki je priključena k osnovni šoli s širšim pritličnim hodnikom je zgrajena v štirih etažah (klet, pritličje, nadstropje in neogrevana mansarda). Prizidek telovadnice in knjižnice je deloma zgrajen v dveh etažah, deloma pa v eni pritlični etaži. Obe telovadnici sta pritlične izvedbe, medtem ko je del prizidka, kjer se nahajajo garderobe in knjižnica zgrajen v dveh etažah (pritličje in nadstropje).

Osnovna šola ima poleg klasičnih učilnic še specializirane učilnice: računalniško učilnico, učilnico za tehnični pouk, šolsko knjižnico, večnamenski prostor, večjo telovadnico, manjšo telovadnico in zunanje igrišče. V centralni šolski kuhinji pripravljajo obroke za potrebe osnovne šole, zato imajo učenci možnost naročila dopoldanske, popoldanske malice in kosila. V šolskih prostorih se izvajajo predšolska vzgoja, osnovnošolsko izobraževanje za razredno in predmetno stopnjo ter interesne dejavnosti. V šolskem objektu so poleg vseh zgoraj naštetih prostorov še kabineti, sanitarije, prostori vodstva šole, zbornica, avle, kotlovnica in ostali pomožni prostori za delovanje šole.



Slika 2.4: Posnetek evakuacijskega načrta – pritličje

Vir: lastni vir.

### 2.5.3 Osnovni gradbeni in tehnični podatki o stavbi

Preglednica 2.1: Arhitekturno-gradbeni in tehnični podatki o stavbi

Tip podatka	Podatek	Vir podatka
Leto izgradnje	1965	Prostorski portal RS
Leto prenove kotlovnice	2009	Prostorski portal RS
Leto prenove kuhinje in jedilnice	2013	zaposleni
Leto prenove fasade in strehe telovadnice	2014	zaposleni
Število etaž	4	ogled stavbe
Višina nadstropja	Svetla višina v učilnicah je 3,8 m. Maksimalna svetla višina v telovadnici je okoli 6 m.	obstoječa dokumentacija
Najvišja višina objekta	13 m	Prostorski portal RS
Tlorisna velikost stavbe v stiku z zemljiščem	3.589 m <sup>2</sup>	Prostorski portal RS
Uporabna površina	3.084,1 m <sup>2</sup>	Prostorski portal RS
Neto površina	6.650 m <sup>2</sup>	zaposleni
Kondicionirana površina	6.650 m <sup>2</sup>	zaposleni
Prostornina bruto	29.595,03 m <sup>3</sup>	gradbena fizika
Prostornina neto	23.676,02 m <sup>3</sup>	gradbena fizika
Površina toplotnega ovoja	11.351,04 m <sup>2</sup>	gradbena fizika
Površina fasade	2.986,74 m <sup>2</sup>	gradbena fizika
Površina streh	3.339,51 m <sup>2</sup>	gradbena fizika
Površina zunanjega stavbnega pohištva (okna in vrata)	1.406,93 m <sup>2</sup>	gradbena fizika
Tip nosilne konstrukcije	armiranobetonska konstrukcija, zidane konstrukcije iz polne in votle opeke	gradbena fizika
Debelina zunanjih sten	27,7 cm	gradbena fizika
Debelina izolacije v fasadi	0–16 cm	gradbena fizika
Debelina izolacije v tleh neogrevanega podstrešja	38–54 cm	gradbena fizika
Tip stavbnega pohištva	Lesena in PVC okna z dvoslojno zasteklitvijo, PVC okna z energetsko troslojno zasteklitvijo, ALU okna za energetsko dvoslojno zasteklitvijo, ALU vrata z dvoslojno zasteklitvijo, železna vrata – toplotna postaja, steklaki – steklene prizme.	gradbena fizika

## 2.6 Klimatski podatki za lokacijo stavbe

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

Letni temperaturni primanjkljaj TP12/20 (Tprim12) je podatek, ki poda klimatske pogoje kraja. Temperaturni primanjkljaj je vsota dnevni razlik temperature med 20 °C in zunanjo dnevno povprečno temperaturo zraka za tiste dni od 1. januarja do 31. decembra, ko je dnevna povprečna temperatura nižja ali enaka 12°C. Dnevna povprečna temperatura je za prag 12 °C izračunana iz treh izmerkov, in sicer ob 7., 14. in 21. uri po sončnem času.

V preglednici v nadaljevanju so podani osnovni klimatski podatki za vremensko postajo Ljubljana Bežigrad, ki je najbližja obravnavani stavbi in za katero so bili na voljo vsi predstavljeni klimatski podatki.

Preglednica 2.2: Osnovni klimatski podatki za obravnavano lokacijo

Tip podatka		Podatek	Enota	Vir podatka
Število ogrevalnih dni		236	dni	Agencija RS za okolje – podatki PURES-a (dostopno dne 12. 10. 2016 na povezavi: <a href="http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/pravilnik-ucinkoviti-rabi-energije/">http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/pravilnik-ucinkoviti-rabi-energije/</a> ).
Projektni temperaturni presežek – hlajenje		123	dni	
Projektni temperaturni primanjkljaj – ogrevanje		3300	Kdni	
Projektna temperatura		-13	°C	
Povprečna letna temperatura zunanjega zraka		9,5	°C	
Povprečna letna relativna vlažnost zunanjega zraka		77,8	%	
Energija sevanja		1.121	kWh/m <sup>2</sup>	
Dejanski temperaturni primanjkljaj – Ljubljana	2013	2855,9	Kdni	Podatki za vremensko postajo Ljubljana Bežigrad (dostopno dne 12. 10. 2016 na povezavi: <a href="http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by_variable/cooling-heating-degree-days_192-podnebna.txt">http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by_variable/cooling-heating-degree-days_192-podnebna.txt</a> ).
	2014	2182,3	Kdni	
	2015	2745,9	Kdni	
	povprečje	2594,7	Kdni	

V klimatskem pogledu spada obravnavano območje v zmerno celinsko podnebje. Na obravnavanem območju znaša povprečna letna temperatura zraka od 8 do 10 °C, januarska temperatura pa med -2 in 0 °C. Ogrevalna sezona je v povprečju dolga med 230 in 240 dnevi. Povprečni temperaturni primanjkljaj (za obdobje med letoma 1971 in 2000) znaša med 3200 in 3400 Kdan. Povprečna letna višina merjenih padavin (za obdobje med letoma 1971 in 2000) znaša med 1400 in 1500 mm. Povprečna letna hitrost vetra 10 m nad tlemi znaša med 0 in 1 m/s. Trajanje sončnega obsevanja je v povprečju dolgo:

- spomladi: 480–520 ur, poleti: 740–780 ur,
- jeseni: 360–380 ur, pozimi: 200–240 ur.

Preglednica 2.3: Mesečni temperaturni primanjkljaj za izbrano referenčno obdobje – Vremenska postaja Bežigrad

	Temperaturni primanjkljaj		
	2013	2014	2015
Januar	556,7	453,2	532,2
Februar	535,3	436,5	493,5
Marec	498,3	257,9	369,4
April	173,4	87,6	157,2
Maj	50,7	11,5	34,7
Junij	0,0	0,0	0,0
Julij	0,0	0,0	0,0
Avgust	0,0	0,0	0,0
September	36,8	9,2	17,2
Oktober	114,6	126,3	216,5
November	355,1	300,5	387,2
December	535,0	499,6	538,0
<b>Skupaj</b>	<b>2855,9</b>	<b>2182,3</b>	<b>2745,9</b>

## 2.7 Skupna poraba energije in stroški

### 2.7.1 Poraba energentov v letu 2015

V letu 2015 je stavba OŠ Bičevje porabila skupaj 840.073,72 kWh energije. Poraba toplotne energije za ogrevanje prostorov šole, pripravo TSV in pripravo hrane je znašala 661.615,72 kWh. Poraba električne energije, ki se večinoma porablja za razsvetljavo, prezračevanje, obratovanje kuhinje, obratovanje toplotne postaje in ostalih električni naprav je znašala 178.458 kWh. Obravnavana enota je v letu 2015 za delovanje porabila 2.497 m<sup>3</sup> vode.

**Preglednica 2.4: Poraba energentov, stroški in emisije CO<sub>2</sub> v letu 2015**

Vrsta energije oz. stroška	Letna poraba za leto 2015	Delež energije	Strošek	Delež Stroška	Specifični strošek
Električna energija	178.458 kWh	21,22%	23.215,14 €	32,34%	130,09 €/MWh
Toplotna energija – ogrevanje	527.524 kWh	62,73%	29.486,98 €	41,08%	55,90 €/MWh
Toplotna energija – TSV	131.881 kWh	15,68%	7.371,74 €	10,27%	55,90 €/MWh
Toplotna energija – kuhinja – za pripravo hrane	3.104 kWh	0,37%	429,58 €	0,60%	138,39 €/MWh
Hladna voda – vodovod	2.497 m <sup>3</sup>		11.274,47 €	15,71%	4.515,21 €/m <sup>3</sup>
Primarna energija	1.174.905 kWh				
Emisije CO <sub>2</sub>	219.946 kg CO <sub>2</sub>				
<b>Skupaj</b>	<b>840.967 kWh</b>	<b>100,00%</b>	<b>71.777,91 €</b>	<b>100,00%</b>	

### 2.7.2 Povprečna poraba energentov v referenčnem obdobju 2013–2015

Stavba OŠ Bičevje se trenutno oskrbuje z dvema vrstama energije:

- s toplotno energijo se s pomočjo ZP oskrbuje preko dveh lastnih kotlov v kotlovnici, ki se nahaja v pritličju poleg jedilnice. Trenutni dobavitelj energenta je Energetika Ljubljana, d. o. o., s katerim ima MOL od 22. 7. 2016 sklenjeno pogodbo oz. sporazum za dobavo zemeljskega plina.
- z električno energijo, ki jo je v letih 2013, 2014 in do junija 2015 dobavljalo podjetje Elektro energija, d. o. o., od julija 2015 naprej pa HEP energija, d. o. o.

Oskrba s hladno vodo je zagotovljena preko javnega vodovodnega omrežja. Za analizo porabe energije in vode uporabimo podatke, ki smo jih pridobili z računov dobaviteljev, ki so nam jih posredovali zaposleni v zavodu.

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

Preglednica 2.5: Pregled porabe in stroškov energije ter vode za izbrano referenčno obdobje

Vrsta energije oz. stroška	Enota	Letna poraba	Letna poraba	Letna poraba	Povprečje
		2013	2014	2015	2013–2015
Temperaturni primanjkljaj (Tprim12)	Kdni	2855,9	2182,3	2745,9	2594,7
<b>ELEKTRIČNA ENERGIJA</b>					
Stroški električne energije	€	18.755,59	23.686,78	23.215,14	21.885,84
Dobava električne energije (VT)	kWh	95.853,00	122.432,00	125.047,00	114.444,00
Dobava električne energije (MT)	kWh	54.954,00	65.106,00	53.411,00	57.823,67
Dobava električne energije (skupaj)	kWh	150.807,00	187.538,00	178.458,00	172.267,67
Specifični stroški električne energije	€/kWh	0,1244	0,1263	0,1301	7,8712
<b>TOPLOTNA ENERGIJA – OGREVANJE IN PRIRAVA TSV – zemeljski plin</b>					
Stroški toplotne energije	€	44.694,00	34.915,55	36.858,72	38.822,75
Dobava toplotne energije	kWh	693.538,00	570.465,50	659.404,50	641.075,52
Specifični stroški toplotne energije	€/kWh	0,0644	0,0612	0,0559	0,0606
<b>PLIN ZA KUHINJO</b>					
Stroški plina za kuhinjo	€	147,75	876,90	429,58	484,74
Dobava plina za kuhinjo	kWh	1.281,55	14.377,97	3.104,22	6.254,58
Specifični stroški plina za kuhinjo	€/kWh	0,1153	0,0610	0,1384	0,0775
<b>Primarna energija</b>					
Primarna električna energija	kWh	377.017,50	468.845,00	446.145,00	430.669,17
Primarna toplotna energija	kWh	764.101,91	643.327,81	728.759,59	712.063,10
Skupaj	kWh	1.141.119,41	1.112.172,81	1.174.904,59	1.142.732,27
<b>HLADNA VODA</b>					
Stroški hladne vode	€	6.610,28	9.488,34	11.274,47	9.124,36
Dobava hladne vode	m <sup>3</sup>	2.338,00	1.763,00	2.497,00	2.199,33
Specifični stroški hladne vode	€/m <sup>3</sup>	2,8273	5,3819	4,5152	4,1487

Preglednica 2.6: Pregled emisij CO<sub>2</sub> in energije po različnih kazalnikih

	Enota	2013	2014	2015	2013–2015
Emisije CO <sub>2</sub> – električna energija	kg CO <sub>2</sub>	73.895	91.894	87.444	84.411
Emisije CO <sub>2</sub> – toplotna energija	kg CO <sub>2</sub>	138.964	116.969	132.502	129.478
Energijsko število za električno energijo	kWh/m <sup>2</sup>	23	28	27	26
Energijsko število za toplotno energijo	kWh/m <sup>2</sup>	104	88	100	97
Raba električne energije na uporabnika	kWh/uporabnika	321	384	361	355
Raba toplotne energije na uporabnika	kWh/uporabnika	1.478	1.196	1.341	1.338

Pri primerjavi porabe toplotne energije za ogrevanje in toplo sanitarno vodo (zemeljski plin), je poraba najvišja leta 2013. Leta 2014 se je poraba znižala za 15,75 % glede na leto 2013. Leta 2015 se je poraba povečala za 15,59 % glede na leto 2014 in zmanjšala za 4,92 % glede na leto 2013.

Pri primerjavi porabe električne energije v letih 2013, 2014 in 2015 ugotavljamo, da se je delež porabe električne energije v letu 2014 v primerjavi z letom 2013 povečal za 27,73 %. V letu 2015 se je poraba električne energije v primerjavi z letom 2014 povečala za 2,14 %. V primerjavi z letom 2013 pa se je poraba električne leta 2015 povečala za 30,46 %.

Poraba vode je najvišja leta 2015. Leta 2014 se je v primerjavi z letom 2013 zmanjšala za 24,59 %, leta 2015 se je v primerjavi z letom 2014 povečala za 41,63 % in v primerjavi z letom 2013 za 6,80 %.

## 2.8 Stanje toplotnega ugodja v stavbi

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

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

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

- Temperatura zraka:
  - o v času brez ogrevanja med 22 °C in 26 °C, priporočljivo 23 °C do 25 °C,
  - o v času ogrevanja med 19 °C in 24 °C, priporočljivo 20 °C do 22 °C,
  - o v učilnicah, v času brez ogrevanja med 22 °C in 27 °C,
  - o v učilnicah, v času ogrevanja med 19 °C in 25 °C,
- Relativna zračna vlažnost:
  - o pri temperaturi zraka med 20 °C in 26 °C je območje dopustne relativne vlažnosti med 30 % in 70 %,
  - o v prostorih za otroke mora znašati relativna vlaga zraka med 40 % in 60 %.
- Navpična temperaturna razlika zraka med glavo in gležnji za sedečo osebo (med 0,1 m in 1,1 m nad podom) manjša od 3 K, v vseh drugih primerih manjša od 4 K.
- Priporočena srednja hitrost zraka:
  - o v času ogrevanja in hlajenja: 0,15 m/s,
  - o v ostalem času: 0,2 m/s.
- Optimalna občutena temperatura v odvisnosti od aktivnosti in obleke uporabnika prostora se določi skladno s SIST CR 1752.
- V prostorih mora biti zagotovljena takšna vlažnost zraka, da s svojim neposrednim oz. posrednim učinkom ne vpliva na ugodje in zdravje ljudi ter ne povzroči nastanka površinske kondenzacije na stenah.
- Umetna osvetlitev igralnic mora biti enakomerna in razpršena. V posameznih prostorih naj bo naslednja osvetljenost:
  - o v učilnicah 300 lx,
  - o v likovnih in tehničnih učilnicah 500 lx,
  - o vhodnih avlah 200 lx,
  - o v drugih prostorih po veljavnem standardu SIST EN 12464:2011.

### 2.8.1 Povzetek trenutnih meritev parametrov notranje okolja v izbranih prostorih

Za potrebe izdelave razširjenega energetskega pregleda (REP-a) smo izvedli meritve temperature, vlage, vsebnost CO<sub>2</sub> in osvetljenosti. Merili smo temperaturo notranjega okolja različnih karakterističnih prostorov, s čimer smo preverjali, ali ogrevalni sistem posameznim prostorom zagotavlja ustrezne pogoje notranjega okolja.

Meritve mikroklimе so informativnega značaja, opravljene so bile izključno za potrebe ocenitve toplotnega ugodja v okviru REP-a in niso namenjene uradnemu ocenjevanju delovnega okolja. Skupni prostori, v katerih so bile



izvedene meritve, so bili sistematično izbrani glede na lego, tako da smo dobili celostni pogled nad bivalnim ugodjem v stavbi.

Meritve smo pričeli izvajati v petek, 7. 10. 2016, ob 11.30 in končali v petek, 7. 10. 2016, ob 13.00. Iz spodnje preglednice je razvidno, da so bile razmere v tem časovnem obdobju ugodne za izvajanje aktivnosti, saj je znašala povprečna temperatura v času meritev v vseh prostorih nad 20 °C. Tudi trenutna temperatura v času meritev v nobenem prostoru ni padla pod mejo 20 °C. Opazili smo ustrezno stopnjo vlažnosti: povprečna relativna vlažnost je v vseh prostorih znašala med 40 in 60 %, kar predstavlja dopustno mejo za notranje prostore. Najvišja temperatura je bila izmerjena v prostoru št. 61 in je znašala 22,7 °C. Najnižja temperatura je bila izmerjena v učilnici 4 in je znašala 20,1 °C.

**Preglednica 2.7: Povzetek izmerjenih izbranih parametrov notranjega okolja**

		Zunanja temp.	Zunanja relativna zračna vlaga	Temperatura zraka v prostorih	Povprečna relativna vlažnost	Povprečna količina CO <sub>2</sub>	Povprečna osvetljenost prostorov*
<b>Zahtevane referenčne vrednosti</b>	V času ogrevanja	/	/	21–22 °C	40–60 %	1.667 ppm	učilnica 300 lx teh. učilnica 500 lx hodnik 100 lx pisarna 300 lx
	V času brez ogrevanja	/	/	22–26 °C			
<b>Izmerjene vrednosti</b>	Št. 64, dodatna strokovna pomoč	13,9 °C	53,8 %	21,4 °C	52,4 %	1.021 ppm	1.348 lx
	Št. 61, slovenski jezik			22,7 °C	43,4 %	1.020 ppm	652 lx
	Št. 70, učilnica za glasbeno umetnost			22,1 °C	50,6 %	1.483 ppm	1.052 lx
	Št. 43, nemški in slovenski jezik			21,2 °C	47,7 %	1.179 ppm	774 lx
	Učilnica 4, razred 4.A			20,1 °C	44,8 %	715 ppm	859 lx
	<b>Povprečje</b>			<b>21,5 °C</b>	<b>47,8 %</b>	<b>1.084 ppm</b>	<b>937 lx</b>

\*Zahteve povzete po standardu SIST EN 12464:2011

Pri pogovoru z uporabniki stavbe je bilo ugotovljeno, da se nekateri prostori (predvsem na južni strani stavbe) v poletnih mesecih pregrevajo, saj zunanji ovoj in stavbno pohišstvo ni primerno toplotno izolativno. Na oknih so sicer nameščena zunanja senčila, ki preprečujejo direktno sevanje sončnih žarkov na steklene površine, vendar toplota uhaja skozi slabše stavbno pohišstvo. Prvotna, starejša okna nimajo vgrajenih tesnil med okvirjem in krilom, zato je ponekod čutiti manjši preprih skozi pripire. Po mnenju uporabnikov je temperaturno ugodje v zimskem času relativno dobro. Uporabniki navajajo tudi težave, ki jih običajno srečujemo tudi pri drugih podobnih stavbah: pregrevanje delov stavbe in zmanjšana vlaga v poletnih mesecih ter hladni prostori v zimskih mesecih. Pri merjenju emisij CO<sub>2</sub> nismo zabeležili večjih količin emisij CO<sub>2</sub>, predvsem od predpisanih (v primeru mehanskega prezračevanja) oz. priporočljivih.

Glede na navedeno in videno lahko bivalno ugodje ocenimo kot zadovoljivo. Največjo težavo ponekod predstavlja fasadni ovoj stavbe, predvsem zaradi slabih toplotno izolativnih karakteristik, ki so daleč od optimalnega, prav tako je problematično tudi nekatero stavbno pohišstvo, ki ne zadosti današnjim smernicam in standardom o toplotni prehodnosti (PURES).

## 2.9 Izhodišča za izdelavo REP-a oz. izvedbo investicijskih ukrepov

Pri izdelavi energetskega pregleda so bila upoštevana tudi Navodila za izvajanje operacij energetske prenove javnih stavb na podlagi OP EKP 2014–2020, ki podajajo dodatna navodila in zahteve, ki jih je potrebno upoštevati pri izdelavi energetskega pregleda v primeru, da investitor namerava kandidirati oz. pridobiti nepovratna sredstva na

javnem razpisu za energetsko prenovo stavb v okviru »Operativnega programa Evropske kohezijske politike za obdobje 2014–2020«.

### 2.9.1 Povzetek iz Lokacijske informacije za obravnavano stavbo

Za predmetno parcelo/parcele velja:

- Veljavni prostorski akti na območju zemljiške parcele so:
  - o Odlok o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – strateški del (Ur. list RS, št. 78/10, 10/11 - DPN, 72/13 - DPN, 92/14 - DPN, 17/15 - DPN, 50/15 - DPN in 88/15 - DPN),
  - o Odlok o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – izvedbeni del (Ur. list RS, št. 78/10, 10/11 - DPN, 22/11 - popr., 43/11 - ZKZ-C, 53/12 - obv. razi., 9/13, 23/13 - popr., 72/13 - DPN, 71/14 - popr., 92/14 - DPN, 17/15 - DPN, 50/15 - DPN, 88/15 - DPN, 95/15 in 38/16 - avtentična razlaga), v nadaljevanju OPN MOL ID.
- Enota urejanja prostora (EUP) je TR-321.
- Namenska raba parcele je območje centralnih dejavnosti za vzgojo in primarno izobraževanje (CDo).
- Tip, tipi objektov je svojstvena stavba (C).
- Obveznosti priključevanja na gospodarsko javno infrastrukturo:
  - o priključitev na javni vodovodni sistem,
  - o priključitev odpadnih komunalnih vod na javni kanalizacijski sistem,
  - o priključitev na distribucijsko plinovodno omrežje, razen v primeru uporabe obnovljivih virov energije. Če plinovodno omrežje še ni zgrajeno, je dopustna začasna oskrba stavbe z utekočinjenim naftnim plinom,
  - o priključitev na elektroenergetsko omrežje.
- Dopustni posegi oz. gradnje so:
  - o gradnja novega objekta, dozidava in nadzidava objekta,
  - o rekonstrukcija objekta,
  - o odstranitev objekta,
  - o vzdrževanje objekta.
- Pri vzdrževanju objekta je treba upoštevati:
  - o namestitev sončnega zbiralnika ali sončnih celic (fotovoltaika) je dopustna na strehah (v ravnini poševne strehe) in na fasadah objektov. Pri ravni strehi je dopustno postaviti naprave v naklonu za strešnim vencem tako, da so naprave čim manj vidne. V EUP z namensko rabo IP ali IG ni omejitev za način postavitve fotonapetostnih elementov,
  - o klimatske naprave morajo biti na objektih tipov NV, V, VS in C izvedene brez zunanje enote ali tako, da zunanja enota na ulični fasadi objekta ni vidna. Namestitev klimatskih naprav je dopustna v objektu ali na balkonih stavb, na podstrešju, na ravni strehi in na dvorišni fasadi, pri novogradnjah tudi kot sestavni del oblikovane fasade. Klimatska naprava ne sme imeti motečih vplivov (hrup, vroči zrak, odtok vode) na okoliška stanovanja in prostore, v katerih se zadržujejo ljudje,
  - o požarna varnost objektov se ne sme zmanjšati,
  - o zamenjava oken in vrat je dopustna v enaki velikosti, obliki in barvi, kot je bilo določeno v gradbenem dovoljenju za stavbo ali v enotni barvi za celoten objekt,
  - o zasteklitve balkonov ter postavitve senčil, nadstreškov v atrijih in klimatskih naprav so dopustne na podlagi enotne projektne rešitve za celoten objekt,
  - o obnova fasad je dopustna v originalni barvi.

Podatki o varovanju in omejitvah po posebnih predpisih:

- Naravne nesreče / potresno nevarna območja / Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov (Ur. list RS, št. 101/2005/#0,635),
- Vode / vodovarstvena območja / III. Širše vodovarstveno območje / Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane /Ur. list RS, št. 115/07, 9/08-popr., 65/12, 93/13/ Vodarna Brest / #4669,
- Kulturna dediščina / dediščina / memorialna dediščina / Ljubljana - Doprsni kip Franca Leskoška-Luke / #22751,



- Hrup / varovanje pred hrupom / Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju / Ur. list RS, št. 105/2005, 34/2008, 109/2009, 62/2010,
- Naravne nesreče / poplavno ogrožena območja / Območje preostale nevarnosti / Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja / Ur. list RS, št. 89/2008.

## 2.9.2 Povzetek Navodil za izvajanje operacij energetske prenove javnih stavb na podlagi OP EKP 2014–2020

Za postopek izvedbe pristopa in izbire operacije za energetske prenove, ki se izvaja v skladu z navodili nosilnega posredniškega organa, se mora ustrezno oz. skladno z le-temi pripraviti tudi dokumentacija. To velja tudi za poročilo REP-a.

V kolikor želimo, da je poročilo REP-a v skladu z navodili nosilnega posredniškega organa, je potrebno v poročilu upoštevati naslednje:

- Da je REP izveden v skladu z dokumentom »Metodologija izvedbe energetskega pregleda« (Ministrstvo za okolje in prostor, april 2007) in standardom SIST EN16247 (Energetske presoje – 2. del: Stavbe).
- Energetski pregled mora upoštevati zadnje stanje stavbe in ne sme biti starejši od pet let.
- V okviru razširjenega energetskega pregleda je treba upoštevati vse relevantne pogoje, ki bi lahko vplivali na zasnovo in izvedbo investicijskih ukrepov, predlaganih v energetskem pregledu (npr. lokacijske informacije, zahteve varstva kulturne dediščine). V primeru že narejenih razširjenih energetskih pregledov se dodatni pogoji in zahteve lahko pridobijo kasneje in upoštevajo pri pripravi investicijske dokumentacije.
- Skladno z zgoraj omenjeno metodologijo in predpisanim standardom izpostavljam določene vsebinske elemente, ki jih je treba upoštevati pri izvedbi energetskega pregleda:
  - o V okviru energetskega pregleda je treba preučiti enega ali več verjetnih scenarijev z enim ali več ukrepi, med njimi tudi scenarije celovite energetske prenove stavbe, ki izpolnjujejo minimalne zahteve energetske učinkovitosti stavb, predpisane s pravilnikom, ki ureja učinkovito rabo energije v stavbi (PURES, 2010). Ker morajo biti javne stavbe zgled ostalim in ker kmalu nastopi obveza iz EZ-1, naj se upoštevajo tudi minimalne zahteve skoraj nič-energijske gradnje, kjer je to mogoče.
  - o Scenariji, ki vključujejo enega ali več ukrepov za izboljšanje energijske učinkovitosti, morajo biti vsebinsko in oblikovno predstavljeni na način, kot ga predpisuje Metodologija za predstavitev posameznih ukrepov. V zaključku je treba učinke posameznih ukrepov in scenarijev prikazati ločeno po ukrepih in po scenarijih. Izdelovalec mora pripraviti tudi primerjalno tabelo ukrepov in scenarijev z vidika upravičenosti njihove izvedbe. Izbrani najbolj optimalen scenarij celovite energetske prenove stavbe mora posebej opredeliti in upravičiti z vidika učinkov.
  - o Pri stavbah kulturne dediščine je za namen točkovanja pri izboru operacije potrebno poleg dejanskih učinkov ločeno prikazati tudi učinke izvedbe prenove oz. ukrepov, ki jih zaradi varovanja kulturne dediščine sicer ne bo možno izvesti v celoti ali delno (npr. fasada). Naveden izračun se v investicijski dokumentaciji ne obravnava.
  - o Obseg pregleda mora zajemati tehnične medsebojne vplive sistemov v stavbi ter medsebojne vplive sistemov in stavbe. Optimizacija posameznega dela na račun izključitve drugih lahko poda zavajajoče rezultate. Pri prikazu učinkov posameznih scenarijev je obvezno potrebno upoštevati soodvisnost posameznih ukrepov v okviru posameznega scenarija.
  - o V okviru izdelave pregleda je potrebno glede na obseg in cilj z uporabo gradbene fizike ustrezno analizirati potencial za prihranek energije, rezultate pa upoštevati pri predlogu oz. pripravi scenarijev z ukrepi. Analiza vrednotenja energetske učinkovitosti celotne stavbe mora biti prikazana v pregledu.
  - o Določiti je potrebno referenčno obdobje za porabo energije, ki je osnova za določitev vplivov scenarijev na prihranek energije (na osnovi dejanskega stanja stavbe).
  - o V okviru vsaj zadnjih treh let (za nove REP-e) oziroma treh let (za obstoječe REP-e) obratovanja stavbe je treba določiti relevantne temperaturne primanjkljaje za lokacijo stavbe in za posamezno obravnavano leto določiti (privzeti) tudi dejanski letni temperaturni primanjkljaj.

- V energetskem pregledu je potrebno predstaviti vse podatke, ki so osnova za izračun prihrankov in predloge scenarijev (investicijske vrednosti, vračilne dobe, prihranke emisij toplogrednih plinov itd.), ki so po analizi prepoznani kot upravičeni z vidika celovite energetske prenove stavbe.
- Poročilo naj vključuje tudi priporočila za prihodnje metode merjenja in preverjanja ukrepov, s katerimi skušamo doseči prihrankov energije.
- Pri predstavitvi organizacijskih in investicijskih ukrepov je potrebno prikazati način izračuna prihrankov energije, in sicer z upoštevanjem dejanskega stanja stavbe in stroškov, ter predstaviti sestavo investicijskega ukrepa z grobim popisom glavnih sklopov opreme in materiala.

### **2.9.3 Povzetek zahtev po izvedbi sanacije v skladu s PURES-om**

Minimalne zahteve glede energetske učinkovitosti v stavbah so v slovenski zakonodaji določene v Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. list RS, št. 52/10, v nadaljevanju PURES, 2010). Pri izdelavi REP-a oz. predlogov energetske prenove stavbe je bila upoštevana tudi ključna zahteva Ministrstva za infrastrukturo (MZI), da se pri analiziranju predlaganih ukrepov zadosti tudi zahtevam PURES-a (2010). Omenjeni pravilnik določa predvsem zahteve oz. zaveze, ki jih je potrebno upoštevati pri načrtovanju in prenovi stavb. Podane so zahteve glede mejnih vrednosti elementov učinkovite rabe energije v stavbah, dopustne toplotne prehodnosti posameznih gradbenih elementov in sklopov, načinov pasivnega zmanjševanja pregrevanja zaradi sončnega obsevanja, sestava gradbenih konstrukcij, pri katerih ne bo prišlo do poškodb ali drugih škodljivih vplivov zaradi difuzijskega prehoda vodne pare, ravni in tehničnih rešitev primerne zrakotesnosti stavbe, energijskih lastnosti generatorjev toplote, projektnih temperatur ogrevalnega sistema, načinov uravnoteženja in regulacije sistema ogrevanja, energijskih lastnosti klimatskih naprav in sistemov, načrtovanja in izvedbe cevovodnega razvoda hlajenja stavbe, načina regulacije sistema klimatizacije, ravni potrebnega vračanja toplote odtočnega zraka, elementov zagotavljanja učinkovite priprave tople pitne vode, načrtovanja in izvedbe hranilnika ter cevovodnega razvoda tople pitne vode, energijskih lastnosti elementov razsvetljave ter določa stavbe oz. njihove dele, v katerih je treba razsvetljavo regulirati v odvisnosti od dnevne svetlobe ter prisotnosti uporabnikov. Pri analizi ukrepov za zagotavljanje učinkovite rabe energije se je upoštevalo, da so praviloma medsebojno povezani in njihov končni učinek ni obravnavan izključno na podlagi analize posameznega ukrepa, ampak z upoštevanjem rezultatov celotnega izbranega koncepta učinkovite rabe energije. Pri izbiri ukrepov skladno s PURES-om (2010) oz. tehničnim delom pravilnika, tehnično smernico TSG-1-004:2010 in njihovem kombiniranju z različnimi ukrepi je v REP-u poskrbljeno za njihovo medsebojno usklajenost.

### 3 SHEMA UPRAVLJANJA S STAVBO

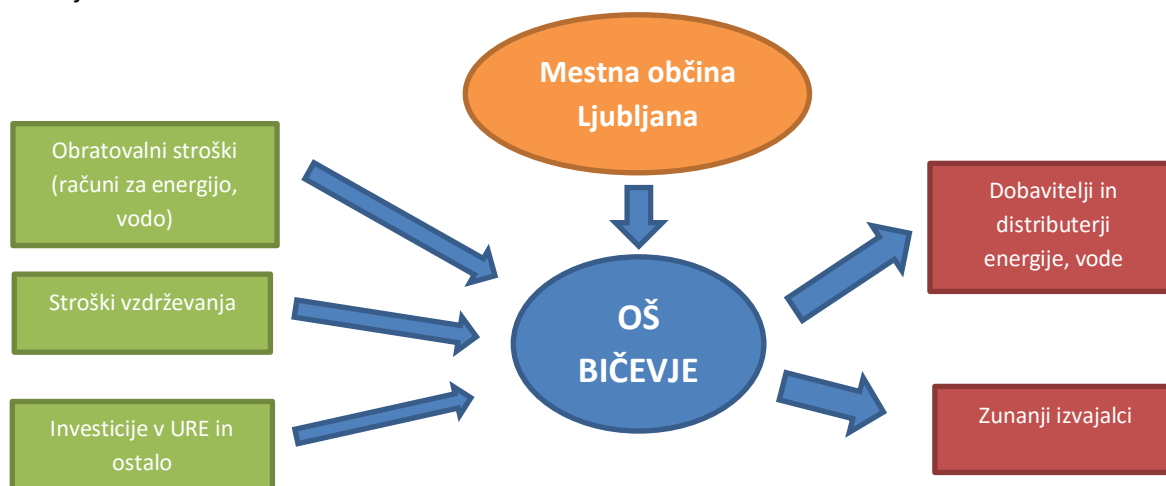
#### 3.1 Razmerje med naročnikom energetskega pregleda, lastnikom stavbe, uporabnikom, najemnikom in upravnikom stavbe

Razmerja med naročnikom energetskega pregleda, lastnikom stavbe, uporabnikom in upravnikom stavbe so naslednja:

*Ustanoviteljica* osnovne šole je Mestna občina Ljubljana, ki ima sedež na Mestnem trgu 1 v Ljubljani, prav tako je občina tudi *naročnica* energetskega pregleda in *lastnica* stavbe. *Upravljavec* stavbe je Javni zavod Osnovna šola Bičevje. Upravljanje je v rokah vodstva in tehničnega osebja. *Uporabniki* prostorov so zaposleni, osnovnošolski otroci in starši.

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

Shema denarnih tokov in procesa odločanja na področju obratovalnih stroškov je takšna kot v primerljivih javnih vzgojno-izobraževalnih zavodih. OŠ Bičevje je javni zavod, ki ga financira občina, kar pomeni, da tudi obratovalne stroške pokriva Mestna občina Ljubljana. Osnovna šola prejme sredstva s strani občine skladno s potrjenim proračunom občine za tekoče leto. Med letom se v primeru izrednih dogodkov naredi tudi rebalans in se lahko odobrijo dodatna sredstva.



Slika 3.1: Shema denarnih tokov

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

Vodstvo in tehnični kader OŠ Bičevje skupaj s svojo vzdrževalno službo in pristojnim oddelkom na Mestni občini Ljubljana pripravlja projekte vzdrževanja, prenove in investicij v URE. Na osnovi letnih finančnih in vzdrževalnih načrtov odločajo o prioriteti in tipu izvedb posameznih vzdrževalnih ukrepov. V obdobju zadnjih 3 let je bilo na stavbi izvedenih kar nekaj prenov, predvsem na delu stavbe, kjer se nahaja telovadnica in kuhinja. Na nekateri delih stavbe (Šola) še ni bilo prenovitvenih del, kar se vidi tudi v dotrajanosti opreme in zunanjega ovoja stavbe. Energetski pregled predstavlja dokument, ki bo instituciji potrdil ali ovrgel pravilnost sprejetih poslovnih odločitev v smislu URE, hkrati pa nakazal možnosti izvajanja URE v prihodnje.

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

Nadzor nad porabo energije in stroški ima neposredno upravljavec stavbe. Energetsko upravljanje stavbe ni vpeljana. Upravljalca stavbe lahko bistveno prispeva k zmanjšanju porabe energije, če bo vpeljal določene

ozaveščevalne (vpeljava vsebin s področja URE in obnovljivih virov energije (OVE) in tehnično-investicijske ukrepe, ki jih podaja REP. Pred izdelavo REP-a je naročnik pristopil tudi k vnosu podatkov o rabi in stroških energije v skupno energetsko knjigovodstvo, ki ga ima Mestna občina Ljubljana vzpostavljenega že nekaj let. V času izdelave nam je bil omogočen vstop v energetsko knjigovodstvo, iz katerega smo črpali nekatere podatke. Pri pridobivanju podatkov energetskega knjigovodstva smo naleteli na kar nekaj težav, saj v sistem energetskega knjigovodstva niso bili vneseni vsi podatki, manjkali so zapisi nekaterih računov.

