RAZŠIRJENI ENERGETSKI PREGLED

ŠOLSKI CENTER CELJE

Enota Ljubljanska, Ljubljanska 17, 3000 Celje

NOVELACIJA št. 1

Projekt sofinancirata Republika Slovenija, Ministrstvo za vzgojo in izobraževanje in Evropska unija – NextGenerationEU. Projekt se izvaja skladno z načrtom v okviru razvojnega področja 1 »Zeleni prehod«, komponente 2: Trajnostna prenova stavb (C1 K2), ukrepa INVESTICIJA B. Trajnostna prenova in upravljanje stavb: projekt »Energetska sanacija ŠC Celje na lokaciji Ljubljanska«.

Zavod Energetska agencija za Savinjsko, Šaleško in Koroško
Energy Agency of Savinjska, Šaleška and Koroška Region
Koroška cesta 37a | 3320 Velenje | Slovenija
tel: + 386 3 8961 520 | info@kssena.velenje.eu | www.kssena.si

Splošni podatki

Naziv	*Razširjeni energetski pregled Šolski center Celje, enota Ljubljanska; novelacija št. 1*

Naročnik	***Šolski center Celje*** ***Pot na Lavo 22*** ***3000 Celje***

Izvajalec	***Zavod Energetska agencija za Savinjsko, Šaleško in Koroško*** ***Koroška cesta 37a*** ***3320 Velenje*** ***tel.: +386 38 961 520*** ***www.kssena.si***
Izdelovalci	***Boštjan KRAJNC*** ***Sašo MOZGAN*** ***Niko NATEK*** ***Hana KOLENC*** ***Nejc JURKO*** ***Primož ROTOVNIK, skrbnik sistema upravljanja z energijo ISO 50001:2018***

Pogodba	Naročilo na podlagi ponudbe.

Storitev	Izvedba novelacije razširjenega energetskega pregleda Šolskega centra Celje-enota Ljubljanska, Ljubljanska cesta 17, 3000 Celje

Kraj in datum izdelave:

Velenje, december 2024

Odgovorna oseba:

Boštjan **KRAJNC,**
direktor

VSEBINA

0 Povzetek za poslovno določanje 6

0.1 Uvod 6

0.2 Struktura rabe in stroški za energijo ter sanitarno vodo 6

0.3 Referenčna raba energije in specifična cena energentov 8

0.4 Možni prihranki in potrebne investicije 9

0.5 Energetski kazalniki pred in po izvedbi ukrepov 13

0.6 Napotki za izvedbo ukrepov 15

0.7 Možni viri financiranja 18

1 Namen in cilji energetskega pregleda 19

2 Uvod 20

2.1 Predstavitev Šolskega centra Celje 20

2.2 Splošni opis stavb 21

3 Upravljanje z energijo 24

3.1 Proces odločanja na področju vzdrževanja in investiranja v URE 25

3.2 Nadzor nad rabo energije in stroški 26

3.3 Motivacija deležnikov za učinkovito rabo energije 26

3.4 Raven promoviranja URE 26

4 OSKRBA IN RABA ENERGIJE 27

4.1 Klimatski podatki o lokaciji stavbe 27

4.2 Skupna raba energije in sanitarne vode ter stroški 32

4.3 Električna energija 34

4.4 Toplotna energija 37

4.5 Sanitarna voda 40

4.6 Zanesljivost oskrbe stavbe z energetskimi viri in sanitarno vodo 42

4.7 Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme 42

5 Energetski sistemi 43

5.1 Sistemi zagotavljanja ugodja v stavbi 43

5.2 Sistem oskrbe s hladno in toplo sanitarno vodo 45

5.3 Elektroenergetski sistemi 45

5.4 Razsvetljava 46

5.5 Električni porabniki 47

6 Ovoj stavbe 49

6.1 Konstrukcijski elementi *49*

6.2 Termografski pregled stavbe *51*

7 Analiza energetskih tokov v stavbi **61**

7.1 Potrebna toplotna energija za ogrevanje in potrebni hlad za ohlajanje stavbe *61*

8 Ocena energetsko varčevalnih potencialov **66**

8.1 Organizacijski ukrepi *66*

8.2 Ovoj stavbe *68*

8.3 Priprava toplotne energije in hladu *69*

8.4 Priprava tople sanitarne vode *70*

8.5 Prezračevanje in hlajenje stavbe *71*

8.6 Električna energija *72*

8.7 Razsvetljava *73*

9 Ukrepi za zmanjšanje rabe energije **74**

10 Prihranki, potrebna investicijska sredstva in enostavna povračilna doba **86**

11 Ekološka presoja predlaganih ukrepov **87**

12 Enoten prikaz predlaganih ukrepov **88**

13 Literatura **102**

14 Priloge **103**

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Povprečna letna raba energije in vode ter stroški in emisije CO_2 v referenčnem obdobju 7
Preglednica 2: Letna raba toplotne in električne energije ter vode v obravnavanem obdobju 7
Preglednica 3: Povzetek organizacijskih ukrepov 10
Preglednica 4: Povzetek investicijskih ukrepov 10
Preglednica 5: Povzetek ukrepov - scenarij 1 11
Preglednica 6: Povzetek ukrepov - scenarij 2 11
Preglednica 7: Prikaz zagotavljanja prihrankov energije >30 % 11
Preglednica 8: Splošni podatki-enota Ljubljanska 21
Preglednica 9: Osnovni klimatski podatki o lokaciji stavbe 27
Preglednica 10: Meritve notranjega delovnega ugodja (mikroklima) 30
Preglednica 11: Povprečna raba energije in vode ter stroški in emisije CO_2 v obravnavanem obdobju 32
Preglednica 12: Letna raba energentov in sanitarne vode v obravnavanem obdobju 33
Preglednica 13: IKT naprave 48
Preglednica 14: Električne naprave za praktični pouk 48
Preglednica 15: Analiza toplotnih karakteristik konstrukcij ovoja stavbe 63
Preglednica 16: Možni ukrepi na ovoju stavbe 68
Preglednica 17: Možni ukrepi na sistemih za pripravo toplotne energije za ogrevanje stavbe 70
Preglednica 18: Možni ukrepi na sistemih za pripravo tople sanitarne vode 71
Preglednica 19: Možni ukrepi na sistemih za prezračevanje 72
Preglednica 20: Možni ukrepi za prihranek električne energije 72
Preglednica 21: Možni ukrepi na razsvetljavi 73
Preglednica 22: Prihranki, investicije in enostavne povračilne dobe predlaganih ukrepov 86

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Struktura povprečne rabe energije 7
Grafikon 2: Struktura stroškov 7
Grafikon 3: Letni temperaturni primanjkljaj 28
Grafikon 4: Letna raba električne energije v obravnavanem obdobju 34
Grafikon 5: Mesečna raba električne energije v obravnavanem obdobju 35
Grafikon 6: Letni stroški električne energije v obravnavanem obdobju 35
Grafikon 7: Specifična cena električne energije v obravnavanem obdobju 36
Grafikon 8: Letna raba toplotne energije v obravnavanem obdobju 37
Grafikon 9: Letna normirana raba toplotne energije v obravnavanem obdobju 38
Grafikon 10: Mesečna raba toplotne energije v obravnavanem obdobju 38
Grafikon 11: Letni stroški toplotne energije za v obravnavanem obdobju 39
Grafikon 12: Specifična cena toplotne energije v obravnavanem obdobju 39
Grafikon 13: Letna poraba vode v obravnavanem obdobju 40
Grafikon 14: Letni stroški vode v obravnavanem obdobju 41
Grafikon 15: Specifična cena vode v obravnavanem obdobju 41
Grafikon 16: Bilanca toplotnih izgub in dobitkov 63
Grafikon 17: Transmisijske toplotne izgube 64
Grafikon 18: Prezračevalne toplotne izgube 64
Grafikon 19: Dobitki notranjih bremen 65
Grafikon 20: Toplotni dobitki sončnega obsevanja 65

KAZALO SLIK

Slika 1: Postopek izvedbe posameznih ukrepov **17**
Slika 2: Prikaz izobraževalnih programov, ki se izvajajo na Šolskem centru Celje **20**
Slika 3: Enota Ljubljanska **21**
Slika 4: Stavba enote Ljubljanska s ptičje perspektive **22**
Slika 5: Ortofoto posnetek stavbe **23**
Slika 6: Organigram šolskega centra **24**
Slika 7: Shema naročanja in izvedbe storitev na področju vzdrževanja in investiranja **25**
Slika 8: Plakat za ozaveščanje o učinkoviti rabi energije **26**
Slika 9: Področje ugodja glede na temperaturo zraka in aktivnost **30**
Slika 10: Razvod v kotlovnici stavbe **43**
Slika 11: Razvod v kotlovnici sosednje stavbe **43**
Slika 12: Panelno grelno telo **44**
Slika 13: Klimatska naprava **44**
Slika 14: Mehanski odvod zraka v sanitarijah **44**
Slika 15: Časovnik za vklop prezračevanja **44**
Slika 16: Elektro razdelilnik **45**
Slika 17: Metal halogen reflektor **46**
Slika 18: Svetilka s fluorescentnimi sijalkami **46**
Slika 19: Serverska postaja **47**
Slika 20: Pralni in sušilni stroj **47**
Slika 21: Učna oprema v delavnici **47**
Slika 22: Likalna postaja **47**
Slika 23: Zunanje stene stavb **49**
Slika 24: Izvedba streh **50**
Slika 25: Stavbno pohištvo **50**
Slika 26: Termografska kamera FLUKE, model TiR2 **52**
Slika 27: Energetska bilanca stavbe **62**

0 POVZETEK ZA POSLOVNO DOLOČANJE

0.1 Uvod

V vsaki stavbi, ki je v uporabi se porablja energija, in sicer bodisi za tehnološke (proizvodne) procese ali zgolj za zagotavljanje primernih bivalnih pogojev za uporabnike oziroma delovnih pogojev za zaposlene. Raba energije v določeni stavbi je odvisna od procesov, ki se odvijajo v stavbi ter od karakteristik same stavbe, integriranih naprav ter od potreb, zahtev in obnašanja uporabnikov. Visoka raba energije se odraža v visokih stroških, hkrati pa ima tudi negativen vpliv na okolico. V energetskem pregledu so zbrani podatki o rabi energentov in porabi vode. Podani so tudi možni ukrepi za zmanjšanje rabe in ocena investicij za njihovo izvedbo. Novelacija št. 1 je izdelana z namenom izkazovanja potenciala prihrankov referenčne rabe energije minimalno 30 % ter optimizacije učinkov ukrepov skladno s PURES-om.

Projekt sofinancirata Republika Slovenija, Ministrstvo za vzgojo in izobraževanje in Evropska unija – NextGenerationEU. Projekt se izvaja skladno z načrtom v okviru razvojnega področja 1 »Zeleni prehod«, komponente 2: Trajnostna prenova stavb (C1 K2), ukrepa INVESTICIJA B. Trajnostna prenova in upravljanje stavb: projekt »Energetska sanacija ŠC Celje na lokaciji Ljubljanska«.

0.2 Struktura rabe in stroški za energijo ter sanitarno vodo

Prostori Šolskega centra Celje na naslovu Ljubljanska cesta 17, 3000 Celje se nahajajo v stavbi, ki je bila zgrajena v različnih časovnih obdobjih in posledično z različnimi materiali. Stavba je namenjena srednješolskemu in visokošolskemu izobraževanju (teoretično in praktično izobraževanje). Dovoz in dostop do Šolskega centra Celje je urejen z Ljubljanske ceste.

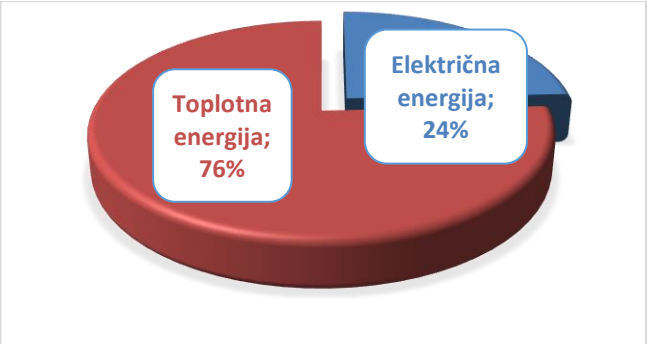
V najstarejšem delu stavbe, ki je bil zgrajen leta 1901, se nahajajo učilnice in kabineti ter zbornica in knjižnica, kasneje je bila dograjena še telovadnica, pa prizidek z dodatnimi učilnicami na jugu, kasneje pa še mehanične delavnice za praktično usposabljanje, ki so locirane na vzhodnem delu stavbe. V uradnih evidencah je stavba vpisana pod enotno identifikacijsko številko stavbe 1272, k. o. 1077 Celje. Za stavbo projektna dokumentacija ni bila na voljo, predložen je bil le posnetek obstoječega stanja (tlorisi).

