
Razširjeni energetski pregled:

Srednja šola za gostinstvo in turizem Maribor

Cankarjeva ulica 5, 2000 Maribor



Naročnik:

Srednja šola za gostinstvo in turizem Maribor, Mladinska ulica 14a, 2000 Maribor

Izdelovalec:

EUTRIP, d. o. o., Kidričeva ulica 24, Celje

Št. projekta: 0119

Datum izdelave: maj 2017

Projekt št. 0119

Naziv projekta:	Razširjeni energetski pregled – Srednja šola za gostinstvo in turizem Maribor
Faza projekta:	Končno poročilo
Naročnik:	 Srednja šola za gostinstvo in turizem Maribor Mladinska ulica 14a 2000 Maribor
Odgovorna oseba naročnika:	Dušan Erjavec, ravnatelj
Kontaktna oseba naročnika:	Martin Mikuž
Št. naročilnice	NT-119/2017 z dne 18.4.2017
Izdelovalec:	 EUTRIP, d. o. o., Kidričeva ulica 24, Celje
Odgovorna oseba izdavalca:	mag. Primož Praper, univ. dipl. gosp. inž.
Datum izdelave:	maj 2017
Vodja projekta:	mag. Primož Praper, univ. dipl. gosp. inž.
Sodelavci na projektu:	Nejc Avguštin, Iztok Topler, Blaž Šepul, Radovan Repnik, Leon Pokeržnik, Cveto Fendre, Ivan Škoflek, Hubertina Vitrih, Dalibor Pavlovič.
Št. izvoda:	1 2 3

KAZALO VSEBINE

0	<i>Povzetek za poslovno določanje</i>	8
0.1	Pomen oskrbe z energijo	8
0.2	Struktura porabe in stroškov za energijo in vodo	8
0.3	Možni prihranki in potrebna vlaganja	9
0.4	Napotki za izvedbo ukrepov	12
0.4.1	Organizacijski ukrepi	12
0.4.2	Investicijski ukrepi	12
0.5	Možni viri financiranja	13
1	<i>Namen in cilji energetskega pregleda</i>	16
2	<i>Uvod</i>	17
2.1	Splošni podatki o stavbi	17
2.2	Splošni podatki o lastniku stavbe	18
2.3	Splošni podatki o upravljalcu stavbe	19
2.4	Opis dejavnosti v stavbi	19
2.5	Razporeditev stavb in osnovni gradbeni in tehnični podatki	20
2.5.1	Lokacija stavbe	20
2.5.2	Prostorska razporeditev stavbe z označeno namembnostjo stavbe	21
2.6	Klimatski podatki za lokacijo stavbe	22
2.7	Skupna poraba energije in stroški	24
2.7.1	Poraba energentov v letu 2016	24
2.7.2	Povprečna poraba energentov v referenčnem obdobju 2014–2016	24
2.8	Stanje toplotnega ugodja v stavbi	25
2.8.1	Povzetek trenutnih meritev parametrov notranje okolja v izbranih prostorih	26
3	<i>Shema upravljanja s stavbo</i>	28
3.1	Razmerje med naročnikom energetskega pregleda, lastnikom stavbe, uporabnikom, najemnikom in upravnikom stavbe	28
3.2	Shema denarnih tokov na področju obratovalnih stroškov	28
3.3	Shema denarnih tokov in procesa odločanja na področju investiranja v URE	29
3.4	Potek nadzora nad rabo energije in stroški	29
3.5	Motivacija za URE pri vseh udeleženi akterjih	29
3.6	Raven promoviranja URE	30
4	<i>Oskrba in raba energije</i>	31
4.1	Cene energetskih virov in mrzle vode	31
4.2	Energijsko število	33
4.3	Poraba toplotne energije	34
4.4	Poraba električne energije	36
4.5	Poraba mrzle vode	39
4.6	Zanesljivost oskrbe glede energetskih virov	40
4.7	Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme	40
5	<i>Pregled naprav za pretvorbo energije</i>	42
5.1	Ogrevalni sistem	42
5.1.1	Grelna telesa v stavbi	42
5.2	Sistem za oskrbo s toplo vodo	43

5.3	Sistem za oskrbo s hladno vodo	44
5.4	Elektroenergetski sistem in porabniki	44
5.4.1	Elektroenergetski sistem	45
5.4.2	Glavni porabniki električne energije v stavbi.....	46
5.4.3	Povzetek meritev porabe in kvalitete električne energije	46
6	<i>Pregled rabe končne energije</i>	48
6.1	Ovoj stavbe	48
6.1.1	Povzetek termovizijskega pregleda stavbe.....	49
6.2	Električni aparati.....	53
6.3	Razsvetljava	54
6.4	Priprava tople vode	55
6.5	Prezračevanje, hlajenje in klimatizacija.....	55
6.6	Razdelitev porabe energije	56
7	<i>Oskrba z energijo.....</i>	58
7.1	Revizija pogodb o dobavi energije	58
7.2	Električna energija	58
7.3	Toplotna energija.....	58
7.4	Voda	59
8	<i>Analiza energetskih tokov v stavbi</i>	60
8.1	Potrebna toplota za ogrevanje stavbe – obstoječe stanje	60
8.1.1	Transmisijske izgube.....	62
8.1.2	Izgube zaradi prezračevanja	63
8.1.3	Toplotni dobitki	63
8.2	Notranji toplotni viri zaradi naprav za pretvorbo energije	64
8.2.1	Priprava tople vode	64
8.2.2	Razsvetljava	64
8.2.3	Kuhinja.....	64
8.3	Končna energija, potrebna za delovanje	64
8.3.1	Proizvodnja toplote	64
8.3.2	Ogrevalne naprave in sistemi	64
8.3.3	Sistemi za razdeljevanje toplote za ogrevanje.....	65
8.3.4	Sistemi za razdeljevanje toplote.....	65
9	<i>Ocena energetsko varčevalnih potencialov.....</i>	66
9.1	Izhodišča za določitev primernih ukrepov in izračun prihrankov	66
9.2	Ovoj stavbe.....	67
9.2.1	Toplotna zaščita fasadnih sten	68
9.2.2	Toplotna zaščita tal neogrevanega podstrešja	68
9.2.3	Toplotna zaščita poševne strehe	69
9.2.4	Zamenjava stavbnega pohištva (okna in vrata)	69
9.2.5	Toplotna zaščita tal na terenu	69
9.2.6	Povzetek analiziranih ukrepov na zunanjem ovoju	70
9.3	Prezračevalni sistem	70
9.4	Kuhinja	71
9.5	Priprava tople vode	71
9.6	Proizvodnja toplote in ogrevalni sistemi	72
9.7	Razsvetljava in električne naprave	73
9.8	Klimatizacija in hlajenje	74
9.9	Hladna voda.....	74
9.10	Električna energija	74

9.11	Izraba obnovljivih virov energije	75
9.11.1	Možnosti uporabe solarne energije.....	75
9.11.2	Vgradnja toplotne črpalke (TČ).....	75
9.11.3	Ogrevanje na biomaso.....	76
9.11.4	Vgradnja SPTE.....	76
9.12	Energetsko upravljanje stavbe s pomočjo energetskega monitoringa	76
10	Organizacijski ukrepi.....	79
10.1	Ozaveščanje, informiranje in izobraževanje	80
10.2	Monitoring – energetske upravljanje	81
11	Ocena izvedljivosti investicijskih ukrepov	83
11.1	Potrebna investicijska sredstva s prioriteto listo, izračun možnih prihrankov energije in vračilo investiranih sredstev.....	83
11.2	Ekološka presoja ukrepov in njihov vpliv na notranje okolje.....	84
11.3	Ovoj stavbe.....	85
11.4	Sistemi klimatizacije, gretja in hlajenje (sistem KGH)	85
11.5	Prihranki pri rabi električne energije	86
12	Viri in literatura	87

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 0.1:	Povprečna letna raba energije in stroški za izbrano referenčno obdobje.....	9
Preglednica 0.2:	Prednostna lista predlaganih ukrepov.....	11
Preglednica 2.1:	Osnovni klimatski podatki za obravnavano lokacijo.....	23
Preglednica 2.2:	Mesečni temperaturni primanjkljaj za izbrano referenčno obdobje	23
Preglednica 2.3:	Poraba energentov, stroški in emisije CO ₂ v letu 2016	24
Preglednica 2.4:	Pregled porabe in stroškov energije ter vode za izbrano referenčno obdobje	25
Preglednica 2.5:	Pregled emisij CO ₂ in energije po različnih kazalnikih	25
Preglednica 2.6:	Povzetek izmerjenih izbranih parametrov notranjega okolja	27
Preglednica 4.1:	Tabela cen energetske virov (brez DDV).....	33
Preglednica 4.2:	Mesečna poraba in stroški dobave energenta za ogrevanje	34
Preglednica 4.3:	Mesečna poraba in stroški električne energije.....	36
Preglednica 4.4:	Mesečna poraba in stroški hladne vode.....	39
Preglednica 5.1:	Popis elektro razdelivcev SŠGT Maribor	46
Preglednica 6.1:	Termovizijski posnetek južne in zahodne fasade zahodnega notranjega atrija	50
Preglednica 6.2:	Termovizijski posnetek zahodne fasade notranjega atrija	51
Preglednica 6.3:	Termovizijski posnetek vzhodne fasade	51
Preglednica 6.4:	Termovizijski posnetek odprtega okna na vzhodni fasadi.....	52
Preglednica 6.5:	Termovizijski posnetek oken na zahodni fasadi	52
Preglednica 6.6:	Termovizijski posnetek slabega tesnjenja okna iz notranje strani	53
Preglednica 6.7:	Ocena porabe električne energije večjih porabnikov	54
Preglednica 6.8:	Povzetek razsvetljave tipičnih prostorov	55
Preglednica 6.9:	Ocenjena razdelitev rabe energije.....	56
Preglednica 8.1:	Rezultati izračuna gradbene fizike – obstoječe stanje.....	61
Preglednica 9.1:	Izhodiščni podatki za analizo energetske varčevalnih potencialov stavbe	67
Preglednica 9.2:	Ocena energetske varčevalnih potencialov na zunanem ovoju stavbe	70
Preglednica 9.3:	Ocena energetske varčevalnih potencialov pri prezračevanju.....	71
Preglednica 9.4:	Ocena energetske varčevalnih potencialov pri pripravi TSV	72

Preglednica 9.5: Ocena energetskih varčevalnih potencialov na ogrevalnem sistemu	73
Preglednica 9.6: Ocena energetskih varčevalnih potencialov pri prenovi razsvetljave	73
Preglednica 9.7: Ocena energetskih varčevalnih potencialov pri izrabi hladne vode	74
Preglednica 9.7: Ocena energetskih varčevalnih potencialov pri porabi električne energije	75
Preglednica 11.1: Potrebna investicijska sredstva in izračun možnih prihrankov z vračilno dobo	84

KAZALO SLIK

Slika 0.1: Struktura povprečne letne rabe energije (levo) in stroškov (desno) energentov ter vodo	8
Slika 0.2: Postopek izvedbe posameznih ukrepov	13
Slika 1.1: Potek doseganja učinkovitejše rabe energije	16
Slika 2.1: Lokacija stavbe	20
Slika 2.2: Prostorska situacija stavbe	21
Slika 2.3: Posnetek tlorisa evakuacijskega načrta za pritličje	22
Slika 3.1: Shema denarnih tokov	28
Slika 4.1: Struktura stroška električne energije za junij (levo) in december (desno) za leto 2016	32
Slika 4.2: Efektivna cena dobave daljinske toplote za kWh	32
Slika 4.3: Efektivna cena električne energije za kWh	32
Slika 4.4: Energijsko število obravnavane stavbe	33
Slika 4.5: Poraba toplotne energije v kWh in letni strošek v EUR v zadnjih treh letih	34
Slika 4.6: Mesečna poraba toplotne energije za ogrevanje	35
Slika 4.7: Primerjava mesečne porabe toplotne energije za ogrevanje in T_{prim12}	35
Slika 4.8: Letna poraba in stroški električne energije	37
Slika 4.9: Mesečna poraba električne energije	37
Slika 4.10: Mesečna odjemna moč električne energije	38
Slika 4.11: Razmerje med VT in MT pri dobavi električne energije	38
Slika 4.12: Letna poraba in stroški hladne vode	39
Slika 4.13: Mesečna poraba hladne vode za posamezno let	40
Slika 5.1: Posnetek kompaktne toplotne postaje	42
Slika 5.1: Posnetek tablice kompaktne toplotne postaje	42
Slika 5.2: Posnetek ogrevalnega telesa v učilnici	43
Slika 5.2: Posnetek ogrevalnega telesa na hodniku	43
Slika 5.3: Posnetek električnega bojlerja kapacitete 80 litrov in moči 2 kW	43
Slika 5.3: Posnetek električnega bojlerja na hodniku	43
Slika 5.4: Nadometni WC-kotliček brez varčevalne tipke	44
Slika 5.4: Posnetek umivalnika s pipo in napitnika, ki se nahaja na hodniku	44
Slika 5.5: Posnetek merilnega mesta	45
Slika 5.6: Posnetek glavnega razdelilnika na hodniku pritličja	45
Slika 5.7: Tedenska periodična meritev trenutne moči	47
Slika 5.8: Dnevna meritev moči	47
Slika 6.1: Pogled na glavni vhod v stavbo - vzhodna fasada	48
Slika 6.2: Posnetek južne in vzhodne fasade	48
Slika 6.3: Posnetek notranjega atrija zahodna stran	49
Slika 6.4: Posnetek notranjega atrija zahodna in južna fasada	49
Slika 6.5: Model stavbe za izračun gradbene fizike	49
Slika 6.6: Posnetek učilnice s fluorescentnimi sijalkami	54

Slika 6.7: Posnetek razsvetljave v sanitarijah	54
Slika 6.8: Posnetek svetilke varnostne razsvetljave	55
Slika 6.6: Posnetek prezračevalnih kanalov v jedilnici.....	56
Slika 6.7: Posnetek razdelilne kuhinje	56
Slika 6.9: Grafični prikaz porazdelitve porabe električne (levo) in toplotne energije (desno).....	57
Slika 8.1: Izračunane mesečne toplotne izgube in dobitki za obravnavano stavbo	61
Slika 8.2: Toplotne izgube stavbe	62
Slika 8.3: Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje neprozorne površine.....	62
Slika 8.3: Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje prozorne površine.....	63
Slika 9.1: Shema upravljanja po SIST EN ISO 50001	78

PRILOGE

- Priloga 1: Osnovni podatki o stavbi
- Priloga 2.1: Organizacijski ukrepi
- Priloga 2.2: Investicijski ukrepi
- Priloga 3: Elaborat gradbene fizike – obstoječe stanje
- Priloga 4: Elaborat gradbene fizike – po prenovi
- Priloga 5: Izkaz energijskih lastnosti stavbe – po prenovi
- Priloga 6: Poročilo o meritvah mikroklima
- Priloga 7: Poročilo o meritvah porabe in kvalitete električne energije stavbe
- Priloga 8: Termovizijsko poročilo

SLOVAR OKRAJŠAV

- AB – armiranobetonski
- CNS – centralni nadzorni sistem
- CO₂ – ogljikov dioksid
- CFL – kompaktna fluorescentna svetilka
- DO – daljinska toplota
- EE – električna energija
- ELKO – ekstra lahko kurilno olje
- EVD – enostavna vračilna doba
- H_T – količnik specifičnih transmisijskih toplotnih izgub [W/m²K]
- KGH – klimatizacija, gretje, hlajenje
- MIZŠ – Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport
- MT – mala oz. nizka tarifa
- MZI – Ministrstvo za infrastrukturo
- NN – nizkonapetostni (npr. razvod, sistem)
- OVE – obnovljivi viri energije
- PURES – Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. list RS, št. 93/2008; spremembe: št. 47/2009, 52/2010)
- PZI – projekt za izvedbo
- Q_{NH} – letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe [kWh/leto]
- REP – razširjeni energetski pregled
- SPTe – sočasna proizvodnja toplotne in električne energije
- TČ – toplotna črpalka
- TSV – topla sanitarna voda
- Ur. list RS – Uradni list Republike Slovenije
- URE – učinkovita raba energije
- VDC – varstveno-delovni center
- 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-a), ne da bi se morali ukvarjati z energetiko in posameznimi izračuni, ki so zajeti v pregledu. Izdelava razširjenega energetskega pregleda stavbe je bila naročena s strani Srednje šole za gostinstvo in turizem Maribor (naročilo NT-119/2017, april 2017). REP je izveden v skladu s Energetski pregled bo izveden v skladu z Metodologijo izvedbe energetskega pregleda - MOP RS (april, 2008). Kot izhodišče za določitev ukrepov in njihovih učinkov je bilo z meritvami notranjega okolja (temperatura, relativna vlaga prostorov, osvetljenost in vsebnost CO₂) in z analizo pridobljenih podatkov najprej ugotovljeno stanje stavbe.

0.1 Pomen oskrbe z energijo

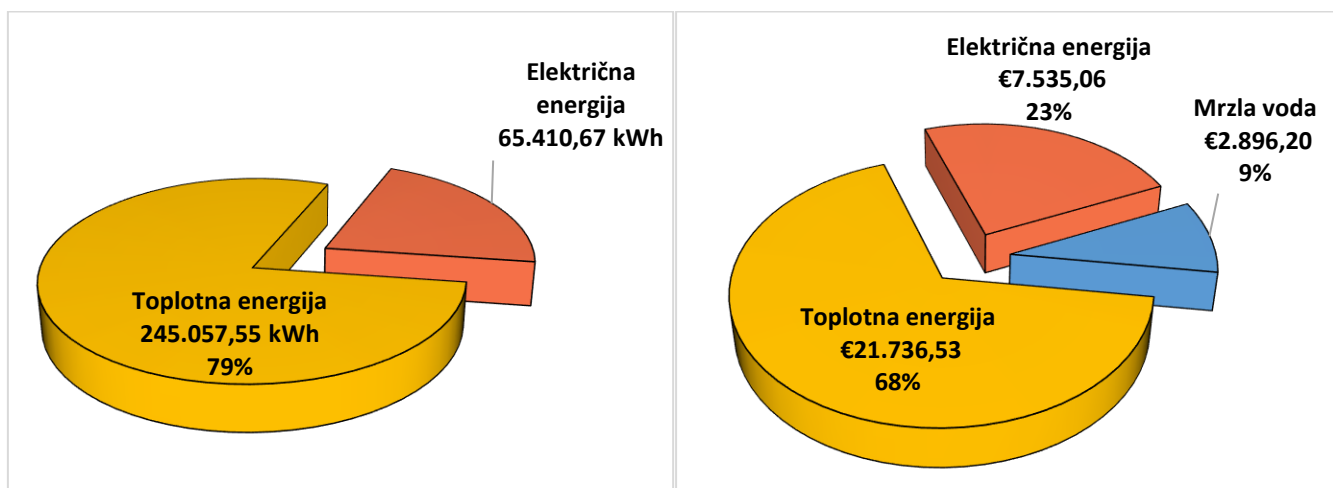
V vsaki stavbi morajo biti zagotovljeni primerni kakovostni bivalni oziroma delovni pogoji za uporabnike. Doseganje določenega ugodja in drugih zahtev (npr. opremljenost stavbe z določenimi napravami, toplo sanitarno vodo, povezave za prenos podatkov) je povezano z rabo energije. Kolikšna je raba energije 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 zanjo. Hkrati je s pomočjo kazalcev rabe energije prikazano, kje je raba večja kot v primerljivih stavbah. Podani so možni ukrepi in ocena vlaganj za njihovo izvedbo.

0.2 Struktura porabe in stroškov za energijo in vodo

V Srednji šoli za gostinstvo in turizem Maribor se izvaja dejavnost na področju srednješolskega izobraževanja, zato je neprekinjena oskrba z energijo in vodo 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 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 2014, 2015 in 2016**. 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) energentov ter vodo



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

Povprečje 2014 - 2016	Poraba energentov [kWh/leto]	Stroški energenta [€/leto]	Emisije CO ₂ [t/leto]	Primarna energija (kWh/m ² leto)	Energijsko število [kWh/m ² leto]
Toplotna energija	245.057,55	21.736,53	78,42	72,25	65,68
Električna energija	65.410,67	7.535,06	32,05	43,83	17,53
Skupaj:	310.468,21	29.271,58	110,47	116,08	83,21
	Poraba [m³/leto]		Stroški [€/leto]		
Mrzla voda	1.151,61		2.896,20		
Skupaj povprečni letni stroški za obdobje 2014 - 2016 [€/leto]:					32.167,78

Na podlagi kopij računov dobaviteljev energentov smo ugotovili, da stavba za delovanje porabi 78 % toplotne energije za ogrevanje prostorov in ter 22 % električne energije za razsvetljavo, prezračevanje, hlajenje, pripravo tople sanitarne vode (TSV), in ostalo rabo električnih naprav. Večina sredstev za obratovanje (68 %) se porabi za toplotno energijo oz. daljinsko toploto (DO). Preostali del stroškov se porazdeli v naslednjih deležih: 23 % predstavlja električna energija in 9 % oskrba s hladno vodo iz vodovodnega omrežja.

0.3 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.

A. Organizacijski ukrepi

Organizacijski ukrepi naj bodo naslednji:

1. uvajanje energetskega upravljanja objektov in energetskega knjigovodstva,
2. ciljno spremljanje rabe energije in stroškov, vpeljava spletnega energetskega knjigovodstva,
3. osveščanje uporabnikov,
4. izobraževanje,
5. informiranje,
6. uvajanje pravilnega naravnega prezračevanja,
7. uvajanje pravilnega osvetljevanja ob upoštevanju dnevne svetlobe.

B. Ukrepi ob rednem vzdrževanju in manjše investicije

1. Ukrepi na ovoju zgradbe:
 - vzdrževanje stavbnega pohištva,
 - vgradnja tesnjenja oken in vrat,
 - vgradnja zasteklitve z nizkoemisijemskim nanosom in s plinskim polnjenjem ob popravilih oken, vrat ali zasteklitve,
 - popravilo in zamenjava senčil.
2. Ukrepi na ogrevalnem sistemu:
 - nastavev centralne in lokalne regulacije ogrevalnega sistema,
 - odzračevanje ogrevalnega sistema,
 - hidravlično uravnoveženje sistema,
 - uporaba obnovljivih virov energije.

3. Ukrepi na področju rabe električne energije:
 - vgradnja energetsko učinkovitih svetil ob zamenjavi dotrajanih svetil,
 - pri zamenjavi dotrajanih električnih naprav se priporoča nakup energetsko učinkovitih naprav,
 - vzpostavitev optimalnega sistema osvetljevanja in vgradnja senzorjev.
4. Ukrepi na področju hlajenja in prezračevanja:
 - vgradnja učinkovite programske avtomatike,
 - čiščenje in nastavitve filtrov ter vpihovalnih in dovodnih elementov,
 - popravilo nedelujočih ventilatorjev in grelnikov.
5. Ukrepi na področju priprave tople sanitarne tople vode (TSV):
 - vgradnja časovnega vklopa/izklopa cirkulacije črpalke,
 - zamenjava dotrajane ogrevalnika tople vode oz. uporaba OVE ob popravilu oz. morebitni okvari le-tega.

C. Investicijski ukrepi

1. Ukrepi na ovoju zgradbe:
 - zamenjava dotrajane ali slabega stavbnega pohištva z energetsko varčnim in kvalitetnim materialom,
 - toplotna sanacija stropa proti podstrešju/strehi,
 - toplotna izolacija zunanje fasade zgradbe.
2. Ukrepi na ogrevalnem sistemu:
 - zamenjava obtočnih črpalk s črpalkami s frekvenčno regulacijo,
 - hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema,
 - vpeljava centralnega nadzornega sistema in regulacije.
3. Ukrepi na področju rabe električne energije:
 - rekonstrukcija razsvetljave, vgradnja varčnih sijalk,
 - sistem nadzora nad konično porabo električne energije, kompenzacija jalove energije,
 - vgradnja naprav za nastavitev optimalnega sistema osvetljevanja in programiran vklop razsvetljave.
4. Izvedba nadzornega sistema vodenja energetike
 - vgradnja krmilnega sistema za zajemanje podatkov in energetski monitoring.

Osnovni nabor prednostnih predlaganih investicijsko-tehničnih ukrepov je bil korigiran na podlagi korespondenc z naročnikom, tehnične rešitve pa so bile opredeljene s pomočjo zunanjih sodelavcev 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.

Preglednica 0.2: Prednostna lista predlaganih ukrepov

Št.	Opis ukrepa	Možni letni prihranki				Investicija	Vračilni rok	Prioriteta
		Toplota	Elektrika	Emisije CO ₂	Stroški	Skupaj		
		MWh	MWh	kg CO ₂	EUR	EUR brez DDV	let	
TEHNIČNO-INVESTICIJSKI UKREPI								
0.	Organizacijski ukrepi							
	CNS + Monitoring + energetsko upravljanje z organizacijskimi ukrepi	8,96	2,32	4.008	946	15.000,00	16	I.
1.	Ukrepi na ovoju objekta							
	Namestitev toplotne izolacije na nezaščiten fasado	24,73		7.915	1.944	82.350,00	42	I.
	Namestitev toplotne izolacije na tla neogrevanega podstrešja/mansarde	27,26		8.724	2.142	36.150,00	17	II.
	Zamenjava lesenega stavbnega pohištva (okna in vrata)	25,84		8.270	2.031	289.500,00	143	II.
	Zamenjava PVC in ALU stavbnega pohištva (okna in vrata)	2,56		821	202	70.500,00	350	III.
	Tla na terenu	6,51		2.083	512	96.400,00	188	
	Skupaj	86,91	0,00	27.813	6.831	574.900,00	84	
2.	Ukrepi na strojnih sistemih							
	Vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje	7,12		2.277	559	7.920,00	14	I.
	Vgradnja centralnih ali lokalnih prezračevalnih naprav z rekuperacijo za prezračevanje 8 učilnic*	13,18	-6,40	1.083	371	64.000,00	173	III.
	Vgradnja kuhinjskih prezračevalnih naprav z rekuperacijo za prezračevanje kuhinj in jedilnic*	25,80	-9,60	3.552	1.029	150.000,00	146	III.
	Skupaj	46,10	-16,00	6.912	1.959	221.920,00	113	
3.	Ukrepi na elektro sistemih							
	Rekonstrukcija razsvetljave		13,30	6.518	1.383	75.000,00	54	I.
SKUPAJ TEH. - INV. UKREPI		141,98	-0,37	45.250	11.119	886.820,00	80	

OPOMBA:

Vse cene so brez DDV.

Cena električne energije za leto 2016: 0,10399 €/kWh

Cena toplotne energije za leto 2016: 0,07859 €/kWh

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

Priporočamo takojšno uvedbo organizacijskih ukrepov, ki bodo vplivali na porabo električne energije, toplote za pripravo tople sanitarne vode, toplote za ogrevanje in vode.

V zgornji preglednici je podan povzetek predlaganih ukrepov. Ob vsakem ukrepu so navedeni ocena stroškov za izvedbo ukrepa, pričakovani prihranki, vračilni rok investicije in prioriteta, ki naj jo ima posamezni ukrep. Najvišjo prioriteto imajo ukrepi, ki nič ne stanejo in prinašajo prihranke oz. ukrepi, ki so že v fazi izvajanja. Sledijo ukrepi, ki z manjšimi posegi in sredstvi prinašajo zadovoljive rezultate, zadnji pa so ukrepi, pri katerih so potrebna znatna investicijska sredstva, prihranki pa se ne dajo učinkovito ovrednotiti samo s prihranjeno energijo. Gre za ukrepe, kjer nastopajo tudi drugi pozitivni rezultati: izboljšano ugodje v prostoru, zmanjšan vpliv na okolje, večja delovna storilnost.

0.4 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 zunanjega izvajalca, ki je zadolžen za doseganje kazalnikov energetske učinkovitosti stavbe. Ključnega pomena pri izvajanju energetskega vodenja je sodelovanje odgovornih oseb v ustanovi z energetskim upravljavcem.

0.4.1 Organizacijski ukrepi

Z organizacijskimi ukrepi je možno z razmeroma niskimi 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 °C (± 2 °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 energetskega 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. 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 energetsko 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.

0.4.2 Investicijski ukrepi

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

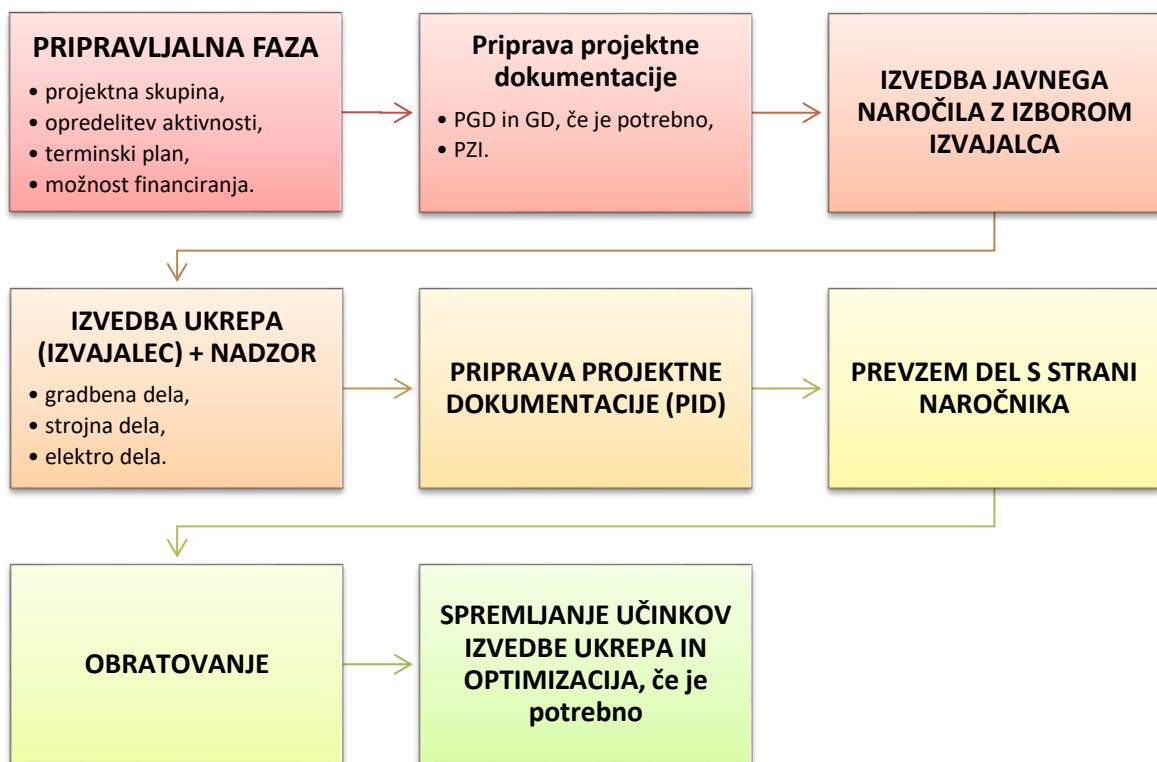
- ukrepe, ki se nanašajo na enostavnejša dela, ki jih lahko v sklopu rednih ali izrednih vzdrževalnih del opravi vzdrževalec sam (npr. zamenjava termostatskega ventila, zamenjava kotlička za splakovanje),

- 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 projektne dokumentacije, pridobitev gradbenega dovoljenja, izvedba javnega naročila za gradbena dela, izbira strokovnega nadzora – gradbeni nadzor, strojni nadzor, elektro nadzor, oblikovanje projektne skupine, ki bo skrbela za izvedbo ukrepa), podrobni terminski plan ter 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 preučijo 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 0.2: Postopek izvedbe posameznih ukrepov

0.5 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.

Pri vsakem projektu je potrebno pred izvajanjem pregledati možnosti za pridobitev nepovratnih sredstev preko 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 energetsko sanacijo 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 stavbe 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 z Metodologijo izvedbe energetskega pregleda - MOP RS (april, 2008) in po navodilih iz Priročnika za izvajalce energetskega pregleda. Predlagani ukrepi za izvedbo izpolnjujejo zahteve Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur.l. RS 93/2008, 52/2010) in so pripravljene tako, da bo naročniku v največji možni meri omogočeno črpanje nepovratnih kohezijskih sredstev, skladno z razvojno prioriteto Trajnostna raba energije (glavni področji: energetska sanacija in trajnostna gradnja stavb in učinkovita raba električne energije v javnem in storitvenem sektorju), zapisano v Operativnem programu razvoja okoljske in prometne infrastrukture 2007–2013.

Podatki za izdelavo končnega poročila so bili zbrani s pomočjo zaposlenih na Srednji šoli za gostinstvo in turizem Maribor. Stavbo in naprave smo si na kraju samem tudi ogledali. Podatki o stroških za energijo so bili zbrani na osnovi pridobljenih podatkov za energetske vire za obdobje 2014–2016 s strani zaposlenih na Srednji šoli za gostinstvo in turizem Maribor. 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:

- kopije računov za električno energijo (Energija plus, d. o. o. in Elektro Gorenjska Prodaja, d. o. o.) in omrežnino (Elektro Maribor, d. d.),
- kopije računov za daljinsko ogrevanje (Petrol, d. d.),
- kopije računov za vodo (Mariborski vodovod, javno podjetje, d. d., Nigrad, d. d.),
- Razširjeni energetski pregled, Srednja šola za gostinstvo in turizem Maribor, januar 2010, Šolski center Velenje,
- DIIP: Prenova strehe objekta na lokaciji Cankarjeva ulica 5, Maribor, marec 2014, Proplus, d. o. o.
- Idejni projekt arhitekture, Styria Arhitektura, d.o.o., september 2016
- korespondenca (pisna ali ustna) z zaposlenimi na Srednji šoli za gostinstvo in turizem Maribor.

1 NAMEN IN CILJI ENERGETSKEGA PREGLEDA

Namen izdelave REP-a Srednje šole za gostinstvo in turizem Maribor 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 želimo poiskati energetske 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.

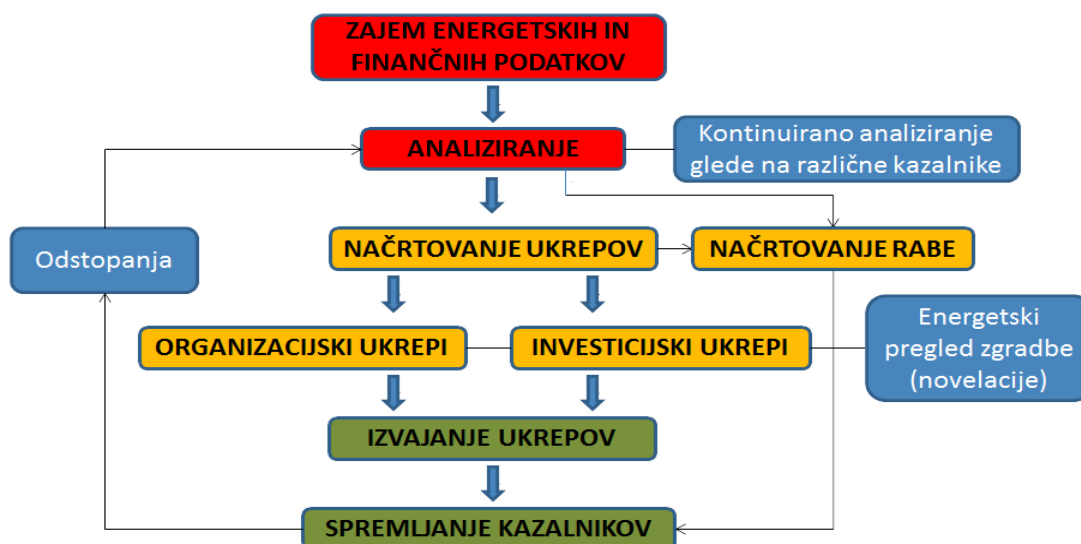
REP navedene stavbe zajema:

- 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 lastnik in investitor (Republika Slovenija) 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

V REP-u obravnavamo celotno stavbo Srednje šole za gostinstvo in turizem Maribor (v nadaljevanju SŠGT Maribor), ki se nahaja na naslovu Cankarjeva ulica 5, Maribor. Stavba je namenjena srednješolskemu izobraževanju. Po enotni klasifikaciji CC-SI spada stavba pod stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo (CC-SI oznaka 12630).

Obravnavana stavba se nahaja v samem centru Maribora. V preteklosti je imela več lastnikov in uporabnikov predvsem javnih zavodov. Stavba je po tipologiji grajena kot šolska zgradba. Njena primarna programska shema in tlorisna tipologija se v času do danes ni bistveno spremenila. Ohranjena je struktura stavbnega skeleta z vsemi stopnišči, hodniki, predavalnicami in kabineti. Ohranjena je prav tako prvobitna podoba fasade z vsemi strukturnimi in reliefnimi značilnostmi. Stavba je bila zgrajena kot Dekliška ljudska in meščanska šola, torej je njena funkcionalna zasnova prilagojena tipologiji splošne šole z hodniki in pravokotno nanizanimi učilnicami in kabineti. V severnem in južnem delu je locirano vertikalno stopnišče ki povezuje klet, pritličje, 1. in 2. nadstropje ter pretežno neizkoriščeno mansardo. Objekt zadnja leta ni bil v celoti uporabljan in ogrevan. Stavba je zasnovana v obliki nesimetrične črke U. Zasnovo objekta obravnavamo kot povezano celoto. Javni zavod je leta 2016 skupaj z ministrstvom (MIZŠ) pristopil k izdelavi idejnega projekta za pripravo rešitve za rekonstrukcijo obravnavane stavbe. Dokumentacije je bila dokončana septembra 2016 in služi tudi kot gradivo za izdelavo razširjenega energetskega pregleda (REP) oz. se bile pri izdelavi REP-a upoštevane nekatere predlagane rešitve.

Stavba je kulturni spomenik, zato je vpisana v register kulturne dediščine in se varuje v skladu z režimom, ki velja za kulturno dediščino. Zaščiten je z Odlokom o ohranitvi mestnega jedra Mestne občine Maribor saj je stavba kulturna dediščina, vodena pod **EŠD 7560** (Register nepremične kulturne dediščine – ustanovljen na podlagi Pravilnika o registru nepremične kulturne dediščine (Ur. l. RS, št. 25/02, 16/08 in 66/09).

Stavba se oskrbuje s toplotno energijo preko mestnega daljinskega sistema z lastno toplotno podpostajo, ki se nahaja v kleti stavbe. Skupna priključna moč znaša 350 kW. Šola se ogreva s pomočjo radiatorjev. Topla sanitarna voda (TSV) pa se pripravlja s pomočjo malolitražnih električnih bojlerjev pri posameznih porabnikih (pipah).

Dejavnosti v stavbi se izvajajo med tednom, od ponedeljka do petka, med 7. uro zjutraj in 15. uro (pouk), po tem času se v stavbi izvajajo vzdrževalna in čistilna dela, do 20. ure zvečer. Med vikendom in prazniki ter večino počitnic dejavnosti v stavbi ne potekajo, zato ogrevalni režim deluje na znižanem obratovalnem režimu.

Skupno povprečno letno energijsko število stavbe (toplotna in električna energija), ocenjeno na podlagi pridobljenih podatkov za zadnja tri zaključena leta, znaša 83,21 kWh/m², kar jo uvršča med manj potratne porabnike energije.

2.1 Splošni podatki o stavbi

Naziv:	Srednja šola za gostinstvo in turizem Maribor
Lokacija:	Cankarjeva ulica 5, Maribor
CC-SI klasifikacija:	1263000
Letnica izgradnje stavbe:	1949 (vir: Prostorski portal RS)
Letnica obnove strehe:	-
Letnica obnove oken:	2000 (vir: Prostorski portal RS)
Letnica obnove fasade:	1982 (vir: Prostorski portal RS)
Letnica obnove toplotne postaje:	2011 (vir: ogled stavbe)
Koordinati:	GKY = 550431, GKX = 157704

Katastrska občina:	658 Koroška vrata			
Parcelna številka:	1184			
ID stavbe:	1145			
Lastnik (in delež v %):	Republika Slovenija (100-odstotni lastnik)			
Predstavnik lastnika:	Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport Masarykova cesta 16, 1000 Ljubljana			
Upravljavalec:	Srednja šola za gostinstvo in turizem Maribor			
Uporabnik:	dijaki, zaposleni			
Neto površina:	4.072,60 m ² (vir: IDZ)			
Kondicionirana (neto tlorisna ogrevana) površina stavbe:	3.730,94 m ² (vir: IDZ)			
Kondicionirana (neto ogrevana) prostornina stavbe:	14.117,03 m ³ (vir: REP 2010)			
Bruto prostornina dela stavbe:	16.395,14 m ³ (vir: REP 2010)			
Etažnost stavbe:	5 etaž: klet, pritličje, 2 x nadstropje, 2 x mansarda)			
Energenti:	Daljinska toplota (DO) in električna energija			
Povprečna letna poraba toplotne energije za zadnja tri leta:	245.057,55 kWh/leto (ogrevanje)			
Povprečna letna poraba električne energije za zadnja tri leta:	65.410,67 kWh/leto			
Intenzivnost uporabe stavbe:	Obratovalni čas stavbe je med tednom, od ponedeljka do petka od 7.00 do 15.00 za pouk, po tem je v stavbi le še čistilka do 20.00. Ob sobotah in nedeljah ter med prazniki (in večino počitnic) je šola praviloma zaprta, obratovalni režimi takrat delujejo v znižanem režimu.			
Število zaposlenih/uporabnikov:		2014	2015	2016
	Št. zaposlenih SŠGT v tej stavbi	32	30	31
	Št. dijakov SŠGT v tej stavbi	380	377	360
	Skupaj	412	407	391

2.2 Splošni podatki o lastniku stavbe

Naziv:	Republika Slovenija
Skrajšan naziv:	Republika Slovenija
Naslov:	Gregorčičeva ulica 20, 1000 Ljubljana
Pravnoorganizacijska oblika:	Republika Slovenija
Glavna dejavnost:	84.110 (Splošna dej. javne uprave)
Davčna številka:	17659957
Matična številka:	5854814000
Resorno ministrstvo:	Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport
Skrajšan naziv:	MIZŠ
Naslov:	Masarykova cesta 16, 1000 Ljubljana

Pravnoorganizacijska oblika:	Ministrstvo
Glavna dejavnost:	84.120 (Urejanja zdravstva, izobraževanja, kulturnih in drugih socialnih storitev razne obvezne socialne varnosti)
Davčna številka:	SI 14246821
Matična številka:	2399300000
Elektronska pošta:	gp.mizks@gov.si
Zastopnik:	Makovec Brenčič Maja, ministrica

2.3 Splošni podatki o upravljalcu stavbe

Naziv:	Srednja šola za gostinstvo in turizem Maribor
Skrajšan naziv:	SŠGT Maribor
Naslov:	Mladinska ulica 14a, 2000 Maribor
Pravnoorganizacijska oblika:	Vzgojno izobraževalni zavod
Glavna dejavnost:	Srednješolsko poklicno in strokovno izobraževanje
Davčna številka:	SI79487491
Matična številka:	5086752000
Spletni naslov:	http://www.ssgt-mb.si/
Elektronska pošta:	ss.gtmb@guest.arnes.si
Zastopnik:	Erjavec Dušan, ravnatelj

2.4 Opis dejavnosti v stavbi

Srednja šola za gostinstvo in turizem Maribor je javni zavod, ki ga je ustanovila Vlada Republike Slovenije s Sklepom o ustanovitvi, dne 2. 9. 2008.

Zavod izvaja dejavnost srednjega izobraževanja po naslednjih programih:

- Poklicno tehniško izobraževanje (PTI) po prenovljenem programu Gastronomija za poklic Gastronomski/a tehnik/tehničar,
- Srednje strokovno izobraževanje (SSI) po prenovljenem programu Gastronomija in turizem za poklic Gastronomsko- turistični/a tehnik/tehničar,
- Srednje poklicno izobraževanje (SPI) po prenovljenem programu Gastronomija in hotelirstvo za poklic Gastronom hotelir,
- NPK izobraževanje Sommelier I,
- NPK izobraževanje Dietni kuhar.

Šola zagotavlja vse obvezne in dodatne dejavnosti, vezane na programe. Poleg tega zagotavlja v rednem izobraževanju tudi vrsto dodatnih aktivnosti, zagotavlja dijaško prehrano na obeh lokacijah ter za sosednji šoli (KGB in STrgŠ), interesne dejavnosti, pripravo na tekmovanja, zagotavlja pogoje dela za izvedbo zaključnega izpita in poklicne mature ter zagotavlja pogoje za izvajanje programa za dijake s posebnimi potrebami. Izvaja tudi izobraževanje odraslih za omenjene programe, izobraževanja in usposabljanja za potrebe gospodarstva ter izobraževanje za naziv Sommelier.

Vzgojno izobraževalna dejavnost poteka od 1. do 3. letnika SPI, od 1. do 4. letnika SSI ter od 1. do 2. letnika PTI po predpisanih programih. Javno veljavni vzgojno izobraževalni programi so sprejeti na način in po postopku, kot ga določa zakon.

Zavod vodi ravnatelj, ki je pedagoški in poslovodni organ zavoda. Pri delu sodeluje pomočnica ravnatelja, ki opravlja naloge, ki ji jih določi ravnatelj in, ki so opisane v aktu o sistemizaciji ter v primeru odsotnosti nadomešča ravnatelja. Šola izvaja dejavnost na lokaciji Mladinska ulica 14a, Maribor, od novembra 2008 pa tudi na lokaciji Cankarjeva ulica 5, Maribor. Od tega datuma naprej si je šola uredila enozimski pouk na dveh lokacijah.

V šolskem letu 2016/2017 šolo obiskuje 759 dijakov v 25 oddelkih. Zaposlenih je 51 strokovnih delavcev in 14 tehnično administrativnih delavcev, skupaj torej 65 zaposlenih.

Za SŠGT MB je bila delitev med lokacijama (Cankarjeva ulica 5 in Mladinska 14a) približno 50% : 50% do septembra 2016, od takrat naprej je bolj 60 % Cankarjeva in 40 % Mladinska. Tako smo iz pridobljenih podatkov o vpisu na SŠGT izračunali, da je v šolskem letu 2014/2015 imelo pouk v tej stavbi (na Cankarjevi 5) 360 dijakov, leta 2015/2016 377 dijakov in leta 2016/2017 380 dijakov. Prav tako smo število zaposlenih na Cankarjevi ulici 5 ocenili z 50 % vseh zaposlenih na SŠGT. Tako je znašalo število zaposlenih v tej stavbi na Cankarjevi 5 v šolskem letu 2014/2015 32, leta 2015/2016 30 in leta 2016/2017 31 zaposlenih.

V letu 2014 in 2015 je imela v tej stavbi poleg SŠGT pouk tudi Waldorfska šola Maribor, ki je zasedala dobri dve tretjini vseh prostorov v stavbi, SŠGT Maribor pa malo manj kot eno tretjino.

2.5 Razporeditev stavb in osnovni gradbeni in tehnični podatki

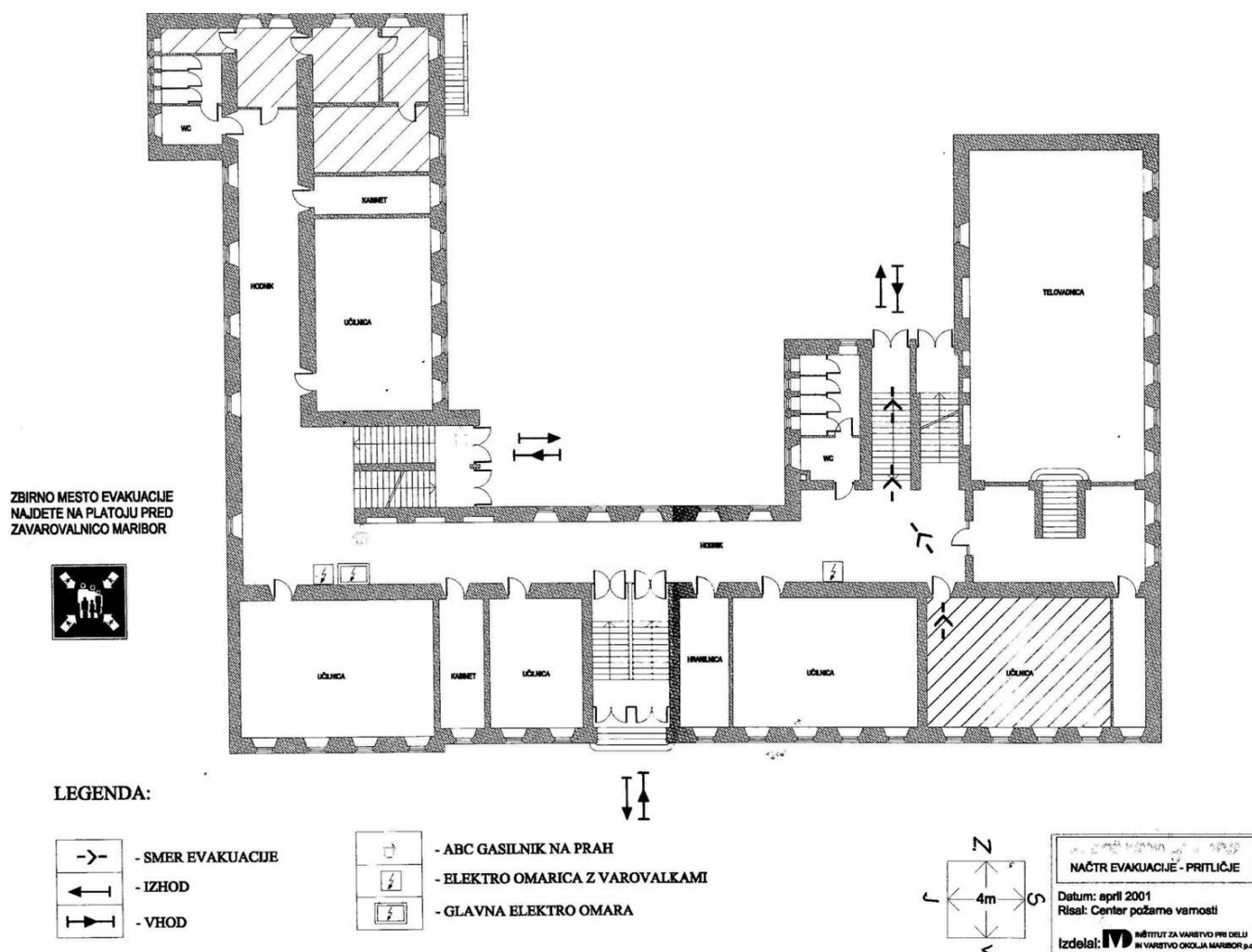
2.5.1 Lokacija stavbe

Stavba Srednje šole za gostinstvo in turizem Maribor se nahaja v Mariboru na Cankarjevi ulici 5, vzhodno od samega centra Maribora, na levem bregu reke Drave.