Trenutno vodenje energetskega knjigovodstva, ki ga ima vzpostavljenega MOL, omogoča vpogled v porabljeno energijo za posamezno stavbo, po vrstah energije (električna, daljinska toplota, zemeljski plin ...), ne omogoča pa vpogleda o stanju stavbe in ogrevalnih, prezračevalnih ter elektro sistemov, sprotno ugotavljanje večjih odstopanj od povprečne vrednosti rabe energije, ciljno spremljanje rabe energije itd. Prav tako je glede na ugotovljene netočne podatke o rabi energije nujno, da naročnik oz. upravljalec stavbe in energetskega knjigovodstva redno skrbi za vpis točnih in zanesljivih podatkov o rabi in stroških energije. Predlagamo nadgraditev obstoječega energetskega knjigovodstva in določitev osebe, ki bo skrbela za točnost podatkov in izvedbo energetskih analiz porabljene energije.

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

Na porabo energije vpliva vrsta zunanjih dejavnikov, kot so spremenljive vremenske razmere in z njimi velika temperaturna nihanja, cene energentov, spreminjajo se število, struktura in miselnost uporabnikov. V objektih, namenjenih vzgoji in izobraževanju, uporabniki objektov niso plačniki stroškov energije, kar lahko v mnogih primerih pomeni, da nimajo zadostne motivacije za varčevanje z energijo. Lastnik takšnih objektov (MOL) nosi torej odgovornost ne samo za financiranje stroškov za energijo, temveč tudi za spodbujanje uporabnikov k ukrepom za učinkovitejšo rabo energije.

Prihranek iz učinkovitejše rabe energije bi lahko porabili v druge namene, npr. za boljšo splošno in didaktično opremo, izboljšanje mikroklimatskega udobja delovnih prostorov, hkrati pa tudi ekološko pripomogli k čistejšemu okolju na račun posrednega zmanjšanja toplogrednih plinov (predvsem zmanjšanja CO<sub>2</sub>).

Velika večina javnih stavb, predvsem starejših objektov, ima velik potencial za učinkovito rabo energije. Brez večjih investicijskih vlaganj v te objekte bi bilo možno ob racionalni rabi energije ter ustrezni organiziranosti zmanjšati porabo energije do 5 %. Tu imamo v mislih predvsem energijo, potrebno za ogrevanje prostorov, električno energijo in vodo. Ob ustrezni organizaciji dela in primerni ozaveščenosti uporabnikov zgradb bi prihranili še nadaljnjih 5 % energije. Ob ustreznih tehnično-investicijskih ukrepih bi lahko po strokovnih ocenah znašal potencial učinkovite rabe energije tudi precej več.

Pomemben napredek na tem področju predstavlja že uvedba rednega spremljanja tekoče porabe in stroškov energije v objektu oziroma energetsko knjigovodstvo, ki pa (še) ni najbolj optimalno.

### **3.6 Raven promoviranja URE**

URE se promovira preko Ministrstva za infrastrukturo (Sektorja za učinkovito rabo in obnovljive vire energije), Mestne občine Ljubljana kot lastnika in preko upravnika stavbe. Za energetsko upravljanje stavbe je pomembna izvedba kakovostnih energetskih pregledov, ki so dobra strokovna podlaga za implementacijo ukrepov URE in OVE.

Energetski pregled vsebuje pregled obstoječega stanja in usmeritev za izboljšave. Na osnovi teh dobijo upravljavci izhodišča, da lahko pričnejo izvajati nadzor nad porabo vseh vrst energij, ozaveščati zaposlene in uporabnike ter graditi energetski informacijski sistem, ki bo v prihodnosti eno glavnih orodij optimalne rabe energije.

## 4 OSKRBA IN RABA ENERGIJE

Stavba enote se napaja z dvema vrstama energije: s toplotno energijo iz lastnega kotla na ZP in z električno energijo. Oskrba s hladno vodo je zagotovljena z javnim vodovodnim omrežjem, TSV se pripravlja centralno v kotlovnici. Poraba energije za pripravo TSV se ne meri ločeno. Oskrba z električno energijo je izvedena iz javnega omrežja.

Stavba je napajana z električno energijo preko javnega omrežja, operater – distributer je Elektro Ljubljana, podjetje za distribucijo električne energije, d. d., Slovenska cesta 58, 1516 Ljubljana. Dobavitelj električne energije je HEP energija, Tivolska cesta 48, 1000 Ljubljana. Stavba je napajana z napetostjo 400/230 V. Električna energija se dobavlja iz javnega omrežja preko pripadajoče transformatorske postaje. Do prekinitve dobave električne energije lahko pride v primeru izpada javnega omrežja, kar traja največ nekaj ur.

Stavba je oskrbovana s hladno vodo preko javnega vodovodnega omrežja. Vodo distribuira javno podjetje Vodovod-kanalizacija, d. o. o., Vodovodna cesta 90, 1000 Ljubljana. Vodovodne instalacije so v funkcionalnem stanju.

### 4.1 Cene energetskih virov in mrzle vode

Na osnovi pridobljenih podatkov o energetskih virih za obdobje zadnjih treh zaključenih let smo za stavbo OŠ Bičevje ugotavljali, kolikšni so stroški energentov in mrzle vode. Cena energije, ki jo plača končni uporabnik, je sestavljena iz cene energije in cene omrežnine. Ključne postavke pri obračunu energije, ki so zajete tudi v predstavljenih cenah in stroških energije so: cena energije, cena omrežnine, cena priključka za moč, razni prispevki (določeni s predpisi) in davki. **Vse cene energije v nadaljevanju so predstavljene brez DDV** (tako v strukturi stroška kot tudi v skupni ceni energije na enoto).

Meritve električne energije se izvajajo preko merilnega mesta, ki se nahaja v pritličju stavbe, v vhodni avli. Poraba električne energije se meri na visoki (VT) in mali tarifi (MT) z merjenji konične porabe. Cena električne energije je odvisna od pogodbene cene, ki jo zavod sklene z dobaviteljem. Cene za uporabo omrežja so določene s strani države (Agencija RS za energijo) in so odvisne od odjemne skupine, v katero spada odjemno mesto.

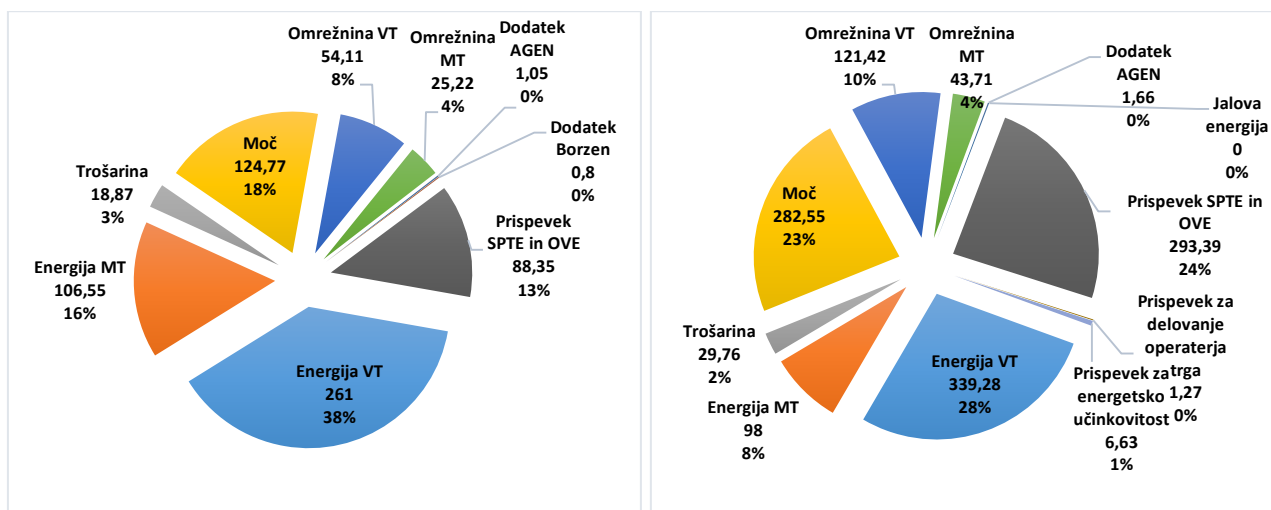
Poraba zemeljskega plina se meri preko dveh plinomerov. Prvi plinomer (BK-G10 – Elster) je nameščen v kotlovnici in meri porabo zemeljskega plina za ogrevanje in pripravo TSV. Drugi plinomer pa meri porabo zemeljskega plina, ki se uporablja za pripravo toplih obrokov v šoli.

Poraba mrzle vode se meri preko števec pretoka. V ceni dobave mrzle vode so vključene vodarina, omrežnina, vodooskrba in okoljska dajatev odpadne vode (brez DDV).

V nadaljevanju je za izbrane mesece prikazana struktura stroškov posameznega energenta.

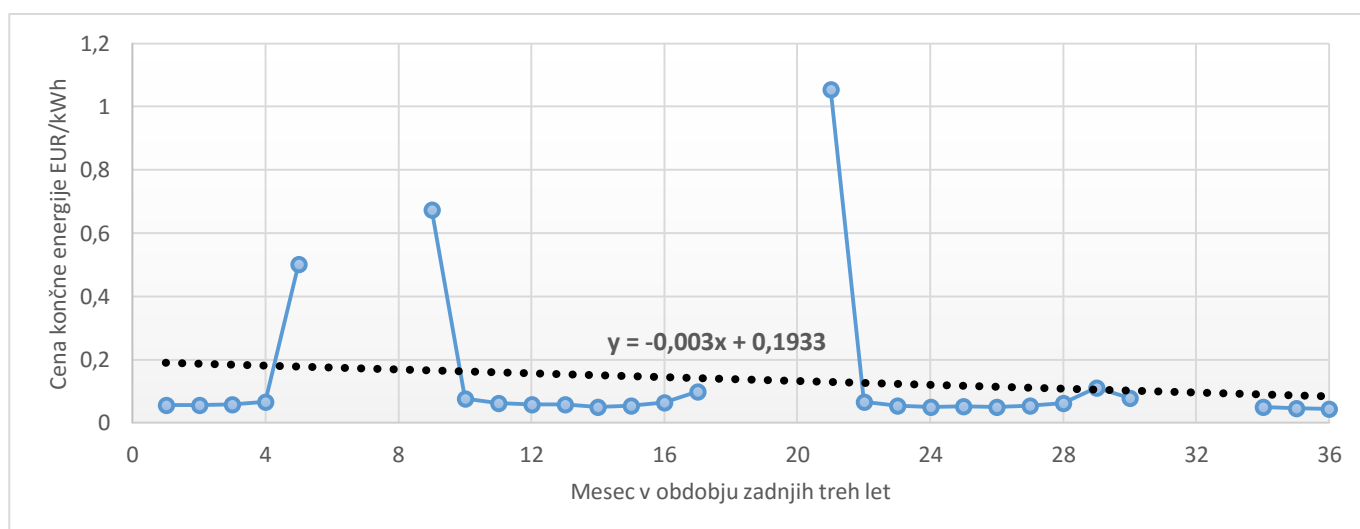
**Preglednica 4.1: Struktura stroška ZP za junij (levo) in december (desno) za leto 2015**

Mesec januar 2015		Mesec julij 2015	
Dod. povečanje energij. učinkovitosti	86,20 €	Dod. povečanje energij. učinkovitosti	0,07 €
Distribucija – var. del	767,87 €	Distribucija – var. del	0,64 €
Znesek za distribucijo – zmogljivost	623,73 €	Znesek za distribucijo – zmogljivost	623,73 €
Znesek za izvajanje meritev G-160	32,89 €	Znesek za izvajanje meritev G-160	32,89 €
Znesek za izvajanje meritev KTT	30,53 €	Znesek za izvajanje meritev KTT	30,53 €
Uporaba tarifne enote	22,30 €	Uporaba tarifne enote	22,30 €
Okoljska dajatev CO <sub>2</sub>	423,69 €	Okoljska dajatev CO <sub>2</sub>	0,36 €
Trošarina	244,02 €	Trošarina	0,20 €
Prispevek za SPTE in OVE	125,06 €	Prispevek za SPTE in OVE	0,10 €
Zemeljski plin	4.225,27 €	Zemeljski plin	2,70 €
<b>Skupaj</b>	<b>6.581,56 €</b>	<b>Skupaj</b>	<b>713,52 €</b>



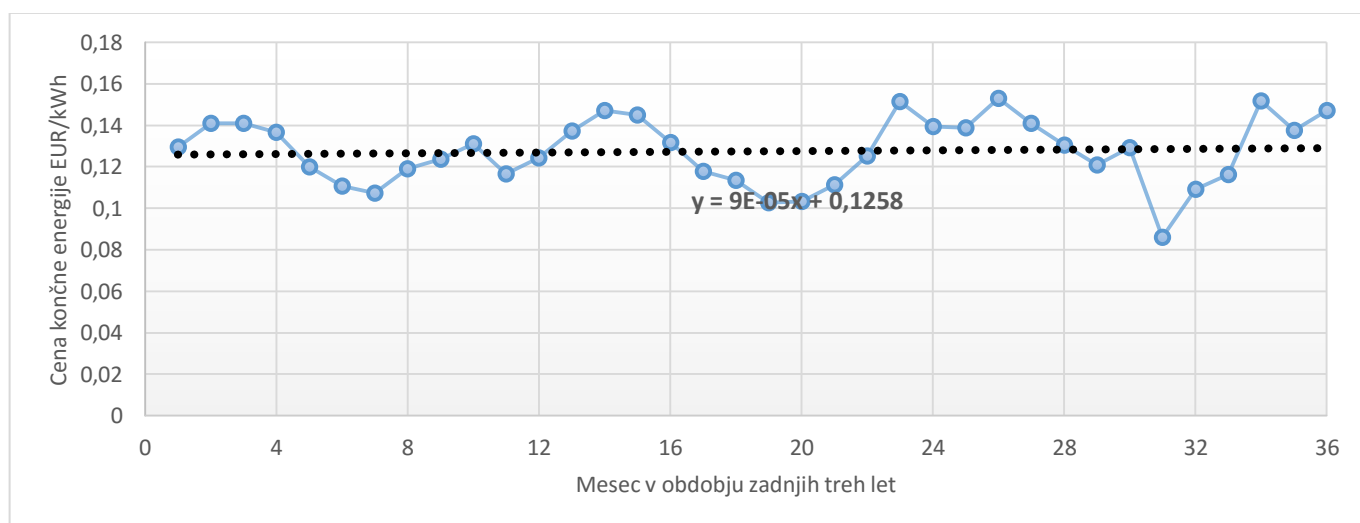
Slika 4.1: Struktura stroška električne energije za junij (levo) in december (desno) za leto 2015 za odjemno mest 2823

Vir: Elektro Energija, d. o. o. in HEP energija, d. o. o.



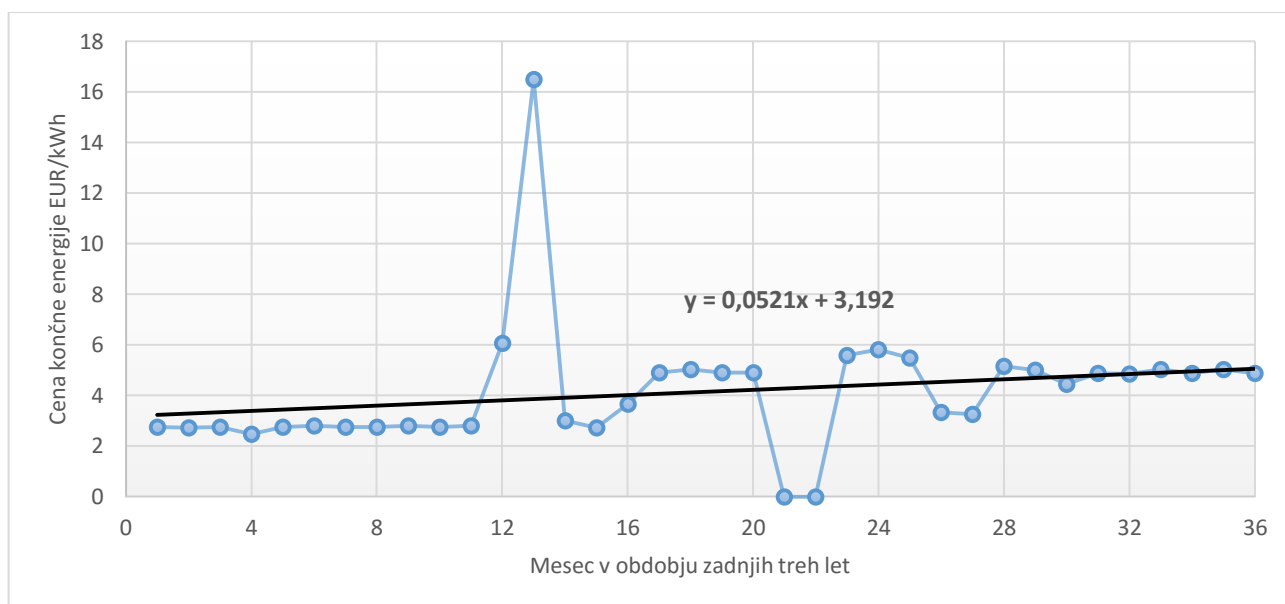
Slika 4.2: Efektivna cena zemeljskega plina za ogrevanje

Vir: Energetika Ljubljana, d. o. o. in GEN-I, d. o. o.



Slika 4.3: Efektivna cena električne energije

Vir: Elektro Energija, d. o. o. in HEP energija, d. o. o.



Slika 4.4: Efektivna cena hladne vode

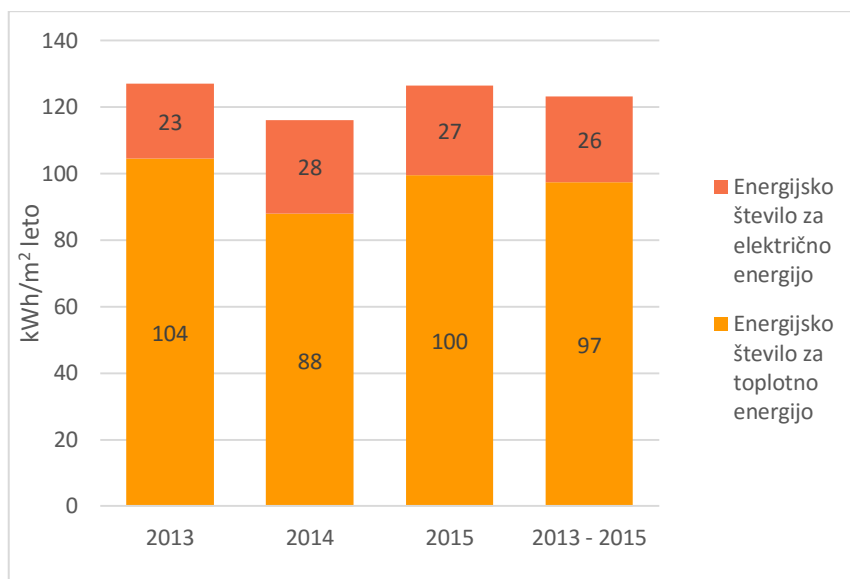
Vir: Vodovod-kanalizacija, d. o. o.

Preglednica 4.2: Tabela cen energetskih virov (brez DDV)

Energent	Enota	Povprečje za leto 2013	Povprečje za leto 2014	Povprečje za leto 2015	Povprečje 2013–2015
Električna energija	EUR/kWh	0,1244	0,1263	0,1301	0,13
	EUR/m <sup>2</sup>	2,82	3,56	3,49	3,29
	EUR/uporabnika	39,91	48,44	46,99	45,11
Toplotna energija	EUR/kWh	0,0644	0,0612	0,0559	0,0605
	EUR/m <sup>2</sup>	6,72	5,25	5,54	5,84
	EUR/uporabnika	95,09	71,40	74,61	80,37
Vodovod	EUR/m <sup>3</sup>	2,8273	5,3819	4,5152	4,24
	EUR/m <sup>2</sup>	0,99	1,43	1,70	1,37
	EUR/uporabnika	14,06	19,40	22,82	18,76

## 4.2 Energijsko število

Energijska števila so prvi pokazatelj učinkovitosti posamezne stavbe. Omogočajo primerjavo rabe energije na enoto površine, število oseb, ki stavbo uporabljajo ipd. Vrednost energijskega števila stavbe se lahko uporablja za oceno potrebnih energetskih ukrepov, ki naj bi jih izvedli pri energetski prenovi starejših stavb. Kot glavno vodilo se uporablja energijsko število, ki pomeni specifično porabo energije na enoto površine stavbe v časovnem obdobju enega leta.



Slika 4.5: Energijsko število obravnavane stavbe

Energijsko število služi za grobo analizo in primerjavo rabe energije v različnih stavbah. Za natančnejše primerjave je potrebno upoštevati ostale dejavnike, kot so specifična raba posameznih prostorov, navade uporabnikov, temperaturni primanjkljaj, oblika stavbe in podobno.

### 4.3 Poraba toplotne energije

Stavba se s toplotno energijo za ogrevanje in priprav TSV oskrbuje preko dveh lastnih kotlov na ZP. Energent ZP oz. toplotna energija se uporablja tudi v kuhinji za priprav toplih obrokov. V nadaljevanju prikazujemo ločeno porabo toplotne energije glede na odjemno mesto (kuhinja, kotlovnica). Povprečna letna poraba celotne toplotne energije (kotlovnica, kuhinja) zadnjih let znaša 647.390 kWh/letno, kar pomeni povprečno proizvodnjo 129 ton emisij CO<sub>2</sub> letno. Mesečna poraba toplotne energije je največja v zimskih mesecih in se v pomladnih in poletnih mesecih postopoma znižuje. Mesečna poraba zemeljskega plina je predvsem odvisna od zunanjih klimatskih pogojev oz. potreb po hlajenju. V nekaterih poletnih mesecih je poraba zemeljskega plina enaka nič, saj se TSV pripravlja s pomočjo električnih grelnikov, ki so nameščeni v kombiniranih hranilnikih TSV. Mesečna in letna poraba toplotne energije v zadnjih treh letih bistveno ne odstopata. Nihanje letne in mesečne porabe sta primerljivi z nihanjem temperaturnega primanjkljaja, ki izraža potrebo po ogrevanju. Poraba toplotne energije ( $E_{op} \approx 97 \text{ kWh/m}^2 \text{ letno}$ ) dosega podpovprečno porabo v podobnih ustanovah, deloma zaradi manjših transmisijskih izgub skozi steklene površine in že izvedenih nekaterih energetsko učinkovitih ukrepov na zunanjem toplotnem ovoju stavbe.

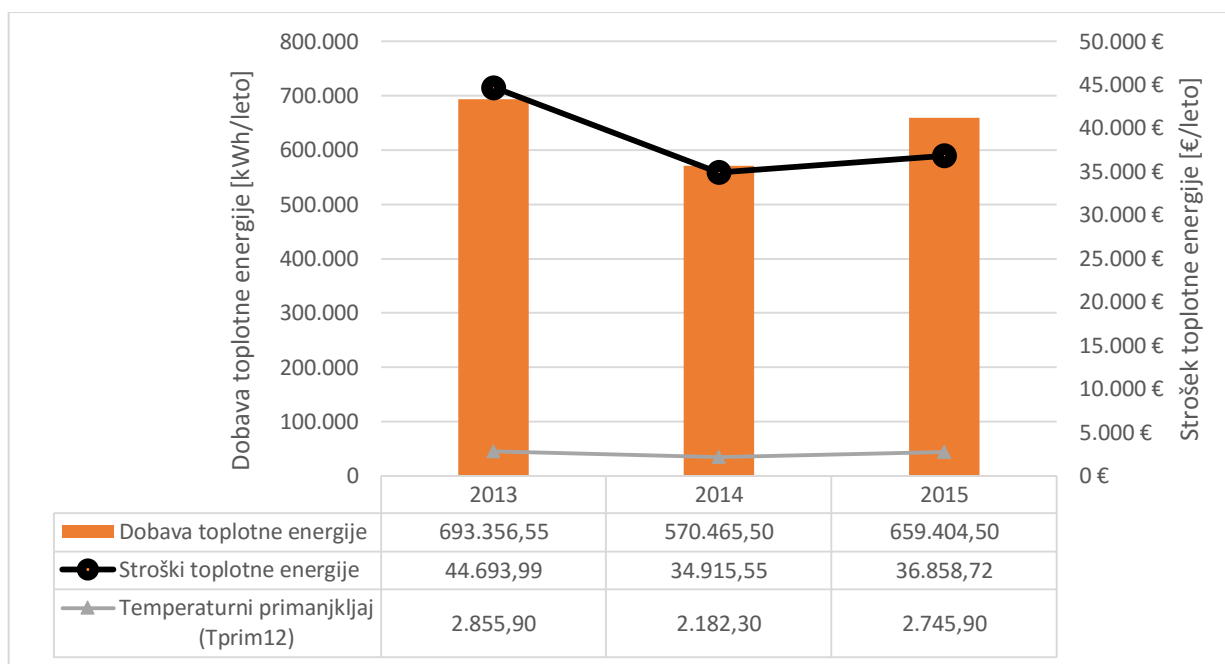


Preglednica 4.3: Mesečna poraba in stroški dobave ZP za odjemno mesto 01504303974 – kotlovnica

	2013		2014		2015	
	Sm <sup>3</sup>	EUR	Sm <sup>3</sup>	EUR	Sm <sup>3</sup>	EUR
Januar	16.088,00	8.739,33	12.196,00	6.815,61	13.262,00	6.581,58
Februar	14.087,00	7.716,15	11.551,00	5.612,22	12.228,00	5.950,24
Marec	12.832,00	7.149,10	7.283,00	3.792,94	8.527,00	4.492,54
April	4.987,00	3.171,75	3.826,00	2.320,18	4.499,00	2.705,48
Maj	159,00	759,38	1.323,00	1.252,95	1.030,00	1.091,34
Junij	0,00	657,30	0,00	688,49	1.828,00	1.387,21
Julij	0,00	666,39	0,00	688,49	11,00	713,53
Avgust	0,00	666,39	0,00	688,49	1,00	709,83
September	113,00	723,36	72,00	720,84	24,00	718,35
Oktober	2.861,00	2.108,91	3.245,00	2.089,61	6.049,00	2.951,88
November	7.984,00	4.691,92	8.343,00	4.288,79	9.436,00	4.207,47
December	13.893,00	7.644,01	12.210,00	5.956,94	12.516,00	5.349,27
<b>skupaj</b>	<b>73.004,00</b>	<b>44.694,00</b>	<b>60.049,00</b>	<b>34.915,55</b>	<b>69.411,00</b>	<b>36.858,72</b>

Preglednica 4.4: Mesečna poraba in stroški dobave ZP za odjemno mesto 01504303861 – kuhinja

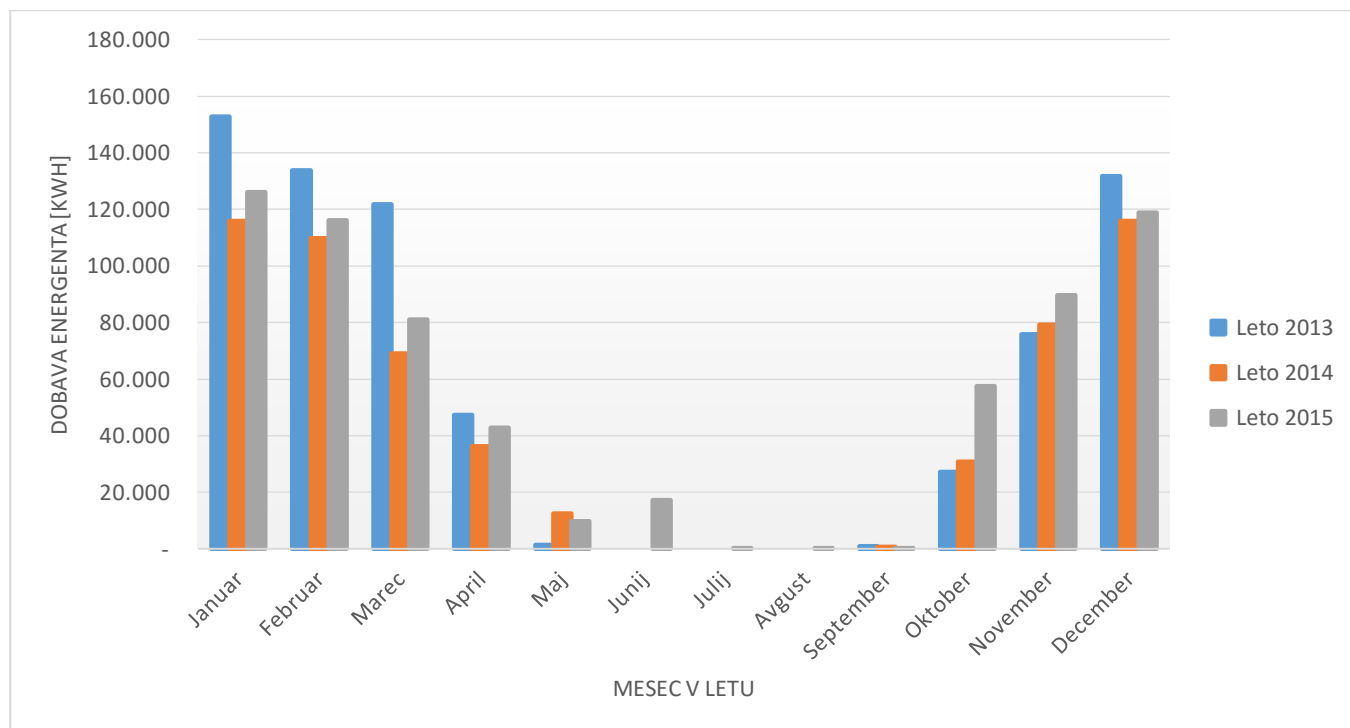
	2013		2014		2015	
	Sm <sup>3</sup>	EUR	Sm <sup>3</sup>	EUR	Sm <sup>3</sup>	EUR
Januar	66,96	45,32	174,10	103,21	143,98	85,03
Februar	60,48	41,15	127,22	73,73	127,00	76,39
Marec	66,96	45,56	140,86	80,55	0,00	30,11
April	64,80	44,09	136,31	78,30	136,00	81,06
Maj	-216,64	-114,62	0,00	0,32	-701,22	-193,05
Junij	57,44	36,27	87,23	54,19	87,00	49,19
Julij	0,00	7,59	140,85	81,27	90,00	50,60
Avgust	0,00	7,59	148,85	81,27	90,00	50,59
September	0,00	7,59	136,31	78,97	87,00	49,26
Oktober	0,00	7,59	140,85	81,27	90,00	50,58
November	0,00	1,01	136,91	80,97	87,00	49,25
December	34,90	18,61	143,98	82,85	90,00	50,57
<b>skupaj</b>	<b>134,90</b>	<b>147,75</b>	<b>1.513,47</b>	<b>876,90</b>	<b>326,76</b>	<b>429,58</b>



**Slika 4.6: Letna poraba in stroški daljinske toplote**

Vir: Energetika Ljubljana, d. o. o., in GEN-I, d. o. o.

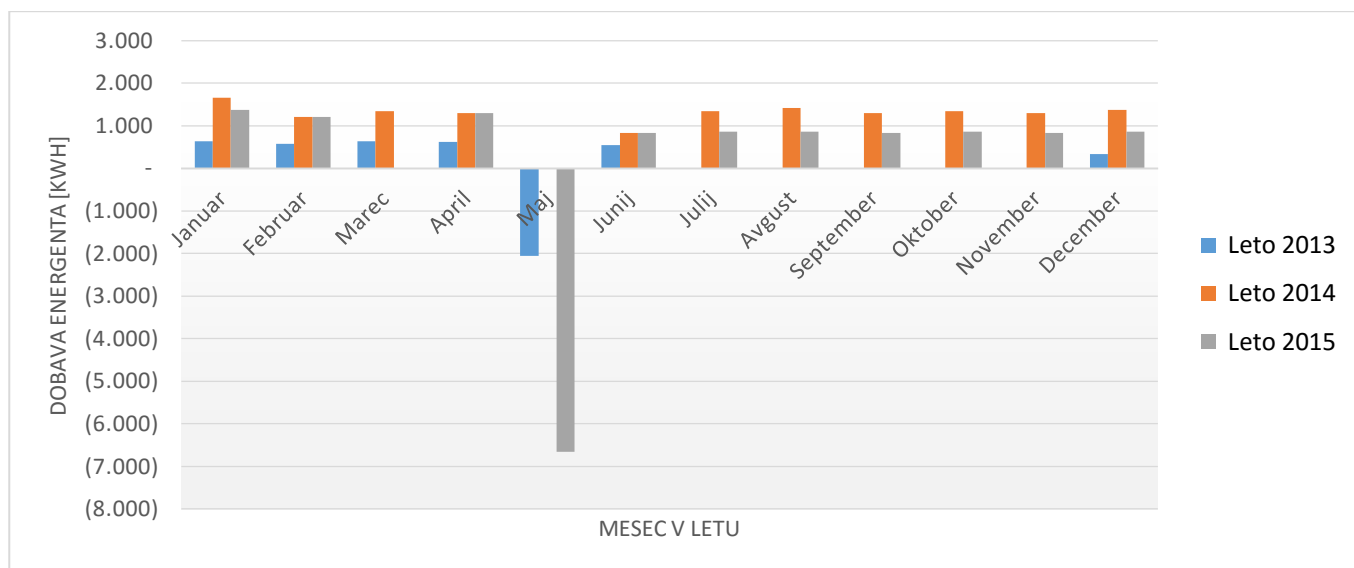
Poraba toplotne energije je največja v letu 2013. Leta 2014 se je poraba zmanjšala za 15,78 % glede na leto 2013, leta 2015 se je poraba povečala za 13,14 % glede na leto 2014 in zmanjšala za 4,71 % glede na leto 2013. Stroški toplotne energije so najnižji leta 2014, ko je poraba najmanjša.



**Slika 4.7: Mesečna poraba toplotne energije za ogrevanje**

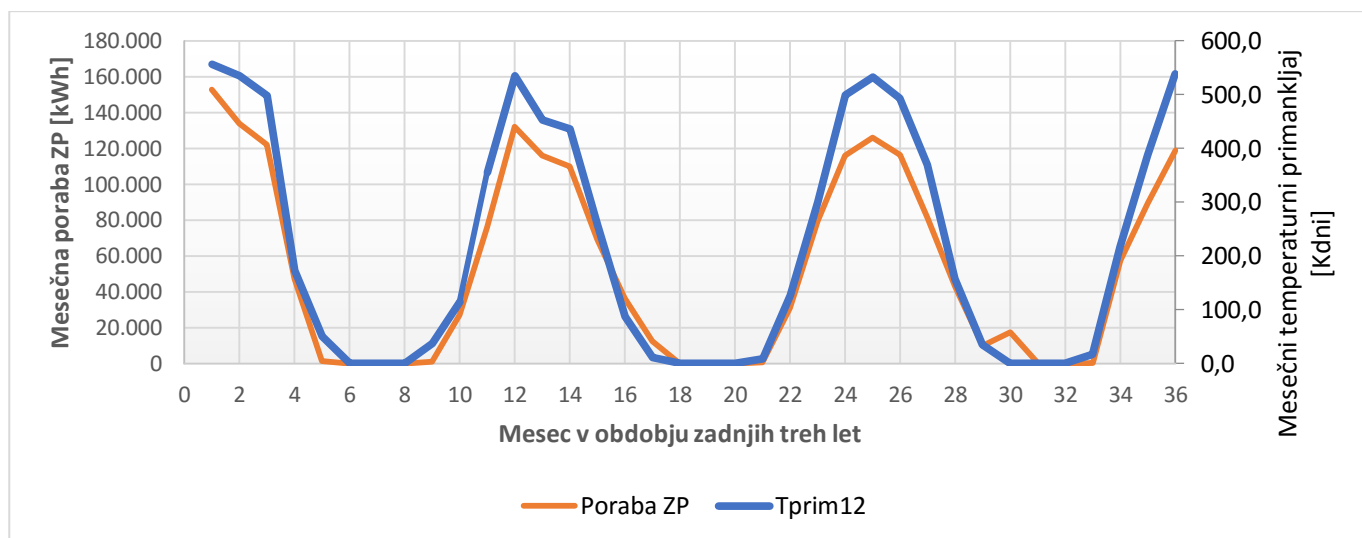
Vir: Energetika Ljubljana, d. o. o., in GEN-I, d. o. o.

Stolpiči toplotne energije prikazujejo porabo zemeljskega plina po mesecih. Poraba toplotne energije je najvišja v zimskih mesecih in nižja oziroma skoraj nič poleti, kar je glede na vremenske razmere in potrebe po toploti običajno.



Slika 4.8: Mesečna poraba toplotne energije za pripravo tople hrane

Vir: Energetika Ljubljana, d. o. o., in GEN-I, d. o. o.