Stavba se ogreva iz skupne kotlovnice, ki se nahaja v sosednji stavbi dijaškega doma. Raba toplotne energije se obračunava na podlagi dogovorjenega ključa in ne odraža dejanske rabe v obravnavani stavbi (toplotna energija ni merjena). Kot je razvidno iz naslednje preglednice je povprečna skupna letna raba merjene električne energije in pavšalno obračunane toplotne energije v referenčnem obdobju zadnjih treh koledarskih let znašala 435,31 MWh energije. Večji delež obračunane energije, kot je vidno na grafikonu 1, predstavlja toplotna energija, in sicer 75,7 % delež, raba električne energije pa predstavlja 24,3 % delež. Pretežni del električne energije porabijo naprave za izvajanje praktičnega dela izobraževanja in razsvetljava.

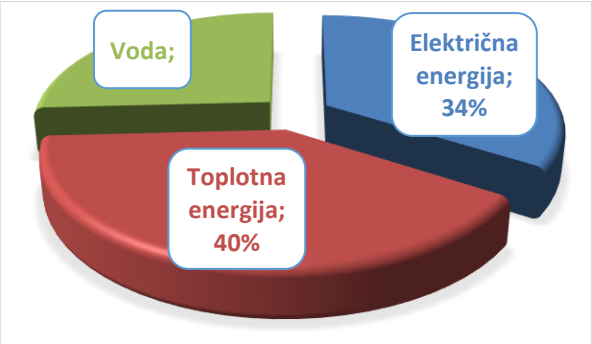
Preglednica 1: Povprečna letna raba energije in vode ter stroški in emisije CO_2 v referenčnem obdobju

	Raba	Enota	Delež [%]	Strošek z DDV [€]	Delež [%]	CO_2 [kg]	Delež [%]
Električna energija	105.777	kWh	24,3%	14.695	34,0%	51.831	44,1%
Toplotna energija	329.536	kWh	75,7%	17.321	40,1%	65.578	55,9%
Voda	851	m^3		11.150	25,8%		
SKUPAJ	**435.313** **851**	**kWh** m^3		**43.166**		**117.409**	

Povprečni skupni letni strošek z DDV za toplotno energijo, električno energijo in vodo je v obravnavanem obdobju znašal 43.166 €. Povprečni strošek za toplotno energijo je predstavljal 40,1 %, strošek električne energije je predstavljal 34,0 % in strošek za vodo 25,8 % (grafikon 2).



Grafikon 1: Struktura povprečne rabe energije



Grafikon 2: Struktura stroškov

Pri analizi rabe energije je potrebno upoštevati tudi okoljski vidik, zato so v preglednici 1 prikazane letne emisije CO_2, ki so nastale ob rabi energije v stavbah. Prikazana toplotna energija za ogrevanje stavbe in pripravo tople sanitarne vode se v sosednji stavbi pripravlja s kotli na zemeljski plin. Za določitev emisij CO_2 sta bila za zemeljski plin in električno energijo upoštevana emisijska faktorja iz Pravilnika o metodah za določanje prihrankov energije (Uradni list RS, št. 57/21). Emisijski faktor za toplotno energijo iz zemeljskega plina znaša 0,199 kg CO_2/kWh, za električno energijo pa 0,49 kg CO_2/kWh. Povprečna letna emisija CO_2 zaradi rabe toplotne energije in rabe električne energije je v obravnavanem obdobju znašala 117.409 kg. Električna energija je k skupnim emisijam CO_2 prispevala 44,1 %, toplotna energija pa 55,9 %.

Preglednica 2: Letna raba toplotne in električne energije ter vode v obravnavanem obdobju

	Električna energija [kWh]	Toplotna energija [kWh]	Voda [m^3]	Skupni stroški z DDV [€]
2020	89.578	268.896	593	35.736
2021	107.720	348.797	778	44.749
2022	120.034	370.915	1.181	49.012
Povprečje	**105.777**	**329.536**	**851**	**43.166**

V preglednici 2 je prikazana letna raba energentov v obravnavanem referenčnem obdobju, in sicer je povprečna letna raba električne energije znašala 105,78 MWh, povprečna letna raba toplotne energije pa 329,54 MWh. V obravnavanem obdobju je povprečna letna poraba sanitarne vode znašala 851 m^3.

0.3 Referenčna raba energije in specifična cena energentov

Kondicionirana površina stavbe po posredovanih podatkih upravljalca stavbe znaša 4.748,77 m^2. Povprečno energijsko število na podlagi obračunane toplotne energije za ogrevanje stavbe znaša 69,4 kWh/m^2, za rabo električne energije pa 22,3 kWh/m^2.

Iz prikazanih energijskih števil se lahko sklepa, da obstoječi obračun rabe toplotne energije ne odraža dejanskih potreb stavbe po toplotni energiji za ogrevanje, saj imajo primerljive stavbe z enako namembnostjo in primerljivim gradbenim stanjem neprimerljivo večjo rabo toplotne energije za ogrevanje. Na podlagi analize energetskih tokov v stavbi, ki je bila izvedena z Orodjem za izračun energijske učinkovitosti stavb (V.160), v katerem se je kreiral model stavbe, ki zajema njene dejanske karakteristike, se je zato določila računska referenčna raba toplotne energije, ki odraža realnejšo izkustveno pričakovano rabo toplotne energije za ogrevanje in pripravo tople sanitarne vode. Podatki uporabljeni v analizi so bili pridobljeni iz meritev dimenzij objekta in informacij podanih s strani uporabnikov. Ker ni na voljo merjenih podatkov o rabi električne energije po posameznih sklopih porabnikov, je vsled poenotenja analitike prihrankov računsko določena tudi raba električne energije za razsvetljavo in tehnične stavbne sisteme.

Referenčna letna računska raba toplotne energije za ogrevanje stavbe znaša 603.132 kWh/an, za pripravo tople sanitarne vode pa 59.083 kWh/an. Specifična cena toplotne energije, upoštevajoč referenčno leto 2022, znaša 56,11 €/MWh. Referenčno energijsko število na podlagi računske referenčne rabe toplotne energije za ogrevanje stavbe in pripravo tople sanitarne vode tako znaša 139,5 kWh/m^2 an.

Referenčna letna računska raba električne energije znaša 60.117 kWh/an. Specifična cena električne energije, upoštevajoč referenčno leto 2022, znaša 137,27 €/MWh. Referenčno energijsko število na podlagi računske referenčne rabe električne energije tako znaša 12,6 kWh/m^2 an.

Na podlagi referenčne letne računske rabe toplotne energije ter referenčne letne računske rabe električne energije znaša referenčna raba skupne primarne energije 878.730 kWh/an, referenčni izpusti ogljikovega dioksida pa znašajo 170.937 kg/an.

V stavbi stroškov vzdrževanja ne spremljajo, zato ni možno podati korektnih stroškov vzdrževanja stavbe v obstoječem stanju. Večino rednih vzdrževalnih del se trudijo izvesti z lastnimi hišniki. Servise tehnoloških naprav in dela, ki predstavljajo večji obseg, pa izvedejo zunanji preverjeni izvajalci.

0.4 Možni prihranki in potrebne investicije

V spodnjih preglednicah je prikazan povzetek posameznih ukrepov s potenciali zmanjšanja rabe energije. Povzetek zajema organizacijske in smiselne investicijske ukrepe za znižanje rabe energije. V sklopu razširjenega energetskega pregleda sta bila opredeljena dva scenarija izvedbe ukrepov, in sicer:

- scenarij 1: organizacijski ukrepi: št. 1,
- scenarij 2: scenarij energetske prenove stavbe, upoštevajoč minimalne zahtevane energetske karakteristike vgrajenih materialov in tehničnih stavbnih sistemov [1] (investicijski ukrepi št. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)

Energetska sanacija stavbe ob implementaciji predlaganih ukrepov ni skladna z zahtevami Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. 70/22, 161/22, 129/23 in 103/24). So pa pri scenariju št. 2 upoštevani smiselni ukrepi za zmanjšanje rabe energije, pri čemer nedvoumno izhaja, da je potencial prihrankov energije minimalno 30 % računske referenčne rabe energije. Ker imajo zgolj na podlagi upoštevanja prihrankov energije predlagani ukrepi zelo dolge povračilne dobe, je prenova ekonomsko smiselna le ob pridobitvi nepovratnih sredstev.

Ocena stroškov za implementacijo investicijskih ukrepov je izdelana na osnovi podatkov, ki so bili zbrani med terenskim pregledom stavbe in na osnovi analize gradbene fizike za področje učinkovite rabe energije v stavbi ter na podlagi Pravilnika o metodologiji za izdelavo in vsebino energetskega pregleda (Uradni list RS, št. 41/16 in 158/20 – ZURE). Ker so se cene energentov v zadnjem obdobju precej povišale, bodo ob nadaljnjem vztrajanju cen energentov na trenutni ravni enostavne povračilne dobe pri ukrepih še krajše.

Zaradi nestanovitnosti cen energentov na trgu je bila v analizah potenciala prihrankov upoštevana specifična cena energentov v letu 2022. Potrebna investicijska sredstva za implementacijo ukrepov ter enostavne povračilne dobe, določene na osnovi referenčne rabe in specifičnih cen energentov, so podane v naslednji preglednici. Referenčna raba električne energije je za razsvetljavo in tehnične stavbne sisteme določena računsko. Tudi referenčna raba toplotne energije za ogrevanje stavbe in toplotne energije za pripravo tople sanitarne vode je določena računsko.

[1] Pri posameznih ukrepih energetske prenove stavbe so upoštevane minimalne zahtevane energetske karakteristike vgrajenih materialov in tehničnih stavbnih sistemov v skladu s Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah.

Preglednica 3: Povzetek organizacijskih ukrepov

Opis ukrepa	Možni letni prihranki				Investicija z DDV (€)	Enostavna povračilna doba (let)
	kWh		€			
	TE	EE	TE	EE		
Organizacijski ukrepi						
1. Osveščanje in izobraževanje deležnikov v stavbi ter ciljno spremljanje rabe	19.866	1.804	1.115	248	3.660	2,7

Preglednica 4: Povzetek investicijskih ukrepov

Opis ukrepa	Možni letni prihranki				Investicija z DDV (€)	Enostavna povračilna doba (leta)
	kWh		€			
	TE	EE	TE	EE		
Investicijski ukrepi						
2. Menjava stavbnega pohištva	120.370	-	6.753	0	769.210	nad 30
3. Toplotna zaščita krovnih površin	49.398	-	2.771	0	304.512	nad 30
4. Toplotna zaščita zunanjih sten	127.161	-	7.134	0	467.870	nad 30
5. Namestitev termostatskih ventilov s termostatskimi glavami na grelna telesa	13.814	-	775	0	72.956	nad 30
6. Implementacija toplotne črpalke za ogrevanje in prenova kotlovnice ter razvodnega sistema ogrevanja[2]	56.343	-105.007[3]	3.161	-14.414	293.410	/[4]
7. Menjava energetsko neučinkovite razsvetljave	-	15.656	0	2.149	119.426	nad 30
8. Namestitev sončne elektrarne	-	110.372	0	15.151	153.300	10,1
9. Namestitev toplotne črpalke za pripravo tople sanitarne vode[5]	37.114	-13.553	2.082	-1.860	30.927	nad 30

[2] Zgolj sukcesivna izvedba ukrepa implementacije toplotne črpalke za ogrevanje ob neizvedbi ostalih ukrepov izboljšanja energetske učinkovitosti ovoja stavbe iz energetskega in ekonomskega vidika ni smiselna, saj bi se ob realizaciji ukrepa primarna raba energije in stroški električne energije konkretno povišali; smiselna je zgolj izvedba ukrepa v sklopu izvedbe optimalnega scenarija za celovito energetsko prenovo stavbe.

[3] Vrednosti prikazane s predznakom – ob implementaciji ukrepa kažejo na povečanje rabe energije in stroškov v primerjavi z referenčnim stanjem. Takšnih ukrepov je več, zato je za dvig bivalnega ugodja in doseganje energetskih prihrankov potrebno k prenovi pristopiti z usklajenim scenarijem večih ukrepov.

[4] Zaradi povišanja obratovalnih stroškov ob implementaciji ukrepa je prikaz povračilne dobe nerelevanten.

[5] Pri izračunu rabe energije za pripravo TSV po sanaciji je upoštevana povečana raba tople vode zaradi načrtovanega povečanega števila uporabnikov stavbe po izvedeni sanaciji.

Preglednica 5: Povzetek ukrepov - scenarij 1

Scenarij 1 – izvedba organizacijskih ukrepov			% prihranka od referenčne vrednosti
letni prihranek računske rabe energije (toplotne in električne energije)	21.670	kWh	4,2%
skupno zmanjšanje emisij CO_2	4.837	kg	4,1%
skupno zmanjšanje stroškov na leto	1.362	€	
skupni znesek potrebnih investicij z DDV	3.660	€	
enostavna povračilna doba	2,7	let	

Preglednica 6: Povzetek ukrepov - scenarij 2

Scenarij 2 – energetska prenova stavbe			% prihranka od referenčne vrednosti
letni prihranek računske rabe energije (toplotne in električne energije)	377.928	kWh	52,3%
skupno zmanjšanje emisij CO_2	134.789	kg	78,8%
skupno zmanjšanje stroškov na leto	39.056	€	
skupni znesek potrebnih investicij z DDV	2.215.271	€	
enostavna povračilna doba	nad 30	let	
zagotovljen prihranek primarne energije	**> 30 %**		

Na podlagi računskega modela energetskega stanja stavbe znaša potencial zmanjšanja skupne (ogrevanje, priprava TSV, delovanje energetskih sistemov, razsvetljava) računske rabe energije 52,3 %, skupne računske primarne energije 41,59 % in potencial znižanja emisij CO_2 78,8 %.