Slika 2.1: Lokacija stavbe

Vir: Atlas okolja, Agencija Republike Slovenije za okolje: Cankarjeva ulica 5. Maribor. Dostopno na: http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso.16.5.2017.



Slika 2.3: Posnetek tlorisa evakuacijskega načrta za pritličje

Vir: lastni vir.

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: ob 7., 14. in 21. uri po sončnem času.

V preglednici v nadaljevanju so podani osnovni klimatski podatki za obravnavano lokacijo (Maribor) in vremensko postajo letališča Edvarda Rusjana Maribor, ki je najbližja obravnavani stavbi in za katero so bili na voljo vsi predstavljeni klimatski podatki.

Preglednica 2.1: Osnovni klimatski podatki za obravnavano lokacijo

Tip podatka	Podatek	Enota	Vir podatka	
Število ogrevalnih dni	235	dni	Agencija RS za okolje – podatki PURES-a (dostopno dne 10. 5. 2017 na povezavi: http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/pravilnik-ucinkoviti-rabi-energije/).	
Projektni temperaturni presežek – hlajenje	38,4	dni		
Projektni temperaturni primanjkljaj – ogrevanje	3300	Kdni		
Projektna temperatura	-13	°C		
Povprečna letna temperatura zunanjega zraka	9,8	°C		
Povprečna letna relativna vlažnost zunanjega zraka	77	%		
Energija sevanja	1.142	kWh/m ²		
Dejanski temperaturni primanjkljaj – Maribor	2014	2450,4	Kdni	Podatki za vremensko postajo (dostopno dne 10. 5. 2017 na povezavi: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by_variable/cooling-heating-degree-days_311-podnebna.txt).
	2015	2929,2	Kdni	
	2016	2958,7	Kdni	
	povprečje	2779,43	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 1961 in 1990) znaša med 1100 in 1200 mm. Povprečna letna hitrost vetra 10 m nad tlemi znaša med 1 in 2 m/s. Trajanje sončnega obsevanja je v povprečju dolgo:

- spomladi: 480-520 ur, poleti: 740-780 ur,
- jeseni: 400–420 ur, pozimi: 240-280 ur.

Preglednica 2.2: Mesečni temperaturni primanjkljaj za izbrano referenčno obdobje

Maribor	Temperaturni primanjkljaj (T _{prim12})		
	2014	2015	2016
Januar	516,30	541,50	614,50
Februar	438,00	510,40	410,00
Marec	315,70	414,10	401,60
April	115,20	187,30	159,70
Maj	64,70	27,20	47,30
Junij	0,00	0,00	0,00
Julij	0,00	0,00	0,00
Avgust	0,00	0,00	0,00
September	19,10	9,10	16,80
Oktober	146,70	264,60	283,10
November	299,60	409,30	386,30
December	535,10	565,70	639,40
Skupaj	2.450,40	2.929,20	2.958,70

2.7 Skupna poraba energije in stroški

2.7.1 Poraba energentov v letu 2016

V letu 2016 je stavba Srednje šole za gostinstvo in turizem Maribor porabila skupaj 303.358,84 kWh energije. Poraba toplotne energije za ogrevanje prostorov je znašala 237.948,17 kWh. Poraba električne energije, ki se večinoma porablja za razsvetljavo, prezračevanje, obratovanje kuhinje, klimatizacijo prostorov, pripravo tople sanitarne vode (TSV) delovanje naprav v pralnici in sušilnici ter delovanje naprav v kotlovnici znaša 65.410,67 kWh. Stavba je v letu 2016 za delovanje porabila 1.151,61 m³ hladne vode.

Preglednica 2.3: Poraba energentov, stroški in emisije CO₂ v letu 2016

Vrsta energije oz. stroška	Energent	Letna poraba za leto 2016	Delež energije	Strošek	Delež Stroška	Specifični strošek
Električna energija	EE	48.536,00 kWh	16,40 %	5.047,09 €	18,47 %	103,99 €/MWh
Toplotna energija – ogrevanje	DO	247.428,00 kWh	83,60 %	19.446,56 €	71,16 %	78,59 €/MWh
Hladna voda – vodovod		1.144,50 m ³		2.832,59 €	10,37 %	2,475 €/m ³
Skupaj		295.964,00 kWh	100,00 %	27.326,24 €	100,00 %	
Primarna energija		368.768,00 kWh				
Emisije CO ₂		81.650,04 kg CO ₂				

2.7.2 Povprečna poraba energentov v referenčnem obdobju 2014–2016

Stavba SŠGT Maribor se trenutno oskrbuje z dvema vrstama energije:

- s toplotno energijo za ogrevanje (priključena na daljinski sistem ogrevanja) se oskrbuje preko toplotne postaje, ki se nahajajo v kleti stavbe. Dobavitelj energenta je Petrol, d. d.
- z električno energijo, ki jo trenutno dobavlja podjetje Energija plus, d. o. o., distribuira podjetje Elektro Maribor, d. d.

Oskrba s hladno vodo je zagotovljena preko javnega vodovodnega omrežja. Za analizo porabe energije in vode uporabimo podatke, ki smo jih pridobili od zaposlenih na Srednji šoli za gostinstvo in turizem Maribor. V spodnji preglednici je za referenčno obdobje 2014–2016 prikazana poraba električne energije, toplotne energije in vode. Za omenjeno referenčno obdobje so preračunane povprečne letne vrednosti porabe, prikazana je poraba in stroški energije ter vode.

Pri primerjavi porabe toplotne energije za ogrevanje (daljinsko ogrevanje), je poraba najmanjša leta 2014. Leta 2015 se je poraba povečala za 5,19 % glede na leto 2014. Leta 2016 se je poraba zmanjšala za 1,05 % glede na leto 2015 in povečala za 4,09 % glede na leto 2014.

Pri primerjavi porabe električne energije med leti 2014, 2015 in 2016 ugotavljamo, da se je delež porabe električne energije v letu 2015 v primerjavi z letom 2014 povečal za 33,16 %. V letu 2016 se je poraba električne energije v primerjavi z letom 2015 zmanjšala za 42,46 % in povečala za 23,38 % v primerjavi z letom 2014.

Poraba vode je najvišja leta 2015, ko se je v primerjavi z letom 2014 povečala za 25,33 %, leta 2016 pa zmanjšala 10,93 % glede na leto 2015 in povečala za 11,62 % glede na leto 2016.

Preglednica 2.4: Pregled porabe in stroškov energije ter vode za izbrano referenčno obdobje

Vrsta energije oz. stroška	Enota	Letna poraba	Letna poraba	Letna poraba	Povprečje
		2014	2015	2016	2014 - 2016
Temperaturni primanjkljaj (Tprim12)	Kdni	2.450,40	2.929,20	2.958,70	2.779,43
ELEKTRIČNA ENERGIJA					
Stroški električne energije	€	8.571,94	8.986,14	5.047,09	7.535,06
Dobava električne energije (VT)	kWh	44.955,00	44.614,00	27.015,00	38.861,33
Dobava električne energije (MT)	kWh	12.715,00	12.265,00	9.930,00	11.636,67
Dobava električne energije (ET)	kWh	5.674,00	27.473,00	11.591,00	14.912,67
Dobava električne energije (Skupaj)	kWh	63.344,00	84.352,00	48.536,00	65.410,67
Specifični stroški električne energije	€/kWh	0,1353	0,1065	0,10399	0,1153
TOPLOTNA ENERGIJA - OGREVANJE - Daljinska toplota					
Stroški toplotne energije	€	22.109,75	23.653,27	19.446,56	21.736,53
Dobava toplotne energije	kWh	237.701,47	250.043,18	247.428,00	245.057,55
Specifični stroški toplotne energije	€/kWh	0,0930	0,0946	0,07859	0,0887
Primarna energija					
Primarna električna energija	kWh	158.360,00	210.880,00	121.340,00	163.526,67
Primarna toplotna energija	kWh	237.701,47	250.043,18	247.428,00	245.057,55
Skupaj	kWh	396.061,47	460.923,18	368.768,00	408.584,21
HLADNA VODA					
Stroški hladne vode	€	2.702,73	3.153,27	2.832,59	2.896,20
Dobava hladne vode	m ³	1.025,33	1.285,00	1.144,50	1.151,61
Specifični stroški hladne vode	€/m ³	2,6360	2,4539	2,4750	2,5216

Preglednica 2.5: Pregled emisij CO₂ in energije po različnih kazalnikih

	Enota	2014	2015	2016	2014 - 2016
Emisije CO ₂ - Električna energija	kg CO ₂	31.038,56	41.332,48	23.782,64	32.051,23
Emisije CO ₂ - Toplotna energija	kg CO ₂	76.064,47	80.013,82	79.176,96	78.418,42
Energijsko število za električno energijo	kWh/m ²	16,98	22,61	13,01	17,53
Energijsko število za toplotno energijo	kWh/m ²	63,71	67,02	66,32	65,68
Raba električne energije na uporabnika	kWh/uporabnika	/*	/*	124,13	169,24
Raba toplotne energije na uporabnika	kWh/uporabnika	/*	/*	632,81	630,36

Opomba: *Ni bilo na voljo podatka o številu dijakov in zaposlenih Waldorfske šole v letu 2014 in 2015.

2.8 Stanje toplotnega ugodja v stavbi

Toplotno udobje v stavbi je zelo pomembno za dobro počutje zaposlenih in dijakov. 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. 42/2002, 105/2002 in 110/2002 – ZGO-1) in Pravilnika o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (Ur. list RS, št. 89/1999, 39/2005 in 43/2011 – 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 in 26 °C, priporočljivo od 23 do 25 °C,
 - o v času ogrevanja med 19 in 24 °C, priporočljivo od 20 do 22 °C,
- Relativna zračna vlažnost:
 - o pri temperaturi zraka med 20 in 26 °C je območje dopustne relativne vlažnosti med 30 in 70 %,
- Navpična temperaturna razlika zraka med glavo in gležnji za sedečo osebo (med 0,1 m in 1,1 m nad podom) je 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.
- Delodajalec mora zagotoviti, da so delovni prostori opremljeni z umetno razsvetljavo. Osvetljenost delovnih mest, ki jo zagotavlja umetna razsvetljava, mora ustrezati vidnim zahtevam delavcev pri delu na takšnih delovnih mestih.

2.8.1 Povzetek trenutnih meritev parametrov notranje okolja v izbranih prostorih

Za potrebe toplotnega ugodja so bile izvedene meritve temperature, vlage in osvetljenosti. Merili smo temperaturo notranjega okolja ogrevanih prostorov v času ogleda stavbe, s čimer smo preverjali, ali ogrevalni sistem v obravnavnem prostoru 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 so se izvajale 18. 11. 2009, med 16. in 19.30 uro. Iz preglednice na naslednji strani 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. Mogoče v nekaterih primerih že neudobno, saj so bile nekatere temperature že na zgornji meji priporočljivega. Tudi pri dnevni merjenih v celotnem tednu temperatura v času meritev v nobenem prostoru ni padla pod mejo 20 °C. Najvišja temperatura je bila izmerjena v učilnici angleščine (23,9 °C). Najnižja temperatura pa je bila izmerjena v računalniški učilnici (22,4 °C).

Preglednica 2.6: Povzetek izmerjenih izbranih parametrov notranjega okolja

		Zunanja temp.	Zunanja relativna zračna vlaga	Temperatura zraka v prostorih	Povprečna relativna vlažnost	Povprečna osvetljenost prostorov*
Zahtevane referenčne vrednosti	V času ogrevanja	/	/	19–24 °C	40–60 %	učilnica 300 lx delavnica in rač. učil. 500 lx hodnik 100 lx pisarna 300 lx skup. prostor 300 lx
	V času brez ogrevanja	/	/	22–26 °C		
Izmerjene vrednosti	Učilnica angleščine	14,5 °C	44,3 %	23,9 °C	44,4 %	385 lx
	Hodnik 1. nadstropje			22,9 °C	44,7 %	128 lx
	Računalniška učilnica			22,4 °C	46,3 %	268 lx
	Stopnišče					36 lx
	Sanitarije					38 lx
	Povprečje					23,07 °C

*Zahteve povzete po standardu SIST EN 12464:2011.

V objektu je stanje toplotnega ugodja problematično, predvsem zaradi visokih in ne enakomernih temperatur na različnih delih stavbe. Šola nima ločenih ogrevalnih vej glede na orientacijo - osončene in senčne strani, zato ni mogoče dosegati optimalnega toplotnega ugodja v njih. Temperatura v posameznih prostorih se regulira z radiatorskimi ventili brez termostatskih glav.

Kljub pomanjkljivostim, lahko glede na navedeno in videno bivalno ugodje ocenimo kot zadovoljivo, vendar je glede na toplotno izolativnostne karakteristike fasadnega ovoja stavbe in nekaterih dotrajanih oken daleč od optimalnega, prav tako je problematična fasada, ki je brez toplotne izolacije in ne zadostuje današnjim smernicam in standardom o toplotni prehodnosti (PURES).

3 SHEMA UPRAVLJANJA S STAVBO

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

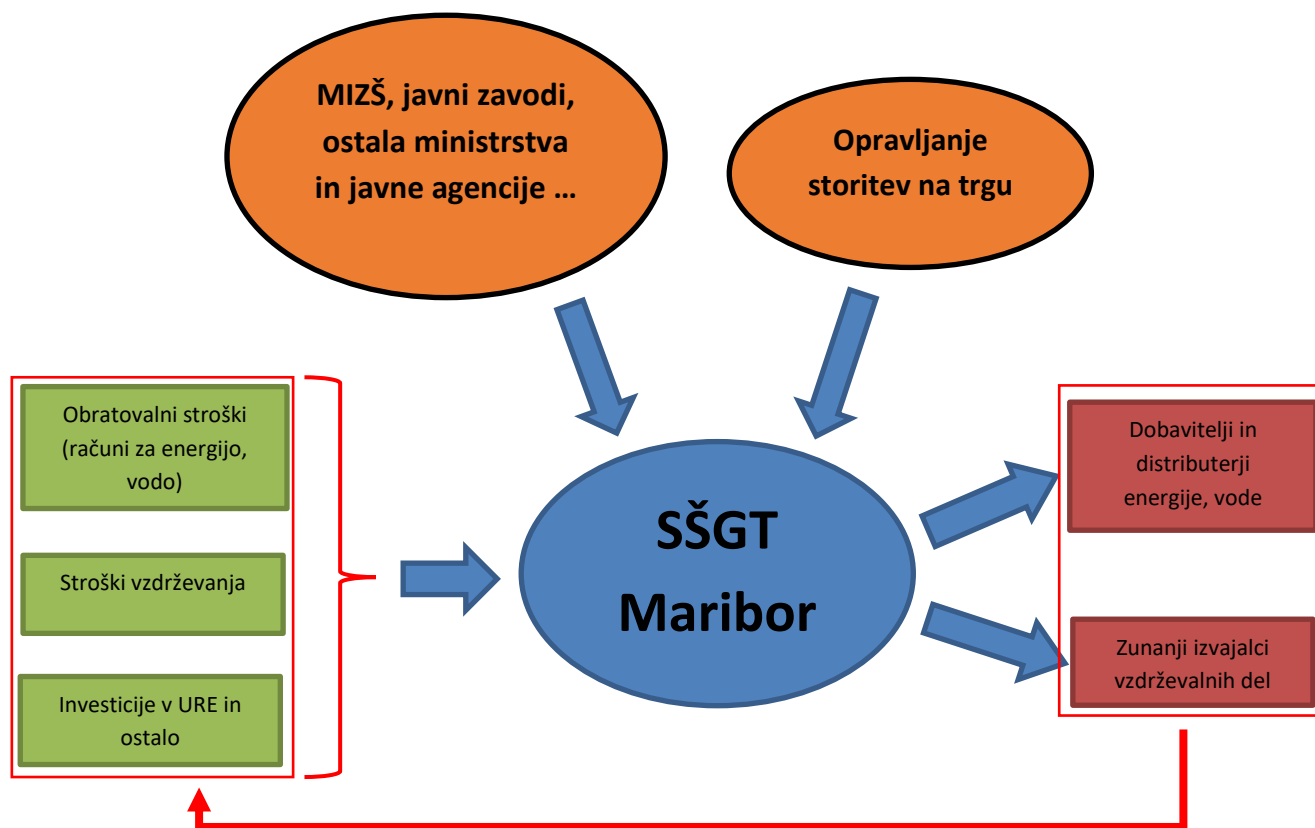
Razmerja med naročnikom energetskega pregleda, lastnikom stavbe, uporabnikom in upravnikom stavbe so naslednja:

Ustanoviteljica javnega zavoda je Srednje šole za gostinstvo in turizem Maribor in lastnik stavbe, ki jo javni zavod uporablja in upravlja je Republika Slovenija oz. posredniški organ Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport, s sedežem na Masarykova cesta 16, v Ljubljani.

Upravljanje stavbe je v rokah vodstva in tehničnega osebja javnega zavoda. Uporabniki prostorov so zaposleni, dijaki, zunanji obiskovalci, gosti ... *Naročnik* energetskega pregleda je Javni zavod Srednje šole za gostinstvo in turizem Maribor.

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. Srednja šola za gostinstvo in turizem Maribor je javni zavod, ki ga financira MIZŠ, kar pomeni, da tudi obratovalne stroške pokriva ministrstvo. SŠGT Maribor prejme sredstva s strani ministrstva skladno s Pravilnikom o metodologiji financiranja izobraževalnih programov in vzgojnega programa na področju srednjega šolstva. Med letom se lahko v primeru izrednih dogodkov 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 javnega zavoda skupaj s svojo vzdrževalno službo in zunanji izvajalci (svetovalci) pripravlja projekte vzdrževanja, prenove in investicij v URE in OVE. Na osnovi letnih finančnih in vzdrževalnih načrtov odločajo o prioriteti in tipu izvedb posameznih vzdrževalnih ukrepov. V obdobju zadnjih 3 let ni bilo večjih investicij v URE v stavbi, kar se vidi tudi v dotrajanosti nekatere vgrajene opreme. 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 ali nadzor nad porabo energije in stroškov še ni dokončno vpeljano. Upravljavec in uporabniki stavbe lahko bistveno prispevajo k zmanjšanju porabe energije, če bodo vpeljali določene ozaveščevalne in (vpeljava vsebin s področja URE in OVE) in tehnično-investicijske ukrepe, ki jih podaja REP. Predlagamo takojšnje vpeljavo energetskega knjigovodstva, ali energetskega monitoringa.

Vodenje energetskega knjigovodstva nam omogoča vpogled o stanju stavb in ogrevalnih sistemov, sprotno ugotavljanje večjih odstopanj od povprečne vrednosti rabe energije, ciljno spremljanje rabe energije itd.

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 stavbah, ki so namenjene izobraževanju, uporabniki prostorov niso neposredno plačniki stroškov energije. To lahko v mnogih primerih pomeni, da nimajo zadostne motivacije za varčevanje z energijo. Lastnik oz. upravljalci takšnih stavb (v tem primeru Republika Slovenija oz. MIZŠ) 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 učno opremo, izboljšanje mikroklimatskega udobja prostorov, hkrati pa tudi ekološko pripomogli k čistejšemu okolju na račun posrednega zmanjšanja toplogrednih plinov (predvsem zmanjšanja CO₂).

Velika večina javnih stavb, predvsem starejših, ima velik potencial za učinkovito rabo energije. Brez večjih investicijskih vlaganj vanje bi bilo možno ob racionalni rabi energije ter ustrezni organiziranosti zmanjšati porabo energije do 10 %. 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 bi predstavljala že uvedba rednega spremljanja tekoče porabe in stroškov energije v stavbi oziroma energetsko knjigovodstvo. Spremljanje lahko izvajamo že zgolj s pregledovanjem in preverjanjem računov za posamezne energente.

3.6 Raven promoviranja URE

URE se promovira preko Ministrstva za infrastrukturo (Sektorja za učinkovito rabo in obnovljive vire energije) in MIZŠ kot lastnika in SŠGT Maribor kot upravljavca 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 SŠGT Maribor se napaja z dvema vrstama energije: s toplotno energijo iz daljinskega ogrevanja in z električno energijo. Oskrba s hladno vodo je zagotovljena z javnim vodovodnim omrežjem, TSV se pripravlja z električno energijo.

Za december 2014 nam je bil na voljo samo podatek o strošku porabljene energije daljinske toplote, nismo pa imeli podatka o dejanski porabljeni energiji v kWh ali MWh. Porabljeno energijo smo izračunali tako, da smo skupni mesečni strošek za december 2014 delili s ceno na kWh iz meseca januarja 2014. V letih 2014 in 2015 je stavbo koristila tudi Waldorfska šola, ki pa je plačevala 40 % porabljene energije daljinske toplote za obravnavano stavbo. Račune prejete s strani SŠGT Maribor smo za ti dve leti povečali za 40 %, da smo dobili dejansko porabo daljinske toplote za omenjeno stavbo.

Stavba je napajana z električno energijo preko javnega omrežja, operater – distributer je Elektro Maribor, podjetje za distribucijo električne energije, d. d., Vetrinjska ulica 2, 2000 Maribor. Dobavitelj električne energije je Energija Plus, d. o. o., Vetrinjska ulica 2, 2000 Maribor. 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 pa lahko traja največ nekaj ur.

Stavba je oskrbovana s hladno vodo preko javnega vodovodnega omrežja. Vodo distribuira javno podjetje Mariborski vodovod, javno podjetje d. d., Jadranska cesta 24, 2102 Maribor. Vodarino in omrežnino zaračunava Mariborski vodovod, d. d., ostale dajatve (okoljske, priključnina ...) pa zaračunava Nigrad, komunalno podjetje d. d., Zagrebška cesta 30, 2000 Maribor. Lastnik vodovodnega omrežja za oskrbo s pitno vodo je Mestna Občina Maribor. Hladna voda se uporablja predvsem kot sanitarna voda.

4.1 Cene energetskih virov in mrzle vode

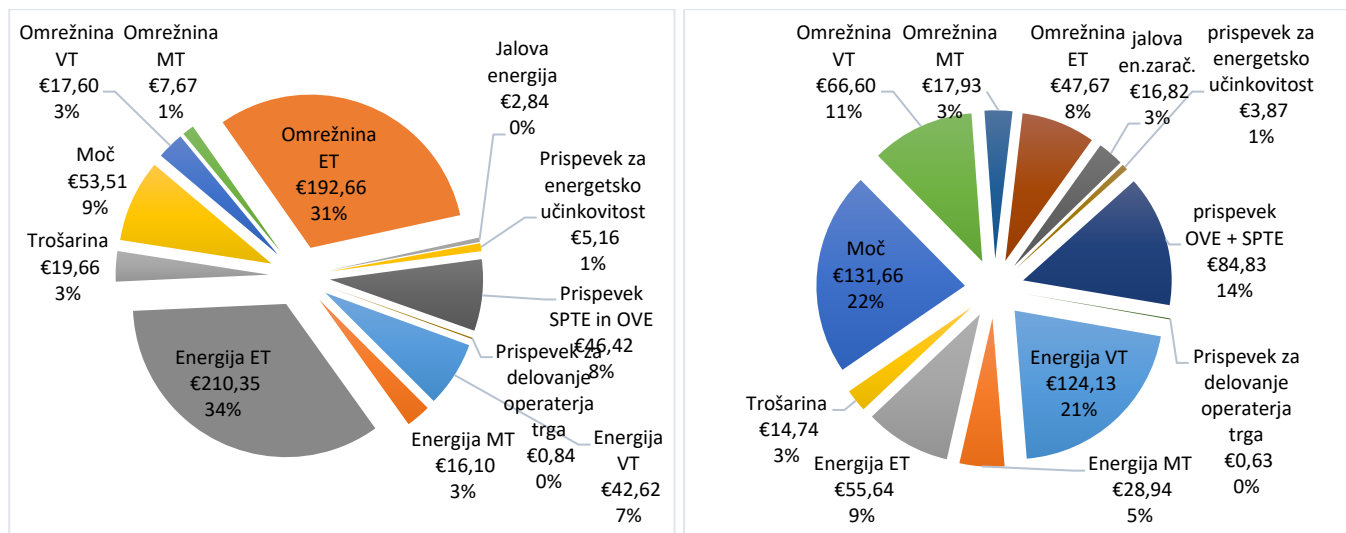
Na osnovi pridobljenih podatkov o energetskih virih za obdobje zadnjih treh zaključenih let smo za stavbo Srednja šola za gostinstvo in turizem Maribor, ugotavljali, kolikšni so stroški energentov in mrzle vode. Cena energije, ki jo plača končni uporabnik, je sestavljena iz cene energije in cene omrežnine. 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 na hodniku v pritličju stavbe. Poraba električne energije se meri na visoki (VT) in mali (MT) z merjenjem konične porabe ter v kuhinji po enotni tarifi (ET). Cena električne energije je odvisna od pogodbene cene, ki jo šola sklene z dobaviteljem. Cene za uporabo omrežja so določene s strani države (Agencije RS za energijo) in so odvisne od odjemne skupine, v katero spada odjemno mesto.

Poraba daljinske toplote se meri preko toplotnega števca – kalorimetra, ki je nameščen v toplotni postaji stavbe.

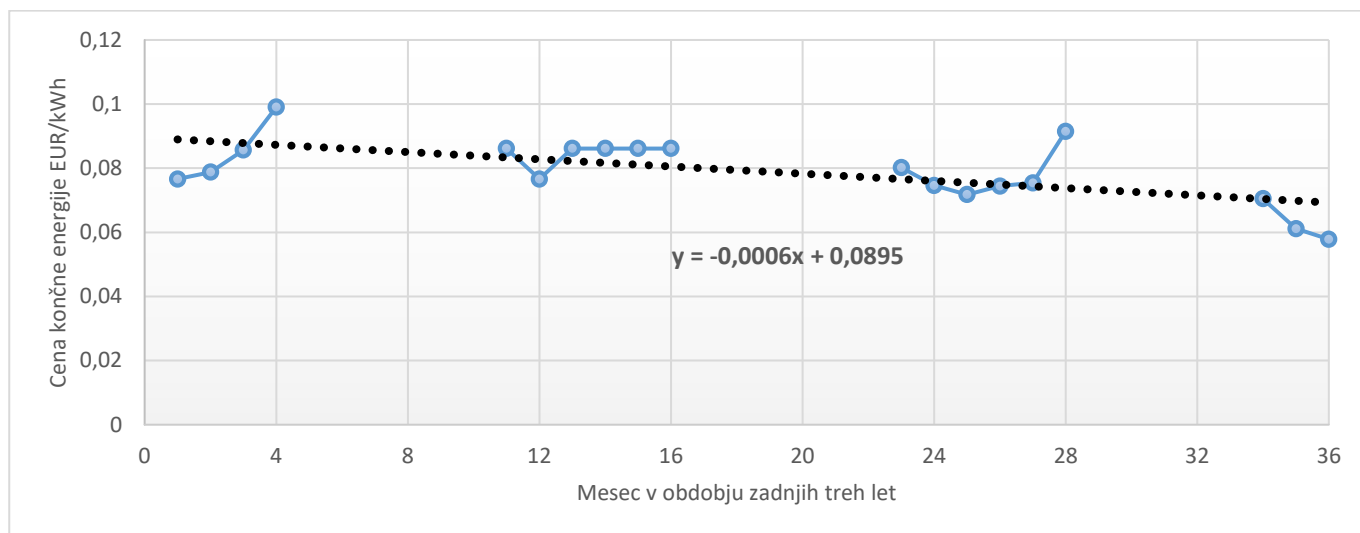
Poraba mrzle vode se meri preko števec pretoka. V ceni dobave mrzle vode so vključene vodarina, omrežnina, vodooskrba in okoljska dajatev odpadne vode (brez DDV).

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



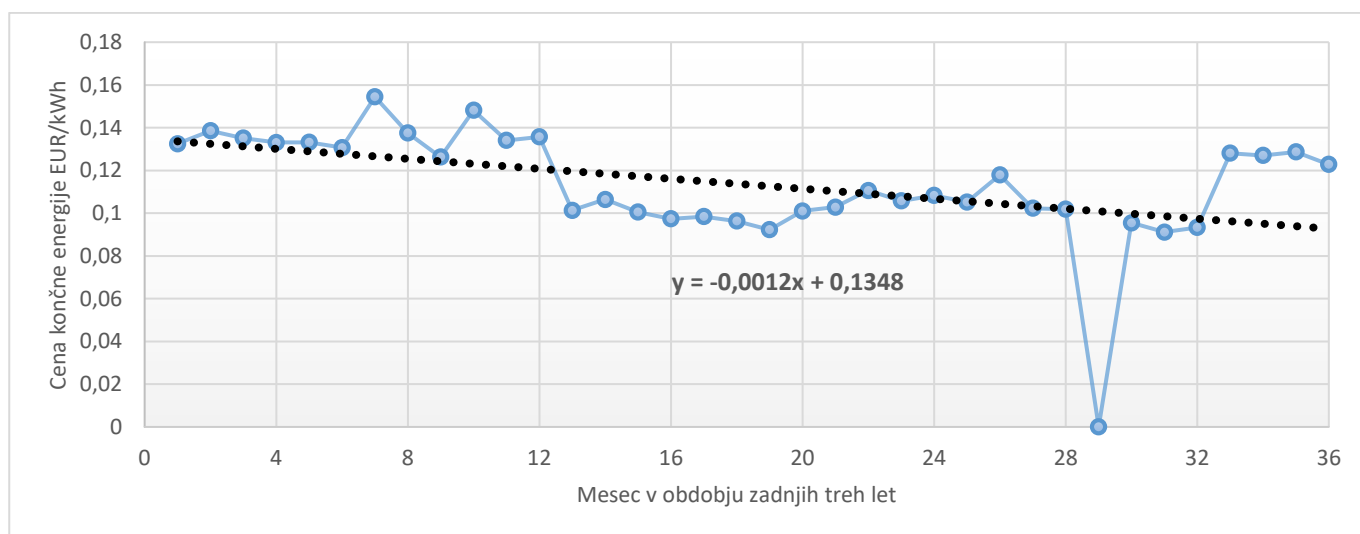
Slika 4.1: Struktura stroška električne energije za junij (levo) in december (desno) za leto 2016

Vir: Elektro Maribor, d. d., in Energija plus, d. o. o.



Slika 4.2: Efektivna cena dobave daljinske toplote za kWh

Vir: Petrol, d.d.



Slika 4.3: Efektivna cena električne energije za kWh

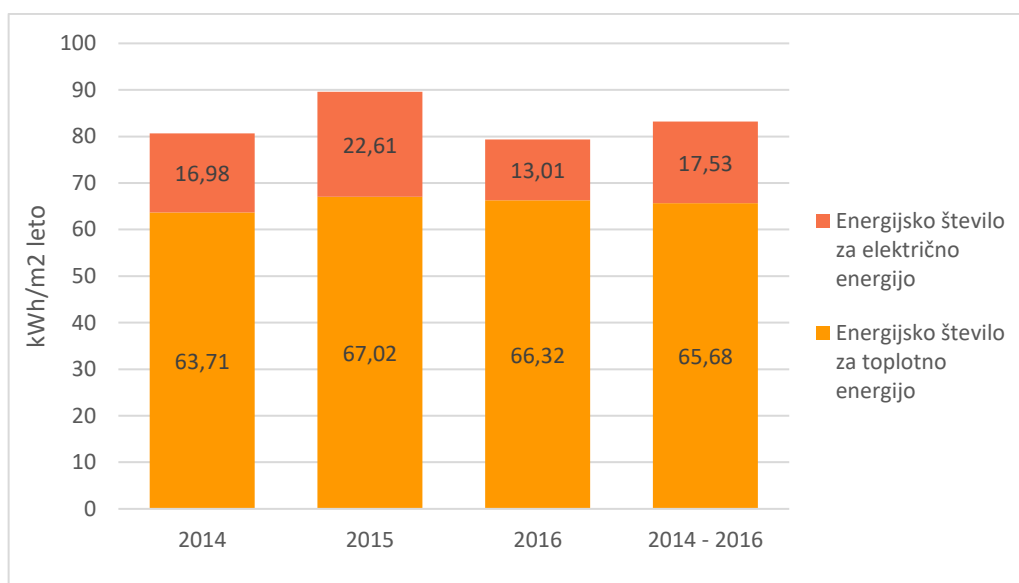
Vir: Elektro Maribor, d.d., in Energija plus, d.o.o.

Preglednica 4.1: Tabela cen energetskih virov (brez DDV)

Energent	Enota	Povprečje za leto 2014	Povprečje za leto 2015	Povprečje za leto 2016	Povprečje 2014-2016
Električna energija	EUR/kWh	0,1353	0,1065	0,1040	0,12
	EUR/m ²	2,297528237	2,41	1,35	2,02
	EUR/uporabnika	20,81	24,49	12,91	19,40
Toplotna energija	EUR/kWh	0,0930	0,0946	0,0786	0,09
	EUR/m ²	5,93	6,34	5,21	5,83
	EUR/uporabnika	53,66	64,45	49,74	55,95
Vodovod	EUR/m ³	2,6360	2,4539	2,4750	2,52
	EUR/m ²	0,72	0,85	0,76	0,78
	EUR/uporabnika	6,56	8,59	7,24	7,47

4.2 Energijsko število

Energijska števila so prvi pokazatelj učinkovitosti posamezne stavbe. Omogočajo primerjave 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.



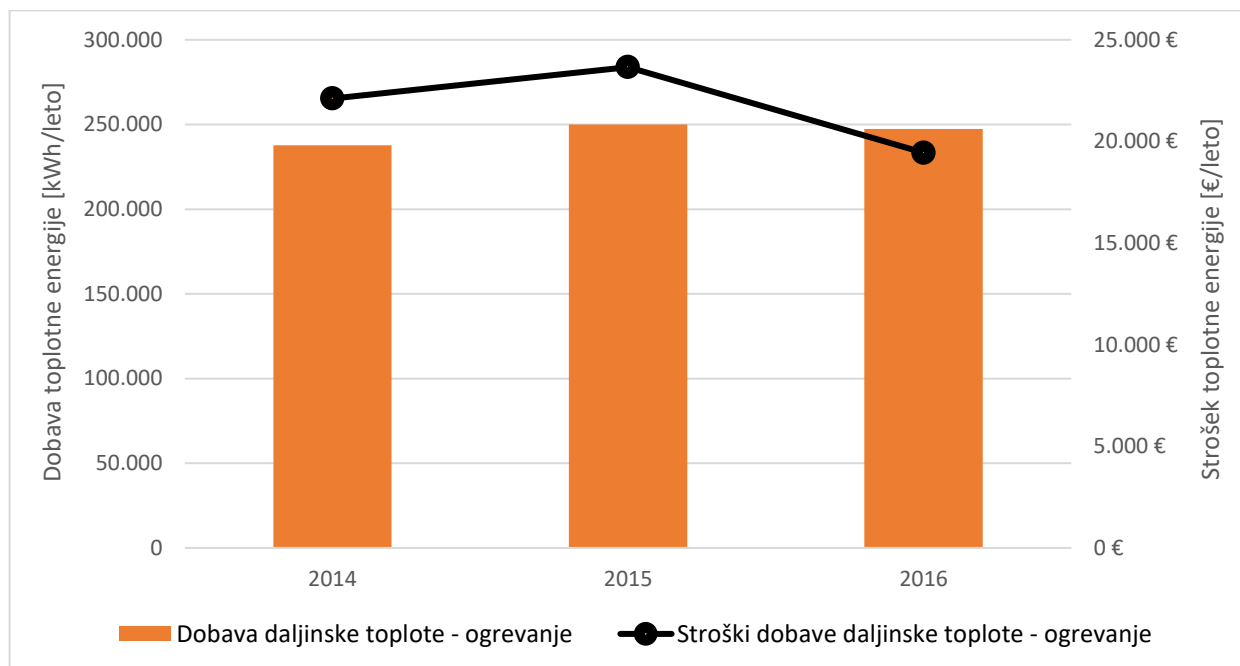
Slika 4.4: Energijsko število obravnavane stavbe

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

4.3 Poraba toplotne energije

Stavba se s toplotno energijo preko daljinske toplote. Povprečna letna poraba toplotne energije zadnjih treh let znaša 245.057,55 kWh, kar pomeni povprečno proizvodnjo 78.418,42 kg emisij CO₂ letno.

Tudi poraba toplotne energije je največja leta 2015, ko se je poraba povečala za 5,19 % glede na leto 2014, leta 2016 pa se je poraba zmanjšala za 1,05 % glede na leto 2015 in povečala za 4,09 % glede na leto 2014. Stroški toplotne energije so najvišji leta 2015, ko je poraba največja.

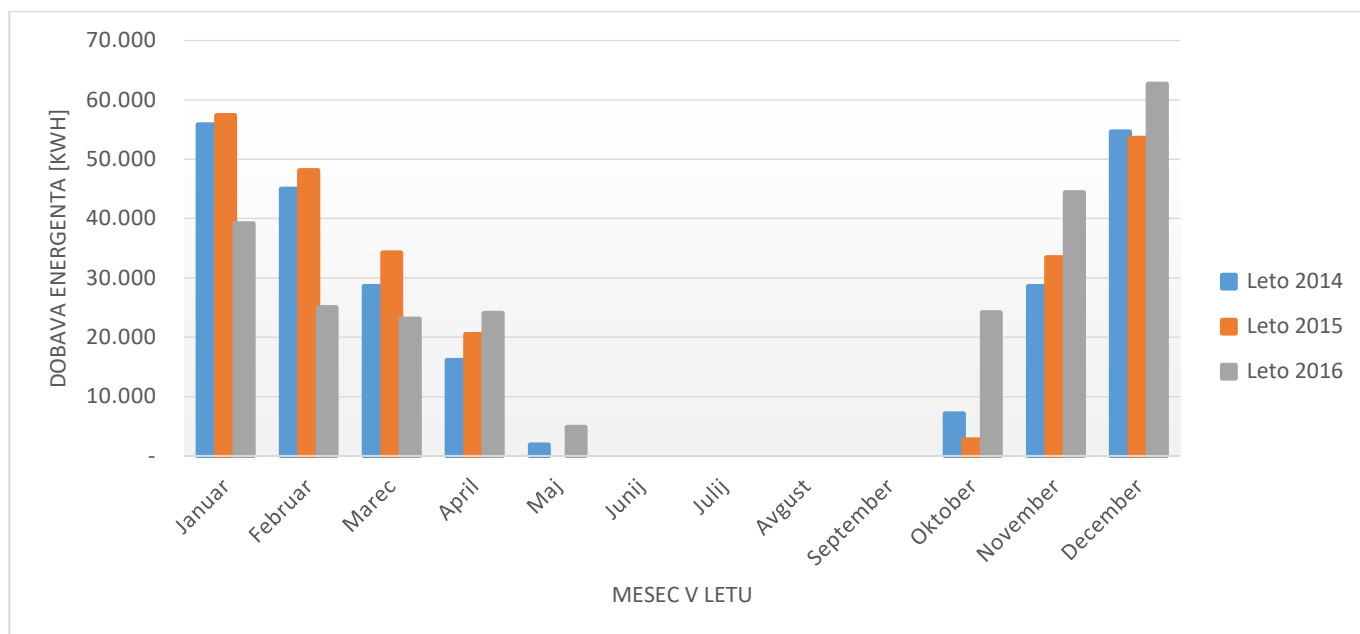


Slika 4.5: Poraba toplotne energije v kWh in letni strošek v EUR v zadnjih treh letih

Vir: računi Petrol, d. d.

Preglednica 4.2: Mesečna poraba in stroški dobave energenta za ogrevanje

Leto	2014		2015		2016	
	MWh	EUR	MWh	EUR	MWh	EUR
Januar	55,81	4.275,32	57,42	4.947,15	39,17	2.812,28
Februar	45,00	3.543,48	48,10	4.144,70	25,05	1.864,32
Marec	28,56	2.446,38	34,26	2.951,72	23,08	1.741,28
April	16,12	1.597,27	20,48	1.764,92	24,04	2.198,87
Maj	1,90	626,77	0,00	496,98	4,84	797,84
Junij	0,00	496,98	0,00	496,98	0,00	496,99
Julij	0,00	496,98	0,00	496,98	0,00	496,99
Avgust	0,00	496,98	0,00	496,98	0,00	496,99
September	0,00	496,98	0,00	496,98	0,00	496,99
Oktober	7,09	984,50	2,77	680,13	24,18	1.704,25
November	28,56	2.460,77	33,45	2.682,80	44,37	2.712,29
December	54,66	4.187,33	53,56	3.996,93	62,70	3.627,47
Skupaj	237,70	22.109,75	250,04	23.653,27	247,43	19.446,56

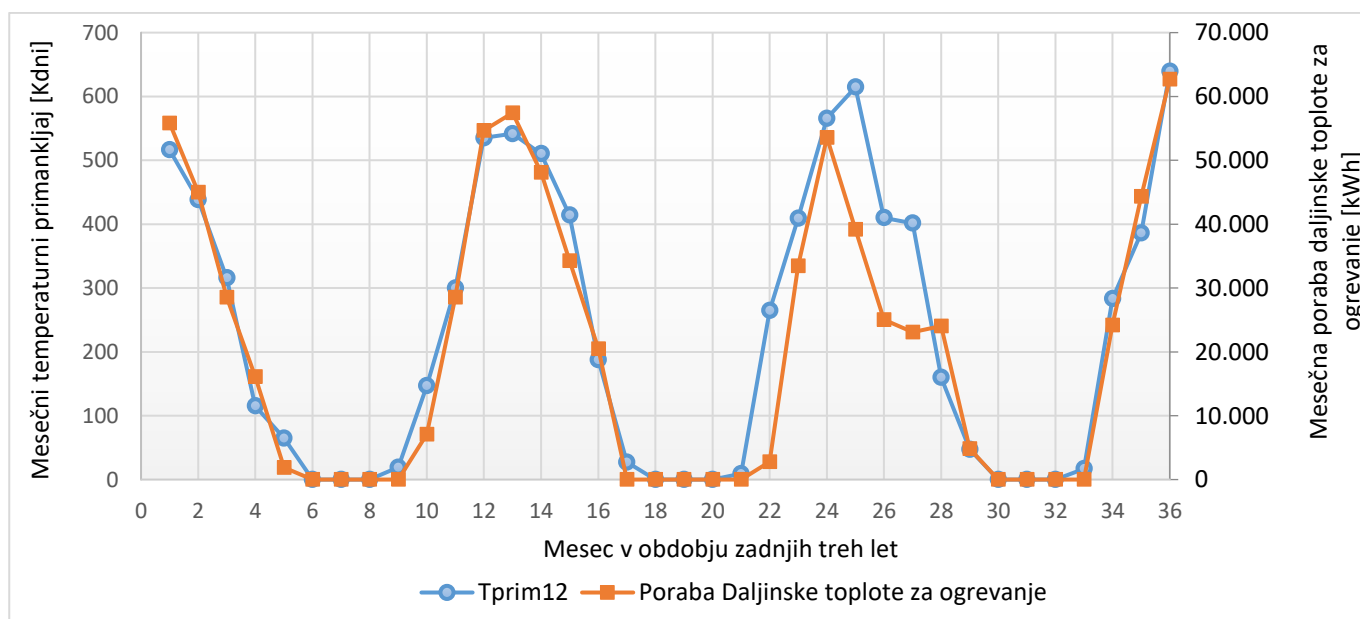


Slika 4.6: Mesečna poraba toplotne energije za ogrevanje

Vir: računi Petrol, d. d.

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 ($E_{op} \approx 65,68 \text{ kWh/m}^2$ letno) dosega podpovprečno porabo povprečne stavbe v Sloveniji namenjene za vzgojno-izobraževano dejavnost. Stolpci mesečne toplotne energije prikazujejo porabo toplotne energije 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.

Na naslednji sliki prikazujemo primerjavo med mesečno porabo toplotne energije in mesečnim temperaturnim primanjkljajem (T_{prim12}). T_{prim12} izraža izmerjeni temperaturni primanjkljaj za vremensko postajo Maribor letališče Edvarda Rusjana (vir: ARSO baza). Temperaturni primanjkljaj (stopinjski dnevi, ang. degree days) za ogrevanje je pokazatelj »intenzivnosti zime« in posledično potreb po ogrevanju, zato se lahko uporablja za klimatsko korekcijo pri izračunu porabe energije za ogrevanje v stavbah.



Slika 4.7: Primerjava mesečne porabe toplotne energije za ogrevanje in T_{prim12}

Vir: računi p Petrola, d. d., in baza ARSO za določitev T_{prim12} .

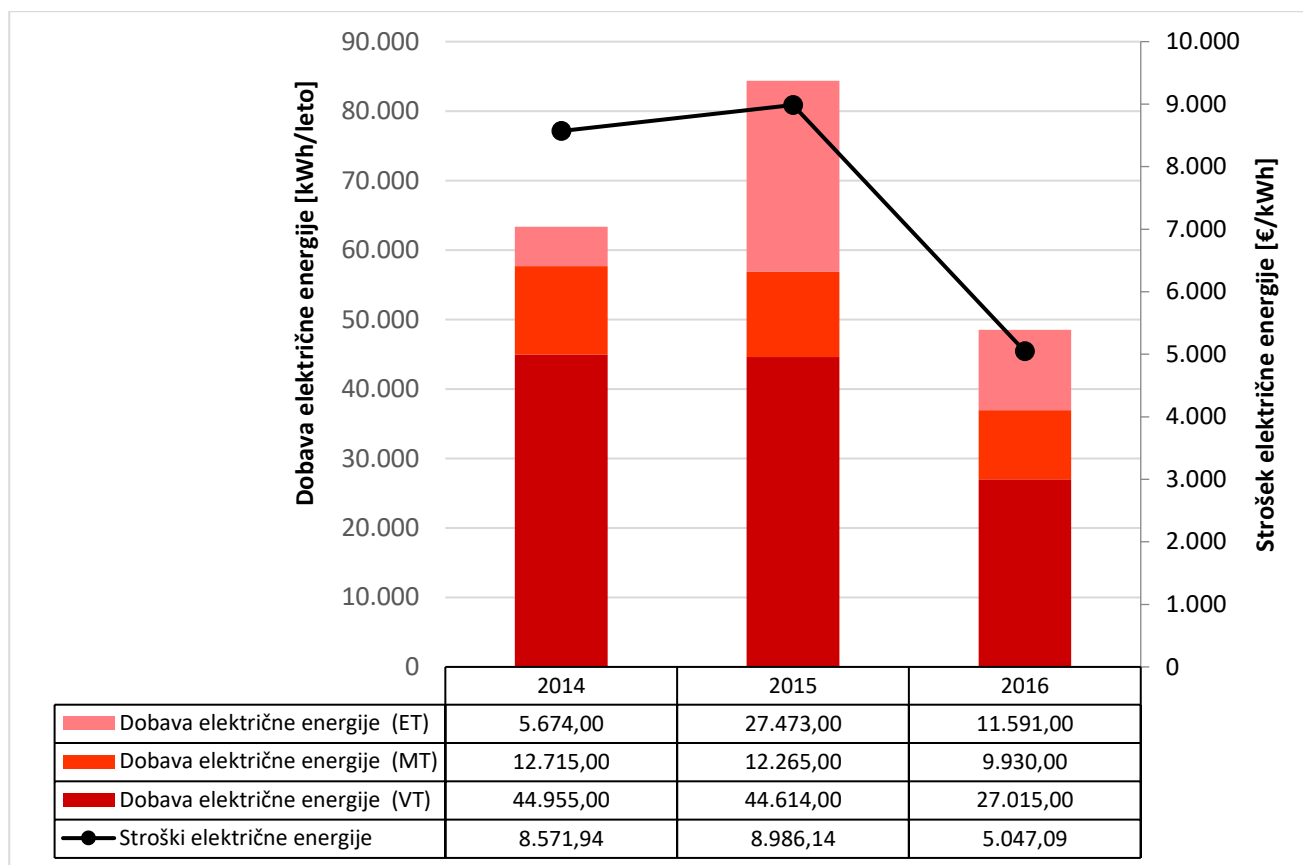
Mesečna poraba daljinskega ogrevanja je v večini zimskih mesecev nižja od mesečnega temperaturnega primanjkljaja, ki pove, kolikšne so potrebe po toplotni energiji. Večji kot je Tprim12, večje so potrebe po ogrevanju. Glede na sliko zgornjega grafa lahko vidimo, da je krivulja porabe toplotne energije večinoma časa pod temperaturnim primanjkljajem, kar nakazuje na učinkovito rabo toplotne energije.