Slika 4.9: Primerjava mesečne porabe toplotne energije za ogrevanje in Tprim12

Vir: Energetika Ljubljana, d. o. o. in baza ARSO

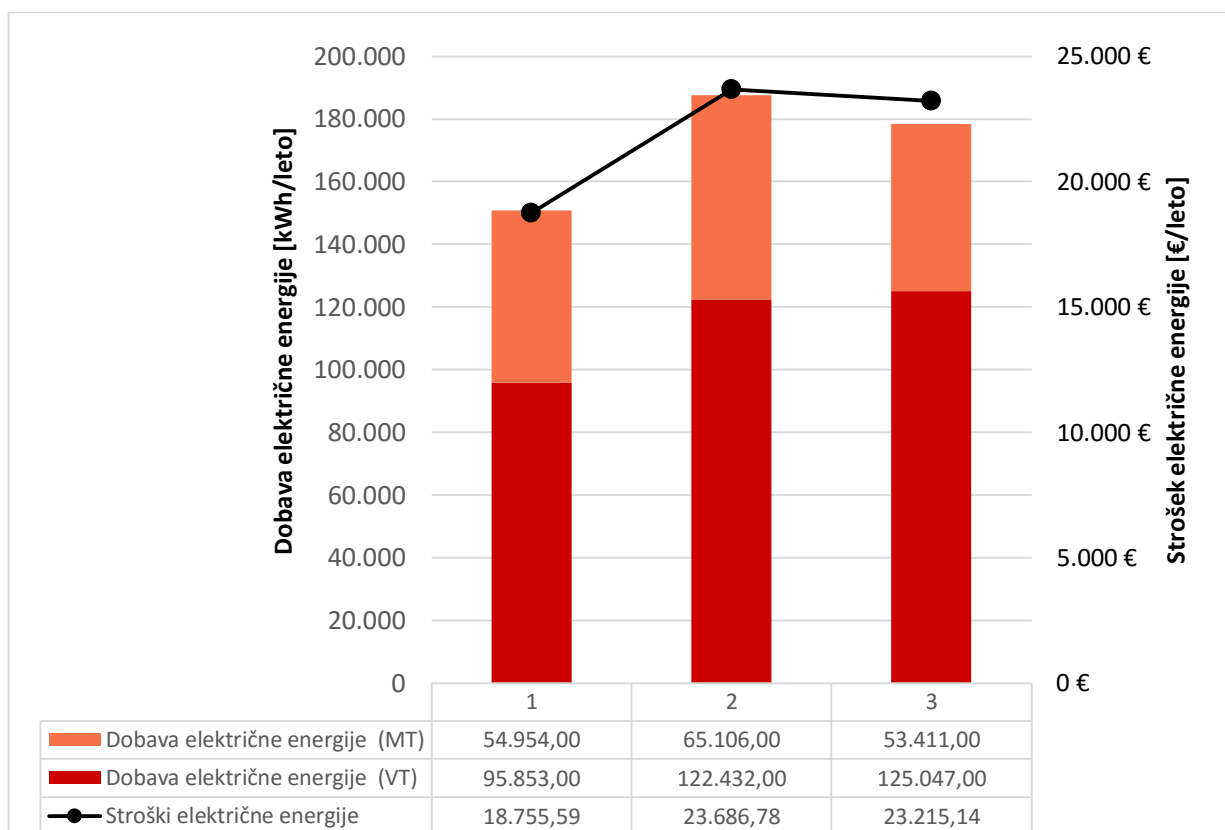
Mesečna poraba ZP je v povprečju nižja od mesečnega temperaturnega primanjkljaja, ki pove, kolikšne so potrebe po toplotni energiji. Večji kot je Tprim12, večje so potrebe po ogrevanju. V mesecu junij 2015 prihaja do manjšega odstopanja od Tprim12, ki je verjetno posledica priprave TSV.

#### 4.4 Poraba električne energije

Poraba električne energije naj bi bila odvisna tudi od letnih časov oz. naj bi se v letnem intervalu spreminjala; v zimskih mesecih je načeloma večja, v poletnih pa manjša. Glede na naravo obremenitve je razumljivo, da je zaradi toplejših dni in daljše dnevne naravne osvetljenosti tudi poraba električne energije v poletnem obdobju manjša. V nadaljevanju so prikazani poraba in stroški električne energije za obravnavno stavbo.

Preglednica 4.5: Mesečna poraba in stroški električne energije

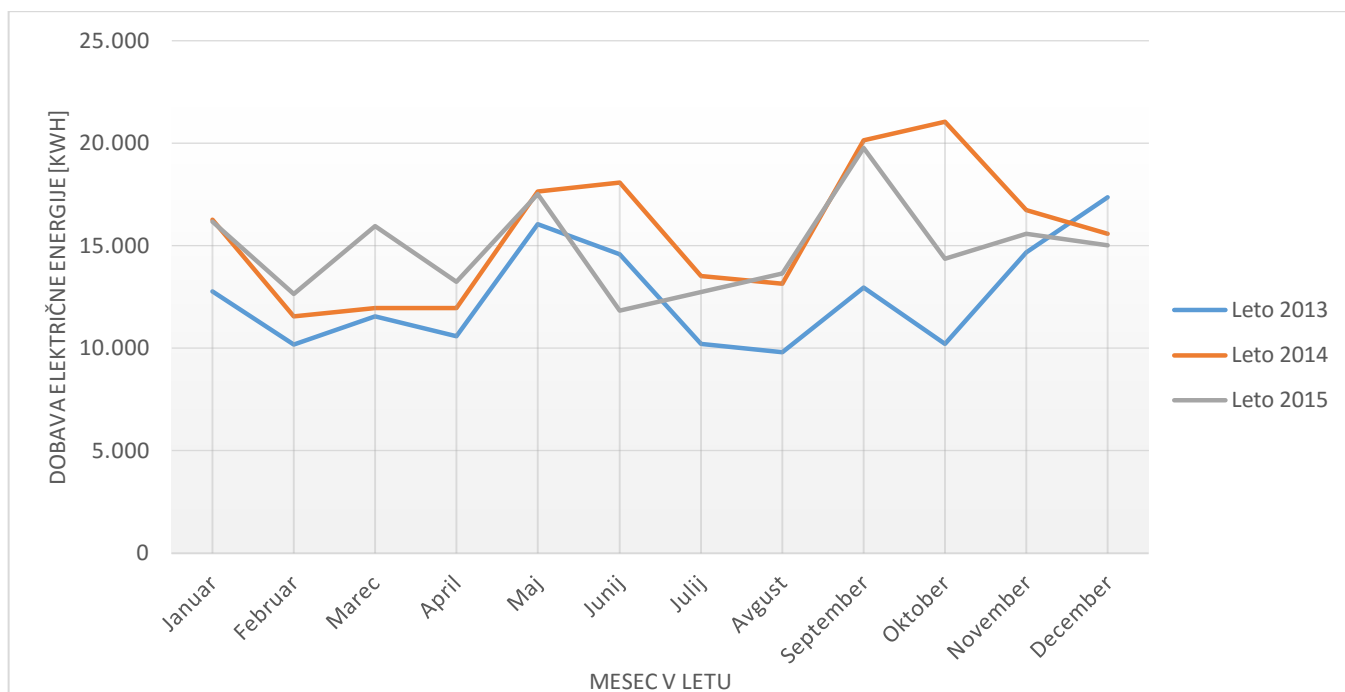
	2013				2014				2015			
	Moč (kW)	VT (kWh)	MT (kWh)	EUR	Moč (kW)	VT (kWh)	MT (kWh)	EUR	Moč (kW)	VT (kWh)	MT (kWh)	EUR
Januar	99	9.762	2.989	1.649,79	123	12.615	3.647	2.231,49	119	12.264	3.914	2.242,82
Februar	90	7.030	3144	1.435,03	110	8.397	3158	1.700,17	122	9.330	3307	1.933,29
Marec	99	8.212	3.327	1.625,08	109	8.672	3.267	1.730,56	121	12.237	3.718	2.250,05
April	109	7.269	3.293	1.441,76	114	8.131	3834	1.577,38	114	9.123	4121	1.727,97
Maj	117	10.341	5.692	1.923,56	127	10.438	7.210	2.079,38	120	11.417	6.104	2.120,12
Junij	89	8.252	6.307	1613	117	10.501	7571	2050,14	99	8.667	3144	1.526,21
Julij	62	5.340	4866	1094,25	68	7.247	6252	1384,7	56	6.895	5849	1097,53
Avgust	82	4.774	5.022	1165,91	72	6.205	6943	1357,73	92	6.999	6.641	1489,63
September	106	8.060	4.893	1.600,07	115	13.166	6.952	2.241,17	130	14.072	5683	2.295,56
Oktober	76	6.970	3.236	1.338,22	130	13.378	7.656	2.630,91	134	10.964	3.400	2.180,22
November	76	9.292	5376	1.710,16	135	12.197	4.538	2.534,74	120	11.749	3835	2.142,53
December	109	10.551	6.809	2.158,76	125	11.485	4.078	2.168,41	132	11.330	3695	2.209,21
<b>Skupaj</b>		<b>95.853</b>	<b>54.954</b>	<b>18.755,59</b>		<b>122.432</b>	<b>65.106</b>	<b>23.686,78</b>		<b>125.047</b>	<b>53.411</b>	<b>23.215,14</b>



Slika 4.10: Letna poraba in stroški električne energije

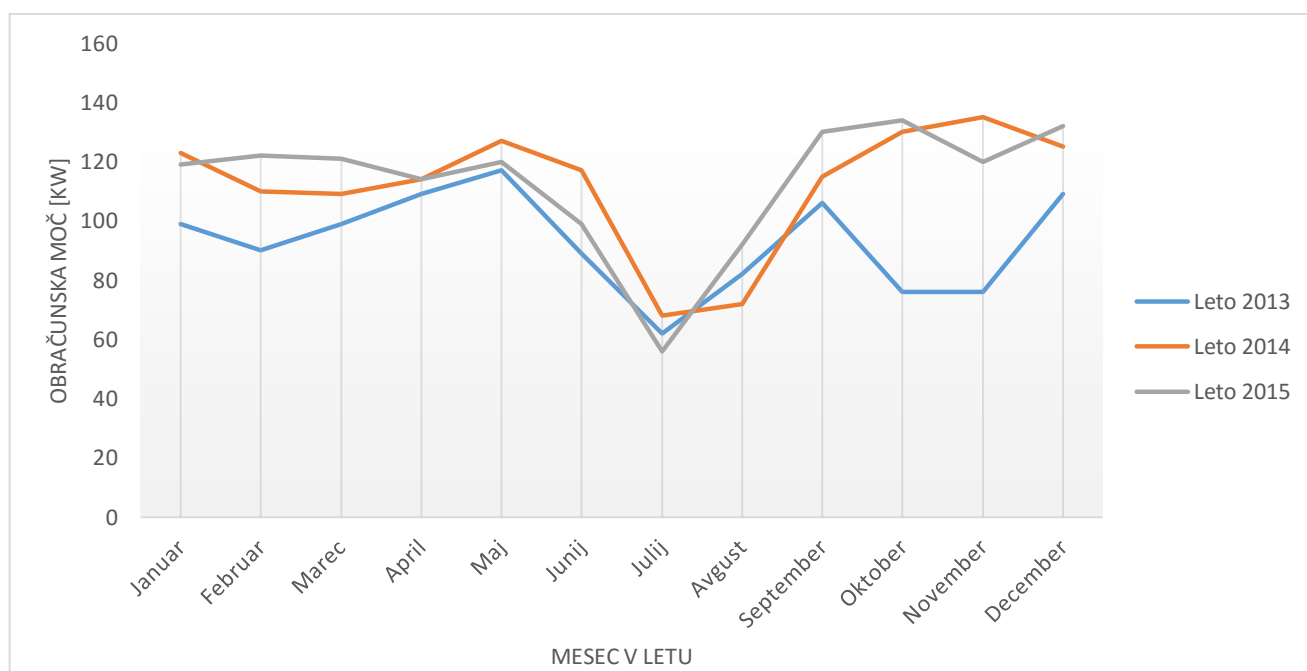
Vir: Elektro Energija, d. o. o. in HEP energija, d. o. o.

Poraba električne energije je največja leta 2014, ko je v primerjavi z letom 2013 večja za 27,73 %. Izračunani indeks za leto 2015 znaša 102,14 kar pomeni, da je poraba večja za 2,14 % v primerjavi z letom 2014 in za 30,46 % večja glede na leto 2013. Sorazmerno s porabo se gibljejo tudi stroški električne energije, ki so najvišji, ko je poraba največja.

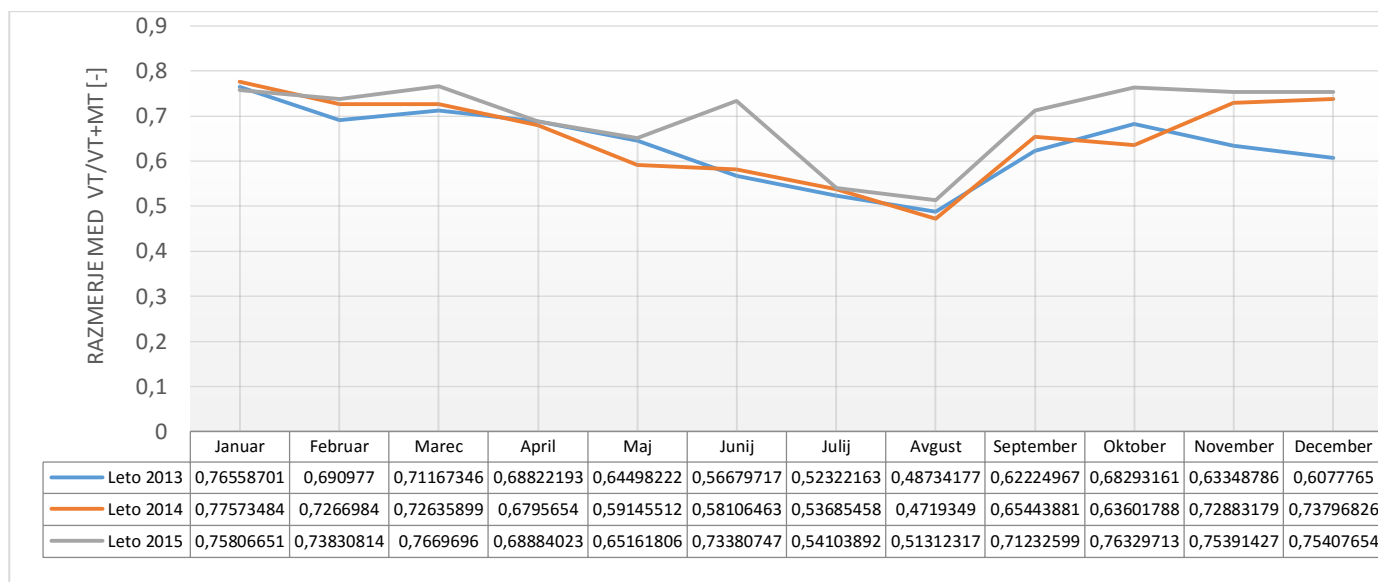
**Slika 4.11: Mesečna poraba električne energije**

Vir: Elektro Energija, d. o. o. in HEP energija, d. o. o.

Krivulje porabe električne energije so v vseh treh referenčnih letih podobne in prikazujejo manjšo porabo v poletnih mesecih, ko šola deluje z manjšimi kapacitetami, in večjo porabo v času zimskih mesecev. Poraba električne energije na kvadratni meter uporabne površine znaša  $E_{tn} \approx 26 \text{ kWh/m}^2\text{leto}$ ; vrednost je glede na tip dejavnosti, ki se izvaja v stavbi, povprečna. V povprečju stavbe v Sloveniji, namenjene za vzgojno-izobraževalni dejavnosti namreč porabijo okoli  $30 \text{ kWh/m}^2\text{leto}$ . Relativno manjši delež električne energije pomeni večjo stroškovno utež, saj je cena električne energije na kWh v primerjavi s ceno toplotne energije večja. Varčevanje z električno energijo bistveno prispeva k zmanjšanju stroškov energentov in izpustov toplogrednih plinov, kot je  $\text{CO}_2$ .

**Slika 4.12: Mesečna odjemna moč električne energije**

Vir: Elektro Energija, d. o. o. in HEP energija, d. o. o.



Slika 4.13: Razmerje med VT in MT pri dobavi električne energije

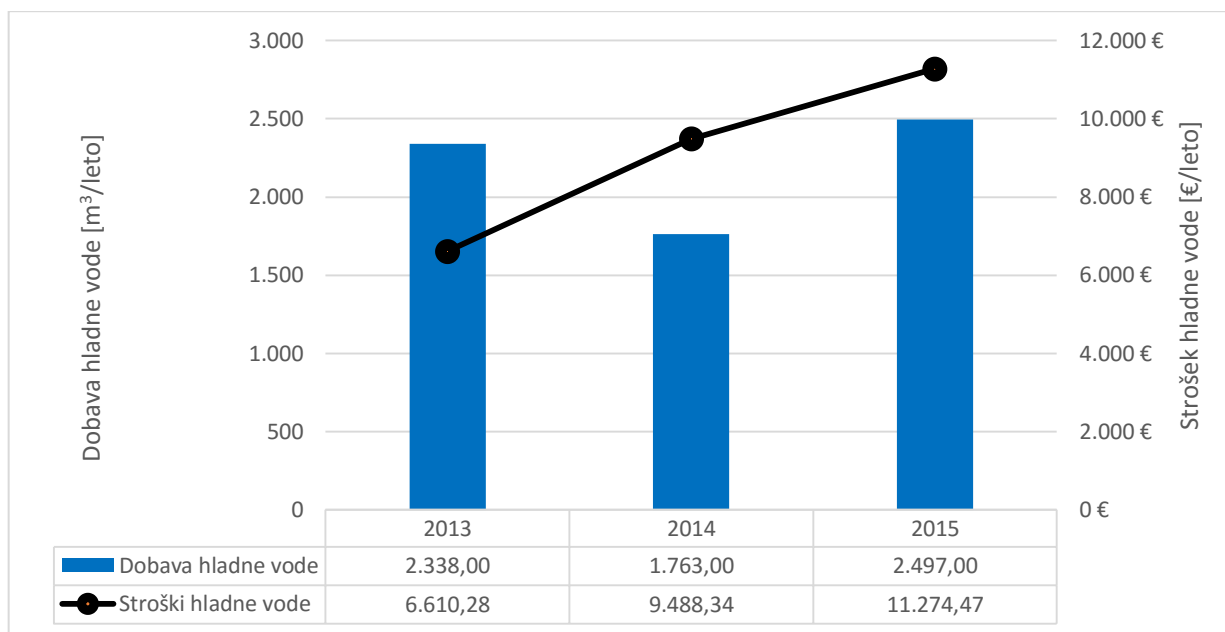
Vir: Elektro Energija, d. o. o. in HEP energija, d. o. o.

## 4.5 Poraba mrzle vode

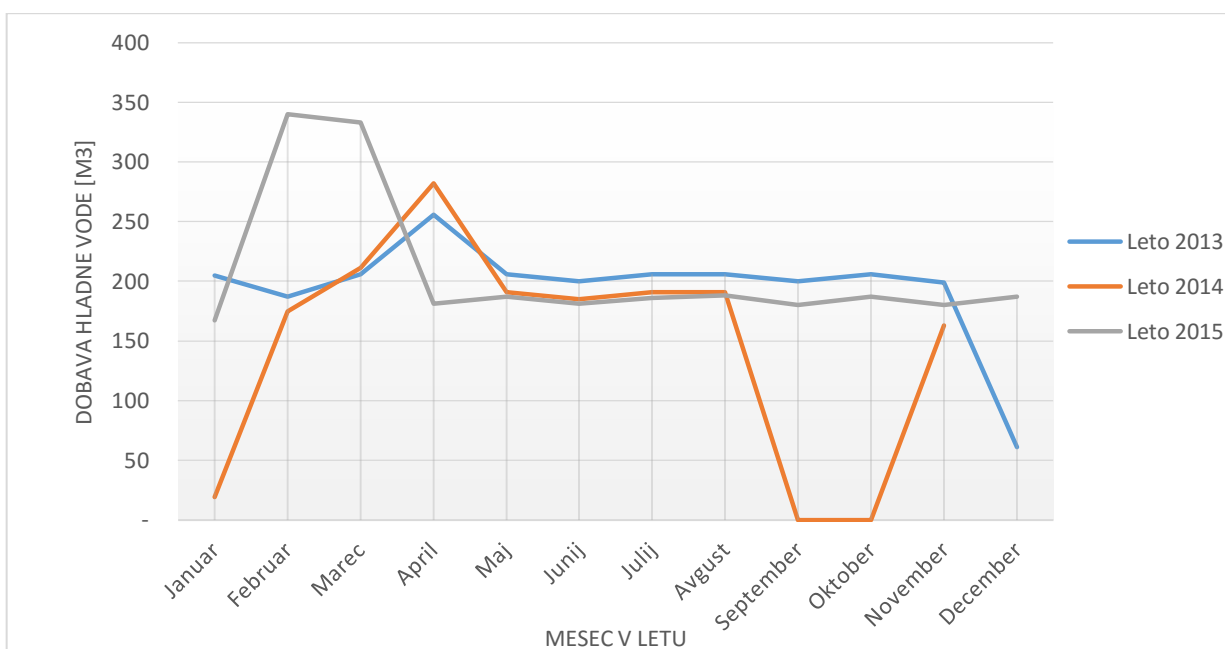
Stavba OŠ Bičevje je priključena na javno vodovodno omrežje, s katerim upravlja javno podjetje Vodovod-kanalizacija, d. o. o. Oskrba se vrši preko odjemnega mesta. Na naslednji sliki je prikazana primerjava porabe vode v zadnjih treh letih, nato pa še mesečna poraba vode v zadnjih treh zaključenih letih.

Preglednica 4.6: Mesečna poraba in stroški hladne vode

	Leto 2013		Leto 2014		Leto 2015	
Mesec	Poraba	Strošek	Poraba	Poraba	Poraba	Poraba
Enota	m <sup>3</sup>	EUR	m <sup>3</sup>	299,92	m <sup>3</sup>	EUR
Januar	205	567,56	19	313,54	167	917,51
Februar	187	509,19	175	526,59	340	1138,6
Marec	206	568,92	211	575,75	333	1089,8
April	256	637,21	282	1033,02	181	932,04
Maj	206	568,92	191	938,57	187	938,26
Junij	200	560,73	185	932,35	181	804,47
Julij	206	568,92	191	938,57	186	910,27
Avgust	206	568,92	191	938,57	188	912,24
September	200	560,73	0	740,33	180	904,38
Oktober	206	568,92	0	740,33	187	911,26
November	199	559,36	163	909,51	180	904,38
December	61	370,9	155	901,21	187	911,26
Skupaj	2.338,00	6.610,28	1.763,00	9.488,34	2.497,00	11.274,47

**Slika 4.14: Letna poraba in stroški hladne vode**

Vir: Vodovod-kanalizacija, d. o. o.

**Slika 4.15: Mesečna poraba hladne vode za posamezno leto**

Vir: Vodovod-kanalizacija, d. o. o.

Z vseh treh krivulj porabljene vode lahko opazimo, da je poraba vode po mesecih različna. Povprečna poraba na mesec se giblje med 150 in 250 m<sup>3</sup>. Iz samih faktur ni razvidno, kaj je vzrok spreminjajoče se porabe v obravnavanih letih. Predvidevamo, da se poraba vode ne meri redno. Poraba se je verjetno zaračunavala pavšalno, nato pa so jo na vsakih nekaj mesecev izmerili in zaračunali oz. poračunali glede na dejansko porabo.

## 4.6 Zanesljivost oskrbe glede energetskih virov

Stavba je oskrbovana s hladno vodo preko javnega vodovodnega omrežja, vodo distribuira javno komunalno podjetje. Merilni števec hladne vode je postavljen v toplotni postaji.

Zanesljivost oskrbe stavbe z električno energijo in vodo, kar se tiče stanja opreme, ni problematična. Distributer električne energije zagotavlja nadzor nad delovanjem in vodenjem distribucijskega omrežja. Električna energija se dobavlja iz javnega omrežja preko pripadajočih transformatorskih postaj. Do prekinitev dobave električne energije lahko pride v primeru izpada javnega omrežja, kar lahko traja največ nekaj ur. Stavba je v celoti napajana iz glavnega razdelilnika, ki se nahaja v pritličju pri vhodnih vratih. Električne naprave in razdelilci NN-razvodov so v funkcionalnem stanju.

Oskrba kotla z energentom ZP je zanesljiva. Vse instalacije za oskrbo stavbe z ZP so v funkcionalnem in dobrem stanju.

#### **4.7 Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme**

Splošna ocena je, da je oprema za ogrevanje v funkcionalnem stanju (primarni in sekundarni razvod). Sekundarni razvod z vgrajenimi ploščatimi radiatorji je konstruiran v skladu s takratnimi tehničnimi normativi. Večinoma so opremljeni z navadnimi ventili brez termostatskih glav. Termostatske glave so nameščene na radiatorje le v nekaterih prostorih, predvsem v prostorih telovadnice, jedilnice in kuhinje oz. prostorih, ki so bili pred časom prenovljeni. Edini problem radiatorskega ogrevalnega sistema predstavlja ogrevanje prostorov oz. učilnic, ki so bolj oddaljene od kotlovnice, saj sistem ne zagotavlja zadostnih količin toplotne energije za normalno ogrevanje prostorov.

Elektrorazdelilna oprema je v večini prenovljena in funkcionalna; napajalno odjemno mesto je zanesljivo, oskrba z električno energijo je popolna (brez večjih prekinitev, motenj). Električne naprave in razdelilci NN-razvodov so dobro vzdrževani in omogočajo normalno delovanje. Ponekod so instalacije vodene nadometno samo v zaščitnem kablu, kar je z vidika varnosti in funkcionalnosti slabše. Potrebno je preveriti spoje strelovodne instalacije in galvanske povezave, saj smo ponekod opazili prekinjene povezave.



## 5 PREGLED NAPRAV ZA PRETVORBO ENERGIJE

V obravnavani stavbi so naslednji energetski sistemi:

- ogrevalni sistem,
- sistem za oskrbo s hladno in toplo vodo,
- elektroenergetski sistem s porabniki.

### 5.1 Ogrevalni sistem

Plinska kotlarna se nahaja v kletni etaži stavbe. Energent za ogrevanje objekta je zemeljski plin. V plinski kotlovnici sta nameščena dva plinska atmosferska kotla proizvajalca UNICAL tipa PREXAL 500, letnik izdelave 2000, vsak z nazivno toplotno močjo 500 kW. Na kotlih sta nameščena plinska gorilnika WEISHAUPPT tipa G 5/1-D. Kotla s toplotno energijo napajata razdelilnik ogrevanja. V predtok, ki vodi do razdelilnika ogrevanja sta vgrajeni črpalki GRUNDFOSS tipa UPS 65 -60/2F s trostopenjsko regulacijo hitrosti. Na razdelilnik ogrevanja je priključenih sedem ogrevalnih vej:

- Veja 1 – šola sever. V predtok sta vgrajeni obtočni črpalki GRUNDFOS tipa 65-60/2F s trostopenjsko regulacijo delovanja. Temperatura vode v predtoku se nastavlja z uporabo tropotnega regulacijskega ventila z motornim pogonom.
- Veja 2 – šola jug. V predtok sta vgrajeni obtočni črpalki GRUNDFOS tipa 65-60/2F s trostopenjsko regulacijo delovanja. Temperatura vode v predtoku se nastavlja z uporabo tropotnega regulacijskega ventila z motornim pogonom.
- Veja 3 – telovadnica. V predtok sta vgrajeni obtočni črpalki GRUNDFOS tipa 65-60/2F s trostopenjsko regulacijo delovanja. Temperatura vode v predtoku se nastavlja z uporabo tropotnega regulacijskega ventila z motornim pogonom.
- Veja 4 – klimat.
- Veja 5 – boiler 1 – kuhinja. TSV se segreva na temperaturo 65 °C. Regulacija temperature v boilerju se izvaja z uporabo tropotnega regulacijskega ventila z motornim pogonom.
- Veja 6 – boiler 2 – telovadnica. Voda se segreva na temperaturo 45 °C. Regulacija temperature v boilerju se izvaja z uporabo tropotnega regulacijskega ventila z motornim pogonom.
- Veja 7 – kuhinja. V predtok sta vgrajeni obtočni črpalki GRUNDFOSS UPS 40 – 60/2 F s trostopenjsko regulacijo delovanja.

Režim radiatorskega ogrevanja je izveden glede na zunanjo temperaturo. Temperatura v prostorih se regulira z radiatorskimi ventili, ki večinoma nimajo vgrajenih termostatskih glav.



**Slika 5.1: Plinski kotla UNICAL tip PREXAL P 500 nazivne toplotne moči 500 kW**  
Vir: lastni vir.



**Slika 5.2: Razdelilnik ogrevanja**  
Vir: lastni vir.



**Slika 5.3: Obtočna črpalka dvojne izvedbe GRUNDFOS UPS 40 – 60 /2F s trostopenjsko regulacijo delovanja**  
Vir: lastni vir.



**Slika 5.4: Tropotni regulacijski ventil z motornim pogonom**  
Vir: lastni vir.



**Slika 5.5: Krmilno regulacijske enote ogrevalnega sistema DANFOS**  
Vir: lastni vir.



**Slika 5.6: Plinomernik s korektorjem tlaka in temperature**  
Vir: lastni vir.

### 5.1.1 Grelna telesa v stavbi

Grelna telesa v objektu so pločevinasti ploščati radiatorji VOGL&NOOT. Večina radiatorjev (okoli 80 %) nima nameščenih termostatskih glav. Na nekaterih radiatorjih so odstranjena držala, ki omogočajo zapiranje in odpiranje radiatorja, zato je onemogočena tudi najbolj osnovna nastavitve delovanja. Razvod radiatorskega ogrevanja je izdelan iz črnih cevi. Radiatorji v telovadnici so opremljeni s termostatskimi ventili, vendar so radiatorji nameščeni za telovadnimi lestvinami, na katerih so pritrjene telovadne blazine, zato je normalna cirkulacija zraka okoli grelnih teles zelo omejena. V tem primeru je zelo vprašljiva povezava med dejansko temperaturo v prostoru in željeno (nastavljeno) na termostatskem ventilu.



**Slika 5.7: Ploščati radiator VOGL&NOOT s termostatskim ventilom**

Vir: lastni vir.



**Slika 5.8: Ploščati radiator VOGL&NOOT brez termostatskega ventila**

Vir: lastni vir.



**Slika 5.9: Ploščati radiator VOGL&NOOT s termostatskimi glavami so za telovadnimi blazinami**

Vir: lastni vir.

## 5.2 Sistem za oskrbo s toplo vodo

Priprava tople sanitarne vode je centralna. V kotlarni sta nameščena dva ogrevalnika sanitarne vode prostornine 2 x 1500 litrov. Ogrevalnika TSV sta proizvod proizvajalca SIMON, d. o. o., Grosuplje, leto proizvodnje 2000. Prvi ogrevalnik pripravlja TSV s temperaturo 65 °C za potrebe kuhinje. Drugi ogrevalnik pripravlja TSV s temperaturo 45 °C za potrebe sanitarij šole in telovadnice. Razvoda tople sanitarne vode sta opremljena s sistemom cirkulacije. Energent za pripravo TSV je zemeljski plin. Temperatura TSV ogrevne vode se regulira z uporabo tropotnih mešalnih ventilov, ki ju krmili krmilno regulacijska enota ločeno za vsak ogrevalnik. V ogrevalniku sta zaradi varnosti oskrbe s TSV vgrajena električna grelca moči 24 kW (kuhinja) in 18 kW (šola – telovadnica).





**Slika 5.10: Ogrevalnika sanitarne vode podjetja SIMON, d.o.o.**  
Vir: lastni vir.



**Slika 5.11: Tropotni regulacijski ventili za regulacijo priprave TSV**  
Vir: lastni vir.

### 5.3 Sistem za oskrbo s hladno vodo

Hladna voda se uporablja za sanitarne elemente in požarno varnost. Vodovodni priključek na komunalni vodovod je v zunanjem jašku izdelan v skladu z normami, standardi in predpisi upravljavca komunalnega vodovoda. Razvod vode je v pretežni meri pod tlakom. Instalacije so v funkcionalnem stanju. WC so opremljeni z podometnimi kotlički z varčevalno tipko. Pisoarji imajo vgrajene senzorje in ventile EMV.



**Slika 5.12: Podometni WC kotliček z varčevalno tipko**  
Vir: lastni vir.



**Slika 5.13: Pisoarji opremljeni s senzorjem in ventilom EMV**  
Vir: lastni vir.

### 5.4 Elektroenergetski sistem in porabniki

Obravnavana stavba se napaja z električno energijo preko javnega omrežja. Priključena je na napajanje z napetostjo 3 x 230/400V, 50 Hz. Sistem napajanja glede na ozemljitev je sistem TN (TN-C sistem). Zaščita inštalacij in naprav je izvedena s samodejnim odklopom napajanja (varovalke, inštalacijski odklopniki). Zaščita pred zunanjimi vplivi in možnostjo dotika oseb je izvedena z napravami in pokrovi z ustrezno zaščito IP.

Nizkonapetostne instalacije v stavbi sestavljajo:

- priključno in merilno mesto za merjenje električne energije,

- napajanje etažnih električnih razdelilcev in podrazdelilcev,
- instalacije fiksnih porabnikov,
- instalacija razsvetljave (notranja, zunanja, varnostna razsvetljava),
- galvanske povezave in izenačevanje potenciala,
- ozemljitve in strel vodne napeljave.

Signalne instalacije v stavbi sestavljajo:

- telefonija, računalniške povezave.

#### 5.4.1 Elektroenergetski sistem

Objekt ima elektro kabelsko priključno omarico podometno zunaj pred kotlovnico. Glavni razdelilec z merilno garnituro (RG) pa na hodniku, ki napaja razdelilec kuhinje in posamezne etažne razdelilce za moč in razsvetljavo.

Dovodi do posameznih etažnih razdelilcev so podometne izvedbe. Prav tako so tudi instalacije za razsvetljavo in vtičnice, ki so izvedene v večini podometno z ustreznimi kabli in preseki, ki so varovani z ustreznimi varovalkami. V prostorih kotlovnice, strojnice in pralnice so inštalacije nadometne, delno v inštalacijskih ceveh oziroma PVC kanalih delno po kabelskih policah. V kuhinji je razvod do posameznih priključkov in vtičnic pretežno izveden v ceveh v tlaku. Etažni razdelilci in inštalacije v pritličju in drugem nadstropju so obnovljene, delno (ena stran) tudi v prvem nadstropju.



Slika 5.14: Posnetek priključne omare z merilno garnituro  
Vir: lastni vir.



Slika 5.15: posnetek etažnega razdelilca  
Vir: lastni vir.



Slika 5.16: Posnetek obnovljenega etažnega razdelilca  
Vir: lastni vir.



Slika 5.17: Posnetek vklopnega tabloja v telovadnici  
Vir: lastni vir.

### 5.4.2 Glavni porabniki električne energije v stavbi

Glavni električni porabniki so razsvetljava, ki je izvedena s fluorescentnimi svetili, kompaktnimi fluorescentnimi svetili – varčnimi sijalkami, kuhinja z grelnimi in hladilno-zamrzovalnimi napravami, pralnica s pralno-sušilnimi stroji, kotlovnica z obtočnimi črpalkami in grelniki vode, klima naprave, računalniška in multimedijska oprema ter ostala pisarniška oprema.



**Slika 5.18: Posnetek porabnikov v kuhinji**

Vir: lastni vir.



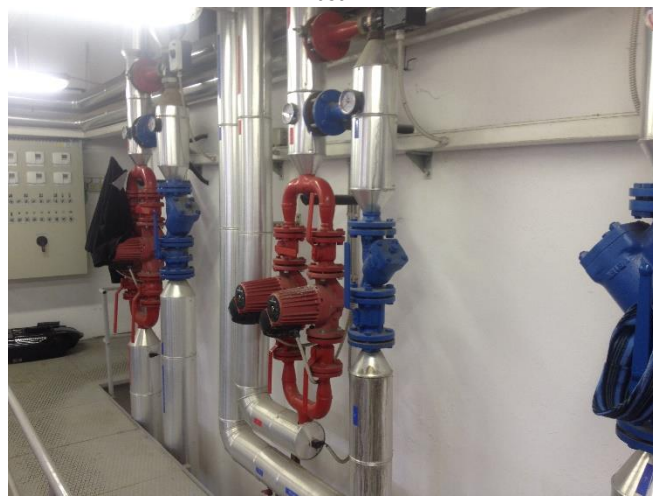
**Slika 5.19: Posnetek ostalih porabnikov**

Vir: lastni vir.



**Slika 5.20: Posnetek porabnikov v pralnici**

Vir: lastni vir.