Preglednica 7: Prikaz zagotavljanja prihrankov energije >30 %

Zagotavljanje prihrankov energije >30 %			% prihranka od referenčne vrednosti
minimalni letni prihranek računske rabe energije (toplotne in električne energije)	>216.700	kWh	>30,0%
minimalni letni prihranek računske rabe primarne energije	>263.619	kWh	>30,0%
minimalno skupno zmanjšanje emisij CO_2	>51.281	kg	>30,0%

Predlagani scenariji ukrepov

V poglavju 0.4 so opredeljeni učinki ukrepov posamezno in skupni učinek ukrepov glede na izbrani scenarij.
Scenarij 1 predstavlja le organizacijske ukrepe, scenarij 2 pa predstavlja izvedbo predlaganih smiselnih ukrepov za energetsko prenovo stavbe, upoštevajoč minimalne energetske karakteristike vgrajenih materialov.
Scenarij 2 je bil prepoznan kot optimalni nabor ukrepov na sistemih in ovoju stavbe, pri čemer se je upoštevalo različne dejavnike, in sicer višino prihrankov, vračilno dobo, smiselnost ukrepa glede na trenutno stanje stavbe, nujnost ukrepa s stališča vzdrževanja stavbe… Implementacija vsem predlaganih ukrepov v scenariju 2 ne zadošča pogojem »celovite energetske prenove«. »Celovita energetska prenova stavbe« sicer pomeni usklajeno izvedbo ukrepov učinkovite rabe energije na toplotnem ovoju stavbe (npr. fasada, streha, stavbno pohištvo) in tehničnih stavbnih sistemih (npr. ogrevanje, prezračevanje, klimatizacija, priprava tople vode) tako, da so dosežene zahteve Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah oziroma zahteve za skoraj nič energijsko stavbo (sNES) na način, da se, kolikor je to tehnično mogoče, izkoristi ves ekonomsko upravičeni potencial za energetsko prenovo.
Nedvoumno iz nabora ukrepov v scenariju št. 2 izhaja, da je potencial prihrankov energije minimalno 30 %.

V nadaljevanju so navedeni investicijski ukrepi znotraj scenarija 2:

- Menjava stavbnega pohištva,
- Toplotna zaščita krovnih površin,
- Toplotna zaščita zunanjih sten,
- Namestitev termostatskih ventilov na grelna telesa,
- Posodobitev kotlovnice in razvodnega sistema (vključno z menjavo energenta),
- Menjava energetsko neučinkovite razsvetljave,
- Namestitev sončne elektrarne,
- Namestitev toplotne črpalke za pripravo TSV.

Z izvedbo predlaganih ukrepov bodo doseženi prihranki pri rabi toplotne in električne energije, s čimer se bo znižala raba končne potrebne energije ter specifične primarne energije, zmanjšali se bodo tudi stroški za dobavo in distribucijo energentov ter emisije toplogrednih plinov.
Za spremljanje učinkov po morebitni izvedbi ukrepov scenarija št. 2 je obvezna implementacija sistema za ciljno spremljanje rabe energije, ki je podrobneje opisan v organizacijskih in investicijskih ukrepih.

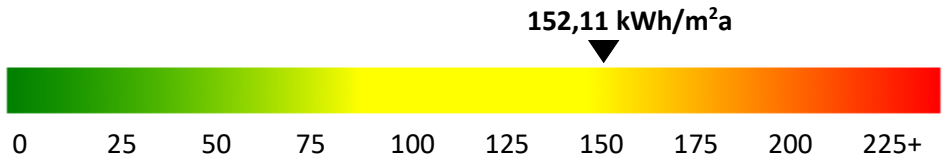
0.5 Energetski kazalniki pred in po izvedbi ukrepov

Javne stavbe morajo biti v skladu z Energetskim zakonom in Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb (Uradni list RS, št. 92/14, 47/19, 158/20 – ZURE in 4/23). Za vrednotenje potenciala prihranka energije je bila izvedena analiza gradbene fizike stavbe. Za analizo energetskih tokov v stavbi je bilo uporabljeno Orodje za izračun energijske učinkovitosti stavb (V.160), s katerim se je kreiral model stavbe, ki zajema njene dejanske karakteristike. Podatki uporabljeni v analizi so bili pridobljeni iz meritev dimenzij objekta in informacij podanih s strani uporabnikov.

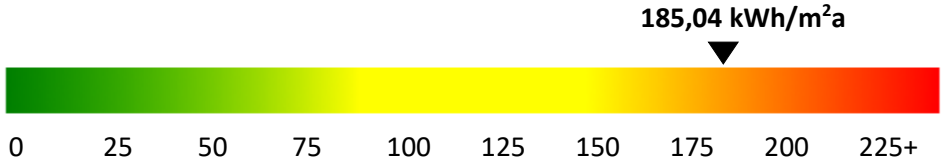
0.5.1 Energetski kazalniki pred izvedbo ukrepov

S puščico je označeno trenutno računsko določeno energijsko stanje stavbe, upoštevajoč skupno rabo energije (ogrevanje, priprava TSV, delovanje energetskih sistemov, razsvetljava). Kazalniki pri prikazu prikazujejo skupno računsko rabo v osnovnih enotah (kWh) na enoto kondicionirane površine stavbe (m^2), pri prikazu emisij pa kg na enoto kondicionirane površine stavbe (m^2).

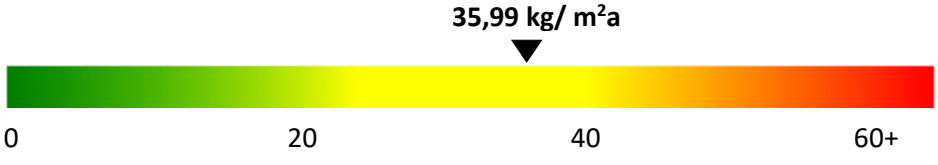
Skupna računska raba energije:



Skupna računska primarna energija:



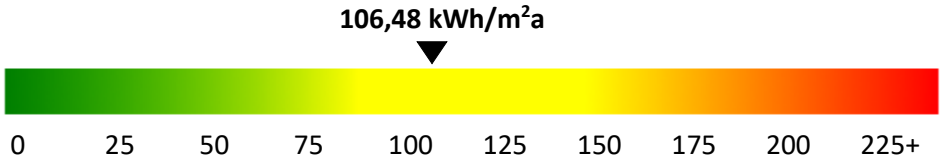
Emisije CO_2:



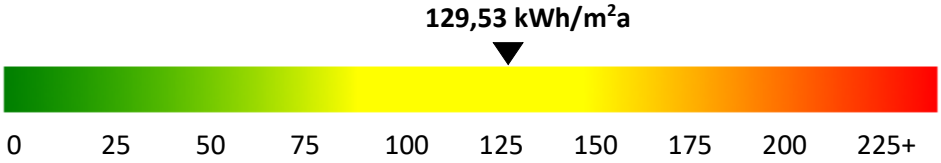
0.5.2 Energetski kazalniki ob zagotavljanju prihrankov energije >30 %

S puščico je označeno predvideno energetsko stanje stavbe ob zagotavljanju minimalno 30 % prihrankov. Kazalniki pri prikazu prikazujejo skupno računsko rabo v osnovnih enotah (kWh) na enoto kondicionirane površine stavbe (m^2), pri prikazu emisij pa kg na enoto kondicionirane površine stavbe (m^2).

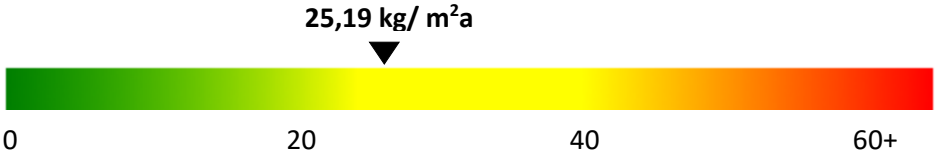
Skupna računska raba energije:



Skupna računska primarna energija:



Emisije CO_2:



0.6 Napotki za izvedbo ukrepov

Izvajanje ukrepov opredeljenih na podlagi izvedenega razširjenega energetskega pregleda je v veliki meri odvisno od vodstva ustanove. Za izvedbo ukrepov in vrednotenje doseganja želenih učinkov zmanjšanja rabe energije je potrebna strokovno usposobljena oseba (energetski upravljavec). Trenutno omenjeno nalogo opravlja g. Aleš Ferlež, mag. inž. energ., ki je zaposlen na Šolskem centru Celje in stavbo dobro pozna. Ključnega pomena pri izvajanju energetskega vodenja je dobro sodelovanje odgovornih oseb v ustanovi z energetskim upravljavcem ter ob večjih investicijah sodelovanje z zunanjimi kompetentnimi strokovnjaki (projektanti, izvajalci…).

0.6.1 Organizacijski ukrepi

Z organizacijskimi ukrepi je možno z razmeroma nizkimi stroški prihraniti precejšen del porabljene energije. Izvedba organizacijskih ukrepov predstavlja prvi korak k učinkoviti rabi energije v stavbah in je osnova za vse nadaljnje investicijske ukrepe.

Osveščanje naj koordinira in lahko tudi izvaja energetski upravljavec. Periodično naj organizira predstavitve, delavnice ali druge primerne oblike predstavitve ukrepov učinkovite rabe energije (plakati na ustreznih mestih, opozorila…) za vse uporabnike. Predstavijo naj se organizacijski ukrepi za doseganje učinkovitejše rabe energije na področju regulacije ogrevanja, prezračevanja, osvetljevanja, rabe električnih naprav in podobno. Razmisli naj se tudi o načinih motiviranja uporabnikov za upoštevanje organizacijskih ukrepov učinkovite rabe energije.

0.6.2 Investicijski ukrepi

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

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

Ko se izbere najustreznejši scenarij investicijskih ukrepov, naj se za izvedbo vsakega posameznega ukrepa izvede ustrezna pripravljalna faza, v kateri naj se opredeli vse aktivnosti potrebne za izvedbo (npr. priprava projekte dokumentacije, izvedba javnega naročila za izbrana dela, izbira strokovnega nadzora: gradbeni

nadzor, strojni nadzor, elektro nadzor, oblikovanje projektne skupine, ki bo skrbela za izvedbo ukrepa…), podrobni terminski plan ter preuči vse možnosti financiranja ukrepa.

Po zaključku izvedbe posameznega ukrepa, naj se zagotovi spremljanje rezultatov in učinkov izvedbe ukrepa in v kolikor pričakovani rezultati in učinki niso doseženi naj se preuči možnosti za optimizacijo le-teh.
Za lažje razumevanje, kako pristopiti k izvajanju investicijskega ukrepa, so na spodnji sliki prikazani osnovni koraki izvedbe ukrepa.



Slika 1: Postopek izvedbe posameznih ukrepov

0.7 Možni viri financiranja

Pred implementacijo ukrepov se je smiselno povezati z organizacijami, ki so specializirane na področju energetike in pri pridobivanju nepovratnih sredstev ter imajo izkušnje na področju inženiringa. Tako na nacionalnem kot na evropskem nivoju je veliko sredstev namenjenih za implementacijo ukrepov učinkovite rabe energije in obnovljivih virov energije.

Trenutno je možno energetsko prenovo stavbe v okviru Načrta za okrevanje in odpornost, razvojnega področja »Zeleni prehod«, komponente 2: Trajnostna prenova stavb (C1 K2) prijaviti na javno povabilo za energetske prenove stavb izjemnega upravnega ali družbenega pomena (Portal Energetika (energetika-portal.si), ki ga je objavilo Ministrstvo za infrastrukturo. Povabilo je objavljeno na podlagi Uredbe o izvajanju Uredbe EU o mehanizmu za okrevanje in odpornost, Smernic za določitev načina financiranja iz sredstev Mehanizma za okrevanje in odpornost ter Priročnika o načinu financiranja iz sredstev Mehanizma za okrevanje in odpornost.

V skladu z Načrtom za okrevanje in odpornost (NOO) komponente Trajnostna prenov stavb (C1 K2), poglavje 1.2.3. Opis reform in investicij se bodo v okviru naložb izvajale energetske prenove stavb javnega sektorja, ki so izjemnega upravnega in družbenega pomena zaradi epidemije COVID-19 in spadajo v enega izmed štirih sklopov po namembnosti stavb:

sklop 1: Stavbe, ki so namenjene vzgojno izobraževalnim procesom in katerih prenova je ključna za zagotavljanje standardov delovanja in udobja;

sklop 2: Stavbe, ki so namenjene zagotavljanju kulturnih dejavnosti in varovanja kulturnih dobrin in katerih prenova je ključna za zagotavljanje standardov delovanja in udobja;

sklop 3: Stavbe, ki so namenjene za izvajanje tistih upravnih dejavnosti, katerih prenova je ključna za zagotavljanje standardov delovanja in udobja;

sklop 4: Stavbe, ki so namenjene izvajanju ukrepov za zagotavljanje varnosti ljudi, okolja in premoženja in katerih prenova je ključna za zagotavljanje standardov delovanja in udobja.