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 4.3: Mesečna poraba in stroški električne energije

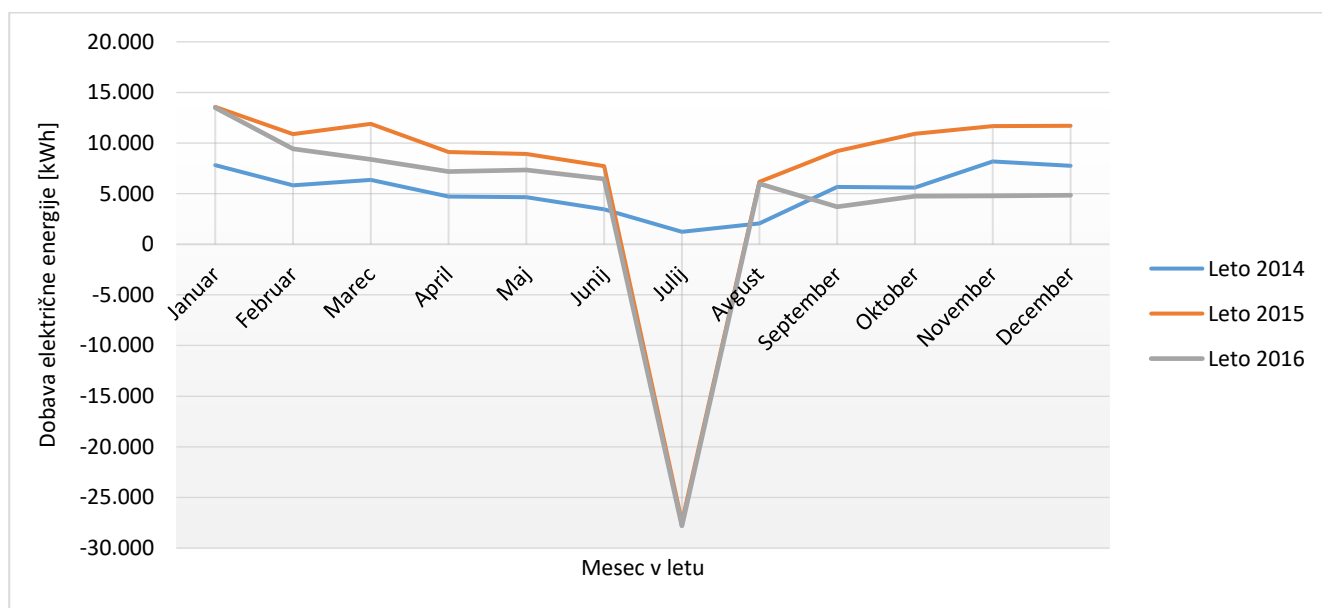
	2014				2015				2016			
	Moč (kW)	VT (kWh)	MT (kWh)	EUR	Moč (kW)	VT (kWh)	MT (kWh)	EUR	Moč (kW)	VT (kWh)	MT (kWh)	EUR
Januar	56	5.982	1.335	1.035,57	59	6.629	1.790	1374,6	58	6.414	1.895	1.419,48
Februar	52	4.149	1.237	808,83	59	4.678	1.538	1156,35	58	3.409	1.174	1.111,47
Marec	53	4.465	1.407	860,98	52	5.269	1.473	1195,27	36	2.358	838	856,65
April	49	3.288	930	625,93	45	3.169	950	886,26	36	1.490	674	730,84
Maj	49	3.160	979	617,84	45	3.022	764	879,26	33	1.505	671	0,00
Junij	39	2.165	805	451,59	37	2.076	646	742,04	27	914	518	615,43
Julij	25	503	457	190,74	23	389	354	-2529,69	21	464	519	-2.534,96
Avgust	31	946	620	284,15	31	634	374	625,24	23	422	390	559,11
September	47	4.252	914	713,62	47	3.573	613	946,04	39	1.856	733	475,09
Oktober	55	4.302	809	831,47	55	4.720	1.018	1207,25	42	2.710	809	604,38
November	59	6.071	1.627	1.096,81	54	5.370	1.301	1235,14	43	2.811	778	616,15
December	60	5.672	1.595	1.054,41	58	5.085	1.444	1268,38	40	2.662	931	593,45
Skupaj		44.955	12.715	8.571,94		44.614	12.265	8.986,14		27.015	9.930	5.047,09



Slika 4.8: Letna poraba in stroški električne energije

Vir: računi Elektro Maribor, d. d in Energija plus, d. o. o.

Poraba električne energije je največja leta 2015, ko se je v primerjavi z letom 2014 povečala za 33,1 %. Izračunani indeks za leto 2016 znaša 57,54 kar pomeni, da je manjša za 42,46 % v primerjavi z letom 2015 in manjša za 23,38 % glede na leto 2014. Stroški so najmanjši, ko je poraba najmanjša.

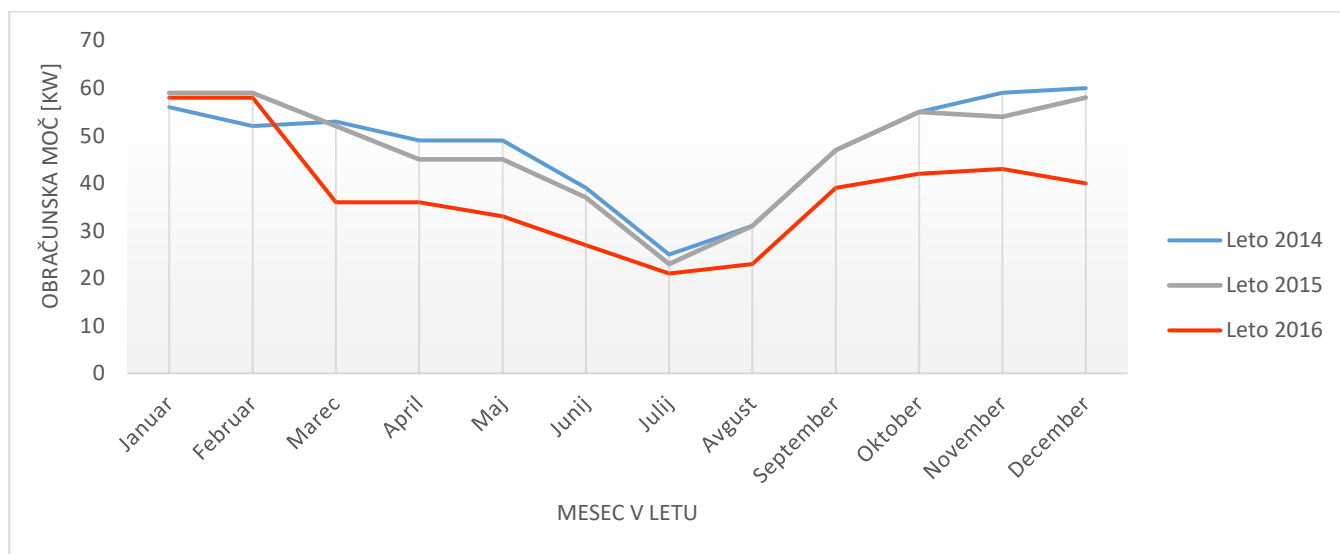


Slika 4.9: Mesečna poraba električne energije

Vir: računi Elektro Maribor, d. d in Energija plus, d. o. o.

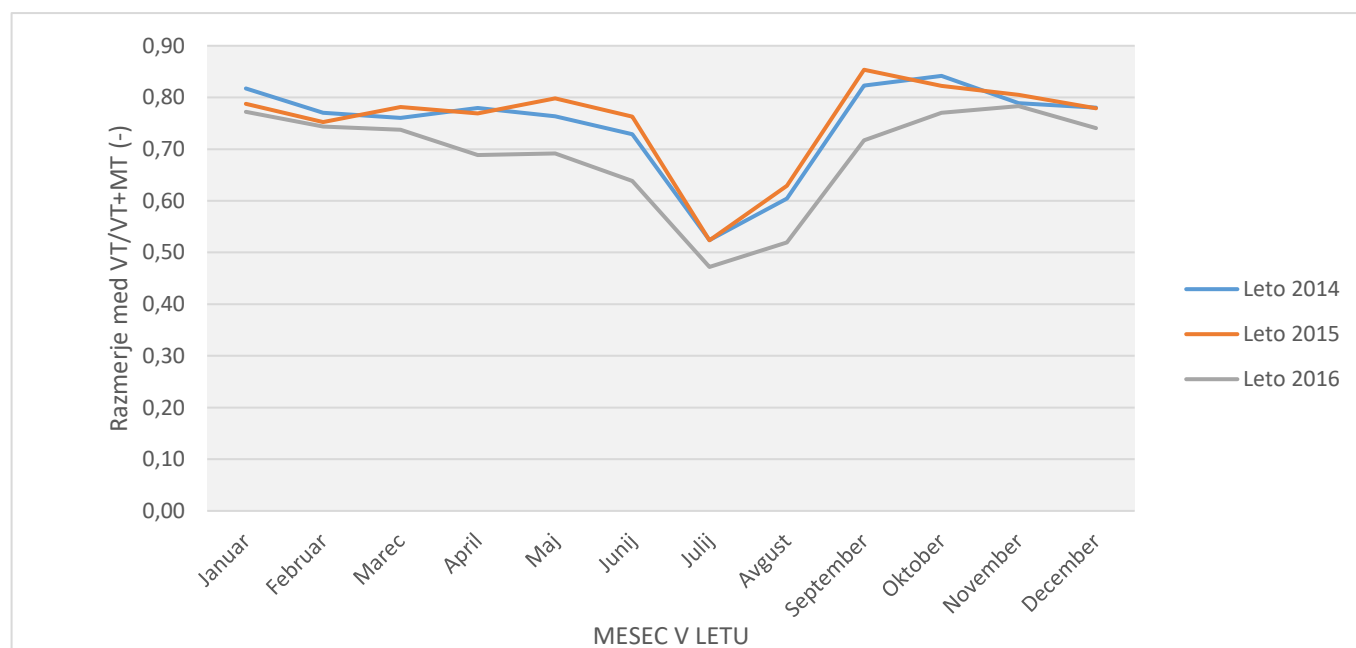
Krivulje porabe električne energije so v vseh treh obravnavanih letih podobne in prikazujejo nekoliko višjo porabo električne energije v zimskih in nižjo v poletnih mesecih. Izstopata porabi meseca julija 2015 in 2016, ko sta bila prejeta dva dobropisa, ker so zaračunavali preveliko porabo električne energije za kuhinjo (ET). Dobropisa se nanašata na obdobje od 1.7.2015 do 4.7.2016, zato smo vpisali polovico dobropisa julija 2015 in polovico 2016.

Poraba električne energije na kvadratni meter uporabne površine znaša $E_{tn} \approx 17,53 \text{ kWh/m}^2\text{leto}$; vrednost je glede na tip dejavnosti, ki se izvaja v stavbi, podpovprečna. V povprečju v Sloveniji stavbe, ki so namenjene izobraževanju namreč porabijo okoli $40 \text{ kWh/m}^2\text{leto}$. 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 CO_2 .



Slika 4.10: Mesečna odjemna moč električne energije

Vir: računi Elektro Maribor, d. d in Energija plus, d. o. o.



Slika 4.11: Razmerje med VT in MT pri dobavi električne energije

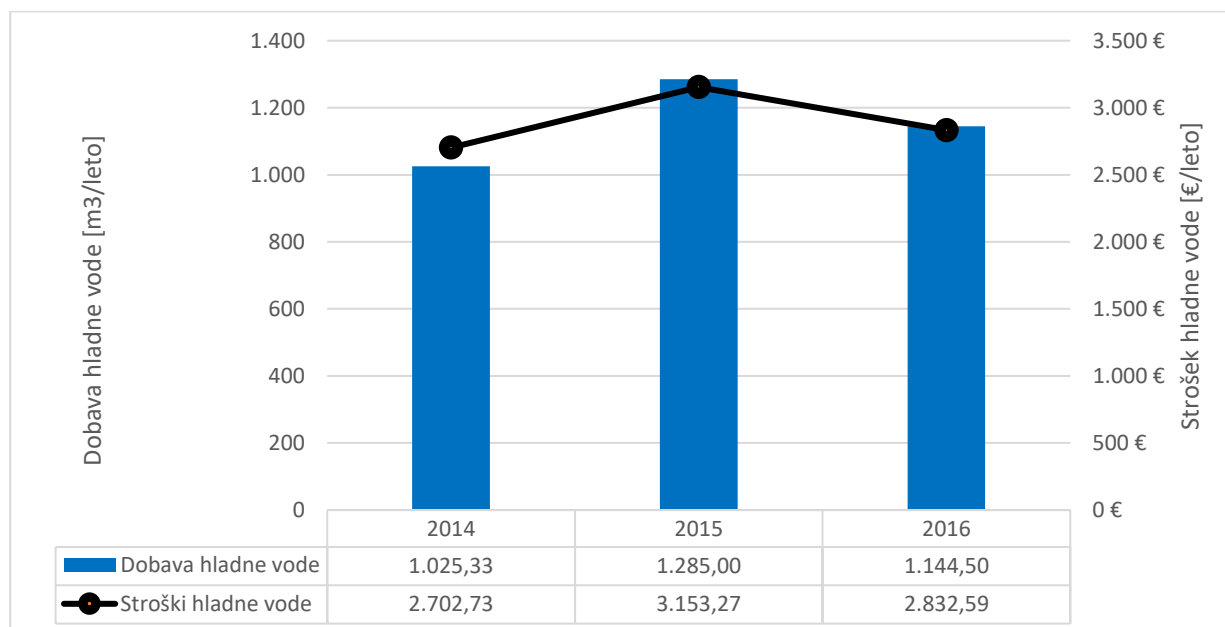
Vir: računi Elektro Maribor, d. d in Energija plus, d. o. o.

4.5 Poraba mrzle vode

Obravnavana stavba je priključena na javno vodovodno omrežje, s katerim upravlja Mariborski vodovod, d.d. Oskrba se vrši preko odjemnega mesta, ki se nahaja v pritličju stavbe. Na naslednji sliki je prikazana primerjava porabe vode v zadnjih treh letih, nato pa še mesečna poraba vode v zadnjih treh zaključenih letih.

Preglednica 4.4: Mesečna poraba in stroški hladne vode

Mesec	Leto 2014		Leto 2015		Leto 2016	
	Poraba vode	Strošek	Poraba vode	Strošek	Poraba vode	Strošek
Enota	m ³	EUR	m ³	EUR	m ³	EUR
Januar	83	220,48	86	212,95	57	140,36
Februar	83	220,48	86	212,95	47,5	118,20
Marec	151	397,27	233	563,65	95	236,41
April	81	210,98	95	233,93	95	236,41
Maj	81	208,68	95	233,93	95	236,41
Junij	117	337,72	95	233,93	95	236,41
Julij	81	208,68	95	233,93	95	236,41
Avgust	81	208,68	95	233,93	95	236,41
September	9	34,12	120	292,25	95	236,41
Oktober	86	220,82	95	233,93	177	427,72
November	86	220,82	95	233,93	99	245,72
December	86	214,00	95	233,93	99	245,72
Skupaj:	1.025	2.703	1.285	3.153	1.145	2.833

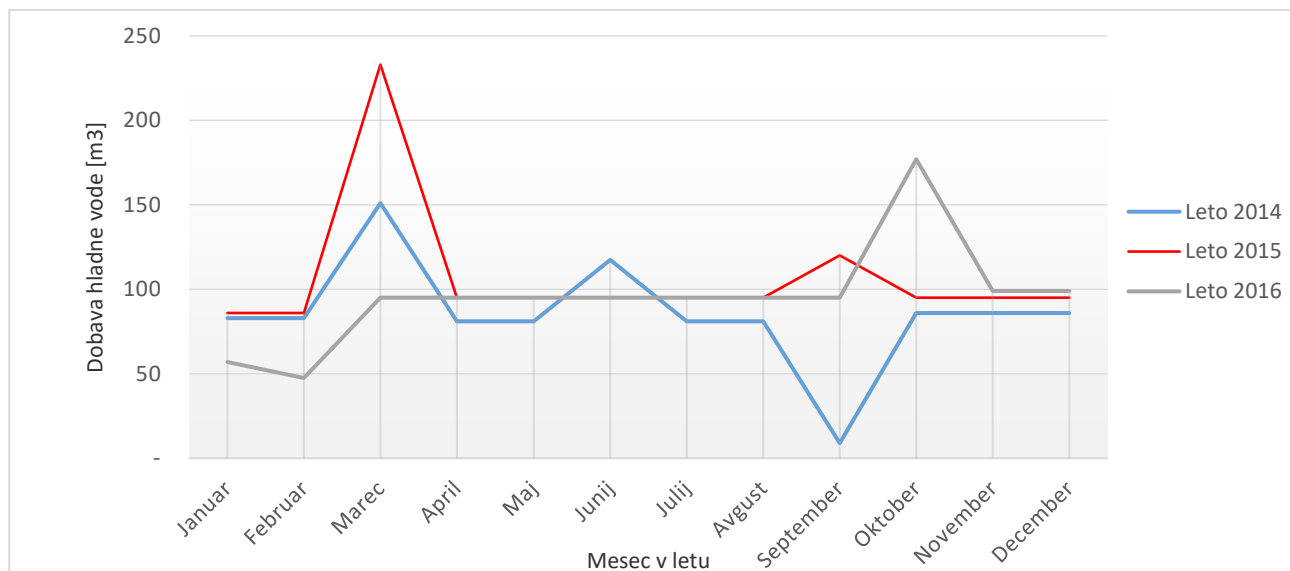


Slika 4.12: Letna poraba in stroški hladne vode

Vir: računi Mariborski vodovod, j. p. d. d., Nigrad, d. d.

Poraba vode je najvišja leta 2015, ko se je poraba povečala za 25,33 % glede na leto 2014. Leta 2016 se je poraba zmanjšala za 10,93 odstotkov glede na leto 2015 in povečala za 11,62 odstotkov glede na leto 2014. Stroški vode so najvišji leta 2015 in najnižji leta 2014, ko je poraba najmanjša.

Iz vseh treh krivulj porabljene vode lahko vidimo, da je poraba po mesecih različna. Povprečna poraba na mesec se giblje med 85,44 in 107,08 m³. Iz pridobljenih računov ni razvidno kaj je vzrok spreminjajoče se porabe v obravnavanih letih. Predvidevamo, da se porabe 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.



Slika 4.13: Mesečna poraba hladne vode za posamezno let

Vir: računi Mariborski vodovod, j. p. d. d., Nigrad, d. d.

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 pritličju stavbe. Hladna voda se uporablja predvsem kot sanitarna voda.

Zanesljivost oskrbe stavbe z električno energijo 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 prekinitve dobave električne energije lahko pride v primeru izpada javnega omrežja, kar lahko traja največ nekaj ur. V teh primerih se aktivira varnostna razsvetljava.

Oskrba kotlovnice z daljinsko toploto je zanesljiva. Vse instalacije za oskrbo stavbe s daljinsko toploto so v funkcionalnem in dobrem stanju.

4.7 Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme

Posebnosti in tipične lastnosti energetskih naprav so opisane v prilogah. Splošna ocena je, da je oprema za ogrevanje v funkcionalnem stanju. Sekundarni razvod s klasičnimi radiatorji (AKLIMAT) je sicer zastarel, vendar je v funkcionalnem stanju. Sekundarni razvod z vgrajenimi jeklenimi radiatorji je konstruiran v skladu s takratnimi tehničnimi normativi. Nekateri radiatorji so opremljeni z navadnimi ventili brez termostatskih glav, drugi pa s termostatskimi glavami, ki so zaščitene pred nepooblaščenimi nastavitvami.

Objekt je v celoti napajan iz glavnega razdelilnika R-G. Elektro razdelilna oprema je ustrezno tehnično izvedena, napajalno odjemno mesto je zanesljivo, oskrba z električno energijo je popolna. Električne naprave in razdelilniki NN-razvodov so solidno vzdrževani in omogočajo zanesljivo delovanje. Razsvetljava notranjih prostorov je pretežno fluorescentna z elektromagnetnimi dušilkami. Rastri svetilk so v učilnicah klasični ali zrcalni, po hodnikih pa klasični. Razsvetljava sanitarij, pomožnih prostorov in hodnikov je izvedena s klasičnimi žarnicami. Notranje nizkonapetostne električne instalacije so s stališča funkcionalnosti in s stališča varnosti zanesljive.

.

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

Stavba se s toplotno energijo oskrbuje iz energenta daljinske toplote. Toplotno postaja je bila prenovljena leta 2011. Vgrajena je bila kompaktna toplotna podpostaja moči 350 kW, tip HKY-O-350 kW - 1. V prostoru toplotne postaje se poleg lastne kompaktno toplotne podpostaje nahaja še kompaktna toplotna podpostaja (moči 250 kW, letnik 2011) Zveze prijateljev mladine, Maribor, ki s toplotno energijo oskrbuje sosednjo stavbo.

Poraba toplotne energije v se meri s pomočjo merilnikov toplote (kalorimetrov), proizvajalca Enerkon, tipa CF-ECHO II. Postaja je regulirana s pomočjo kombiniranega količinskega in temperaturnega regulatorja z elektromotornim /pogonom, podjetja DANFOSS. Temperaturni režim na sekundarnem delu je 75/55 °C. Temperatura dovoda v sekundarni del je vodena po zunanji temperaturi. V sekundarni razvod je vgrajena tudi zaprta membranska raztezna posoda, toplotni izmenjevalec tipa XB 51H -1 80 in frekvenčno vodena obtočna črpalka WILO Stratos 40/1-12.



Slika 5.1: Posnetek kompaktno toplotne postaje
Vir: lastni vir.

DANFOSS		TOPLITNA PODPOSTAJA	
TIP / KODA	HKY-O- 350 kW - L		
SERUSKA ŠT.	00BB3716		
DATUM IZDELAVE / LETO	30.11.89		
UPORABA ZA	Ogrevanje		
PED. KATEGORIJA	I		
TIP. MEDJA / SKUPNA	Voda-voda / 2		
EL. NAPETOST	230 V, 1~		
Maks. TLAK	bar	16	6
Maks. TEMPERATURA	°C	150	120
Min. TEMPERATURA	°C	5	5
TOPLITNI IZMENJEVALEC			XB 51H -1 80
MOČ	kW		350
PRETOK	m ³ /h		7,254/15,345
TEMPERATURNI REŽIM	°C		100-60/75-55
PADEC. TLAKA/IZMENJEVALEC	kPa		3,8/14,1
Projekt: EL-TEC Mulej Slovenia - Srednja šola, Maribor			
DANFOSS DISTRICT HEATING SRL			
206 Oltenei Street, 077160 Popesti-Leordeni, County Ilfov ROMANIA			
Tel: +40 31 2222010; Fax: +40 31 2222299			

Slika 5.2: Posnetek tablice kompaktno toplotne postaje
Vir: lastni vir.

5.1.1 Grelna telesa v stavbi

Grelna telesa so radiatorji AKLIMAT, ki so opremljeni z radiatorскими regulacijskimi ventili brez termostatskih glav (termostatske glave so vgrajene le na radiatorjih v prostoru jedilnice in kuhinje v kletnih prostorih). Temperaturni režim obratovanja je 75/55 °C. Glavni razvod ogrevanja poteka pod stropom kleti in pritličja, nato pa preko dvizhnih vodov in razdelilnega omrežja v etaži do posameznih grelnih teles. Po pogovoru s hišnikom, ugotovljamo, da ima pri zagotavljanju primerne temperature v prostorih, največ težav v prostorih najvišje etaže (2. nadstropje), ki je najbolj oddaljena od toplotne postaje. Razvod radiatorskega ogrevanja je izdelan iz črnih cevi. Nekateri radiatorji (z in brez termostatskih ventilov) so založeni z razno pohištveno opremo (omare, mize ...), zato je normalna cirkulacija zraka

okoli grelnih teles zelo omejena. V tem primeru je vprašljiva povezava med dejansko temperaturo v prostoru in željeno (nastavljeno) na termostatskem ventilu.



Slika 5.3: Posnetek ogrevalnega telesa v učilnici
Vir: lastni vir.



Slika 5.4: Posnetek ogrevalnega telesa na hodniku
Vir: lastni vir.

5.2 Sistem za oskrbo s toplo vodo

Topla sanitarna voda (TSV) se pripravlja lokalno v malo in srednje litražnih električnih bojlerjih, ki so nameščeni v posamezni porabnikih. Topla voda se tako v zelo omejenem obsegu pripravlja samo v določenih prostorih z električnimi grelniki vode TIKI prostornine 10-50 litrov. V stavbi je vgrajenih skupno 12 električnih bojlerjev moči 2 kW. Skupna moč električnih bojlerjev za pripravo TSV znaša 24 kW.



Slika 5.5: Posnetek električnega bojlerja kapacitete 80 litrov in moči 2 kW
Vir: lastni vir.



Slika 5.6: Posnetek električnega bojlerja na hodniku
Vir: lastni vir.

5.3 Sistem za oskrbo s hladno vodo

Hladna voda se uporablja predvsem za sanitarne elemente. Vodovodni priključek na komunalni vodovod je v notranjem jašku izdelan v skladu z normami, standardi in predpisi upravljavca komunalnega vodovoda. Vodovodni priključek in merilno mesto se nahaja v pritličju stavbe. Razvod vode je v pretežni meri pod tlakom. Instalacije so v funkcionalnem stanju. Sanitarna oprema je različnega tipa. V sanitarijah dijakov in zaposlenih je napeljana samo hladna voda. V sanitarijah pisoarji niso opremljeni s senzorji in EMV ventili, prav tako so v WCjih nameščeni klasični splakovalniki s tipko.



Slika 5.7: Nadometni WC-kotliček brez varčevalne tipke
Vir: lastni vir.



Slika 5.8: Posnetek umivalnika s pipo in napitnika, ki se nahaja na hodniku
Vir: lastni vir.

5.4 Elektroenergetski sistem in porabniki

Objekt je napajan z napetostjo 400/230 V z dovodom 4×70 mm² iz TP. Merilno mesto in glavni razdelilnik sta na hodniku v pritličju stavbe. Šolska kuhinja in stanovanje v sklopu stavbe imata ločeno meritev porabe električne energije. Razdelilniki za napajanje razsvetljave in moči z električno energijo so nameščeni v vsaki etaži. V vsaki etaži sta po dva razdelilnika za razsvetljavo. Kuhinja, kotlovnica in stanovanje imajo svoje razdelilnike. Razdelilnika v 2. in 3. nadstropju se ne uporabljata, ker šola ne uporablja teh prostorov.

Nizkonapetostne instalacije v objektu sestavljajo:

- priključna omara s števcem delovne energije,
- glavni električni razdelilnik, električni razdelilnik za močnostne porabnike v kuhinji,

- etažnih električni razdelilniki za razsvetljavo,
- instalacije fiksnih porabnikov (kotlovnica, kuhinja),
- instalacija razsvetljave (notranja, zunanja, varnostna razsvetljava),
- galvanske povezave in izenačevanje potenciala,
- ozemljitve in strelovodne napeljave.

Meritev porabe električne energije je izvedena v priključni omarici na hodniku v pritličju objekta. Za meritev so uporabljeni trije dvotarifni števcji. Kuhinja in stanovanje imata meritev električne energije izvedeno z ločenima števcema delovne energije. Objekt ima izvedeno kompenzacijo jalove energije.

5.4.1 Elektroenergetski sistem

Glavni razdelilnik R-G je napajan iz TP z dovodom $2 \times 70 \text{ mm}^2$. Vsi podrazdelilniki v objektu so napajani iz glavnega razdelilnika.

Fiksne električne porabnike predstavljajo električni porabniki v kuhinji in oprema v kotlovnici. V šoli so računalniške učilnice, ostali porabniki (biro oprema) pa se priključujejo na vtičnice. Razsvetljava notranjih prostorov je izvedena s klasično fluorescentno razsvetljavo z elektromagnetnimi dušilkami zastarelega tipa ter klasičnimi žarnicami po hodnikih in sanitarnih in pomožni prostorih.

Električna instalirana moč objekta je 190 kW, konična moč znaša 131 kW, od tega je 57 kW električne moči namenjeno napajanju razsvetljave.



Slika 5.9: Posnetek merilnega mesta

Vir: lastni vir.



Slika 5.10: Posnetek glavnega razdelilnika na hodniku pritličja

Vir: lastni vir.

Tehnični opis NN instalacij

Instalacije so v večini prostorov izvedene podometno s podometnimi kabli ploščatega tipa presekov $2,5 \text{ mm}^2$ in $1,5 \text{ mm}^2$. Velik del instalacij za razsvetljavo je izveden nadometno v instalacijskih ceveh ali kanalih. V učilnicah in kabinetih so nameščene samo vtičnice in razsvetljava. Strelovodna instalacija je izvedena funkcionalno in v skladu s predpisi.

Preglednica 5.1: Popis elektro razdelivcev SŠGT Maribor

Prostor	Razdelilec	Napajanje	P _{inst} (W)	P _k (W)	P _{k razsv} (W)	In (A)	Dovod (mm ²)
Klet	R-K	Toplotna podpostaja, razsvetljava, moč	33800	22000	6000	3×25	5×10
Klet	R-Kuh	Močnostni porabniki v kuhinji, razsvetljava	34000	22700	3000	3×35	5×16
Pritličje	R-Stan.	Razsvetljava in močnostni porabniki v stanovanju	6000	4000	1000	35	3×10
Pritličje	R-P/1	Razsvetljava, moč	21000	12800	5600	3×25	4×25
Pritličje	R-P/2	Razsvetljava, moč	15500	12500	9300	3×25	4×25
1. nadstropje	R-I/1	Razsvetljava, moč	19000	13400	6300	3×25	4×25
1. nadstropje	R-I/2	Razsvetljava, moč	17500	12500	7200	3×25	4×25
2. nadstropje	R-II/1	Razsvetljava, moč- prostorov šola ne uporablja	17500	12500	7200	3×25	4×25
2. nadstropje	R-II/2	Razsvetljava, moč- prostorov šola ne uporablja	17500	12500	7200	3×25	4×25
3. nadstropje	R-III/2	Razsvetljava, moč- prostorov šola ne uporablja	8000	6000	4000	3×25	4×25
Hodnik pritličje	R-G	Glavni razdelilec napaja podrazdelilnike	189800	130900	56800	3×200	4×70

5.4.2 Glavni porabniki električne energije v stavbi

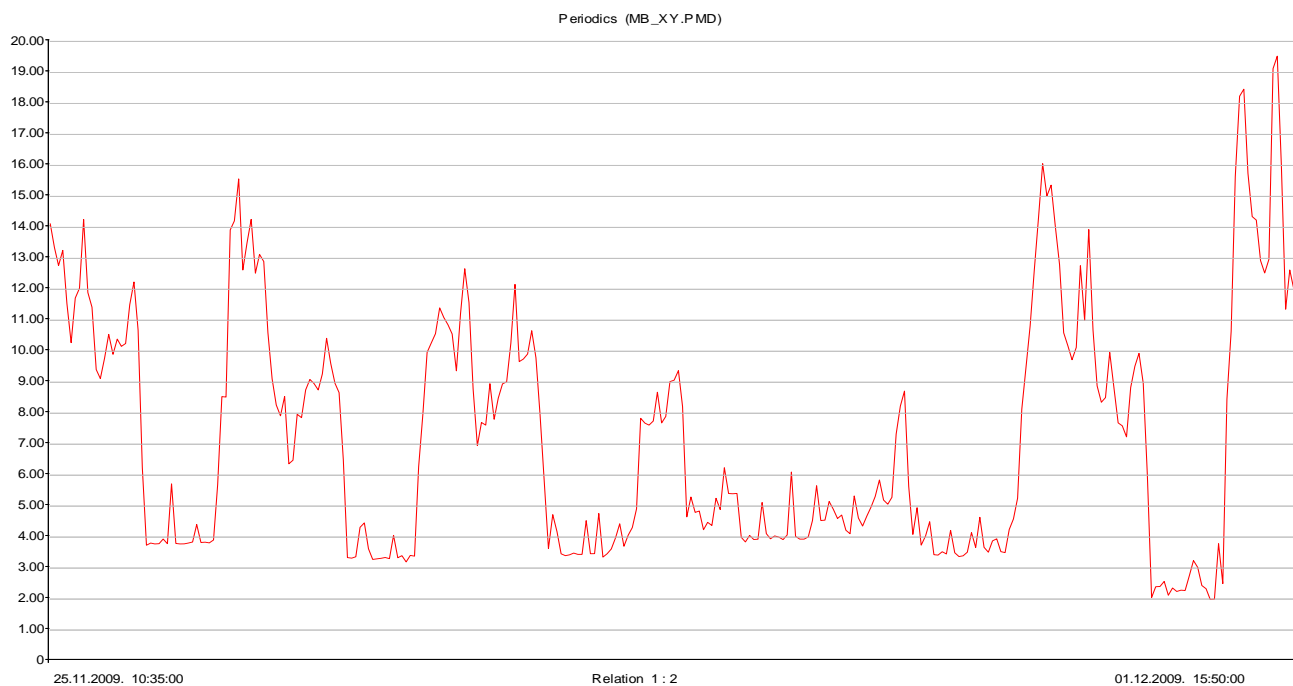
Fiksne električne porabnike predstavljajo električni porabniki v kuhinji in oprema v kotlovnici. V šoli so računalniške učilnice, ostali porabniki (biro oprema) pa se priključujejo na vtičnice. Razsvetljava notranjih prostorov je izvedena s klasično fluorescentno razsvetljavo z elektromagnetnimi dušilkami zastarelega tipa ter klasičnimi žarnicami po hodnikih in sanitarnih in pomožni prostorih.

Med fiksne porabnike spadajo naprave v kuhinji in kotlovnici ter bojlerji v sanitarnih prostorih. Fiksni porabniki so priključeni preko ustreznih instalacijskih odklopnikov in kablov. Električna instalirana moč fiksnih porabnikov v kuhinji je 32 kW, konična moč znaša 22,7 kW. Skupna instalirana moč razsvetljave in vtičnic skupaj za obe stavbi je 189,8 kW. Od tega je instalirana električna moč razsvetljave 56,8 kW.

5.4.3 Povzetek meritev porabe in kvalitete električne energije

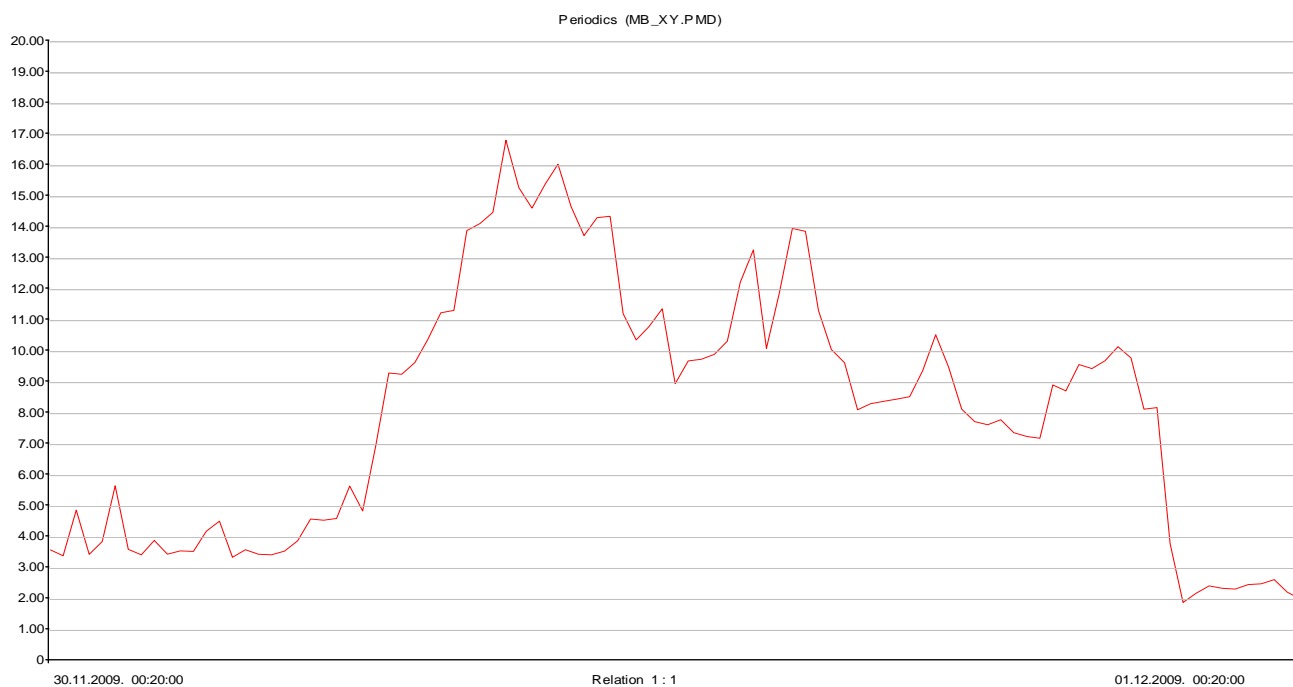
Meritve električne energije v stavbi smo izvajali od srede, 25. 11. 2009 (10.35), do torka, 1. 12. 2009 (12.35). Maksimalna izmerjena vršna moč v merjenem obdobju je znašala 19,5 kW v torek, 1. 12. ob 13.05 in ni posebej izstopala od dnevnega diagrama moči. Skupna poraba električne energije je znašala v merilnem obdobju 1.077,5 kWh. Iz tedenskega diagrama je razvidna dokaj nesimetrična (konična) dnevna obremenitev. V soboto in nedeljo je celodnevna poraba na polovičnem nivoju porabe delavnika. Iz dnevnega diagrama vršne moči je razvidna zelo visoka konična jutranje-dopoldanska obremenitev med 8.00. in 10.30. uro ($P_k \approx 20$ kW) in popoldanska med 14.00 in 16.30. uro ($P_k \approx 20$ kW). Jutranja in popoldanska konica obremenitve sta približno enaki.

V času meritev ni bilo registriranih prekinitev napajalne napetosti in napetostnih anomalij. Tokovna obremenitev faz je nesimetrična. Mnogo manj je obremenjena tretja faza. Za nadaljnje priključitve enofaznih porabnikov je priporočljivo uporabiti fazo I3. Višje harmonske komponente faznih napajalnih napetosti ne odstopajo od normiranih vrednosti. Kvaliteta in razvod električne energije sta s funkcionalnega in varnostnega stališča kljub starosti instalacij na ustreznem nivoju.



Pt+ (kW) Avg

Slika 5.11: Tedenska periodična meritev trenutne moči



Pt+ (kW) Avg

Slika 5.12: Dnevna meritev moči

6 PREGLED RABE KONČNE ENERGIJE

6.1 Ovoj stavbe

Objekt je bil zgrajen v začetku 20. stoletja. Fasada deluje monumentalno, še posebej relief na južni strani objekta. Dvonadstropna stavba v strnjnem zazidalnem nizu je bila zgrajena med leti 1913 - 1917 (R. Kiffmann). Zasnova objekta je sinteza novega realizma, secesije in domačijskega sloga.

Nosilna konstrukcija so masivni opečni zidovi. Stropna konstrukcija je tipična za takratno gradnjo in sicer je le ta sestavljena iz lesenih nosilcev višine okoli 40 cm. Strešna konstrukcija je klasično leseno ostrešje prekrito z opečno kritino (dvokapnica). Stopnišča so armiranobetonska. Notranje stene so masivne opečne izvedbe. Pri sestavi tlakov so upoštevane enotne finalne obdelave, saj obrabna plast talnih oblog (terrace, parket, pvc,...) ne igra bistvene vloge pri toplotni prehodnosti.

Objekt je bil torej načrtovan skladno s takrat karakterističnim načinom gradnje. Fasada je v klasični izvedbi – podaljšana malta brez toplotne izolacije. Okna so v škatlasti izvedbi s povprečnim faktorjem toplotne prehodnosti 2,8 W/m²K. Na zahodni in vzhodni fasadi je del oken zamenjan z PVC okni s povprečnim faktorjem toplotne prevodnosti 1,5 W/m²K.

Arhitekturna zasnova zunanjega ovoja ima pomemben vpliv na toplotne karakteristike. Zasnova je glede na funkcijo stavbe logična, vendar pa se s členitvijo objekta na osrednji, severni in južni del povečajo toplotne izgube.

Po vizuelnem pregledu je ugotovljeno sledeče:

- obstoječa, škatlasta okna so glede na starost v dokaj dobrem stanju vendar ne zadostujejo zahteva za učinkovito rabo energije v stavbah,
- fasada objekta je glede na starost v sorazmerno dobrem stanju,
- strop proti neogrevanemu ostrešju je potrebno dodatno toplotno izolirati,
- streha na nekaterih delih pušča in bila potrebna sanacije.



Slika 6.1: Pogled na glavni vhod v stavbo - vzhodna fasada

Vir: lastni vir.



Slika 6.2: Posnetek južne in vzhodne fasade

Vir: lastni vir.



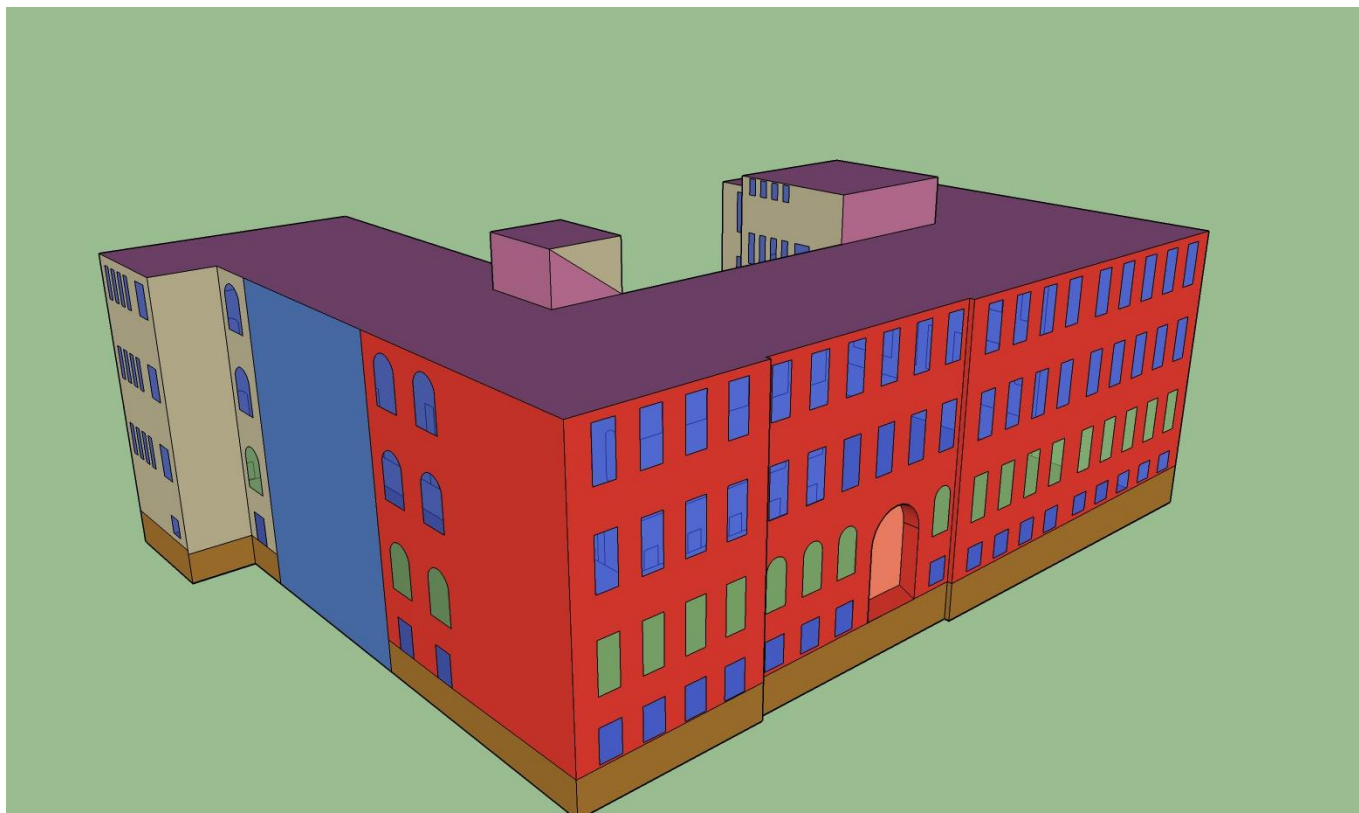
Slika 6.3: Posnetek notranjega atrija zahodna stran

Vir: IDZ, Styria Arhitektura, d.o.o.



Slika 6.4: Posnetek notranjega atrija zahodna in južna fasada

Vir: IDZ, Styria Arhitektura, d.o.o.



Slika 6.5: Model stavbe za izračun gradbene fizike

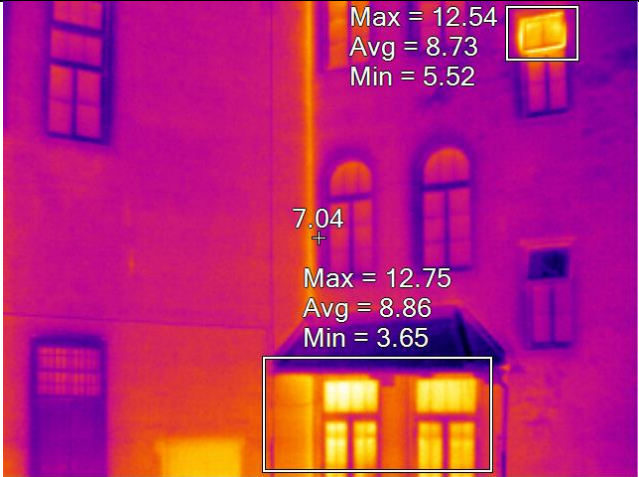

6.1.1 Povzetek termovizijskega pregleda stavbe

Za potrebe analize ključnih pomanjkljivosti toplotne zaščite in zrakotesnosti ovoja stavbe je bil izdelan tudi ponovni termovizijski pregled stavbe. Prvi termovizijski pregled je bil izdelan leta 2009 in ga prilagamo kot prilogo k poročilu. Ponovni pregled pa je bil izveden v petek, 21. 4. 2017, med 7.00 in 8.00 uro. V času izvedbe pregleda so bili izmerjeni naslednji zunanji klimatski pogoji: $T_{\text{zunaj}} = 0,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{RH} = 62 \%$, nebo je bilo jasno in hitrost vetra manjša od $0,05 \text{ m/s}$. Notranji klimatski pogoji v prostorih so bili: $T_{\text{znotraj}} = 23,5^{\circ}\text{C}$ in $\text{RH} = 42,3 \%$. Termovizijski pregled je bil izveden s termovizijsko kamero Fluke Ti32 Thermal Imager, mikroklimatski podatki pa so bili izmerjeni s pomočjo merilnika

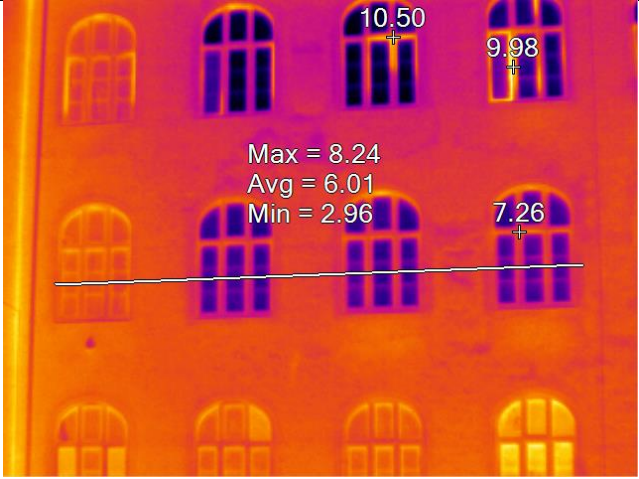

METREL Poly MI6401. Meritve oz. termovizijski pregled stavbe je potekal v jutranjih urah, ko je ogrevalni sistem že deloval na polnem režimu, prostori so bili ogrevani po dejanskem temperaturnem režimu za obratovanje stavbe. Iz termovizijskih slik so bile ugotovljene naslednje pomanjkljivosti na zunanjem ovoju stavbe:

- Iz termovizijskih posnetkov je bilo vidno je slabše tesnjenje oken. Predvsem stik med okenskim okvirjem in krilom na zgornji strani oken.
- Največje toplotne izgube so vidne na stavbnem pohištvu, predvsem pri okenskih zasteklitvah, vratnih polnilih, vratnih zasteklitvah.
- Toplotni mostovi na zunanjem ovoju so vidni predvsem na predelu okenskih in vratnih preklad, medetažnih konstrukcij in na mestih fasadnih štukatur.
- V času termovizijskega pregleda stavbe smo opazili odprta okna. Okna so bila odprta na »kip«, tj. odprta po spodnji horizontalni osi in na stežaj za več kot 1 uro. S takšnim načinom prezračevanja (odprta okna čez noč) izgubimo veliko toplotne energije, ki se porabi za ogrevanje prostorov. Priporoča se uvedba energetske učinkovitega prezračevanja. Učinkovito prezračevanje je takšno, da okna za 5 min odpremo na stežaj. Več si lahko pogledate na video posnetku na spletnem naslovu: https://www.youtube.com/watch?v=W_ILr8nF7F4.