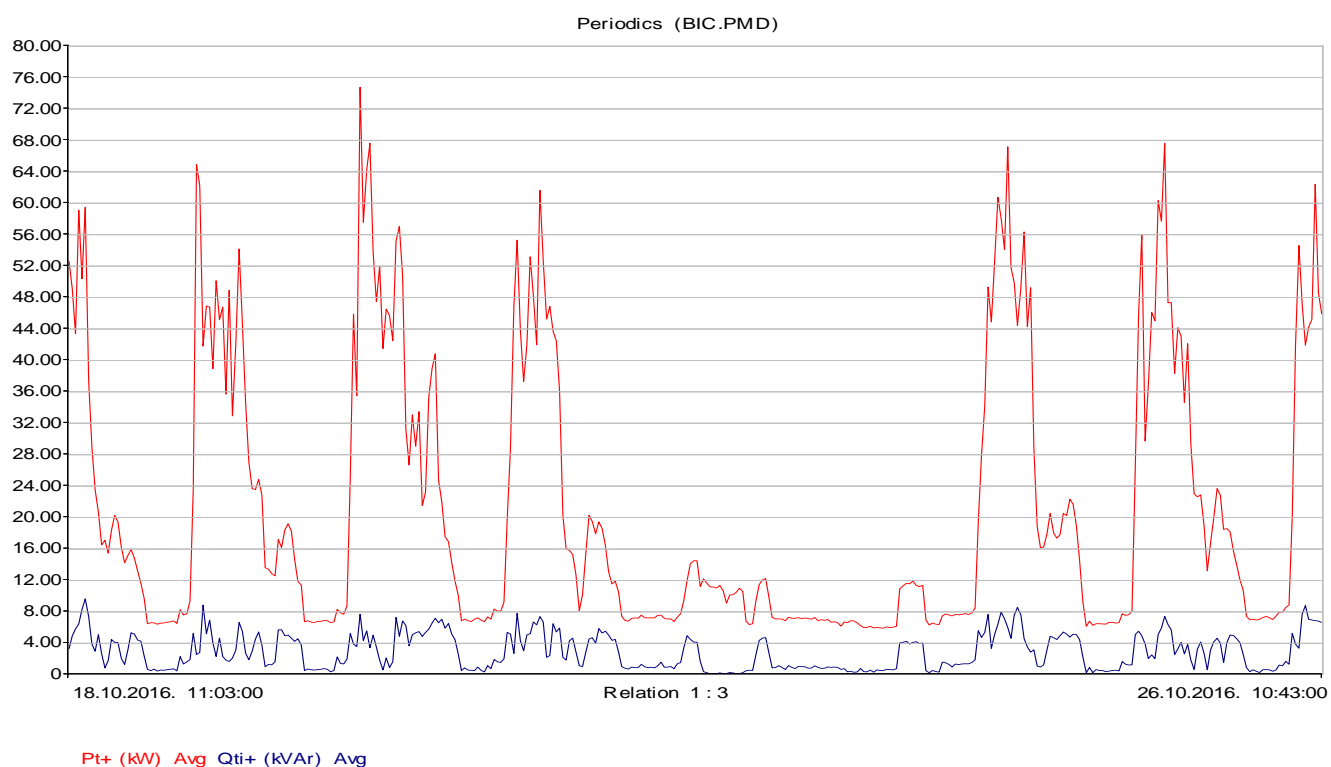
**Slika 5.21: Posnetek ostalih porabnikov**

Vir: lastni vir.

### 5.4.3 Povzetek meritev porabe in kvalitete električne energije

Meritve električne energije v objektu so bile izvajane v času od torka, 18. 10. 2016 (11.03) do srede 26. 10. 2016 (10.48). Maksimalna izmerjena vršna moč v merjenem obdobju je znašala 84 kW v četrtek, 20. 10. 2016 (ob 7.53) kot konica dnevnega diagrama moči. Skupna poraba električne energije je znašala v merilnem obdobju 4.032 kWh. Iz tedenskega diagrama je razvidna precej simetrična (konična) povprečna dnevna obremenitev – cca 50 kW. V soboto in nedeljo je celodnevna poraba na približno enakem nivoju kot tedenska v nočnem času – cca 5 kW. Trenutna maksimalna delovna moč v merjenem obdobju je znašala 112 kW (v sredo 19. 10. 2016 ob 7.03). V času meritev ni bilo registriranih prekinitev in anomalij napajalne napetosti. Tokovna obremenitev po fazah je dokaj simetrična. Odjemno mesto električne energije objekta ne izkazuje anomalij, vse merjene vrednosti električnih veličin so povsem skladne s standardom EN50160.





Slika 5.22: Graf tedenske meritve porabljene električne energije v merjenem obdobju

## 6 PREGLED RABE KONČNE ENERGIJE

### 6.1 Ovoj stavbe

Zasnova obravnavane stavbe je zelo razgibana, sestavljena je iz osnovne stavbe in več prizidkov, ki so bili zgrajeni v različnih obdobjih. Zaradi tega se pri posameznih delih stavbe razlikuje način gradnje in sestava konstrukcij.

Prvotni, najstarejši del stavbe je zgrajen v 3 etažah (pritličje, 1. nadstropje in 2. nadstropje). Vertikalno nosilno konstrukcijo stavbe predstavljajo zidovi iz votlih opečnatih zidakov, ki so povezani z armiranobetonskimi protipotresnimi vezmi. Medetažni nosilni konstrukciji in nosilna konstrukcija ravne strehe so izvedeni iz rebričastega stropa z opečnimi polnili. Debelina tlačne oz. armiranobetonske plošče je 5 cm. Skupna debelina stropa s polnili znaša 35 cm, rebra so na osnem razmaku 50 cm. Na strehi je z zgornje strani nameščena še toplotna izolacija iz žlindre volne v debelini 5 cm (glede na starost in dotrajanost predvidevamo, da je funkcionalnih samo še največ 4 cm), na katero je izveden cementni estrih in bitumenska kritina. Bitumenska kritina je bila pred časom zamenjana oz. ponovno prilepljena na obstoječo. Stavbno pohištvo na tem delu stavbe je bilo menjano pred več kot 10 leti. Trenutno so delno vgrajena PVC okna, delno pa lesena (predvsem celotna južna fasada stavbe). Oboja imata vgrajeno dvoslojno zasteklitev polnjeno s plinom in brez nizkoemisijskega nanosa. Glavna vhodna vrata v stavbo so izvedena iz aluminijastega (ALU) okvirja in dvoslojne zasteklitve, enake kot pri oknih. Zunanje stene niso toplotno izolirane, opečnate stene so z zunanje in notranje strani samo ometane.

Kasneje, okoli leta 1970, je bil prizidan prizidek telovadnice in knjižnice. Prizidek je z osnovno stavbo povezan s povezovalnim hodnikom iz šolske avle, ki se navezuje tudi na povezovalni hodnik do hiše. Prizidek je nepodkleten in pritlične izvedbe, razen dela, kjer se nahajajo garderobe in knjižnica, ki je enonadstropen. Sam dostop v telovadnico ima pred vhodom garderobe in sanitarije za učence ter kabinete učiteljev. Telovadnica na severni strani ima prostore za shrambo orodja in izhod na šolski vrt oz. zunanja igrišča. Del telovadnice je izveden z armiranobetonskimi okvirji, garderobni del je zidan iz opečnatih zidakov, vezni hodnik pa iz armiranobetonske skeletne konstrukcije. Vsi stropovi so izvedeni iz rebričastega stropa z opečnimi polnili. Strop telovadnice je istočasno tudi streha, ki je toplotno izolirana s 5 cm toplotne izolacije iz izolita in dodatne 15 cm kamene volne. Prenova strehe telovadnice je izvedena istočasno kot prenova strehe kuhinje. Na kameno volno je bila položena bitumenska kritina s posipom (enaka izvedba prenove kot pri kuhinji). Strop nad knjižnico je toplotno izoliran s 5 cm izolita. Tudi ta del strehe je že bil prenovljen, na enak način kot streha telovadnice. Med streho in stropom knjižnice je zaprt zračni prostor debeline od 20 do 60 cm. Fasada telovadnice in veznega hodnika je bila v letu 2014 prenovljena. Na fasado se je položila toplotna izolacija v debelini 16 cm, na stebrih pa toplotna izolacija manjše debeline z izboljšano toplotno prevodnostjo. Stavbno pohištvo telovadnice je bilo zamenjano pred nekaj leti. Vgrajena so bila ALU okna z dvoslojno zasteklitvijo polnjeno s plinom in nizkoemisijskim nanosom. V sklopu prenove fasade so se zamenjala tudi okna na delu prizidka, ki je zidan (garderobe, knjižnica, kabineti ...). Vgrajena so bila okna iz PVC profilov in troslojne zasteklitve, polnjene z žlahtnim plinom in nizkoemisijskim nanosom.

K osnovni stavbi šole in telovadnice so bili okoli leta 1983 prizidani kuhinja, jedilnica, gospodinjstva učilnica in zaklonišče. Kuhinja se nahaja v prizidanem delu stavbe, v pritličju (pritlična gradnja). Ekonomski vhod ter vhod/izhod za odvoz odpadkov se nahajata na zahodni strani stavbe, kjer tudi prostor za dostavo. Prizidek je grajen pritlično, z armiranobetonsko, deloma monolitno in deloma montažno nosilno konstrukcijo in predelnimi samonosilnimi zidanimi stenami. Strešna konstrukcija je sestavljena iz armiranobetonskih stebrov in primarnih armiranobetonskih nosilcev v rastru 6 m, preko katerih so položene PI montažne plošče. Na montažno ploščo strehe je bila v sklopu prenove položena mineralna volna v debelini 15 cm, na katero se je nato nalepila bitumenska lepenka s posipom. Stavbno pohištvo je iz PVC profilov in enakega tipa kot okna na osnovnem delu stavbe. Na fasadi ni nameščene toplotne izolacije, stene samo ometane. V sklopu prenove kuhinje ni bila predvidena namestitev toplotne izolacije na fasado, saj so predvidevali, da se bo ta izvedla v sklopu prenove celotne fasade stavbe.

Okoli leta 1976 se je s povezovalnim hodnikom k stavbi osnovne šole priključila še sosednja enostanovanjska hiša, ki so jo preuredili za potrebe šole. Stavba je zgrajena iz zunanjih zidov, ki so zidani s polno opeko normalnega formata. Na fasadi hiše je nameščena toplotna izolacija v debelini 5 cm kot kontaktna tankoslojna fasada po sistemu Demit. Na stropu proti neogrevanemu podstrešju je nameščena toplotna izolacija iz mineralne volne v debelini



10 cm. Strop oz. ravna streha prizidka – povezovalnega hodnika k hiši je izvedena iz armiranobetonske plošče debeline 14 cm, na katero je položena toplotna izolacija v debelini 5 cm. Ravna streha je zaključena z naklonskim betonom in kritino iz strešnih trakov (»sika« folija).



**Slika 6.1: Posnetek južne fasade šole**  
Vir: lastni vir.



**Slika 6.2: Posnetek severne fasade kuhinje**  
Vir: lastni vir.



**Slika 6.3: Posnetek zahodne fasade šole**  
Vir: lastni vir.



**Slika 6.4: Posnetek vzhodne fasade telovadnice**  
Vir: lastni vir.



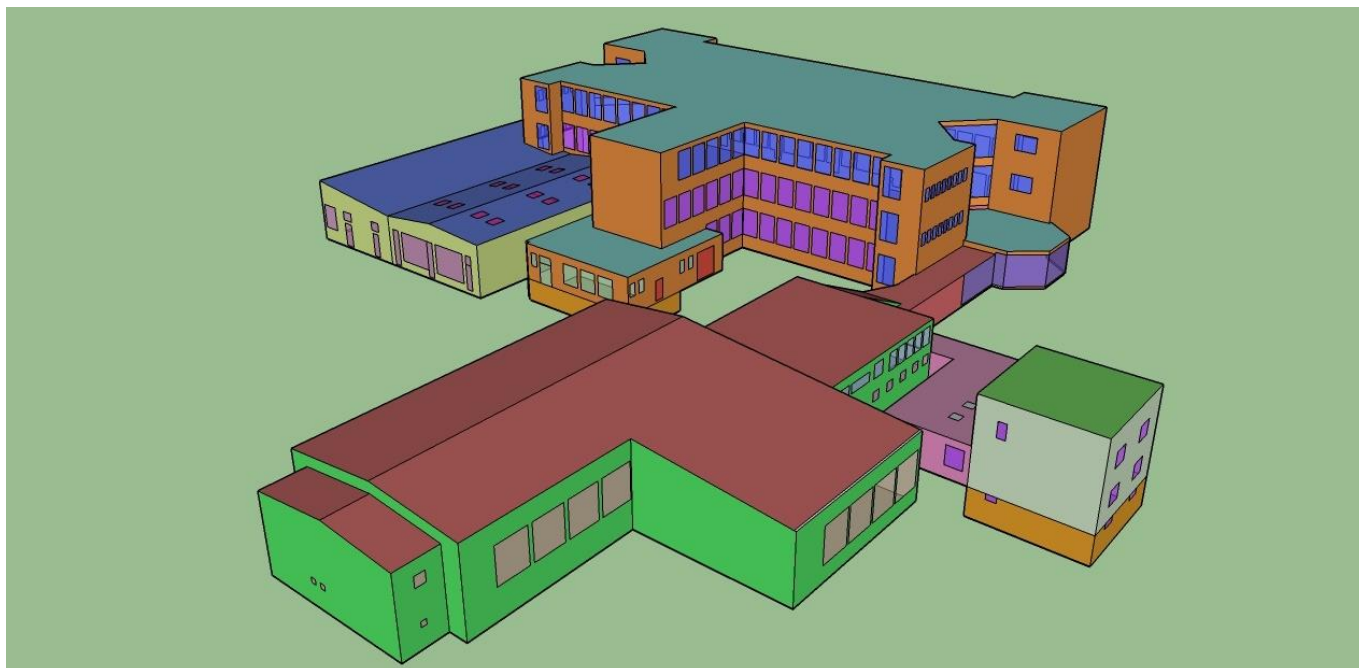
**Slika 6.5: Posnetek severne fasade šole**  
Vir: lastni vir.



**Slika 6.6: Posnetek severne in zahodne fasade hiše**  
Vir: lastni vir.

Preglednica 6.1: Zunanji ovoj stavbe – obstoječe stanje

Konstrukcija	Sestava materialov	Debelina materiala [cm]	Površina [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>PURES</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	Skladno s PURES
Fasada – šola	Notranji omet Mrežasta in votla opeka Zunanji omet	3,00 30,00 5,00		1,192	0,28	NE
Fasada – kuhinja in jedilnica	Notranji omet Bolki iz plinobetona Zunanji omet	2,00 30,00 5,00		0,571	0,28	NE
Fasada – telovadnica	Notranji omet Mrežasta in votla opeka Zunanji omet Toplotna izolacija iz stiropora Fasadna malta	2,00 30,00 5,00 16,00 0,70		0,174	0,28	DA
Fasada – hiša	Notranji omet Polna opeka Kombi plošča Zunanji fasadni omet	3,00 25,00 4,00 1,00		0,563	0,20	NE
Ravna streha – šola	Notranji omet Mrežasta in votla opeka Beton Toplotna izolacija Naklonski beton Bitumenski premaz Bitumenska lepenka	2,00 30,00 5,00 4,00 7,00 1,00 1,00		0,459	0,20	NE
Ravna streha – kuhinja	Beton Polietilenska folija Mineralna volna Večplastna bitumenska izol. Strešna lepenka	15,50 0,02 15,00 0,50 0,50		0,247	0,20	NE
Streha – telovadnica	Spuščeni strop + obloga Sloj zraka Mrežasta in votla opeka Beton Heraklit Naklonski beton Sloj zraka Lesene deske Pločevinasta kritina Toplotna izolacija – mineralna Strešna lepenka	2,00 5,00 16,00 4,00 5,00 3,00 7,00 2,00 0,06 15,00 1,00		0,188	0,20	DA
Strop proti neogrevanemu podstrešju – hiša	Beton Polietilenska folija Toplotna izolacija Polietilenska folija Estrih Toplotna izolacija – mineralna	15,00 0,02 3,00 0,02 5,00 10,00		0,260	0,20	NE
PVC okna – staro	PVC + termopan			1,80	1,3	NE
Leseno okno – staro	Les + termopan			2,00	1,3	NE
Steklak	Enoslojna zasteklitev			3,50	1,3	NE
PVC okna – novo	Les + dvoslojna zasteklitev, Ug=1,1 W/m <sup>2</sup> K			1,30	1,3	DA
PVC okna – novo	Les + troslojna zasteklitev, Ug=0,5 W/m <sup>2</sup> K			0,90	1,3	DA
Leseno okno kotlovnica	Les + dvoslojna zasteklitev + polnitev z zrakom			3,00	1,3	NE
ALU okna – nova	ALU + dvoslojna zasteklitev, Ug=1,0 W/m <sup>2</sup> K			1,50	1,6	DA



Slika 6.7: 3D model stavbe za izračun gradbene fizike

## 6.2 Električni aparati

Pretežni delež porabe električne energije predstavlja notranja razsvetljava. Ostali električni porabniki so predvsem kaloriferji, grelci vode, kotlovnica z obtočno črpalko ter pisarniška oprema.

Natančna razdelitev rabe električne energije na razsvetlavo, pripravo TSV, dodatna grelna telesa in ostalo rabo je možna le na osnovi oz. s pomočjo obratovalnega monitoringa in namestitve merilnih števecv na posamezne porabnike oz. sklope. Spremljanje rabe energije presega obseg REP-a. V nadaljevanju energetskega poročila podajamo samo pavšalno oceno nekaterih večjih porabnikov (razsvetljava, grelnih aparatov itd.), ki izhaja iz izkušenj in meritev porabe energije, ki smo jih na podobnih stavbah izvajali v preteklosti. Ta primerjava lahko predstavlja samo določen okvir, saj je poraba energije v vsaki stavbi odvisna od precej parametrov. Tudi na stavbi, kjer se opravljajo meritve, ni mogoče napovedati prihodnje porabe. Odvisna je namreč od števila in navad uporabnikov, klimatskih podatkov v obravnavanem obdobju itd.

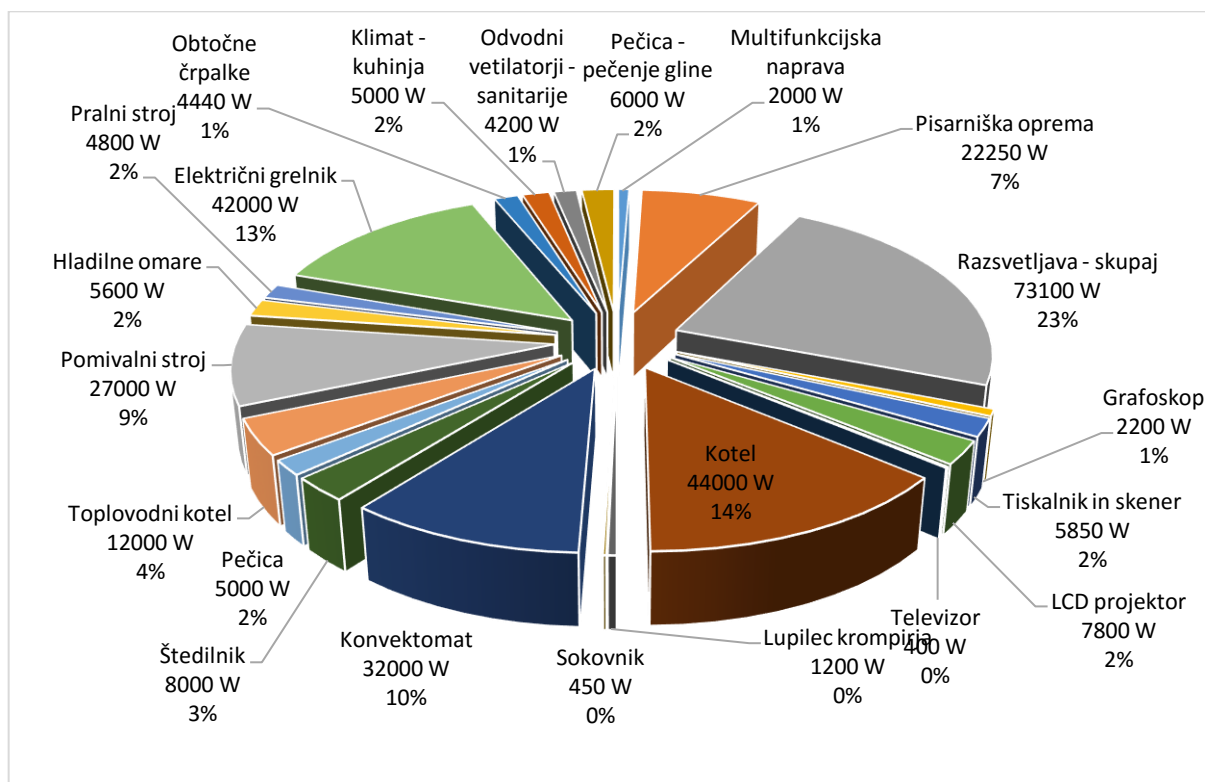
Pri REP-u stavbe in posameznih prostorov smo zasledili spodaj našteje porabnike. Predvidena poraba in ocenjeni časi obratovanja, upoštevani v izračunih, so ocenjeni skladno z ogledom in informacijami, prejetimi s strani zaposlenih.

Preglednica 6.2: Pregled večjih porabnikov električne energije – električni aparati

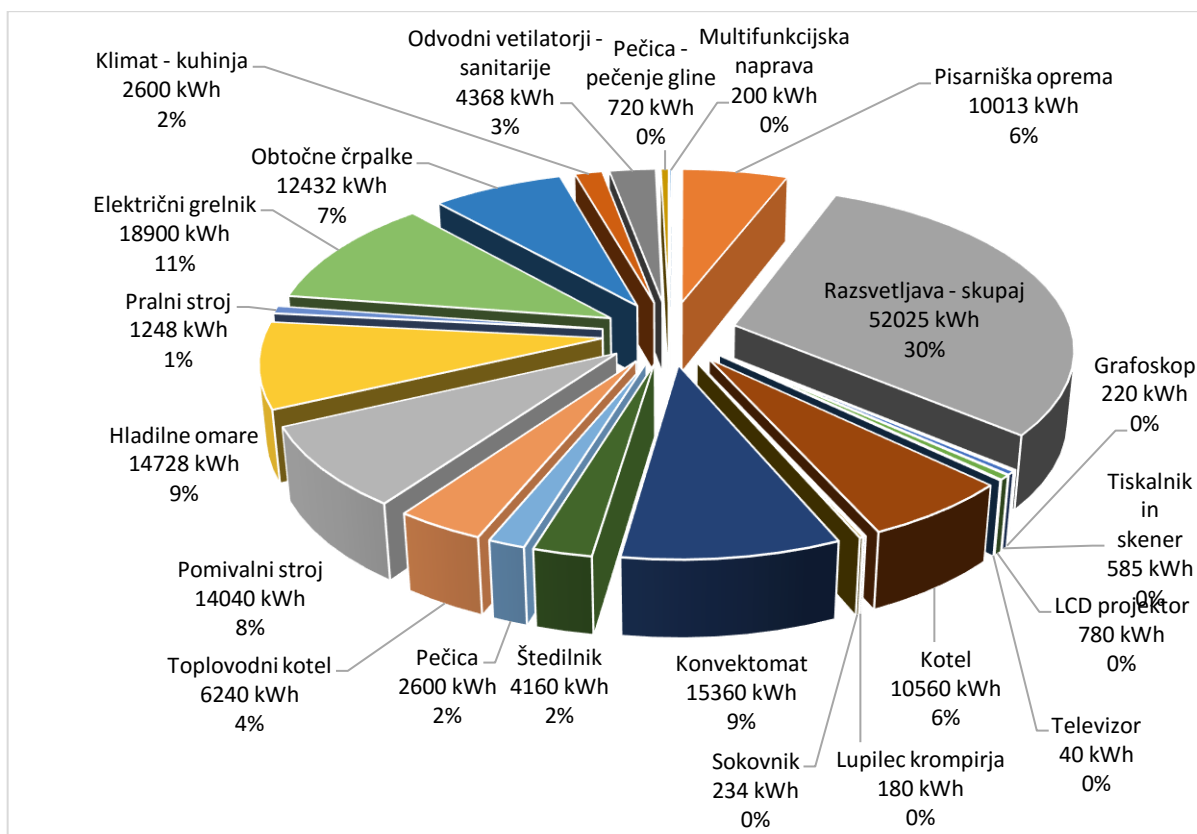
Tip naprave	Lokacija	ocenjeno št.	Moč (W)	Skupaj moč (W)	Ocenjen obratovalni čas (ure/leto)	Ocenjena raba (kWh)
Pisarniška oprema	Šola	89	250	22.250	450	10.012,50
Grafoskop	Šola	11	200	2.200	100	220,00
Tiskalnik in skener	Šola	13	450	5.850	100	585,00
Multifunkcijska naprava	Šola	1	2.000	2.000	100	200,00
LCD projektor	Šola	26	300	7.800	100	780,00
Televizor	Šola	4	100	400	100	40,00
Kotel	Kuhinja	2	22.000	44.000	240	10.560,00
Lupilec krompirja	Kuhinja	1	1.200	1.200	150	180,00



Sokovnik	Kuhinja	1	450	450	520	234,00
Konvektomat	Kuhinja	1	19.000	19.000	480	9.120,00
Konvektomat	Kuhinja	1	13.000	13.000	480	6.240,00
Štedilnik	Kuhinja	1	8.000	8.000	520	4.160,00
Pečica	Kuhinja	1	5.000	5.000	520	2.600,00
Toplovodni kotel	Kuhinja	2	6.000	12.000	520	6.240,00
Pomivalni stroj	Kuhinja	1	8.000	8.000	520	4.160,00
Pomivalni stroj	Kuhinja	1	19.000	19.000	520	9.880,00
Hladilne omare	Kuhinja	7	800	5.600	2630	14.728,00
Pralni stroj	Kuhinja	2	2.400	4.800	260	1.248,00
Električni grelnik	Kotlovnica	1	18.000	18.000	450	8.100,00
Električni grelnik	Kotlovnica	1	24.000	24.000	450	10.800,00
Obtočne črpalke	Kotlovnica	12	370	4.440	2800	12.432,00
Klimat – kuhinja	Prezračevanje	1	5.000	5.000	520	2.600,00
Odvodni ventilatorji – sanitarije	Prezračevanje	14	300	4.200	1040	4.368,00
Pečica – pečenje gline	Učilnice	1	6.000	6.000	120	720,00
Razsvetljava – skupaj		kpl		73.100		52.024,84
			<b>Skupaj</b>	<b>315.290</b>		<b>172.232,34</b>



Slika 6.8: Struktura električne moči po porabnikih



Slika 6.9: Struktura ocenjene rabe električne energije po porabnikih

Slika 6.10: Posnetek naprav v kuhinji  
Vir: lastni vir.Slika 6.11: Posnetek štedilnika v kuhinji  
Vir: lastni vir.

A large computer lab with rows of desks, each equipped with a computer monitor, keyboard, and mouse. The room has orange walls, large windows, and yellow chairs.

**Slika 6.14: Posnetek razsvetljave učilnice**

Vir: lastni vir.

**Slika 6.15: Posnetek razsvetljave sanitarij**

Vir: lastni vir.

**Slika 6.16: posnetek razsvetljave zbornice**

Vir: lastni vir.

**Slika 6.17: Posnetek razsvetljave telovadnice**

Vir: lastni vir.

## 6.4 Priprava tople vode

TSV se pripravlja centralno v kotlovnici. S pomočjo kotla na ZP in električnih grelnikov se pripravlja v 2 x 1500-litrskem hranilniku, ki ima primerno debelino toplotne izolacije. Izgube na hranilniku so tako minimalne. Priprava TSV se iz posameznega hranilnika razdeli v dve veji: prva za kuhinjo in druga za potrebe šole in telovadnice ter sanitarij. Temperaturni režim veje za kuhinjo vzdržuje temperaturo vode na približno 65 °C, v veji za šolo pa je temperatura vode okoli 45 °C. Za primerno temperaturo v obeh vejah skrbita tripotna elektronska mešalna ventila. V oba predtoka veje za TSV sta vključeni dve cirkulacijska črpalka, ki skrbita za stalno oskrbo s toplo vodo na potrošnih mestih – pipah.

## 6.5 Prezračevanje, hlajenje in klimatizacija

Prisilno se v stavbi šole prezračujejo prostori sanitarij in garderob z uporabo odvodnih ventilatorjev, ki so vgrajeni v odvodne kanale, ki preko prezračevalnih ventilov IMP PV-1 odvajajo zrak iz prostorov. Dovod zraka v sanitarije je izveden preko vratnih rešetk.

V kuhinji je nad termoblokom in konvektomati nameščena varčna kuhinjska napa PROVENT tip MEDIA RTBT – D sredinske izvedbe dimenzij 3800 x 2400 mm, ki je opremljena s ploščatim izmenjevalnikom toplote



(rekuperatorjem) z nazivnim izkoristkom 65 %, z nazivnim pretokom odvodnega zraka 7300 m<sup>3</sup>/h in nazivnim pretokom dovodnega zraka 6800 m<sup>3</sup>/h. Dovedeni svež zrak, ki se dovaja v kuhinjo se najprej vodi preko ploščatega toplotnega izmenjevalca, ki je sestavni del varčevalne nape in se nato ogret v prostor dovaja preko nape in kanalskih dovodnih rešetk. V primeru zelo nizkih temperatur je v varčevalno napo vgrajen vodni grelec moč 33,5 kW, ki je vezan na ogrevalno vejo klimatov v plinski kotlovnici. Prisilno se preko odvodnih rešetk vgrajenih v odvodne kanale odvaja zrak iz razdelilnice in pomivalnice. Pomožni prostori v kuhinji (shrambe, garderobe, sanitarije) se prezračujejo preko odvodnih ventilov in odvodnih rešetk z uporabo kanalskih ventilatorjev.

Ostali prostori (učilnice, kabineti, pomožni prostori) se prezračujejo naravno: z odpiranjem oken in vrat.



**Slika 6.18: Prisilno prezračevanje sanitarij – prezračevalni ventil in kanalski ventilator**  
Vir: lastni vir.



**Slika 6.19: Varčevalna napa PROVENT MEDIA RBTB- D 3800 x 2400**  
Vir: lastni vir.



**Slika 6.20: Aluminijaste rešetke IMP KLIMA AR-1/2 vgrajene v dovodni**  
Vir: lastni vir.



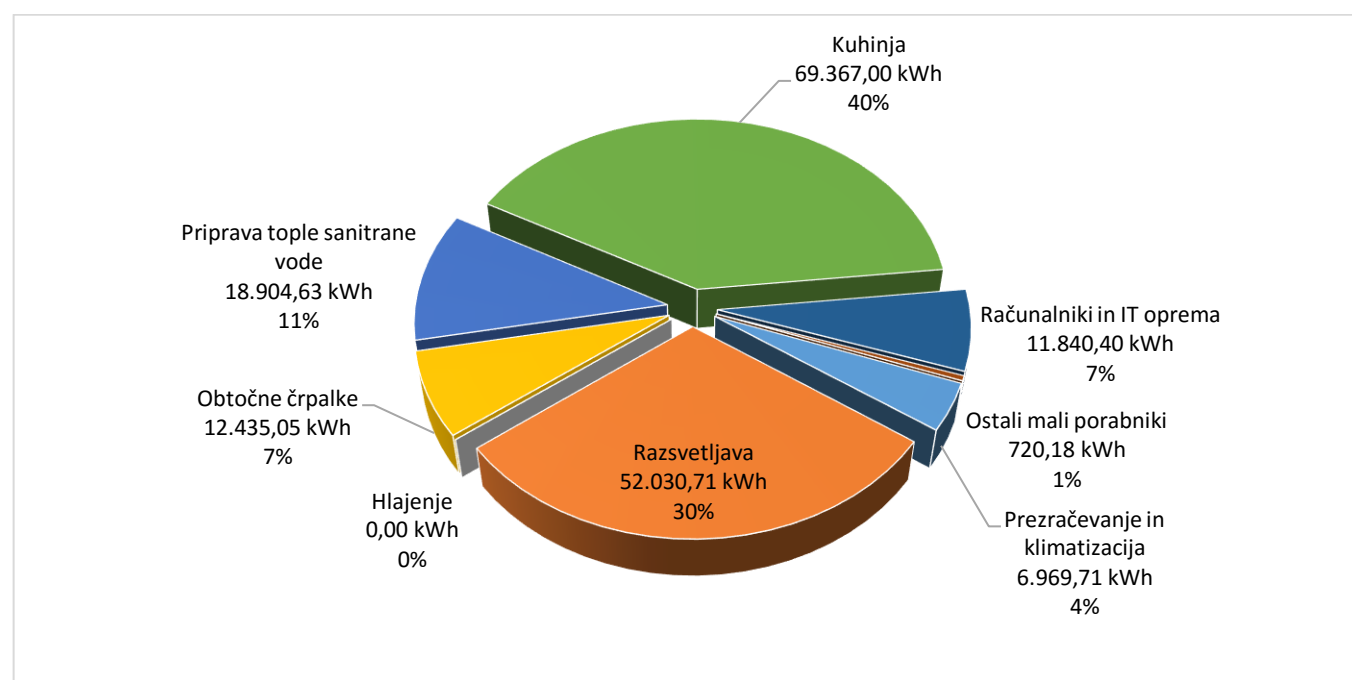
## 6.6 Razdelitev porabe energije

Preglednica 6.4: Ocenjena razdelitev rabe energije

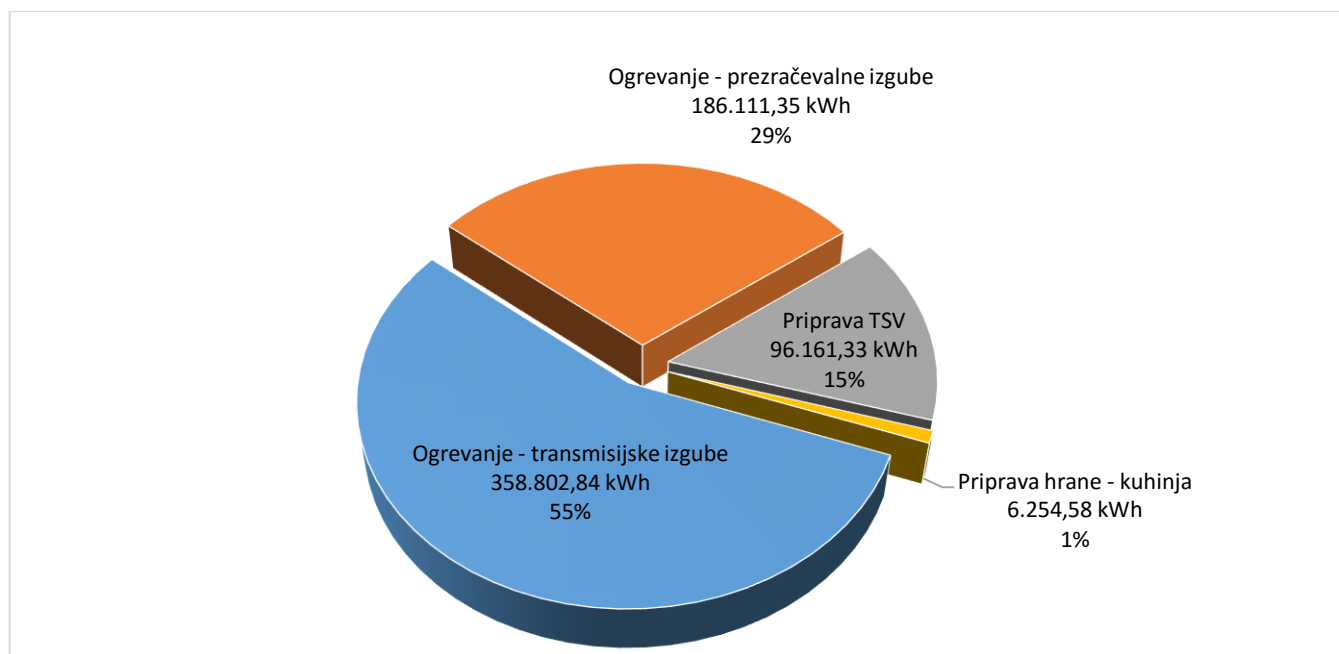
Razdelitev porabe električne energije	Ocenjena raba energije	Delež
Prezračevanje in klimatizacija	6.969,71 kWh	4,05%
Razsvetljava	52.030,71 kWh	30,20%
Hlajenje	0,00 kWh	0,00%
Obtočne črpalke	12.435,05 kWh	7,22%
Priprava tople sanitarne vode	18.904,63 kWh	10,97%
Kuhinja	69.367,00 kWh	40,27%
Računalniki in IT oprema	11.840,40 kWh	6,87%
Ostali mali porabniki	720,18 kWh	0,42%
<b>Skupaj</b>	<b>172.267,67 kWh</b>	<b>100,00%</b>

Razdelitev porabe toplotne energije	Ocenjena raba energije	Delež
Ogrevanje – transmisijske izgube	358.802,84 kWh	55,43%
Ogrevanje – prezračevalne izgube	186.111,35 kWh	28,75%
Priprava TSV	96.161,33 kWh	14,86%
Priprava hrane – kuhinja	6.254,58 kWh	0,97%
<b>Skupaj</b>	<b>647.330,10 kWh</b>	<b>100,00%</b>

Razdelitev porabe energije	Ocenjena raba energije	Delež
Toplotna energija	647.330 kWh	78,98%
Električna energija	172.268 kWh	21,02%
<b>Skupaj</b>	<b>819.598 kWh</b>	<b>100,00%</b>



Slika 6.21: Grafični prikaz porazdelitve porabe električne energije



Slika 6.22: Grafični prikaz porazdelitve porabe toplotne energije

## II. ANALIZA MOŽNOSTI ZA ZNIŽANJE RABE ENERGIJE

V drugi fazi energetskega pregleda so z vidika URE obdelane vse šibke točke, ki so bile ugotovljene v prvi fazi. Posebna pozornost je namenjena naslednjim ukrepom: ovoju stavbe, ogrevalnemu sistemu, elektriki, pripravi tople sanitarne vode in splošnim ukrepom (npr. monitoringu).

### 7 OSKRBA Z ENERGIJO

#### 7.1 Revizija pogodb o dobavi energije

V sklopu razširjenega energetskega pregleda so bile pregledane pogodbe o dobavi energentov, ki jih ima OŠ Bičevje sklenjene za oskrbo z energijo.