V okviru naložbe so lahko vključene le celovite prenove stavb, ki so v celoti v lasti Republike Slovenije in/ali osebe širšega javnega sektorja, katerih ustanovitelj je zgolj Republika Slovenija, in ki so v okviru okrevanja po COVID-19 posebnega upravnega ali družbenega pomena, ter zagotavljajo optimalno delovanje v primeru ponovitve izrednih situacij v državi, kot je epidemija.

Nosilni organi v okviru tega Povabila so Ministrstvo za notranje zadeve, Ministrstvo za javno upravo, Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport in Ministrstvo za kulturo.

SPLOŠNI DEL

1 NAMEN IN CILJI ENERGETSKEGA PREGLEDA

Stavbe in njeni uporabniki so odgovorni za skoraj 40 % vseh proizvedenih emisij CO_2 na svetu, zato so eden od temeljev pri vzpostavitvi trajnostnega okoljskega razvoja. Stavbe in tehnologije v tehnoloških procesih so nemalokrat v slabem energetskem stanju, saj ustanovam primanjkuje denarja za vzdrževanje in investicije v boljšo energetsko učinkovitost. Stroški vzdrževanja in visoka raba energije bremenijo lastnike, hkrati pa zaradi slabega energetskega stanja močno obremenjujejo okolje z emisijami CO_2.

Velik del obratovalnih stroškov stavbe predstavljajo stroški za energijo, s katero se zagotavljajo primerni bivalni in delovni pogoji v stavbi. Pretežni del rabe energije je običajno namenjen ogrevanju in hlajenju stavbe, preostanek pa pripravi tople sanitarne vode, razsvetljavi in ostalim električnim napravam.

Z vlaganjem v posodobitve energetsko neučinkovitih sistemov lahko občutno zmanjšamo rabo energije in stroške, prihranjen denar pa investiramo v investicijsko zahtevnejše posodobitve.

Namen energetskega pregleda je v prvi fazi ocena stanja rabe energije v stavbah, pregled energetskih sistemov, naprav ter ostalih porabnikov, priprava možnih ukrepov za zmanjšanje rabe energije, ocena možnosti izvedbe, ocena prihrankov energije in ovrednotenje ukrepov z vidika stroškovne učinkovitosti.

Z razširjenim energetskim pregledom dobi lastnik pregled nad možnimi organizacijskimi in investicijskimi ukrepi ter prioritetno listo njihovega izvajanja. Nabor investicijskih ukrepov je osnova za pripravo potrebne investicijske in tehnične dokumentacije. S primernim načrtovanjem izbranih investicij se lahko zagotovijo tehnično kvalitetne posodobitve in sprotno vzdrževanje stavbe in naprav ob hkratnem zmanjšanju rabe energije v stavbi. Izdelana študija energetskega pregleda je tako namenjena predvsem lastniku stavbe, da lahko ob strokovni pomoči prične izvajati ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe in boljše bivalno ugodje uporabnikov.

Energetski pregled je izdelan v skladu s Pravilnikom o metodologiji za izdelavo in vsebino energetskega pregleda (Uradni list RS, št. 41/16 in 158/20 – ZURE), novim Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. 70/22, 161/22, 129/23 in 103/24), Tehnično smernico za graditev TSG-1-004: 2022 Energijska učinkovitost stavb (Uradni list RS, št. 199/21) in serijo standardov SIST EN 16 247 (SIST EN 16 247-1, SIST EN 16 247-2, SIST EN 16 247-3 in SIST EN 16 247-4) ter SIST ISO 50002. Podatki o dejanskem stanju stavbe in energetskih naprav, karakteristikah ovoja ter robnih pogojih delovanja so bili zbrani na terenskem ogledu ter na podlagi predanih informacij upravljalcev stavbe in energetskih sistemov.

2 UVOD

2.1 Predstavitev Šolskega centra Celje

Javni zavod Šolski center Celje (v nadaljevanju tudi ŠCC) deluje na podlagi Zakona o zavodih in Zakona o organizaciji in financiranju vzgoje in izobraževanja (Ur. l. RS, štev. 12/96, 23/96 22/00). Izvajanje dejavnosti opravlja skladno z Zakonom o gimnazijah, Zakonom o poklicnem in strokovnem šolstvu, Zakonom o višjem šolstvu ter Sklepom Vlade Republike Slovenije o ustanovitvi javnega vzgojno-izobraževalnega zavoda Šolski center Celje (3. 7. 2007, štev. 01403-41/2007/7) ter Sklepom o spremembah Sklepa o ustanovitvi javnega vzgojno-izobraževalnega zavoda Šolski center Celje (27. 7. 2010, štev. 01403-30/2010/4).

Zavod deluje od leta 1959, ko se je pod imenom Srednja tehniška šola Celje pričelo izobraževanje na področju gradbeništva in strojništva, in sicer samo z dvema redno zaposlenima učiteljema. Potrebe socialnih partnerjev in širše družbene skupnosti so narekovale vedno več izobraževalnih programov.



Slika 2: Prikaz izobraževalnih programov, ki se izvajajo na Šolskem centru Celje

Leta 1996 je zavod iz enovite šole prešel v šolski center, ki sta se mu leta 2007 pripojili Srednja strokovna in poklicna šola Celje in Srednja šola Štore. Trenutno velikost zavoda, široka paleta programov, za katere izobražujejo na Šolskem centru Celje, strokovno in pedagoško usposobljen kader ter odlična oprema za vse programe, ki jih zavod izvaja, največja in bogato opremljena šolska knjižnica, ki je največja v RS, nudi udeležencem izobraževanja več kot zahtevajo učni načrti in ob tem zagotavljajo, da lahko vsi udeleženci izobraževanja najdejo svojo pot do srednje ali višješolske izobrazbe – nekateri za nadaljevanje šolanja, drugi pa za uspešen začetek poklicne kariere.

Dijaki in študentje vseh šol Šolskega centra Celje se že vsa leta od nastanka uveljavljajo v širšem slovenskem prostoru. Poleg dobrih učnih uspehov so uspešni na področju raziskovalnih dejavnosti, na državnih in mednarodnih tekmovanjih v znanjih z različnih izobraževalnih področij in v športu, ustvarjalni so tudi v kulturnih dejavnostih, dijaki vseh šol zavoda pa so aktivni tudi v pevskem zboru. Vse našteto njihovi dijaki in študentje nadgrajujejo tudi z udeležbo na evropskih projektih.

V dislocirani enoti na Ljubljanski v Celju trenutno izobražujejo za poklice frizer, avtoserviser, avtokaroserist (3-letni poklicni programi), ustvarjalec modnih oblačil, logistični tehnik (oba 4-letna strokovna programa), preoblikovalec tekstilij (2-letno nižje poklicno izobraževanje) ter avtoservisni tehnik in ustvarjalec modnih oblačil (2-letno poklicno-tehniško izobraževanje).

Preglednica 8: Splošni podatki-enota Ljubljanska

Ustanova	Šolski center Celje, enota Ljubljanska
Naslov	Ljubljanska 17
Kraj	Celje
Poštna številka	3000
Država	Slovenija
Odgovorna oseba	Mojmir Klovar, direktor
Kontakt	03 428 58 00
Spletni naslov	www.sc-celje.si
Dejavnost	Izobraževalna inštitucija
Matična številka	5082692000
Davčna številka	SI76965007
Kondicionirana površina stavb	4.748,77 m^2
Rang števila zaposlenih	250 do 499 zaposlenih (celoten center)



Slika 3: Enota Ljubljanska

2.2 Splošni opis stavb

V razširjenem energetskem pregledu je obravnavana dislocirana lokacija Šolskega centra Celje, in sicer stavba na naslovu Ljubljanska 17, 3000 Celje. V najstarejšem delu stavbe, ki je bil zgrajen leta 1901, se nahajajo učilnice in kabineti ter zbornica in knjižnica, kasneje je bila dograjena še telovadnica, pa prizidek z dodatnimi učilnicami na jugu, kasneje pa še mehanične delavnice za praktično usposabljanje, ki so locirane na vzhodnem delu stavbe. Stavba se v celoti nahaja v katastrski občini 1077 Celje, in sicer na parcelah št. 747/12, 747/29 in 748. V uradnih evidencah je stavba vpisana pod enotno identifikacijsko številko stavbe 1272. Razdeljena je na dva dela stavbe, in sicer del 1: Šola in del 2: Športna dvorana. Za stavbo projektna dokumentacija ni bila na voljo, predložen je bil le posnetek obstoječega stanja (tlorisi).

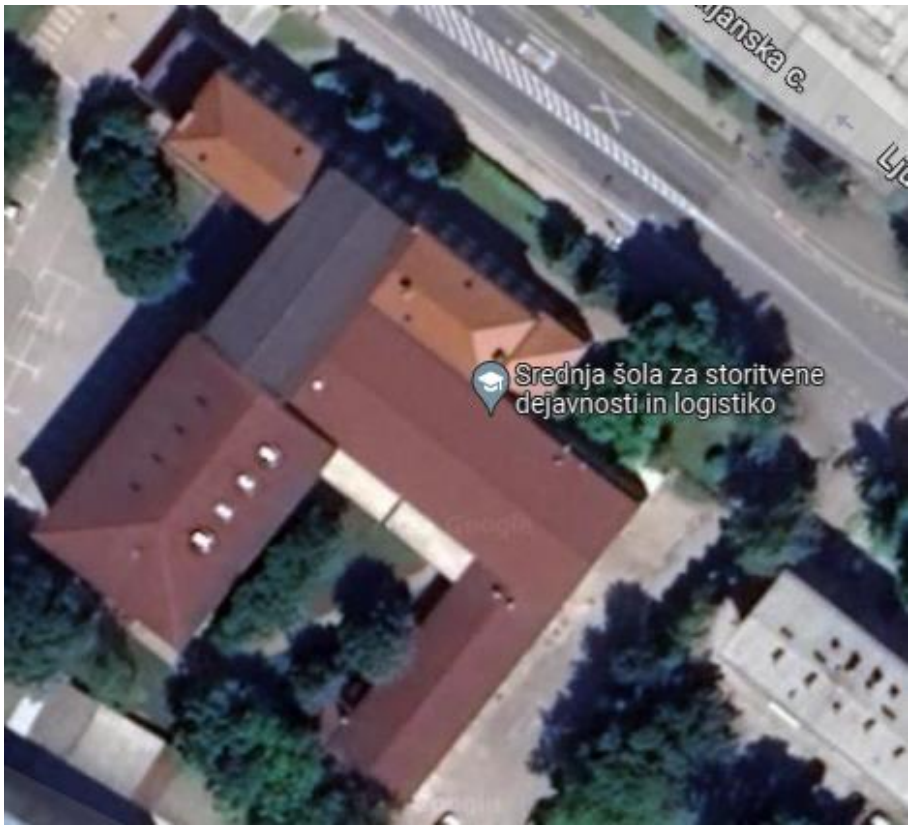


Slika 4: Stavba enote Ljubljanska s ptičje perspektive

Enota šolskega centra na Ljubljanski je arhitekturno zelo razgibana, tako tlorisno kot tudi višinsko. Zunanje stene najstarejšega dela stavbe so zgrajene iz polne opeke. Debelina stene znaša od 44 cm do 80 cm, in sicer pada z vsako višjo etažo. Prizidek na južnem delu stavbe je zgrajen s kombinacijo armiranobetonskih stebrov, med katerimi so parapeti zidani z betonskimi zidaki. Debelina stene znaša 33 cm. Del sten prizidka, kjer ni okenski odprtin je toplotno zaščiten s slojem ekspandiranega polistirena debeline 5 cm, preko je izveden akrilni zaključni sloj fasade. Po enakem principu skeleta je grajena tudi telovadnica (stene so brez toplotne zaščite). Del stavbe, kjer so delavnice, je pretežno grajen iz kombinacije armiranobetonskih nosilnih elementov in zidakov iz plinobetona. Pretežni del sten ima nameščen sloj ekspandiranega polistirena debeline 5 cm, preko pa je nameščen akrilni zaključni sloj fasade.

Strehe so izvedene kot dvokapnice. Starejši deli stavbe so pretežno pokriti z novejšo opečno kritino, telovadnica in delavnice so pokrite s pločevino. Pretežni del ostrešij je izveden z lesenimi nosilnimi elementi, strešina je podeskana, le v telovadnici je streha izvedena z armiranobetonskimi nosilci in prekrita z betonskimi prefabrikati. Podstrešja so pretežno neizkoriščena. Stropi proti nepohodnim podstrešjem so toplotno zaščiteni z mineralno volno, strop proti pohodnemu delu podstrešja ni toplotno zaščiten. Z ustrezno debelino toplotne zaščite je izvedena le mansarda, kjer se nahaja fitnes.