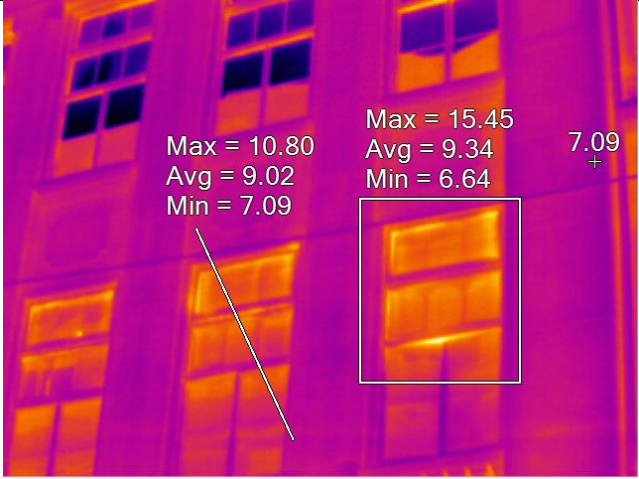

Preglednica 6.1: Termovizijski posnetek južne in zahodne fasade zahodnega notranjega atrija

Termovizijski posnetek	Vidna slika
	
<p>Komentar na termovizijski posnetek:</p> <p>Iz termovizijskega posnetka je viden predvsem vertikalni geometrijski toplotni most, na stiku med južno in zahodno fasado ter slabše toplotno izolativno stavbno pohištvo, predvsem vhodna vrata. V nadstropju (zgornji desni vogal slike) lahko vidimo tudi odprto okno in s tem ventilacijske toplotne izgube, saj je bilo okno v času ogleda stavbe odprto. Predvidevamo, da je bilo odprto dalj časa, kar je povzročilo prekomerne izgube toplote in podhlajen prostor. Predlagamo, da se pri naravnem prezračevanje prostorov vpelje organizacijski ukrep »energetsko učinkovito prezračevanje prostorov«.</p>	

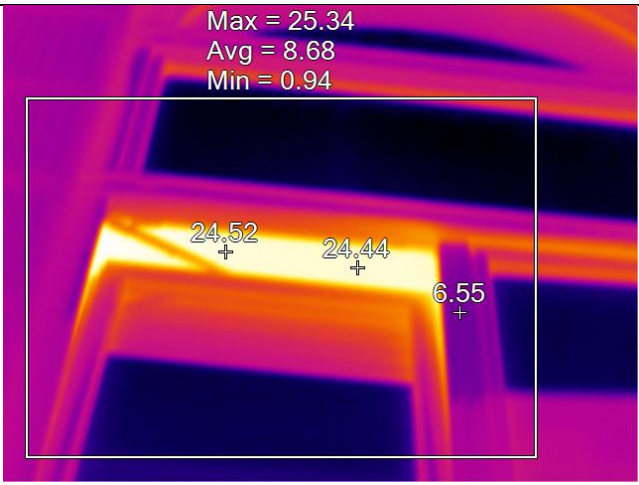

Preglednica 6.2: Termovizijski posnetek zahodne fasade notranjega atrija

Termovizijski posnetek	Vidna slika
	
<p><u>Komentar na termovizijski posnetek:</u></p> <p>Na termovizijskem posnetku lahko na nekaterih delih stavbnega pohištva, vidimo slabše tesnenje stavbnega pohištva (oken). Poleg tega je na desni strani slike (stik med zahodno in južno fasado) viden tudi vertikalni geometrijski toplotni most.</p>	

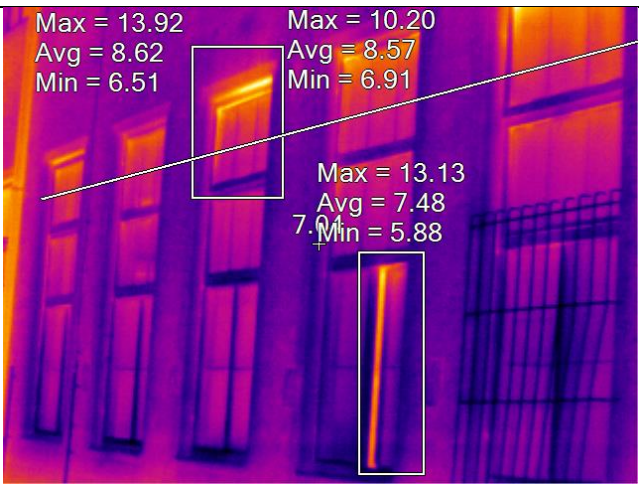

Preglednica 6.3: Termovizijski posnetek vzhodne fasade

Termovizijski posnetek	Vidna slika
	
<p><u>Komentar na termovizijski posnetek:</u></p> <p>Iz zgoraj prikaznih slik lahko ponovno vidimo slabše tesnenje stavbnega pohištva in slabšo toplotno izolativnost stekla oken. Vidni so tudi manjši konstrukcijski toplotni mostovi, predvsem na stikih parapetov in različnih fasadnih elementov. Iz vide slike se vidi tudi močno dotrajano stavbno pohištvo, ki je nujno potrebno zamenjave.</p>	

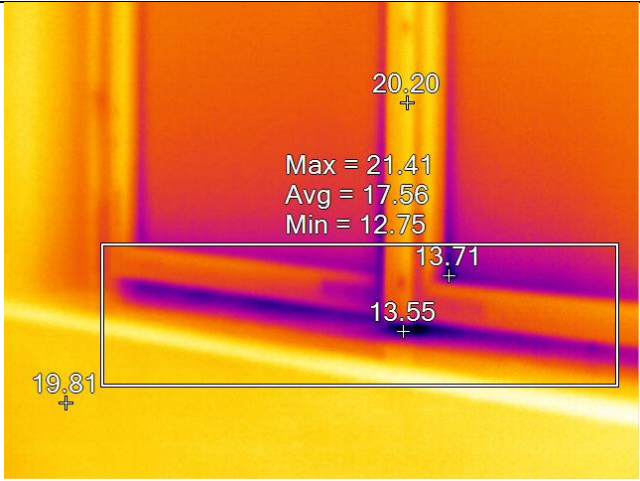

Preglednica 6.4: Termovizijski posnetek odprtega okna na vzhodni fasadi

Termovizijski posnetek	Vidna slika
 <p>Max = 25.34 Avg = 8.68 Min = 0.94</p> <p>24.52 24.44 6.55</p>	
<p>Komentar na termovizijski posnetek:</p> <p>Termovizijski posnetek prikazuje odprto okno, skozi katerega uhaja topli zrak, v notranjost pa vdira hladni zrak, ki hladi konstrukcije in prostor. Okna na posnetku so starejše izvedbe, z lesenimi dotrajanimi okvirji in dvoslojno zasteklitev. Vidna povečana površinska temperatura, zaradi odprtega okna na kip - prezračevanje. To nakazuje na nepravilno prezračevanje, saj so bila okna odprta dalj časa, na ta način se po nepotrebem izgublja toplotna energija. Predlagamo, da se uvede učinkovito prezračevanje, t.j. prezračevanje z odprtim oknom na stežaj, za 5 min.</p>	

Preglednica 6.5: Termovizijski posnetek oken na zahodni fasadi

Termovizijski posnetek	Vidna slika
 <p>Max = 13.92 Avg = 8.62 Min = 6.51</p> <p>Max = 10.20 Avg = 8.57 Min = 6.91</p> <p>Max = 13.13 Avg = 7.48 Min = 5.88</p>	
<p>Komentar na termovizijski posnetek:</p> <p>Tudi na tem termovizijskem posnetku je vidno dotrajano in energetsko neučinkovito stavbno pohištvo. Spodnje označeno okno pa je delno tudi odprto, skozi katerega pa prekomerno uhaja toplota. Predlagamo, da se dotrajano stavbno pohištvo čimprej zamenja z novim in energetsko učinkovitim, pri montaži pa s uporabi vgradnjo in tesnjenje stavbnega pohištva po sistemu RAL.</p>	

Preglednica 6.6: Termovizijski posnetek slabega tesnjenja okna iz notranje strani

Termovizijski posnetek	Vidna slika
	
<p>Komentar na termovizijski posnetek:</p> <p>Termovizijski posnetek prikazuje škatlasto okno iz notranje strani. Iz posnetka se vidi slabše tesnjenje stika med okenskim okvirjem in krilom. Temperaturna razlika med hladnim zunanjim zrakom in toplim notranjim zrakom znaša do 8,6 °C. Na podhlajenih površinah lahko prihaja do kondenzacije in posledično do propadanja materiala ali nastanka plesni.</p>	

Za izboljšanje energetske učinkovitosti ovoja stavbe predlagamo sledeče:

- Vpeljava organizacijskega ukrepa: Pravilno in energetsko učinkovito prezračevanje prostorov ali vgradnja prisilnega prezračevanja z rekuperacijo.
- V primeru menjave stavbnega pohištva se predlaga vgradnja novih v skladu s RAL smernicami. Za montažo oken po RAL smernicah velja, da mora biti spoj med oknom in gradbenim elementom zatesnjen tako, da ustreza visokim zahtevam. Obvezno je tesnjenje v treh ravneh, kjer se na notranji ravnini izvede tesen paronepropusten sloj, v sredin zvočno in toplotno izolativni sloj ter na zunanji ravnini, sloj, ki je odporen na vremenske vplive vendar parporopusten iz znotraj navzven.
- Namestitev dodatne toplotne izolacije na fasade, ki niso kulturnovarstveno zaščitene.
- Na mestih fasade, kjer se pojavljajo večji toplotni mostovi oz. toplotne izgube, se predlaga, da se namesti dodatna toplotna izolacije, prav tako tudi na okenske špalete, kjer je to izvedljivo.
- V kolikor je možno se zamenja vsa dotrajana in energetsko neučinkovita okna z novimi energetsko bolj učinkovitimi okni. Pomembno je tudi, da se izbere okna z čim manjšim faktorjem prevodnosti okenskih okvirjev. Enako velja tudi za vsa vrata.

6.2 Električni aparati

Po naši oceni največji delež trenutne rabe električne energije predstavljajo razsvetljava, porabniki v kuhinji, priprava TSV in IKT oprema v stavbi. Ostali električni porabniki so predvsem grelci vode, naprave v kotlovnici in ostale električne naprave, ki so potrebne za delovanje šole.

Natančna razdelitev rabe električne energije na razsvetljava in ostalo rabo električnih naprav je možna le na osnovi oz. s pomočjo obratovalnega monitoringa in namestitve merilnih števcov na posamezne porabnike oz. sklope. Spremljanje rabe energije presega obseg REP-a. V nadaljevanju energetskega poročila podajamo samo pavšalno oceno nekaterih večjih porabnikov (obtočne črpalke, razsvetljave, ostalih grelnih naprav itd.), ki izhaja iz izkušenj in

meritev porabe energije, ki smo jih na primerljivih 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 idr.

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

Preglednica 6.7: Ocena porabe električne energije večjih porabnikov

Tip porabnika	Moč porabnika	Skupaj obratovalne ure/leto	Ocenjena letna poraba električne energije (kWh/leto)
Samostoječi multifunkcijski tiskalniki	2.500	520	1.040
Grelniki za TSV	2.000	8.760	876
Delikomat	1.700	8.760	4.935
Računalniška oprema	250	2.000	500
Obtočna črpalka	450	2800	1.260

6.3 Razsvetljava

Razsvetljava je izvedena v učilnicah pretežno s klasičnimi fluorescentnimi sijalkami v klasični izvedbi. Nekatere učilnice imajo fluorescentne sijalke s sodobnejšim zrcalno refleksnim rastrom. Razsvetljava toaletnih prostorov, pomožnih prostorov in zaklonišč a je izvedena s klasičnimi žarnicami ponekod zamenjanimi z varčnimi sijalkami. Ocenjena električna instalirana moč stavbe je 190 kW, konična moč znaša 131 kW, od tega je 57 kW električne moči namenjeno napajanju razsvetljave.



Slika 6.6: Posnetek učilnice s fluorescentnimi sijalkami 2 x 25 W in nadometne instalacije

Vir: lastni vir.



Slika 6.7: Posnetek razsvetljave v sanitarijah

Vir: lastni vir.

Zasilna (varnostna) razsvetljava

Zasilne svetilke ob izpadu električne energije v javnih objektih osvetljujejo prostor eno uro z osvetljenostjo minimalno 1 luxa tako, da je možno varno zapustiti prostore. V šolskem objektu je instalirana varnostna razsvetljava in je opremljena z ustreznimi oznakami.



Slika 6.8: Posnetek svetilke varnostne razsvetljave

Vir: lastni vir.

Preglednica 6.8: Povzetek razsvetljave tipičnih prostorov

Tipični prostor	Moč svetil	Št. svetil	Tip razsvetljave
Hodnik-jedilnica	2 × 58 W	6	Fluorescentna, klasična
Stopnišče	25 W	1	Varčna sijalka
Kuhinja	2 × 58 W	18	Fluorescentna
Navadna učilnica	2 × 58 W	8	Fluorescentna, zrcalni raster
Zbornica	2 × 58 W	8	Fluorescentna, zrcalni raster
Računalniška učilnica	2 × 58 W	8	Fluorescentna, klasična

6.4 Priprava tople vode

TSV se pripravlja lokalno in za vsako odjemno mesto (lijak z mešalno baterijo) posebej. Pripravlja se s pomočjo električnih bojlerjev (nazivne moči 2 kW). TSV se tako pripravlja skozi cel dan in tudi takrat, ko v stavbi ni uporabnikov (zvečer, ob vikendih in med prazniki). Opis oskrbe s TSV je v poglavju 5.2. Natančnega podatka o porabi toplotne energije za pripravo TSV ni bilo možno pridobiti, saj se poraba ne meri ločeno. Določiti je možno le ocenjeno porabo električne energije za lokalno pripravo TSV, ki se pripravlja s pomočjo električnih bojlerjev, moči 2.000 W. Ocenjujemo, da se za ogrevanje TSV v stoječem električnem boilerju kapacitete 10 - 50 litrov porabi okoli 2,4 kWh/dan, četudi boiler nima odjema. V enem letu (365 dni) lahko to znaša tudi več kot 876 kWh oz. 105 EUR brez DDV, pri ceni električne energije 0,12 €/kWh.

6.5 Prezračevanje, hlajenje in klimatizacija

Učilnice in pisarniški ter spremljajoči prostori (hodniki, stopnišča) so prezračevani naravno: z odpiranjem oken in vrat. Prav tako so naravno prezračevane tudi sanitarije – preko oken in rešetk v prezračevalnih jaških. Prisilno se prezračujejo le prostori jedilnice in kuhinje v kleti stavbe. Prezračevalna naprava je bila vgrajena pred nekaj leti in je dokaj nova, je pa brez rekuperacijske enote, prostori se tako prezračujejo samo z odvodnimi in dovodnimi ventilatorji. Prezračevanje se upravlja ročno z vklopom ob 6. uri in izklopom ob 14. uri.



Slika 6.9: Posnetek prezračevalnih kanalov v jedilnici

Vir: lastni vir.



Slika 6.10: Posnetek razdelilne kuhinje

Vir: lastni vir.

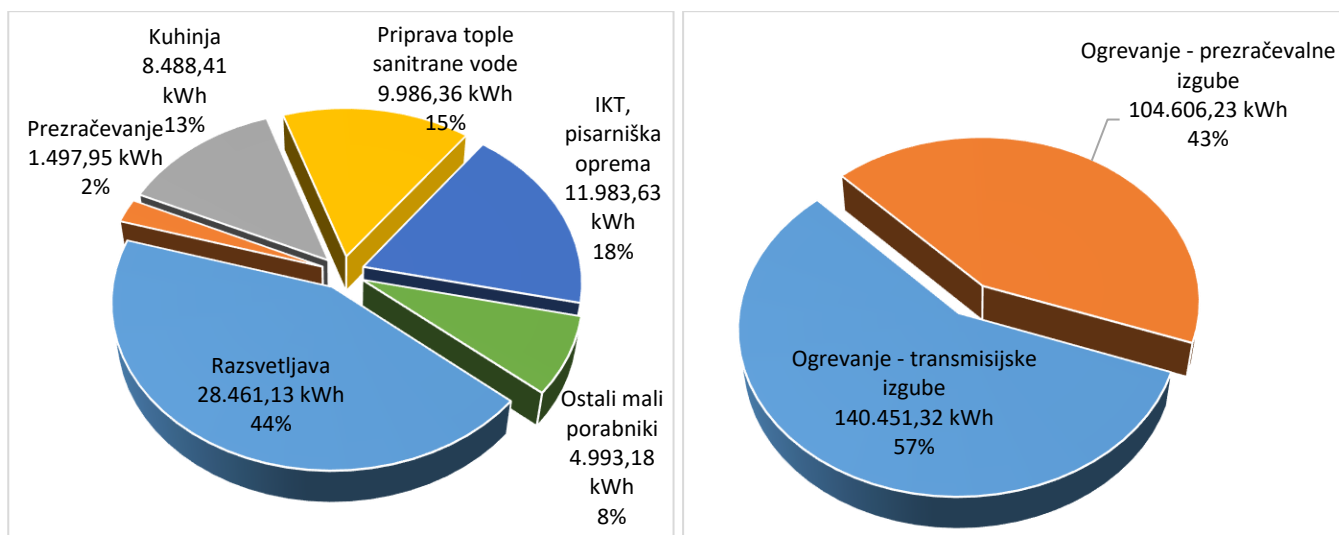
6.6 Razdelitev porabe energije

Preglednica 6.9: Ocenjena razdelitev rabe energije

Razdelitev porabe električne energije	Ocenjena raba energije	delež
Razsvetljava	28.461,13 kWh	43,51%
Prezračevanje	1.497,95 kWh	2,29%
Kuhinja	8.488,41 kWh	12,98%
Priprava tople sanitarne vode	9.986,36 kWh	15,27%
IKT, pisarniška oprema	11.983,63 kWh	18,32%
Ostali mali porabniki	4.993,18 kWh	7,63%
Skupaj	65.410,67 kWh	100,00%

Razdelitev porabe toplotne energije	Ocenjena raba energije	delež
Ogrevanje - transmisijske izgube	140.451,32 kWh	57,31%
Ogrevanje - prezračevalne izgube	104.606,23 kWh	42,69%
Skupaj	245.057,55 kWh	100,00%

Razdelitev porabe energije	Ocenjena raba energije	delež
Toplotna energija	245.058 kWh	78,93%
Električna energija	65.411 kWh	21,07%
Skupaj	310.468 kWh	100,00%



Slika 6.11: Grafični prikaz porazdelitve porabe električne (levo) in toplotne energije (desno)

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 sta bili pregledani tudi pogodbi o dobavi električne energije, ki jo ima SŠGT Maribor sklenjeno z Elektro Maribor Energija plus, d. o. o. a je že potekla konec leta 2016. Pogodbo za daljinsko ogrevanje ima sklenjeno za nedoločen čas s podjetjem Petrol, d. d. (prej Eltec Petrol, d. o. o.)

7.2 Električna energija

V zadnjih dveh letih je električno energijo dobavljalo podjetje Elektro Maribor Energija plus, podjetje za trženje energije in storitev d. o. o., vetrinjska ulica 1, omrežnino pa zaračunavalo Podjetje Elektro Maribor, d. d. podjetje za distribucijo električne energije, d. d., Vetrinjska ulica 2, 2000 Maribor.

Javni zavod je leta 2014, skupaj z ostalimi srednjimi šolami, preko Zveze srednjih šol in dijaških domov Slovenije, pristopil k skupnemu povpraševanju za dobavo električne energije. Na javnem naročilu za dobavo električne energije za potrebe javnih zavodov za obdobje od 1. 1. 2015 do 31. 12. 2016 je bilo izbrano podjetje Elektro Maribor Energija plus, d.o.o. Zveza srednjih šol in dijaških domov je decembra podpisala krovno pogodbo, še isti mesec pa je SŠOF podpisal še neposredno pogodbo z dobaviteljem. V krovni pogodbi je določena cena dobave električne energije, ki znaša 0,04663 EUR brez DDV za VT, 0,03109 EUR brez DDV za MT in 0,04197 EUR brez DDV za ET. V neposredni pogodbi z SŠGT Maribor pa so določila, ki se nanašajo samo na obravnavani zavod, in sicer: način plačila obveznosti, način obračuna in druge obveznosti dobavitelja in naročnika. Podatki o ceni energije za preteklo obdobje (2014) nam niso bili na voljo, zato primerjava s prejšnjimi pogodbami ni mogoča, prav tako pa nam ni bila ni voljo pogodba za leto 2017, oz. javni zavod še ni dobil nove pogodbe ali aneksa k obstoječi pogodbi

Cena, določena v pogodbi, je fiksna za celotni čas trajanja pogodbe. Obračun dobavljene oz. porabljene električne energije se izvede na osnovi podatkov o dejanskih mesečnih količinah dobavljene oz. porabljene električne energije. V ceni ni všteta trošarina na električno energijo, prispevek za povečanje učinkovitosti rabe električne energije, stroški uporabe elektroenergetskih omrežij ter morebitni drugi dodatki, prispevki, davki.

Pred menjavo je bila cena dobave energije za VT 0,06785 EUR/kWh in MT 0,04203 EUR/kWh in ET 0,05700 EUR/kWh (dobavitelj Elektro Gorenjska prodaja, d. o. o. , (račun za december). Tako je bila cena pred podpisom pogodbe za VT za 45,51 % višja glede na trenutno, MT za 35,19 %, ET pa za 35,81 %.

7.3 Toplotna energija

Stavba je oskrbovana s toplotno energijo, kjer se kot energent uporablja daljinska toplota dobavitelja Petrol, slovenska energetska družba, d. d. Ljubljana, Dunajska cesta 50, 1000 Ljubljana.

Za dobavo toplotne energije ima SŠGT Maribor sklenjeno pogodbo za nedoločen čas z dobaviteljem Petrol, d. d. (prej Eltec Petrol, d. o. o. Pot na Lisce 7, 4260 Bled) v kateri je določena priključna oz. obračunska moč in drugi pomembni dejavniki, cena energije pa je s to pogodbo vezana na tarifni cenik toplote, ki se oblikuje in spreminja

mesečno skladno z Uredbo o oblikovanju cen proizvodnje in distribucije pare in tople vode za namene daljinskega ogrevanja za tarifne odjemalce oz. vsakokrat veljavnim predpisom o oblikovanju cen.

Fiksni del cene zajema vse stroške pripravljanih storitev in storitev upravljanja, ki so potrebne za izvajanje dejavnosti distribucije toplote za vse tarifne odjemalce toplote iz kotlovnice (amortizacijo in stroške financiranja, stroške materiala, stroške storitev, stroške dela, stroške investicijskega in tekočega vzdrževanja in druge stroške poslovanja). Cena fiksnega dela (obračunska moč) se skladno z zakonom o minimalni plači redno usklajuje z rastjo minimalne plače. Variabilni del cene toplotne energije zajema stroške energenta (zemeljski plin in električno energijo). Izhodiščna cena za dobavljeno toplotno energijo na dan 1. 1. 2013 znaša 0,08638 €/kWh. Na ceno variabilnega dela vpliva strošek dobave energenta, ki vključuje ceno energenta, omrežninski del-fiksni in variabilni ter znesek za meritve ter dodatke k ceni (trošarina, ekološka taksa, distribucija, meritve ter dodatek za povečanje energetske učinkovitosti).

7.4 Voda

Stavba se oskrbuje s pitno vodo iz javnega vodovodnega omrežja. Obvezno gospodarsko javno službo oskrbe s pitno vodo izvaja Javno Podjetje Mariborski vodovod, javno podjetje, d. d., 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, in je za vsako občino določen z odlokom o oskrbi s pitno vodo. Cene so tako regulirane s strani mestne občine Maribor in podjetji, ki opravljajo storitve dobave hladne vode oz. zaračunavajo stroške za oskrbo s hladno vodo. Prihranki na vodovodnem omrežju so možni predvsem z organizacijskimi in investicijskimi ukrepi.

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, stropa proti podstrešju in tal. Pri REP-u smo uporabili metodo analize zgradbe. Podatke smo dobili iz literature in iz dosegljive obstoječe dokumentacije, stavbo smo si tudi ogledali ter se pogovorili 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-u). V sklopu analize je bil izdelan tudi Elaborat gradbene fizike za stanje stavbe pred prenovi (obstoječe/trenutno stanje) in stanje po prenovi. Omenjeni dokumenti so priloženi h končnemu poročilu.

Izhodiščni podatki za stavbo SŠGT Maribor:

- Nadmorska višina je 269,7 metrov.
- Projektni temperaturni primanjkljaj TP12/20 znaša 3300 Kdni (stopinjski dnevi). Podatek poda klimatske pogoje kraja. Temperaturni primanjkljaj je definiran kot produkt časa ogrevanja z razliko temperatur med notranjostjo stavbe (20 °C) in zunanjim zrakom. Trajanje je po dogovoru omejeno na dni, ko je zunanja temperatura nižja od 12 °C. Upošteva se povprečna temperatura v času kurilne sezone.
- Število projektnih kurilnih dni v letu je 235.
- Povprečna letna temperatura znaša 9,8 °C, vlaga pa 77 %.
- Energija sončnega obsevanja je 1142 kWh/m².
- Projektna zunanja temperatura v ogrevalnem obdobju je -13 °C, v času hlajenja 32 °C.
- Projektna notranja temperatura v ogrevalnem obdobju je 20 °C, v času hlajenja 26 °C.
- Stavba leži na koordinatah: Y = 550427, X = 157705.

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 zunanjšega ovoja ima pomemben vpliv na toplotne karakteristike. Zasnova obravnavane stavbe je relativno enostavna, vendar pa ima zaradi podolgovate gradnje razmeroma zelo neugoden faktor oblike: $f_0 = 0,337 \text{ m}^{-1}$.

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 sončne ($Q_{H,soi}$) dobitke. Iz izračuna gradbene fizike izhaja, da znaša potrebna letna toplota za ogrevanje stavbe pri normalnem obratovanju, ki jo moramo dovesti stavbi, da pokrijemo toplotne izgube, $Q_{NH} = 277.131 \text{ kWh/leto}$. 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.

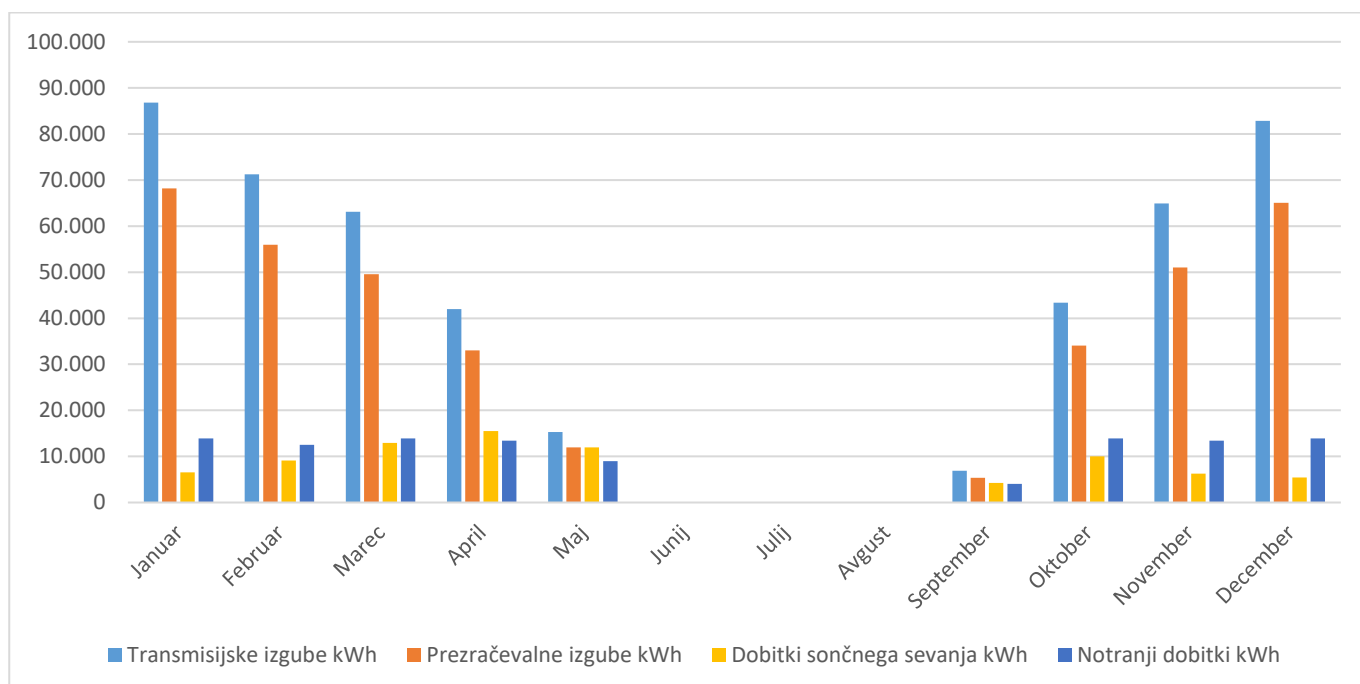
Splošne ugotovitve na zunanjem toplotnem ovoju stavbe so:

- vsi konstrukcijski sklopi ne ustrezajo veljavnemu pravilniku (PURES-u), kar pomeni neučinkovito in prekomerno rabo energije za ogrevanje,
- ovoj stavbe je zaradi zelo slabih toplotnih koeficientov fasade ter dotrajanih okvirjev oken in vrat problematičen,

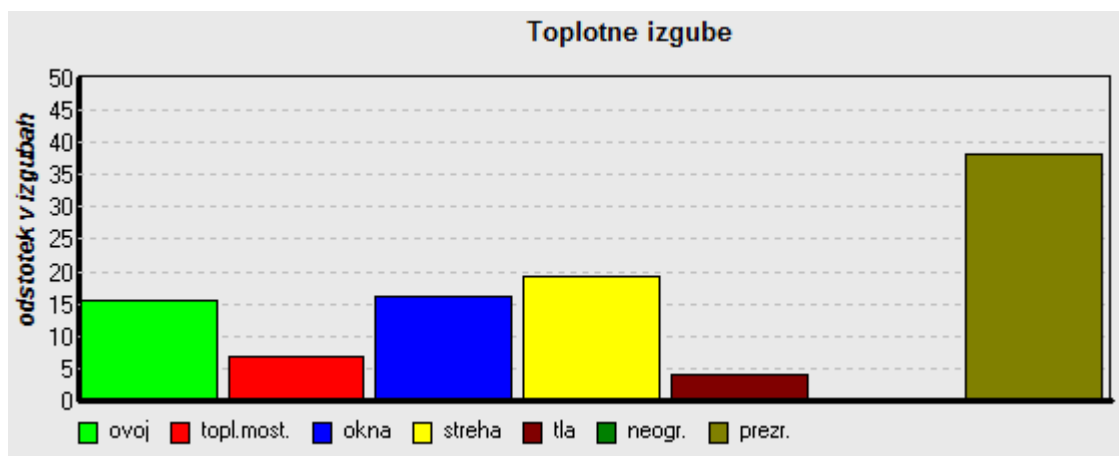
- na zunanjih stenah in stropu proti neogrevanemu podstrešju ni vgrajene zadostne debeline toplotne izolacije,
- slabo je tesnjenje dotrajanega in zastarelega stavbnega pohištva (okna in vrata), ki nima nameščenih niti tesnil med okvirjem in krili (to velja predvsem za starejša lesena okna).

Preglednica 8.1: Rezultati izračuna gradbene fizike – obstoječe stanje

Tip podatka	Izračunana vrednost	Dovoljena vrednost
Kondicionirana površina stavbe – Ak	3.730,94 m ²	
Bruto ogrevana prostornina stavbe – Ve	21.878,35 m ³	
Neto ogrevana prostornina stavbe	17.502,65 m ³	
Celotna površina toplotnega ovoja stavbe – A	5.907,95 m ²	
Oblikovni faktor stavbe (A/Ve)	0,337	
Razmerje med površino oken in površino toplotnega ovoja	0,113	
Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub – H _T	0,897 W/m ² K	0,490 W/m ² K
Izračunana letna potrebna toplota za ogrevanje – Q _{nh}	277.131 kWh	
Q _{nh} /Ak	74,279 kWh/m ²	
Q _{nh} /Ve	12,667 kWh/m ³	5,927 kWh/m ³
Razred energetske učinkovitosti	D	
Dejanska dovedena energije za ogrevanje (dejanski T _{prim12} = 2779,43 Kdni)	245.058 kWh/leto	
Normirana ocenjena dejanska končna energije za ogrevanje (projektne T _{prim12} = 3300 Kdni)	290.956 kWh/leto	



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



Slika 8.2: Toplotne izgube stavbe

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 0,06 W/m²K zaradi majhnega vpliva toplotnih mostov, ki povečajo toplotno prehodnost zunanjega ovoja. Izračunan količnik transmisijskih izgub znaša $H_T = 5.301,52$ W/K.

Neprozorne površine

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
ZS1 - Fasada-zaščitena	V	90	561,58	0,660	370,64
ZS1 - Fasada-zaščitena	J	90	217,44	0,660	143,51
ZS2-Fasada-nezaščitena	S	90	507,80	0,660	335,15
ZS2-Fasada-nezaščitena	V	90	66,75	0,660	44,06
ZS2-Fasada-nezaščitena	J	90	419,94	0,660	277,16
ZS2-Fasada-nezaščitena	Z	90	578,02	0,660	381,49
V1-Lesena stara	S	90	2,50	3,000	7,50
V2-ALU novejša	S	90	2,05	1,800	3,69
V3-PVC novejša	S	90	5,50	1,500	8,25
V4-Lesena glavna	V	90	18,74	3,000	56,22
ST1-Strop proti neog. mansardi		0	1.204,95	0,863	1.039,87
ZS3-Stena proti neog. mansardi	S	90	38,57	0,917	35,37
ZS3-Stena proti neog. mansardi	V	90	31,16	0,917	28,57
ZS3-Stena proti neog. mansardi	Z	90	4,42	0,917	4,05
Skupaj			3.659,42		2.735,54

Slika 8.3: Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje neprozorne površine

Prozorne površine

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl. izgube W/K
O1-PVC novejša	V	90	53,78	1,500	80,67
O1-PVC novejša	J	90	13,25	1,500	19,88
O1-PVC novejša	Z	90	66,24	1,500	99,36
O2-Stara lesena	S	90	233,95	2,800	655,06
O2-Stara lesena	V	90	149,63	2,800	418,96
O2-Stara lesena	J	90	93,61	2,800	262,11
O2-Stara lesena	Z	90	80,22	2,800	224,62
Skupaj			690,68		1.760,65

Slika 8.4: Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje prozorne 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).

Večina prostorov se 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 dosegajo z odpiranjem oken in uporabe prezračevalnih naprav 0,7 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 38,28 % vseh toplotnih izgub, izračunani koeficient prezračevalnih izgub znaša $H_v = 4.165,64$ W/K. Prezračevalne izgube so manjše kot transmisijske, kar nakazuje na slabo 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 škatlasta okna upoštevali dvoslojno zasteklitev ($g = 0,75$). Pri izračunu solarnih dobitkov smo upoštevali tudi notranja senčila, 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 po poenostavljeni metodi, in sicer 5 W/m² ogrevane površine. V ogrevalni sezoni so ti pritoki dobitke energije, ki zmanjšuje potrebo po ogrevanju, v letnem času pa pomenijo obremenitev, ki jo je treba odvajati s hladilnimi napravami. V nekaterih prostorih stavbe že imajo nameščene naprave za pohlajevanje, to so predvsem prostori, ki imajo v poletnem času večje toplotne dobitke zaradi slabih toplotno izolativnih karakteristik posameznih konstrukcij ali zaradi posledice dejavnosti, ki se izvaja v prostoru (npr. kuhinja, mansardni prostori). Praviloma pohlajevanje prostorov v poletnih mesecih pomeni podvojitev 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.

8.2 Notranji toplotni viri zaradi naprav za pretvorbo energije

8.2.1 Priprava tople vode

Topla voda, ki se pripravlja lokalno v električnem bojlerju, se porablja za potrebe umivanja v sanitarijah. Električni bojler je primerno toplotno izoliran, zato večjih toplotnih izgub na tem sistemu ni pričakovati.

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 razsvetlavo, posledično pa 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 vgrajeno večinoma zastarelo razsvetlavo, ki je potrebna prenove. Obstoječa pa je povečini izvedena iz fluorescentnih sijalk. V izračunih upoštevamo privzete notranje dobitke 5 W/m^2 , ki zajemajo tudi toplotne dobitke zaradi razsvetljave.

8.2.3 Kuhinja

Trenutno se v stavbi uporablja smo razdeljevalne kuhinja, ki pa je bila pred kratkim prenovljena in je v zadovoljivem stanju. V sklopu rekonstrukcije stavbe po predloženi IDZ dokumentaciji, je predvideno, da se za potrebe dejavnosti šole predvideva izvedba novih kuhinj za praktični pouk in obnova obstoječih. Predvidena je vgradnja novih energetsko učinkovitih naprav, predvsem bele tehnike in prezračevalnih naprav. Predvidena je vgradnja prezračevalnih naprav z rekuperacijskimi enotami. Kuhinje bodo sodobne in energetsko učinkovite.

8.3 Končna energija, potrebna za delovanje

8.3.1 Proizvodnja toplote

Toplotna energija se pripravlja s pomočjo indirektnega toplotnega izmenjevalca v toplotni postaji. Toplotna postaja je zastarela in potrebna prenove. Celotni razvodni sistem je slabo toplotno izoliran, prav tako tudi toplotni izmenjevalec. Toplotne izgube izmenjevalca in razvodnega sistema se uporabljajo za neposredno ogrevanje toplotne postaje, oz. okoliških prostorov.

8.3.2 Ogrevalne naprave in sistemi

Prostori v stavbi se ogrevajo s pomočjo radiatorjev in ogrevalnega razvodnega sistema, ki poteka 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 nekondicioniranih prostorih pa je ogrevalni razvod primerno toplotno izoliran. V stavbi so vgrajeni radiatorji različnega tipa, ki pa nimajo vsi nameščenih 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

V stavbi ni centralnega sistema za razdeljevanje tople vode. Topla voda se pripravlja lokalno na mestu odvzema. Toplotne izgube so minimalne

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 1000 in več EUR na m² 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, samo en ukrep naenkrat. Pri izvedbi več ukrepov hkrati moramo upoštevati medsebojni vpliv posameznih ukrepov.

Za stavbe kulturne dediščine veljajo posebna pravila, ki narodnogospodarskemu interesu, navadno izraženemu z energijskimi in finančnimi kazalniki, dodajajo še širši nacionalni interes. Ta je v tem primeru primaren in v veliki meri vrednoten z nemerljivimi količinami oz. opisi. Od primera do primera je odvisno, kakšna in kolikšna (če sploh) izboljšava energetske učinkovitosti bo dejansko dovoljena, da ne bodo prizadete varovane vrednote, ki jih predstavljajo dediščina in kulturni spomeniki.

V Sloveniji je tako stavbna dediščina izvzeta iz veljavnega PURES 2010. Zakon o graditvi objektov namreč v 5. odstavku 9. člena dopušča odstopanje od predpisanih bistvenih zahtev, med katerimi je tudi zahteva po varčevanju z energijo in ohranjanjem toplote, kamor sodijo tudi zahteve PURES 2010: »V objektih, varovanih na podlagi predpisov s področja varstva kulturne dediščine, lahko projektirane ali izvedene rešitve odstopajo od predpisanih bistvenih zahtev, vendar samo pod pogojem, da z odstopanjem ni ogrožena varnost objekta, življenje in zdravje ljudi, promet, sosednji objekti ali okolje.«

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 Urša Slovenija. Izračuni so opravljeni na osnovi Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES, 2010). Pri izračunu možnih prihrankov smo upoštevali varnostni faktor (5 %) in tako zmanjšali izračunane prihranke. Prihranke, izračunane s pomočjo programa, smo upoštevali 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. 67/2015). Izračun oz. enačbe za prihranke so prikazani pri posameznem predlaganem ukrepu.

Preglednica 9.1. Izhodiščni podatki za analizo energetske varčevalnih potencialov stavbe

Izhodiščni podatek	Toplotna energija (ogrevanje)	Električna energija (TSV)	Električna energija	Enota	Vir podatka
Povprečna raba dovedene energije	245.058	9.986	55.424	kWh/letno	Povprečje rabe končne energije v zadnjih treh zaključenih letih (analizirano obdobje v poročilu). Ocenjujemo, da se 15,27 % električne energije porabi za pripravo TSV.
	245,06	9,99	55,42	MWh/letno	
Povprečna raba primarne energije	245.058	24.966	138.561	kWh/letno	Rabo končne energije smo pomnožili s faktorjem 1,0 za daljinsko toploto s kogeneracijo in električno energijo s faktorjem 2,5 (vir: TSG-1-004:2010).
Povprečne emisije CO ₂	78.419	4.893	27.158	kg CO ₂	Toplotno energijo (DO) smo pomnožili z 0,32 kg CO ₂ in električno energijo z 0,49 kg CO ₂ (vir: Pravilnik o metodah za določanje prihrankov energije, priloga 3 (Ur. list RS, št. 67/2015)).
Cena končne energije v letu 2015	0,07859	0,10399	0,10399	EUR/kWh	Povprečna mesečna cena energije v zadnjem zaključenem letu, letu 2016 (vir: energetska analitika stavbe).
	78,59	103,99	103,99	EUR/MWh	
Izhodiščni stroški energije	19.259,11	1.038,48	5.763,57	EUR/letno	Zmnožek referenčne rabe končne energije in cene končne energije v zadnjem zaključenem letu.
Projektni Tprim12	3300			Kdni	http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/pravilnik-ucinkoviti-rabi-energije/
Dejanski Tpm12	2779,43			Kdni	Povprečni Tpm12 zadnjih treh zaključenih let. Pridobljen iz baze ARSO.

9.2 Ovoj stavbe

Pri starejših in toplotno neizoliranih 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 konstrukcijo. 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 lahko povzroči velike ventilacijske izgube in neugodno počutje v prostoru. Po menjavi oken se pogosto pojavi problem kondenzacije na konstrukcijskih elementih (predvsem na armiranobetonskih ploščah in prekladah) ob oknih, zaradi česar marsikdaj nastane plesen. 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. Učinki ukrepov so odvisni od različnih faktorjev, kot so klimatski pogoji, faktor oblike stavbe, medsebojna usklajenost ukrepov in cene investicijskih ukrepov.

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 prenove 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 tla neogrevanega podstrešja,
- namestitev dodatne toplotne izolacije v talno konstrukcijo na terenu.

Pri prenovi zunanje ovoja stavbe je potrebno upoštevati smernice zavoda za varstvo kulturne dediščine, kar pa lahko v danem primeru pomeni bistveno povečanje stroškov (zaradi izvedbe detajlov zunanje ovoja).

9.2.1 Toplotna zaščita fasadnih sten

Toplotna zaščita zunanjih sten z zunanje strani je v gradbenofizikalnem smislu najprimernejši način toplotne zaščite zunanjih sten. Sodobni gradbeni materiali omogočajo izdelavo natančnih posnetkov izvornih fasadnih elementov (venci, štukature ipd.) tudi v sistemu kontaktne fasade (izolacijski in zaključni sloj neposredno na izvorno osnovo). Vendar mora biti ta ukrep usklajen s konservatorsko stroko, saj je fasada zaščiten kot del zaščitenega okolja oz. ima poseben arhitekturni ali zgodovinski pomen, kar obsega tudi varovanje oz. prezentacijo izvornih gradiv.

Izvedljivost predlaganega posega je potrebno preveriti pri ZVKDS oz. je potrebno pridobiti kulturnovarstvene pogoje za predvidene posege. V preglednici možnih ukrepov na zunanjem ovojju v nadaljevanju prikazujemo izvedbo ukrepa le na dvoriščnih fasadah, in sicer na Z, S in J fasadi. Glede na oblikovnost in posebnost uličnih fasad (V in J fasade) ter morebitnih zahteve ZVKDS glede ohranjanja naselbinske dediščine, pa sklepamo, da tam namestitev toplotne izolacije iz zunanje strani ne bo izvedljiv ukrep in ga v nadaljevanju prikazujemo kot možne/virtualne prihranke.

Pri izračunu energetsko učinkovitih ukrepov na fasadi predvidimo izvedbo kontaktne tankoslojne fasade po sistemu ETICS oz. primerljivo, kot je npr. TAMPOR DEMIT s dodatno izvedbo fasadnih štukatur po izgledu obstoječe fasade. Ta zajema dobavo in namestitev toplotne izolacije EPS s faktorjem toplotne prevodnosti 0,039 W/mK ali manj, skupaj z lepilom, malto, mrežico, zaključnim ometom in mineralnim zaključnim ometom ter z zaključnim slojem in postavitvijo odra (do višine 20 m), izvedbo in ostale izvedbene stroške. V kolikor bi bilo možno izvesti ta ukrep, menimo, da bi bilo smiselno na fasado namestiti skupno vsaj 14 cm toplotne izolacije. Fasada bi tako imela toplotno prehodnost, ki je manjša od 0,2 W/m²K, kar je tudi skladno z zahtevo PURES. Okvirne kalkulativne vrednosti izvedbe brez DDV znašajo za 16 cm toplotne izolacije približno 50 EUR/m². Navedena cena je za nezaščitene stavbe in z izvedbo nezahtevnih fasadnih štukatur in obrob. Fasada, ki je skladna s konservatorskimi ali restavratorskimi smernicami, je lahko bistveno dražja.

Prihranki so večji kot pri zamenjavi oken, investicija ne tako visoka, zato je enostavna doba vračanja manjša. V primeru izvedljivosti tega ukrepa, bi ta imel višjo prioriteto kot zamenjava oken.

9.2.2 Toplotna zaščita tal neogrevanega podstrešja

Strop proti neogrevanemu podstrešju oz. tla neogrevanega podstrešja so trenutno po naši oceni toplotno izolirana le z minimalno debelino toplotne izolacije oz. z zastarelo in dotrajano toplotno izolacijo iz leša oz. peščenega nasutja. Trenutno ocenjena debelina toplotne izolacije ne izpolnjuje zahtev veljavnih predpisov, zato v primeru, da se obstoječa mansarda ne uredi v bivalne oz. kondicionirane prostore, predlagamo, da se na strop proti neogrevanemu podstrešju namesti dodatno toplotno izolacijo v debelini 22 cm s predlaganim faktorjem toplotne prevodnosti 0,038 W/mK ali manj, toplote prehodnost konstrukcije naj bo: $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$. Pred tem je potrebno preveriti še obstoječe stanje stropa in strehe (dotrajanost, nosilnost, puščanje, zamakanje ...). Prav tako predlagamo, da se nova toplotna izolacija zaščiti s paropropustno folijo ali vetrno oviro, s čimer se prepreči prašenje, namakanje in prehitro razpadanje toplotne izolacije. Poleg namestitve folij predlagamo tudi, da se za hojo po podstrešju (vzdrževanje podstrešja, strehe) vzpostavi koridorji iz plohov.

V sklopu že narejenega IDZ-ja za celovito rekonstrukcijo stavbe (ki služi tudi kot podloga za izdelavo REP-a) je predvideno, da se celotna mansarda (obe nadstropji v mansardi) preuredi v bivalne oz. uporabne prostore. Predvidena je izvedba novih učilnic, komunikacijskih in tehničnih prostorov. V naslednjem poglavju podajamo tudi ukrepe oz. usmeritve za izvedbo namestitev izolacije na poševno streho stavbe.

9.2.3 Toplotna zaščita poševne strehe

Poševna streha stavbe trenutno ni toplotno izolirana, saj mansardni prostori niso ogrevani ali hlajeni. V nadaljevanju podajamo predloge za namestitev toplotne izolacije na poševno streho v primeru, da se obstoječa mansarda preuredi v bivalne oz. kondicionirane prostore, kot je tudi predvideno z IDZ za rekonstrukcijo stavbe. Z večanjem ogrevanih oz. kondicioniranih in uporabnih površin se povečuje tudi raba energije, s spremembo mansarde v kondicionirane prostore ni možno pričakovati prihrankov.

Pri namestitvi toplotne izolacije na poševno streho oz. pri prenovi konstrukcijskega sklopa je potrebno zadostiti zahtevam PURES-a. Ker pa je mansarda še bolj izpostavljena zunanjim vplivom, kot npr. ostale zunanje konstrukcije stavbe (večji del ovoja meji proti zunanosti, ki je v poletnih mesecih izpostavljena vročini oz. direktnemu sončnemu sevanju in pozimi nizkim temperaturam) predlagamo, da pri namestitvi toplotne izolacije zahteva še strožje zahteve glede toplotne izolativnosti, akumulacije toplotne in faznega zamika.

Predlagamo oz. v analizi upoštevamo, da se vgradi toplotna izolacija iz lesnih vlaken ali celuloze, s toplotno prevodnostjo $0,040 \text{ W/mK}$ ali manj, v debelini 38 cm, tako da bo toplotna prehodnost celotne konstrukcije poševne strehe $U \leq 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$, in fazni zamik nad 15 ur. V ceni stroška ukrepa je upoštevana tudi namestitev paropropustne folije iz zgornje strani, PVC folije iz spodnje strani toplotne izolacije in vgradnja notranjega zaključnega sloja iz mavčno-kartonskih plošč na aluminijasto podkonstrukcijo, ki se pritrdi na obstoječo leseno strešno konstrukcijo.

9.2.4 Zamenjava stavbnega pohištva (okna in vrata)

Tudi pri prenovi stavbnega pohištva je potrebno upoštevati smernice zavoda za varstvo kulturne dediščine, kar lahko pomeni bistveno povečanje stroškov (zaradi izvedbe novih oken po vzoru obstoječih).

Večina stavbnega pohištva je starejšega od 25 let. Izdelano je iz lesenih vezanih in škatlastih okvirjev. Lesena vezna okna imajo dvoslojno termopan zasteklitve brez nizkoemisijskega nanosa, škatlasta okna pa enoslojno zasteklitve na vsakem krilu. V letu 2000 so nekaj oken v pritličju in zahodni fasadi zamenjali z okni iz PVC okvirjev in dvoslojno zasteklitvijo polnjeno s plinom, z $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2$. Ocenjena toplotna prehodnost obstoječih lesenih vezanih in škatlastih oken je $U_w = 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, novjših PVC pa $U_w = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ocenjena skladno s standardom SIST EN ISO 10077). Vsa zasteklitve je brez nizkoemisijskega premaza, kar jih uvršča med energetske neučinkovite stavbno pohištvo. Stavbno pohištvo je močno dotrajano, energetske neučinkovito in ne ustreza zahtevam PURES-a, zato ukrep zamenjave starih lesenih oken predlagamo kot prioriteten ukrep.

V nadaljevanju predlagamo, da se celotno dotrajano stavbno pohištvo zamenja z energetsko bolj učinkovitim: z okni iz lesenih okvirjev (predvidevamo, da bo to zahteva ZVKDS, v primeru, da so lahko okna iz PVC okvirjev je strošek zamenjave manjši) toplotno prehodnostjo $U_w \leq 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ in z lesnimi vrati s toplotno prehodnostjo $U_d \leq 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Pri uporabi energetske učinkovitih in tesnih oken je lahko problematično prezračevanje prostorov, zato je potrebno vgraditi prisilno prezračevanje oz. uvesti organizacijski ukrep pravnega prezračevanja prostorov. V ceno zamenjave oken je vključena demontaža obstoječih oken in dobava ter vgradnja novih oken po smernicah RAL, dobava in vgradnja zunanjih senčil (izvedljivost preveriti pri predstavnikih ZVKDS), 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 in estrihov postavlja pod vprašaj zaradi rentabilnosti vložka 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 prioriteten ukrep, ampak ga obravnavamo kot ukrep, s katerim lažje zadostimo zahtevam PURES-a

in zahtevam po skoraj nič-energijski prenovi stavbe. V ceni stroška izvedbe tlakov ni upoštevana dobava in vgradnja zaključnih talnih oblog.