#### 7.2 Električna energija

V letih 2013 in 2014 ter delno 2015 (do julija) je električno energijo dobavljalo podjetje Elektro Energija, d. o. o., Slovenska cesta 58, Ljubljana. V letu 2015 je Mestna občina Ljubljana za stavbe in pravne osebe v lasti občine sklenila Okvirni sporazum o dobavi električne energije, ki je v celoti pridobljena iz obnovljivih virov energije s podjetjem oz. dobaviteljem HEP Energija, d. o. o., Tivolska ulica 48, Ljubljana. Sporazum je bil podpisan za obdobje treh let, od 1. 7. 2015 do 30. 6. 2018. Predmet okvirnega sporazuma je dobava električne energije za nočni odjem (javna razsvetljava in svetlobno cestna prometna signalizacija), dvotarifno merjenje in enotarifno merjenje. V OŠ Bičevje se izvaja dvotarifno merjenje. V sporazumu je za dvotarifno merjenje določena cena dobave energije za večjo tarifo (TV) 0,05105 EUR/kWh, za manjšo (MV) pa 0,03150 EUR/kWh. Cena, določena v sporazumu, je fiksna za celotni čas trajanja tega sporazuma. Dobavitelj porabljeno električno energijo obračuna na osnovi izmerjenih mesečnih količin električne energije z merilnih naprav; meritve opravi sistemski operater distribucijskega omrežja. Stroški dobave električne energije se obračunajo enkrat mesečno, račun se izstavi do 8. dne v mesecu za pretekli mesec.

Pred menjavo je bila cena dobave energije za VT 0,06786 EUR/kWh in MT 0,04563 EUR/kWh (dobavitelj Elektro energije, d. o. o.). Tako je bila cena VT kar za 32 % višja glede na trenutno, MT pa za 44 %. Kljub temu, da se je cena dobavljene električne energije v letu 2015 znižala za več kot 30 %, je pri skupni ceni na kWh električne energije ta procent manjši, okoli 18 %. Cena električne energije za mesec junij je znašala 0,1292 EUR/kWh (dobavitelj Elektro Energija), za avgust 2015 pa 0,10921 EUR/kWh (dobavitelj HEP Energija, d. o. o.). Razlika je predvsem v tem, da so stroškovne postavke za obračun omrežnine v mesecu decembru precej višje. V skladu z novo Metodologijo za obračunavanje omrežnine se ta obračunava za posebej za visoko sezono (januar, februar, marec, oktober, november, december) in posebej za nizko sezono (april, maj, junij, julij avgust, september). Cena električne energije na kWh je precej visoka glede na podobne stavbe, to je posledica predvsem visoke odjemne moči zaradi močnostnih naprav v kuhinji. Z izmenično uporabo naprav oz. prilagoditvijo posameznih dejavnosti v kuhinji (npr. da se ne vklaplajo vse naprave hkrati), bi bilo možno zmanjšati priključno moč in s tem tudi strošek električne energije.

#### 7.3 Toplotna energija

Stavba se oskrbuje s toplotno energijo, kjer se kot energent uporablja ZP. Dobavitelj ZP je bil v času analiziranega referenčnega obdobja GEN-I, operater distribucijskega omrežja pa Energetika Ljubljana, d. o. o.

Mestna občina Ljubljana je dne 22. 7. 2016 s javnim podjetjem Energetika Ljubljana, d. o. o., podpisala Okvirni sporazum za dobavo zemeljskega plina za Mestno občino Ljubljana, pravne osebe, katerih ustanoviteljica je Mestna občina Ljubljana ter druge pravne osebe, v katerih ima občina prevladujoč vpliv pri upravljanju ali nadzorovanju. Sporazum je bil sklenjen za obdobje 48 mesecev (4 leta), ki je razmeroma dolgo za sklepanje takšnih pogodb. V pogodbi zapisana okvirna letna količina dobave zemeljskega plina znaša 3.555.846 Sm<sup>3</sup>. Ponudbena cena za dobavo plina je določena v formularni pogodbi, ki se sklene s posameznimi pooblastitelji v skladu z okvirnim sporazumom. Ponudbena cena je podana na enoto v EUR/Sm<sup>3</sup> brez DDV in ne vsebuje davka na dodano vrednost, takse za

obremenjevanja zraka z emisijo ogljikovega dioksida, trošarine dodatka za povečanje energetske učinkovitosti, prispevka za zagotavljanje podpore proizvodnji električne energije v soproizvodnji z visokim izkoristkom in iz OVE, cene za uporabo omrežji (omrežnina in dodatki k omrežnini) ter druge morebitne dodatke, prispevke in davke, ki jih predpisuje država.

Cena na enoto brez dajatev in brez DDV za dobavo blaga znaša 0,1986 EUR/Sm<sup>3</sup>. Cena zemeljskega plina mora biti vas čas trajanja sporazuma sklada s drugo alinejo 1. člena sporazuma, ki govori, da mora biti vrednost predmeta naročanja (dobava zemeljskega plina) enaka ali nižja od cen za ta predmet na trgu. To pomeni, da se cena za dobavo zemeljskega plina na trgu preverja enkrat letno in kolikor pride do spremembe cene ter so izpolnjeni pogoji iz druge alineje 1. člena sporazuma, se sklene aneks k sporazumu z novo ceno za dobavo zemeljskega plina. Trenutna cena na enoto je je fiksna in velja za obdobje prvih 12 mesecev. Pogodbeno določena cena dobave zemeljskega plina je ugodna in bo tudi v nadaljevanju trajanja sporazuma, saj s pogodbo vsako leto iščejo najnižjo ceno za dobavo zemeljskega plina na trgu.

Za obračun dobavo zemeljskega plina se uporabljajo podatki, registrirani na merilnih napravah posameznega pripadajočega odjemnega mesta (OŠ Bičevje ima dve: kuhinja in kotlovnica). Odčitavanje merilnih naprav je v pristojnosti operater distribucijskega sistema (ODS), ki odgovarja za pravilnost podatkov. Naročniki imajo v primeru nestrinjanja z odčitkom porabe pravico preveriti odčitano in dejansko stanje merilne naprave na svoje stroške. Dobavitelj izstavi račun do desetega dne v tekočem mesecu za pretekli mesec. Naročnik mora račun plačati trideseti dan po prejemu pravilno izstavljenega e-računa skladno z veljavnimi predpisi.

## **7.4 Voda**

OŠ Bičevje se oskrbuje s pitno vodo iz javnega vodovodnega omrežja. Obvezno gospodarsko javno službo oskrbe s pitno vodo izvaja Javno Podjetje Vodovod-Kanalizacija, d. o. o., Ljubljana, ki je hkrati tudi dobavitelj pitne vode. Zamenjava dobavitelja vode ni mogoča, saj je to obvezna gospodarska javna služba, ki jo izvaja določeni izvajalec javne službe. Le-ta je za vsako občino določen z odlokom o oskrbi s pitno vodo.

## 8 ANALIZA ENERGETSKIH TOKOV V STAVBI

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

REP zajema tudi skupino postopkov za izračun in oceno stanja rabe energije skozi ovoj stavbe, ki določa izračune in možne ukrepe za zmanjšanje rabe energije in jih ovrednoti s stališča učinkovitosti vlaganj. Pomembni so torej podatki o konstrukciji stavbe, predvsem sestava in debelina ter površina zunanjih sten, oken, streh, stropa proti podstrešju in tal. Pri REP-u smo uporabili metodo analize zgradbe. Podatke smo dobili iz literature, iz dosegljive obstoječe dokumentacije, z ogledom stavbe ter s pogovori z zaposlenimi in vzdrževalci stavbe.

Analiza temelji na izračunu gradbene fizike stavbe, ki je narejen v skladu s Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. list RS, št. 52/2010). V njem so izračunani koeficienti prehoda toplote  $U$  in difuzija vodne pare oz. izsuševanje v primerjavi z dopustnimi vrednostmi po novem pravilniku (PURES). V sklopu analize je bil izdelan tudi Elaborat gradbene fizike za stanje stavbe pred prenovo (obstoječe/trenutno stanje) in stanje po prenovi (celovita prenova skladno s PURES – scenarij 1). Omenjeni dokumenti so priloženi h končnemu poročilu.

Izhodiščni podatki za stavbo OŠ Bičevje:

- Nadmorska višina je 293,1 metrov.
- Projektni temperaturni primanjkljaj  $TP_{12/20}$  znaša 3300 Kdni (stopinjski dnevi). Podatek poda klimatske pogoje kraja. Temperaturni primanjkljaj je definiran kot produkt časa ogrevanja z razliko temperatur med notranjostjo stavbe ( $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) in zunanjim zrakom. Trajanje je po dogovoru omejeno na dni, ko je zunanja temperatura nižja od  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Upošteva se povprečna temperatura v času kurilne sezone.
- Število projektnih kurilnih dni v letu je 236.
- Povprečna letna temperatura znaša  $9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , vlaga pa  $77,8\%$ .
- Energija sončnega obsevanja je  $1121\text{ kWh/m}^2$ .
- Projektna zunanja temperatura v ogrevalnem obdobju je  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , v času hlajenja  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Projektna notranja temperatura v ogrevalnem obdobju je  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , v času hlajenja  $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Stavba leži na koordinatah:  $Y = 460560$ ,  $X = 99645$ .

Izračuni toplotnih izgub pokažejo, da pri neizolirani stavbi izgubimo veliko toplotne energije, medtem ko lahko pri dobro izolirani stavbi to izgubo več kot prepolovimo. Pri projektiranju toplotne zaščite stavbe je potrebno upoštevati krajevno ugotovljene podatke o projektni zunanji temperaturi, temperaturnem primanjkljaju, o trajanju ogrevalne sezone in globalnem sončnem obsevanju. Upoštevajo se transmisijske in prezračevalne toplotne izgube, dobitki notranjih virov in dobitki sončnega sevanja. Arhitekturna zasnova zunanjega ovoja ima pomemben vpliv na toplotne karakteristike. Zasnova obravnavane stavbe je relativno zahtevna, saj je sestavljena iz več prizidkov. Vsi so v obliki kvadra. Glede na razgibano obliko stavbe ima ta zelo ugoden faktor oblike, ki znaša  $f_0 = 0,384\text{ m}^{-1}$ .

Z računov dobaviteljev energentov in na podlagi ocenjene razdelitve na ogrevanje prostorov in pripravo TSV razberemo dovedeno toplotno energijo za ogrevanje stavbe, ki za zadnja tri leta znaša povprečno  $Q_{hf, \text{ocenjena dej.}} = 544.965,60\text{ kWh}$ . Potrebna toplota za ogrevanje stavbe ( $Q_{NH}$ ) se izračuna kot razlika med skupnimi izgubami stavbe, ki zajemajo transmisijske ( $Q_{H,tr}$ ) in ventilacijske ( $Q_{H,ve}$ ) toplotne izgube ter skupnimi dobitki, ki zajemajo notranje ( $Q_{H,int}$ ) in zunanje ( $Q_{H,sol}$ ) dobitke. Iz izračuna izhaja, da znaša potrebna letna toplota za ogrevanje stavbe, ki jo moramo dovesti stavbi, da pokrijemo toplotne izgube,  $Q_{NH} = 633.365\text{ MWh}$ . Primerjava med računskim modelom potrebne energije za ogrevanje in dejansko odvedeno porabljeno energijo za ogrevanje kaže odstopanja, ki so v okviru sprejemljivih toleranc. Glede na različne zunanje faktorje, ki vplivajo na porabo toplotne energije (npr. navade uporabnika, klimatski pogoji, režimi delovanja, akumulacija konstrukcijskih sklopov stavbe), so odstopanja razumljiva, saj se tudi merjeni podatki od sezone do sezone razlikujejo.

Splošne ugotovitve na zunanjem toplotnem ovoju stavbe so:

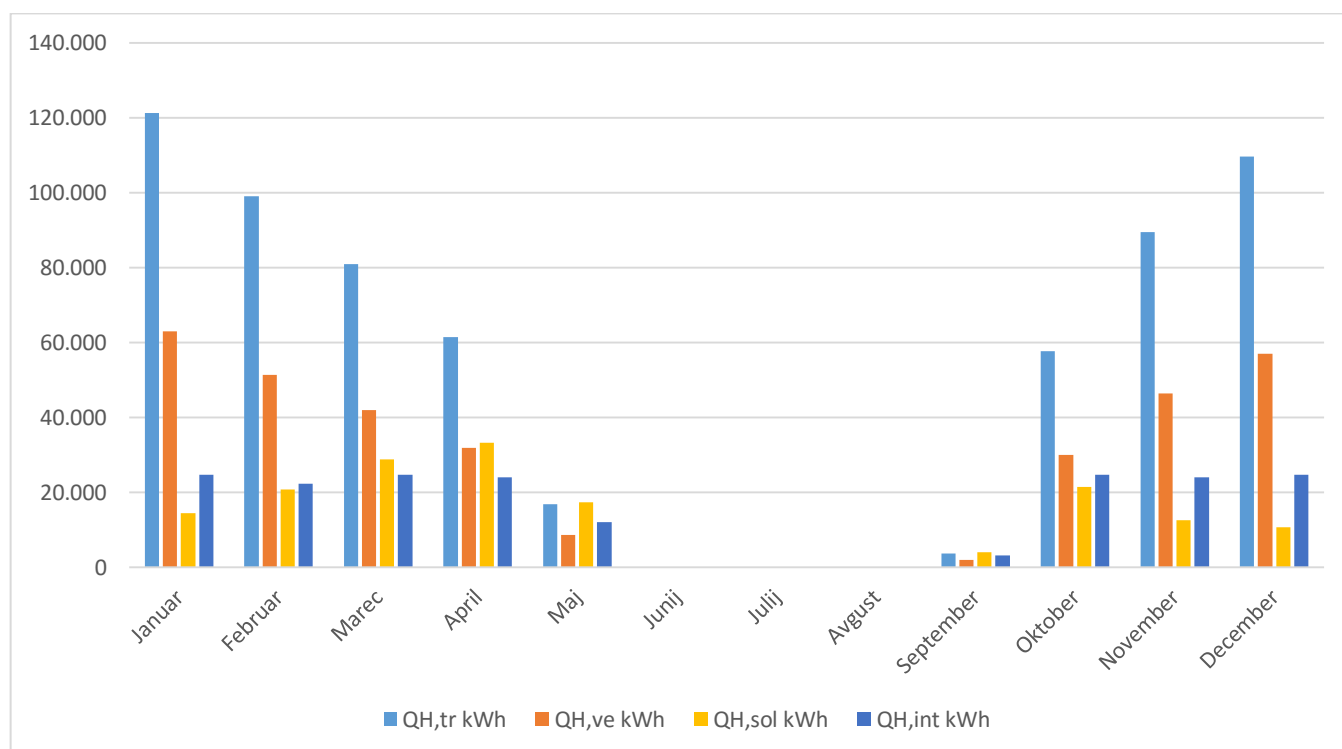
- konstrukcijski sklopi ne ustrezajo veljavnemu pravilniku, kar pomeni neučinkovito in prekomerno rabo energije za ogrevanje, razen fasade in strehe telovadnice, kjer je vgrajena zahtevana debelina toplotne izolacije,
- ovoj stavbe je zaradi zelo slabih toplotnih koeficientov (predvsem fasade in okvirjev oken in vrat) problematičen,

- na zunanjih stenah je vgrajene od nič (na stavbi šole in kuhinje) pa do 16 cm toplotne izolacije (na prizidku telovadnice). Neprenovljena fasada je ponekod močno poškodovana in dotrajana, zato lahko prihaja do toplotnih mostov, ki nudijo ugodne pogoje za nastanek plesni,
- tesnjenje dotrajanega in zastarelega stavbnega pohištva (okna in vrata) je slabo, saj nima nameščenih niti tesnil.

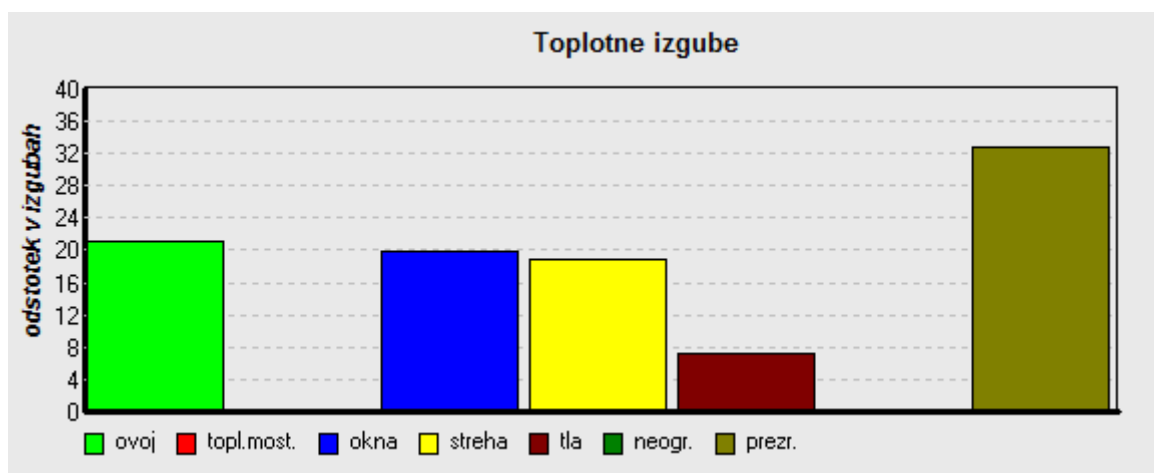
V stavbi se ogrevajo vsi prostori razen zaklonišča, ki pa ga v izračun gradbene fizike stavbe ne upoštevamo. V vseh ostalih prostorih so nameščeni radiatorji, ki omogočajo ogrevanje. Pri izračunu letne potrebne toplote za ogrevanje stavbe smo upoštevali, da se ogrevajo vsi prostori v stavbi, ki imajo nameščene radiatorje, neogrevanih prostorov v stavbi ni (majhna skladišča smo glede na njihovo velikost zanemarili).

**Preglednica 8.1: Rezultati izračuna gradbene fizike – obstoječe stanje**

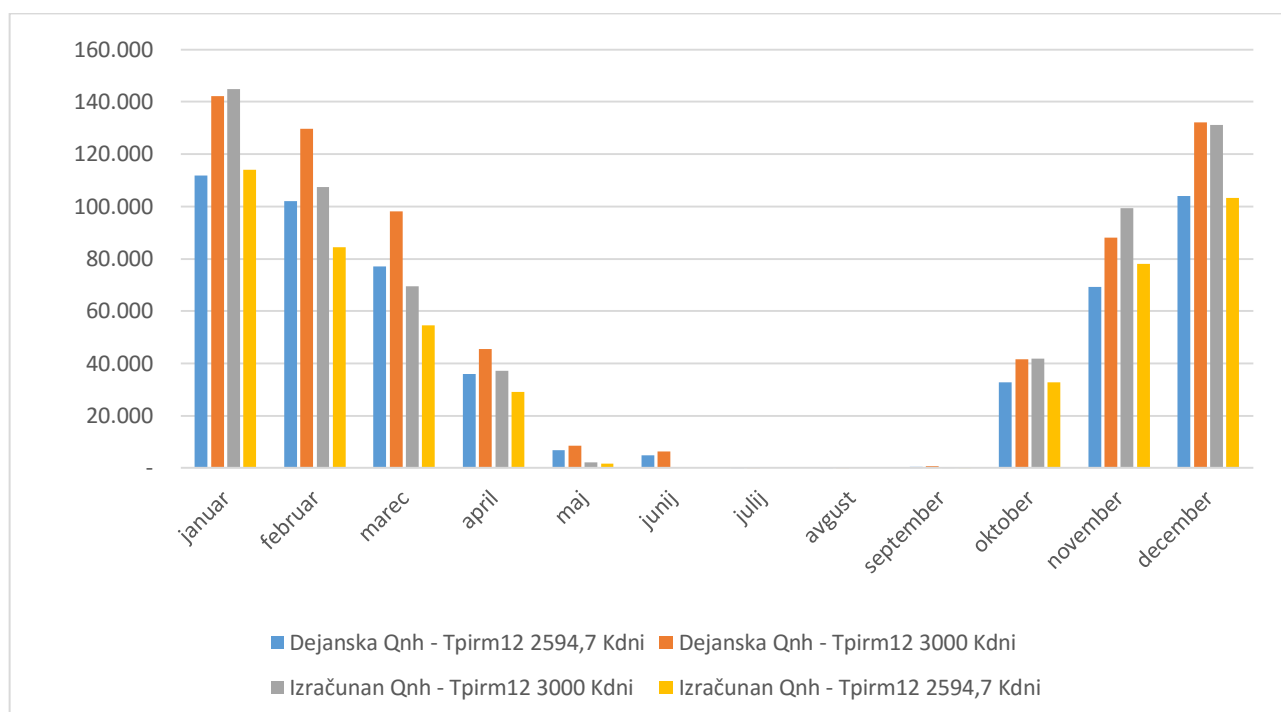
Tip podatka	Izračunana vrednost	Dovoljena vrednost
Kondicionirana površina stavbe – Ak	6.650,00 m <sup>2</sup>	
Bruto ogrevana prostornina stavbe – Ve	29.595,03 m <sup>3</sup>	
Neto ogrevana prostornina stavbe	23.676,02 m <sup>3</sup>	
Celotna površina toplotnega ovoja stavbe – A	11.351,04 m <sup>2</sup>	
Oblikovni faktor stavbe (A/Ve)	0,384	
Razmerje med površino oken in površino toplotnega ovoja	0,118	
Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub – H' <sub>T</sub>	0,684 W/m <sup>2</sup> K	0,446 W/m <sup>2</sup> K
Izračunana letna potrebna toplota za ogrevanje – Q <sub>nh</sub>	633.365 kWh	
Q <sub>nh</sub> /Ak	96.697 kWh/m <sup>2</sup>	
Q <sub>nh</sub> /Ve	21,401 kWh/m <sup>3</sup>	16,526 kWh/m <sup>3</sup>
Razred energetske učinkovitosti	D	
Dejanska poraba toplotne energije za ogrevanje (dejanski T <sub>prim12</sub> = 2594,7 Kdni)	544.965,60 kWh/leto	
Normirana dejanska poraba energije za ogrevanje (projektni T <sub>prim12</sub> = 3300 Kdni)	693.099,97 kWh/leto	



**Slika 8.1: Izračunane mesečne toplotne izgube in dobitki za obravnavano stavbo**



Slika 8.2: Toplotne izgube stavbe



Slika 8.3: Primerjava izračunane in dejanske mesečne potrebne toplote za ogrevanje

### 8.1.1 Transmisijske izgube

Transmisijske izgube so toplotne izgube zaradi prehoda toplote skozi ovoj kondicionirane (ogrevane) površine stavbe oz. prostora. Manj kot je toplotne izolacije na konstrukciji, ki meji proti neogrevanemu volumnu oz. zunanosti, večje so izgube. Stavba ima sicer masivne zidove, kar pomeni veliko akumulacijo toplote. V primeru namestitve toplotne izolacije na notranji strani bi se akumulativnost izgubila, zato izvedba toplotne izolacije na notranji strani ni priporočljiva oz. je dopustna le v izjemnih primerih. V nadaljevanju so prikazane transmisijske izgube za celotno stavbo.

V spodnji preglednici so prikazane toplotne izgube skozi posamezni konstrukcijski element. Pri preračunu koeficienta transmisijskih izgub je dodana vrednost  $0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$  zaradi majhnega vpliva toplotnih mostov, ki povečajo toplotno prehodnost zunanjega ovoja. Izračunan količnik transmisijskih izgub znaša  $HT = 7.759,62 \text{ W/K}$ .

**Toplotne izgube skozi zunanje površine****Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine****Neprozorne površine**

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m <sup>2</sup>	U W/Km <sup>2</sup>	topl.izgube W/K
ST1-Ravna streha-Šola		0	1.611,37	0,459	739,62
ST2-Ravna streha-Kuhinja+Jediinca	V	10	160,68	0,247	39,69
ST2-Ravna streha-Kuhinja+Jediinca	Z	10	443,51	0,247	109,55
ST3-Streha-Telovadnica	S	10	26,17	0,188	4,92
ST3-Streha-Telovadnica	V	10	239,53	0,188	45,03
ST3-Streha-Telovadnica	Z	10	417,74	0,188	78,54
ST3-Streha-Telovadnica		0	242,36	0,188	45,56
ST4-Strop-Hiša		0	81,00	0,260	21,06
ST5-Strop prizidek k hiši		0	113,67	0,531	60,36
ST6-Streha nad vzhodnim vhodom		0	3,48	4,178	14,54
V1-Vhodna ALU vrata	S	90	3,52	2,500	8,80
V1-Vhodna ALU vrata	V	90	3,60	2,500	9,00
V1-Vhodna ALU vrata	JZ	90	12,60	2,500	31,50
V1-Vhodna ALU vrata	Z	90	32,70	2,500	81,75
V1-Vhodna ALU vrata	SZ	90	12,60	2,500	31,50
V2-Železna vrata-kotlovnica	Z	90	9,00	3,500	31,50
V3-Nova ALU vrata	V	90	2,00	1,500	3,00
ZS1-Fasada-Šola	S	90	372,02	1,192	443,45
ZS1-Fasada-Šola	SV	90	17,17	1,192	20,47
ZS1-Fasada-Šola	V	90	316,70	1,192	377,51
ZS1-Fasada-Šola	JV	90	17,20	1,192	20,50
ZS1-Fasada-Šola	J	90	483,81	1,192	576,70
ZS1-Fasada-Šola	JZ	90	15,91	1,192	18,96
ZS1-Fasada-Šola	Z	90	376,92	1,192	449,29
ZS1-Fasada-Šola	SZ	90	16,01	1,192	19,08
ZS2-Fasada-kuhinja	S	90	87,32	0,571	49,86
ZS2-Fasada-kuhinja	V	90	151,28	0,571	86,38
ZS2-Fasada-kuhinja	J	90	34,96	0,571	19,96
ZS2-Fasada-kuhinja	Z	90	49,35	0,571	28,18
ZS3-Fasada-Telovadnica	S	90	109,85	0,174	19,11
ZS3-Fasada-Telovadnica	V	90	225,09	0,174	39,17
ZS3-Fasada-Telovadnica	JV	90	2,09	0,174	0,36
ZS3-Fasada-Telovadnica	J	90	220,30	0,174	38,33
ZS3-Fasada-Telovadnica	Z	90	206,63	0,174	35,95
ZS4-Fasada hiša	S	90	63,99	0,563	36,03
ZS4-Fasada hiša	V	90	33,63	0,563	18,93
ZS4-Fasada hiša	J	90	57,80	0,563	32,54
ZS4-Fasada hiša	Z	90	57,80	0,563	32,54
ZS6-Fasada-prizidka k hiši	S	90	24,16	0,455	10,99
ZS6-Fasada-prizidka k hiši	V	90	31,94	0,455	14,53
ZS6-Fasada-prizidka k hiši	JV	90	14,78	0,455	6,72
<b>Skupaj</b>			<b>6.402,24</b>		<b>3.751,48</b>

Slika 8.4: Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine – neprozorne površine



## Prozorne površine

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m <sup>2</sup>	U W/Km <sup>2</sup>	topl.izgube W/K
O1-PVC-stara	S	90	116,90	1,800	210,42
O1-PVC-stara	SV	90	56,54	1,800	101,77
O1-PVC-stara	V	90	36,54	1,800	65,77
O1-PVC-stara	JV	90	56,66	1,800	101,99
O1-PVC-stara	JZ	90	38,87	1,800	69,97
O1-PVC-stara	Z	90	36,54	1,800	65,77
O1-PVC-stara	SZ	90	39,15	1,800	70,47
O2-Lesena okna - stara	S	90	121,05	2,000	242,10
O2-Lesena okna - stara	V	90	33,29	2,000	66,58
O2-Lesena okna - stara	J	90	416,90	2,000	833,80
O2-Lesena okna - stara	Z	90	51,38	2,000	102,76
O3-Steklak	JZ	90	2,38	3,500	8,33
O3-Steklak	SZ	90	2,40	3,500	8,40
O4-PVC okno-1,3	S	90	40,41	1,300	52,53
O4-PVC okno-1,3	V	90	68,18	1,300	88,63
O4-PVC okno-1,3	JV	90	9,07	1,300	11,79
O4-PVC okno-1,3	Z	90	8,24	1,300	10,71
O5-PVC okno-0,9	V	90	17,59	0,900	15,83
O5-PVC okno-0,9	Z	90	15,36	0,900	13,82
O6-ALU okna - 1,5	S	90	0,32	1,500	0,48
O6-ALU okna - 1,5	V	90	68,74	1,500	103,11
O6-ALU okna - 1,5	Z	90	60,08	1,500	90,12
O7-Leseno okno-kotlovnica	S	90	15,54	3,000	46,62
O7-Leseno okno-kotlovnica	Z	90	3,27	3,000	9,81
O8-Kupole-stare		0	2,28	3,500	7,98
O9-Kupole nove		0	18,00	2,000	36,00
<b>Skupaj</b>			<b>1.335,68</b>		<b>2.435,58</b>

Slika 8.5: Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine – neprozorne površine

## 8.1.2 Izgube zaradi prezračevanja

Delež prezračevalnih oz. ventilacijskih izgub lahko le ocenimo, saj natančne količine izmenjave zraka v prostorih ni možno določiti. Prezračevalne izgube so odvisne od nekontroliranih prezračevalnih izgub (tesnosti stavbnega ovoja oz. stikov med različnimi elementi na ovoju) in od kontroliranih prezračevalnih izgub (delovanja prezračevalnih naprav, odpiranja oken in vrat oz. navad uporabnikov).

Obravnavani prostori (razen kuhinje) nimajo urejenega prisilnega prezračevanja, tako da se večina prostorov prezračuje naravno, z odpiranjem oken. Za izračun prezračevalnih izgub se uporabi postopek na poenostavljen način. V izračunu upoštevamo, da je privzeta vrednost stopnje izmenjave zraka, ki jo dosežajo z odpiranjem oken in uporabe prezračevalnih naprav v kuhinji 0,5 volumna/h. Upoštevamo tudi infiltracijo zunanjega zraka zaradi netesnosti gradbenih stikov med različnimi konstrukcijami (npr. okenska odprtina oz. okno).

Prezračevalne toplotne izgube po izračunu predstavljajo 32,823 % vseh toplotnih izgub, izračunani koeficient prezračevalnih izgub znaša  $H_v = 4.024,92$  W/K. Prezračevalne izgube so manjše kot transmisijske, kar nakazuje na solidno toplotno izoliranost zunanjega ovoja.

## 8.1.3 Toplotni dobitki

V izračunu gradbene fizike so upoštevani tudi pritoki sonca, ljudi in naprav v stavbi. Stavba ima orientacijo, ki daje toplotne dobitke skozi prozorne površine (stavbno pohištvo). V izračunu so upoštevani letni dobitki sončnega sevanja, ki so izračunani na podlagi klimatskih podatkov sončnega obsevanja za izbrano lokacijo. Za faktor propustnosti sončnega sevanja ( $q$ ) smo za stara lesena okna in njihovo zasteklitve upoštevali dvoslojno zasteklitev

( $g = 0,75$ ), novejšo dvoslojno zasteklitev z emisijskim nanosom ( $g = 0,65$ ) in novo troslojno zasteklitev z emisijskim nanosom ( $g = 0,50$ ). Pri izračunu solarnih dobitkov smo upoštevali tudi zunanja senčila (krpanke), saj so na večino oken nameščena (predvsem na okna, ki so izpostavljena direktni sončni svetlobi). Zunanje ovire oz. faktorja senčenja zunanjih ovir v izračunu gradbene fizike nismo upoštevali ( $F_{sh,ob} = 1,00$ ).

Za notranje dobitke zaradi oddajanja toplote naprav in ljudi smo upoštevali priporočila Standarda SIST ISO 13790:2008, Priloga G, in sicer  $5 \text{ W/m}^2$  ogrevane površine. Vrednost je bila izbrana glede na dejavnost, ki se izvaja v večini prostorov (vzgojna-izobraževalna dejavnost). V ogrevalni sezoni so ti pritoki dobitke energije, ki zmanjšuje potrebo po ogrevanju, v letnem času pa pomenijo obremenitev, ki jo je treba odvajati s hladilnimi napravami. V kolikor bi se v stavbo namestile naprave za pohlajevanje, bi bilo to sicer z vidika toplotnega ugodja zaželeno, a bi tovrsten ukrep pomenil povečano porabo energije. Praviloma pohlajevanje prostorov v poletnih mesecih pomeni podvojitve porabe električne energije, zaradi česar je potrebno povečati priključno moč, letni strošek električne energije pa je bistveno višji. Klimatske naprave je potrebno tudi redno vzdrževati, kar prav tako pomeni dodaten strošek. Ukrep pohlajevanja iz navedenega razloga ni bil podrobneje obravnavan.

## 8.2 Notranji toplotni viri zaradi naprav za pretvorbo energije

### 8.2.1 Priprava tople vode

TSV se pripravlja centralno v kotlovnici, ki je locirana v pritličju šole, poleg jedilnice. Centralni sistem (hranilnik TSV) za pripravo tople vode je bil prenovljen v letu 2000, hranilnik je primerno toplotno izoliran, zato večjih toplotnih izgub ni pričakovati. V tem sistemu vidimo kot edini možni potencialni prihranek energije zamenjavo obstoječih obtočnih črpalk, ki so trenutno tristopenjsko regulirane. TSV se porablja za potrebe umivanja v sanitarijah, v kuhinji in v igralnicah. Kotlovnica se nahaja v severnem delu stavbe, poleg nje se nahajajo prostori jedilnice, ki toplotnih izgub oz. dobitkov za pripravo TSV ne porabljajo kot notranji vir za ogrevanje (kuhinja ima že sama velike notranje dobitke).

### 8.2.2 Razsvetljava

V stavbah je pomembno uvajanje učinkovite razsvetljave, saj s tem prispevamo k znižanju rabe energije in posledično k manjšim obratovalnim stroškom. Z uporabo ustreznih svetil lahko prihranimo električno energijo za razsvetljavo, posledično se znižuje tudi priključna moč. Poleg tega z zamenjavo neustreznih svetil dosežemo boljšo osvetljenost prostorov, poceni se vzdrževanje, izboljšajo se tudi delovni pogoji.

V obravnavani stavbi imajo večinoma že nameščena energetska učinkovita svetila (razen zunanjih svetil). V izračunih upoštevamo privzete notranje dobitke  $5 \text{ W/m}^2$ , ki zajemajo tudi toplotne dobitke zaradi razsvetljave.

### 8.2.3 Kuhinja

Kuhinja je bila v letu 2014 celovito prenovljena. Vgrajene so bile energetska učinkovite naprave, zato so toplotne in električne izgube minimalne. Notranji toplotni viri, ki nastajajo v kuhinji, se uporabljajo za neposredno ogrevanje kuhinje (s tem je potreba po radiatorskem ogrevanju manjša, radiatorji v kuhinji imajo nameščene termostatske ventile), odvečna toplota in smrad se odvajata skozi kuhinjske nape, ki imajo modul za vračanje odvečne toplote – rekuperator.

## 8.3 Končna energija, potrebna za delovanje

### 8.3.1 Proizvodnja toplote

Toplotna energija za ogrevanje in TSV se pripravlja s pomočjo dveh kotlov na ZP (leto izdelave 2000), ki sta locirana v kotlovnici. Toplotna postaja je bila leta 2000 celovito prenovljena, izoliran je bil celotni razvod v toplotni postaji, obtočne črpalke in izmenjevalci. Kotla sta starejša od 15 let, zato imata slabše toplotne izkoristke kot novejši kondenzacijski kotli. Toplotne izgube obeh kotlov in razvodnega sistema se uporabljajo za neposredno ogrevanje kotlovnice.

### **8.3.2 Ogrevalne naprave in sistemi**

Prostori v stavbi se ogrevajo s pomočjo radiatorjev in ogrevalnega razvodnega sistema, ki poteka podometno in nadometno v notranjosti prostorov, na zunanjih stenah. Ogrevani razvod. oz. sistem za oskrbo radiatorjev ni toplotno izoliran, tako da se toplotne izgube razvoda uporabijo kot notranji dobitki za ogrevanje prostorov. V stavbi so vgrajeni ploščati pločevinasti radiatorji, večinoma brez termostatskih glav.

### **8.3.3 Sistemi za razdeljevanje toplote za ogrevanje**

Sistem za razdeljevanje toplotne energije je izveden iz črnih jeklenih cevi, ki oskrbujejo grelna telesa – radiatorje. Razvod v toplotni postaji je primerno toplotno izoliran, kar ne velja za ostale razvode po stavbi. Toplotne izgube razvoda se porabljajo za ogrevanje prostorov, saj razvodni sistem v večini poteka v ogrevanih prostorih.

### **8.3.4 Sistemi za razdeljevanje toplote**

Sistem v stavbi za razdeljevanje ogrevane toplotne energije do ogreval in za transport TSV je še prvotni iz črnih cevi. V kotlovnici je celotni sistem izoliran z mineralno volno primerne debeline. Po preostalem delu stavbe so instalacije vodne podometno in niso toplotno izolirane, izgube neizoliranega sistema se neposredno uporabljajo za ogrevanje stavbe.

## 9 OCENA ENERGETSKO VARČEVALNIH POTENCIALOV

Celoviti ukrepi energetske prenove stavbe v nizkoenergetsko stavbo so investicijsko in tehnično zahtevni ter na osnovi primerljivih stavb, ki zajemajo statične in ostale posege, znašajo tudi do 800 in več EUR na m<sup>2</sup> obnovljene kondicionirane površine. Celovita prenova bi zajemala prenovo zunanega ovoja in tal proti terenu ter strojnih in elektroinstalacij. Celoten sklop energetske prenove sestoji iz arhitekturnih in instalacijskih posegov, ki se medsebojno dopolnjujejo. V nadaljevanju so ukrepi predstavljeni tako, kot če bi se izvajali samostojno, smo en ukrep na enkrat. Pri izvedbi več ukrepov hkrati moramo upoštevati medsebojni vpliv posameznih ukrepov.