Vhodna vrata v vse dele stavbe so energetsko neučinkovita. Glavna vhodna vrata imajo aluminijast okvir in dvoslojno zasteklitev s plinskim polnilom, stranska vrata so pločevinasta in polne izvedbe. Vrata v delavnicah so dvižne izvedbe z elektromotornim pogonom. Okna imajo pretežno PVC okvirje in dvoslojno zasteklitev, manjši del oken ima aluminijaste okvirje in dvoslojno zasteklitev s plinskim polnilom, del oken pa ima lesene okvirje. Okna v učilnicah, zbornici in knjižnici imajo zunanja senčila. Vsa okna so opremljena z notranjimi in zunanjimi okenskimi policami. Pretežni del oken v telovadnici in del oken v delavnicah je kopelit izvedbe. Pretežni del stavbnega pohištva je star in energetsko neučinkovit. V mansardnem delu stavbe, kjer se nahaja fitnes so vgrajena lesena strešna okna z dvoslojno zasteklitvijo in plinskim polnilom.



Slika 5: Ortofoto posnetek stavbe

2.2.1 Kondicionirana površina stavbe

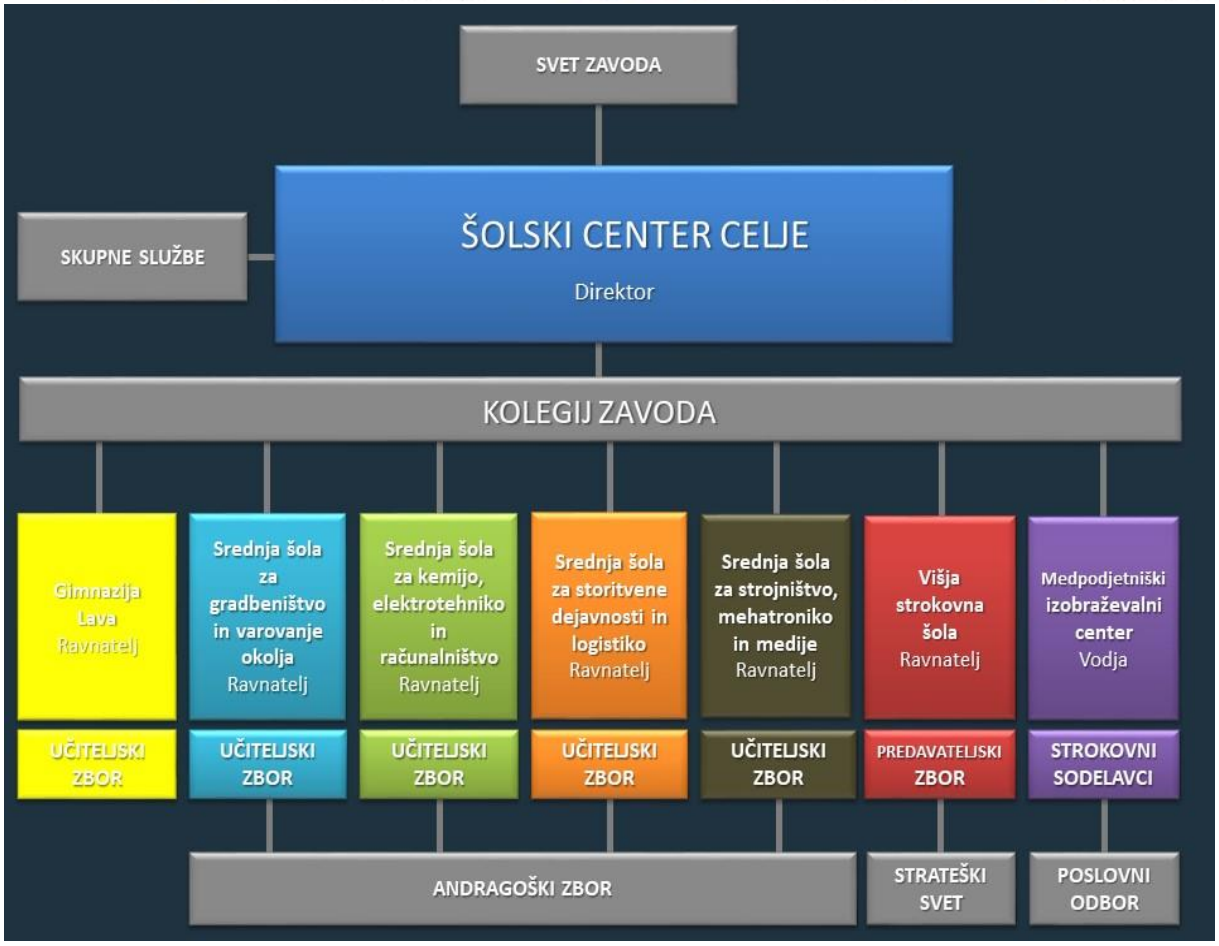
Kondicionirana površina stavbe (Ak) pomeni ogrevano in/ali hlajeno zaprto neto površino stavbe v skladu s standardoma SIST EN ISO 13789 in SIST ISO 9836 in pravilnikom, ki predpisuje metodologijo učinkovite rabe energije v stavbah.

Kondicionirana površina stavbe je bila določena na podlagi posredovanih podatkih upravljalca stavbe in lastnih meritev na terenu ter tako znaša 4.748,77 m^2. Podrobneje je kondicionirana površina predstavljena na tlorisih v prilogah.

2.2.2 Organizacijska shema ustanove in delovni čas

Na spodnji sliki je prikazana organigram Šolskega centra Celje. Organizacijska struktura povezuje vse vidike šolskega centra na vseh ravneh v strateško vodeno in dobro sodelujočo organizacijo.

Odgovorna oseba inštitucije je direktor. Pri vodenju mu pomaga kolegij zavoda, ki ga sestavljajo ravnatelji posameznih srednjih šol. Poleg strokovnih deležnikov so za delovanje šolskega centra izredno pomembne še skupne službe, ki pokrivajo finančno in pravno področje ter vključujejo še IT službo ter tehnično vzdrževalno službo. Del kadra za strokovno pomoč na posameznih področjih najemajo tudi na trgu. Izobraževalna dejavnost poteka po urnikih, in sicer pretežno v dopoldanskem času. Tudi uprava in skupne službe delujejo pretežno le v dopoldanski izmeni.



Slika 6: Organigram šolskega centra

Stavba je pretežno namenjena za izvajanje izobraževalne dejavnosti, in sicer pretežno od ponedeljka do petka med 7:10 - 14:35 uro. Največja zasedenost je v času pedagoškega procesa med 1. 9. in 24. 6. Skupno število vpisanih dijakov med leti ter tudi tekom pedagoškega leta minimalno niha. V dopoldanskem času enoto Ljubljanska obiskuje 750 dijakov, za potek pedagoškega procesa pa skrbi 60 zaposlenih. V popoldanskem času stavbo občasno obiskuje do 20 študentov in en predavatelj. Za vzdrževanje stavbe in splošnega reda skrbi 5 čistilk in en hišnik. V telovadnici se občasno šolske dejavnosti odvijajo tudi popoldne, in sicer priprave na maturantski ples (10 tednov letno), telovadnico popoldne za rekreacijo uporabljajo tudi zaposleni (30 udeležencev).

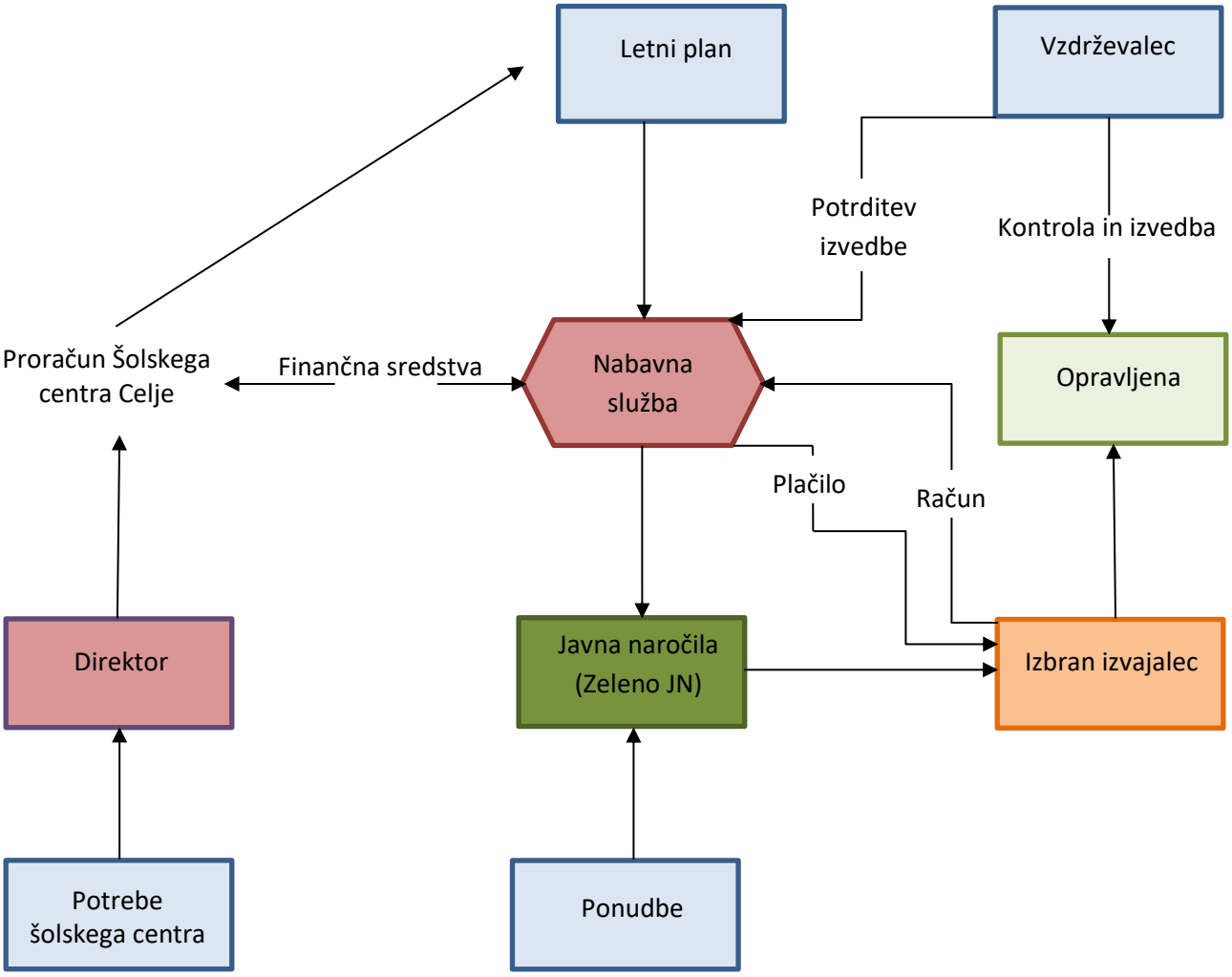
3 UPRAVLJANJE Z ENERGIJO

Upravljanje z energijo je skupno ime za vse aktivnosti, ki vplivajo na rabo energije in stroške zanjo. Energetska učinkovitost in s tem povezani prihranki so neposredno povezani s kakovostjo vzpostavljenega sistema upravljanja z energijo posamezne organizacije in vzpostavljenih ustreznih mehanizmov za spodbujanje učinkovite rabe energije.

3.1 Proces odločanja na področju vzdrževanja in investiranja v URE

Pri pridobivanju informacij za izvedbo razširjenega energetskega pregleda šolskega centra je vodstvo navedlo, da se o vlaganjih v sisteme učinkovite rabe energije in pri menjavi dotrajane opreme z energetsko učinkovitejšo, posvetujejo s kompetentnimi zunanjimi strokovnjaki in izvajalci ter projektanti.

Finančna sredstva za izvajanje rednega vzdrževanja in sprotnega investiranja so zagotovljena v okviru transferjev na proračunskih postavkah Šolskega centra Celje. Postopek naročanja in izvedba storitev na področju vzdrževanja in sprotnega investiranja je prikazan na spodnji sliki.



Slika 7: Shema naročanja in izvedbe storitev na področju vzdrževanja in investiranja

3.2 Nadzor nad rabo energije in stroški

V Šolskem centru Celje nimajo vzpostavljenega energetskega monitoringa, ampak le sistematično arhivirajo prejete fakture za električno energijo, energente za toplotno energijo in porabljeno vodo. Osnovne podatke o porabi in stroških vodijo tudi v osnovnem energetskem knjigovodstvu. Na mesečni ravni z osnovno analizo rabo in stroške primerjajo s preteklim obdobjem. Tako preverjajo anomalije pri porabi energije in vode ter tudi učinke investicij v URE, ki se odražajo na znižanju rabe energije in vode.