9.2.6 Povzetek analiziranih ukrepov na zunanjem ovoju

Preglednica 9.2: Ocena energetskih varčevalnih potencialov na zunanjem ovoju stavbe

	Debelina izolacije (cm)	Skupni U (W/m ² K)	Cena (€/m ²)	Površina (m ²)	Investicija (€)	Prihranek [kWh/leto]	Prihranek (%)	EVD [leta]
Referenčna poraba toplotne energije pred prenovno:						245.058		
Namestitev toplotne izolacije na nezaščiten fasado	14	≤ 0,20	50	1.647	82.350	24.735	10,09%	42
Namestitev toplotne izolacije na tla neogrevanega podstrešja/mansarde	22	≤ 0,15	30	1.205	36.150	27.261	11,12%	17
Zamenjava lesenega stavbnega pohištva (okna in vrata)		≤ 0,9 / 1,1	500	579	289.500	25.844	10,55%	143
Zamenjava PVC in ALU stavbnega pohištva (okna in vrata)		≤ 0,9 / 1,2	500	141	70.500	2.565	1,05%	350
Tla na terenu	8	≤ 0,25	80	1.205	96.400	6.510	2,66%	188
SKUPAJ:					574.900	86.914	35,47%	84

Opombe:

Navedene so vrednosti brez DDV.

*EVD = enostavna doba vračanja.

9.3 Prezračevalni sistem

Kakovost 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. Toplotne izgube stavbe 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 zadostiti potrebam po prezračevanju in hlajenju stavbe hkrati.

Večina prostorov se prezračuje naravno, uporabniki jih lahko prezračujejo sami: z odpiranjem oken. Prisilno se prezračujejo le prostori sanitarij in kopalnic: s prisilnim odvodom zraka.

Pri ogledu stavbe smo opazili kar nekaj odprtih oken, ki so bila odprta dlje 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 možni ukrep na področju prezračevanja oz. zmanjšanja prezračevalnih izgub vidimo izvedbo mehanskega prezračevanja z rekuperacijo vseh prostorov, vendar je ukrep manj primeren, saj ni finančno upravičen, vendar pa 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 celotno stavbo in za eno etažo. Izračun prihranka temelji na količini toplote, preneseni na dovedeni zrak s toplega zraka, ki zapušča

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 zapušča 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:

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

Pri tem je:

A – kondicionirana površina stavbe [m²], na katero se nanaša centralni prezračevalni sistem, ali ena četrtnina 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	
Vgradnja centralnih ali lokalnih prezračevalnih naprav z rekuperacijo za prezračevanje 8 učilnic*	8	8.000	64.000	13,18	dolga**
Vgradnja kuhinjskih prezračevalnih naprav z rekuperacijo za prezračevanje kuhinj in jedilnic*	6	25.000	150.000	25,80	dolga**
Vgradnja centralnih ali lokalnih prezračevalnih naprav z rekuperacijo za prezračevanje celotne stavbe*	kpl	374.000	374.000	48,97	dolga**

*Podani prihranki so izračunani ob predpostavki, da je čas delovanja prezračevalnega sistema v ogrevalni sezoni enak 3.000 ur (pred in po prenovi).

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

9.4 Kuhinja

Kuhinje se bodo v sklopu celovite rekonstrukcije stavbe celovito prenovile. Vgrajene bodo so sodobne in energetsko učinkovite naprave, razsvetljava in prezračevanje. Zaradi predvidenega novega stanja kuhinje (celovite prenove) večjih dodatnih energetskih potencialov na tem segmentu ne vidimo. Predlagamo le, da se nove kuhinje projektirajo v skladu s sodobnimi standardi in po zadnji najnovejši tehnologiji. Potencial vidimo predvsem pri pripravi TSV, ki pa je trenutno pripravljena s pomočjo električnih bojlerjev.

9.5 Priprava tople vode

Topla voda se pripravlja lokalno z električnimi bojlerji. V kolikor je električni bojler dotrajan in je na električnem grelniku že večja količina vodnega kamna, ki zmanjšuje učinkovitost sistema, se predlaga čiščenje le-tega. Pri pripravi tople vode z električnim grelnikom je možno dodatne prihranke doseči pri rabi energenta (električne energije) za ogrevanje. Električni bojlerji delujejo tako, da se voda stalno ogreva (ogrevanje se vključi takoj, ko temperatura vode pade pod zahtevano temperaturo oz. ko ta pade za 3 do 5 °C). Za umivanje v sanitarijah je zadovoljiva že temperatura vode 35 °C, zato ni potrebno vzdrževati stalne temperature npr. 60 °C. Ob tedenskem urnemu vklopu programa za preprečevanje legionele je vse ostale ure temperatura lahko bistveno nižja.

Za prihranek električne energije pri pripravi TSV se predlaga vgradnjo časovnega stikala, na katerem se nastavi urnik ogrevanja vode. Z nastavitvijo režima ogrevanja vode lahko prihranimo tudi do 50 % električne energije za pripravo tople vode.

Pomembno je tudi, da imamo pravilno regulacijo temperature tople vode. Temperatura, ki je najprimernejša za pripravo tople vode, znaša od 35 °C do 60 °C. Zaradi povečanega izločanja apnenca in povečanja toplotnih izgub se za pripravo tople vode ne uporablja višjih temperatur. Temperature, nižje od 45 °C, pa povečujejo nevarnost tvorbe mikroorganizmov. Zaradi preprečevanja okužb so potrebni redno vzdrževanje, čiščenje sistema napeljave in občasno kratkotrajno povišanje temperature sistema za preprečevanje okužb.

Električni bojlerji (npr. TG 50, Gorenje Tiki, kapacitete 30 litrov) v povprečju porabijo okoli 2,4 kWh/dan električne energije za ogrevanje vode. Z vgradnjo časovnih stikal, se lahko poraba električne energije bistveno zniža. Slabše toplotno izolirani bojlerji se v 24 urah ohladi na okoli 40 °C, zato se lahko TSV ogreje le enkrat na dan, med vikendi in prazniki pa ogrevanje izklopimo. Če samo med vikendi izklapljammo električne bojlerje lahko prihranimo tudi do 250 kWh/letno (52 vikendov x 2 dni x 2,4 kWh/dan). V kolikor bi vgradili še časovno stikalo, s katerim bi nadzorovali še dnevno porabo energije za ogrevanje TSV, bi lahko ta prihranek znašal tudi do 50 % električne energije potrebne za pripravo TSV.

Preglednica 9.4: Ocena energetskih varčevalnih potencialov pri pripravi TSV

Opis ukrepa	Enota	Cena	Skupaj investicija	Možni prihranek	Vračilna doba
	kom	EUR/enoto	EUR brez DDV	kWh/leto	
Izklapljanje električnih bojlerjev za vikend	/	/	/	525	takoj
Vgradnja časovnega stikala in nastavitve urnika	5	30	150	922	srednja

9.6 Proizvodnja toplote in ogrevalni sistemi

Trenutno se toplotna energija dobavlja preko daljinskega toplotnega mestnega sistema v lastno toplotno podpostajo, ki pa je bila leta 2011 celovito prenovljena. Vgrajene so energetsko učinkovite naprave s frekvenčno vodenimi motorji. Ogrevalni razvod v toplotni postaji je primerno toplotno izoliran. Pri energetski prenovi stavbe predlagamo, da se celotna toplotna podpostaja in krmiljenje toplote postaje nadgradi z vzpostavitvijo CNS-a (centralnega nadzornega sistema) in energetskega monitoringa. Na to se potem lahko priključi tudi ostale večje porabnike kot so prezračevalne naprave, kuhinje itd.

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 z možnostjo nastavitve oz. regulacije pretoka 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:

$$PKE_{OS,HV} = Q_{dej} * \eta * f1 * f2; \left[\frac{kWh}{leto} \right] \quad (2)$$

Pri tem je:

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

Q_{dej} – obstoječa poraba toplotne energije za ogrevanje [kWh/leto],

η – ocenjen povprečni izkoristek sistema ogrevanja v kotlovnici/toplotni postaji,

$f1$ – faktor (normirani) prihranka energije, ki v povprečju znaša 5–7 %, izberemo 5 %,

$f2$ – faktor oz. delež radiatorjev, ki še nimajo vgrajenih termostatskih ventilov.

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 termostatskih ventilov in hidravlično uravnoveženje	99	80	7.920	11,03	srednja

9.7 Razsvetljava in električne naprave

Pomembno je, da se v javnih stavbah uvaja energetsko učinkovito razsvetljava, ki porablja manj energije, posledično so tudi obratovalni stroški manjši. Razsvetljava v stavbi, po naši oceni, predstavlja približno 43 % porabe električne energije. Potrebna je zamenjava vseh žarnic s kompaktnimi sijalkami ali LED svetilkami, glede na svetlobno tehnične zahteve posameznih prostorov. Vse fluorescentne sijalke s klasično predstikalno napravo je potrebno zamenjati z fluorescentnimi svetilkami z elektronsko predstikalno napravo in sijalkami T5 ali LED svetilkami, manjših moči in enakim svetlobnim tokom oz. je potrebno tip in število novih svetilk prilagoditi svetlobno tehničnim zahtevam posameznih prostorov. Prihranek se na segmentu razsvetljave smo izračunali po naslednji enačbi:

$$PKE_{razsvetljava} = \sum NP_i * n_i ; \left[\frac{kWh}{leto} \right] \quad (3)$$

Pri tem je:

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

NP_i – normirani prihranek energije [kWh/leto na sistem] pri zamenjavi ali izboljšanju 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. V hodnikih in stopniščih predlagamo, da se izvede razsvetljava z možnostjo redukcije v nočnem času s čimer se lahko prihrani tudi do 30 % stroškov električne energije za te prostore.

Preglednica 9.6: Ocena energetskih varčevalnih potencialov pri prenovi razsvetljave

Ukrep	Cena investicije [€]	Možen prihranek [MWh]	Vračilna doba [let]
Rekonstrukcija razsvetljave	75.000,00	13,30	54
SKUPAJ:	75.000,00	13,30	

9.8 Klimatizacija in hlajenje

Stavba se trenutno ne klimatizira ali hladi, zato prihrankov na tem segmentu ni pričakovati. Glede na tip stavbe in masivno gradnjo, ima stavba velike toplotne zamike in toplota ne prodre v notranjost (razen skozi prepire in slabo tesnjeno stavbno pohištvo), tako v poletnem času prostori ostajajo na primernih notranjih temperaturah. Dodatne potrebe po hlajenju s strani uporabnikov ni bilo podano. Zna pa se zgoditi, da bi bile te potrebne v računalniških učilnicah, kjer je veliko dodatnih notranjih virov toplote oz. dobitkov.

Za dodatno izboljšanje toplotnega udobja v poletnem obdobju se lahko ustrezno toplotno izolira in zatesni 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, da se v primeru vgradnje mehanskega prezračevanja razmisli tudi o izvedbi centralnega hlajenja prostorov.

V kolikor je v stavbi več takšnih dodatnih prostorov, ki bi jih bilo potrebno hladiti je smiselno razmisliti o reverzibilni toplotni črpalki, ki bi omogočala tudi hlajenje. Seveda pa bi bilo potrebno v tem primeru izvesti nove cevne razvode in v prostore umestiti konvektorje. Navedeno varianto bi bilo pred izvedbo projektno obdelati.

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 vsaj enkrat dnevno pregleda vse pipe, pisoarje in kotličke, da voda ne bi tekla po nepotrebem. V drugi fazi (investicijski ukrepi) se predlaga namestitve 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 izpiraci«, 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 izplakovalnikov in redno kontrolo obstoječih.

Preglednica 9.7: Ocena energetskih varčevalnih potencialov pri izrabi hladne vode

Opis ukrepa	Enota	Cena	Skupaj investicija
	kom	EUR/enota	EUR brez DDV
Pisoarji EMV ventili, senzorji, ..	3	250	750

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 9.8: 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 (SPE).

9.11.1 Možnosti uporabe solarne energije

Glede na število osončenih dni in klimatske pogoje sta bili analizirani možnost o namestitvi sprejemnikov sončne energije (sončnih kolektorjev) in namestitev fotovoltaike na južnih, vzhodnih in zahodnih straneh strehe. Zaradi visoke investicije, slabih podpornih subvencij in trenutno ugodne cene električne energije je ukrep v izvedbo fotovoltaične strešne elektrarne ekonomsko neupravičen. Izvedbo ukrepa bi bilo potrebno preveriti tudi pri predstavnikih ZVKDS.

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.

Glede na to, da v stavbi ni veliko porabnikov TSV (sanitarije...), ki skozi celotno leto dokaj malo porabljajo toploto (ocenjujemo, da se za pripravo TSV v povprečju porabi okoli 6 MWh/leto), ocenjujemo, da vgradnja sprejemnikov sončne energije (SSE) oz. kolektorji za pripravo TSV na obstoječo streho ekonomsko neupravičena.

9.11.2 Vgradnja toplotne črpalke (TČ)

Analizirana je bila tudi možnost vgradnje TČ, vendar se zaradi dobrega stanja obstoječega sistema za pripravo in distribucijo toplotne energije, ne priporoča. Poleg TČ se potrebuje 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, naj razmisli o vgradnji reverzibilne TČ zrak/voda ali voda/voda z vezavo na več notranjih enot. 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 starimi 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 zunanega ovojja stavbe zaradi morebitnih zunanjih enot split naprav.

9.11.3 Ogrevanje na biomaso

Ogrevanje z biomaso je med okolju najbolj prijaznimi načini ogrevanja. Les je obnovljiv vir energije in ima že samo zaradi tega veliko okoljevarstveno prednost pred ogrevanjem s kurilnim oljem, plinom in elektriko. Les je lokalni material, potrebuje kratko transportno pot, zato tudi pri transportu tega kuriva nastane precej manj okolju neprijetnih emisij. 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 se ne priporoča zaradi izpustov delcev PM10 in PM2.5, ki negativno vplivajo na zdravje ljudi in je v mestih, kot je Maribor, nepriporočljiva.

9.11.4 Vgradnja SPTE

Vgradnja SPTE ne pride v poštev zaradi visoke začetne investicije in posledično dolge vračilne dobe. Je pa v bližnji plinovod, ki poteka po Cankarjevi ulici.

9.12 Energetske 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 energetske in finančne 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 poudarja hkrati podrobne podatke o času porabe za vsak dan, teden, mesec in leto. Taki podatki so dani na voljo končnemu odjemalcu preko spleta ali vmesnika števec 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 je treba izvajati ukrepe za zmanjšanje porabe energije. Poleg investicijskih ukrepov (npr. obnova ovoja stavb 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 energetske cilje;
- prilagoditi se spremenjenim razmeram.

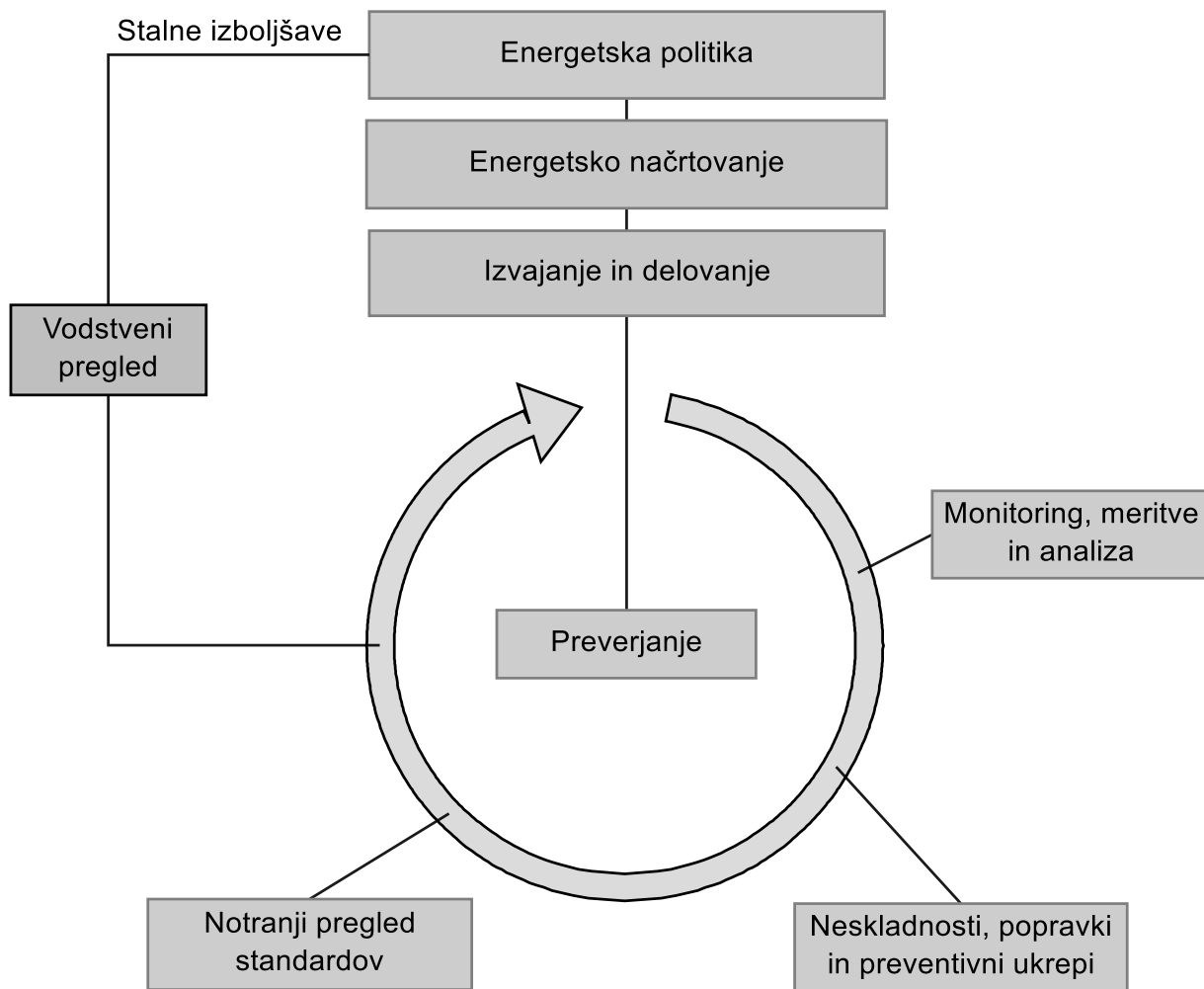
Standard za sisteme upravljanja z energijo se lahko uporablja neodvisno ali v integraciji z ostalimi sistemi vodenja. Da bi olajšali njegovo uporabo, je struktura standarda podobna strukturi Standarda ISO 14001 za sistem ravnanja z okoljem.

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 strmel na stalnemu izboljšanju energetske učinkovitosti.
2. Odgovornost vodstva (najvišje vodstvo, upravljavci).
3. Energetska politika (zaveza podjetja za izboljšave na področju energetske učinkovitosti).
4. Energetske načrtovanje (zakonodajni okvir, energetske preglede, 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 stavbe 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 energije 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) ali stanja stavbe, ki trenutno ni v uporabi. Zato je treba organizacijske ukrepe implementirati preudarno in učinkovito. Po prenovi stavbe se močno priporoča izvedba organizacijskih ukrepov. Predstavljene organizacijske ukrep je možno implementirati tudi v ostalih stavbah ali v lastnih domovih.

Vsaka stavba potrebuje jasno določeno osebo ali organizacijo, ki bo skrbela za URE v stavbi ter implementacijo organizacijskih in ozaveščevalnih 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 zadolžena 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.
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 prepek 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"> a. seminarji, delavnice, konference za energetskega menedžerja, zaposlene in vodstvo, 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 ...), c. izobraževanje, osveščanje in motiviranje zaposlenih k URE.
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 – energetske 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 energetske knjigovodstvo.

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

Ukrep predvideva vzpostavitev povezave z bazo elektronskih računov (digitalno energetske 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 CO₂ ter ostalih parametrov notranjega okolja. Podatki se merijo kontinuirano, se osvežujejo 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 energetske upravljalnem računalniku energetskega upravitelja stavbe, enkrat dnevno pa se lahko paket dnevni podatkov prenese preko spleta na zmogljivejši in namenski energetske 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. Energetske monitoring je možno nadgraditi v centralni nadzorni sistem. Izvedba oz. implementacija energetskega monitoringa je ocenjena na 6.000 EUR. Z energetske monitoringom in dobrim energetske upravljanjem stavbe je možno prihraniti tudi do 20 % rabe energije.

Naloge energetskega menedžerja so:

- vodenje vseh procesov energetskega menedžmenta,
- koordiniranje vseh akterjev, povezanih v energetske menedžment,
- strokovna pomoč vsem povezanim akterjem pri izvedbi nalog,
- spremljanje, analiziranje in nadzor energetske 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 javni razpisov za nakup energentov/energije,
- strokovna pomoč pri pripravi javni 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 nastavitvev 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 (± 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 in porabe toplotne ter električne energije. 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.

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 prenovo 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 razsvetljava 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.

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.

V naslednji tabeli je povzetek ukrepov učinkovite rabe energije URE, za katere predlagamo, da se za stavbo Srednje šole za gostinstvo in turizem Maribor izvedejo. Prioritete niso postavljene glede na vračilni rok, temveč glede na nujnost izvedbe ukrepa.

Preglednica 11.1: Potrebna investicijska sredstva in izračun možnih prihrankov z vračilno dobo

Št.	Opis ukrepa	Možni letni prihranki				Investicija	Vračilni rok	Prioriteta
		Toplota	Elektrika	Emisije CO ₂	Stroški			
		MWh	MWh	kg CO ₂	EUR	Skupaj	EUR brez DDV	let
TEHNIČNO-INVESTICIJSKI UKREPI								
0.	Organizacijski ukrepi							
	CNS + Monitoring + energetsko upravljanje z organizacijskimi ukrepi	8,96	2,32	4.008	946	15.000,00	16	I.
1.	Ukrepi na ovoju objekta							
	Namestitev toplotne izolacije na nezaščiten fasado	24,73		7.915	1.944	82.350,00	42	I.
	Namestitev toplotne izolacije na tla neogrevanega podstrešja/mansarde	27,26		8.724	2.142	36.150,00	17	II.
	Zamenjava lesenega stavbnega pohištva (okna in vrata)	25,84		8.270	2.031	289.500,00	143	II.
	Zamenjava PVC in ALU stavbnega pohištva (okna in vrata)	2,56		821	202	70.500,00	350	III.
	Tla na terenu	6,51		2.083	512	96.400,00	188	
	Skupaj	86,91	0,00	27.813	6.831	574.900,00	84	
2.	Ukrepi na strojnih sistemih							
	Vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje	7,12		2.277	559	7.920,00	14	I.
	Vgradnja centralnih ali lokalnih prezračevalnih naprav z rekuperacijo za prezračevanje 8 učilnic*	13,18	-6,40	1.083	371	64.000,00	173	III.
	Vgradnja kuhinjskih prezračevalnih naprav z rekuperacijo za prezračevanje kuhinj in jedilnic*	25,80	-9,60	3.552	1.029	150.000,00	146	III.
	Skupaj	46,10	-16,00	6.912	1.959	221.920,00	113	
3.	Ukrepi na elektro sistemih							
	Rekonstrukcija razsvetljave		13,30	6.518	1.383	75.000,00	54	I.
SKUPAJ TEH. - INV. UKREPI		141,98	-0,37	45.250	11.119	886.820,00	80	

OPOMBA:

Vse cene so brez DDV.

Cena električne energije za leto 2016: 0,10399 €/kWh

Cena toplotne energije za leto 2016: 0,07859 €/kWh

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

Ob upoštevanju vseh navedenih ukrepov, kar pa ni povsem realno pričakovano, lahko prihranimo pri toplotni energiji do 58 % porabljene energije pri električni energiji pa nič, saj ves prihranek električne energije izniči vgradnja prezračevalnih naprav. Povprečna vračilna doba vseh ukrepov, ki smo jo izračunali po metodi enostavne vračilne dobe, znaša 78 let.

Z izvedbo teh ukrepov lahko dodatno zmanjšamo porabo energije in bistveno izboljšamo kakovost bivanja. S tem se bo povečal tudi nadzor nad rabo energije in stroški.

11.2 Ekološka presoja ukrepov in njihov vpliv na notranje okolje

Ogljikov dioksid je eden glavnih povzročiteljev učinka tople grede. Ogromne količine se ga sprostito v okolje predvsem pri sežiganju fosilnih goriv. Zato je racionalna raba energije in s tem manjše sproščanje emisij CO₂ v ozračje bistvenega pomena za trajnejši razvoj planeta, ki je sonaraven in bo zadostil potrebam življenja sedanjim

generacijam in hkrati to omogočil tudi prihodnjim generacijam. Letno emisijo CO₂, ki je posledica obratovanja neke zgradbe, določimo kot produkt potrebe po energiji za ogrevanje in faktorjem emisije CO₂ glede na uporabljen energetski vir (daljinsko ogrevanje, zemeljski plin, kurilno olje, drva ipd.).

Manjša poraba električne energije in ogrevanja pomeni tudi zmanjšanje emisij toplogrednih plinov, predvsem CO₂. Za preračun emisij CO₂ je bila uporabljena metodologija iz Pravilnika o metodah za določanje prihrankov energije, priloga 3 (Ur. list RS, št. 67/2015), kjer emisijski faktorj za ogrevanje z daljinsko toploto znaša: 0,32 kg CO₂/kWh. Za elektriko, dobavljeno iz javnega omrežja, smo uporabili faktor: 0,49 kg CO₂/kWh. Po tem po izvedbi predlaganih ukrepov se predvideva skupno zmanjšanje emisij CO₂ za 45,25 ton letno oz. za 40,96 %.

Poleg samega energetskega vira je za ogrevanje stavbe pomemben tudi sistem ogrevanja. Poraba potrebne energije je močno odvisna od kakovosti sistema ogrevanja. Pomembno je, ali gre za stare sisteme, ki so nujno potrebni prenove, za energetske potrebne naprave s slabimi izkoristki ali pa za sodobne sisteme z visoko stopnjo letne izrabe.

11.3 Ovoj stavbe

Ukrepi na zunanjem ovoju stavbe so zasnovani tako, da sanirani elementi zadostijo zahtevam novega pravilnika (PURES-a) 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 $U < 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- namestitev toplotne izolacije na tla na ogrevanega podstrešja tako, da bo izračunana toplotna prehodnost konstrukcijskega sklopa $U < 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- zamenjava vseh dotrajanih zunanjih oken z novimi iz lesenih 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 lesenih 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 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 po naši oceni vgrajenih 99 kosov radiatorjev. V izvedbi ukrepa smo predvideli namestitev termostatskih ventilov (z zaklepom in možnostjo avtomatske regulacije pretoka), ki regulirajo temperaturo v posameznih prostorih. Stroški vgradnje termostatskega ventila z vsemi potrebnimi deli so bili ocenjeni na 40 EUR/kos brez DDV. Termostatske ventile je potrebno namestiti na približno 99 obstoječih radiatorjev.
- Vgradnja CNS in energetskega monitoringa za zagotavljanje natančnejšega spremljanja delovanja naprav in nadzora nad porabe energije.

11.5 Prihranki pri rabi električne energije

Trenutno je v obravnavani stavbi vgrajenih največ je svetil s fluorescentnimi sijalkami in klasičnimi predstikalnimi napravami. Predlaga se zamenjava obstoječih fluorescentnih sijalk s sijalkami T5 in elektronskimi predstikalnimi napravami ali LED svetilkami. Prav tako se predlaga zamenjavo klasičnih žarnic s sijalkami LED ali varčnimi sijalkami, ki omogočajo funkcijo zatemnitve.

Pri tem je potrebno upoštevati, da pri oceni ukrepa natančnih podatkov glede potrebnega števila svetilk ali dodatnih stroškov za vgradnjo nimamo na voljo (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. list RS, št. 17/2014 in 81/2015).
2. Pravilnik o metodologiji za izdelavo in vsebini energetskega pregleda (Ur. list RS, št. 41/2016).
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 metodah za določanje prihrankov energije (Ur. list RS, št. 67/2015).
6. Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Ur. list RS, št. 42/2002, 105/2002 in 110/2002 – ZGO-1).
7. Metodologija izvedbe energetskega pregleda, Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana, 2007.
8. 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.
9. Priročnik za energetske svetovalce, Gradbeni inštitut ZRMK, Agencija RS za učinkovito rabo energije, Ministrstvo za gospodarske dejavnosti, 1996.
10. Svetovalni članki svetovalcev ENSVET. Dostopno na: <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Clanki.htm>, pridobljeno 26. 4. 2016.
11. Zbirka informativnih listov 'UČINKOVITA RABA ENERGIJE', Agencija za učinkovito rabo energije, 1999.
12. Zbirka informativnih listov 'ZA UČINKOVITO RABO ENERGIJE', Agencija RS za učinkovito rabo energije, 2001.
13. Zbirka informativnih listov 'ZA UČINKOVITO RABO ENERGIJE', Agencija RS za učinkovito rabo energije, 2005.
14. Katalogi različnih proizvajalcev.
15. Strojniški, elektro in ostali priročniki.

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

Naziv:	Srednja šola za gostinstvo in turizem Maribor			
Lokacija:	Cankarjeva ulica 5, Maribor			
CC-SI klasifikacija:	1263000			
Letnica izgradnje stavbe:	1949 (vir: Prostorski portal RS)			
Letnica obnove strehe:	-			
Letnica obnove oken:	2000 (vir: Prostorski portal RS)			
Letnica obnove fasade:	1982 (vir: Prostorski portal RS)			
Koordinati:	GKY = 550431, GKX = 157704			
Katastrska občina:	658 Koroška vrata			
Parcelna številka:	1184			
ID stavbe:	1145			
Lastnik (in delež v %):	Republika Slovenija (100-odstotni lastnik)			
Predstavnik lastnika:	Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport Masarykova cesta 16, 1000 Ljubljana			
Upravljavalec:	Srednja šola za gostinstvo in turizem Maribor			
Uporabnik:	dijaki, zaposleni			
Neto površina:	4.072,60 m ² (vir: IDZ)			
Kondicionirana (neto tlorisna ogrevana) površina stavbe:	3.730,94 m ² (vir: IDZ)			
Kondicionirana (neto ogrevana) prostornina stavbe:	14.117,03 m ³ (vir: REP 2010)			
Bruto prostornina dela stavbe:	16.395,14 m ³ (vir: REP 2010)			
Etažnost stavbe:	5 etaž: klet, pritličje, 2 x nadstropje, 2 x mansarda)			
Energenti:	Daljinska toplota (DO) in električna energija			
Povprečna letna poraba toplotne energije za zadnja tri leta:	245.057,55 kWh/leto (ogrevanje)			
Povprečna letna poraba električne energije za zadnja tri leta:	65.410,67 kWh/leto			
Intenzivnost uporabe stavbe:	Obratovalni čas stavbe je med tednom, od ponedeljka do petka od 7.00 do 15.00 za pouk, po tem je v stavbi le še čistilka do 20.00. Ob sobotah in nedeljah ter med prazniki (in večino počitnic) je šola praviloma zaprta, obratovalni režimi takrat delujejo v znižanem režimu.			
Število zaposlenih/uporabnikov:		2014	2015	2016
	Št. zaposlenih SŠGT v tej stavbi	32	30	31
	Št. dijakov SŠGT v tej stavbi	380	377	360
	Skupaj	412	407	391

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

Način ogrevanja:	radiatorsko,
Vir toplote:	daljinska toplota
Nazivna moč:	350 kW
Termostatski ventili:	le na radiatorjih v jedilnici in kuhinji (99 radiatorjev brez)
Znižani način delovanja:	da
Način priprave TSV:	lokalno
Vir toplote:	električna energija
Velikost hranilnikov:	12 x 2 kW (10-50 litrov)
Temperatura voda:	60 °C
Potrošniki:	sanitarije, hodniki

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 je za zaposlene organizirano izobraževanje;
- Izvedba CNS;
- Izvedba Energetskega monitoringa.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

8,96 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

704 EUR

Predpostavljeno zmanjšanje rabe električne energije:

2,32 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe električne energije:

242 EUR

Predpostavljeno skupno zmanjšanje stroška energije:

946 EUR

Predpostavljeno zmanjšanje emisij CO₂:4.008 kg CO₂

*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)				
2	Energetski monitoring	kpl	1	15.000	15.000
Skupaj:					15.000

Enostavna vračilna doba:

16 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

 0–3 3–6 6–12 12–24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

NIZKA

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

NIZKO

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

OPIS

Med bolj primerne ukrepe na zunanjem ovoju spada namestitev toplotne izolacije na nezaščiten oz. dvoriščno fasado. Predlagamo izvedbo toplotne izolacije v debelini 14 cm ($\lambda \leq 0,039$ W/mK). Posebno pozornost je treba nameniti toplotnim mostovom na stavbi. Le-ti niso samo vzrok velikim toplotnim izgubam, 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 ($\lambda \leq 0,038$ W/mK) na obstoječo fasado v debelini vsaj 14 cm, pri čemer naj bo celotna toplotna prevodnost konstrukcije $U \leq 0,20$ W/m²K;
- 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 1.647 m² toplotne izolacije oz. izvesti novo fasadno oblogo. Izvedba ukrepa je bila ocenjena na 50 EUR/m² brez DDV.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

24,73 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

1.944 EUR

Predpostavljeno zmanjšanje emisij CO₂:

7.915 kg CO₂

*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 nezaščiten dvoriščno fasado	m ²	1.647	50	83.350
Skupaj:					83.350

Enostavna vračilna doba:

42 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0–3 3–6 6–12 12–24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

SREDJA

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

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/m²K, in vrati s toplotno prevodnostjo, manjšo od 1,1 W/m²K. 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 lesenih okvirjev in troslojne zasteklitve, $U_w \leq 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- vgradnjo zunanjih vhodnih vrat iz lesenih 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 720 m² oken in vhodnih vrat. Izvedba ukrepa je bila ocenjena na 350 za PVC okna in 500 EUR/m² brez DDV za lesena za zamenjavo oken in vhodnih vrat.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

28,41	MWh
-------	-----

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

2.233	EUR
-------	-----

Predpostavljeno zmanjšanje emisij CO₂:

9.091	kg CO ₂
-------	--------------------

*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Zamenjava lesenega stavbnega pohištva (zunanja okna in vrata)	m ²	579	500	289.500
2	Zamenjava PVC stavbnega pohištva (zunanja okna in vrata)	m ²	141	550	70.500
Skupaj:					360.000

Vračilna doba:

161 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: Namestitev toplotne izolacije na tla neogrevanega podstrešja**OPIS**

Toplotni ovoj zgradbe predstavlja zelo pomemben dejavnik pri toplotnih izgubah stavbe. Cilj, ki ga skušamo doseči, je čim boljša toplotna izolativnost ovoja in s tem čim manjša toplotna prevodnost posameznih konstrukcijskih sklopov, zato predlagamo namestitev dodatne toplotne izolacije na strop proti hladnemu podstrešju v mansardi. Strop je trenutno izoliran z minimalno debelino toplotne izolacije, ki pa ne zadosti zahtevam trenutno veljavnega pravilnika PURES.

Izvedba ukrepa zajema:

- namestitev dodatne izolacije ($\lambda \leq 0,039 \text{ W/mK}$) na obstoječo toplotno izolacijo iz zunanje strani v debelini vsaj 22 cm, celotna toplotna prevodnost konstrukcije $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- namestitev paropropustne folije za zaščito toplotne izolacije proti prašenju in namakanju,
- izvedba koridorja iz plohov.

Pri izvedbi ukrepa naj se natančno preveri tudi obstoječe stanje strehe (morebitna puščanja ali zatekanja meteorne vode) ter se po potrebi predvidi tudi morebitna popravila. Prav tako se preveri stanje obstoječe nosilne medetažne plošče. Morebitna omenjena popravila niso všteta v investiciji za izvedbo ukrepa. Na strop bi bilo potrebno po naši oceni namestiti okoli 1.205 m² toplotne izolacije. Izvedba ukrepa je bila ocenjena na 30 EUR/m² brez DDV.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

27,26	MWh
-------	-----

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

2.142	EUR
-------	-----

Predpostavljeno zmanjšanje emisij CO₂:

8.724	kg CO ₂
-------	--------------------

*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 tla neogrevanega podstrešja	m ²	1.205	30	36.150
OSkupaj:					36.0150

Vračilna doba:

17 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. 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 z možnostjo regulacije pretoka. Po izkustveni oceni lahko zmanjšamo porabo toplotne energije od 5 do 10 %. V izvedbi ukrepa smo predvideli namestitve termostatskih ventilov z možnostjo regulacije pretoka, ki regulirajo temperaturo v posameznih prostorih in jih je možno tudi hidravlično uravnotežiti. Stroški vgradnje termostatskega ventila z vsemi potrebnimi deli so bili ocenjeni na 80 EUR/kos brez DDV. Ventile je potrebno zmontirati na vse radiatorje v stavbi, ki jih še nimajo (okoli 99 kosov).

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije za ogrevanje:

7,12 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

559 EUR

Predpostavljeno zmanjšanje emisij CO₂:

2.277 kg CO₂

*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 z možnostjo regulacijo pretoka ter hidravlično uravnoteženje	kos	99	80	7.920
Skupaj:					7.920

Vračilna doba:

14 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: Vgradnja prezračevalne naprave z rekuperacijo**OPIS**

Investicija za vgradnjo mehanskega prezračevanje z modulom za vračanje odpadne energije za 8 učilnic in vse kuhinje z jedilnicami je ocenjena na okoli 214.000 EUR brez DDV. Predlaga se vgradnja rekuperatorja z 85-odstotnim ali večjim izkoristkom vračanja toplote. Napravo se lahko vgradi v podstreho stavbe ali pa neizkoriščene kletne prostore; 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:

38,98 MWh

Predpostavljeno povečanje rabe električne energije:

16,00 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe energije za ogrevanje:

1.400 EUR

Predpostavljeno zmanjšanje emisij CO₂:

4.635 kg CO₂

*v zgornji preglednici so navedene letne vrednosti

Specifikacija stroškov: material, storitev					
poz	delitev po postavkah	enota	kol	cena	Investicija (€ brez DDV)
1	Vgradnja centralnih ali lokalnih prezračevalnih naprav z rekuperacijo za prezračevanje 8 učilnic	kpl	8	8.000	64.000
2	Vgradnja kuhinjskih prezračevalnih naprav z rekuperacijo za prezračevanje kuhinj in jedilnic*	kpl	6	25.000	150.000
Skupaj:				214.000	

Vračilna doba:

153 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: Prenova razsvetljave

OPIS

Glede na trenutno stanje, določeno na podlagi popisa razsvetljave, je v stavbi vgrajena pretežno energetska neučinkovita razsvetljava. Največ je svetil z zastarelo fluorescentno razsvetljavo. Predlagamo zamenjavo vseh svetilk z energetske varčnimi, tj. vgradnja fluorescentnih sijalk T5 z elektronsko predstikalno napravo, vgradnja LED sijalk, vgradnja/zamenjava obstoječih žarnic z varčnimi ali LED sijalkami.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe električne energije:

13,30 MWh

Predpostavljeno zmanjšanje stroška rabe električne energije:

1.383 EUR

Predpostavljeno zmanjšanje emisij CO₂:6.518 Kg CO₂

*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	75.000	75.000
Skupaj:				75.000	

Vračilna doba:

54 let

Terminski plan uvajanja v mesecih:

0–3 3–6 6–12 12–24

Težavnost (nizka, srednja, visoka):

Tveganje (nizko, srednje, visoko):

SREDNJA

SREDNJA

ELABORAT GRADBENE FIZIKE ZA PODROČJE UČINKOVITE RABE ENERGIJE V STAVBAH

izdelan za stavbo

0119 REP SGTŠ Maribor-obstoječe

Številka projekta: 0119

Izračun je narejen v skladu s Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah in s Tehnično smernico za graditev TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije.

Stavba ni skladna z zahtevami Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah.

Projektivno podjetje: Eutrip, d.o.o.

Odgovorni vodja projekta: Primož Praper, ID projektanta: G-2185

Elaborat izdelal: Nejc Avguštin

Celje, 01.06.2017

TEHNIČNI OPIS

Lokacija, vrsta in namen stavbe

Naselje, ulica, kraj:	MARIBOR, Cankarjeva ulica 5, Maribor
Katastrska občina:	MARIBOR-GRAD
Parcelna številka:	1184
Koordinate lokacije stavbe:	X (N) = 158183 Y (E) = 550342
Vrsta stavbe:	12630 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo
Namembnost stavbe:	nestanovanjska stavba
Etažnost stavbe:	do štiri etaže

Investitor:

Geometrijske karakteristike stavbe

Površina toplotnega ovoja stavbe A :	5.907,95 m²
Kondicionirana prostornina stavbe V_e :	21.878,35 m³
Neto ogrevana prostornina stavbe V :	17.502,68 m³
Oblikovni faktor f_o :	0,270 m⁻¹
Razmerje med površino oken in površino toplotnega ovoja stavbe z :	0,117
Uporabna površina stavbe A_k :	3.730,94 m²
Vrsta zidu:	Srednjetežka gradnja ($\geq 600 \text{ kg/m}^3$)
Način upoštevanja vpliva toplotnih mostov:	EN ISO 13789, SIST EN ISO 14683
Metoda izračuna toplotne kapacitete stavbe:	na poenostavljen način

Projekt je izdelan za rekonstrukcijo stavbe oziroma njenega posameznega dela, kjer se posega v manj kot 25 odstotkov toplotnega ovoja stavbe oziroma njenega posameznega dela oziroma za investicijska in druga vzdrževalna dela.

Klimatski podatki

Začetek kurilne sezone (dan)	Konec kurilne sezone (dan)	Temper.primanjkljaj (K dni)	Proj. temperatura (°C)	Energija sončnega obsevanja (kWh/m ²)
265	140	3300	-13	1142

Povprečne mesečne temperature in vlažnosti zraka:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Leto
T	-1,0	1,0	5,0	10,0	15,0	18,0	20,0	19,0	15,0	10,0	4,0	0,0	9,7
p	83,0	77,0	74,0	72,0	72,0	71,0	75,0	77,0	79,0	83,0	83,0	86,0	77,7

Povprečna mesečna temperatura zunanje zraka najhladnejšega meseca $T_{z,m,min}$: **-1,0 °C**

Povprečna mesečna temperatura zunanje zraka najtoplejšega meseca $T_{z,m,max}$: **20,0 °C**

Globalno sončno sevanje (Wh/m ²)																			
		orientacija										orientacija							
nak	mes	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ	mes	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ	
0		1.062	1.062	1.062	1.062	1.062	1.062	1.062	1.062		1.876	1.876	1.876	1.876	1.876	1.876	1.876	1.876	
15		673	760	976	1.210	1.332	1.257	1.039	799		1.296	1.411	1.725	2.058	2.244	2.152	1.841	1.486	
30		498	571	902	1.313	1.548	1.406	1.007	604		752	1.038	1.573	2.170	2.515	2.341	1.766	1.133	
45	I	447	477	825	1.362	1.693	1.492	957	496	II	668	809	1.426	2.185	2.666	2.421	1.667	898	
60		398	414	752	1.349	1.753	1.507	894	427		594	674	1.268	2.096	2.679	2.381	1.535	753	
75		348	362	659	1.274	1.721	1.450	801	372		519	567	1.085	1.923	2.551	2.229	1.359	635	
90		299	308	566	1.140	1.595	1.318	698	317		446	480	908	1.656	2.284	1.962	1.167	538	
0		2.764	2.764	2.764	2.764	2.764	2.764	2.764	2.764		3.819	3.819	3.819	3.819	3.819	3.819	3.819	3.819	
15		2.169	2.285	2.593	2.903	3.050	2.953	2.662	2.334		3.277	3.384	3.625	3.835	3.912	3.815	3.596	3.362	
30		1.503	1.813	2.399	2.935	3.205	3.028	2.511	1.886		2.631	2.873	3.361	3.736	3.861	3.702	3.311	2.834	
45	III	954	1.441	2.181	2.862	3.215	2.986	2.320	1.518	IV	1.913	2.375	3.049	3.515	3.655	3.470	2.982	2.325	
60		848	1.182	1.934	2.662	3.069	2.806	2.086	1.255		1.335	1.965	2.702	3.168	3.298	3.115	2.625	1.914	
75		742	986	1.671	2.370	2.773	2.520	1.821	1.051		1.142	1.629	2.322	2.730	2.800	2.673	2.246	1.587	
90		636	811	1.388	1.970	2.338	2.115	1.529	866		968	1.337	1.915	2.213	2.194	2.156	1.848	1.299	
0		4.843	4.843	4.843	4.843	4.843	4.843	4.843	4.843		5.214	5.214	5.214	5.214	5.214	5.214	5.214	5.214	
15		4.338	4.444	4.639	4.791	4.817	4.725	4.543	4.372		4.764	4.816	4.937	5.044	5.078	5.037	4.923	4.802	
30		3.667	3.884	4.306	4.577	4.600	4.459	4.131	3.748		4.138	4.242	4.529	4.721	4.753	4.711	4.505	4.218	
45	V	2.863	3.248	3.897	4.212	4.203	4.053	3.673	3.069	VI	3.365	3.561	4.049	4.260	4.264	4.245	4.013	3.527	
60		1.971	2.663	3.421	3.704	3.626	3.524	3.180	2.482		2.482	2.913	3.523	3.682	3.604	3.660	3.478	2.872	
75		1.446	2.163	2.900	3.088	2.916	2.909	2.669	2.006		1.750	2.372	2.963	3.018	2.842	2.989	2.919	2.336	
90		1.186	1.741	2.351	2.406	2.107	2.251	2.151	1.613		1.403	1.895	2.387	2.315	2.000	2.291	2.351	1.868	
0		5.723	5.723	5.723	5.723	5.723	5.723	5.723	5.723		4.689	4.689	4.689	4.689	4.689	4.689	4.689	4.689	
15		5.174	5.234	5.416	5.591	5.662	5.611	5.444	5.256		4.082	4.191	4.454	4.701	4.789	4.697	4.448	4.189	
30		4.413	4.539	4.952	5.271	5.366	5.298	4.991	4.578		3.316	3.553	4.113	4.546	4.692	4.538	4.102	3.545	
45	VII	3.478	3.732	4.413	4.779	4.851	4.802	4.451	3.776	VIII	2.430	2.886	3.698	4.228	4.384	4.215	3.680	2.874	
60		2.420	2.990	3.813	4.134	4.122	4.149	3.851	3.036		1.520	2.326	3.233	3.750	3.875	3.735	3.211	2.316	
75		1.651	2.381	3.175	3.375	3.246	3.383	3.220	2.446		1.214	1.881	2.732	3.159	3.190	3.140	2.714	1.881	
90		1.314	1.866	2.523	2.564	2.252	2.571	2.581	1.942		1.020	1.507	2.208	2.485	2.386	2.467	2.199	1.513	
0		3.393	3.393	3.393	3.393	3.393	3.393	3.393	3.393		2.035	2.035	2.035	2.035	2.035	2.035	2.035	2.035	
15		2.782	2.904	3.204	3.494	3.617	3.510	3.229	2.921		1.558	1.661	1.908	2.152	2.263	2.169	1.932	1.679	
30		2.080	2.365	2.949	3.470	3.694	3.503	2.990	2.394		1.054	1.306	1.753	2.198	2.406	2.232	1.802	1.335	
45	IX	1.328	1.891	2.660	3.324	3.612	3.368	2.704	1.917	X	850	1.054	1.587	2.164	2.451	2.211	1.648	1.072	
60		1.077	1.535	2.339	3.041	3.365	3.091	2.382	1.564		756	888	1.406	2.040	2.386	2.098	1.469	890	
75		941	1.260	2.000	2.657	2.962	2.704	2.043	1.290		662	759	1.211	1.841	2.210	1.907	1.265	753	
90		806	1.041	1.640	2.173	2.420	2.214	1.684	1.064		567	640	1.017	1.563	1.928	1.631	1.056	628	
0		1.145	1.145	1.145	1.145	1.145	1.145	1.145	1.145		885	885	885	885	885	885	885	885	
15		831	917	1.088	1.251	1.310	1.229	1.066	907		592	667	834	1.002	1.074	1.001	835	671	
30		632	733	1.021	1.318	1.433	1.280	988	719		480	524	783	1.087	1.226	1.085	788	524	
45	XI	569	624	947	1.339	1.501	1.288	903	605	XII	432	451	727	1.133	1.328	1.129	732	448	
60		505	546	866	1.308	1.506	1.247	814	525		384	396	666	1.129	1.368	1.125	669	392	
75		442	475	766	1.224	1.442	1.159	708	455		336	346	593	1.076	1.342	1.072	593	343	
90		379	407	661	1.088	1.310	1.023	602	388		288	296	514	974	1.246	971	510	293	

Seznam konstrukcij

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

- ZS1 - Fasada-zaščitena, $U = 0,660 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 21 \text{ }^\circ\text{C}$
- ZS2-Fasada-nezaščitena, $U = 0,660 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 21 \text{ }^\circ\text{C}$
- ZS3-Stena proti neog. mansardi, $U = 0,917 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

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

- Zid-klet, $U = 0,459 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

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

- Tla na terenu, $U = 0,635 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

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

- ST1-Strop proti neog. mansardi, $U = 0,863 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

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

- O1-PVC novejša, $U = 1,500 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 21 \text{ }^\circ\text{C}$
- O2-Stara lesena, $U = 2,800 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

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

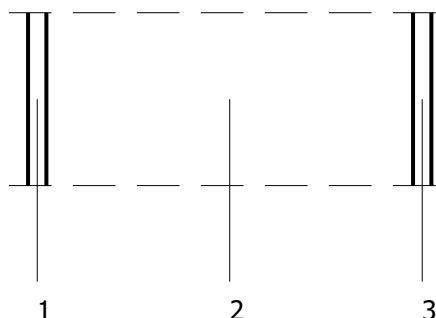
- V1-Lesena stara, $U = 3,000 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 0 \text{ }^\circ\text{C}$
- V2-ALU novejša, $U = 1,800 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 0 \text{ }^\circ\text{C}$
- V3-PVC novejša, $U = 1,500 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 0 \text{ }^\circ\text{C}$
- V4-Lesena glavna, $U = 3,000 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 0 \text{ }^\circ\text{C}$

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: ZS1 - Fasada-zaščitena

Notranja temperatura: 21 °C

Vrsta konstrukcije: zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom.