### 9.1 Izhodišča za določitev primernih ukrepov in izračun prihrankov

Za izračun možnih prihrankov smo za referenčno rabo energije uporabili podatke z računov dobaviteljev za zadnja tri zaključena leta, za referenčne stroške pa povprečne stroške energije zadnjega zaključenega leta. V preglednici v nadaljevanju so pokazani izhodiščni podatki za izračun oz. analizo potenciala prihrankov stavbe. Stroški energije obsegajo omrežnino, energijo in vse ostale dajatve, podani so brez DDV.

Možni prihranki na ovoju stavbe so bili izračunani s pomočjo programa Gradbena fizika URSA 4.0 podjetja Ursa Slovenija. Izračuni so opravljeni na osnovi Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES, 2010) in Pravilnika o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb (Ur. list RS, št. 92/14). Pri izračunu možnih prihrankov smo upoštevali varnostni faktor (5 %) in tako zmanjšali izračunane prihranke. Prihranke, izračunane s pomočjo programa, smo upoštevajoč varnostni faktor normirali s povprečno dejansko porabo stavbe za zadnja tri zaključena leta. Z normiranjem smo tako upoštevali klimatske vplive in vplive navad uporabnikov.

Prihranke za strojne in elektro ukrepe sta podala strokovnjaka za področji, izračunani so bili na osnovi Pravilnika o metodah za določanje prihrankov energije (Ur. list RS, št. 67/15). Izračun oz. enačbe za prihranke so prikazani pri posameznem predlaganem ukrepu.

**Preglednica 9.1. Izhodiščni podatki za analizo energetsko varčevalnih potencialov stavbe**

Izhodiščni podatek	Toplotna energija (ZP)		Električna energija	Enota	Vir podatka
	Ogrevanje (ocena)	TSV (ocena)			
Povprečna rabe končne energije	544.965,60	96.170,40	172.267,67	kWh/letno	Povprečje rabe končne energije v zadnjih treh zaključenih letih (analizirano obdobje v poročilu).
	554,97	96,17	172,27	MWh/letno	
Povprečna raba primarne energije	599.462,16	105.787,44	403.669,17	kWh/letno	Rabo končne energije smo pomnožili s faktorjem 1,1 in električno energijo s faktorjem 2.5 (vir: TSG-1-004:2010).
Povprečne emisije CO <sub>2</sub>	108.993,10	19.234,08	84.411	kg CO <sub>2</sub>	Toplotno energijo (DO) smo pomnožili z 0,20 kg CO <sub>2</sub> in električno energijo z 0,49 kg CO <sub>2</sub> (vir: Pravilnika o metodah za določanje prihrankov energije, priloga 3 (Ur. list RS, št. 67/2015)).
Cena končne energije v letu 2015	0,0559	0,0559	0,1301	EUR/kWh	Povprečna mesečna cena energije v zadnjem zaključenem letu (vir: energetska analitika stavbe).
	55,90	55,90	130,90	EUR/MWh	
Izhodiščni stroški energije	30.461,93	5.375,64	22.409,86	EUR/letno	Zmnožek referenčne rabe končne energije in cene končne energije v zadnjem zaključenem letu.
Projektni Tprim12	3300			Kdni	<a href="http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/pravilnik-ucinkoviti-rabi-energije/">http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/pravilnik-ucinkoviti-rabi-energije/</a>
Dejanski Tpm12	2594,70			Kdni	Povprečni Tpm12 zadnjih treh zaključenih let. Pridobljen iz baze ARSO.

## 9.2 Ovoj stavbe

Pri starejših in slabo toplotno izoliranih stavbah toplotne izgube skozi zunanji ovoj predstavljajo glavnino toplotnih izgub. Pri prenovi je smiselno izvesti ukrepe glede na ekonomičnost v življenjski dobi in izbrati rešitve glede na obstoječe stanje stavbe. Praviloma je prvi ukrep pri neizoliranih stavbah, kjer je to glede na konstrukcijsko zasnovo možno, toplotna izolacija strehe ali podstrešja. Ti ukrepi imajo najmanjši vpliv na zunanji izgled, ekonomiko in poseg v konstrukcije. Običajno je naslednji ukrep (ni vedno ekonomsko najbolj upravičen) menjava oken in vrat, še posebej, kjer so okna stara več kot 25 let, dotrajana, poškodovana in slabo tesnijo. Slabo stavbno pohištvo rezultira v velikih ventilacijskih izgubah in neugodnem počutju v prostoru. Po menjavi oken se pogosto pojavi problem kondenzacije na konstrukcijskih elementih (predvsem na armiranobetonskih ploščah in prekladah) ob oknih, kar marsikdaj rezultira v plesni. Že ob menjavi oken je potrebno nujno razmisliti tudi o toplotni izolaciji fasade in ustreznem prezračevanju po obnovi. Seveda je vrstni red oz. izbira ukrepov odvisna v prvi vrsti od obstoječega stanja stavbe oz. že izvedenih ukrepov. Na obravnavani stavbi imajo nekatere konstrukcije (fasada in streha telovadnice, ter nekatero stavbno pohištvo) že zadovoljivo izolativnost, zato izvedba namestitve dodatne izolacije na to konstrukcijo ali zamenjava stavbnega pohištva ni smiselna.

Učinki ukrepov so odvisni od različnih faktorjev, kot so klimatski pogoji, vpliv uporabnikov, faktor oblike stavbe, medsebojna usklajenost ukrepov, cene investicijskih ukrepov in obstoječega stanja stavbe.

V nadaljevanju so ukrepi zasnovani tako, da prenovljeni konstrukcijski elementi zadostijo zahtevam novega pravilnika PURES oz. so deloma še izboljšani (za vsaj 10 %). Praviloma je smiselno, da se pri prenovi doda več toplotne izolacije, saj pomeni praviloma vsak dodatni centimeter toplotne izolacije za 2 % višji strošek investicije, pa tudi od 10 % do 20 % boljšo toplotno izolativnost in s tem prihranke (odstotek prihrankov je odvisen od začetnega stanja). Izboljšani ukrepi predstavljajo tudi standard za prenavo v skoraj nič-energijsko ali pasivno stavbo, ki sta trenutno trend za prenovne stavb, prav tako se s tem tudi lažje zadosti zahtevam PURES-a. Zadostitev pogojem posameznih elementov pa še ne pomeni, da je stavba celovito prenovljena. Za pomoč pri izbiri najbolj primernih energetske učinkovitih ukrepov na zunanjem toplotnem ovoju smo analizirali naslednje ukrepe:

- namestitev toplotne izolacije na fasado,
- zamenjavo dotrajanih oken,
- zamenjavo vhodnih vrat s kvalitetnimi novimi, ki imajo samozapirala,
- namestitev toplotne izolacije na strop proti podstrešju,
- namestitev dodatne toplotne izolacije v talno konstrukcijo na terenu.

### 9.2.1 Toplotna zaščita fasadnih sten

Na obravnavani stavbi je ponekod že nameščena zadovoljiva debelina toplotne izolacije (telovadnica). Na fasadi enostanovanjske hiše in njenega povezovalnega hodnika je tudi že nameščene 4 cm toplotne izolacije, medtem ko na ostalih fasadah te sploh ni. Tako večina fasade stavbe ne zadosti zahtevam predpisov in sodobnih standardov oz. trendov. Obstoječe stanje fasade je glede na starost stavbe zadovoljivo, na njej ni vidnih večjih razpok ali poškodb, razen na mestih prizidka kuhinje, ki je poškodovana zaradi posedanja stavbe (verjetno posledica izgradnje sosednje stavbe). Obstoječe stanje fasade (z manjšimi popravki lukenj) omogoča namestitev dodatne toplotne izolacije kar na obstoječe sloje fasade. V nadaljevanju bomo za analizo uporabili toplotno izolacijo iz ekspandiranega polistirena (EPS) toplotne prevodnosti ( $\lambda$ ) 0,035 W/mK in izvedbo kompaktne tankoslojne fasade. Po naši oceni, da se zadosti zahtevi v PURES-u ( $U_{max} \leq 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) in zahtevam MZI po skoraj nič-energijski prenovi, je potrebno na fasado namestiti vsaj 15 cm predlagane toplotne izolacije, tako da bo toplotna prehodnost fasade enaka ali boljša od  $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Na nekaterih mestih, kjer je že nameščena toplotna izolacija, ali pa je obstoječe toplotna prehodnost konstrukcije boljša, je lahko ta debelina tudi manjša. Ocenjen strošek izvedbe fasade zajema dobavo in namestitev toplotne izolacije skupaj z lepilom, malto, mrežico, zaključnim mineralnim ometom, zaključnim barvnim slojem, postavitvijo odra (do višine 20 m) in ostale potrebne izvedbene stroške za kompletno prenavo fasade.

### 9.2.2 Ravna streha

Med elementi ovoja stavbe je pogosto streha tisti konstrukcijski element, skozi katerega uide največ toplote. Vgradnja toplotne izolacije na streho ni tehnično zahtevno opravilo, zaplete pa se lahko pri možnosti namestitve določenih zaščitnih slojev oz. izvedbe učinkovite zaščite pred atmosferskimi vplivi.

Trenutno je na obstoječih strehah že nameščene nekaj toplotne izolacije, vendar konstrukcije ne zadostijo zahtevam PURES-a. Na ravni strehi je najučinkovitejše in najenostavnejše dodajanje toplotne izolacije z zgornje strani. Pri tem se neizbežno poveča skupna višina strešne konstrukcije. Če je potrebno, se obnovi ali vgradi novo plast hidroizolacije.

Predlagamo, da se na obstoječe ravne strehe namesti dodatno toplotno izolacijo v debelini 20 cm (toplotne prevodnosti 0,038 W/mK ali manj) oz. v takšni debelini, da celotna toplotna prehodnost strehe znaša 0,15 W/m<sup>2</sup>K ali manj. Prav tako se pri tem pregleda dotrajanost obstoječe hidroizolacije ter se jo po potrebi prenovi oz. preplasti z novo.

Ravno streho lahko toplotno izoliramo tudi s spodnje strani, vendar je ta ukrep v gradbenofizikalnem pogledu tvegan, izvedbeno zahteven in zato manj priporočljiv. Gre za podoben primer kot pri izolaciji stene z notranje strani, ko se srečamo s problemom ovirane difuzije vodne pare (nujna je brezhlebna in ustrezno dimenzionirana parna zapora) in konvekcijskimi toplotnimi mostovi (tesnjenje vseh preklapov, priključkov in prebojev parne zapore).

### 9.2.3 Toplotna zaščita tal neogrevanega podstrešja

Tla podstrešja oz. strop proti neogrevanemu podstrešju hiše je trenutno toplotno izolirana s skupno 13 cm toplotne izolacije, kar pomeni, da ima konstrukcija toplotno prehodnost 0,26 W/m<sup>2</sup>K, ki pa ne zadosti zahtevam PURES-a. Da bi zadostili zahtevam PURES-a in predlagani toplotni prehodnosti konstrukcije ( $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) je potrebno na tla medetažne konstrukcije proti podstrešju namestiti še vsaj 11 cm toplotne izolacije, npr. iz mineralne volne toplotne prevodnosti ( $\lambda$ ) 0,038 W/mK. Prav tako predlagamo, da se toplotna izolacija z zgornje strani zaščiti s paropropustno folijo ali vetrno oviro, s čimer se prepreči prašenje, namakanje in prehitro razpadanje toplotne izolacije.

### 9.2.4 Zamenjava stavbnega pohištva (okna in vrata)

Večina stavbenega pohištva je starejšega od 10 let. Ni močno dotrajano, vendar je dokaj energetsko neučinkovito, saj stekla nimajo nameščenega nizkoemisijskega nanosa in tesnil med okvirjem in krilom. Določeno stavbno pohištvo je že bilo menjano pred kratkim (prizidek telovadnice), zato je v odličnem stanju in energetsko učinkovito, prav tako pa tudi zadosti zahtevam PURES-a. Ta okna ne predvidimo za zamenjavo. Glede na slabše stanje obstoječih dotrajanih oken in nekaterih vrat predlagamo, da se ta zamenjajo z novimi, energetsko učinkovitimi. Novo stavbno pohištvo naj izpolnjuje zahteve PURES-a oz. naj bodo njegove toplotno izolativne karakteristike še izboljšane, saj je možno na tržišču za manjše doplačilo dobiti še boljša okna, ki upravičijo malenkost dražjo investicijo, saj s tem dobimo večje prihranke.

V nadaljevanju predlagamo zamenjavo stavbnega pohištva z energetsko bolj učinkovitimi okni iz PVC profilov in toplotno prehodnostjo  $U_w \leq 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$  in zamenjavo vseh vrat s PVC vrati in toplotno prehodnostjo  $U_d \leq 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Pri uporabi energetsko učinkovitih in tesnih oken je lahko problematično prezračevanje prostorov, zato je potrebno vgraditi prisilno prezračevanje oz. uvesti organizacijski ukrep pravičnega prezračevanja prostorov. V ceno zamenjave oken je vključena demontaža obstoječih ter dobava in vgradnja novih oken, dobava in vgradnja zunanjih senčil, vgradnja novih ALU polic in popravilo špalet.

### 9.2.5 Toplotna zaščita tal na terenu

Izvedba ukrepa toplotne zaščite tal na terenu se zaradi menjave zaključnih talnih oblog (trenutno so v dobrem stanju) in estrihov postavlja pod vprašaj. Vprašljiva je rentabilnost vloška glede na potrebne investicijske stroške (odstranitev talnih oblog in estriha, prilagoditev podbojev in ostalih elementov v prostoru, vgradnja novega estriha).

in zaključnega talnega sloja). Zaradi prevelikega posega v talno konstrukcijo, visoke investicije in dobrega trenutnega stanja zaključnih oblog se ukrep ne predvidi kot prioritetni ukrep, ampak ga obravnavamo kot ukrep, s katerim lažje zadostimo zahtevam PURES-a in zahtevam po skoraj nič-energijski prenovi stavbe.

### 9.2.6 Povzetek analiziranih ukrepov na zunanjem ovoju

**Preglednica 9.2: Ocena energetskih varčevalnih potencialov na zunanjem ovoju**

	Debelina izolacije (cm)	Skupni U (W/m <sup>2</sup> K)	Cena (€/m <sup>2</sup> )	Površina (m <sup>2</sup> )	Investicija (€)	Prihranek [kWh/leto]	Prihranek (%)	EVD [leta]
Dejanska poraba toplotne energije pred prenovo:						544.966		
Namestitev toplotne izolacije na fasado – ŠOLE	15	< 0,20	70	1.616	113.120	106.372	19,519%	19
Namestitev toplotne izolacije na fasado – KUHINJE	12	< 0,20	60	323	19.380	8.001	1,468%	43
Namestitev toplotne izolacije na fasado – HIŠA in PRIZIDEK	10 - 12	< 0,20	60	284	17.040	6.270	1,150%	49
Zamenjava PVC in lesenih oken ter steklakov z novimi PVC okni		< 0,90	350	1.067	373.450	38.895	7,137%	172
Zamenjava vrat		< 1,1	500	74	37.000	7.369	1,352%	90
Zamenjava starih kupol		< 2,0	700	3	2.100	223	0,041%	168
Namestitev toplotne izolacije na ravno streho – ŠOLA	18	< 0,15	80	1.612	128.960	33.109	6,075%	70
Namestitev toplotne izolacije na ravno streho – HIŠA in PRIZIDEK	20	< 0,15	50	195	9.750	3.451	0,633%	51
<b>SKUPAJ:</b>					<b>700.800</b>	<b>203.689</b>	<b>37,38%</b>	<b>62</b>

Opombe:

Navedene so vrednosti brez DDV.

\*EVD = enostavna doba vračanja.

## 9.3 Prezračevalni sistem

Kvaliteta zraka močno vpliva na ugodje v prostorih, kakor tudi na rabo energije za ogrevanje stavbe. Z ogrevanjem stavbe v prostore dovajamo toploto, ki pokrije toplotne izgube stavbe. Le-te so sestavljene iz transmisijskih in prezračevalnih toplotnih izgub. Prezračevanje prostorov lahko izvedemo s pomočjo naravnega prezračevanja z odpiranjem oken in s pomočjo prisilnega prezračevanja. Prisilno prezračevanje se lahko izvede s centralnim sistemom, ki lahko poleg prezračevanja nudi tudi ogrevanje, hlajenje in rekuperacijo toplote. Z vgradnjo centralnega ali lokalnega sistema prezračevanja se poleg prihranka pri rabi toplotne energije bistveno izboljša tudi notranje delovno ugodje. Poudariti pa je potrebno, da se z vgradnjo prezračevalnih naprav poveča tudi poraba električne energije. Predlagamo, da se pri odločitvi za morebitno mehansko prezračevanje pri načrtovanju razmisli tudi o hlajenju stavbe, saj je možno z enim sistemom zadovoljiti potrebam po prezračevanju in hlajenju stavbe hkrati. Prostori kuhinje se trenutno hladijo z dvema split klimatskima napravama.

Večina prostorov se prezračuje naravno, uporabniki jih prezračujejo sami z odpiranjem oken. Prisilno se prezračujejo le prostori kuhinje. Prezračevalna naprava je bila vgrajena v času prenove kuhinje in je energetsko učinkovita (skladno s PURES-om), vgrajeni so frekvenčno vodeni elektro motorji, grelno/hladilnih in rekuperacijske enote z izkoristkom  $\geq 65\%$ .

Pri ogledu stavbe smo opazili kar nekaj odprtih oken, ki so bila odprta dalj časa. S prekomernim zračenjem se izgublja dragocena toplotna energija, sočasno pa se lahko podhladijo notranje površine konstrukcij. S hladnimi površinami konstrukcij dobimo slabo udobje v prostorih ter povečamo možnost za nastanek plesni. Večje toplotne prihranke

pri prezračevanju je možno doseči samo z organizacijski ukrepi, saj je prezračevanje prostorov odvisno od navad uporabnikov.

Kot edini ukrep na področju prezračevanja vidimo izvedbo mehanskega prezračevanja z rekuperacijo za prezračevanju učilnic, ki pa je glede na finančne kazalnike manj primeren, saj ni finančno upravičen, vendar z njegovo namestitvijo bistveno izboljšamo notranje okolje in možnost nastanka sindroma »bolne stavbe«. V nadaljevanju analiziramo tudi izvedbo ukrepa vgradnje prezračevalne naprave z rekuperacijo za učilnice in telovadnici v stavbi. Izračun prihranka temelji na količini toplote, preneseni na dovedeni zrak s toplega zraka, ki zapuša stavbo. Prihranek je določen glede na površino stavbe, v katerem deluje prezračevalni sistem, z uporabo normiranih vrednosti stopnje izmenjave zraka ter glede na čas delovanja sistema v ogrevalni sezoni, višino prostorov, temperaturne razlike med zrakom, ki zapuša prostor in zunanjim zrakom, stopnjo rekuperacije in gostoto zraka. Prihranek upošteva samo rabo toplotne energije; v kolikor stavba nima vgrajenih obstoječih prezračevalnih sistemov, vgradnja novega sistema poveča rabo električne energije, ki posledično zmanjšuje ekonomsko upravičenost ukrepa.

Prihranek energije zaradi vgradnje prezračevalnega sistema z rekuperacijo odpadne toplote smo izračunali po enačbi:

$$PKE_{\text{izk.odpadne toplote}} = 13,125 * A * N; \left[ \frac{kWh}{\text{leto}} \right] \quad (1)$$

Pri čemer je:

A – kondicionirana površina stavbe [m<sup>2</sup>], na katero se nanaša centralni prezračevalni sistem, ali ¼ površine stavbe, če se vgrajuje lokalna prezračevalna enota.

N – število prezračevalnih enot (centralni sistem N = 1, sistem z lokalnimi enotami do največ 4)

**Preglednica 9.3: Ocena energetskih varčevalnih potencialov pri prezračevanju**

Opis ukrepa	Enota	Cena	Skupaj investicija	Možni prihranek toplotne energije	Vračilna doba
	kom	EUR/enoto	EUR brez DDV	MWh/leto	
Izdelava prezračevalnega sistema z rekuperacijo za učilnice*	38	8.000	280.000	36,75	dolga**
Izdelava prezračevalnega sistema z rekuperacijo za telovadnici*	2	12.000	24.000	17,33	dolga**

\*Podani prihranki so izračunani ob predpostavki, da je čas delovanja prezračevalnega sistema v ogrevalni sezoni enak 3.000 ur.

\*\* Vračilna doba je dolga predvsem zaradi dodatnih stroškov zaradi porabe dodatne električne energije in stroškov vzdrževanja.

## 9.4 Kuhinja

Kuhinja je bila leta 2014 celovito prenovljena. Zamenjane so bile vse naprave, inštalacije in razsvetljava. Vgrajene so sodobne in energetske učinkovite naprave. Zaradi dobrega stanja kuhinje večjih energetskih potencialov na tem segmentu ne vidimo.

## 9.5 Priprava tople vode

TSV se pripravlja centralno v toplotni postaji v dveh zalogovnikih prostornine 2 x 1500 litrov, ki se v ogrevalni sezoni oskrbuje preko kotla na ZP, v poletni pa se ogrevata s pomočjo električnih grelnikov. V enem zalogovniku se pripravlja TSV za potrebe kuhinje, v drugem pa za potrebe šole (sanitarije, učilnice, tuš ...). Ta sistem je bil celovito prenovljen leta 2000 v sklopu celotne prenove kotlovnice. Vgrajene so obtočne črpalke in cirkulacijske črpalke, ki so trostopenjsko regulirane, hranilnik vode je izoliran skladno z zahtevami predpisov.



Trenutni sistem proizvodnje toplotne energije za TSV ni energetsko učinkovit, predvsem v poletnem času, ki se pripravlja s pomočjo električnih grelnikov, zato predlagamo da se vgradi toplotna črpalka zrak/voda za pripravo tople sanitarne vode.

**Preglednica 9.4: Ocena energetskih varčevalnih potencialov pri pripravi TSV**

Opis ukrepa	Enota	Cena	Skupaj investicija	Možna priprava toplotne energije iz OVE	Vračilna doba
	kom	EUR/enoto	EUR brez DDV	MWh/leto	
Dobava in vgradnja toplotne črpalke zrak/voda za pripravo TSV	1	5.500	5.500	26,68	kratka

## 9.6 Proizvodnja toplote in ogrevalni sistemi

Kot je bilo že večkrat zapisano, je bila toplotna postaja v letu 2000 celovito prenovljena. Sam sistem razvoda v kotlovnici je primerno toplotno izoliran in projektiran. Obstoječi kotel je starejši od 15 let in manj energetsko učinkovit od kondenzacijskih kotlov, ki so trenutno na trgu in ki veljajo za najbolj učinkovit sistem proizvodnje toplotne energije na zemeljski plin. Kondenzacijski kotli so primerni za ogrevalni sistem, kjer je temperaturni režim čim nižji, saj se le tako lahko zagotovi čim boljši izkoristek kotla. Zamenjavo kotla predlagamo le v primeru celovite prenove stavbe, saj se bo s tem znižal temperaturni režim ogrevanja, ki bo omogočil polni izkoristek kondenzacijskega kotla.

Prihranek energije za zamenjavo kondenzacijskega kotla smo izračunali kot razliko med rabo energije v stavbi s starim in novim kotlom. Prihranek energije se je določil z upoštevanjem normiranih povprečnih potreb po toploti za ogrevanje v stavbah ob poznavanju (dejanske) ogrevane površine v stavbi.

Prihranek energije smo izračunali po enačbi:

$$PKE_{kotel} = \left( \frac{1}{\eta_{stari}} - \frac{1}{\eta_{novi}} \right) * S * A ; \left[ \frac{kWh}{leto} \right] \quad (3)$$

Pri čemer je:

$PKE_{kotel}$  – prihranek končne energije [kWh/leto] zaradi zamenjave kotla.

$S$  – povprečno energijsko število [kWh/m<sup>2</sup> na leto] v stavbah.

$A$  – ogrevana površina [m<sup>2</sup>] stavbe, ki se oskrbuje s kotlom

$\eta_{stari}$  – letni obratovalni izkoristek starega (zamenjanega) toplovodnega kotla po DIN 4702-8.

$\eta_{novi}$  – letni obratovalni izkoristek novega kotlovnega ogrevalnega sistema po DIN 4702-8.

Prav tako so v kotlovnici vgrajene še tristopenjske obtočne črpalke, ki so manj učinkovite kot frekvenčno vodene. Pravilno dimenzionirana obtočna črpalka, ki obratuje v usklajeni povezavi z vsemi ostalimi elementi ogrevalnega sistema, je dejansko osnovni pogoj za pravilno delovanje sistema. Tlačno ravnotežje pri obratovanju črpalke dosežemo z vgradnjo zunanjih regulatorjev, ki skupaj s termostatskimi ali dušilnimi ventili na povratnem vodu omejujejo pretok. Iz mnogih raziskav glede porabe električne energije v individualnih sistemih ogrevanja lahko razberemo, da so obtočne črpalke poleg električnih grelnikov vode eden največjih porabnikov električne energije. Z regulacijo črpalk dosežemo znatne prihranke električne energije, kajti obtočna črpalka lahko obratuje letno več kot 5500 ur. Kako velik je prihranek električne energije je odvisno od vrste projektnih izvedb, lahko pa presega tudi 60 %. Z zmanjšanjem porabe električne energije za pogon črpalk se posredno zmanjšujejo tudi emisije CO<sub>2</sub>, ki nastanejo pri proizvodnji električne energije.

Z vgradnjo frekvenčno reguliranih črpalk (menjava obstojećih obtočnih črpalk), lahko porabimo tudi do 60 % potrebne električne energije manj v primerjavi z nereguliranimi obtočnimi črpalkami. Za izračun prihrankov

električne energije zaradi zamenjave obtočnih črpalk na ogrevalnem razvodu, smo upoštevali, da te na letnem nivoju obratujejo okoli 2.800 ur.

Potencial za zmanjšanje rabe energije vidimo na ogrevalnem sistemu oz. natančneje na obstoječih ogrevalnih telesih. Večina obstoječih radiatorjev namreč nima vgrajenih termostatskih ventilov. Dodatne prihranke na ogrevalnem sistemu je tako možno doseči z namestitvijo termostatskih ventilov in s hidravličnim uravnoteženjem. Z vgradnjo termostatskih ventilov se omogoči avtomatsko lokalno regulacijo temperature v prostoru. Investicija v ta ukrep URE se zelo hitro povrne, saj lahko doseženi prihranki energije znašajo tudi do 15 %. Vgradnja termostatskih ventilov ima tudi velik vpliv na notranje temperaturno udobje. Z vgradnjo novih termostatskih ventilov bi bilo smiselno izvesti tudi hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema. Prihranek energije izračunamo glede na izkustvene vrednosti po sledeči enačbi:

$$PKE_{OS,HV} = Q_{dej} * \eta * f ; \left[ \frac{kWh}{leto} \right] \quad (2)$$

Pri čemer je:

$PKE_{OS,HV}$  – prihranek končne energije [kWh/leto] zaradi vgradnje termostatskih ventilov in hidravličnega uravnoteženja ogrevalnega sistema.

$Q_{dej}$  – Obstoječa poraba toplotne energije za ogrevanje [kWh/leto].

$\eta$  – ocenjen povprečni izkoristek sistema ogrevanja v kotlovnici/toplotni postaji (pri daljinskem ogrevanju je 1,0).

$f$  – faktor (normirani) prihranka energije, ki v povprečju znaš 5–7 %, izberemo 5 %.

**Preglednica 9.5: Ocena energetskih varčevalnih potencialov na ogrevalnem sistemu**

Opis ukrepa	Enota	Cena	Skupaj investicija	Možni prihranek energije	Vračilna doba
	kom	EUR/enoto	EUR brez DDV	MWh/leto	
Vgradnja kondenzacijskega kotla*	1	45.000	45.000	129,43	kratka
Vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje	224	60	13.440	27,25	srednja
	1	8.000	8.000		
Zamenjava obtočnih in cirkulacijskih črpalk	10	640	6.400	7,24**	kratka

\*Ukrep se priporoča le v primeru celovite prenove, saj kondenzacijski kotel pride do izraza le v primeru ko se zniža temperaturni režim ogrevanja, to pa se lahko naredi le pri stavbah z majhnimi toplotnimi izgubam.

\*\*Prihranek električne energije.

## 9.7 Razsvetljava in električne naprave

Pomembno je, da se v javnih stavbah uvaja energetsko učinkovito razsvetljavo, ki porablja manj energije, posledično so tudi obratovalni stroški manjši. Razsvetljava v stavbi predstavlja približno 30,2 % porabe električne energije.

Prihranek se na segmentu razsvetljave smo izračunali po naslednji enačbi:

$$PKE_{razsvetljava} = \sum NP_i * n_i ; \left[ \frac{kWh}{leto} \right] \quad (4)$$

Pri čemer je:

$PKE_{razsvetljava}$  – prihranek končne energije [kWh/leto] zaradi uporabe energetsko učinkovitega ali izboljšanega sistema razsvetljave,

$NP_i$  – normirani prihranek energije [kWh/leto na sistem] pri zamenjavi ali izboljšavi različnih sistemov razsvetljave,

$n_i$  – število vgrajenih novih sistemov razsvetljave ali izboljšav.

Uporabimo lahko še fotosenzorje, ki osvetljenost prilagajajo intenzivnosti dnevne svetlobe. S pomočjo le-teh dosežemo, da so prostori osvetljeni samo tedaj, ko je potrebno in da so osvetljeni toliko, kot je potrebno.

**Preglednica 9.6: Ocena energetskih varčevalnih potencialov pri prenovi razsvetljave**

Opis ukrepa	Število sistemov (svetilnik)	Cena	Investicija	Možni prihranek	Vračilna doba
	kom	EUR/enoto	EUR brez DDV	kWh/leto	leta
Prenova razsvetljave	339	120	70.600	29.700	18

## 9.8 Klimatizacija in hlajenje

Stavba je trenutno klimatizirana s pomočjo dveh split klimatskih naprav. Klimatski napravi sta razmeroma novi, zato večjih prihrankov na tem segmentu ni pričakovati. Predlaga se, da se klimatske naprave uporabljajo zgolj takrat, ko je potrebno in da se v tem času prostori ne prezračujejo, saj s tem izgublamo hlad.

Za izboljšanje toplotnega udobja v poletnem obdobju bi bilo potrebno prostore hladiti ali ustrezno toplotno izolirati in zatesniti toplotni ovoj stavbe. Z izvedbo ukrepov na zunanjem ovoju se bodo zmanjšale tudi potrebe po hlajenju. Vgradnja novega hladilnega sistema ne prinaša večjih energijskih prihrankov (v stavbi ni obstoječega sistema), zato v nadaljevanju tega ukrepa ne obravnavamo. Je pa smiselno v primeru vgradnje mehanskega prezračevanja razmisliti tudi o izvedbi centralnega hlajenja prostorov.

## 9.9 Hladna voda

Poraba vode resda ni energetski strošek v ožjem smislu, je pa strošek obvladljiv, mogoče ga je zmanjšati. Za varčevanje sanitarne vode se predlaga vgradnjo vodovodnih armatur (pip na senzor), vendar zaradi velike začetne investicije in manjšega prihranka to ni najbolj prioriteten ukrep. Predlagamo, da se redno spremlja poraba vode. V prvi fazi (organizacijski ukrepi) to pomeni, da naj vzdrževalec (hišnik) vsaj enkrat dnevno pregleda vse pipe, pisoarje in kotličke, da voda ne bi tekla po nepotrebnem. V drugi fazi (investicijski ukrepi) se predlaga namestitev več kalorimetrov z digitalnim odčitavanjem in možnostjo arhiviranja podatkov. Uporabniki morajo biti osveščeni in informirani o napakah, ki se dogajajo in povzročajo preveliko porabo vode. Pisoarji morajo biti opremljeni z »aqua izpiraki«, ki spuščajo vodo samo preko testerja, kar pripomore k varčnejši porabi vode.

Za učinkovitejšo rabo sanitarne vode se predlaga:

- racionalno uporabo hladne in tople vode (prihranki do 20 %),
- redno vzdrževanje in pregledovanje naprav (puščanje ventilov, vodni kamen itd.),
- uporabo energijsko varčnih naprav,
- vgradnjo vodovodnih armatur – pip na senzor,
- vgradnjo varčnih splakovalnikov in redno kontrolo obstoječih.

## 9.10 Električna energija

Raba električne energije v stavbi je pogojena z dejavnostjo stavbe, delovnim časom in porabniki, ki se uporabljajo v njej. Velik del električne energije porabijo električne naprave, predvsem v kuhinji.

Porabo energije lahko zmanjšamo:

- z organizacijskimi ukrepi (redno izklapljanje aparatov in razsvetljave),
- z uporabo sodobnih energijsko varčnih naprav (visokih energijskih razredov, kot so npr. A, A+, A++),
- z uporabo sodobne razsvetljave s senzorji, varčnih sijalk in z izkoriščanjem dnevne svetlobe (prihranki od 20 do 40 %, investicija srednja in kratkoročna) na lokacijah, kjer je to aktualno.

**Preglednica 9.7: Ocena energetskih varčevalnih potencialov pri porabi električne energije**

Opis ukrepa	Možni prihranek	Investicija	Vračilna doba
Zamenjava dotrajanih naprav z napravami visokih energijskih razredov (A, A+, A++)	do 60 % energije	odvisno od naprave in njene uporabe	odvisno od naprave in njene uporabe
Omejevanje konične moči v zgradbi	do 30 % sredstev za plačevanje obračunske moči	/	/

## 9.11 Izraba obnovljivih virov energije

Na osnovi prostorskih in ekonomskih potencialov ter obstoječe rabe energije smo analizirali tudi izrabo OVE, kot so:

- možnost izrabe sončne energije (fotovoltaika, kolektorji),
- vgradnja toplotne črpalke (TČ) (zrak/zrak, zrak/voda, voda/voda in zemlja/voda),
- proizvodnja toplotne energije s pomočjo kotla na biomaso,
- sočasna proizvodnja toplotne in električne energije (SPTE).

### 9.11.1 Možnosti uporabe solarne energije

Glede na število osončenih dni in klimatske pogoje sta bili analizirani možnosti o namestitvi sprejemnikov sončne energije (sončnih kolektorjev) in namestitvi fotovoltaike na južnih straneh strehe. Zaradi visoke investicije ter posegov v stavbo in streho (obliko strehe) ukrep ni tehnično in ekonomsko upravičljiv. Prav tako uporaba solarnih sistemov za pripravo TSV in fotovoltaike ne pride v poštev zaradi majhnega odjema porabnikov oz. trenutne uporabe lokalnih sistemov za pripravo TSV ter velike investicije v izvedbo novega razvodnega sistema.

Glavne prednosti in koristi investiranja v sončne elektrarne so pozitivni vplivi na okolje, pozitivna informacija investitorja v javnosti in pozitivni makroekonomski vplivi. Izvedba projekta pomeni veliko priložnost za bistveno večjo izrabo trajnostnega vira energije v prihodnosti in priložnost za razvoj domače tehnologije in industrije ter nova delovna mesta. Pomembna lastnost sončne elektrarne je tudi, da se pri proizvodnji električne energije ne sproščajo emisije toplogrednih plinov.

### 9.11.2 Vgradnja toplotne črpalke (TČ)

Analizirana je bila tudi možnost vgradnje TČ, ki jo kot priporočljiv ukrep predlagamo v sistemu priprave TSV. Poleg TČ potrebujemo tudi sekundarni vir ogrevanja v primeru nižjih temperatur v okolici in dejstva, da TČ ne pokrivajo vseh letnih potreb po energiji. V kolikor ima investitor namen investirati v dodatno pohlajevanje prostorov v stavbi, se razmisli o vgradnji reverzibilne TČ voda/voda. Le-ta bi lahko v prehodnih obdobjih zagotavljala toplotno energijo za ogrevanje, v poletnih pa hladilno energijo za hlajenje stavbe. Investicija v reverzibilno TČ je nekoliko višja od investicije v ostale vrste črpalk, vendar je vračilna doba ugodna. Pri vgradnji TČ lahko pričakujemo večjo porabo električne energije za delovanje, vendar je sistem energetsko bolj učinkovit kot sistem s split klimatskimi napravami. Tudi vzdrževanje je cenejše in enostavnejše, saj gre za en sistem. S centralnim sistemom in namestitvijo TČ v kletne ali podstrešne prostore se izognemo poslabšanju podobe zunanjskega ovoja stavbe zaradi morebitnih zunanjih enot split naprav.

### 9.11.3 Ogrevanje na biomaso

Danes je biomasa v svojem najširšem pomenu četrti največji energijski vir v svetu. Lesna biomasa poleg hidro potenciala v Sloveniji trenutno predstavlja največji energetski potencial med OVE. Vgradnja kotla na biomaso ne pride v poštev, saj stavba priključena na sistem z oskrbo z zemeljskim plinom, ki pa ima trenutno zelo ugodno

nabavno ceno in vgradnja kotla na leseno biomaso ne bi bila finančno upravičena. Prav tako pa je problematičen tudi prostor za hranjenje biomase, sej šola nima prostih prostorov.

#### 9.11.4 Vgradnja SPTE

Vgradnja SPTE ne pride v poštev zaradi visoke začetne investicije in posledično dolge vračilne dobe. Prav tako je stavba manjši porabnik energije, medtem ko so sistemi SPTE namenjeni za sisteme, kjer je poraba energije večja.