3.3 Motivacija deležnikov za učinkovito rabo energije

Pri izvajanju razširjenega energetskega pregleda smo sodelovali s predstavniki vodstva ustanove. Predstavniki se dobro zavedajo pomena učinkovite rabe energije, tako pri zagotavljanju notranjih delovnih pogojev kot tudi pri izobraževalnem procesu. Pokazali so veliko zanimanja za implementacijo dodatnih ukrepov za učinkovitejšo rabo energije in implementacijo obnovljivih virov energije, zato so pri pregledu dobro sodelovali in posredovali vse potrebne podatke. Prav tako so izpostavili, kaj so po njihovem mnenju kritične točke oskrbe in rabe energije.

3.4 Raven promoviranja URE

V stavbi je za ozaveščanje obiskovalcev o učinkoviti rabi energije v stavbah nameščenih več plakatov. Plakati so zasnovani sodobno in bralca oziroma obiskovalca res vizualno privabijo k branju. Pri pregledu stavbe in pregledu poteka delovnih procesov je bilo ugotovljeno, da zaposleni dobro skrbijo za učinkovito rabo energije, saj so bila okna ob ogrevanju zaprta, razsvetljava je bila prižgana po potrebi, tudi električni stroji so bili izklopljeni, v kolikor niso bili del trenutnega učnega procesa.



Slika 8: Plakat za ozaveščanje o učinkoviti rabi energije

4 OSKRBA IN RABA ENERGIJE

4.1 Klimatski podatki o lokaciji stavbe

Vremenske razmere običajno pomembno vplivajo predvsem na rabo toplotne energije za ogrevanje in rabo energije za hlajenje stavbe, zato povprečne mesečne temperature zunanjega zraka, letni temperaturni primanjkljaj in letni temperaturni presežek predstavljajo pomembno izhodišče za oceno pričakovane rabe energije. V naslednji preglednici so navedeni osnovni klimatski podatki o lokaciji stavbe, ki so uporabljeni tudi v analizah gradbene fizike.

Preglednica 9: Osnovni klimatski podatki o lokaciji stavbe

Povprečna letna temperatura	10,10 °C
Projektni letni temperaturni primanjkljaj	3.300 Kdan
Projektna temperatura	-16 °C
Trajanje kurilne sezone	235 dni
Povprečna letna relativna vlaga zraka	77 %
Energija sončnega obsevanja	1.139 kWh/m^2

POVPREČNA MESEČNA IN LETNA TEMPERATURA ZRAKA

Vrednost predstavlja povprečne temperaturne razmere v celici velikosti 1 km^2 in je zaokrožena na desetinko stopinje natančno. Vrednosti posamezne celice lahko odstopajo za ± 0,5 °C. Znotraj celice pa zaradi vpliva mikrolokacije lahko posamezne vrednosti odstopajo od povprečja celice tudi za več kot 1 °C. Povprečna letna temperatura je izračunana na podlagi mesečnih temperatur z ločljivostjo 100 m in je naknadno povprečena v ločljivost 1 km.

TRAJANJE KURILNE SEZONE

Podatek o trajanju kurilne sezone je zaradi bolj natančnega izračuna razdeljeno na podatka o začetku in koncu kurilne sezone. Na ta način namreč poleg dolžine kurilne sezone za vsako celico lahko določimo tudi začetek in konec sezone v določeni celici in tako umestimo kurilno sezono v letni cikel temperature.

Začetek kurilne sezone se začne takrat, ko je zunanja temperatura zraka ob 21. uri prvič v sezoni tri dni zapored nižja ali enaka 12 °C. Naslednji dan, to je četrti, je prvi dan kurilne sezone. Kurilna sezona se konča, ko je zunanja temperatura zraka ob 21. uri zadnjič v sezoni tri dni zapored večja od 12 °C. Tretji dan je konec kurilne sezone, naslednji dan, to je četrti, je že izven kurilne sezone. Trajanje kurilne sezone je število vseh dni med začetkom in koncem kurilne sezone. S to metodo je simulirano ravnanje toplarn in večjih kurišč. Kurilna sezona se za lokacijo stavbe povprečno začne 265 dan v letu in konča 135 dan v letu.

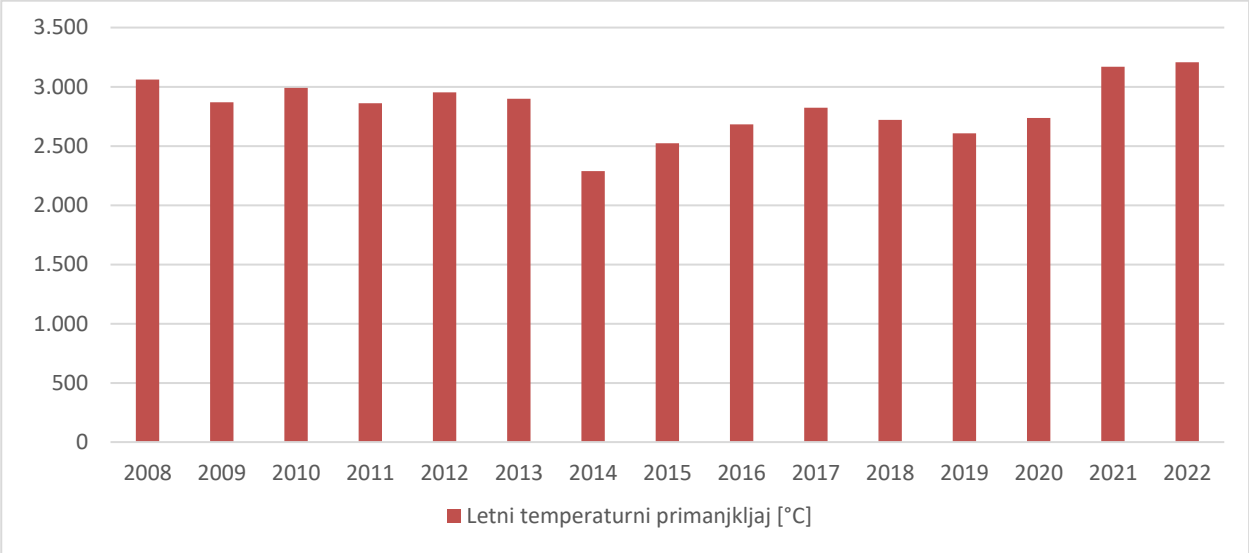
Ker se trajanje ogrevalne sezone in sezone hlajenja določa na podlagi temperature zunanjega zraka, se lahko ta med posameznimi kraji močno razlikuje. Z naraščajočo nadmorsko višino temperatura zraka praviloma pada, zato je trajanje ogrevalne sezone v krajih z višjo nadmorsko višino daljše, trajanje sezone hlajenja pa krajše. Na dolžino ogrevalne sezone in sezone hlajenja pomembno vplivata tudi dnevno trajanje sončnega sevanja (osojne in prisojne lege) in mikrolokacija stavbe (dolina, vrh hriba…).

TEMPERATURNI PRIMANJKLJAJ

Temperaturni primanjkljaj je definiran kot vsota vseh razlik med notranjo temperaturo (20 °C) in povprečno dnevno zunanjo temperature zraka v kurilni sezoni. Vrednosti celic so izražene v Kdan, in sicer so zaokrožene na 200 Kdni natančno, kar je tudi natančnost izračuna prostorske porazdelitve temperaturnega primanjkljaja.

Nihanje vrednosti letnega temperaturnega primanjkljaja v zadnjih petnajstih letih je za stavbi najbližjo vremensko postajo v Medlogu pri Celju prikazano na naslednjem grafikonu.

(Vir: http://meteo.arso.gov.si)



Grafikon 3: Letni temperaturni primanjkljaj

PROJEKTNA TEMPERATURA

Projektna temperatura je definirana kot dolgoletno povprečje najnižje letne vrednosti tridnevnega povprečja minimalne dnevne temperature. Prostorska spremenljivost projektne minimalne temperature je zelo velika in močno odvisna od mikrolokacije. Znotraj območja 1 km^2 lahko pričakujemo večja odstopanja od povprečne vrednosti celice, predvsem v izrazitih konkavnih reliefnih oblikah, kamor se lokalno steka hladen zrak. Pri prostorski interpolaciji so bile upoštevane vse konkavne oblike terena s karakteristično dimenzijo večjo od 500 m. Zaradi natančnosti izračuna so vrednosti zaokrožene na 3 °C.

POVPREČNA LETNA RELATIVNA VLAGA ZRAKA

Vrednost predstavlja povprečno relativno vlago zraka v celici velikosti 1 km^2 in je zaokrožena na odstotno točko natančno. Meritve relativne vlage so močno odvisne od mikrolokacije in so zato slabo reprezentativne za neko širše območje.

ENERGIJA SONČNEGA OBSEVANJA

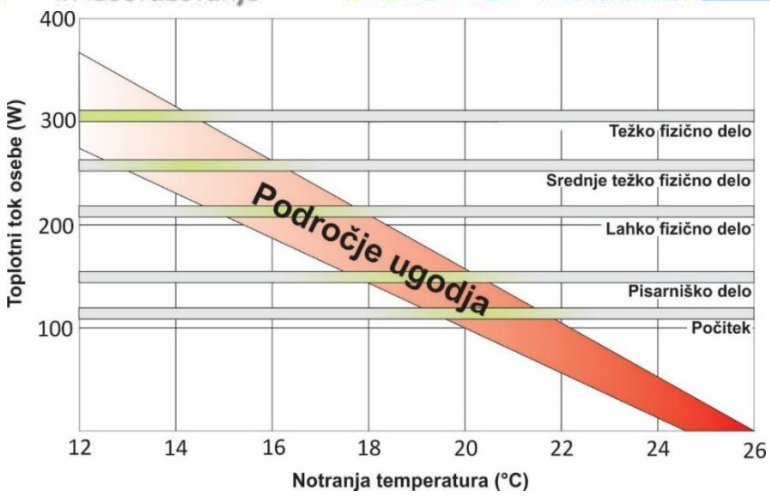
Energija sončnega obsevanja je močno odvisna od mikrolokacije, najbolj od nagiba in orientacije površine, ki sprejema sončno obsevanje. Prostorsko spremenljivost sončnega obsevanja se zajema z razdelitvijo Slovenije v karakteristične cone. Obstaja 14 con s karakteristično letno vrednostjo sončnega obsevanja (v kWh/m^2). V vsaki karakteristični coni so na podlagi meritev za različno nagnjene in orientirane ploskve izračunane dnevne vsote energije sončnega obsevanja (Wh/m^2), povprečene po mesecu.

4.1.1 Stanje toplotnega ugodja

Stanje toplotnega ugodja je opredeljeno kot stanje notranjega okolja pri katerem se, ne glede na trenutno aktivnost, prehod toplote med telesom in okolico ne občuti kot moteč proces. Toplotno ugodje v stavbi je zelo pomembno za dobro počutje uporabnikov ter zaposlenih in je doseženo, ko so energijski tokovi med človeškim telesom in okolico v ravnovesju. Energijski tokovi so odvisni od splošnih mikroklimatskih parametrov, kot so temperatura zraka v prostoru, temperatura obodnih površin, hitrost gibanja zraka v prostoru in relativna vlažnost zraka v prostoru, pa tudi od subjektivnih parametrov posameznega uporabnika stavbe, kot so starost, spol, psihofizične karakteristike...

Človek lahko na določene parametre vpliva (oblačila...), medtem ko na mikroklimatske parametre (temperatura zraka in obodnih površin, relativna vlažnost…) ne more, saj so odvisni od zasnove stavbe. Največji vpliv na človeško zaznavo toplotnega ugodja ima zagotovo temperatura zraka in obodnih površin ter hitrost gibanja zraka ob človeškem telesu (prepih).

Zadovoljivi bivalni in delovni pogoji v stavbi so odvisni predvsem od dejavnosti in fizične aktivnosti posameznikov, kar je razvidno tudi iz slike 9. Pri izobraževalni dejavnosti, ki se izvaja v stavbi šolskega centra se izmenjujeta proces teoretičnega izobraževanja, ki ga lahko primerjamo s pisarniškim delom ter proces praktičnega izobraževanja, kjer gre za obliko lažjega dela. Ugodni bivalni pogoji so v stavbi, kjer se izvaja praktični del torej zagotovljeni, ko je relativna vlažnost med 30 % in 60 % ter temperatura notranjega zraka med 17 °C in 20 °C. V pisarniških prostorih (uprava) in prostorih, kjer se izvaja teoretični del izobraževanja pa so ugodni bivalni pogoji, ko je relativna vlažnost med 40 % in 70 % ter temperatura notranjega zraka med 19 °C in 21 °C. V obravnavani stavbi z zagotavljanjem ustreznih bivalnih pogojev ni posebnih težav.



Slika 9: Področje ugodja glede na temperaturo zraka in aktivnost[6]

4.1.2 Meritve mikroklime

Za ocenitev toplotnega ugodja v stavbi se je opravila meritev mikroklime. **Meritve so informativnega značaja in niso namenjene uradnemu ocenjevanju bivalnega ugodja, saj je za merodajne meritve ustreznosti bivalnega ugodja potrebna daljša časovna perioda.** Prostori, v katerih so bile izvedene meritve, so bili sistematično izbrani glede na lego, tako da je podan celovit vpogled v energetsko stanje stavbe. Meritve so se izvedle izven ogrevalnega obdobja, energetski sistemi so bili izklopljeni.