- 1 PODALJŠANA APNENA MALTA 1800
- 2 POLNA OPEKA 1200
- 3 PODALJŠANA APNENA MALTA 1800

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	PODALJŠANA APNENA MALTA 1800	3,000	1.800	1.050	0,870	20	0,034
2	POLNA OPEKA 1200	60,000	1.200	920	0,470	5	1,277
3	PODALJŠANA APNENA MALTA 1800	3,000	1.800	1.050	0,870	20	0,034

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,130 + 1,346 + 0,040 + 0,000 = \mathbf{1,516 \text{ m}^2\text{K/W}}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,660 + 0,000 = \mathbf{0,660 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

$$U_{max} = \mathbf{0,280 \text{ W/m}^2\text{K}}, \quad \text{toplotna prehodnost ni ustrezna}$$

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	Θ_e °C	φ_e	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_{sat}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,min}$ °C	Θ_I °C	ϕ_{Rsi}
Januar	-1,0	83,00	466	640	1.170	1.463	12,7	21	0,620
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	21	0,654
Marec	5,0	74,00	645	580	1.283	1.604	14,1	21	0,566
April	10,0	72,00	884	420	1.346	1.682	14,8	21	0,436
Maj	15,0	72,00	1.227	260	1.513	1.891	16,6	21	0,271
Junij	18,0	71,00	1.465	164	1.645	2.056	17,9	21	-
Julij	20,0	75,00	1.753	100	1.863	2.328	19,9	21	-
Avgust	19,0	77,00	1.691	132	1.836	2.295	19,7	21	0,355
September	15,0	79,00	1.346	260	1.632	2.041	17,8	21	0,471
Oktober	10,0	83,00	1.019	420	1.481	1.851	16,3	21	0,572
November	4,0	83,00	675	612	1.348	1.685	14,8	21	0,637
December	0,0	86,00	525	740	1.339	1.674	14,7	21	0,701

$$f_{Rsi} = \mathbf{0,835} > R_{Rsi,max} = \mathbf{0,7009}$$

konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije

Izračun difuzije vodne pare

V konstrukciji pride do kondenzacije vodne pare.

Izračun kondenzacije in akumulacije vodne pare

Mesec	Ravnina 1		g_c kg/m ²	M_a kg/m ²
	g_c kg/m ²	M_a kg/m ²		
December	0,046	0,046	0,000	0,000
Januar	0,039	0,086	0,000	0,000
Februar	-0,018	0,068	0,000	0,000
Marec	-0,120	0,000	0,000	0,000
April	0,000	0,000	0,000	0,000
Maj	0,000	0,000	0,000	0,000
Junij	0,000	0,000	0,000	0,000
Julij	0,000	0,000	0,000	0,000
Avgust	0,000	0,000	0,000	0,000
September	0,000	0,000	0,000	0,000
Oktober	0,000	0,000	0,000	0,000
November	0,000	0,000	0,000	0,000

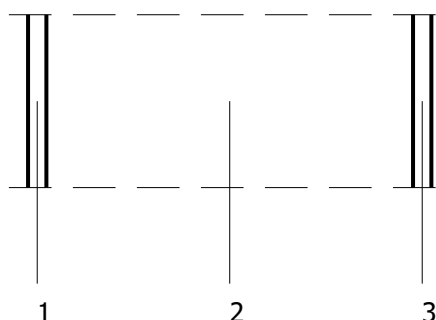
Skupna količina kondenzata je manjša o 1,0 kg/m². Notranja kondenzacija v konstrukciji je v dovoljenih mejah.

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: ZS2-Fasada-nezaščitena

Notranja temperatura: 21 °C

Vrsta konstrukcije: zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom.



- 1 PODALJŠANA APNENA MALTA 1800
- 2 POLNA OPEKA 1200
- 3 PODALJŠANA APNENA MALTA 1800

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	PODALJŠANA APNENA MALTA 1800	3,000	1.800	1.050	0,870	20	0,034
2	POLNA OPEKA 1200	60,000	1.200	920	0,470	5	1,277
3	PODALJŠANA APNENA MALTA 1800	3,000	1.800	1.050	0,870	20	0,034

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,130 + 1,346 + 0,040 + 0,000 = \mathbf{1,516 \text{ m}^2\text{K/W}}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,660 + 0,000 = \mathbf{0,660 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

$$U_{max} = \mathbf{0,280 \text{ W/m}^2\text{K}}, \quad \text{toplotna prehodnost ni ustrezna}$$

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	Θ_e °C	φ_e	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_{sat}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,min}$ °C	Θ_I °C	ϕ_{Rsi}
Januar	-1,0	83,00	466	640	1.170	1.463	12,7	21	0,620
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	21	0,654
Marec	5,0	74,00	645	580	1.283	1.604	14,1	21	0,566
April	10,0	72,00	884	420	1.346	1.682	14,8	21	0,436
Maj	15,0	72,00	1.227	260	1.513	1.891	16,6	21	0,271
Junij	18,0	71,00	1.465	164	1.645	2.056	17,9	21	-
Julij	20,0	75,00	1.753	100	1.863	2.328	19,9	21	-
Avgust	19,0	77,00	1.691	132	1.836	2.295	19,7	21	0,355
September	15,0	79,00	1.346	260	1.632	2.041	17,8	21	0,471
Oktober	10,0	83,00	1.019	420	1.481	1.851	16,3	21	0,572
November	4,0	83,00	675	612	1.348	1.685	14,8	21	0,637
December	0,0	86,00	525	740	1.339	1.674	14,7	21	0,701

$$f_{Rsi} = \mathbf{0,835} > R_{Rsi,max} = \mathbf{0,7009}$$

konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije

Izračun difuzije vodne pare

V konstrukciji pride do kondenzacije vodne pare.

Izračun kondenzacije in akumulacije vodne pare

Mesec	Ravnina 1		g_c kg/m ²	M_a kg/m ²
	g_c kg/m ²	M_a kg/m ²		
December	0,046	0,046	0,000	0,000
Januar	0,039	0,086	0,000	0,000
Februar	-0,018	0,068	0,000	0,000
Marec	-0,120	0,000	0,000	0,000
April	0,000	0,000	0,000	0,000
Maj	0,000	0,000	0,000	0,000
Junij	0,000	0,000	0,000	0,000
Julij	0,000	0,000	0,000	0,000
Avgust	0,000	0,000	0,000	0,000
September	0,000	0,000	0,000	0,000
Oktober	0,000	0,000	0,000	0,000
November	0,000	0,000	0,000	0,000

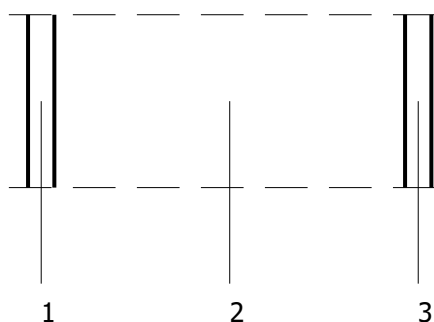
Skupna količina kondenzata je manjša o 1,0 kg/m². Notranja kondenzacija v konstrukciji je v dovoljenih mejah.

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: ZS3-Stena proti neog. mansardi

Notranja temperatura: 21 °C

Vrsta konstrukcije: zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom.



- 1 PODALJŠANA APNENA MALTA 1800
- 2 POLNA OPEKA 1200
- 3 PODALJŠANA APNENA MALTA 1800

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	PODALJŠANA APNENA MALTA 1800	3,000	1.800	1.050	0,870	20	0,034
2	POLNA OPEKA 1200	40,000	1.200	920	0,470	5	0,851
3	PODALJŠANA APNENA MALTA 1800	3,000	1.800	1.050	0,870	20	0,034

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,130 + 0,920 + 0,040 + 0,000 = \mathbf{1,090 \text{ m}^2\text{K/W}}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,917 + 0,000 = \mathbf{0,917 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

$$U_{max} = \mathbf{0,280 \text{ W/m}^2\text{K}}, \quad \text{toplotna prehodnost ni ustrezna}$$

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	Θ_e °C	φ_e	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_{sat}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,min}$ °C	Θ_I °C	ϕ_{Rsi}
Januar	-1,0	83,00	466	640	1.170	1.463	12,7	21	0,620
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	21	0,654
Marec	5,0	74,00	645	580	1.283	1.604	14,1	21	0,566
April	10,0	72,00	884	420	1.346	1.682	14,8	21	0,436
Maj	15,0	72,00	1.227	260	1.513	1.891	16,6	21	0,271
Junij	18,0	71,00	1.465	164	1.645	2.056	17,9	21	-
Julij	20,0	75,00	1.753	100	1.863	2.328	19,9	21	-
Avgust	19,0	77,00	1.691	132	1.836	2.295	19,7	21	0,355
September	15,0	79,00	1.346	260	1.632	2.041	17,8	21	0,471
Oktober	10,0	83,00	1.019	420	1.481	1.851	16,3	21	0,572
November	4,0	83,00	675	612	1.348	1.685	14,8	21	0,637
December	0,0	86,00	525	740	1.339	1.674	14,7	21	0,701

$$f_{Rsi} = \mathbf{0,771} > R_{Rsi,max} = \mathbf{0,7009}$$

konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije

Izračun difuzije vodne pare

V konstrukciji pride do kondenzacije vodne pare.

Izračun kondenzacije in akumulacije vodne pare

Mesec	Ravnina 1		g_c kg/m ²	M_a kg/m ²
	g_c kg/m ²	M_a kg/m ²		
December	0,091	0,091	0,000	0,000
Januar	0,087	0,177	0,000	0,000
Februar	0,020	0,197	0,000	0,000
Marec	-0,091	0,105	0,000	0,000
April	-0,255	0,000	0,000	0,000
Maj	0,000	0,000	0,000	0,000
Junij	0,000	0,000	0,000	0,000
Julij	0,000	0,000	0,000	0,000
Avgust	0,000	0,000	0,000	0,000
September	0,000	0,000	0,000	0,000
Oktober	0,000	0,000	0,000	0,000
November	0,000	0,000	0,000	0,000

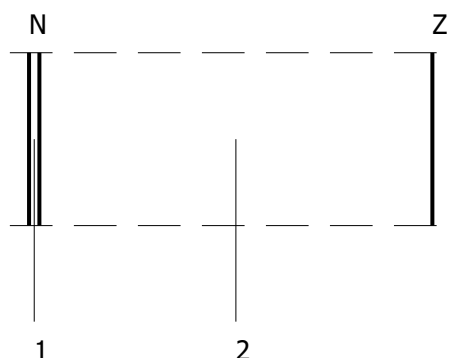
Skupna količina kondenzata je manjša o 1,0 kg/m². Notranja kondenzacija v konstrukciji je v dovoljenih mejah.

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Zid-klet

Vrsta konstrukcije: zunanja stena ogrevanih prostorov proti terenu.

Notranja temperatura: 21 °C



- 1 PODALJŠANA APNENA MALTA 1800
- 2 POLNA OPEKA 1200

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	PODALJŠANA APNENA MALTA 1800	2,500	1.800	1.050	0,870	20	0,029
2	POLNA OPEKA 1200	95,000	1.200	920	0,470	5	2,021

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,130 + 2,050 + 0,000 + 0,000 = \mathbf{2,180 \text{ m}^2\text{K/W}}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,459 + 0,000 = \mathbf{0,459 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	Θ_e °C	φ_e	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_{sat}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,min}$ °C	Θ_I °C	ϕ_{Rsi}
Januar	-1,0	83,00	466	640	1.170	1.463	12,7	21	0,620
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	21	0,654
Marec	5,0	74,00	645	580	1.283	1.604	14,1	21	0,566
April	10,0	72,00	884	420	1.346	1.682	14,8	21	0,436
Maj	15,0	72,00	1.227	260	1.513	1.891	16,6	21	0,271
Junij	18,0	71,00	1.465	164	1.645	2.056	17,9	21	-
Julij	20,0	75,00	1.753	100	1.863	2.328	19,9	21	-
Avgust	19,0	77,00	1.691	132	1.836	2.295	19,7	21	0,355
September	15,0	79,00	1.346	260	1.632	2.041	17,8	21	0,471
Oktober	10,0	83,00	1.019	420	1.481	1.851	16,3	21	0,572
November	4,0	83,00	675	612	1.348	1.685	14,8	21	0,637
December	0,0	86,00	525	740	1.339	1.674	14,7	21	0,701

$$f_{Rsi} = \mathbf{0,885} > R_{Rsi,max} = \mathbf{0,7009}$$

konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije

Izračun difuzije vodne pare

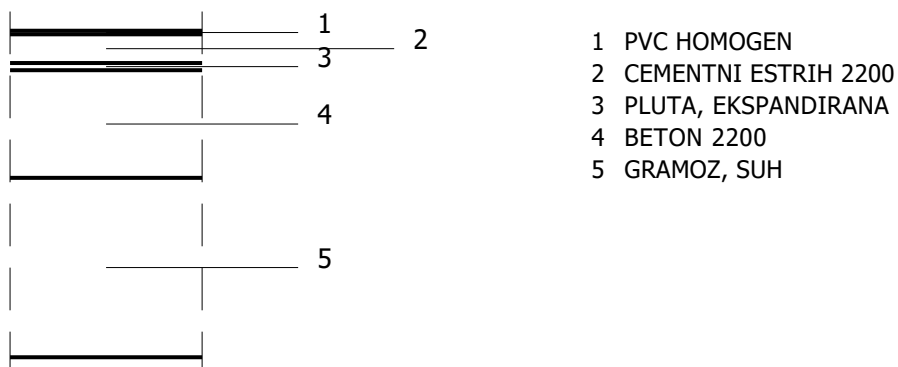
V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Tla na terenu

Notranja temperatura: 21 °C

Vrsta konstrukcije: tla na terenu (ne velja za industrijske zgradbe).



sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	PVC HOMOGEN	1,000	1.400	960	0,230	10.000	0,043
2	CEMENTNI ESTRIH 2200	8,000	2.200	1.050	1,400	30	0,057
3	PLUTA, EKSPANDIRANA	2,000	120	1.670	0,041	10	0,488
4	BETON 2200	30,000	2.200	960	1,510	30	0,199
5	GRAMOZ, SUH	50,000	1.700	840	0,810	2	0,617

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,170 + 1,404 + 0,000 + 0,000 = \mathbf{1,574 \text{ m}^2\text{K/W}}$$

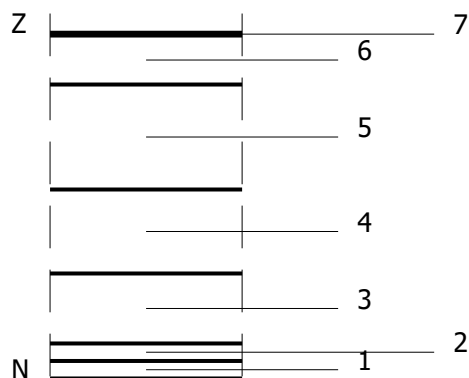
$$U_c = U + \Delta U = 0,635 + 0,000 = \mathbf{0,635 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: ST1-Strop proti neog. mansardi

Notranja temperatura: 21 °C

Vrsta konstrukcije: strop proti neogrevanemu prostoru.



- 1 PODALJŠANA APNENA MALTA 1800
- 2 LES - SMREKA, BOR
- 3 SLOJ ZRAKA
- 4 POLNA OPEKA 1200
- 5 PESEK, SUH
- 6 BETON 2000
- 7 PVC HOMOGEN

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	PODALJŠANA APNENA MALTA 1800	2,500	1.800	1.050	0,870	20	0,029
2	LES - SMREKA, BOR	2,500	600	2.090	0,140	70	0,179
3	SLOJ ZRAKA	10,000	1	1.005	0,454	1	0,220
4	POLNA OPEKA 1200	12,000	1.200	920	0,470	5	0,255
5	PESEK, SUH	15,000	1.800	840	0,580	1	0,259
6	BETON 2000	7,000	2.000	960	1,160	22	0,060
7	PVC HOMOGEN	0,400	1.400	960	0,230	10.000	0,017

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,100 + 1,019 + 0,040 + 0,000 = \mathbf{1,159 \text{ m}^2\text{K/W}}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,863 + 0,000 = \mathbf{0,863 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

$$U_{max} = \mathbf{0,200 \text{ W/m}^2\text{K}}, \quad \text{toplotna prehodnost ni ustrezna}$$

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	Θ_e °C	φ_e	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_{sat}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,min}$ °C	Θ_I °C	ϕ_{Rsi}
Januar	-1,0	83,00	466	640	1.170	1.463	12,7	21	0,620
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	21	0,654
Marec	5,0	74,00	645	580	1.283	1.604	14,1	21	0,566
April	10,0	72,00	884	420	1.346	1.682	14,8	21	0,436
Maj	15,0	72,00	1.227	260	1.513	1.891	16,6	21	0,271
Junij	18,0	71,00	1.465	164	1.645	2.056	17,9	21	-
Julij	20,0	75,00	1.753	100	1.863	2.328	19,9	21	-
Avgust	19,0	77,00	1.691	132	1.836	2.295	19,7	21	0,355
September	15,0	79,00	1.346	260	1.632	2.041	17,8	21	0,471
Oktober	10,0	83,00	1.019	420	1.481	1.851	16,3	21	0,572
November	4,0	83,00	675	612	1.348	1.685	14,8	21	0,637
December	0,0	86,00	525	740	1.339	1.674	14,7	21	0,701

$$f_{Rsi} = \mathbf{0,784} > R_{Rsi,max} = \mathbf{0,7009}$$

konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije

Izračun difuzije vodne pare

V konstrukciji pride do kondenzacije vodne pare.

Izračun kondenzacije in akumulacije vodne pare

Mesec	Ravnina 1		g_c kg/m ²	M_a kg/m ²
	g_c kg/m ²	M_a kg/m ²		
Oktober	0,051	0,051	0,000	0,000
November	0,095	0,146	0,000	0,000
December	0,122	0,268	0,000	0,000
Januar	0,127	0,395	0,000	0,000
Februar	0,105	0,500	0,000	0,000
Marec	0,090	0,590	0,000	0,000
April	0,047	0,637	0,000	0,000
Maj	-0,006	0,631	0,000	0,000
Junij	-0,045	0,586	0,000	0,000
Julij	-0,077	0,509	0,000	0,000
Avgust	-0,060	0,449	0,000	0,000
September	-0,004	0,444	0,000	0,000

Skupna količina kondenzata je manjša o 1,0 kg/m². Notranja kondenzacija v konstrukciji ni v dovoljenih mejah.

PROZORNE KONSTRUKCIJE

Konstrukcija	F_{fr}	U W/m ² K	U_{max} W/m ² K	Ustreza
O1-PVC novejša	0,30	1,50	1,30	NE
O2-Stara lesena	0,30	2,80	1,30	NE

NEPROZORNA ZUNANJA VRATA

Naziv	U	U_{max}	Ustreza
V1-Lesena stara	3,000	1,600	NE
V2-ALU novejša	1,800	1,600	NE
V3-PVC novejša	1,500	1,600	DA
V4-Lesena glavna	3,000	1,600	NE

PODATKI O CONI - Privzeta cona

Kondicionirana prostornina cone V_e :	21.878,35 m³
Neto ogrevana prostornina cone V :	17.502,68 m³
Uporabna površina cone A_k :	3.730,94 m²
Dolžina cone:	52,15 m
Širina cone:	38,65 m
Višina etaže:	4,00 m
Število etaž:	4,00
Ogrevanje:	cona je ogrevana
Način delovanja:	prekinjeno delovanje
Notranja projektna temperatura ogrevanja:	21,00 °C
Notranja projektna temperatura hlajenja:	26,00 °C
Dnevno število ur z normalnim ogrevanjem:	10,00 h
Število dni v tednu z normalnim hlajenjem:	0 dni
Način znižanja temperature ob koncu tedna:	znižanje temperature ogrevanja
Mejna temperatura znižanja:	15,00 °C
Urna izmenjava zraka:	0,70 h⁻¹
Površina toplotnega ovoja cone A:	5.907,95 m²

SPECIFIČNE TRANSMISIJSKE TOPLOTNE IZGUBE

Toplotne izgube skozi zunanje površine

Transmisijске toplotne izgube skozi zunanje površine

Neprozorne površine

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
ZS1 - Fasada-zaščitena	V	90	561,58	0,660	370,64
ZS1 - Fasada-zaščitena	J	90	217,44	0,660	143,51
ZS2-Fasada-nezaščitena	S	90	507,80	0,660	335,15
ZS2-Fasada-nezaščitena	V	90	66,75	0,660	44,06
ZS2-Fasada-nezaščitena	J	90	419,94	0,660	277,16
ZS2-Fasada-nezaščitena	Z	90	578,02	0,660	381,49
V1-Lesena stara	S	90	2,50	3,000	7,50
V2-ALU novejša	S	90	2,05	1,800	3,69
V3-PVC novejša	S	90	5,50	1,500	8,25
V4-Lesena glavna	V	90	18,74	3,000	56,22
ST1-Strop proti neog. mansardi		0	1.204,95	0,863	1.039,87
ZS3-Stena proti neog. mansardi	S	90	38,57	0,917	35,37
ZS3-Stena proti neog. mansardi	V	90	31,16	0,917	28,57
ZS3-Stena proti neog. mansardi	Z	90	4,42	0,917	4,05
Skupaj			3.659,42		2.735,54

Prozorne površine

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
O1-PVC novejša	V	90	53,78	1,500	80,67
O1-PVC novejša	J	90	13,25	1,500	19,88
O1-PVC novejša	Z	90	66,24	1,500	99,36
O2-Stara lesena	S	90	233,95	2,800	655,06
O2-Stara lesena	V	90	149,63	2,800	418,96
O2-Stara lesena	J	90	93,61	2,800	262,11
O2-Stara lesena	Z	90	80,22	2,800	224,62
Skupaj			690,68		1.760,65

Skupne transmisijске toplotne izgube skozi zunanje površine $\Sigma A_i * U_i = 4.496,19 \text{ W/K}$.

Linijски toplotni mostovi

Toplotni most	dolžina m	lin.top.pr. W/mK	topl.izgube W/K
Vsi toplotni mostovi	2.500,00	0,15	375,00

Transmisijске toplotne izgube skozi linijske toplotne mostove znašajo **375,00 W/K**.

V coni ni točkovnih toplotnih mostov.

Transmisijске toplotne izgube skozi zunanji ovoj cone L_D

$$L_D = \Sigma A_i * U_i + \Sigma I_k * \Psi_k + \Sigma \chi_j = 4.496,19 \text{ W/K} + 375,00 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 4.871,19 \text{ W/K}$$

Toplotne izgube skozi zidove in tla v terenu

Tla v kleti

Oznaka	Ploščina (m ²)	U _i (W/m ² K)	U _{max} (W/m ² K)	Ustr.
tla na terenu - Tla ogrevane kleti	1.205,0	0,264	0,350	DA
kletni zid - Tla ogrevane kleti	352,9	0,318	0,350	DA

Toplotne izgube

Oznaka	topl.izgube W/K
Tla ogrevane kleti	430,33

$$L_s = 430,33 \text{ W/K.}$$

Toplotne izgube skozi neogrevane prostore

V coni ni toplotnih izgub skozi neogrevane prostore.

TRANSMISIJSKE IZGUBE

$$H_T = L_D + L_s + H_U = 4.871,19 \text{ W/K} + 430,33 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 5.301,52 \text{ W/K.}$$

TOPLOTNE IZGUBE ZARADI PREZRAČEVANJA

Neto prostornina ogrevanega dela $V_e = 17.502,68 \text{ m}^3$, urna izmenjava zraka $n = 0,70 \text{ h}^{-1}$.

Toplotne izgube zaradi prezračevanja $H_v = 4.165,64 \text{ W/K}$.

KOEFICIENT SKUPNIH TOPLOTNIH IZGUB

$$H = H_T + H_v = 5.301,52 \text{ W/K} + 4.165,64 \text{ W/K} = 9.467,16 \text{ W/K.}$$

KOEFICIENT TRANSMISIJSKIH TOPLOTNIH IZGUB PO ENOTI POVRŠINE OVOJA

Površina ovoja ogrevanega dela $A = 5.907,95 \text{ m}^2$

$$H'_T = H_T / A = 0,897 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Največji dovoljeni $H'_{T,max} = 0,500 \text{ W/m}^2\text{K}$

Koeficient specifičnih toplotnih izgub ne ustreza zahtevam pravilnika.

NOTRANJI DOBITKI

$$Q_i = 18.654,70 \text{ W.}$$

DOBITKI SONČNEGA SEVANJA

Konstrukcija	Površina [m ²]	Orie.	Nagib [°]	Faktor zasen.
O1-PVC novejša	53,78	V	90	1,00
O1-PVC novejša	13,25	J	90	1,00
O1-PVC novejša	66,24	Z	90	1,00
O2-Stara lesena	233,95	S	90	1,00
O2-Stara lesena	149,63	V	90	1,00
O2-Stara lesena	93,61	J	90	1,00
O2-Stara lesena	80,22	Z	90	1,00

Toplotni dobitki sončnega sevanja v ogrevalnem obdobju: **82.014 kWh.**

Toplotni dobitki sončnega sevanja izven ogrevalnega obdobja: **57.069 kWh.**

ZAŠČITA PRED PREGREVANJEM

Konstrukcija	Orie.	g	gmax	Ustreznost
O1-PVC novejša	V	0,46	0,50	DA
O1-PVC novejša	J	0,46	0,50	DA
O1-PVC novejša	Z	0,46	0,50	DA
O2-Stara lesena	V	0,52	0,50	NE
O2-Stara lesena	J	0,52	0,50	NE
O2-Stara lesena	Z	0,52	0,50	NE

Zaščita pred pregrevanjem **NI** ustrezna.

SPECIFIČNE TRANSMISIJSKE TOPLOTNE IZGUBE STAVBE

Transmisijske toplotne izgube skozi zunanji ovoj stavbe L_D

$$L_D = \sum A_i * U_i + \sum l_k * \Psi_k + \sum \chi_j = 4.496,19 \text{ W/K} + 375,00 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 4.871,19 \text{ W/K}$$

TRANSMISIJSKE IZGUBE STAVBE

$$H_T = L_D + L_S + H_U = 4.871,19 \text{ W/K} + 430,33 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 5.301,52 \text{ W/K.}$$

TOPLOTNE IZGUBE STAVBE ZARADI PREZRAČEVANJA

Toplotne izgube zaradi prezračevanja $H_V = 4.165,64 \text{ W/K.}$

KOEFICIENT SKUPNIH TOPLOTNIH IZGUB STAVBE

$$H = H_T + H_V = 5.301,52 \text{ W/K} + 4.165,64 \text{ W/K} = 9.467,16 \text{ W/K.}$$

KOEFICIENT TRANSMISIJSKIH TOPLOTNIH IZGUB STAVBE PO ENOTI POVRŠINE OVOJA

Površina ovoja ogrevanega dela $A = 5.907,95 \text{ m}^2$

$$H'_T = H_T / A = 0,897 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Največji dovoljeni $H'_{T,max} = 0,490 \text{ W/m}^2\text{K}$

Koeficient specifičnih toplotnih izgub ne ustreza zahtevam pravilnika.

NOTRANJI DOBITKI

$$Q_i = 18.654,70 \text{ W.}$$

DOBITKI SONČNEGA SEVANJA

Toplotni dobitki sončnega sevanja v ogrevalnem obdobju: **82.014 kWh.**

Toplotni dobitki sončnega sevanja izven ogrevalnega obdobja: **57.069 kWh.**

POTREBNA ENERGIJA ZA OGREVANJE STAVBE

Mesec	$Q_{H,tr}$	$Q_{H,ve}$	$Q_{H,ht}$	$Q_{H,sol}$	$Q_{H,int}$	$Q_{H,rev}$	$Q_{H,gn}$	γ_H	$\eta_{H,gn}$	$a_{H,red}$	Q_{Hl}	$Q_{em,en}$
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh				kWh	kWh
Januar	86.775	68.183	154.958	6.552	13.879	0	20.431	0,13	1,00	0,42	56.053	56.053
Februar	71.252	55.986	127.239	9.094	12.536	0	21.630	0,17	1,00	0,42	44.004	44.004
Marec	63.109	49.588	112.697	12.931	13.879	0	26.810	0,24	1,00	0,42	35.788	35.788
April	41.988	32.992	74.980	15.507	13.431	0	28.938	0,39	1,00	0,42	19.208	19.208
Maj	15.268	11.997	27.265	11.947	8.954	0	20.901	0,77	0,94	0,42	3.139	3.139
Junij	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0	0
Julij	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0	0
Avgust	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0	0
September	6.871	5.399	12.269	4.264	4.029	0	8.293	0,68	0,97	0,69	2.948	2.948
Oktober	43.388	34.092	77.479	10.022	13.879	0	23.901	0,31	1,00	0,42	22.330	22.330
November	64.891	50.987	115.878	6.257	13.431	0	19.688	0,17	1,00	0,42	40.079	40.079
December	82.831	65.084	147.915	5.441	13.879	0	19.320	0,13	1,00	0,42	53.581	53.581
Skupaj	476.373	374.308	850.681	82.014	107.899	0	189.912	0,00	0,00	0,00	277.131	277.131

Za izračun je privzet poenostavljeni pristop upoštevanja vračljivih toplotnih izgub sistemov.

Letna potrebna toplotna energija za ogrevanje stavbe $Q_{NH} = 277.131 \text{ kWh/a}$.

Letna potrebna toplotna energija za ogrevanje, preračunana na enoto prostornine ogrevanega dela $Q_{NH}/V_e = 12,667 \text{ kWh/m}^3 \text{ a}$.

Največja dovoljena letna potrebna toplotna energija za ogrevanje, preračunana na enoto prostornine ogrevanega dela $Q_{NH}/V_{e, \max} = 5,927 \text{ kWh/m}^3 \text{ a}$.

Letna potrebna toplotna energija za ogrevanje ne ustreza zahtevam pravilnika.

POTREBNA ENERGIJA ZA HLAJENJE STAVBE

Mesec	$Q_{C,tr}$	$Q_{C,ve}$	$Q_{C,ht}$	$Q_{C,int}$	$Q_{C,sol}$	$Q_{C,gn}$	γ_C	$\eta_{C,gn}$	$a_{C,red}$	Q_{NC}
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh				kWh
Januar	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
Februar	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
Marec	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
April	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
Maj	15.396	12.097	27.493	4.925	5.059	9.984	0,36	0,36	0,37	5
Junij	30.537	23.994	54.531	13.431	14.611	28.043	0,51	0,51	0,00	0
Julij	23.666	18.595	42.261	13.879	15.828	29.707	0,70	0,68	0,00	0
Avgust	27.610	21.695	49.305	13.879	13.909	27.788	0,56	0,56	0,00	0
September	29.392	23.094	52.486	9.402	7.661	17.063	0,33	0,32	0,00	0
Oktober	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
November	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
December	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
Skupaj	126.600	99.475	226.076	55.516	57.069	112.585	0,00	0,00	0,00	0

Letna potrebna energija za hlajenje $Q_{NC} = 5 \text{ kWh/a}$.

OGREVALNI PODSISTEM

Podsistem ogrevala:	Ogrevalni sistem 1
Vrsta ogrevala:	prostostoječa ogrevala
Cona:	Vse cone
Standardna temperatura ogrevnega medija:	radiatorji, konvektorji 90 / 70
Regulacija temperature prostora:	P-regulator (2 K)
Ogrevalni sistem ventilatorjev in regulatorjev:	25,00 W
Dodatna električna energija:	$W_{h,em} = 20,48 \text{ kWh}$
Vrnjena dodatna električna energija:	$Q_{rhh,em} = 16,47 \text{ kWh}$
Dodatne toplotne izgube:	$Q_{h,em,l} = -28.072,02 \text{ kWh}$
V ogrevala vnesena toplota:	$Q_{h,em,in} = 249.042,86 \text{ kWh}$
Potrebna toplotna oddaja ogreval:	$Q_{h,em,in} = 277.131,35 \text{ kWh}$

DALJINSKO OGREVANJE

Opis:	Daljinsko ogrevanje s kogeneracijo
Tedensko število dni obratovanja toplotne podpostaje:	7 dni
Nazivna toplotna moč toplotne podpostaje:	35,00 kW
Ogrevalni sistem:	
Vrsta toplotne postaje:	toplovod
Razred toplotne izolacije toplotne podpostaje:	izolacija primarne strani 1, izolacija sekundarne strani 2
Razvodni sistemi, v katere je vnesena toplota:	Razvodni sistem 1
Toplotne izgube toplotne podpostaje:	$Q_{h,DO,l} = 19.874,87 \text{ kWh}$
Toplotna oddaja za ogrevanje:	$Q_{h,out} = 248.670,65 \text{ kWh}$
Toplotna oddaja za pripravo tople vode:	$Q_{w,out} = 0,00 \text{ kWh}$
Skupna toplotna oddaja:	$Q_{out} = 248.670,65 \text{ kWh}$

RAZSVETLJAVA

Način izračuna: **podroben izračun letne dovedene energije za razsvetljava.**

Opis	Moč (W)	Ur/leto (h)	Število
Razsvetljava	35.500,00	1.000	1

Potrebna energija za razsvetljava: **$Q_{f,l} = 35.500,00 \text{ kWh}$**

RAZVOD OGREVALNEGA SISTEMA

Razvodni sistem:	Razvodni sistem 1
Ogrevalni sistem:	Ogrevalni sistem 1
Način delovanja:	delovanje s prekinitvami
Vrsta razvodnega sistema:	dvocevni sistem
Tlačni padec:	0,00
Hidravlična uravnoteženst:	hidravlično neuravnotežen sistem
Dodatek pri ploskovnem ogrevanju:	0,00 kPa
Regulacija črpalke:	delta p je spremenljiv
Moč črpalke:	0,00 W
Namestitev dviznega in priključnega voda:	namestitev pretežno v notranjih stenah
Izolacija razvodnih cevi:	cevi so izolirane
Namestitev horizontalnega razvoda:	horizontalni razvod v ogrevanem prostoru
Izolacija zunanega zidu:	zunanji zid je neizoliran

Cone, po katerih poteka razvod:

Dolžine cevi, dolžinska toplotna prehodnost:

Cona Lv - cevi v ogrevanem prostoru
Cona Lv - cevi v neogrevanem prostoru
Cona Ls - cevi v notranji steni
Cona Ls - cevi v zunanjem zidu
Cona Lsl

Privzeta cona

175,81 m 0,200 W/mK
0,00 m 0,200 W/mK
806,24 m 0,260 m
0,00 m 0,260 / 0,260 W/mK
4.434,31 m 0,260 W/mK

Potrebna električna energija za razvodni podsistem:

Vrnjene toplotne izgube:

Nevrnjene toplotne izgube:

Toplotne izgube razvodnega sistema:

V razvodni sistem vrnjena toplota:

V okolico koristno vrnjena toplota:

V razvodni sistem vnesena toplota:

$W_{h,d,e} = 200,16 \text{ kWh}$

$Q_{h,d,rhh} = 11.214,81 \text{ kWh}$

$Q_{h,d,uhh} = 0,00 \text{ kWh}$

$Q_{h,d} = 11.214,81 \text{ kWh}$

$Q_{d,rhh} = 50,04 \text{ kWh}$

$Q_{rhh,d} = 11.264,85 \text{ kWh}$

$Q_{h,in,d} = 248.992,83 \text{ kWh}$

PRIPRAVA TOPLE VODE

Opis:

Energent:

Cirkulacija:

Število dni zagotavljanja tople vode v tednu:

Vrsta stavbe:

Površina učilnic:

Namestitev priključnega voda:

Izolacija razvoda:

Izolacija zunanjega zidu:

Cone, po katerih poteka razvodni sistem:

Dolžine cevi, dolžinska toplotna prehodnost:

Cona Lv - cevi v ogrevanem prostoru
Cona Lv - cevi v neogrevanem prostoru
Cona Ls - cevi v notranji steni
Cona Ls - cevi v zunanjem zidu
Cona Lsl

Priprava tople vode

električna energija

sistem za toplo vodo brez cirkulacije

5,00

šola brez tušev

600,00 m²

standardni

razvod je izoliran

zunanji zid je neizoliran

Privzeta cona

10,00 m 0,200 W/mK

0,00 m 0,200 W/mK

10,00 m 0,260 W/mK

0,00 m 0,260 / 0,260 W/mK

10,00 m 0,260 W/mK

Namestitev hranilnika:

Tip hranilnika:

Dnevne toplotne izgube hranilnika v stanju obrat. priprav.:

Potrebna toplota za pripravo tople vode:

Potrebna toplota grelnika za toplo vodo:

Vrnjene toplotne izgube sistema za toplo vodo:

Skupne toplotne izgube sistema za toplo vodo:

Skupne vrnjene toplotne izgube:

grelnik in hranilnik sta v istem prostoru

z električnim grelnikom neposr. ogrevani

0,29 kWh

$Q_w = 26.592,86 \text{ kWh}$

$Q_{w,out,g} = 27.080,77 \text{ kWh}$

$Q_{rww} = 0,00 \text{ kWh}$

$Q_{tw} = 487,91 \text{ kWh}$

$Q_{w,reg} = 322,16 \text{ kWh}$

POTREBNA TOPLOTA

Toplotni dobitki pri ogrevanju
Transmisijske izgube pri ogrevanju
Potrebna toplota za ogrevanje
Toplotni dobitki pri hlajenju
Transmisijske izgube pri hlajenju
Potrebna toplota za hlajenje
Potrebna toplota za pripravo tople vode

$$Q_{H,gn} = 189.912,31 \text{ kWh}$$
$$Q_{H,ht} = 850.680,77 \text{ kWh}$$
$$Q_{H,nd} = 277.131,35 \text{ kWh}$$
$$Q_{C,gn} = 112.585,09 \text{ kWh}$$
$$Q_{C,ht} = 226.075,69 \text{ kWh}$$
$$Q_{C,nd} = 5,34 \text{ kWh}$$
$$Q_{W,nd} = 27.080,77 \text{ kWh}$$

Potrebna toplota na neto uporabno površino
Potrebna toplota za ogrevanje na enoto ogrevanje prostornine
Potreben hlad na neto uporabno površino
Potreben hlad na enoto ogrevane prostornine

$$Q_{NH}/A_u = 74,28 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$
$$Q_{NH}/V_e = 12,67 \text{ kWh/m}^3\text{a}$$
$$Q_{NC}/A_u = 0,00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$
$$Q_{NC}/V_e = 0,00 \text{ kWh/m}^3\text{a}$$

DOVEDENA ENERGIJA

Dovedena energija za ogrevanje
Dovedena energija za hlajenje
Dovedena energija za prezračevanje
Dovedena energija za ovlaževanje
Dovedena energija za pripravo tople vode
Dovedena energija za razsvetljavo
Dovedena energija fotonapetostnega sistema
Dovedena pomožna energija za delovanje sistemov
Dovedena energija za delovanje stavbe

$$Q_{f,h,skupni} = 248.670,66 \text{ kWh}$$
$$Q_{f,c,skupni} = 0,00 \text{ kWh}$$
$$Q_{f,v} = 0,00 \text{ kWh}$$
$$Q_{f,st} = 0,00 \text{ kWh}$$
$$Q_{f,w} = 27.080,77 \text{ kWh}$$
$$Q_{f,l} = 35.500,00 \text{ kWh}$$
$$Q_{f,pv} = 0,00 \text{ kWh}$$
$$Q_{f,aux} = 220,64 \text{ kWh}$$
$$Q_f = 311.472,08 \text{ kWh}$$

PRIMARNA ENERGIJA

daljinska toplota s kogeneracijo
električna energija

$$248.670,65 \text{ kWh}$$
$$157.003,54 \text{ kWh}$$

Letna raba primarne energije
Letna raba primarne energije na neto uporabno površino
Letna raba primarne energije na enoto ogrevane prostornine

$$Q_p = 405.674,19 \text{ kWh}$$
$$Q_p/A_u = 108,732 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$
$$Q_p/V_e = 18,542 \text{ kWh/m}^3\text{a}$$

EMISIJA CO₂

daljinska toplota s kogeneracijo
električna energija

$$82.061,32 \text{ kg}$$
$$33.284,75 \text{ kg}$$

Letna emisija CO ₂	115.346,06 kg
Letna emisija CO ₂ na neto uporabno površino	30,916 kg/m²a
Letna emisija CO ₂ na enoto ogrevane prostornine	5,272 kg/m³a

ZAGOTAVLJANJE OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE

najmanj 50% potrebne energije je iz naprav SPTE z visokim izkoristkom	90 %	DA
stavba je najmanj 50 % oskrbovana iz energetsko učinkovitega sistema daljinskega ogrevanja/hlajenja	90 %	DA
letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe, preračunana na enoto kondic. prostornine, je najmanj za 30 % manjša od mejne vrednosti	214 %	NE

POTREBNA ENERGIJA ZA STAVBO

		C1	C2	C3	C4	C5
		Ogrevanje		Hlajenje		Topla voda
		Občutena toplota	Latentna toplota (navlaž.)	Občutena toplota	Latentna toplota (razvlaž.)	
L1	Toplotni dobitki in in vrnjene toplotne izgube	189.912		112.585		
L2	Prehod toplote	850.681		226.076		
L3	Toplotne potrebe	277.131	0	5	0	27.081

SISTEMSKE TOPLOTNE IZGUBE IN POMOŽNA ENERGIJA

		C1	C2	C3	C4	C5
		Ogrevanje	Hlajenje	Topla voda	Prezračevanje	Razsvetljava
L4	Električna energija	221	0	0	0	35.500
L5	Toplotne izgube	3.018	0	488		
L6	Vrnjene toplotne izgube	31.156	0	0	0	0
L7	V razvodni sistem oddana toplota	248.993	0	27.081		

PROIZVEDENA ENERGIJA

		C1
	Vrsta generatorja	Daljinsko ogrevanje
	Sistem oskrbe	ogrevanje
L8	Toplotna oddaja	248.671
L9	Pomožna energija	0
L10	Toplotne izgube	19.875
L11	Vrnjena toplota	0
L12	Vnesena energija	268.546
L13	Prozvedena elektrika	0
L14	Energent	daljinsko ogrevanje

PORABA PRIMARNE ENERGIJE

		C1	C2	C3
		Dovedena energija		
		daljinska toplota s kogeneracijo	električna energija	Skupaj
L1	Dovedena energija	248.671	62.801	
L2	Faktor pretvorbe	1,0	2,5	
L3	Obtežena vrednost	248.671	157.004	405.674
		Oddana energija		
		električna energija	toplotna energija	
L4	Oddana energija	0		
L5	Faktor pretvorbe	2,5		
L6	Obtežena vrednost	0		0
L7	Iznos			405.674

EMISIJA CO₂

		C1	C2	C3
		Dovedena energija		
		daljinska toplota s kogeneracijo	električna energija	Skupaj
L1	Dovedena energija	248.671	62.801	
L2	Faktor pretvorbe	0,33	0,53	
L3	Emisija CO ₂	82.061	33.285	115.346
		Oddana energija		
		električna energija	toplotna energija	
L4	Oddana energija	0		
L5	Faktor pretvorbe	0,53		
L6	Emisija CO ₂	0		0
L7	Iznos			115.346

SKUPNA RABA ENERGIJE IN EMISIJA CO₂ ZA IZRAČUN ENERGIJSKEGA RAZREDA

Toplotne potrebe stavbe (brez sistemov)	Učinkovitost sistemov (toplotne-vrnjene izgube)	Dovedena energija (vsebovana v energentih)	Energijski razred (obtežena količina)
$Q_{H,nd} = 277.131$ $Q_{H,hum,nd} = 0$ $Q_{W,nd} = 27.081$ $Q_{C,nd} = 5$ $Q_{C,dhum,nd} = 0$	$Q_{HW,ls,nd} = -27.651$ $Q_{C,ls,nd} = 0$ El. energija = 35.721 $W_{HW} = 221$ $W_C = 0$ $E_L = 35.500$ $E_V = 0$	$E_{dalj,kog} = 248.671$ $E_{elek} = 27.081$	$\Sigma E_{p,del,i} = 405.674$ $\Sigma m_{CO_2,exp,i} = 115.346$
		Oddana energija (neobteženi energenti)	
		$Q_{T,exp} = 0$ $E_{el,exp} = 0$	$\Sigma E_{p,exp,i} = 0$ $\Sigma m_{CO_2,exp,i} = 0$
			$E_p = 405.674$ $m_{CO_2} = 115.346$
		Proizvedena obnovljiva energija	
		$Q_{H,gen,out} = 0$ $E_{el,gen,out} = 0$	

ELABORAT GRADBENE FIZIKE ZA PODROČJE UČINKOVITE RABE ENERGIJE V STAVBAH

izdelan za stavbo

0119 REP SGTŠ Maribor-EPS

Številka projekta: 0119

Izračun je narejen v skladu s Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah in s Tehnično smernico za graditev TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije.

Stavba ni skladna z zahtevami Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah.

Projektivno podjetje: Eutrip, d.o.o.

Odgovorni vodja projekta: Primož Praper, ID projektanta: G-2185

Elaborat izdelal: Nejc Avguštin

Celje, 01.06.2017

TEHNIČNI OPIS

Lokacija, vrsta in namen stavbe

Naselje, ulica, kraj:	MARIBOR, Cankarjeva ulica 5, Maribor
Katastrska občina:	MARIBOR-GRAD
Parcelna številka:	1184
Koordinate lokacije stavbe:	X (N) = 158183 Y (E) = 550342
Vrsta stavbe:	12630 Stavbe za izobraževanje in znanstvenorazisko
Namembnost stavbe:	nestanovanjska stavba
Etažnost stavbe:	do štiri etaže

Investitor:

Geometrijske karakteristike stavbe

Površina toplotnega ovoja stavbe A :	5.907,95 m²
Kondicionirana prostornina stavbe V_e :	21.878,35 m³
Neto ogrevana prostornina stavbe V :	17.502,68 m³
Oblikovni faktor f_o :	0,270 m⁻¹
Razmerje med površino oken in površino toplotnega ovoja stavbe z :	0,117
Uporabna površina stavbe A_k :	3.730,94 m²
Vrsta zidu:	Srednjetežka gradnja ($\geq 600 \text{ kg/m}^3$)
Način upoštevanja vpliva toplotnih mostov:	EN ISO 13789, SIST EN ISO 14683
Metoda izračuna toplotne kapacitete stavbe:	na poenostavljen način

Projekt je izdelan za rekonstrukcijo stavbe oziroma njenega posameznega dela, kjer se posega v manj kot 25 odstotkov toplotnega ovoja stavbe oziroma njenega posameznega dela oziroma za investicijska in druga vzdrževalna dela.