### 9.12 Energetsko upravljanje stavbe s pomočjo energetskega monitoringa

Energetski monitoring je osnova za energetsko upravljanje in to ne glede na to, ali je upravljanje ročno ali avtomatizirano (samodejni odziv ustrezno programiranega in krmiljenega centralnega nadzornega sistema). Energetski monitoring na lokaciji zajema podatke, ki jih preko informacijskega sistema interpretiramo v informacije. Ključnega pomena so:

- dinamične in primerjalne analize (številčne in grafične) rabe in stroškov energije,
- pregled klimatskih pogojev in odstopanj od povprečnih vrednosti,
- nadzor nad verodostojnostjo podatkov,
- analiziranje rasti rabe in stroškov energije po vrsti storitve in namenu uporabe,
- analiziranje energetskih in finančnih kazalnikov,
- pregled in nadzor nad opremo.

Vprašanje je, kaj vse mora minimalno zajemati sistem energetskega monitoringa. Leta 2012 je bila z namenom doseganja zadanih ciljev sprejeta Direktiva o energetske učinkovitosti (2012/27/EU), ki je postala osrednje orodje za energetsko politiko v Uniji. V prvem členu Direktiva opredeljuje *sistem upravljanja z energijo* kot sklop medsebojno povezanih ali medsebojno delujočih elementov načrta, ki določa cilj energetske učinkovitosti in strategijo za doseganje tega cilja, *inteligentni merilni sistem* pa kot elektronski sistem, ki lahko meri porabo energije, ob čemer doda več informacij kot običajni števec ter lahko pošilja in prejema podatke z uporabo elektronske komunikacije. V 9. členu daje poudarek vgradnji pametnih števcov, ki ne samo merijo porabo energije, temveč natančno prikazujejo tudi čas porabe energije. Nadalje opredeli v 10. členu, da dodatne informacije o porabi vključujejo kumulativne podatke za obdobje najmanj treh predhodnih let ali, če je krajše, obdobje od začetka veljavnosti pogodbe o dobavi. Podatki ustrezajo obdobjem, za katera so na voljo informacije o vmesnih obračunih. Direktiva hkrati poudarja podrobne podatke o času porabe za vsak dan, teden, mesec in leto. Taki podatki so dani na voljo končnemu odjemalcu preko spleta ali vmesnika števca za obdobje najmanj zadnjih 24 mesecev ali, če je krajše, obdobje od začetka veljavnosti pogodbe o dobavi. Nadalje v prilogi podaja tudi minimalne zahteve za obračunavanje in informacije o obračunu na podlagi dejanske porabe, kjer navaja, da so minimalne informacije, ki morajo biti navedene na računu primerjave med sedanjo porabo energije končnega odjemalca in porabo energije v istem obdobju prejšnjega leta, po možnosti v grafični obliki.

Prav tako je smiselno oz. nujno meriti tudi parametre temperaturnega ugodja, predvsem temperaturo in vlogo zraka.

Na osnovi podatkov o rabi energije pa je treba izvajati ukrepe za zmanjšanje porabe energije. Poleg investicijskih ukrepov (npr. obnova ovojne stavbe in sistemov) je pomembno tudi, da izkoristimo znaten potencial, ki ga imamo na področju spreminjanja vedenja uporabnikov in vzrokov za večjo rabo energije. Eden od uveljavljenih pristopov za sistematično ravnanje na tem področju je uvajanje mednarodnega Standarda SIST (ISO, EN) 50001 – sistemi upravljanja z energijo.

Končni cilj Standarda je pomagati organizacijam vzpostaviti sisteme in postopke, ki so potrebni za izboljšanje energetske učinkovitosti. Sistematično upravljanje energije naj bi privedlo do zmanjšanja stroškov za energijo in do zmanjšanja emisij toplogrednih plinov. Standard podrobno določa zahteve za sisteme upravljanja z energijo, ki organizacijam omogočajo razviti in izvajati politike in cilje, ki upoštevajo zakonske zahteve in informacije o pomembnih energetskih vidikih. Uporaben je za organizacije vseh vrst in velikosti ne glede na geografske, kulturne

ali družbene razmere. Standard se nanaša samo na dejavnosti, ki so pod nadzorom organizacije, in organizacijam omogoča:

- zasnovati energetske politiko;
- prepoznati značilna področja porabe energije in področja za povečanje energetske učinkovitosti;
- prepoznati in spremljati zakonodajne obveznosti in druge zahteve;
- postaviti energetske cilje in prioritetne akcije;
- zagotoviti vire, funkcije, odgovornost in pristojnosti na področju upravljanja z energijo;
- vzpostaviti nadzor, pregled in oceno energetskih aktivnosti, da bi se zagotovilo delovanje sistema upravljanja z energijo, kot je nameravano, in da bi se dosegli energetski cilji;
- prilagoditi se spremenjenim razmeram.

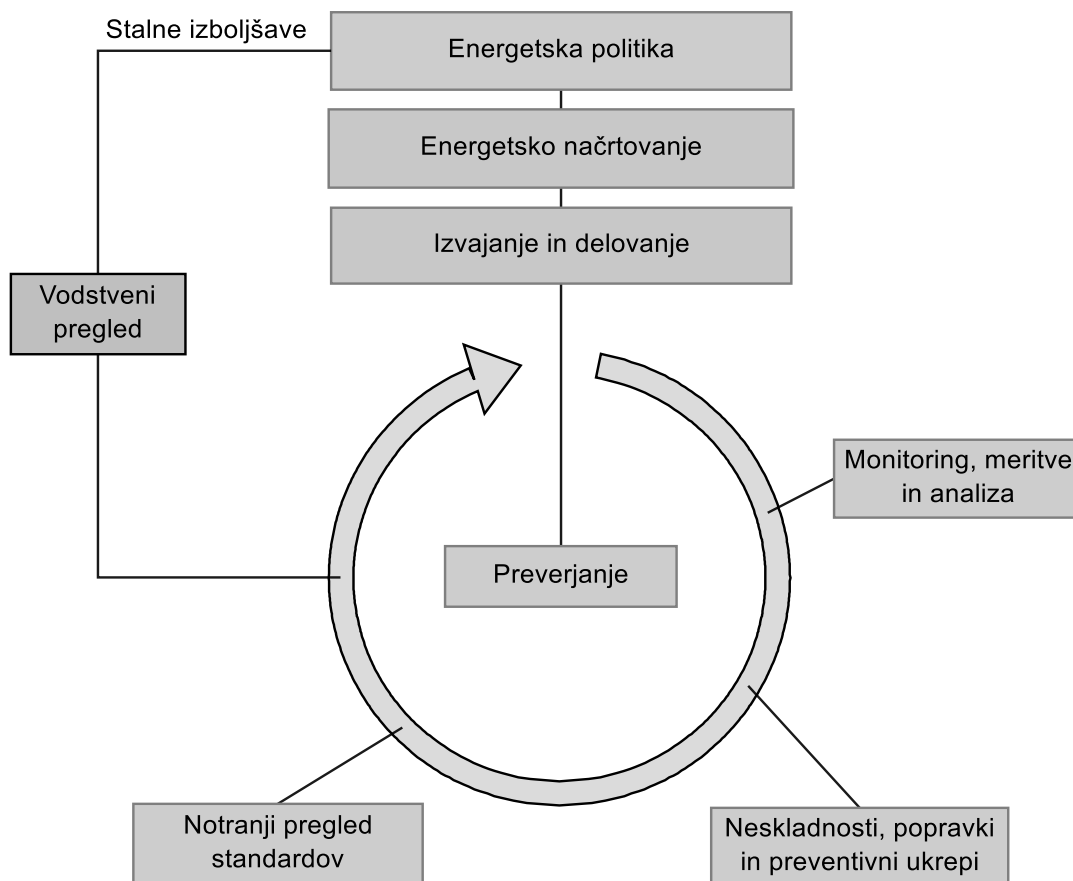
Standard za sisteme upravljanja z energijo se lahko uporablja neodvisno ali v integraciji z ostalimi sistemi vodenja. Da bi olajšali njegovo uporabo, je struktura Standarda podobna strukturi Standarda ISO 14001 za sistem ravnanja z okoljem.

Predlagamo postopno uvajanje sistema energetskega upravljanja stavbe skladno s Standardom SIST EN ISO 50001 ter energetskega monitoringa z vzpostavitvijo vsaj ene info energetske točke s spletno aplikacijo. Z uvedbo tega sistema ocenjujemo, da je možno prihraniti do 15 % celotne energije.

Standard SIST EN ISO 50001 definira, da je *sistem energetskega upravljanja* nabor medsebojno povezanih oz. medsebojno delujočih elementov za vzpostavitev ciljev energetske politike, procesov in postopkov za doseganje teh ciljev. Navedena definicija je vključena tudi v Direktivo 2012/27/EU Evropskega parlamenta. Gre torej za skupek zelo različnih elementov in aktivnosti, ki pripomorejo k zastavljenim ciljem na področju rabe energije. Navedena opredelitev v standardu je splošna in kot govori standard, ga je možno uporabiti za vse tipe in velikosti organizacij, ne glede na geografske, kulturne ali pa družbene pogoje. Standard v nadaljevanju opredeljuje ključne zahteve, ki jih mora izpolnjevati sistem energetskega upravljanja, in sicer:

1. Splošne zahteve: vsaka organizacija mora zase vzpostaviti sistem energetskega upravljanja (vzpostavitev, dokumentiranje, vzdrževanje in izboljšave sistema), določiti in dokumentirati mora meje sistema ter določiti, kako bo izpolnjevala zahteve in strmela k stalnemu izboljšanju energetske učinkovitosti.
2. Odgovornost vodstva (najvišje vodstvo, upravljavci).
3. Energetska politika (zaveza podjetja za izboljšave na področju energetske učinkovitosti).
4. Energetsko načrtovanje (zakonodajni okvir, energetski pregledi, določitev izhodišč, določitev indikatorjev, priprava akcijskega načrta).
5. Implementacija (izvedba aktivnosti, komuniciranje (notranje komuniciranje, možnost, da lahko vsak zaposleni poda predloge, po potrebi komuniciranje z zunanjimi javnostmi); dokumentiranje, kontrola dokumentov, operativna kontrola, izboljšave in projektiranje novih ukrepov), javno naročanje.
6. Preverjanje (monitoring, ukrepi, analize; ocenjevanje zahtev, notranja revizija, korekcije, pregled evidenc).
7. Vodstveni pregled (vhodni podatki za vodstveni pregled, usmeritve vodstva).

Kot je razvidno iz sheme, povzete iz Standarda o energetskega upravljanju, je poudarek na krožni zanki, kjer se nenehno strmi k izboljšavam, ciklično pa se izvaja preverjanje in popravke na osnovi analiz in monitoringa.



Slika 9.1: Shema upravljanja po SIST EN ISO 50001

## 10 ORGANIZACIJSKI UKREPI

Poleg investicijskih ukrepov, kot so nameščanje dodatne toplotne izolacije na ovoj stavb in prenova stavbnih sistemov, je možno doseči znatne prihranke tudi z organizacijskimi ukrepi in aktivnim ravnanjem z energijo. S spremembo načina razmišljanja vseh uporabnikov stavbe (zaposleni, vodstvo in vzdrževalne službe) in posledično z njihovim delovanjem v smislu učinkovite rabe se bo pozitiven učinek poznal tudi na njihovih domovih in ostalih stavbah, ki jih obiskujejo. Na takšen način bomo poleg zmanjšanja stroškov zmanjšali tudi emisije toplogrednih plinov in s tem pripomogli k čistejšemu ozračju.

Znatno zmanjšanje porabe energije lahko dosežemo že z organizacijskimi, vzdrževalnimi in manjšimi tehničnimi ukrepi. Organizacijski ukrepi, čeprav ne prihranijo toliko energije, niso zanemarljivi, ker lahko ob pravilnem izvajanju zagotovijo prihranek tudi do 15 %, v določenih primerih celo več. Prednost organizacijskih ukrepov so predvsem nizki stroški za implementacijo.

V nadaljevanju je za ilustracijo naštetih in podanih nekaj primerov organizacijskih ukrepov, ki jih lahko javni zavod vključi v vsakdanje delo zaposlenih, ne da bi se s tem zmanjšala delovna storilnost. Z boljšimi delovnimi pogoji (temperaturno udobje, svetlobno udobje, svež zrak in akustično udobje) oz. boljšo mikroklimo v prostorih je možno izboljšati delovno storilnost ter hkrati zmanjšati porabo energije in stroške za delovanje stavbe.

Podanih je več možnih organizacijskih ukrepov, zato se lahko zgodi, da ne bo možno oz. smiselno implementirati vseh ukrepov na stavbi ali njenem delu. Nekateri navedeni ukrepi se že izvajajo oz. jih ni smiselno implementirati zaradi specifičnosti ogrevalnega ali elektroenergetskega sistema (npr. nastavitve termostatskih ventilov, če se uporabljajo drugi sistemi ogrevanja). Zato je treba organizacijske ukrepe implementirati preudarno in učinkovito.

Vsaka stavba potrebuje jasno določeno osebo ali organizacijo, ki bo skrbela za URE v stavbi ter implementacijo organizacijskih in ozaveševalnih ukrepov. Ključnega pomena pri izvajanju energetskega menedžmenta je sodelovanje odgovornih oseb v organizaciji z energetskega menedžerjem, ki ga določi vodstvo javnega zavoda. Z organizacijskimi ukrepi je možno z razmeroma nizkimi stroški prihraniti precej energije. Izvedba organizacijskih ukrepov predstavlja prvi korak k URE v stavbah in je temeljni kamen za vse nadaljnje investicijske ukrepe. Za izvedbo organizacijskih ukrepov bi lahko bila zadolžen pomočnica ravnateljice ali druga primerna oseba, ki bi istočasno vodila izvedbo, spremljala izvedbe, porabo energije in vodenje energetskega knjigovodstva.

Primeri organizacijskih ukrepov glede na različne vloge uporabnikov so podani v naslednji tabeli.

Vrsta ukrepa	Opis ukrepa
Spremljanje temperature (uporabnik, vzdrževalec)	Potrebno je redno spremljati temperaturo v prostorih in jo vzdrževati glede na priporočeno, ki znaša 21 °C ( $\pm$ 2°C) – odvisno od namembnosti prostora. Za enostavno izvajanje ukrepa je v nekaterih prostorih potrebna vgradnja termometrov.
Prezračevanje (uporabnik, vzdrževalec)	Potrebno je pravilno in redno prezračevanje prostorov (med prezračevanjem je potrebno za nekaj minut (1–5 min) odpreti okna na stežaj in če je mogoče, narediti prepih v prostoru. Tako se zrak izmenja hitreje, pri tem pa so toplotne izgube manjše, kot če je okno odprto dlje časa. Med prezračevanjem je potrebno radiatorske ventile zapreti (izklop ogrevanja/hlajenja prostora v času zračenja).
Uporaba porabnikov (uporabnik, vzdrževalec)	Uporaba električnih porabnikov glede na obratovanje stavbe (izklapljanje električnih naprav ob vikendih, praznikih in kolektivnih dopustih).
	Redno izklapljanje električne opreme po njeni uporabi.
Organizacija aktivnosti (energetski menedžer)	Organizacija aktivnosti v stavbi, poenotenje vsebin in dejavnosti v prostorih oz. delih stavbe zaradi poenotenja mikroklimatskih pogojev za delo.



Ogrevanje (uporabnik, vzdrževalec)	Izklapljanje/znižanje ogrevanja prostorov, kadar le-ti niso zasedeni (zapiranje ventilov). Predvsem je pomembno, da regulacija po časovni uri zniža temperaturo v prostorih, kadar le-ti niso zasedeni (popoldne, ponoči).
Razsvetljava (uporabnik, vzdrževalec)	Potrebno je redno čiščenje svetilk in sijalk, saj prašna sijalka zmanjša učinek osvetljenosti za 20 %.
	Ugašanje luči, kadar jih ne potrebujemo in kadar ni vgrajene posebne regulacije ali senzorike za samodejno ugašanje.
	Svetilke naj se uporabljajo le takrat, kadar ni zadosti dnevne svetlobe za normalno izvajanje aktivnosti v prostorih.
Radiatorji, konvektorji (vzdrževalec)	Odstranitev vseh preprek pred radiatorji (npr. omare, stoli, police, oblačila) in izpihom iz konvektorjev. Zastiranje radiatorjev in ostalih grelnih teles zmanjšuje izkoristek ogreval ter posledično povečuje porabo toplotne energije za ogrevanje prostorov.
Zeleno javno naročanje (vodstvo, vzdrževalec)	Uvajanje zelenega javnega naročanja pripomore tudi k zmanjšanju rabe energije. Pri nakupu novih naprav je potrebno upoštevati okoljska merila z namenom, da izberemo okolju bolj prijazne proizvode in storitve, ki v njihovem celotnem življenjskem krogu porabljajo manj energije in so posledično tudi ekonomsko bolj ugodni.

## 10.1 Ozaveščanje, informiranje in izobraževanje

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

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

Vrsta ukrepa	Opis ukrepa
Priprava operativnega programa osveščevalnih in izobraževalnih aktivnosti	Za kvalitetno izvedbo organizacijskih ukrepov je potrebno pripraviti operativni program osveščevalnih in izobraževalnih aktivnosti, kot so npr. <ul style="list-style-type: none"> <li>a. seminarji, delavnice, konference za energetskega menedžerja, zaposlene in vodstvo,</li> <li>b. osnovni in napredni osveščevalni in izobraževalni dogodki; od osnovnih predstavitev URE in OVE za uporabnike stavbe do tehničnih predstavitev (nove tehnologije, financiranje investicij v URE, pridobivanje nepovratnih sredstev za implementacijo OVE in URE ...),</li> <li>c. izobraževanje, osveščanje in motiviranje zaposlenih k URE.</li> </ul>
Osveščanje in izobraževanje zaposlenih v stavbi	Zaposlene je potrebno motivirati za URE, saj je le od njih odvisno, ali bodo enostavni organizacijski ukrepi, kot so ugašanje luči, pravilno prezračevanje, izklapljanje porabnikov električne energije, uspešni. Možnosti za motiviranje je več; kot najučinkovitejše se je izkazalo motiviranje s pomočjo nagrad v različnih oblikah, ki se financirajo iz prihrankov, ki jih ukrepi prinesejo.
Osveščanje lastnika stavbe	Lastnik oz. upravitelj stavbe mora biti seznanjen z organizacijskimi ukrepi, ki jih je mogoče izvesti v dotični stavbi in ki pripomorejo k zmanjšanju rabe energije.

## 10.2 Monitoring – energetsko upravljanje

Ministrstvo za infrastrukturo je v letu 2015 objavilo javno obravnavo Uredbe o upravljanju z energijo v javnem sektorju, ki podaja smernice in zahteve za sistem upravljanja z energijo v javnem sektorju. Predvidevajo se obvezno imenovanje energetskega upravljalca, obvezne meritve energije in energetsko knjigovodstvo.

Za energetsko upravljanje je možnih več organizacijskih pristopov, kot so:

- upravljanje z notranjimi resursi,
- upravljanje z zunanjimi izvajalci,
- upravljanje z notranjimi izvajalci s pomočjo zunanjih svetovalcev.

Vzpostavitev energetskega monitoringa skupaj z energetskim menedžmentom in kvalitetnim izvajanjem je pomemben organizacijski ukrep, saj predstavlja osnovo za izvajanje in nadziranje organizacijskih in investicijskih ukrepov. Z ustreznim energetskim menedžmentom v stavbi lahko z minimalnimi stroški prihranimo velike količine energije in posledično zmanjšamo stroške.

Ukrep predvideva vzpostavitev povezave z bazo elektronskih računov (digitalno energetsko knjigovodstvo) in digitalnega obratovalnega monitoringa z vsemi napravami (senzorji, merilne naprave, naprave za obdelavo podatkov, naprave za prikaz podatkov), vključno s programsko opremo za nemoteno delovanje in prikaz vseh vrednosti.

Izvedba monitoringa v stavbi omogoča sprotno merjenje porabe toplotne in električne energije, vode ter zunanje temperature zraka, temperature notranjih prostorov in merjenje emisij CO<sub>2</sub> ter ostalih parametrov notranjega okolja. Podatki se merijo kontinuirano, osvežujejo se na monitorju, prav tako merjene podatke prikazujejo info točke, ki so locirane na najbolj prehodnem območju stavb (npr. vstopna avla v stavbo, prehodni hodniki). Podatki se lahko shranjujejo neposredno v podatkovni oblak ali se začasno shranjujejo na energetsko upravljalnem računalniku energetskega upravitelja stavbe, enkrat dnevno pa se lahko paket dnevnih podatkov prenese preko spleta na zmogljivejši in namenski energetski strežnik. Ko je sistem vzpostavljen in delujoč, se do podatkov dostopa preko spletnega brskalnika oz. spletne strani, na kateri so vidni vsi trenutni podatki in rezultati analiz, ki jih strežnik izvaja v ozadju. Uporabniku so tako na različnih elektronskih napravah dostopne informacije v grafičnih oblikah oz. v neki urejeni in pregledni strukturi. Na podlagi vidnih odstopanj pri prikazu porabe energije v stavbi lahko uporabnik oz. upravitelj stavbe takoj ukrepa in s tem postopoma zmanjšuje porabo energije. Energetski monitoring je možno nadgraditi v centralni nadzorni sistem. Izvedba oz. implementacija energetskega monitoringa je ocenjena na 6.000 EUR. Z energetskim monitoringom in dobrim energetskim upravljanjem stavbe je možno prihraniti tudi do 20 % rabe energije.

Naloge energetskega menedžerja so:

- vodenje vseh procesov energetskega menedžmenta,
- koordiniranje vseh akterjev, povezanih v energetski menedžment,
- strokovna pomoč vsem povezanim akterjem pri izvedbi nalog,
- spremljanje, analiziranje in nadzor energetskih parametrov,
- izvajanje in posodabljanje akcijskega načrta ukrepov URE in OVE,
- izdelava predlogov za izboljšanje energetske učinkovitosti v stavbi,
- spremljanje in aktivno sodelovanje pri izvedbi investicijskih ukrepov URE in OVE,
- strokovna pomoč pri pripravi javnih razpisov za nakup energentov/energije,
- strokovna pomoč pri pripravi javnih razpisov za izvedbo investicijskih ukrepov URE in OVE,
- izdelava poročil (mesečna, polletna in letna poročila),
- poročanje odgovornim osebam v stavbi,
- spremljanje vedenjskih vzorcev zaposlenih in uporabnikov stavbe,
- motiviranje, osveščanje in izobraževanje zaposlenih o URE in OVE.

Naloge finančne službe so:

- spremljanje računov za energijo, energente in komunalne storitve,
- spremljanje računov za vzdrževanje in investicije.

Naloge službe za upravljanje stavbe so:

- vodenje vseh stroškov in porabe energentov (ločeno po stavbah),
- posredovanje vseh podatkov o izvedenih in načrtovanih investicijah,
- sodelovanje z energetskim menedžerjem pri izvedbi oz. pripravi javnih razpisov za nakup energentov in energije,
- sodelovanje z energetskim menedžerjem pri izvedbi oz. pripravi javnih razpisov za izvedbo ukrepov URE in OVE.

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

## 11 OCENA IZVEDLJIVOSTI INVESTICIJSKIH UKREPOV

### 11.1 Potrebna investicijska sredstva s prioriteto listo, izračun možnih prihrankov energije in vračilo investiranih sredstev

V REP-u so nakazane možnosti URE oz. zmanjšanja stroškov ogrevanja, porabe električne energije in vode. Analizirana je ekonomska upravičenost nekaterih posegov in ocenjena doba vračanja vloženih sredstev. Predlagani ukrepi so ločeni na organizacijske in investicijske ukrepe. Vsi ukrepi vplivajo na URE in znižanje stroškov. Predlagani ukrepi se razlikujejo po dobi vračanja vloženih finančnih sredstev in po nujnosti izvajanja posameznega ukrepa. Z izvedbo teh ukrepov lahko dodatno zmanjšamo porabo energije in bistveno izboljšamo kakovost bivanja. S tem se bo povečal tudi nadzor nad porabo energije in stroški.

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

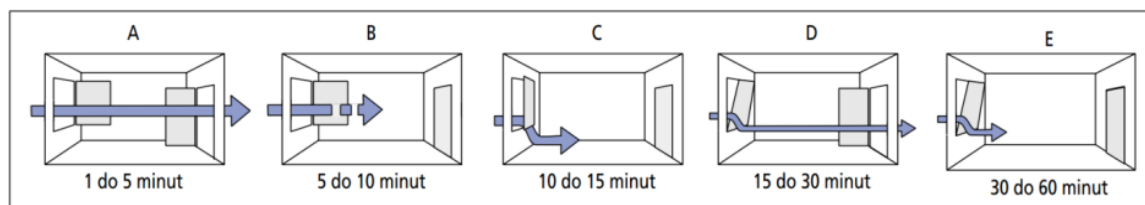
V REP-u so obravnavani štirje scenariji:

- Ničti scenarij predstavlja ukrepe z minimalnimi stroški investicije, to so predvsem organizacijski ukrepi.
- Prvi scenarij predstavlja celovito energetske prenovi, kjer se zadosti zahtevi skoraj nič-energijske prenovi in zahtevam PURES-a, ne glede na ekonomsko upravičenost posameznih ukrepov.
- Drugi scenarij predstavlja celoten tehnično izvedljiv in ekonomsko upravičen potencial ukrepov v/na stavbi. To je izbrana varianta oz. paket izbranih ukrepov, ki so bili po analizi prepoznani z vidika celovite energetske prenovi stavbe kot najbolj upravičeni.

#### 11.1.1 Scenarij 0: Izvedba organizacijskih ukrepov

Podrobnejši opis organizacijskih ukrepov je bil predstavljen v poglavju 10. Najpomembnejši organizacijski ukrepi, ki jih predlagamo, so:

- Spremljanje temperature v prostoru v času ogrevanja. Potrebno je redno spremljati temperaturo v prostorih in jo vzdrževati glede na priporočeno, ki znaša 21 °C ( $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) (odvisno od namembnosti prostora) in pravilnike, ki veljajo za obravnavano stavbo. Za enostavno izvajanje ukrepa je potrebna v nekaterih prostorih vgradnja termometrov.
- Uvajanje energetskega upravljanja stavbe oz. institucije. Uvajanje sistema upravljanja z energijo opredeljuje Standard ISO 50001:2011 – Sistem upravljanja z energijo. S sistemom upravljanja z energijo uporabniki nadzorujejo in učinkovito upravljajo z energijo s ciljem zmanjševanja rabe. Po strukturi je Standard EN 50001 podoben okoljskemu Standardu ISO 14001. Sistem upravljanja z energijo temelji na prepoznavanju in rednem pregledovanju pomembnih energetskih kazalnikov.
- Uvajanje pravilnega in nadzorovanega naravnega prezračevanja, ko večkrat za kratek čas (5 minut) intenzivno prezračimo prostor. Najbolj razširjena metoda je zračenje z odpiranjem oken. Pri tem ločimo dolgotrajno in kratkotrajno zračenje. Kot dolgotrajno zračenje ali zračenje s priprtimi okni lahko označimo odpiranje oken z zvrčanjem v polvertikalni položaj (zgoraj priprta okna), ki ostanejo priprta večino dneva ali noči. S tem načinom omogočimo 1- do 4-kratno izmenjavo zraka v prostoru. Tak način predstavlja v hladnih dneh veliko izgubo toplotne energije, potrebne za ogrevanje. Zaradi hladnejšega in manj vlažnega zraka se v prostoru hitreje znižuje relativna vlaga zraka in pospešuje gibanje prahu. Ohlajajo se tudi površine v neposredni okolici okna. Veliko primernejše je kratkotrajno in intenzivno zračenje prostorov z odpiranjem oken. V enakomernih časovnih intervalih (npr. vsake tri ure) odpremo za kratek čas (5–10 minut) okna na stežaj. V tem času znaša izmenjava zraka med 9- in 15-krat, kar pomeni, da se celotna količina zraka zamenja v 4–8 minutah. Na sliki v nadaljevanju je prikazana učinkovitost različnih načinov naravnega prezračevanja.



Slika 11.1: Učinkovitost različnih načinov naravnega prezračevanja

- A. Zračenje z odpiranjem oken in vrat na stežaj  
 B. Zračenje z odpiranjem oken na stežaj  
 C. Zračenje s priprtimi okni  
 D. Zračenje z zgoraj priprtim oknom in vrati  
 E. Zračenje z zgoraj priprtim oknom

Vir: spletni vir. Dostopno na: <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/PDFknjiznjicaAURE/IL1-11.PDF>, dostopno: 20. 12. 2012).

- Sprotno spremljanje in merjenje porabe vseh energentov. Za ta dela je potrebno določiti tehnično usposobljenega delavca (energetski upravitelj), ki bi z vso odgovornostjo izvajal monitoring in nadzor nad porabljenimi energijami, s tem pa posredno izvajal energetsko upravljanje stavbe. Ob koncu leta energetski upravitelj pripravi za vodstvo zavoda letno poročilo o porabi in stroških energije za preteklo leto po posameznih mesecih ter izdela okvirni načrt rabe energije. Poda tudi morebitne organizacijske in tehnično-investicijske ukrepe za prihodnje leto, s katerimi bi zmanjšali porabo energije.
- Ugašanje naprav, ko le-te niso v uporabi. V tem oziru se predlagata uporaba električnih porabnikov glede na obratovanje stavbe (izklapljanje električnih naprav ob vikendih, praznikih in kolektivnih dopustih) in redno izklapljanje električne opreme po njeni uporabi.

Preglednica 11.1: Predlagani ukrepi po scenariju 0

Št.	Opis ukrepa	Možni letni prihranki				Stroški izvedbe	Vračilni rok	Prioriteta
		Toplota	Elektrika	Emisije CO <sub>2</sub>	Stroški	Skupaj		
		MWh	MWh	kg CO <sup>2</sup>	EUR	EUR	let	
ORGANIZACIJSKI UKREPI								
1.	Organizacijski ukrepi Ozaveščanje in izobraževanje Vzdrževanje	21,80	3,45	6.048	1.667	1.000 €	1	I. I. I.
SPECIFIČNI ORGANIZACIJSKI UKREPI								
2.	Monitoring + energetsko upravljanje	43,60	6,89	12.096	3.333	20.000	6	II.
SKUPAJ VSI ORG. UKREPI		65,40	10,34	18.144	5.000	21.000	4	

OPOMBA:

Vse cene so brez DDV.

Cena električne energije za leto 2015: 0,13009 €/kWh

Cena končne toplotne ener. za leto 2015: 0,05590 €/kWh

### 11.1.2 Scenarij 1: Izvedba investicijskih ukrepov celovite skoraj nič-energijske prenove

Celovite prenove so ločene na prenove, po katerih bodo stavbe izpolnjevale zahteve skoraj nič-energijske stavbe (sNES prenova) in ostale prenove (delna celovita prenova). Izraz *skoraj nič-energijska stavba* v energetskem zakonu (EZ-1) pomeni stavbo z zelo visoko energetsko učinkovitostjo oz. zelo majhno količino potrebne energije za delovanje, pri čemer je potrebna energija v veliki meri proizvedena iz obnovljivih virov na kraju samem ali v bližini. Za nove stavbe, ki so v lasti Republike Slovenije ali samoupravnih lokalnih skupnosti in jih uporabljajo osebe javnega sektorja, se 330. člen Energetskega zakona začne uporabljati 31. decembra 2018. Posledično je pri načrtovanju

celovitih prenov s predvideno realizacijo po 31. decembru 2018 treba posebej upoštevati zahteve, povezane s prenovno obstoječih stavb v dokumentu AN sNES.

Definicija skoraj nič-energijske stavbe obsega določitev minimalnih zahtev glede največjih dovoljenih potreb za ogrevanje, hlajenje oziroma klimatizacijo, pripravo tople vode in razsvetljavo v stavbi v skladu z gradbenotehnično zakonodajo (PURES), določitev največje dovoljene rabe primarne energije v stavbi in najmanjšega dovoljenega deleža obnovljivih virov energije v skupni dovedeni energiji za delovanje stavbe.

**Preglednica 11.2: Predlagani ukrepi po scenariju 1**

Št.	Opis ukrepa	Možni letni prihranki				Investicija	Vračilni rok	Prioriteta
		Toplota	Elektrika	Emisije CO <sub>2</sub>	Stroški	Skupaj		
		MWh	MWh	kg CO <sup>2</sup>	EUR	EUR	let	
TEHNIČNO-INVESTICIJSKI UKREPI								
0.	Ukrepi na ovoju objekta	9,47	6,89	5.270	1.426	20.000,00	14	I.
	Monitoring + energetsko upravljanje							
1.	Ukrepi na ovoju objekta	106,37		21.274	5.946	113.120,00	19	I.
	Namestitev toplotne izolacije na fasado – ŠOLE							
	Namestitev toplotne izolacije na fasado – KUHINJE							
	Namestitev toplotne izolacije na fasado – HIŠA in PRIZIDEK	8,00		1.600	447	19.380,00	43	
	Namestitev toplotne izolacije na fasado – HIŠA in PRIZIDEK	6,27		1.254	350	17.040,00	49	
	Zamenjava PVC in lesenih oken ter steklakov z novimi PVC okni	38,89		7.779	2.174	373.450,00	172	I.
	Zamenjava vrat	7,37		1.474	412	37.000,00	90	I.
	Namestitev toplotne izolacije na ravno streho – ŠOLA	33,11		6.622	1.851	128.960,00	70	III.
	Namestitev toplotne izolacije na ravno streho – HIŠA in PRIZIDEK	3,45		690	193	9.750,00	51	
Skupaj		203,47		40.693	11.374	698.700,00	61	
2.	Ukrepi na strojnih sistemih	81,11		16.221	4.534	45.000,00	10	I.
	Vgradnja kondenzacijskega kotla							
	Vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje	13,02		2.604	728	21.440,00	29	II.
	Zamenjava obtočne črpalke		7,24	3.548	942	6.400,00	7	
	Vgradnja toplotne črpalke zrak/voda za pripravo TSV	26,68	-8,89	978	334	5.500,00	16	
	Vgradnja centralnega prezračevalnega sistema za učilnice	102,27	-28,00	6.733	2.074	280.000,00	135	III.
	Skupaj		223,07	-29,65	30.084	8.612	358.340,00	42
3.	Ukrepi na elektro sistemih							
	Prenova razsvetljave in vgradnja senzorjev prisotnosti							
SKUPAJ TEH. - INV. UKREPI		436,0124	6,9355	90.601	25.275	1.147.640,00	45	

OPOMBA:

Vse cene so brez DDV.

Cena električne energije za leto 2015: 0,1301 €/kWh

Cena toplotne energije za leto 2015: 0,0559 €/kWh

**Doseganje zahtev PURES-a (2010) – pri scenariju 1****Preglednica 11.3: Povzetek doseganja zahtev PURES pri scenariju 1**

					<b>Scenarij 1 – skoraj nič-energijska prenova – PURES</b>	
<b>Zap. št.</b>	<b>Kazalnik, zahteva</b>	<b>Enota</b>	<b>Obstoječe stanje</b>	<b>Zahteve PURES 2010</b>	<b>Kazalnik</b>	<b>Doseganje zahtev</b>
1	$Q_{NH}$	kWh/leto	633.363	217.405	212.122	DA
2	$Q_{NH}/V_e$	kWh/(m <sup>2</sup> *leto)	21,401	7,346	7,167	DA
3	$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,684	0,446	0,367	DA
4	Zagotavljanje OVE*	%	0 %	25 %	25 %	DA
5	Fasada – ŠOLA	W/m <sup>2</sup> K	1,192	0,28	0,195	DA
6	Fasada – KUHINJA	W/m <sup>2</sup> K	0,571	0,28	0,193	DA
7	Fasada – TELOVADNICA	W/m <sup>2</sup> K	0,174	0,28	0,174	DA
8	Fasada – HIŠA	W/m <sup>2</sup> K	0,563	0,28	0,202	DA
9	Streha – ŠOLA	W/m <sup>2</sup> K	0,459	0,20	0,144	DA
10	Streha – TELOVADNICA	W/m <sup>2</sup> K	0,188	0,20	0,188	DA
11	Tla neogrevanega podstrešja – HIŠA	W/m <sup>2</sup> K	0,531	0,20	0,134	DA
14	Okna – PVC – stara	W/m <sup>2</sup> K	1,8	1,3	0,9	DA
15	Okna – lesena - stara	W/m <sup>2</sup> K	2,0	1,3	0,9	DA
14	Okna – PVC – nova	W/m <sup>2</sup> K	1,3	1,3	1,3	DA
14	Okna – PVC – nova	W/m <sup>2</sup> K	0,9	1,3	0,9	DA
16	Okna – ALU	W/m <sup>2</sup> K	1,5	1,6	1,5	DA
18	Vrata - ALU	W/m <sup>2</sup> K	2,5	1,6	1,1	DA

Opomba:

\*Zahteva PURES - Najmanj 25 % celotne končne energije je zagotovljeno z uporabo OVE

Vse navedene zahteve se uporablja skladno s 2. členom PURES-a. Se pravi, vse zahteve oz. pogoji pod zaporednimi številkami od 1 do 4 je potrebno upoštevati pri:

- gradnji novih stavb in
- rekonstrukciji stavbe oz. njenega posameznega dela, kjer se posega v najmanj 25 % površine toplotnega ovoja, če je to tehnično izvedljivo.

Zahteve oz. pogoje pod zaporednimi številkami od 5 do 10 pa se upošteva v primeru:

- rekonstrukcije stavbe oz. njenega posameznega dela, kjer se posega v manj kot 25 % površine toplotnega ovoja stavbe oz. njenega posameznega dela,
- pri investicijskih in drugih vzdrževalnih delih ali
- če se gradi ali rekonstruira stavba z bruto tlorisno površino, manjšo od 50 m<sup>2</sup>.