Lokacija: Šolski center Celje_enota Ljubljanska, Ljubljanska 17, 3000 Celje

Merilnik: Metrel Poly M6401 ST

Preglednica 10: Meritve notranjega delovnega ugodja (mikroklima)

Št. meritve	Lokacija	Datum meritve	Temperatura Avg [°C]	Vlaga Avg [% rh]	Hitrost zraka Avg [m/s]
1	Prostor 36A	22.06.2023	23,1	42,4	0,22
2	Prostor 27A	22.06.2023	22,4	42,1	0,14
3	Knjižnica	22.06.2023	22,3	48,9	0,21
4	Hodnik	22.06.2023	21,6	41,3	0,19
5	Delavnica 14A	22.06.2023	20,3	47,2	0,23
6	Hodnik delavnica	22.06.2023	21,0	46,4	0,18
7	Srednje stopnišče	22.06.2023	21,3	48,1	0,21
8	Prostor 19C	22.06.2023	21,7	46,9	0,19
9	Prostor 14C	22.06.2023	22,3	41,6	0,14
10	Prostor 4C	22.06.2023	21,7	46,5	0,18
11	Telovadnica	22.06.2023	20,3	41,5	0,19
12	Prostor 21C	22.06.2023	21,4	48,3	0,24
13	Hodnik	22.06.2023	21,2	49,4	0,20
14	Fitnes 3D	22.06.2023	22,5	51,2	0,19

[6] povzeto po: The Energy Saver, Gee Publishing Limited

Meritve mikroklime so se opravile v referenčnih prostorih stavbe. Merilni postopek je bil izveden v skladu s priporočili o meritvah mikroklime. Vsaka merilna točka vsebuje povprečne podatke o temperaturi, relativni vlažnosti, hitrosti zraka, zračnem pretoku in rosišču v merjeni časovni periodi.

Temperatura in relativna vlažnost sta tesno povezani. Vlažnost je odvisna predvsem od temperature prostora in delno od predmetov, ki se nahajajo v prostoru in njihovih lastnosti (kako oddajajo oziroma vežejo vlago). Priporočena notranja temperatura za doseganje popolnega občutka ugodja v delu kjer se izvaja praktični del izobraževanja (vključno s telovadnico) je med 17 °C in 20 °C, relativna vlažnost pa med 30 % in 60 %. V pisarniških prostorih in prostorih, kjer se izvaja teoretični del izobraževanja pa so ugodni bivalni pogoji doseženi, ko je relativna vlažnost med 40 % in 70 % ter temperatura notranjega zraka med 19 °C in 21 °C. Meritve kažejo, da so bivalni pogoji v pisarnah in ostalem delu stavbe z vidika temperature in relativne vlažnosti primerni. Temperatura v učilnicah in pisarnah je celo višja, in sicer okoli 22 °C.

Merjen je bil tudi parameter gibanja zraka na katerega je človeško telo zelo občutljivo, še posebej v stavbah, kjer se opravljajo dejavnosti, ki ne zahtevajo večjega fizičnega napora. V zaprtih prostorih morajo biti te spremembe čim manjše. Še posebej moteče so spremembe hitrosti in gibanja zraka, kadar ima gibajoči zrak nižjo temperaturo od temperature zraka v prostoru. Človeško telo zazna večje spremembe gibanja zraka kot prepih. Dopustne vrednosti gibanja zraka so med 0,15 in 0,20 m/s ob predpostavki, da je človek primerno oblečen in je temperatura vpihanega zraka enaka temperaturi notranjega zraka. Če je temperatura vpihanega zraka višja, je dopustna vrednost gibanja zraka sorazmerno višja.

Merjena je bila tudi hitrost zraka v posameznih prostorih. Vrednosti so zelo različne, saj gre za prostore z različnim namenom rabe. V večini prostorov se je v času meritev nahajalo nekaj ljudi, del referenčnih prostorov, kjer so se izvedle meritve, se je v času merjenja prezračeval skozi odprta okna. Izmerjene vrednosti so znotraj pričakovanih vrednosti.

4.2 Skupna raba energije in sanitarne vode ter stroški

4.2.1 Raba energije in sanitarne vode v obravnavanem obdobju

Dobro poznavanje obstoječega stanja rabe energije in preteklih trendov je prvi pogoj odločanja za varčevalne ukrepe oziroma ukrepe na področju racionalne rabe energije ter kasnejše vrednotenje njihovega učinka. Stavba se ogreva iz skupne kotlovnice, ki se nahaja v sosednji stavbi dijaškega doma. Raba toplotne energije se obračunava na podlagi dogovorjenega ključa in ne odraža dejanske rabe v obravnavani stavbi (toplotna energija ni merjena). Povprečna skupna letna raba merjene električne energije in pavšalno obračunane toplotne energije v referenčnem obdobju zadnjih treh koledarskih let je znašala 435,31 MWh energije. Večji delež obračunane energije predstavlja toplotna energija, in sicer 75,7 % delež, raba električne energije pa predstavlja 24,3 % delež. Pretežni del električne energije porabijo naprave za izvajanje praktičnega dela izobraževanja in razsvetljava.

Povprečne rabe energentov ter vode v letih 2020, 2021 in 2022 ter z rabo povezani stroški in emisije CO_2 so razvidne iz naslednje preglednice.

Preglednica 11: Povprečna raba energije in vode ter stroški in emisije CO_2 v obravnavanem obdobju

	Raba	Enota	Delež [%]	Strošek z DDV [€]	Delež [%]	CO_2 [kg]	Delež [%]
Električna energija	105.777	kWh	24,3%	14.695	34,0%	51.831	44,1%
Toplotna energija	329.536	kWh	75,7%	17.321	40,1%	65.578	55,9%
Voda	851	m^3		11.150	25,8%		
SKUPAJ	**435.313**	**kWh**		**43.166**		**117.409**	
	851	m^3					

Povprečni letni strošek z DDV za toplotno energijo, električno energijo in sanitarno vodo je v obravnavanem obdobju znašal 43.166 €. Stroški za toplotno energijo so v obravnavanem obdobju predstavljali 40,1 %, stroški za električno energijo 34,0 % in stroški za vodo 25,8 % delež.

Pri obravnavi obstoječega energetskega stanja stavbe je potrebno upoštevati tudi okoljski vidik, zato so v preglednici prikazane letne emisije CO_2, ki so nastale ob rabi energije v stavbah. Prikazana toplotna energija za ogrevanje stavbe in pripravo tople sanitarne vode se v sosednji stavbi pripravlja s kotli na zemeljski plin. Za določitev emisij CO_2 sta bila za zemeljski plin in električno energijo upoštevana emisijska faktorja iz Pravilnika o metodah za določanje prihrankov energije (Uradni list RS, št. 57/21). Emisijski faktor za toplotno energijo iz zemeljskega plina znaša 0,199 kg CO_2/kWh, za električno energijo pa 0,49 kg CO_2/kWh. Povprečna letna emisija CO_2 zaradi rabe toplotne energije in rabe električne energije je v obravnavanem obdobju znašala 117.409 kg. Električna energija je k skupnim emisijam CO_2 prispevala 44,1 %, toplotna energija pa 55,9 %.

4.2.2 Primerjava rabe energentov in sanitarne vode v obravnavanem obdobju

V naslednji preglednici so zbrane letne obračunane rabe energije ter sanitarne vode in stroški v obravnavanem referenčnem obdobju. Povprečna letna raba električne energije je znašala 105,77 MWh, povprečna letna raba toplotne energije pa 329,54 MWh in povprečna letna poraba vode 851 m^3. Podrobneje so raba energentov in vode ter vzroki za trend rabe analizirani v poglavjih v nadaljevanju dokumenta, ki obravnava oskrbo in mesečno rabo energije.

Preglednica 12: Letna raba energentov in sanitarne vode v obravnavanem obdobju

	Električna energija [kWh]	Toplotna energija [kWh]	Voda [m^3]	Skupni stroški z DDV [€]
2020	89.578	268.896	593	35.736
2021	107.720	348.797	778	44.749
2022	120.034	370.915	1.181	49.012
Povprečje	**105.777**	**329.536**	**851**	**43.166**

4.2.3 Referenčna raba energije in specifična cena energentov

Kondicionirana površina stavbe po posredovanih podatkih upravljalca stavbe znaša 4.748,77 m^2. Povprečno energijsko število na podlagi obračunane toplotne energije za ogrevanje stavbe znaša 69,4 kWh/m^2, za rabo električne energije pa 22,3 kWh/m^2.

Iz prikazanih energijskih števil se lahko sklepa, da obstoječi obračun rabe toplotne energije ne odraža dejanskih potreb stavbe po toplotni energiji za ogrevanje, saj imajo primerljive stavbe z enako namembnostjo in primerljivim gradbenim stanjem neprimerljivo večjo rabo toplotne energije za ogrevanje. Na podlagi analize energetskih tokov v stavbi, ki je bila izvedena z Orodjem za izračun energijske učinkovitosti stavb (V.160), v katerem se je kreiral model stavbe, ki zajema njene dejanske karakteristike, se je zato določila računska referenčna raba toplotne energije, ki odraža realnejšo izkustveno pričakovano rabo toplotne energije za ogrevanje in pripravo tople sanitarne vode. Podatki uporabljeni v analizi so bili pridobljeni iz meritev dimenzij objekta in informacij podanih s strani uporabnikov. Ker ni na voljo merjenih podatkov o rabi električne energije po posameznih sklopih porabnikov, je vsled poenotenja analitike prihrankov računsko določena tudi raba električne energije za razsvetljavo in tehnične stavbne sisteme.

Referenčna letna računska raba toplotne energije za ogrevanje stavbe znaša 603.132 kWh/an, za pripravo tople sanitarne vode pa 59.083 kWh/an. Specifična cena toplotne energije, upoštevajoč referenčno leto 2022, znaša 56,11 €/MWh. Referenčno energijsko število na podlagi računske referenčne rabe toplotne energije za ogrevanje stavbe in pripravo tople sanitarne vode tako znaša 139,5 kWh/m^2 an.

Referenčna letna računska raba električne energije znaša 60.117 kWh/an. Specifična cena električne energije, upoštevajoč referenčno leto 2022, znaša 137,27 €/MWh. Referenčno energijsko število na podlagi računske referenčne rabe električne energije tako znaša 12,6 kWh/m² an.

Na podlagi referenčne letne računske rabe toplotne energije ter referenčne letne računske rabe električne energije znaša referenčna raba skupne primarne energije 878.730 kWh/an, referenčni izpusti ogljikovega dioksida pa znašajo 170.937 kg/an.

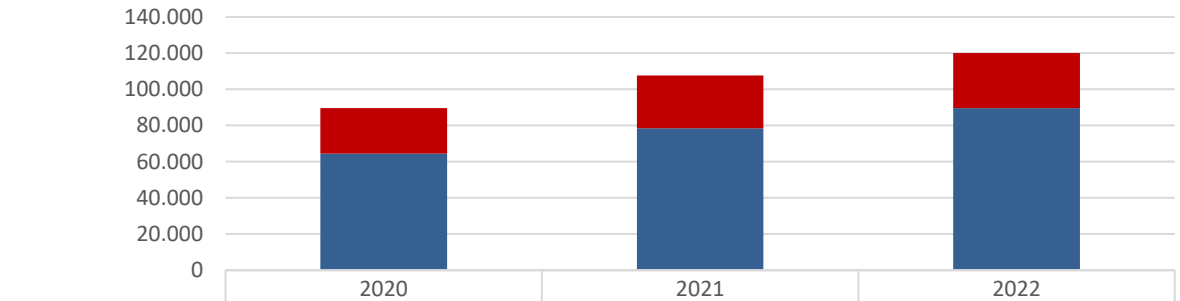
V stavbi stroškov vzdrževanja ne spremljajo, zato ni možno podati korektnih stroškov vzdrževanja stavbe v obstoječem stanju. Večino rednih vzdrževalnih del se trudijo izvesti z lastnimi hišniki. Servise tehnoloških naprav in dela, ki predstavljajo večji obseg, pa izvedejo zunanji preverjeni izvajalci.