Klimatski podatki

Začetek kurilne sezone (dan)	Konec kurilne sezone (dan)	Temper.primanjkljaj (K dni)	Proj. temperatura (°C)	Energija sončnega obsevanja (kWh/m ²)
265	140	3300	-13	1142

Povprečne mesečne temperature in vlažnosti zraka:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Leto
T	-1,0	1,0	5,0	10,0	15,0	18,0	20,0	19,0	15,0	10,0	4,0	0,0	9,7
p	83,0	77,0	74,0	72,0	72,0	71,0	75,0	77,0	79,0	83,0	83,0	86,0	77,7

Povprečna mesečna temperatura zunanjega zraka najhladnejšega meseca $T_{z,m,min}$: **-1,0 °C**

Povprečna mesečna temperatura zunanjega zraka najtoplejšega meseca $T_{z,m,max}$: **20,0 °C**

Globalno sončno sevanje (Wh/m ²)																			
		orientacija										orientacija							
nak	mes	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ	mes	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ	
0		1.062	1.062	1.062	1.062	1.062	1.062	1.062	1.062		1.876	1.876	1.876	1.876	1.876	1.876	1.876	1.876	
15		673	760	976	1.210	1.332	1.257	1.039	799		1.296	1.411	1.725	2.058	2.244	2.152	1.841	1.486	
30		498	571	902	1.313	1.548	1.406	1.007	604		752	1.038	1.573	2.170	2.515	2.341	1.766	1.133	
45	I	447	477	825	1.362	1.693	1.492	957	496	II	668	809	1.426	2.185	2.666	2.421	1.667	898	
60		398	414	752	1.349	1.753	1.507	894	427		594	674	1.268	2.096	2.679	2.381	1.535	753	
75		348	362	659	1.274	1.721	1.450	801	372		519	567	1.085	1.923	2.551	2.229	1.359	635	
90		299	308	566	1.140	1.595	1.318	698	317		446	480	908	1.656	2.284	1.962	1.167	538	
0		2.764	2.764	2.764	2.764	2.764	2.764	2.764	2.764		3.819	3.819	3.819	3.819	3.819	3.819	3.819	3.819	
15		2.169	2.285	2.593	2.903	3.050	2.953	2.662	2.334		3.277	3.384	3.625	3.835	3.912	3.815	3.596	3.362	
30		1.503	1.813	2.399	2.935	3.205	3.028	2.511	1.886		2.631	2.873	3.361	3.736	3.861	3.702	3.311	2.834	
45	III	954	1.441	2.181	2.862	3.215	2.986	2.320	1.518	IV	1.913	2.375	3.049	3.515	3.655	3.470	2.982	2.325	
60		848	1.182	1.934	2.662	3.069	2.806	2.086	1.255		1.335	1.965	2.702	3.168	3.298	3.115	2.625	1.914	
75		742	986	1.671	2.370	2.773	2.520	1.821	1.051		1.142	1.629	2.322	2.730	2.800	2.673	2.246	1.587	
90		636	811	1.388	1.970	2.338	2.115	1.529	866		968	1.337	1.915	2.213	2.194	2.156	1.848	1.299	
0		4.843	4.843	4.843	4.843	4.843	4.843	4.843	4.843		5.214	5.214	5.214	5.214	5.214	5.214	5.214	5.214	
15		4.338	4.444	4.639	4.791	4.817	4.725	4.543	4.372		4.764	4.816	4.937	5.044	5.078	5.037	4.923	4.802	
30		3.667	3.884	4.306	4.577	4.600	4.459	4.131	3.748		4.138	4.242	4.529	4.721	4.753	4.711	4.505	4.218	
45	V	2.863	3.248	3.897	4.212	4.203	4.053	3.673	3.069	VI	3.365	3.561	4.049	4.260	4.264	4.245	4.013	3.527	
60		1.971	2.663	3.421	3.704	3.626	3.524	3.180	2.482		2.482	2.913	3.523	3.682	3.604	3.660	3.478	2.872	
75		1.446	2.163	2.900	3.088	2.916	2.909	2.669	2.006		1.750	2.372	2.963	3.018	2.842	2.989	2.919	2.336	
90		1.186	1.741	2.351	2.406	2.107	2.251	2.151	1.613		1.403	1.895	2.387	2.315	2.000	2.291	2.351	1.868	
0		5.723	5.723	5.723	5.723	5.723	5.723	5.723	5.723		4.689	4.689	4.689	4.689	4.689	4.689	4.689	4.689	
15		5.174	5.234	5.416	5.591	5.662	5.611	5.444	5.256		4.082	4.191	4.454	4.701	4.789	4.697	4.448	4.189	
30		4.413	4.539	4.952	5.271	5.366	5.298	4.991	4.578		3.316	3.553	4.113	4.546	4.692	4.538	4.102	3.545	
45	VII	3.478	3.732	4.413	4.779	4.851	4.802	4.451	3.776	VIII	2.430	2.886	3.698	4.228	4.384	4.215	3.680	2.874	
60		2.420	2.990	3.813	4.134	4.122	4.149	3.851	3.036		1.520	2.326	3.233	3.750	3.875	3.735	3.211	2.316	
75		1.651	2.381	3.175	3.375	3.246	3.383	3.220	2.446		1.214	1.881	2.732	3.159	3.190	3.140	2.714	1.881	
90		1.314	1.866	2.523	2.564	2.252	2.571	2.581	1.942		1.020	1.507	2.208	2.485	2.386	2.467	2.199	1.513	
0		3.393	3.393	3.393	3.393	3.393	3.393	3.393	3.393		2.035	2.035	2.035	2.035	2.035	2.035	2.035	2.035	
15		2.782	2.904	3.204	3.494	3.617	3.510	3.229	2.921		1.558	1.661	1.908	2.152	2.263	2.169	1.932	1.679	
30		2.080	2.365	2.949	3.470	3.694	3.503	2.990	2.394		1.054	1.306	1.753	2.198	2.406	2.232	1.802	1.335	
45	IX	1.328	1.891	2.660	3.324	3.612	3.368	2.704	1.917	X	850	1.054	1.587	2.164	2.451	2.211	1.648	1.072	
60		1.077	1.535	2.339	3.041	3.365	3.091	2.382	1.564		756	888	1.406	2.040	2.386	2.098	1.469	890	
75		941	1.260	2.000	2.657	2.962	2.704	2.043	1.290		662	759	1.211	1.841	2.210	1.907	1.265	753	
90		806	1.041	1.640	2.173	2.420	2.214	1.684	1.064		567	640	1.017	1.563	1.928	1.631	1.056	628	
0		1.145	1.145	1.145	1.145	1.145	1.145	1.145	1.145		885	885	885	885	885	885	885	885	
15		831	917	1.088	1.251	1.310	1.229	1.066	907		592	667	834	1.002	1.074	1.001	835	671	
30		632	733	1.021	1.318	1.433	1.280	988	719		480	524	783	1.087	1.226	1.085	788	524	
45	XI	569	624	947	1.339	1.501	1.288	903	605	XII	432	451	727	1.133	1.328	1.129	732	448	
60		505	546	866	1.308	1.506	1.247	814	525		384	396	666	1.129	1.368	1.125	669	392	
75		442	475	766	1.224	1.442	1.159	708	455		336	346	593	1.076	1.342	1.072	593	343	
90		379	407	661	1.088	1.310	1.023	602	388		288	296	514	974	1.246	971	510	293	

Seznam konstrukcij

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

- ZS1 - Fasada-zaščitena, $U = 0,660 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 21 \text{ }^\circ\text{C}$
- ZS2-Fasada-nezaščitena, $U = 0,196 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 21 \text{ }^\circ\text{C}$
- ZS3-Stena proti neog. mansardi, $U = 0,192 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

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

- Zid-klet, $U = 0,459 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

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

- Tla na terenu, $U = 0,635 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

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

- ST1-Strop proti neog. mansardi, $U = 0,144 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

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

- O1-PVC novejša, $U = 0,900 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 21 \text{ }^\circ\text{C}$
- O2-Stara lesena, $U = 0,900 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

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

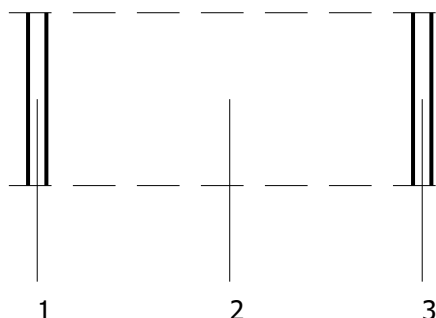
- V1-Lesena stara, $U = 1,100 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 0 \text{ }^\circ\text{C}$
- V2-ALU novejša, $U = 1,100 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 0 \text{ }^\circ\text{C}$
- V3-PVC novejša, $U = 1,500 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 0 \text{ }^\circ\text{C}$
- V4-Lesena glavna, $U = 1,100 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 0 \text{ }^\circ\text{C}$

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: ZS1 - Fasada-zaščitena

Notranja temperatura: 21 °C

Vrsta konstrukcije: zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom.



- 1 PODALJŠANA APNENA MALTA 1800
- 2 POLNA OPEKA 1200
- 3 PODALJŠANA APNENA MALTA 1800

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	PODALJŠANA APNENA MALTA 1800	3,000	1.800	1.050	0,870	20	0,034
2	POLNA OPEKA 1200	60,000	1.200	920	0,470	5	1,277
3	PODALJŠANA APNENA MALTA 1800	3,000	1.800	1.050	0,870	20	0,034

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,130 + 1,346 + 0,040 + 0,000 = \mathbf{1,516 \text{ m}^2\text{K/W}}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,660 + 0,000 = \mathbf{0,660 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

$$U_{max} = \mathbf{0,280 \text{ W/m}^2\text{K}}, \quad \text{toplotna prehodnost ni ustrezna}$$

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	Θ_e °C	φ_e	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_{sat}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,min}$ °C	Θ_I °C	ϕ_{Rsi}
Januar	-1,0	83,00	466	640	1.170	1.463	12,7	21	0,620
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	21	0,654
Marec	5,0	74,00	645	580	1.283	1.604	14,1	21	0,566
April	10,0	72,00	884	420	1.346	1.682	14,8	21	0,436
Maj	15,0	72,00	1.227	260	1.513	1.891	16,6	21	0,271
Junij	18,0	71,00	1.465	164	1.645	2.056	17,9	21	-
Julij	20,0	75,00	1.753	100	1.863	2.328	19,9	21	-
Avgust	19,0	77,00	1.691	132	1.836	2.295	19,7	21	0,355
September	15,0	79,00	1.346	260	1.632	2.041	17,8	21	0,471
Oktober	10,0	83,00	1.019	420	1.481	1.851	16,3	21	0,572
November	4,0	83,00	675	612	1.348	1.685	14,8	21	0,637
December	0,0	86,00	525	740	1.339	1.674	14,7	21	0,701

$$f_{Rsi} = \mathbf{0,835} > R_{Rsi,max} = \mathbf{0,7009}$$

konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije

Izračun difuzije vodne pare

V konstrukciji pride do kondenzacije vodne pare.

Izračun kondenzacije in akumulacije vodne pare

Mesec	Ravnina 1		g_c kg/m ²	M_a kg/m ²
	g_c kg/m ²	M_a kg/m ²		
December	0,046	0,046	0,000	0,000
Januar	0,039	0,086	0,000	0,000
Februar	-0,018	0,068	0,000	0,000
Marec	-0,120	0,000	0,000	0,000
April	0,000	0,000	0,000	0,000
Maj	0,000	0,000	0,000	0,000
Junij	0,000	0,000	0,000	0,000
Julij	0,000	0,000	0,000	0,000
Avgust	0,000	0,000	0,000	0,000
September	0,000	0,000	0,000	0,000
Oktober	0,000	0,000	0,000	0,000
November	0,000	0,000	0,000	0,000

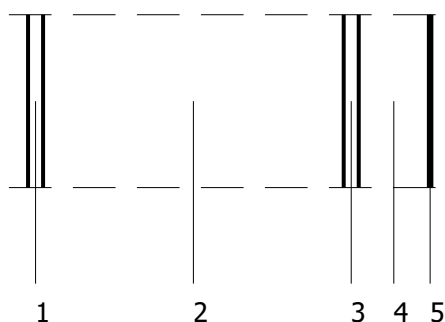
Skupna količina kondenzata je manjša o 1,0 kg/m². Notranja kondenzacija v konstrukciji je v dovoljenih mejah.

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: ZS2-Fasada-nezaščitena

Notranja temperatura: 21 °C

Vrsta konstrukcije: zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom.



- 1 PODALJŠANA APNENA MALTA 1800
- 2 POLNA OPEKA 1200
- 3 PODALJŠANA APNENA MALTA 1800
- 4 Fragmat EPS F
- 5 PODALJŠANA APNENA MALTA 1800

slój	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	PODALJŠANA APNENA MALTA 1800	3,000	1.800	1.050	0,870	20	0,034
2	POLNA OPEKA 1200	60,000	1.200	920	0,470	5	1,277
3	PODALJŠANA APNENA MALTA 1800	3,000	1.800	1.050	0,870	20	0,034
4	Fragmat EPS F	14,000	16	1.260	0,039	40	3,590
5	PODALJŠANA APNENA MALTA 1800	0,500	1.800	1.050	0,870	20	0,006

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,130 + 4,941 + 0,040 + 0,000 = \mathbf{5,111 \text{ m}^2\text{K/W}}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,196 + 0,000 = \mathbf{0,196 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

$$U_{max} = \mathbf{0,280 \text{ W/m}^2\text{K}}, \quad \text{toplotna prehodnost je ustrezna}$$

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	Θ_e °C	φ_e	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_{sat}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,min}$ °C	Θ_I °C	ϕ_{Rsi}
Januar	-1,0	83,00	466	640	1.170	1.463	12,7	21	0,620
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	21	0,654
Marec	5,0	74,00	645	580	1.283	1.604	14,1	21	0,566
April	10,0	72,00	884	420	1.346	1.682	14,8	21	0,436
Maj	15,0	72,00	1.227	260	1.513	1.891	16,6	21	0,271
Junij	18,0	71,00	1.465	164	1.645	2.056	17,9	21	-
Julij	20,0	75,00	1.753	100	1.863	2.328	19,9	21	-
Avgust	19,0	77,00	1.691	132	1.836	2.295	19,7	21	0,355
September	15,0	79,00	1.346	260	1.632	2.041	17,8	21	0,471
Oktober	10,0	83,00	1.019	420	1.481	1.851	16,3	21	0,572
November	4,0	83,00	675	612	1.348	1.685	14,8	21	0,637
December	0,0	86,00	525	740	1.339	1.674	14,7	21	0,701

$$f_{Rsi} = \mathbf{0,951} > R_{Rsi,max} = \mathbf{0,7009}$$

konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije

Izračun difuzije vodne pare

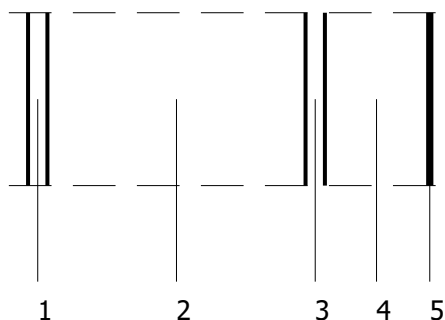
V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: ZS3-Stena proti neog. mansardi

Notranja temperatura: 21 °C

Vrsta konstrukcije: zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom.



- 1 PODALJŠANA APNENA MALTA 1800
- 2 POLNA OPEKA 1200
- 3 PODALJŠANA APNENA MALTA 1800
- 4 Fragmat EPS F
- 5 PIGMENTNA FASADNA MALTA

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	PODALJŠANA APNENA MALTA 1800	3,000	1.800	1.050	0,870	20	0,034
2	POLNA OPEKA 1200	40,000	1.200	920	0,470	5	0,851
3	PODALJŠANA APNENA MALTA 1800	3,000	1.800	1.050	0,870	20	0,034
4	Fragmat EPS F	16,000	16	1.260	0,039	40	4,103
5	PIGMENTNA FASADNA MALTA	0,500	1.850	1.050	0,700	15	0,007

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,130 + 5,030 + 0,040 + 0,000 = \mathbf{5,200 \text{ m}^2\text{K/W}}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,192 + 0,000 = \mathbf{0,192 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

$$U_{\max} = \mathbf{0,280 \text{ W/m}^2\text{K}},$$

toplotna prehodnost je ustrezna

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	Θ_e °C	φ_e	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_{\text{sat}}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,\min}$ °C	Θ_I °C	ϕ_{Rsi}
Januar	-1,0	83,00	466	640	1.170	1.463	12,7	21	0,620
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	21	0,654
Marec	5,0	74,00	645	580	1.283	1.604	14,1	21	0,566
April	10,0	72,00	884	420	1.346	1.682	14,8	21	0,436
Maj	15,0	72,00	1.227	260	1.513	1.891	16,6	21	0,271
Junij	18,0	71,00	1.465	164	1.645	2.056	17,9	21	-
Julij	20,0	75,00	1.753	100	1.863	2.328	19,9	21	-
Avgust	19,0	77,00	1.691	132	1.836	2.295	19,7	21	0,355
September	15,0	79,00	1.346	260	1.632	2.041	17,8	21	0,471
Oktober	10,0	83,00	1.019	420	1.481	1.851	16,3	21	0,572
November	4,0	83,00	675	612	1.348	1.685	14,8	21	0,637
December	0,0	86,00	525	740	1.339	1.674	14,7	21	0,701

$$f_{Rsi} = \mathbf{0,952} > R_{Rsi,\max} = \mathbf{0,7009}$$

konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije

Izračun difuzije vodne pare

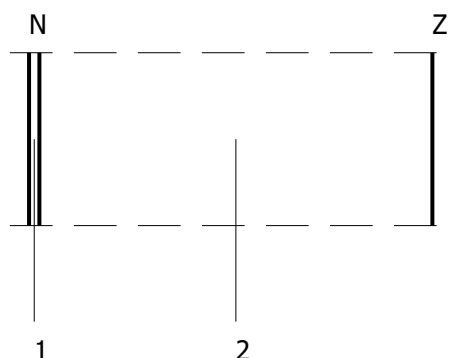
V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Zid-klet

Vrsta konstrukcije: zunanja stena ogrevanih prostorov proti terenu.

Notranja temperatura: 21 °C



- 1 PODALJŠANA APNENA MALTA 1800
- 2 POLNA OPEKA 1200

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	PODALJŠANA APNENA MALTA 1800	2,500	1.800	1.050	0,870	20	0,029
2	POLNA OPEKA 1200	95,000	1.200	920	0,470	5	2,021

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,130 + 2,050 + 0,000 + 0,000 = \mathbf{2,180 \text{ m}^2\text{K/W}}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,459 + 0,000 = \mathbf{0,459 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	Θ_e °C	φ_e	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_{sat}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,min}$ °C	Θ_I °C	ϕ_{Rsi}
Januar	-1,0	83,00	466	640	1.170	1.463	12,7	21	0,620
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	21	0,654
Marec	5,0	74,00	645	580	1.283	1.604	14,1	21	0,566
April	10,0	72,00	884	420	1.346	1.682	14,8	21	0,436
Maj	15,0	72,00	1.227	260	1.513	1.891	16,6	21	0,271
Junij	18,0	71,00	1.465	164	1.645	2.056	17,9	21	-
Julij	20,0	75,00	1.753	100	1.863	2.328	19,9	21	-
Avgust	19,0	77,00	1.691	132	1.836	2.295	19,7	21	0,355
September	15,0	79,00	1.346	260	1.632	2.041	17,8	21	0,471
Oktober	10,0	83,00	1.019	420	1.481	1.851	16,3	21	0,572
November	4,0	83,00	675	612	1.348	1.685	14,8	21	0,637
December	0,0	86,00	525	740	1.339	1.674	14,7	21	0,701

$$f_{Rsi} = \mathbf{0,885} > R_{Rsi,max} = \mathbf{0,7009} \quad \text{konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije}$$

Izračun difuzije vodne pare

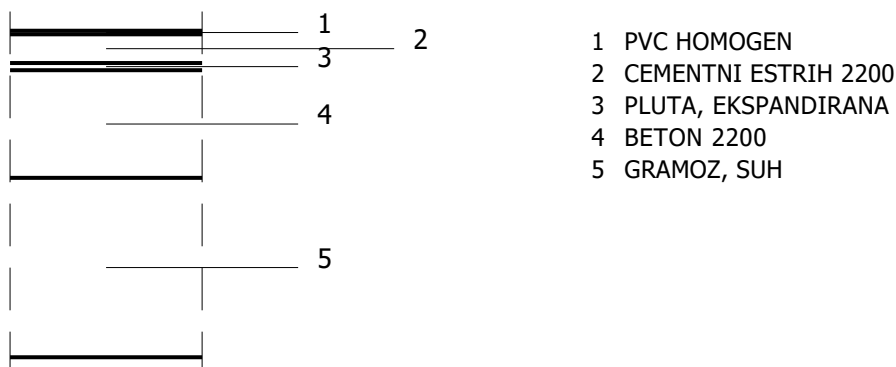
V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Tla na terenu

Notranja temperatura: 21 °C

Vrsta konstrukcije: tla na terenu (ne velja za industrijske zgradbe).



sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	PVC HOMOGEN	1,000	1.400	960	0,230	10.000	0,043
2	CEMENTNI ESTRIH 2200	8,000	2.200	1.050	1,400	30	0,057
3	PLUTA, EKSPANDIRANA	2,000	120	1.670	0,041	10	0,488
4	BETON 2200	30,000	2.200	960	1,510	30	0,199
5	GRAMOZ, SUH	50,000	1.700	840	0,810	2	0,617

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,170 + 1,404 + 0,000 + 0,000 = \mathbf{1,574 \text{ m}^2\text{K/W}}$$

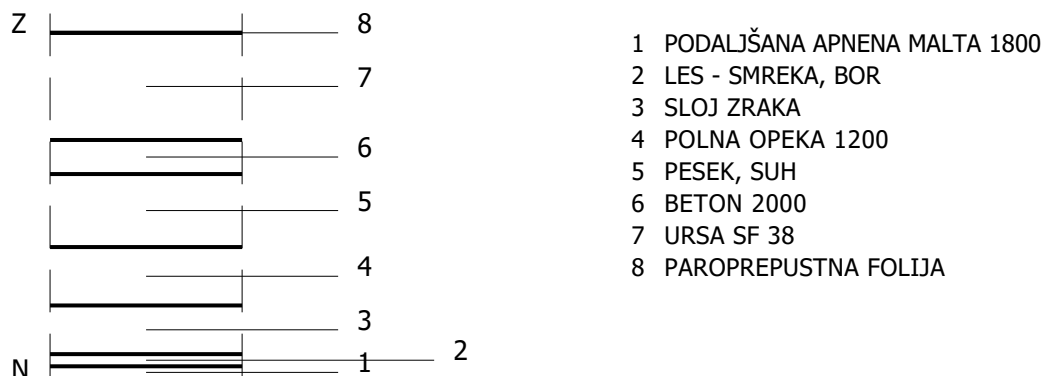
$$U_c = U + \Delta U = 0,635 + 0,000 = \mathbf{0,635 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: ST1-Strop proti neog. mansardi

Notranja temperatura: 21 °C

Vrsta konstrukcije: strop proti neogrevanemu prostoru.



sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	PODALJŠANA APNENA MALTA 1800	2,500	1.800	1.050	0,870	20	0,029
2	LES - SMREKA, BOR	2,500	600	2.090	0,140	70	0,179
3	SLOJ ZRAKA	10,000	1	1.005	0,454	1	0,220
4	POLNA OPEKA 1200	12,000	1.200	920	0,470	5	0,255
5	PESEK, SUH	15,000	1.800	840	0,580	1	0,259
6	BETON 2000	7,000	2.000	960	1,160	22	0,060
7	URSA SF 38	22,000	18	1.030	0,038	1	5,789
8	PAROPREPUSTNA FOLIJA	0,037	215	960	0,190	54	0,002

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,100 + 6,793 + 0,040 + 0,000 = \mathbf{6,933 \text{ m}^2\text{K/W}}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,144 + 0,000 = \mathbf{0,144 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

$$U_{max} = \mathbf{0,200 \text{ W/m}^2\text{K}}, \quad \text{toplotna prehodnost je ustrezna}$$

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	Θ_e °C	φ_e	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_{sat}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,min}$ °C	Θ_I °C	ϕ_{Rsi}
Januar	-1,0	83,00	466	640	1.170	1.463	12,7	21	0,620
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	21	0,654
Marec	5,0	74,00	645	580	1.283	1.604	14,1	21	0,566
April	10,0	72,00	884	420	1.346	1.682	14,8	21	0,436
Maj	15,0	72,00	1.227	260	1.513	1.891	16,6	21	0,271
Junij	18,0	71,00	1.465	164	1.645	2.056	17,9	21	-
Julij	20,0	75,00	1.753	100	1.863	2.328	19,9	21	-
Avgust	19,0	77,00	1.691	132	1.836	2.295	19,7	21	0,355
September	15,0	79,00	1.346	260	1.632	2.041	17,8	21	0,471
Oktober	10,0	83,00	1.019	420	1.481	1.851	16,3	21	0,572
November	4,0	83,00	675	612	1.348	1.685	14,8	21	0,637
December	0,0	86,00	525	740	1.339	1.674	14,7	21	0,701

$$f_{Rsi} = \mathbf{0,964} > R_{Rsi,max} = \mathbf{0,7009}$$

konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije

Izračun difuzije vodne pare

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

PROZORNE KONSTRUKCIJE

Konstrukcija	F_{fr}	U W/m ² K	U_{max} W/m ² K	Ustreza
O1-PVC novejša	0,30	0,90	1,30	DA
O2-Stara lesena	0,30	0,90	1,30	DA

NEPROZORNA ZUNANJA VRATA

Naziv	U	U_{max}	Ustreza
V1-Lesena stara	1,100	1,600	DA
V2-ALU novejša	1,100	1,600	DA
V3-PVC novejša	1,500	1,600	DA
V4-Lesena glavna	1,100	1,600	DA

PODATKI O CONI - Privzeta cona

Kondicionirana prostornina cone V_e :	21.878,35 m³
Neto ogrevana prostornina cone V :	17.502,68 m³
Uporabna površina cone A_k :	3.730,94 m²
Dolžina cone:	52,15 m
Širina cone:	38,65 m
Višina etaže:	4,00 m
Število etaž:	4,00
Ogrevanje:	cona je ogrevana
Način delovanja:	prekinjeno delovanje
Notranja projektna temperatura ogrevanja:	21,00 °C
Notranja projektna temperatura hlajenja:	26,00 °C
Dnevno število ur z normalnim ogrevanjem:	10,00 h
Število dni v tednu z normalnim hlajenjem:	0 dni
Način znižanja temperature ob koncu tedna:	znižanje temperature ogrevanja
Mejna temperatura znižanja:	15,00 °C
Urna izmenjava zraka:	0,70 h⁻¹
Površina toplotnega ovoja cone A:	5.907,95 m²

SPECIFIČNE TRANSMISIJSKE TOPLOTNE IZGUBE

Toplotne izgube skozi zunanje površine

Transmisijске toplotne izgube skozi zunanje površine

Neprozorne površine

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
ZS1 - Fasada-zaščitena	V	90	561,58	0,660	370,64
ZS1 - Fasada-zaščitena	J	90	217,44	0,660	143,51
ZS2-Fasada-nezaščitena	S	90	507,80	0,196	99,53
ZS2-Fasada-nezaščitena	V	90	66,75	0,196	13,08
ZS2-Fasada-nezaščitena	J	90	419,94	0,196	82,31
ZS2-Fasada-nezaščitena	Z	90	578,02	0,196	113,29
V1-Lesena stara	S	90	2,50	1,100	2,75
V2-ALU novejša	S	90	2,05	1,100	2,26
V3-PVC novejša	S	90	5,50	1,500	8,25
V4-Lesena glavna	V	90	18,74	1,100	20,61
ST1-Strop proti neog. mansardi		0	1.204,95	0,144	173,51
ZS3-Stena proti neog. mansardi	S	90	38,57	0,192	7,41
ZS3-Stena proti neog. mansardi	V	90	31,16	0,192	5,98
ZS3-Stena proti neog. mansardi	Z	90	4,42	0,192	0,85
Skupaj			3.659,42		1.043,98

Prozorne površine

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
O1-PVC novejša	V	90	53,78	0,900	48,40
O1-PVC novejša	J	90	13,25	0,900	11,93
O1-PVC novejša	Z	90	66,24	0,900	59,62
O2-Stara lesena	S	90	233,95	0,900	210,56
O2-Stara lesena	V	90	149,63	0,900	134,67
O2-Stara lesena	J	90	93,61	0,900	84,25
O2-Stara lesena	Z	90	80,22	0,900	72,20
Skupaj			690,68		621,61

Skupne transmisijске toplotne izgube skozi zunanje površine $\Sigma A_i * U_i = 1.665,60 \text{ W/K}$.

Linijски toplotni mostovi

Toplotni most	dolžina m	lin.top.pr. W/mK	topl.izgube W/K
Vsi toplotni mostovi	2.500,00	0,15	375,00

Transmisijске toplotne izgube skozi linijske toplotne mostove znašajo **375,00 W/K**.

V coni ni točkovnih toplotnih mostov.

Transmisijске toplotne izgube skozi zunanji ovoj cone L_D

$$L_D = \Sigma A_i * U_i + \Sigma I_k * \Psi_k + \Sigma \chi_j = 1.665,60 \text{ W/K} + 375,00 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 2.040,60 \text{ W/K}$$

Toplotne izgube skozi zidove in tla v terenu

Tla v kleti

Oznaka	Ploščina (m ²)	U _i (W/m ² K)	U _{max} (W/m ² K)	Ustr.
tla na terenu - Tla ogrevane kleti	1.205,0	0,264	0,350	DA
kletni zid - Tla ogrevane kleti	352,9	0,318	0,350	DA

Toplotne izgube

Oznaka	topl.izgube W/K
Tla ogrevane kleti	430,33

$$L_s = 430,33 \text{ W/K.}$$

Toplotne izgube skozi neogrevane prostore

V coni ni toplotnih izgub skozi neogrevane prostore.

TRANSMISIJSKE IZGUBE

$$H_T = L_D + L_s + H_U = 2.040,60 \text{ W/K} + 430,33 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 2.470,92 \text{ W/K.}$$

TOPLOTNE IZGUBE ZARADI PREZRAČEVANJA

Neto prostornina ogrevanega dela $V_e = 17.502,68 \text{ m}^3$, urna izmenjava zraka $n = 0,70 \text{ h}^{-1}$.

Toplotne izgube zaradi prezračevanja $H_v = 4.165,64 \text{ W/K}$.

KOEFICIENT SKUPNIH TOPLOTNIH IZGUB

$$H = H_T + H_v = 2.470,92 \text{ W/K} + 4.165,64 \text{ W/K} = 6.636,56 \text{ W/K.}$$

KOEFICIENT TRANSMISIJSKIH TOPLOTNIH IZGUB PO ENOTI POVRŠINE OVOJA

Površina ovoja ogrevanega dela $A = 5.907,95 \text{ m}^2$

$$H'_T = H_T / A = 0,418 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Največji dovoljeni $H'_{T,max} = 0,500 \text{ W/m}^2\text{K}$

Koeficient specifičnih toplotnih izgub ustreza zahtevam pravilnika.

NOTRANJI DOBITKI

$$Q_i = 18.654,70 \text{ W.}$$

DOBITKI SONČNEGA SEVANJA

Konstrukcija	Površina [m ²]	Orie.	Nagib [°]	Faktor zasen.
O1-PVC novejša	53,78	V	90	1,00
O1-PVC novejša	13,25	J	90	1,00
O1-PVC novejša	66,24	Z	90	1,00
O2-Stara lesena	233,95	S	90	1,00
O2-Stara lesena	149,63	V	90	1,00
O2-Stara lesena	93,61	J	90	1,00
O2-Stara lesena	80,22	Z	90	1,00

Toplotni dobitki sončnega sevanja v ogrevalnem obdobju: **55.997 kWh.**

Toplotni dobitki sončnega sevanja izven ogrevalnega obdobja: **39.005 kWh.**

ZAŠČITA PRED PREGREVANJEM

Konstrukcija	Orie.	g	gmax	Ustreznost
O1-PVC novejša	V	0,35	0,50	DA
O1-PVC novejša	J	0,35	0,50	DA
O1-PVC novejša	Z	0,35	0,50	DA
O2-Stara lesena	V	0,35	0,50	DA
O2-Stara lesena	J	0,35	0,50	DA
O2-Stara lesena	Z	0,35	0,50	DA

Zaščita pred pregrevanjem JE ustrezna.

SPECIFIČNE TRANSMISIJSKE TOPLOTNE IZGUBE STAVBE

Transmisijske toplotne izgube skozi zunanji ovoj stavbe L_D

$$L_D = \sum A_i * U_i + \sum I_k * \Psi_k + \sum \chi_j = 1.665,60 \text{ W/K} + 375,00 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 2.040,60 \text{ W/K}$$

TRANSMISIJSKE IZGUBE STAVBE

$$H_T = L_D + L_S + H_U = 2.040,60 \text{ W/K} + 430,33 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 2.470,92 \text{ W/K.}$$

TOPLOTNE IZGUBE STAVBE ZARADI PREZRAČEVANJA

Toplotne izgube zaradi prezračevanja $H_V = 4.165,64 \text{ W/K.}$

KOEFICIENT SKUPNIH TOPLOTNIH IZGUB STAVBE

$$H = H_T + H_V = 2.470,92 \text{ W/K} + 4.165,64 \text{ W/K} = 6.636,56 \text{ W/K.}$$

KOEFICIENT TRANSMISIJSKIH TOPLOTNIH IZGUB STAVBE PO ENOTI POVRŠINE OVOJA

Površina ovoja ogrevanega dela $A = 5.907,95 \text{ m}^2$

$$H'_T = H_T / A = 0,418 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Največji dovoljeni $H'_{T,max} = 0,490 \text{ W/m}^2\text{K}$

Koeficient specifičnih toplotnih izgub ustreza zahtevam pravilnika.

NOTRANJI DOBITKI

$$Q_i = 18.654,70 \text{ W.}$$

DOBITKI SONČNEGA SEVANJA

Toplotni dobitki sončnega sevanja v ogrevalnem obdobju: **55.997 kWh.**

Toplotni dobitki sončnega sevanja izven ogrevalnega obdobja: **39.005 kWh.**

POTREBNA ENERGIJA ZA OGREVANJE STAVBE

Mesec	$Q_{H,tr}$	$Q_{H,ve}$	$Q_{H,ht}$	$Q_{H,sol}$	$Q_{H,int}$	$Q_{H,rev}$	$Q_{H,gn}$	γ_H	$\eta_{H,gn}$	$a_{H,red}$	Q_{Hl}	$Q_{em,en}$
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh				kWh	kWh
Januar	40.444	68.183	108.627	4.470	13.879	0	18.349	0,17	1,00	0,42	37.616	37.616
Februar	33.209	55.986	89.195	6.210	12.536	0	18.745	0,21	1,00	0,42	29.354	29.354
Marec	29.414	49.588	79.002	8.836	13.879	0	22.715	0,29	1,00	0,42	23.453	23.453
April	19.570	32.992	52.562	10.594	13.431	0	24.026	0,46	1,00	0,42	11.899	11.899
Maj	7.116	11.997	19.113	8.164	8.954	0	17.118	0,90	0,93	0,42	1.309	1.309
Junij	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0	0
Julij	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0	0
Avgust	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0	0
September	3.202	5.399	8.601	2.913	4.029	0	6.942	0,81	0,96	0,74	1.436	1.436
Oktober	20.222	34.092	54.314	6.838	13.879	0	20.717	0,38	1,00	0,42	14.001	14.001
November	30.244	50.987	81.232	4.265	13.431	0	17.696	0,22	1,00	0,42	26.473	26.473
December	38.606	65.084	103.690	3.708	13.879	0	17.588	0,17	1,00	0,42	35.876	35.876
Skupaj	222.027	374.308	596.335	55.997	107.899	0	163.896	0,00	0,00	0,00	181.417	181.417

Za izračun je privzet poenostavljeni pristop upoštevanja vračljivih toplotnih izgub sistemov.

Letna potrebna toplotna energija za ogrevanje stavbe $Q_{NH} = 181.417 \text{ kWh/a}$.

Letna potrebna toplotna energija za ogrevanje, preračunana na enoto prostornine ogrevanega dela

$Q_{NH}/V_e = 8,292 \text{ kWh/m}^3 \text{ a}$.

Največja dovoljena letna potrebna toplotna energija za ogrevanje, preračunana na enoto prostornine ogrevanega dela $Q_{NH}/V_{e, \max} = 5,927 \text{ kWh/m}^3 \text{ a}$.

Letna potrebna toplotna energija za ogrevanje ne ustreza zahtevam pravilnika.

POTREBNA ENERGIJA ZA HLAJENJE STAVBE

Mesec	$Q_{C,tr}$	$Q_{C,ve}$	$Q_{C,ht}$	$Q_{C,int}$	$Q_{C,sol}$	$Q_{C,gn}$	γ_C	$\eta_{C,gn}$	$a_{C,red}$	Q_{NC}
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh				kWh
Januar	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
Februar	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
Marec	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
April	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
Maj	7.176	12.097	19.273	4.925	3.457	8.382	0,43	0,43	0,47	3
Junij	14.233	23.994	38.227	13.431	9.982	23.413	0,61	0,61	0,00	0
Julij	11.030	18.595	29.626	13.879	10.822	24.701	0,83	0,79	0,00	0
Avgust	12.869	21.695	34.563	13.879	9.510	23.389	0,68	0,67	0,00	0
September	13.699	23.094	36.793	9.402	5.233	14.635	0,40	0,40	0,07	0
Oktober	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
November	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
December	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
Skupaj	59.006	99.475	158.481	55.516	39.005	94.521	0,00	0,00	0,00	0

Letna potrebna energija za hlajenje $Q_{NC} = 3 \text{ kWh/a}$.

OGREVALNI PODSISTEM

Podsistem ogrevala:	Ogrevalni sistem 1
Vrsta ogrevala:	prostostoječa ogrevala
Cona:	Vse cone
Standardna temperatura ogrevnega medija:	radiatorji, konvektorji 90 / 70
Regulacija temperature prostora:	P-regulator (2 K)
Ogrevalni sistem ventilatorjev in regulatorjev:	25,00 W
Dodatna električna energija:	$W_{h,em} = 18,32 \text{ kWh}$
Vrnjena dodatna električna energija:	$Q_{rhh,em} = 15,93 \text{ kWh}$
Dodatne toplotne izgube:	$Q_{h,em,l} = -18.376,66 \text{ kWh}$
V ogrevala vnesena toplota:	$Q_{h,em,in} = 163.024,69 \text{ kWh}$
Potrebna toplotna oddaja ogreval:	$Q_{h,em,in} = 181.417,28 \text{ kWh}$

DALJINSKO OGREVANJE

Opis:	Daljinsko ogrevanje s kogeneracijo
Tedensko število dni obratovanja toplotne podpostaje:	7 dni
Nazivna toplotna moč toplotne podpostaje:	35,00 kW
Ogrevalni sistem:	
Vrsta toplotne postaje:	toplovod
Razred toplotne izolacije toplotne podpostaje:	izolacija primarne strani 1, izolacija sekundarne strani 2
Razvodni sistemi, v katere je vnesena toplota:	Razvodni sistem 1
Toplotne izgube toplotne podpostaje:	$Q_{h,DO,l} = 19.874,87 \text{ kWh}$
Toplotna oddaja za ogrevanje:	$Q_{h,out} = 162.665,89 \text{ kWh}$
Toplotna oddaja za pripravo tople vode:	$Q_{w,out} = 0,00 \text{ kWh}$
Skupna toplotna oddaja:	$Q_{out} = 162.665,89 \text{ kWh}$

RAZSVETLJAVA

Način izračuna: **podroben izračun letne dovedene energije za razsvetljava.**

Opis	Moč (W)	Ur/leto (h)	Število
Razsvetljava	35.500,00	1.000	1

Potrebna energija za razsvetljava: **$Q_{f,l} = 35.500,00 \text{ kWh}$**

RAZVOD OGREVALNEGA SISTEMA

Razvodni sistem:	Razvodni sistem 1
Ogrevalni sistem:	Ogrevalni sistem 1
Način delovanja:	delovanje s prekinitvami
Vrsta razvodnega sistema:	dvocevni sistem
Tlačni padec:	0,00
Hidravlična uravnoteženst:	hidravlično neuravnotežen sistem
Dodatek pri ploskovnem ogrevanju:	0,00 kPa
Regulacija črpalke:	delta p je spremenljiv
Moč črpalke:	0,00 W
Namestitev dviznega in priključnega voda:	namestitev pretežno v notranjih stenah
Izolacija razvodnih cevi:	cevi so izolirane
Namestitev horizontalnega razvoda:	horizontalni razvod v ogrevanem prostoru
Izolacija zunanega zidu:	zunanj zid je neizoliran

Cone, po katerih poteka razvod:

Dolžine cevi, dolžinska toplotna prehodnost:

Cona Lv - cevi v ogrevanem prostoru
Cona Lv - cevi v neogrevanem prostoru
Cona Ls - cevi v notranji steni
Cona Ls - cevi v zunanjem zidu
Cona Lsl

Privzeta cona

175,81 m 0,200 W/mK
0,00 m 0,200 W/mK
806,24 m 0,260 m
0,00 m 0,260 / 0,260 W/mK
4.434,31 m 0,260 W/mK

Potrebna električna energija za razvodni podsistem:

Vrnjene toplotne izgube:

Nevrnjene toplotne izgube:

Toplotne izgube razvodnega sistema:

V razvodni sistem vrnjena toplota:

V okolico koristno vrnjena toplota:

V razvodni sistem vnesena toplota:

$W_{h,d,e} = 146,52 \text{ kWh}$
 $Q_{h,d,rhh} = 10.082,38 \text{ kWh}$
 $Q_{h,d,uhh} = 0,00 \text{ kWh}$
 $Q_{h,d} = 10.082,38 \text{ kWh}$
 $Q_{d,rhh} = 36,63 \text{ kWh}$
 $Q_{rhh,d} = 10.119,01 \text{ kWh}$
 $Q_{h,in,d} = 162.988,05 \text{ kWh}$

PRIPRAVA TOPLE VODE

Opis:

Energent:

Cirkulacija:

Število dni zagotavljanja tople vode v tednu:

Vrsta stavbe:

Površina učilnic:

Namestitev priključnega voda:

Izolacija razvoda:

Izolacija zunanjega zidu:

Cone, po katerih poteka razvodni sistem:

Dolžine cevi, dolžinska toplotna prehodnost:

Cona Lv - cevi v ogrevanem prostoru
Cona Lv - cevi v neogrevanem prostoru
Cona Ls - cevi v notranji steni
Cona Ls - cevi v zunanjem zidu
Cona Lsl

Priprava tople vode

električna energija

sistem za toplo vodo brez cirkulacije

5,00

šola brez tušev

600,00 m²

standardni

razvod je izoliran

zunanji zid je neizoliran

Privzeta cona

10,00 m 0,200 W/mK
0,00 m 0,200 W/mK
10,00 m 0,260 W/mK
0,00 m 0,260 / 0,260 W/mK
10,00 m 0,260 W/mK

Namestitev hranilnika:

Tip hranilnika:

Dnevne toplotne izgube hranilnika v stanju obrat. priprav.:

Potrebna toplota za pripravo tople vode:

Potrebna toplota grelnika za toplo vodo:

Vrnjene toplotne izgube sistema za toplo vodo:

Skupne toplotne izgube sistema za toplo vodo:

Skupne vrnjene toplotne izgube:

grelnik in hranilnik sta v istem prostoru
z električnim grelnikom neposr. ogrevani

0,29 kWh

$Q_w = 26.592,86 \text{ kWh}$

$Q_{w,out,g} = 27.080,77 \text{ kWh}$

$Q_{rww} = 0,00 \text{ kWh}$

$Q_{tw} = 487,91 \text{ kWh}$

$Q_{w,reg} = 322,16 \text{ kWh}$

POTREBNA TOPLOTA

Toplotni dobitki pri ogrevanju
Transmisijske izgube pri ogrevanju
Potrebna toplota za ogrevanje
Toplotni dobitki pri hlajenju
Transmisijske izgube pri hlajenju
Potrebna toplota za hlajenje
Potrebna toplota za pripravo tople vode

$$Q_{H,gn} = 163.896,22 \text{ kWh}$$
$$Q_{H,ht} = 596.334,88 \text{ kWh}$$
$$Q_{H,nd} = 181.417,28 \text{ kWh}$$
$$Q_{C,gn} = 94.520,99 \text{ kWh}$$
$$Q_{C,ht} = 158.481,09 \text{ kWh}$$
$$Q_{C,nd} = 2,89 \text{ kWh}$$
$$Q_{W,nd} = 27.080,77 \text{ kWh}$$

Potrebna toplota na neto uporabno površino
Potrebna toplota za ogrevanje na enoto ogrevanje prostornine
Potreben hlad na neto uporabno površino
Potreben hlad na enoto ogrevane prostornine

$$Q_{NH}/A_u = 48,63 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$
$$Q_{NH}/V_e = 8,29 \text{ kWh/m}^3\text{a}$$
$$Q_{NC}/A_u = 0,00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$
$$Q_{NC}/V_e = 0,00 \text{ kWh/m}^3\text{a}$$

DOVEDENA ENERGIJA

Dovedena energija za ogrevanje
Dovedena energija za hlajenje
Dovedena energija za prezračevanje
Dovedena energija za ovlaževanje
Dovedena energija za pripravo tople vode
Dovedena energija za razsvetljavo
Dovedena energija fotonapetostnega sistema
Dovedena pomožna energija za delovanje sistemov
Dovedena energija za delovanje stavbe

$$Q_{f,h,skupni} = 162.665,90 \text{ kWh}$$
$$Q_{f,c,skupni} = 0,00 \text{ kWh}$$
$$Q_{f,v} = 0,00 \text{ kWh}$$
$$Q_{f,st} = 0,00 \text{ kWh}$$
$$Q_{f,w} = 27.080,77 \text{ kWh}$$
$$Q_{f,l} = 35.500,00 \text{ kWh}$$
$$Q_{f,pv} = 0,00 \text{ kWh}$$
$$Q_{f,aux} = 164,84 \text{ kWh}$$
$$Q_f = 225.411,51 \text{ kWh}$$

PRIMARNA ENERGIJA

daljinska toplota s kogeneracijo
električna energija

$$162.665,89 \text{ kWh}$$
$$156.864,03 \text{ kWh}$$

Letna raba primarne energije
Letna raba primarne energije na neto uporabno površino
Letna raba primarne energije na enoto ogrevane prostornine

$$Q_p = 319.529,92 \text{ kWh}$$
$$Q_p/A_u = 85,643 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$
$$Q_p/V_e = 14,605 \text{ kWh/m}^3\text{a}$$

EMISIJA CO₂

daljinska toplota s kogeneracijo
električna energija

$$53.679,74 \text{ kg}$$
$$33.255,17 \text{ kg}$$

Letna emisija CO ₂	86.934,92 kg
Letna emisija CO ₂ na neto uporabno površino	23,301 kg/m²a
Letna emisija CO ₂ na enoto ogrevane prostornine	3,974 kg/m³a

ZAGOTAVLJANJE OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE

najmanj 50% potrebne energije je iz naprav SPTE z visokim izkoristkom	90 %	DA
stavba je najmanj 50 % oskrbovana iz energetsko učinkovitega sistema daljinskega ogrevanja/hlajenja	90 %	DA
letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe, preračunana na enoto kondic. prostornine, je najmanj za 30 % manjša od mejne vrednosti	140 %	NE

POTREBNA ENERGIJA ZA STAVBO

		C1	C2	C3	C4	C5
		Ogrevanje		Hlajenje		Topla voda
		Občutena toplota	Latentna toplota (navlaž.)	Občutena toplota	Latentna toplota (razvlaž.)	
L1	Toplotni dobitki in in vrnjene toplotne izgube	163.896		94.521		
L2	Prehod toplote	596.335		158.481		
L3	Toplotne potrebe	181.417	0	3	0	27.081

SISTEMSKE TOPLOTNE IZGUBE IN POMOŽNA ENERGIJA

		C1	C2	C3	C4	C5
		Ogrevanje	Hlajenje	Topla voda	Prezračevanje	Razsvetljava
L4	Električna energija	165	0	0	0	35.500
L5	Toplotne izgube	11.581	0	488		
L6	Vrnjene toplotne izgube	30.010	0	0	0	0
L7	V razvodni sistem oddana toplota	162.988	0	27.081		

PROIZVEDENA ENERGIJA

		C1
	Vrsta generatorja	Daljinsko ogrevanje
	Sistem oskrbe	ogrevanje
L8	Toplotna oddaja	162.666
L9	Pomožna energija	0
L10	Toplotne izgube	19.875
L11	Vrnjena toplota	0
L12	Vnesena energija	182.541
L13	Prozvedena elektrika	0
L14	Energent	daljinsko ogrevanje

PORABA PRIMARNE ENERGIJE

		C1	C2	C3
		Dovedena energija		
		daljinska toplota s kogeneracijo	električna energija	Skupaj
L1	Dovedena energija	162.666	62.746	
L2	Faktor pretvorbe	1,0	2,5	
L3	Obtežena vrednost	162.666	156.864	319.530
		Oddana energija		
		električna energija	toplotna energija	
L4	Oddana energija	0		
L5	Faktor pretvorbe	2,5		
L6	Obtežena vrednost	0		0
L7	Iznos			319.530

EMISIJA CO₂

		C1	C2	C3
		Dovedena energija		
		daljinska toplota s kogeneracijo	električna energija	Skupaj
L1	Dovedena energija	162.666	62.746	
L2	Faktor pretvorbe	0,33	0,53	
L3	Emisija CO ₂	53.680	33.255	86.935
		Oddana energija		
		električna energija	toplotna energija	
L4	Oddana energija	0		
L5	Faktor pretvorbe	0,53		
L6	Emisija CO ₂	0		0
L7	Iznos			86.935

SKUPNA RABA ENERGIJE IN EMISIJA CO₂ ZA IZRAČUN ENERGIJSKEGA RAZREDA

Toplotne potrebe stavbe (brez sistemov)	Učinkovitost sistemov (toplotne-vrnjene izgube)	Dovedena energija (vsebovana v energentih)	Energijski razred (obtežena količina)
$Q_{H,nd} = 181.417$ $Q_{H,hum,nd} = 0$ $Q_{W,nd} = 27.081$ $Q_{C,nd} = 3$ $Q_{C,dhum,nd} = 0$	$Q_{HW,ls,nd} = -17.941$ $Q_{C,ls,nd} = 0$ El. energija = 35.665 $W_{HW} = 165$ $W_C = 0$ $E_L = 35.500$ $E_V = 0$	$E_{dalj,kog} = 162.666$ $E_{elek} = 27.081$	$\Sigma E_{p,del,i} = 319.530$ $\Sigma m_{CO_2,exp,i} = 86.935$
		Oddana energija (neobteženi energenti)	
		$Q_{T,exp} = 0$ $E_{el,exp} = 0$	$\Sigma E_{p,exp,i} = 0$ $\Sigma m_{CO_2,exp,i} = 0$
			$E_p = 319.530$ $m_{CO_2} = 86.935$
		Proizvedena obnovljiva energija	
		$Q_{H,gen,out} = 0$ $E_{el,gen,out} = 0$	

IZKAZ ENERGIJSKIH LASTNOSTI STAVBE

izvedeno

Investitor	, ,
Stavba	0119 REP SGTŠ Maribor-EPS
Lokacija stavbe	MARIBOR, Cankarjeva ulica 5, Maribor
Katastrska občina	MARIBOR-GRAD
Parcelna(e) številka(e)	1184
Koordinate lokacije stavbe (X,Y)	X (N) = 158183 km Y (E) = 550342 km
Vrsta stavbe	Šifra: 12630 Stavbe za izobraževanje in znanstvenorazisko
Etažnost	do štiri etaže

Projektant	Eutrip, d.o.o.
Odgovorni vodja projekta	Primož Praper
Izdrelavalec izkaza	Nejc Avguštin
Izdelano na podlagi elaborata	0119, 01.06.2017
Datum izdelave izkaza	16.06.2017

Izjavljam, da iz izkaza energijskih lastnosti stavbe izhaja, da stavba ne dosega predpisane ravni učinkovite rabe energije.