Pri investicijskem vzdrževanju, kar je tudi energetska prenova (če ne posegamo v nosilno konstrukcijo – rekonstrukcija), morajo biti dela izvedena tako, da so izpolnjene zahteve glede toplotne prehodnosti iz tabele 1 točke 3.1.1 Tehnične smernice za graditev, TSG-1-004 Učinkovita raba energije. Prav tako moramo pri rekonstrukciji stavb, kjer se zamenjujejo ali vgrajujejo novi sistemi in pri vzdrževalnih delih na sistemih, podsistemih in njihovih elementih, uporabljati tudi določbe od 8. do 12. člena PURES-a.

**11.1.3 Scenarij 2: Izvedba investicijskih ukrepov celovite energetske prenove**

Z izrazom *celovita energetska prenova* označujemo usklajeno izvedbo ukrepov URE na ovoj stavbe in na stavbnih tehničnih sistemih (npr. ogrevanje, prezračevanje, klimatizacija, priprava TSV) tako da se, kolikor je to mogoče, izkoristi ves potencial za energetska prenova. V drugem scenariju je predvidena celovita energetska prenova, kjer



izvedemo vse identificirane investicijske ukrepe s sprejemljivo vračilno dobo, manjšo od 40 let. V spodnji tabeli so navedeni podatki in investicijske ocene za posamezen ukrep.

Natančen izračun medsebojnih vplivov sistemov in odziva stavbe v realnih razmerah je zelo kompleksen in presega zahteve REP-a. Ob upoštevanju realnih podnebnih podatkov in uporabniških navad bi bilo potrebno izvesti urne simulacije toplotnega odziva stavbne konstrukcije v povezavi s stavbnimi sistemi.

Večjih medsebojnih učinkov med ukrepi na zunanjem ovoju ni (transmisijske izgube), saj z namestitvijo toplotne izolacije zmanjšamo toplotne izgube samo skozi obravnavni sklop konstrukcije, kar ne vpliva na ostale dele konstrukcije oz. elemente zunanjega ovoja stavbe. Prav tako ni večjega medsebojnega učinka med ukrepi, ki zmanjšujejo transmisijske izgube (namestitev dodatne izolacije) in ukrepi, ki zmanjšujejo prezračene izgube (vgradnja mehanskega prezračevanja z rekuperacijo). Zaradi doseganje predpisanih zahtev je potrebno imeti v mislih, da se pri ukrepu vgradnje mehanskega prezračevalnega sistema poveča poraba električne energije, če prej naprave ni bilo oz. če se moč naprav povečuje. Medsebojne učinke smo upoštevali le pri ukrepih na ogrevalnem sistemu oz. vgradnji termostatskih ventilov. Obstoječo porabo, ki se uporabi za izračun prihrankov zaradi ukrepa, smo zmanjšali za prihranek, ki ga dobimo zaradi izvedbe ukrepov na zunanjem ovoju stavbe. Pri ukrepih na prezračevalnem sistemu pa medsebojnega vpliva ni, saj se tam obravnavajo samo ventilacijske izgube.

**Preglednica 11.4: Predlagani ukrepi po scenariju 2**

Št.	Opis ukrepa	Možni letni prihranki				Investicija	Vračilni rok	Prioriteta
		Toplota	Elektrika	Emisije CO <sub>2</sub>	Stroški	Skupaj		
		MWh	MWh	kg CO <sup>2</sup>	EUR	EUR	let	
TEHNIČNO-INVESTICIJSKI UKREPI								
0.	Ukrepi na ovoju objekta							
	Monitoring + energetsko upravljanje	20,34	5,77	6.894	1.887	20.000,00	11	I.
1.	Ukrepi na ovoju objekta							
	Namestitev toplotne izolacije na fasado – ŠOLE	106,37		21.274	5.946	113.120,00	19	I.
	Namestitev toplotne izolacije na fasado – KUHINJE	8,00		1.600	447	19.380,00	43	
	Namestitev toplotne izolacije na fasado – HIŠA in PRIZIDEK	6,27		1.254	350	17.040,00	49	
	Namestitev toplotne izolacije na ravno streho – ŠOLA	33,11		6.622	1.851	128.960,00	70	
	Namestitev toplotne izolacije na ravno streho – HIŠA in PRIZIDEK	3,45		690	193	9.750,00	51	
	Skupaj	157,20	0,00	31440,44	8787,60	288.250,00	33	
2.	Ukrepi na ogrevalnem sistemu							
	Vgradnja kondenzacijskega kotla	92,09	0,00	18.419	5.148	45.000,00	9	I.
	Vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje	14,78		2.957	826	21.440,00	26	I.
	Zamenjava obtočne črpalke		7,24	3.548	942	6.400,00	7	I.
	Vgradnja toplotne črpalke zrak/voda za pripravo TSV	26,68	-8,89	978	334	5.500,00	16	I.
	Skupaj	133,56	-1,65	25.901	7.251	78.340,00	11	
3.	Ukrepi na elektro sistemih							
	Prenova razsvetljave in vgradnja senzorjev prisotnosti		29,70	14.553	3.864	70.600,00	18	I.
SKUPAJ TEH. - INV. UKREPI		311,0960	33,8155	78.788,79	21.789,32	457.190,00	21	

OPOMBA:

Vse cene so brez DDV.

Cena električne energije za leto 2015:

0,1301 €/kWh

Cena toplotne energije za leto 2015:

0,0559 €/kWh

## 11.2 Ekološka presoja ukrepov in njihov vpliv na notranje okolje

CO<sub>2</sub> je eden glavnih povzročiteljev učinka tople grede. Predvsem pri sežiganju fosilnih goriv se ga sprostito v okolje ogromne količine. Zato je racionalna raba energije in s tem manjše sproščanje emisij CO<sub>2</sub> v ozračje bistvenega pomena za trajnejši razvoj planeta, ki je sonaraven in bo zadostil potrebam življenja sedanjih generacij in omogočil to tudi prihodnjim generacijam. Letne emisije CO<sub>2</sub>, ki so posledica obratovanja neke stavbe, določimo kot produkt potrebe po energiji za ogrevanje in faktorja emisije CO<sub>2</sub> glede na uporabljen energetski vir (npr. daljinsko ogrevanje, zemeljski plin, kurilno olje, drva).

Manjša poraba električne energije in ogrevanja pomeni tudi zmanjšanje emisij toplogrednih plinov, predvsem CO<sub>2</sub>. Za preračun emisij CO<sub>2</sub> je uporabljena metodologija iz Pravilnika o metodah za določanje prihrankov energije, priloga 3 (Ur. list RS, št. 67/2015). Za elektriko, dobavljeno iz javnega omrežja, smo uporabili faktor 0,49 kg CO<sub>2</sub>/kWh, za uporabo toplotne energije iz sistema daljinskega ogrevanja faktor 0,20 kg CO<sub>2</sub>/kWh.

**Preglednica 11.5: Pregled zmanjšanja CO<sub>2</sub> glede na različne scenarije**

Povzetek zmanjšanja emisij CO <sub>2</sub>			
	Skupaj	Elektrika	Toplota
Obstoječa proizvodnja emisij CO <sub>2</sub>	258.800 kg CO <sub>2</sub>	84.411 kg CO <sub>2</sub>	174.389 kg CO <sub>2</sub>
Zmanjšanje po Scenariju 0	22.722 kg CO <sub>2</sub>	5.065 kg CO <sub>2</sub>	17.657 kg CO <sub>2</sub>
Zmanjšanje po Scenariju 1	121.122 kg CO <sub>2</sub>	3.398 kg CO <sub>2</sub>	117.723 kg CO <sub>2</sub>
Zmanjšanje po Scenariju 2	100.566 kg CO <sub>2</sub>	16.570 kg CO <sub>2</sub>	83.996 kg CO <sub>2</sub>

## 11.3 Ovoj stavbe

Ukrepi na zunanjem ovoju stavbe so zasnovani tako, da sanirani elementi zadostijo zahtevam novega pravilnika (PURES) oz. so deloma še izboljšani (pasivni oz. skoraj nič-energijski standard). Praviloma je smiselno, da se pri prenovi doda več toplotne izolacije, saj vsak dodatni centimeter toplotne izolacije pomeni za 2 % višji strošek investicije, hkrati pa od 10 do 20 % boljšo toplotno izolativnost in s tem prihranke (odstotek prihrankov je odvisen od začetnega stanja). Zadostitev pogojem posameznih elementov pa še ne pomeni, da je stavba tudi celovito sanirana. V sklopu celovite energetske prenove predlagamo sledeče izvedljive ukrepe:

- namestitev dodatne toplotne izolacije na fasado tako, da bo izračunana toplotna prehodnost konstrukcijskega sklopa  $U < 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;
- zamenjava vseh dotrajanih zunanjih oken z novimi iz PVC profilov in s povprečno toplotno prehodnostjo (steklo in okvir)  $U_w < 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Predlagamo tudi zamenjavo vseh starih lesenih vrat z novimi iz PVC profilov in toplotno prehodnost  $U_d < 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

## 11.4 Sistemi klimatizacije, gretja in hlajenje (sistem KGH)

Na sistemih KGH so bili prepoznani naslednji ukrepi:

- Vgradnja termostatskih ventilov, s katerimi reguliramo temperaturo v posameznih prostorih. Termostatski ventili reagirajo na toplotne vire, ki jih centralna regulacija ne zazna ali jih zazna le delno (toplota, oddana od ljudi, razsvetljava, električne naprave, sončno sevanje). Pri naraščanju temperature v prostoru ventil zmanjša pretok ogrevalne vode skozi ogrevalo. Manjši pretok zmanjša toplotno oddajo ogrevala in posledično se zmanjšata tudi temperatura v prostoru ter potreba po toplotni energiji oz. njena poraba. Predlagamo, da se v stavbi na vsa preostala grelna telesa brez termostatskih ventilov le-ta namestijo. Po izkustveni oceni lahko v primeru, ko v stavbi še ni termostatskih ventilov na radiatorjih, zmanjšamo porabo toplotne energije od 5 do 10 %. V stavbi je vgrajenih 33 kosov radiatorjev, od tega so na 24 radiatorjev že nameščeni termostatski ventili. V izvedbi ukrepa smo predvideli namestitev navadnih termostatskih ventilov (brez zaklepa), ki regulirajo temperaturo v posameznih prostorih. Stroški vgradnje termostatskega

ventila z vsemi potrebnimi deli so bili ocenjeni na 60 EUR/kos brez DDV. Termostatske ventile je potrebno namontirati na okoli 224 obstoječih radiatorjev.

- V zadnjem času se je zelo uveljavila vgradnja avtomatiziranih kondenzacijskih kotlov. V sklopu predlaganega ukrepa predvidevamo, da se en obstoječi kotel na ZP nazivne toplotne moči 500 kW z ocenjenim letnim obratovalnim izkoristkom okoli 0,80 zamenja s kondenzacijskim kotlom moči 290 kW z letnim obratovalnim izkoristkom vsaj 1,08 (metodologija IJS). Osnova za izračun sta poraba energije prenovljene stavbe in izračun potrebne toplote iz gradbene fizike. Zaradi povečanja izkoristka kotla in zamenjave energenta je predvideno zmanjšanje stroškov nabave energenta. V sklopu vgradnje kondenzacijskega kotla predlagamo, da se vgradijo nove frekvenčno vodene obtočne črpalke. Z zvezno regulacijo črpalk dosežemo znatne prihranke električne energije, kajti obtočna črpalka lahko obratuje letno več kot 5500 ur. V približno 30- do 40-odstotnem deležu primarne energije za potrebe ogrevanja je pogonska energija za obtočne črpalke pomembno udeležena. Kako velik je prihranek električne energije je odvisno od vrste projektnih izvedb, lahko presega tudi 50 %. Z zmanjšanjem porabe električne energije za pogon črpalk se posredno zmanjšujejo tudi emisije CO<sub>2</sub>, ki nastanejo pri proizvodnji električne energije.
- V stavbi trenutno ni vgrajenih prezračevalnih naprav, ki bi mehansko prezračevale prostore v stavbi. V WC-jih je vgrajenih le nekaj manjših aksialnih ventilatorjev, ki skrbi za odvod smradu iz sanitarij. Mehansko prezračevanje z vračanjem toplote odpadnega zraka (rekuperacija toplote) zmanjša prezračevalne toplotne izgube in omogoča vzdrževanje primerne bivalne ugodja (kakovost zraka). Izmenjevalnik toplote odvzame toploto odpadnemu zraku in jo odda svežemu, ki vstopa v prostor. Tako se lahko bistveno zmanjšajo potrebe po ogrevanju stavbe. Pri hlajenju je učinek toplotnega menjalnika precej manjši. Prezračevanje je bistveno za ustvarjanje zdrave notranje klime ter udobnega in varnega delovnega okolja. Brez ustreznega prezračevanja se lahko v zraku kopičijo škodljivi onesnaževalci in vlaga. Čezmerna vlaga v prostoru lahko povzroči težave s plesnijo in poškodbe na stavbni strukturi, poleg tega potrebujemo več energije, da segrejemo vlažen zrak. Sistem prezračevanja mora biti sestavni del stavbe, zlasti pri zelo dobro izoliranih in zatesnjenih stavbah. Uporaba frekvenčne regulacije pri ventilatorjih in črpalkah za ogrevanje, prezračevanje in klimatizacijo pripomore k zmanjšanju toplotnih izgub v stavbi in izboljšuje energetsko učinkovitost sistema. Sistemi z rekuperacijo toplote prispevajo k manjši potrebi po toploti v notranjosti stavbe in so običajno prilagojeni stavbam z nizko porabo energije. Investicija za vgradnjo mehanskega prezračevanja z modulom za vračanje odpadne energije je ocenjena na okoli 20.000.00 EUR brez DDV. Predlaga se vgradnja rekuperatorjem s 85-odstotnim ali večjim izkoristkom vračanja toplote. Naprava, ki bo prezračevala stavbo se lahko vgradi v podstrešni prostor nad dvorano (potrebna statična preverba konstrukcije). V ceni investicije je upoštevana dobava in vgradnja prezračevalne naprave ter dobava in vgradnja prezračevalnih kanalov z rešetkami in dušilci zvoka. Pri zasnovi in izvajanju sistemov prezračevanja je treba upoštevati tudi Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb.

## 11.5 Prihranki pri rabi električne energije

Glede na trenutno stanje, določeno na podlagi popisa razsvetljave, je v stavbi vgrajenih okoli 837 svetil. Največ je svetil z zastarelo fluorescentno razsvetljavo in z žarnicami na žarilno nitko. Predlagana prenova razsvetljave je narejena za prostore, kjer so nameščena fluorescenčna svetila ter svetila s sijalko z žarilno nitko. Predlaga se zamenjava 339 kos svetilk s sijalkami LED, ki omogočajo funkcijo zatemnitve.

Pri tem je potrebno upoštevati, da pri oceni ukrepa nimamo na voljo natančnih podatkov glede potrebnega števila svetilk ali dodatnih stroškov za vgradnjo (uporabili smo ocenjene vrednosti). Natančne podatke je možno dobiti s projektantskimi popisi, ki se izvedejo za potrebe PZI-ja, ki je naslednji korak pred izvedbo investicije. Projektantski popisi niso predmet energetskega pregleda, le-ta je namenjen samo za pridobitev ustreznih ocen kot podlage za odločanje.

## 12 VIRI IN LITERATURA

1. Energetski zakon (Ur. RS, št. 17/14 in 81/15).
2. Pravilnik o metodologiji za izdelavo in vsebini energetskega pregleda (Ur. list RS, št. 41/16).
3. Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. list RS, št. 93/2008; spremembe: št. 47/2009, 52/2010).
4. Tehnična smernica za graditev TSG-1-004 Učinkovita raba energije.
5. Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca (Ur. list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 126/08, 47/10 in 47/13).
6. Pravilnik o metodah za določanje prihrankov energije (Ur. list RS, št. 67/15).
7. Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Ur. list RS, št. 42/02, 105/02 in 110/02 – ZGO-1).
8. Metodologija izvedbe energetskega pregleda, Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana, 2007.
9. Navodila za izvajanje operacij energetske prenove javnih stavb na podlagi OP EKP 2014–2020. Dostopno na: <http://www.energetika-portal.si/podrocja/energetika/energetska-prenova-javnih-stavb/projektna-pisarna/>, pridobljeno 26. 4. 2016.
10. Priročnik za energetske svetovalce, Gradbeni inštitut ZRMK, Agencija RS za učinkovito rabo energije, Ministrstvo za gospodarske dejavnosti, 1996.
11. Svetovalni članki svetovalcev ENSVET. Dostopno na: <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Clanki.htm>, pridobljeno 26. 4. 2016.
12. Zbirka informativnih listov 'UČINKOVITA RABA ENERGIJE', Agencija za učinkovito rabo energije, 1999.
13. Zbirka informativnih listov 'ZA UČINKOVITO RABO ENERGIJE', Agencija RS za učinkovito rabo energije, 2001.
14. Zbirka informativnih listov 'ZA UČINKOVITO RABO ENERGIJE', Agencija RS za učinkovito rabo energije, 2005.
15. Katalogi različnih proizvajalcev.
16. Strojniški, elektro in ostali priročniki.

**PRILOGA 1: Osnovni podatki o stavbi****Podatki o objektu**

Naziv:	Osnovna šola Bičevje			
Lokacija:	Splitska ulica 13, Ljubljana			
CC-SI klasifikacija:	12630 Stavba za izobraževanje in znanstveno raziskovalno delo			
Letnica izgradnje:	1965 (vir: Prostorski portal RS)			
Letnica prenove toplotne postaje:	2000 toplotni sistem in 2009 elektro sistem (vir: zaposleni)			
Letnica obnove oken:	2010 (vir: Prostorski portal RS)			
Letnica prenove kuhinje in jedilnice:	2014 (vir: obstoječe projektna dokumentacija)			
Letnica prenove fasade in strehe telovadnice:	2014 (vir: obstoječe projektna dokumentacija)			
Koordinati:	GKY = 460560, GKX = 99645			
Katastrska občina:	1723 VIČ			
Parcelna številka:	1831/5			
ID stavbe:	5067			
Lastnik (in delež v %):	Mestna občina Ljubljana (100 % lastnik)			
Upravljavec:	javni zavod Osnovna šola Bičevje			
Uporabnik:	Osnovna šola Bičevje (zaposleni in otroci)			
Kondicionirana (neto tlorisna ogrevana) površina stavbe:	6.650,00 m <sup>2</sup>			
Etažnost stavbe:	Delno klet (kotlovnica in hiša) , pritličje, 1. nadstropje, 2 nadstropje.			
Energenti:	Zemeljski plin in električna energija			
Povprečna letna poraba toplotne energije za zadnja tri leta:	646.894,62 kWh/leto			
Povprečna letna poraba električne energije za zadnja tri leta:	172.267,67 kWh/leto			
Intenzivnost uporabe stavbe:	Ob delavnikih med 5.30 in 17.00, ob vikendih in praznikih prostori niso v uporabi.			
Število zaposlenih/uporabnikov:		2013	2014	2015
	Št. zaposleni	56	58	63
	Št. otroci	414	431	431
	Skupaj	470	489	494

**Pregled naprav za klimatizacijo, ogrevanje in hlajenje (KGH sistemi)**

Način ogrevanja:	radiatorsko
Vir toplote:	kotla na ZP, priključena na sistem z oskrbo z zemeljskim plinom
Nazivna moč:	2 x 500 kW
Število ogrevalnih zank:	5 in 2 x priprava TSV
Termostatski ventili:	delno
Znižani način delovanja:	da, zvečer in ob vikendih
Način priprave TSV:	centralno v toplotni postaji
Vir toplote:	zemeljski plin in električna energija
Št. hranilnikov:	2
Velikost hranilnikov:	1 x 1500 litrov
Temperatura voda:	65 °C
Cirkulacijska črpalka:	da, 2 x
Potrošniki:	sanitarije, učilnice, tuši, kuhinja

**PRILOGA 1: Povzetek posameznih scenarijev**

Povzetek vseh predlaganih ukrepov po Scenariju 0		% prihranka od skupne letne porabe
Letni prihranek električne energije	10,34 MWh	6,00 %
Letni prihranek toplote	65,40 MWh	12,00 %
Skupno zmanjšanje emisij CO <sub>2</sub>	22,72 ton	11,75 % celotnih emisij CO <sub>2</sub>
Skupno zmanjšanje stroškov na leto	5.000 €	% od letnega stroška za energijo 9,46 %
Skupni znesek potrebnih investicij	21.000 €	
Povprečni vračilni rok	4 let	

Povzetek vseh predlaganih ukrepov po Scenariju 1		% prihranka od skupne letne porabe
Letni prihranek električne energije	6,94 MWh	4,03 %
Letni prihranek toplote	436,01 MWh	80,01 %
Skupno zmanjšanje emisij CO <sub>2</sub>	90,60 ton	46,85 % celotnih emisij CO <sub>2</sub>
Skupno zmanjšanje stroškov na leto	25.275 €	% od letnega stroška za energijo 47,80 %
Skupni znesek potrebnih investicij	1.147.640 €	
Povprečni vračilni rok	45 let	

Povzetek vseh predlaganih ukrepov po Scenariju 2		% prihranka od skupne letne porabe
Letni prihranek električne energije	33,82 MWh	19,63 %
Letni prihranek toplote	311,10 MWh	57,09 %
Skupno zmanjšanje emisij CO <sub>2</sub>	78,79 ton	40,74 % celotnih emisij CO <sub>2</sub>
Skupno zmanjšanje stroškov na leto	21.789 €	% od letnega stroška za energijo 41,21 %
Skupni znesek potrebnih investicij	457.190 €	
Povprečni vračilni rok	21 let	



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

Izvedba ukrepa obsega naslednje aktivnosti:

- skrb za redno izklapljanje razsvetljave, aparatov in opreme, kadar niso v uporabi;
- določitev osebe, ki zagotavlja končno kontrolo v objektu, preverja obratovanje oz. izklaplja naprave in opremo ob koncu delovnega časa;
- zagotovitev ustreznega, predvsem periodičnega vzdrževanja naprav in opreme;
- pravilno izvajanje ogrevanja, hlajenja in prezračevanja objekta z namenom varčevanja z energijo in zagotavljanja zdravega in udobnega notranjega okolja;
- dvakrat letno se za zaposlene organizira izobraževanje.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

21,80 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

1.218 EUR

Predpostavljeno zmanjšanje rabe električne energije:

3,45 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe električne energije:

448 EUR

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

1.666 EUR

Predpostavljeno zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub>:18.144 kg CO<sub>2</sub>

\*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Organizacijski ukrep (npr. izobraževanje, vzdrževanje)	kpl	1	1000	1000
<b>Skupaj:</b>			<b>500</b>		

Enostavna vračilna doba:

1 leto

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☒ 0 – 3
 ☐ 3 – 6
 ☐ 6 – 12
 ☐ 12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

NIZKA

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

NIZKO

**PRILOGA 2.2: Investicijski ukrepi****Naziv ukrepa: Namestitev dodatne toplotne izolacije na fasado****OPIS:**

Med bolj primerne ukrepe na zunanjem ovoju spada namestitev toplotne izolacije na fasado. Predlagamo izvedbo toplotne izolacije 14 cm ( $\lambda \leq 0,035 \text{ W/mK}$ ). Posebno pozornost je treba nameniti toplotnim mostovom na stavbi, ki niso samo vzrok za velike toplotne izgube, ampak lahko pride tudi do nastanka kondenzacije, razpok in rasti plesni, če ti deli zgradbe niso primerno toplotno izolirani.

**Izvedba ukrepa zajema:**

- čiščenje obstoječe podlage, fasade oz. priprava za izvedbo fasade (npr. postavitve odra);
- dobavo in namestitev toplotne izolacije ( $\lambda \leq 0,035 \text{ W/mK}$ ) na obstoječo fasado v debelini vsaj 12 cm, pri čemer naj bo celotna toplotna prevodnost konstrukcije  $U \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;
- izdelavo tankoslojnega zaključnega sloja z vsemi potrebnimi sloji in detajli;
- obdelavo špalet s toplotno izolacijo.

Na fasado bi bilo potrebno po naši oceni namestiti okoli  $2.223 \text{ m}^2$  (upoštevane so tudi površine fasade neogrevanega podstrešja, ki niso v stiku z notranjim ogrevanim prostorom) toplotne izolacije oz. izvesti novo fasadno oblogo. Izvedba ukrepa je bila ocenjena na 60–70 EUR/ $\text{m}^2$  brez DDV.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

120,64 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

6.744 EUR

Predpostavljeno zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub>:

24.128 kg CO<sub>2</sub>

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

6.744 EUR

\*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Namestitev toplotne izolacije na fasado – ŠOLA	m <sup>2</sup>	1.616	70	113.120
2	Namestitev toplotne izolacije na fasado – Kuhinja in hiša	m <sup>2</sup>	607	60	36.420
<b>Skupaj:</b>			<b>149.540</b>		

Enostavna vračilna doba:

22 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☐ 0 – 3                      ☐ 3 – 6                      ☒ 6 – 12                      ☐ 12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

SREDJA	NIZKO
--------	-------

**Naziv ukrepa: Zamenjava stavbnega pohištva****OPIS:**

Na podlagi ogleda stavbe predlagamo, da se vsa dotrajana lesena okna in vrata zamenjajo z novimi okni s toplotno prevodnostjo, manjšo od 0,9 W/m<sup>2</sup>K in vrati s toplotno prevodnostjo, manjšo od 1,1 W/m<sup>2</sup>K. Vso stavbno pohištvo naj se vgradi z skladno s smernicami RAL.

**Izvedba ukrepa zajema:**

- demontažo obstoječih oken;
- pripravo špalet za vgradnjo novih oken;
- vgradnjo zunanjih oken iz PVC okvirjev in troslojne zasteklitve,  $U_w \leq 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;
- vgradnjo zunanjih vhodnih vrat iz PVC okvirjev in troslojne zasteklitve ali s polnili,  $U_d \leq 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;
- vgradnjo polic in obdelavo špalet.

Po naši oceni bi bilo potrebno zamenjati približno 1.067 m<sup>2</sup> oken in 74 m<sup>2</sup> vhodnih vrat. Izvedba ukrepa je bila ocenjena na 350 EUR/m<sup>2</sup> brez DDV za zamenjavo oken in 500 EUR/m<sup>2</sup> brez DDV za zamenjavo vhodnih vrat. Zamenjati bi bilo potrebno tudi 3 m<sup>2</sup> dotrajanih kupol. Ocenjen strošek zamenjave znaša 700 EUR/m<sup>2</sup> brez DDV.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

46,49 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

2.586 EUR

Predpostavljeno zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub>:

9.253 kg CO<sub>2</sub>

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

2.586 EUR

\*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Dobava in vgradnja zunanjih oken	m <sup>2</sup>	1.067	350	373.450
2	Dobava in vgradnja zunanjih vhodnih vrat	m <sup>2</sup>	74	500	37.000
2	Dobava in vgradnja kupol	m <sup>2</sup>	3	700	2.100
<b>Skupaj:</b>			<b>412.550</b>		

Vračilna doba:

170 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☐ 0 – 3                      ☐ 3 – 6                      ☒ 6 – 12                      ☐ 12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

SREDNJA	NIZKO
---------	-------

**Naziv ukrepa: Prenova ravne strehe****OPIS:**

Na obstoječo ravno streho predlagamo namestitev dodatne toplotne izolacije. Ocenjujemo, da je obstoječe toplotne izolacije okoli 5 cm, kar ne zadosti zahtevam trenutno veljavnega pravilnika PURES-a.

**Izvedba ukrepa zajema:**

- rušitev obstoječe konstrukcije;
- izdelavo nove nosilne lesene strešne konstrukcije;
- namestitev dodatne izolacije ( $\lambda \leq 0,038 \text{ W/mK}$ ) med špirovci in pod njimi v debelini vsaj 30 cm, celotna toplotna prevodnost konstrukcije znaša  $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;
- vgradnjo PVC folije s spodnje strani in vgradnja mavčno-kartonskih plošč kot ključnega sloja stropa;
- vgradnjo paropropustne folije, izvedbo prezračevanega sloja in dobavo ter vgradnjo nove kritine iz profilirane pločevine.

Pri izvedbi ukrepa naj se natančno preveri obstoječe stanje strehe (nosilnost, morebitna puščanja ali zatekanja meteorne vode), po potrebi se predvidi tudi morebitna popravila. Omenjena morebitna popravila niso všteta v investicijo za izvedbo ukrepa. Po naši oceni bi bilo potrebno prenoviti približno  $32 \text{ m}^2$  ravne strehe. Izvedba ukrepa je bila ocenjena na 80 EUR/ $\text{m}^2$  brez DDV.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

36,56 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

2.044 EUR

Predpostavljeno zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub>:

7.312 kg CO<sub>2</sub>

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

2.044 EUR

\*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Namestitev toplotne izolacije na ravno streho – Šola	m <sup>2</sup>	1.612	80	128.960
2	Namestitev toplotne izolacije na strop proti podstrešju in ravno streho – Hiša in njen prizidek – povezovalni hodnik	m <sup>2</sup>	195	50	9.750
<b>Skupaj:</b>			<b>138.710</b>		

Vračilna doba:

67 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☐ 0 – 3      ☐ 3 – 6      ☒ 6 – 12      ☐ 12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

SREDNJA	SREDNJE
---------	---------

**Naziv ukrepa: Vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje****OPIS:**

S termostatskimi ventili reguliramo temperaturo v posameznih prostorih. Termostatski ventili reagirajo na toplotne vire, ki jih centralna regulacija ne zazna ali jih zazna le delno (toplota oddana od ljudi, razsvetljava, električne naprave, sončno sevanje). Pri naraščanju temperature v prostoru ventil zmanjša pretok ogrevalne vode skozi ogrevalo. Manjši pretok zmanjša toplotno oddajo ogrevala in posledično se zmanjšata temperatura v prostoru in potreba po toplotni energiji oz. njena poraba. Poleg zamenjave termostatskih ventilov priporočamo zamenjavo dotrajanih radiatorjev in hidravlično uravnoteženje. Sama menjava radiatorjev ne prinaša bistvenih prihrankov, vendar pridobimo z njo dodaten prostor (novi radiatorji so manjši od starih jeklenih) in bolj zanesljiv sistem ogrevanja.

Predlagamo, da se na vsa grelna telesa v stavbi namestijo termostatski ventili. Po izkustveni oceni lahko zmanjšamo porabo toplotne energije od 5 do 10 %. V stavbi je vgrajenih 244 kosov radiatorjev, od tega so na 20 radiatorjih že vgrajeni termostatski ventili. V izvedbi ukrepa smo predvideli namestitev navadnih termostatskih ventilov (brez zaklepa), ki regulirajo temperaturo v posameznih prostorih. Stroški vgradnje termostatskega ventila z vsemi potrebnimi deli so bili ocenjeni na 60 EUR/kos brez DDV. Ventile je potrebno zmontirati na vse radiatorje v stavbi, ki jih še nimajo (tj. 224 kosov).

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

13,02 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

728 EUR

Predpostavljeno zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub>:

2.604 kg CO<sub>2</sub>

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

728 EUR

\*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Dobava in vgradnja termostatskih ventilov	kos	224	60	13.440
2	Hidravlično uravnoteženje	kpl	1	8.000	8.000
<b>Skupaj:</b>			<b>21.440</b>		

Vračilna doba:

29 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☒ 0 – 3
 ☐ 3 – 6
 ☐ 6 – 12
 ☐ 12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

NIZKO

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

NIZKO

**Naziv ukrepa: Zamenjava obtočnih črpalk****OPIS:**

Pravilno dimenzionirana obtočna črpalka, ki obratuje v usklajeni povezavi z vsemi ostalimi elementi ogrevalnega sistema, je dejansko osnovni pogoj za pravilno delovanje sistema. Tlačno ravnotežje pri obratovanju črpalke dosežemo z vgradnjo zunanjih regulatorjev, ki skupaj s termostatskimi ali dušilnimi ventili na povratnem vodu omejujejo pretok. Iz mnogih raziskav glede porabe električne energije v individualnih sistemih ogrevanja lahko razberemo, da so obtočne črpalke poleg električnih grelnikov vode eden največjih porabnikov električne energije. Obtočne črpalke imajo skoraj trikrat večji učinek tako glede pretoka kot tudi tlačne višine, kot je potrebno. Do sedaj najbolj uporabljane obtočne črpalke s stopenjsko regulacijo števila vrtljajev v veliki meri že nadomeščajo elektronsko regulirane črpalke, ki samodejno regulirajo število vrtljajev in moč motorja.

Z regulacijo črpalk dosežemo znatne prihranke električne energije, kajti obtočna črpalka obratuje letno več kot 5500 ur. V približno 30- do 40-odstotnem deležu primarne energije za potrebe ogrevanja je pogonska energija za obtočne črpalke pomembno udeležena. Kako velik je prihranek električne energije je odvisno od vrste projektnih izvedb, lahko pa presega tudi 50 %. Z zmanjšanjem porabe električne energije za pogon črpalk se posredno zmanjšujejo tudi emisije CO<sub>2</sub>, ki nastanejo pri proizvodnji električne energije.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe električne energije:

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe električne energije:

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

Predpostavljeno zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub>:

7,24	MWh
942	EUR
942	EUR
3.548	kg CO <sub>2</sub>

\*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Zamenjava obtočnih črpalk	kpl	1	6.400	6.400
<b>Skupaj:</b>				<b>6.400</b>	

Vračilna doba:

7 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☐ 0 – 3                      ☐ 3 – 6                      ☒ 6 – 12                      ☐ 12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

SREDNJA	SREDNJA
---------	---------

**Naziv ukrepa: Vgradnja kondenzacijskega kotla****OPIS:**

V zadnjem času se je zelo uveljavila vgradnja avtomatiziranih kondenzacijskih kotlov. Velikost kotlov, vrsto in konstrukcijo kotlov narekuje velikost stavbe in potrebe po toplotni energiji. Prednosti kondenzacijskih kotlov so: optimalno zgorevanje, dobri izkoristki kotlov, majhne obremenitve okolja, natančna regulacija odjema toplote in visoka stopnja udobja pri rokovanju. Na tržišču najdemo več različnih izvedb, od kaskadnih, kjer je v en sistem vezanih več kotlov, ki se po potrebi vklaplajo, do sistema z enim kotlom.

V kotlovnici sta bo obstoječa kotel na ZP, nazivne toplotne moči 500 kW, z ocenjenim letnim obratovalnim izkoristkom 0,80, zamenjal s kondenzacijskim kotlom, moči 290 kW, z letnim obratovalnim izkoristkom 1,08 (metodologija IJS). En obstoječi kotel se ohrani kot rezerva. Osnova za izračun sta poraba energije prenovljene stavbe, izračun potrebne toplote iz gradbene fizike. Predvideno je zmanjšanje stroškov nabave energenta zaradi povečanja izkoristka kotla in zamenjave energenta.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

Predpostavljeno zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub>:

81,11	MWh
4.534	EUR
4.534	EUR
16.221	kg CO <sub>2</sub>

\*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Dobava in vgradnja kondenzacijskega kotla	kpl	1	45.000	45.000
<b>Skupaj:</b>			<b>45.000</b>		

Vračilna doba:

10 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☐ 0 – 3                      ☐ 3 – 6                      ☒ 6 – 12                      ☐ 12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

SREDNJA	SREDNJA
---------	---------



**Naziv ukrepa: Vgradnja prezračevalne naprave z rekuperacijo****OPIS:**

Investicija za vgradnjo mehanskega prezračevanja z modulom za vračanje odpadne energije je ocenjena na okoli 280.000.00 EUR brez DDV. Predlaga se vgradnja rekuperatorja s 85-odstotnim ali večjim izkoristkom vračanja toplote. Napravo se lahko vgradi na streho stavbe; potrebna je statična preverba konstrukcije. V ceni investicije je upoštevana dobava in vgradnja prezračevalne naprave ter dobava in vgradnja prezračevalnih kanalov z rešetkami in dušilci zvoka. Pri zasnovi in izvajanju sistemov prezračevanja je treba upoštevati tudi Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

102,27 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

5.716 EUR

Predpostavljeno zmanjšanje rabe električne energije:

-28,00 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe električne energije:

-3.643 EUR

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

2.074 EUR

Predpostavljeno zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub>:

6.733 kg CO<sub>2</sub>

\*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Dobava in vgradnja prezračevalnega sistema z rekuperacijo	kpl	1	280.000	280.000
<b>Skupaj:</b>			<b>280.000</b>		

Vračilna doba:

135 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☐ 0 – 3

☐ 3 – 6

☒ 6 – 12

☐ 12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

SREDNJA

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

SREDNJA

**Naziv ukrepa: Prenova razsvetljave****OPIS:**

Glede na trenutno stanje, določeno na podlagi popisa razsvetljave, je v stavbi vgrajenih več kot 837 svetil. Največ je svetil z zastarelo fluorescentno razsvetljavo in z žarnicami na žarilno nitko. Predlagana prenova razsvetljave je narejena za prostore, kjer so nameščena fluorescenčna svetila ter svetila s sijalko z žarilno nitko. Predlaga se zamenjava vseh 339 kos svetilk s sijalkami LED, ki omogočajo funkcijo zatemnitve.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe električne energije:

29,70 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe električne energije:

3.864 EUR

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

3.864 EUR

Predpostavljeno zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub>:

14.553 Kg CO<sub>2</sub>

\*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Prenova razsvetljave	kpl	1	70.600	70.600
<b>Skupaj:</b>				<b>70.600</b>	

Vračilna doba:

18 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

☐ 0 – 3      ☐ 3 – 6      ☒ 6 – 12      ☐ 12 – 24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

SREDNJA	SREDNJA
---------	---------