Podpis izdelovalca izkaza:

Neto uporabna površina stavbe	$A_U = 3.730,94 \text{ m}^2$
Kondicionirana prostornina stavbe	$V_e = 21.878,35 \text{ m}^3$
Površina toplotnega ovoja stavbe	$A = 5.907,95 \text{ m}^2$
Oblikovni faktor	$f_o = A/V_e = 0,27 \text{ m}^{-1}$

Temperaturni primanjkljaj (za ogrevanje)	$DD = 3.300,00 \text{ K dni}$
Temperaturni presežek (za hlajenje)	$DH = 0,00 \text{ K ur}$
Povprečna letna temperatura zunanjega zraka T_L	$T_L = 9,7 \text{ °C}$

Toplotne prehodnosti elementov ovoja stavbe					
Neprozorni elementi					
Oznaka elementa	Orientac., naklon	Površina (m^2)	$U(\text{W}/\text{m}^2\text{K})$	$U_{\text{max}}(\text{W}/\text{m}^2\text{K})$	
ZS1 - Fasada-zaščitena	V, 90	561,58	0,66	0,28	
ZS1 - Fasada-zaščitena	J, 90	217,44	0,66	0,28	
ZS2-Fasada-nezaščitena	S, 90	507,80	0,20	0,28	
ZS2-Fasada-nezaščitena	V, 90	66,75	0,20	0,28	
ZS2-Fasada-nezaščitena	J, 90	419,94	0,20	0,28	
ZS2-Fasada-nezaščitena	Z, 90	578,02	0,20	0,28	
V1-Lesena stara	S, 90	2,50	1,10	1,60	
V2-ALU novejša	S, 90	2,05	1,10	1,60	
V3-PVC novejša	S, 90	5,50	1,50	1,60	
V4-Lesena glavna	V, 90	18,74	1,10	1,60	
ST1-Strop proti neog. mansardi	, 0	1.204,95	0,14	0,20	
ZS3-Stena proti neog. mansardi	S, 90	38,57	0,19	0,28	
ZS3-Stena proti neog. mansardi	V, 90	31,16	0,19	0,28	
ZS3-Stena proti neog. mansardi	Z, 90	4,42	0,19	0,28	
tla na terenu - Tla ogrevane kleti		1.204,95	0,26	0,35	
kletni zid - Tla ogrevane kleti		352,90	0,32	0,35	
Prozorni elementi					
Oznaka elementa	Orientac., naklon	Površina (m^2)	U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)	U_{max} ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)	Faktor prehoda celotnega sončnega sevanja; g
O1-PVC novejša	V, 90	53,78	0,90	1,30	0,35

Prozorni elementi					
Oznaka elementa	Orientac., naklon	Površina (m ²)	U (W/m ² K)	U _{max} (W/m ² K)	Faktor prehoda celotnega sončnega sevanja; g
O1-PVC novejša	J, 90	13,25	0,90	1,30	0,35
O1-PVC novejša	Z, 90	66,24	0,90	1,30	0,35
O2-Stara lesena	S, 90	233,95	0,90	1,30	0,35
O2-Stara lesena	V, 90	149,63	0,90	1,30	0,35
O2-Stara lesena	J, 90	93,61	0,90	1,30	0,35
O2-Stara lesena	Z, 90	80,22	0,90	1,30	0,35

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

Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe	Izračunani	Največji dovoljeni
		$H'_T = 0,418 \text{ W/m}^2\text{K}$
Letna raba primarne energije	$Q_p = 319.529,921 \text{ kWh}$	
Letna potrebna toplota za ogrevanje	$Q_{NH} = 181.417,280 \text{ kWh}$	$Q_{NHmax} = 129.675,050 \text{ kWh}$
Letni potrebni hlad za hlajenje	$Q_{NC} = 2,887 \text{ kWh}$	
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	Izračunana	Največja dovoljena
1 - stanovanjska stavba		
2 - nestanovanjska stavba	$Q_{NH}/A_u = 48,625 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	
	$Q_{NH}/V_e = 8,292 \text{ kWh/m}^3\text{a}$	$(Q_{NH}/V_e)_{max} = 5,927 \text{ kWh/m}^3\text{a}$
3 - javna stavba		

Zagotavljanje obnovljivih virov energije

	Doseženo (%)	Izpolnjeno (DA/NE)
Osnovni pogoj		
najmanj 25% celotne končne energije je zagotovljeno z uporabo obnovljivih virov	Vir: Vir: Vir: Skupaj: 0	NE
Izjeme, ki nadomeščajo osnovni pogoj		
najmanj 25% potrebne energije je iz sončnega obsevanja		
najmanj 30% potrebne energije je iz plinaste biomase		
najmanj 50% potrebne energije je iz trdne biomase		
najmanj 70% potrebne energije je iz geotermalne energije		
najmanj 50% potrebne energije je iz toplote okolja		

najmanj 50% potrebne energije je iz naprav SPTE z visokim izkoristkom	78	DA
stavba je najmanj 50 % oskrbovana iz energetsko učinkovitega sistema daljinskega ogrevanja/hlajenja	90	DA
letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe, preračunana na enoto kondic. prostornine, je najmanj za 30 % manjša od mejne vrednosti	140	NE
vgrajenih je najmanj 6 m ² (svetle površine) sprejemnikov sončne energije z letnim donosom najmanj 500 kWh/(m ² a)		

Kazalniki letne rabe primarne energije za delovanje sistemov

Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine stavbe (1- stanovanjska stavba):	
Letna raba primarne energije na enoto kondicionirane prostornine stavbe (2 – nestanovanjska stavba; 3 – javna stavba):	$Q_p/V_e = 14,605 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

Kazalniki letnih izpustov CO₂ zaradi delovanja sistemov

Letni izpusti CO ₂ :	86.934,92 kg
Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine stavbe (1- stanovanjska stavba)	23,301 kg/m ² a
Letni izpusti CO ₂ na enoto kondicionirane prostornine stavbe (2 – nestanovanjska stavba; 3 – javna stavba):	3,974 kg/m ³ a

ŠOLSKI CENTER VELENJE
MIC Energetski inženiring
Trg mladosti 3
3320 Velenje

PRILOGA 6

POROČILO O MERITVI MIKROKLIME V PROSTORU

Objekt: SREDNJA ŠOLA ZA GOSTINSTVO IN TURIZEM MARIBOR
Cankarjeva ulica 5

Datum: 18. 11. 2009

Čas izvajanja meritev: 16.00 –19.30

Merilni instrument: *METREL* Poly MI6401 serijska številka: 14101097
za osvetljenost prostorov: LTLutron LX-1102 serijska številka: Q431246

Merilna sonda: za merjenje temperature: **A1091**
za zračni pretok: **A1091**
za vlago: **A1091**
za osvetljenost table: **A1092**

- Zunanja temperatura zraka je bila 14,5 °C / relativna zračna vlaga 44,3 %.
- Temperatura zraka v prostorih je bila med 18,6 °C do 25,5 °C / referenčna vrednost temperature zraka v prostorih je med 20,0 °C do 23,0 °C.
- Povprečna temperatura v prostorih je bila 22,5 °C .
- Povprečna relativna zračna vlaga v prostorih je bila 50,7 %.
- Osvetljenost prostorov z umetno svetlobe se giblje do 564 lux / referenčna vrednost osvetljenosti v prostoru je do 500 lux.

Meritve izvedel:
Stane Osojnik; inž.el.

PROSTOR: Učilnica angleščine

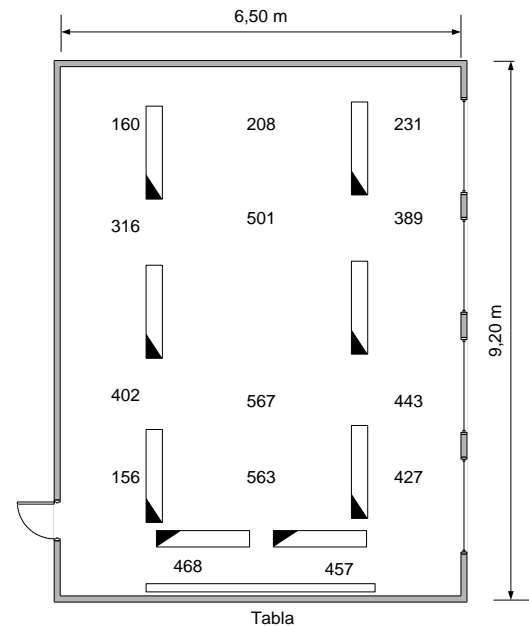
T = 23,9 °C
H = 44,4 %

Dolžina: 9,20 m
Širina: 6,50 m
Višina: 4,00 m

Fotografija prostora:



Skica prostora in osvetlitve:



V učilnici je 6 virov svetlobe z dvema flourescentnima žarnicama 58 W in dva vira svetlobe s flourescentnima žarnicama 58 W, ki osvetlujeta tablo. Flourescentne žarnice so brez elektronskih predstikal.

Viri svetlobe: 6 x 2 x 58 W
2 x 2 x 58 W

Porazdelitev osvetlitve:

Povprečna osvetljenost učilnice je 385 lux. Referenčna vrednost srednje osvetljenosti za splošno učilnico je min. 300 lux.

Povprečna osvetljenost table je 463 lux. Referenčna vrednost srednje osvetljenosti za tablo je min. 500 lux.

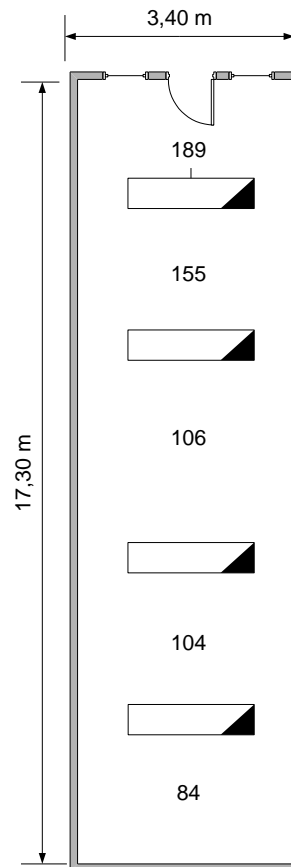
PROSTOR: Hodnik 1. nadstropje

Skica prostora in osvetlitve:

T = 22,9 °C
H = 44,7 %

Dolžina: 17,30 m
Širina: 3,40 m
Višina: 4,00 m

Fotografija prostora:



Na hodniku so 4 viri svetlobe z dvema fluorescentnima žarnicama 58 W. Fluorescentne žarnice so brez elektronskih predstikal.

Viri svetlobe: 4 x 2 x 58 W

Porazdelitev osvetlitve:

Povprečna osvetljenost hodnika je 128 lux. Referenčna vrednost srednje osvetljenosti za hodnik je min. 100 lux.

PROSTOR: Računalniška učilnica

T = 22,4 °C

H = 46,3 %

Dolžina: 10,00 m

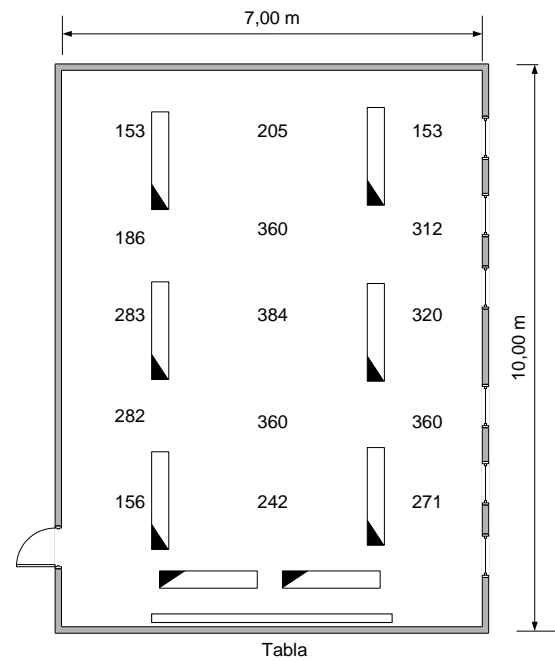
Širina: 7,00 m

Višina: 4,00 m

Fotografija prostora:



Skica prostora in osvetlitve:



V računalniški učilnici je 6 virov svetlobe z dvema flourescentnimi žarnicami 58 W brez elektronskih predstikal in dva vira svetlobe s flourescentnima žarnicama 36 W, ki osvetljujejo tablo.

Viri svetlobe: 6 x 2 x 58 W

2 x 2 x 36 W

Porazdelitev osvetlitve:

Povprečna osvetljenost računalniške učilnice je 268 lux. Referenčna vrednost srednje osvetljenosti za računalniško učilnico je min. 500 lux.

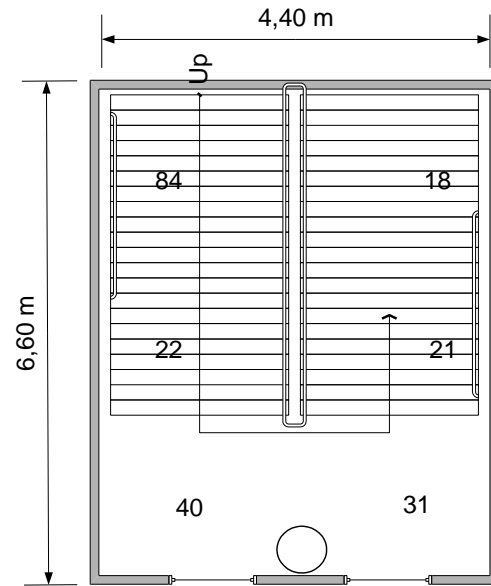
Razsvetljava za tablo ni delovala. Referenčna vrednost srednje osvetljenosti za tablo je min. 500 lux.

PROSTOR: Stopnišče

Skica prostora in osvetlitve:

Dolžina: 6,60 m
Širina: 4,40 m

Fotografija prostora:

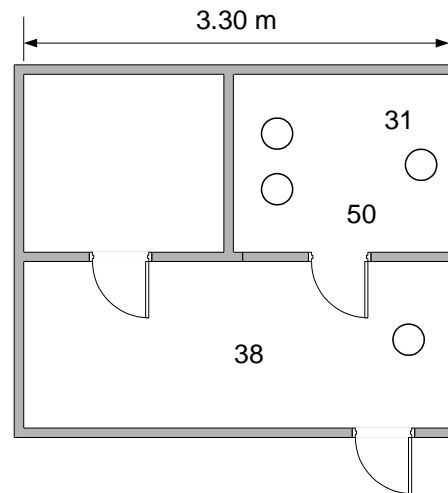


Na stopnišču je en vir svetlobe z varčno žarnico 25 W
Viri svetlobe: 1 x 25 W

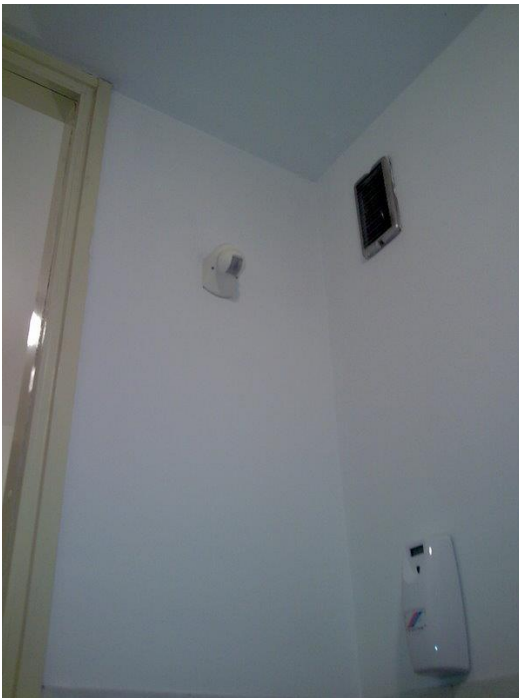
Porazdelitev osvetlitve:

Povprečna osvetljenost stopnišča je 36 lux. Referenčna vrednost srednje osvetljenosti za stopnišče je min. 150 lux.

Skica prostora in osvetlitve:



Fotografija prostora:



V sanitarijah so 4 viri svetlobe z klasičnim žarnicama 100 W in nameščen je senzor gibanja, ki je v okvari.

Viri svetlobe: 4 x 100 W

Porazdelitev osvetlitve:

Povprečna osvetljenost sanitarij je 38 lux. Referenčna vrednost srednje osvetljenosti za sanitarije je min. 150 lux.

Ukrepi:

Predlagamo zamenjavo zastarelih klasičnih fluorescentnih svetil in v prostorih, kjer so klasične žarnice z žarilno nitko, s sodobno razsvetljavo s sijajnim rastrom, pri katerih je odstotek zmanjšane porabe električne energije v primerjavi z obstoječimi svetilkami (zaradi boljše svetilnosti in manjše porabe, ter že z vgrajenimi elektronskimi predstikalnimi napravami, ki so zakonsko predpisani), tudi 50% in več.

V učilnicah in pisarnah se predvidijo za osvetljevanje prostorov nadgradne svetilke ali spuščena svetila opremljene s paraboličnim rastrom, elektronsko predstikalno napravo in dvema fluorescentnima cevema FC 58 W.

Za osvetljevanje table se uporabijo svetilke z asimetričnim rastrom, elektronsko predstikalno napravo in eno fluorescentno cevjo FC 58 W. Te svetilke morajo biti od table odmaknjene cca 1m in spuščene cca 0,8m od stropa.

Na hodnikih in stopniščih so predvidene nadgradne ali vgradne stropne svetilke z dvema varčnima žarnicama TCD 2 x 26 W oz. fluorescentnimi žarnicami ali podobno.

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

Klasične žarnice z žarilno nitko v pomožnih in sanitarnih prostorih se zamenjajo z varčnimi. V sanitarijah je predviden vklop svetilk preko senzorskih stikal.

PRILOGA 7

MERITVE PORABE IN KVALITETE ELEKTRIČNE ENERGIJE MED 18. 11. IN 25. 11. 2009

Objekt:	Srednja šola za gostinstvo in turizem Maribor, Cankarjeva ulica 5, 2000 Maribor
Mesto meritve:	Razdelilnik R-G
Posebnosti:	Pri meritvi ni zajeta poraba kuhinje in stanovanja
Čas izvajanja meritve:	od srede, 25. 11. 2009. 10 ³⁵ ure do torka, 1. 12. 2009. 16 ⁰⁴ ure
Merilni instrument:	METREL – MI 2292 (ser. št. 13012026)
Meritev izvedel:	Matjaž Žerak, univ. dipl. inž.

3.1. Rezultati meritev

$W_{el}=1077,5$ kWh	skupna porabljena električna delovna energija
$P_k=19,5$ kW	maksimalna povprečna konična moč (torek, 1. 12. ob 13 ⁰⁵)
$P_{max}=25,7$ kW	maksimalna trenutna konična moč (torek, 1. 12. ob 12 ³⁵)

Prekinitve napajanja: 0

Anomalije napajalne napetosti: 0

3.2. Analiza merjenja porabe in kvalitete električne energije

Meritve električne energije v objektu so bile izvedene od srede, 25. 11. 2009. 10³⁵ ure do torka, 1. 12. 2009. 12³⁵ ure. Maksimalna izmerjena vršna moč v merjenem obdobju je znašala 19,5 kW v torek, 1. 12. ob 13.05 in ni posebej izstopala od dnevnega diagrama moči. Skupna poraba električne energije je znašala v merilnem obdobju 1077,5 kWh. Iz tedenskega diagrama je razvidna dokaj simetrična (konična) dnevna obremenitev. V soboto in nedeljo je celodnevna poraba na nivoju polovice porabe povprečnega delovnega dne. Iz dnevnega diagrama vršne moči je razvidna zelo visoka konična jutranje-dopoldanska obremenitev med 8.00. in 10.30. uro ($P_k \approx 20$ kW) in popoldanska med 14.00 in 16.30. uro ($P_k \approx 20$ kW). Jutranja in popoldanska konica obremenitve sta približno enaki. V času meritev ni bilo registriranih napetostnih anomalij. Prekinitve napajanja ni bilo. Tokovna obremenitev faz je nesimetrična. Mnogo manj je obremenjena tretja faza. Za nadaljnje priključitve enofaznih porabnikov je priporočljivo uporabiti fazo I3. Višje harmonske komponente faznih napajalnih napetosti ne odstopajo od normiranih vrednosti. Kvaliteta in razvod električne energije sta s funkcionalnega in varnostnega stališča kljub starosti instalacij na ustreznem nivoju.

3.3. Analizni merilni listi – priloge meritev električne energije

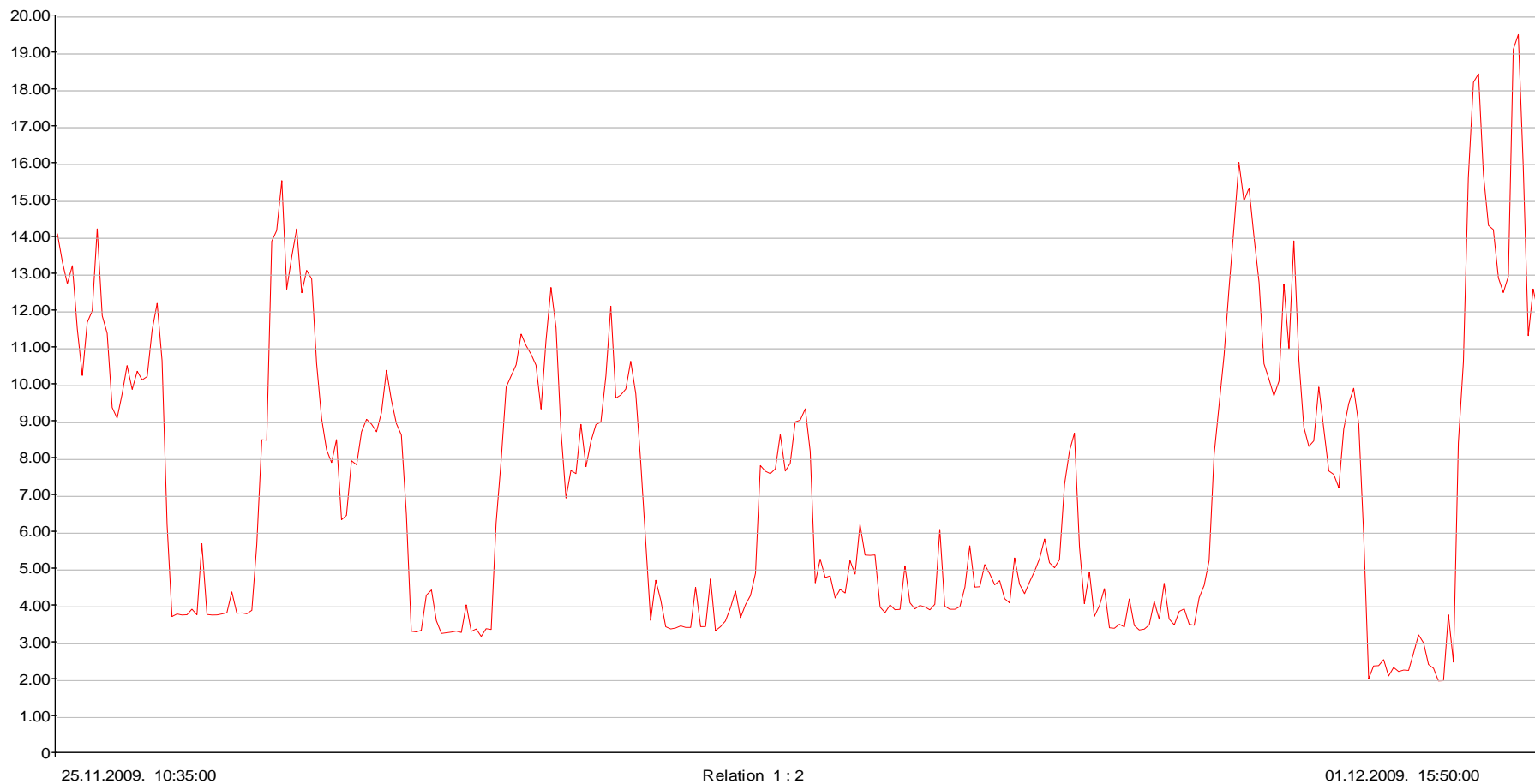
Tedenska meritev moči Pt v obdobju od 25. 11. 2009. 10³⁵ ure do 1. 12. 2009. 15⁵⁰ ure

Dnevna meritev moči Pt v obdobju od 30. 11. 2009. 00²⁰ ure do 1. 12. 2009. 00²⁰ ure

Fazne tokovne obremenitve v obdobju od 25. 11. 2009. 17³⁵ ure do 1. 12. 2009. 15⁵⁰ ure

P [kW]

Periodics (MB_XY.PMD)



Pt+ (kW) Avg

Šolski center Velenje
Energetski inženiring

Analiza: Matjaž Žerak

Periodična meritev moči
Srednja šola za gostinstvo in turizem Maribor, Cankarjeva 5

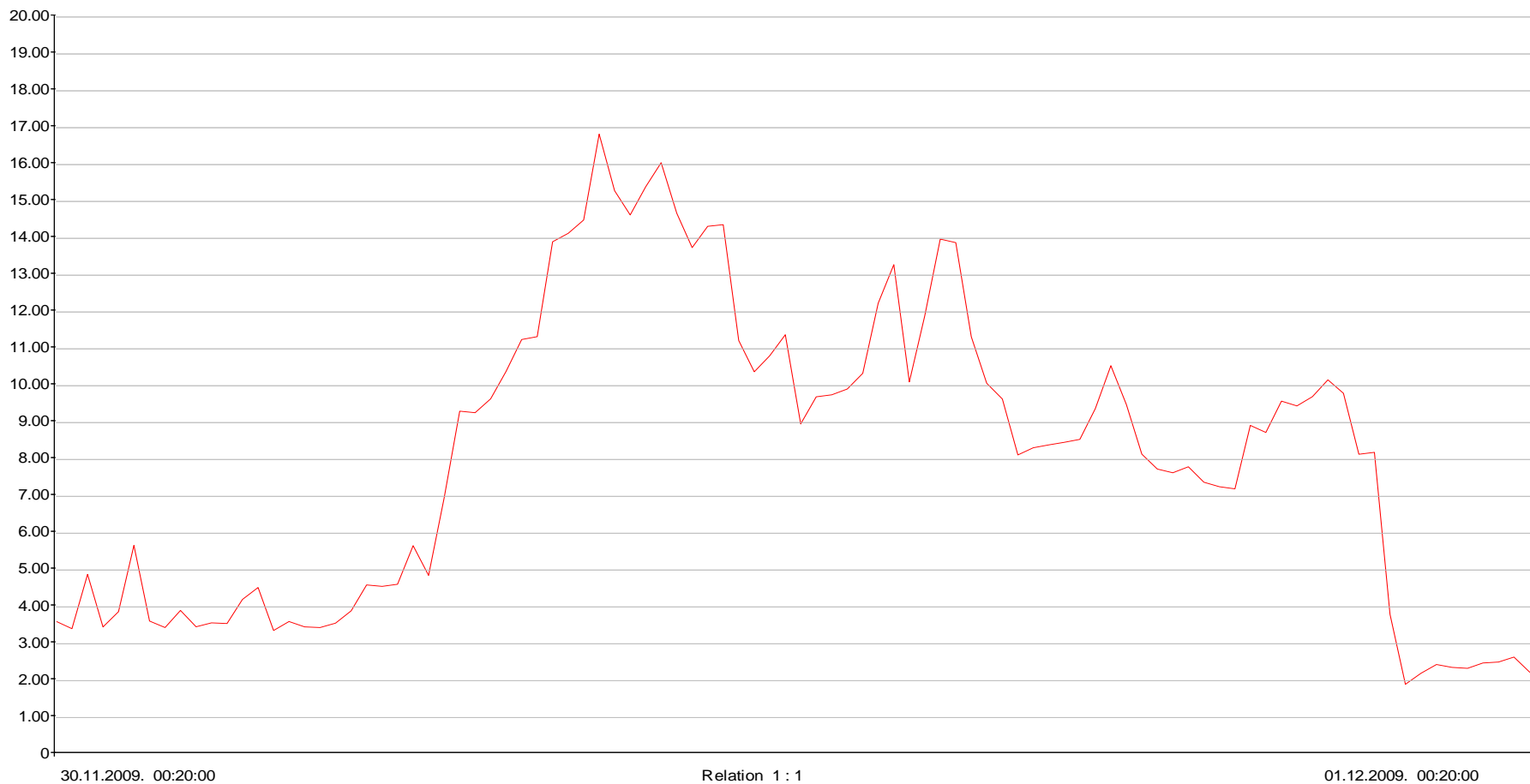
25. 11. 2009. 10³⁵ do 1. 12. 2009. 15⁵⁰

Datum: 17. 1. 2010
Merilni interval: 15 min

List 2/4

P [kW]

Periodics (MB_XY.PMD)



Pt+ (kW) Avg

Šolski center Velenje

Energetski inženiring

Analiza: Matjaž Žerak

Dnevna meritev moči

Srednja šola za gostinstvo in turizem Maribor, Cankarjeva 5

30. 11. 2009. 00²⁰ do 1. 12. 2009. 00²⁰

Datum: 17. 1. 2010

Merilni interval: 15 min

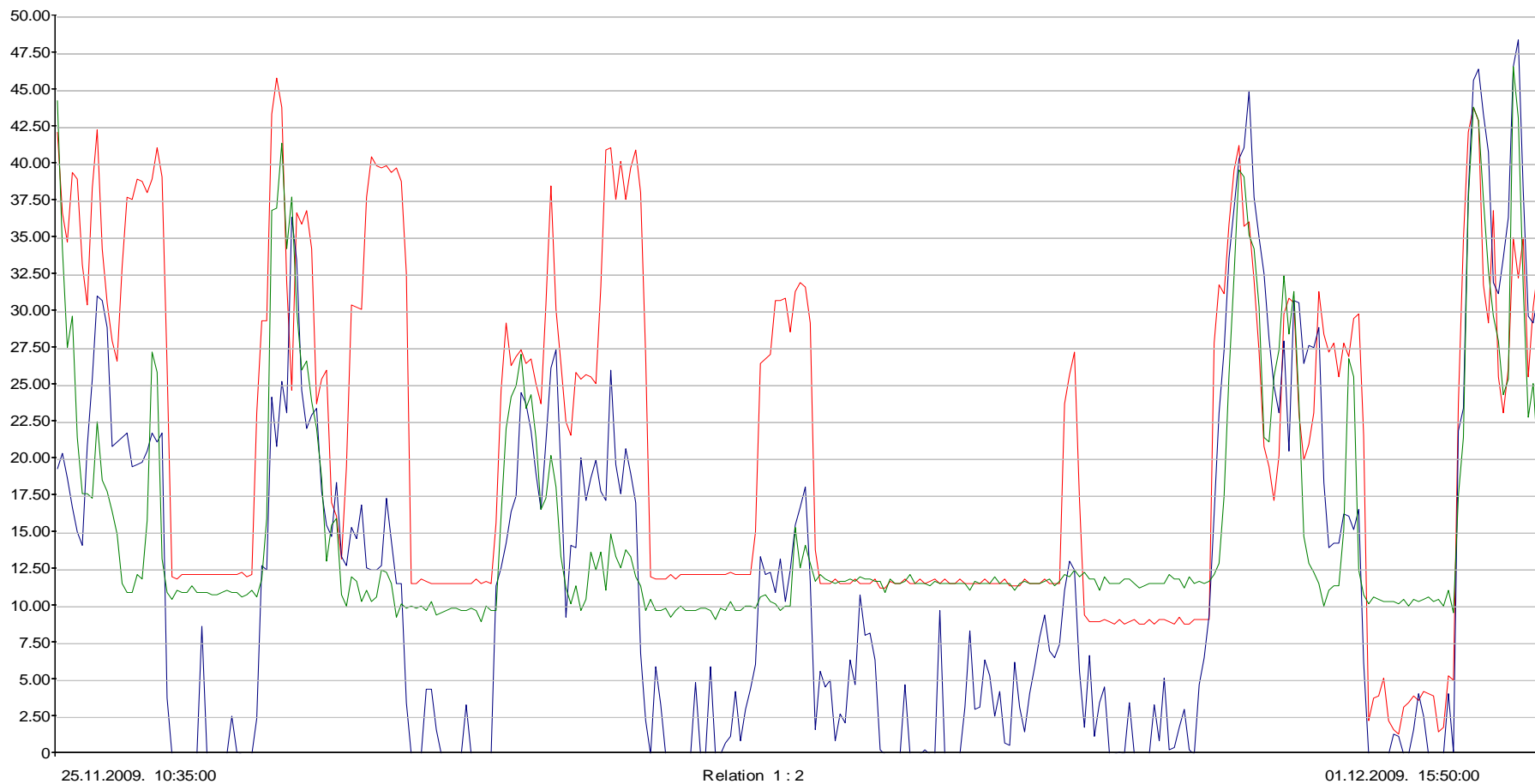
List 3/4

$P_K=16,8$ kW

$W=194,86$ kWh

I [A]

Periodics (MB_XY.PMD)



I1 (A) Avg

I2 (A) Avg

I3 (A) Avg

Šolski center Velenje

Energetski inženiring

Analiza: Matjaž Žerak

Fazne tokovne obremenitve

Srednja šola za gostinstvo in turizem Maribor, Cankarjeva 5

25. 11. 2009. 10³⁵ do 1. 12. 2009. 15⁵⁰

$I_1=73,4 / 24.11. 9^{00}$

$I_2=71,3 / 23.11. 15^{30}$

$I_3=59,3 / 24.11. 8^{30}$

Datum: 17. 11. 2009

Merilni interval: 15 min

List 4/4

ŠOLSKI CENTER VELENJE
Medpodjetniški izobraževalni center
Energetski inženiring
Trg mladosti 3, Velenje

Celje, 11.12.2009

PRILOGA 8

REZULTATI TERMOVIZIJSKIH MERITEV OBJEKTA

Objekt: SREDNJA ŠOLA ZA GOSTINSTVO IN TURIZEM
Cankarjeva ulica 5
2000 Maribor

Čas izvajanja meritve: 8.12. 2009 od 14:00 do 16:00

Meritev izvedel: Iztok GORNJAK; univ. dipl. gosp. ing. str.

1 Splošni rezultati meritev

Minimalna temperatura na ovoju objekta: 2,4 °C
Maksimalna temperatura na ovoju objekta: 10,3 °C

Povprečna notranja temperatura v objektu: 23,0 °C
Povprečna notranja vlaga: 40,4 %

Zunanja temperatura: 4,0 °C
Zunanja vlaga: 86,4 %

2 Splošni podatki objekta

SREDNJA ŠOLA ZA GOSTINSTVO IN TURIZEM
Cankarjeva ulica 5
2000 Maribor

Objekt leži na koordinatah

GKY = 550434, GKX = 157700,
LAT = 46°33'41.19" LON = 15°39'10.85"

Nadmorska višina je 270.6 m

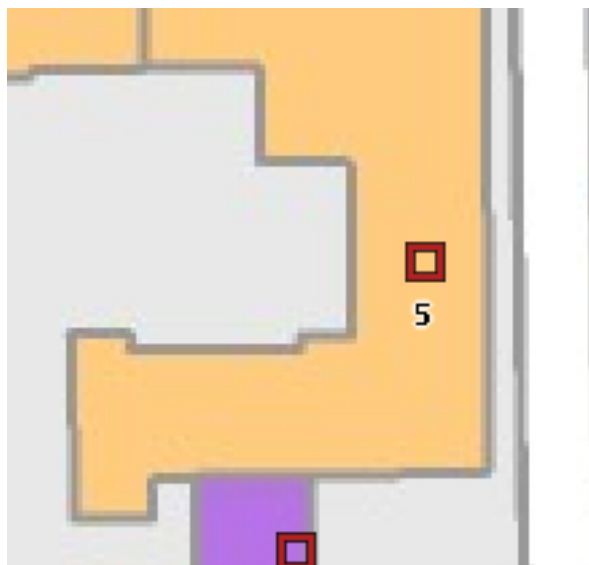


3 Meritve temperature in vlage notranjih prostorov

Merilni instrument: METREL Multinorm MI 6201 serijska številka: 14111014
Merilna sonda: za merjenje temperature: **A1091**
za vlago: **A1091**

Povprečna notranja temperatura: $T = 23,0\text{ }^{\circ}\text{C}$

Povprečna vlaga: $H = 40,4\text{ }\%$



4 Analiza termovizijskih meritev

Merilni instrument Fluke TiR1 Thermal Imager
Serijska številka: TiR1-09040587

Splošne ugotovitve

- ovoj objekta je zaradi zelo slabih toplotnih koeficientov predvsem okvirjev oken in vrat zelo problematičen (predlagamo zamenjavo starih oken in vrat z novimi ali dodatno zatesnitev okvirjev oken in vrat);
- temeljno strukturo je potrebno dodatno izolirati;
- v fasado je potrebno vgraditi elemente s kvalitetno toplotno prehodnostjo;
- posvetiti pozornost na sistemu prezračevanja, opaziti je bilo veliko oken, ki so imela odprte pripre, kaj daje slab učinek prezračevanja, vpliva pa na toplotne izgube objekta.

List 5

V stran – pročelje šole (detajl vhodnih vrat)
V stran – desno od vhoda (detajl okna in temelja)
V stran – levo od vhoda (detajl okna)
V stran – levo od vhoda (detajl okna)

List 6

V stran – levo od vhoda (detajl okna in temelja)
V stran – desno od vhoda (detajl okna)
J stran – pritličje zgradbe (detajl temelja)
J stran – učilnica (detajl fasade)

List 7

J stran – učilnica (detajl okna)
J stran – pritličje zgradbe (detajl okna)
J stran – pritličje zgradbe (detajl okna in fasade)
Z stran – hodnik (detajl okna)

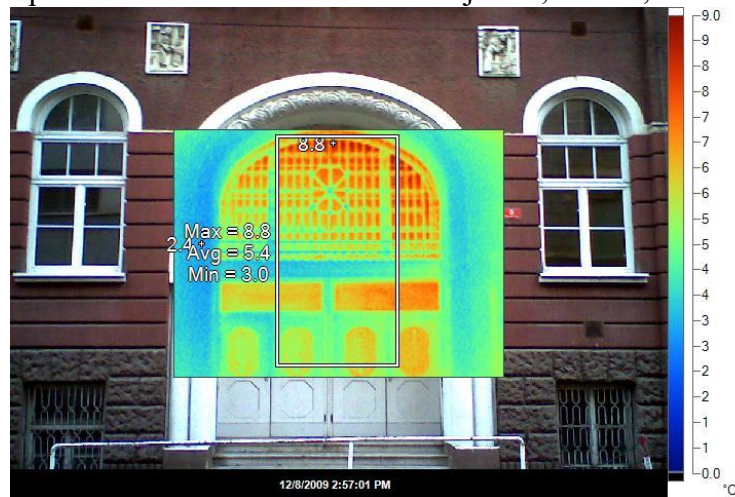
List 8

Z stran – hodnik (detajl oken in fasade)
Z stran – hodnik (detajl oken in fasade)
SZ stran – učilnica (detajl oken)
SZ stran – učilnica (detajl okna)

List 9

SZ stran – pritličje zgradbe (detajl stranskih vhodnih vrat)
SZ stran – učilnica (detajl okna)
SZ stran – učilnica (detajl fasade)
SZ stran – učilnica (detajl oken)

V stran – pročelje šole (detajl vhodnih vrat)
- problematična zasteklitev in okvirji vrat, $dT = 5,8\text{ }^{\circ}\text{C}$



V stran – desno od vhoda (detajl okna in temelja)
- problematična zasteklitev oken in toplotni most temelja, $dT = 7,6\text{ }^{\circ}\text{C}$



V stran – levo od vhoda (detajl okna)
- problematični okvirji oken, $dT = 6\text{ }^{\circ}\text{C}$



V stran – levo od vhoda (detajl okna)
- problematični okvirji oken, $dT = 6\text{ }^{\circ}\text{C}$



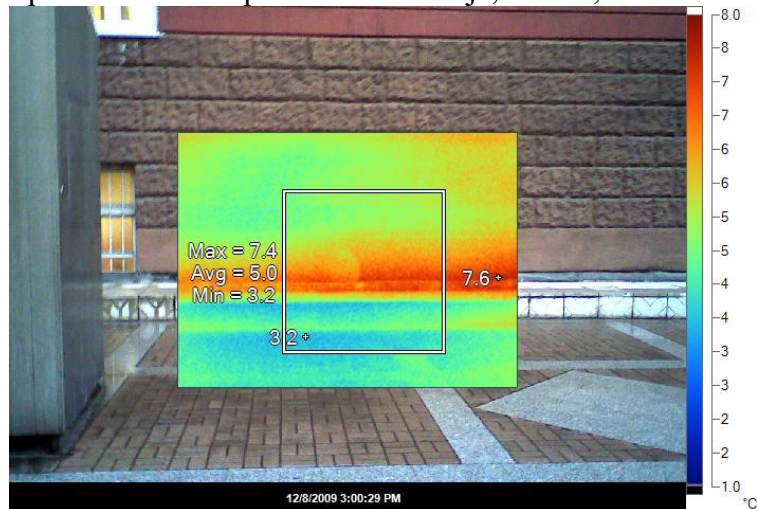
V stran – levo od vhoda (detajl okna in temelja)
 - problematična zasteklitev oken in toplotni most temelja, $dT = 7,5\text{ }^{\circ}\text{C}$



V stran – desno od vhoda (detajl okna)
 - problematični okvirji oken, $dT = 7,1\text{ }^{\circ}\text{C}$



J stran – pritličje zgradbe (detajl temelja)
 - problematičen toplotni most temelja, $dT = 4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$



J stran – učilnica (detajl fasade)
 - izolacija spremenljive kvalitete, $dT = 1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$



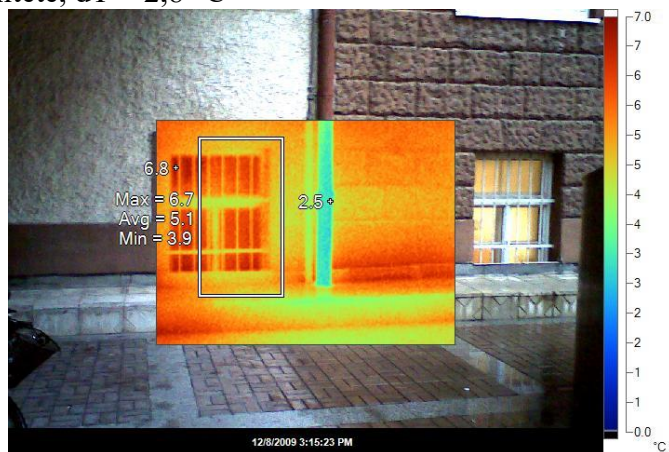
J stran – učilnica (detajl okna)
- problematični okvirji oken, $dT = 4,9\text{ }^{\circ}\text{C}$



J stran – pritličje zgradbe (detajl okna)
- problematična zasteklitev oken, $dT = 4,4\text{ }^{\circ}\text{C}$



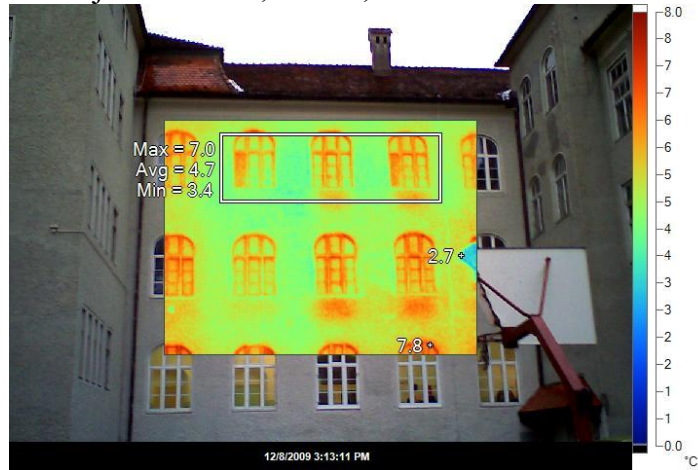
J stran – pritličje zgradbe (detajl okna in fasade)
- problematična zasteklitev oken in izolacija spremenljive kvalitete, $dT = 2,8\text{ }^{\circ}\text{C}$



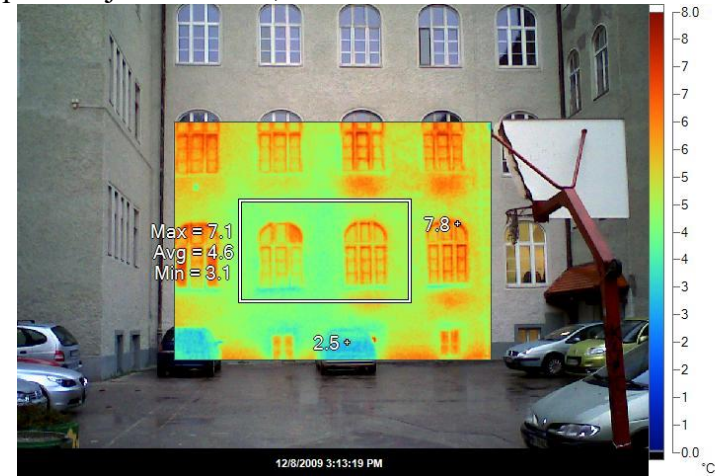
Z stran – hodnik učilnica (detajl okna)
- problematična zasteklitev oken, $dT = 6,3\text{ }^{\circ}\text{C}$



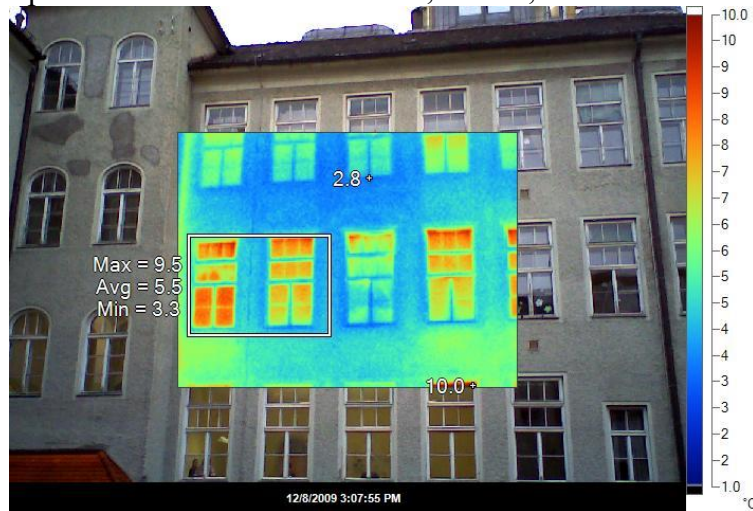
Z stran – hodnik (detajl oken in fasade)
 - problematična zasteklitev in okvirji oken in izolacija
 spremenljive kvalitete, $dT = 3,6\text{ }^{\circ}\text{C}$



Z stran – hodnik (detajl oken in fasade)
 - problematična zasteklitev in okvirji oken in izolacija
 spremenljive kvalitete, $dT = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$



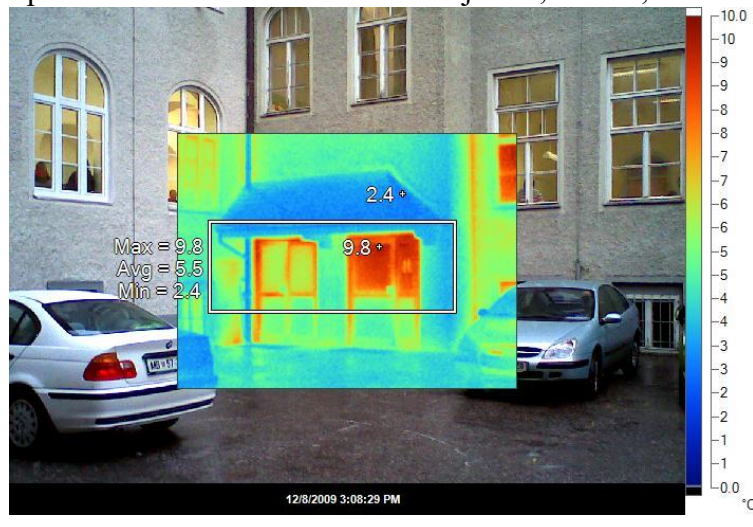
SZ stran – učilnica (detajl oken)
 - problematična zasteklitev oken, $dT = 6,2\text{ }^{\circ}\text{C}$



SZ stran – učilnica (detajl okna)
 - problematični okvirji oken, $dT = 4,4\text{ }^{\circ}\text{C}$



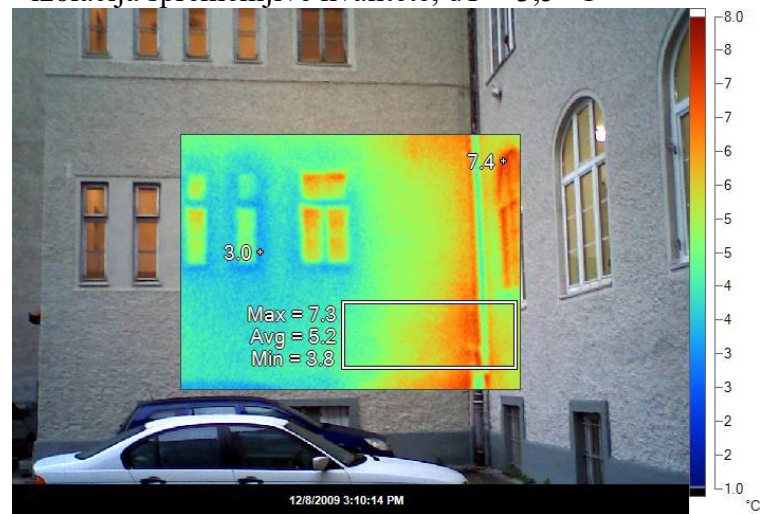
SZ stran – pritličje zgradbe (detajl stranskih vhodnih vrat)
- problematična zasteklitev in okvirji vrat, $dT = 7,4\text{ }^{\circ}\text{C}$



SZ stran – učilnica (detajl okna)
- problematična zasteklitev oken, $dT = 3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$



SZ stran – učilnica (detajl fasade)
- izolacija spremenljive kvalitete, $dT = 3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$



SZ stran – učilnica (detajl oken)
- problematična zasteklitev oken, $dT = 4,3\text{ }^{\circ}\text{C}$