4.3 Električna energija

4.3.1 Raba električne energije

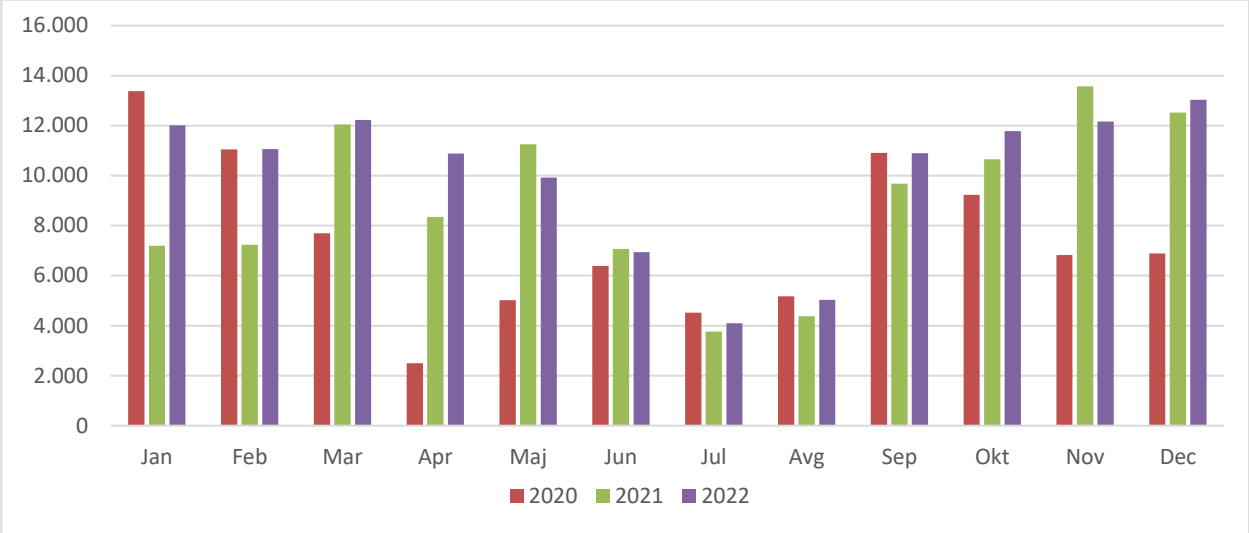
Za spremljanje rabe električne energije ima stavba eno merilno mesto s številko 2-2391 in številko števca 51218727. Merjenje in obračun električne energije se vrši z dvotarifnim števcem. Pretežni del električne energije se porabi za izvajanje izobraževalne dejavnosti in zagotavljanje pogojev za njeno izvajanje.

Iz naslednjega grafikona, ki primerjalno prikazuje celotno letno rabo električne energije v obravnavanem referenčnem obdobju, je opazen trend višanja rabe v letih 2021 in 2022. Leta 2022 je bila raba električne energije v primerjavi z letom 2020 višja za 25 %, v primerjavi z letom 2021 pa višja za 10 %. Nižja raba električne energije znotraj obravnavanega referenčnega obdobja je predvsem posledica delnega zapiranja družbe zaradi preprečevanja širjenja Covid-19 v letu 2020 in spremembe delovnih in izobraževalnih praks v letu 2021. Razvidno je tudi, da je delež porabljene električne energije precej višji, ko se obračunava visoka tarifa, in sicer ta predstavlja kar okoli tri četrtine celotne rabe električne energije.



	2020	2021	2022
Indeks rabe (osnova je 2022)	0,75	0,90	1,00
Celotna raba [kWh]	89.578	107.720	120.034
MT [kWh]	25.150	29.269	30.423
VT [kWh]	64.428	78.451	89.611

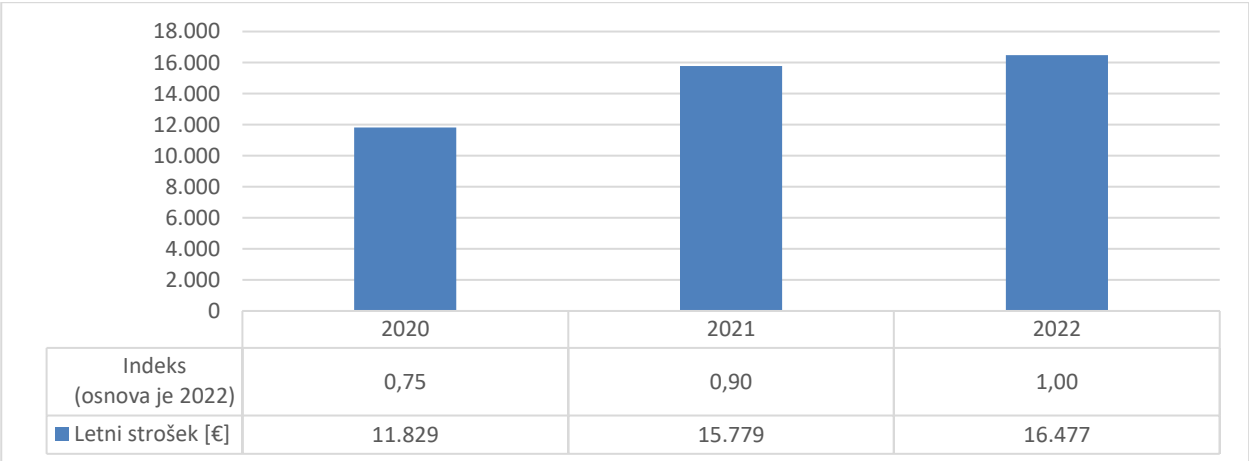
Grafikon 4: Letna raba električne energije v obravnavanem obdobju



Grafikon 5: Mesečna raba električne energije v obravnavanem obdobju

Iz mesečne rabe električne energije za zadnja tri koledarska leta, ki je prikazana na grafikonu 5, je razviden vzorec rabe tekom leta. Raba električne energije je tekom leta najvišja v zimskih, pomladanskih in jesenskih mesecih, ko se odvija tudi izobraževani proces, najnižja pa je v juniju, juliju in avgustu, ko so počitnice. Na osnovi mesečnih podatkov je opazna tudi nižja raba v drugi polovici leta 2020 in prvi polovici leta 2021, ko se je izobraževanje delno odvijalo na daljavo.

Iz naslednjega grafikona, ki primerjalno prikazuje letne stroške električne energije v obravnavanem obdobju (z upoštevanim DDV), je opazen trend višanja letnih stroškov. Letni stroški so bili v obravnavanem obdobju soodvisni predvsem od rabe električne energije.



	2020	2021	2022
Indeks (osnova je 2022)	0,75	0,90	1,00
Letni strošek [€]	11.829	15.779	16.477

Grafikon 6: Letni stroški električne energije v obravnavanem obdobju

Grafikon 7 prikazuje letne specifične cene električne energije (z upoštevanim DDV) v obravnavanem referenčnem obdobju, kjer je opazna dokaj konstantna specifična cena tekom celotnega obdobja. V prikazanem obdobju cena električne energije nit ne kaže na odvisnost od cene energije na trgu, ampak je precej konstantna zaradi sklenjene pogodbe z dobaviteljem.

V letu 2022 se je specifična cena električne energije celo znižala, in sicer na podlagi prejetih faktur v primerjavi z letom 2021 povprečno za 7 %, v primerjavi z letom 2020 pa se je povišala za 4 %. Znižanju specifične cene električne energije v letu 2022 botruje predvsem znižanje davčne stopnje (prikazano od septembra do decembra 2022). Višja cena v letu 2021 je posledica energetske krize in dvigovanja cen energentov zaradi vojne v Ukrajini. Na nižjo specifično ceno v letu 2020 pa je vplivala tudi vladna uredba o oprostitvi plačila stroška distribucije električne energije v mesecih marec, april in maj.



	2020	2021	2022
Indeks (osnova je 2022)	0,96	1,07	1,00
Specifična cena [€/MWh]	132,05	146,48	137,27

Grafikon 7: Specifična cena električne energije v obravnavanem obdobju

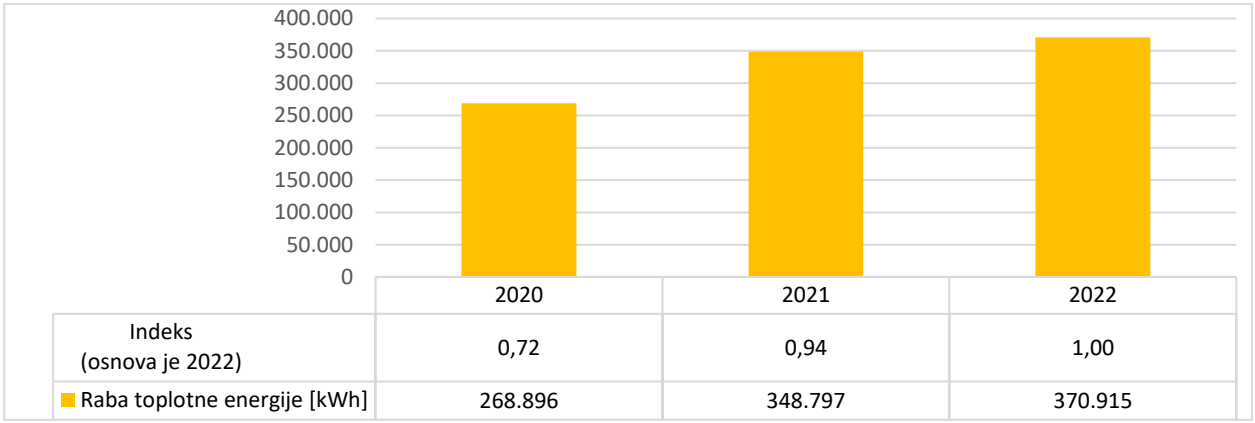
4.3.2 Cena električne energije

Šolski center Celje ima o dobavi električne energije sklenjeno individualno pogodbo št. 889434/2021/3-AJR z dobaviteljem električne energije podjetjem Elektro Celje Energija (ECE), d.o.o., Vrunčeva 2a, 3000 Celje. Električna energija se za merilno mesto meri po dvotarifnem sistemu in obračunava po neakontacijskem načinu. Pogodba o dostopu do distribucijskega električnega omrežja je sklenjena s podjetjem Elektro Celje, d.d., Vrunčeva 2a, 3000 Celje (sistemski operater). Dostop do distribucijskega omrežja in omrežnina glavnega merilnega mesta se obračunava na nizki napetosti z merjenjem moči. Strošek za električno energijo je sestavljen iz več postavk, ki se delno obračunavajo glede na porabljeno količino energije, delno pa pavšalno glede na priključno moč. Nihanje cene električne energije z DDV v obravnavanem obdobju zadnjih treh koledarskih let je odvisno od pogodbeno dogovorjene cene dobave. V obdobju od januarja 2020 do marca 2021 je pogodbena cena z DDV za nižjo tarifo znašala 0,051 €/kWh, za višjo tarifo pa 0,080 €/kWh. Od aprila dalje se je cena z DDV povišala, in sicer je za nižjo tarifo znašala 0,058 €/kWh, za višjo tarifo pa 0,084 €/kWh. Po poteku pogodbe bo pričakovano električna energija precej dražja, a zaradi nestanovitnih razmer na trgu točnejšega podatka ni mogoče predpostaviti.

4.4 Toplotna energija

V stavbi se toplotna energija uporablja za zagotavljanje ugodnih bivalnih pogojev v času kurilne sezone ter za pripravo tople sanitarne vode. Toplotno energijo stavba prejema iz skupne kotlovnice, ki se nahaja v sosednji stavbi. Raba toplotne energije se obračunava na podlagi dogovorjenega ključa in ne odraža dejanske rabe v obravnavani stavbi (toplotna energija ni merjena). Iz analize energijskih števil se lahko sklepa, da obračunana raba toplotne energije ne odraža dejanskih potreb stavbe po toplotni energiji za ogrevanje, saj imajo primerljive stavbe z enako namembnostjo in primerljivim gradbenim stanjem neprimerljivo večjo rabo toplotne energije za ogrevanje.

V nadaljevanju je prikazana analiza rabe toplotne energije na dejansko obračunano stanje. Iz naslednjega grafikona, ki prikazuje letno rabo toplotne energije je tako razvidno, da je bila raba leta 2022 v primerjavi z letom 2021 višja za 6 %, v primerjavi z letom 2020 pa kar za 28 %.

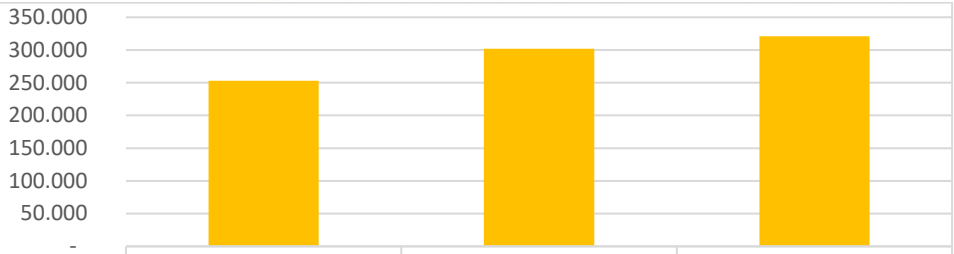


	2020	2021	2022
Indeks (osnova je 2022)	0,72	0,94	1,00
Raba toplotne energije [kWh]	268.896	348.797	370.915

Grafikon 8: Letna raba toplotne energije v obravnavanem obdobju

Letna raba toplotne energije za ogrevanje stavbe je soodvisna od letnega temperaturnega primanjkljaja. Raba energije je bila na podlagi izkustev in informacij upravljalcev energetskih sistemov razdeljena na porabo za pripravo tople sanitarne vode in porabo za ogrevanje. Za pripravo tople sanitarne vode, ki se pretežno porablja v sanitarijah in tuših se ocenjuje poraba 59.083 kWh, kar predstavlja 15,9 % celotne letne rabe toplotne energije v letu 2022, ko je bila zaradi normalnega delovanja ta najbolj realna glede na obravnavano referenčno obdobje. Preostanek toplotne energije je bil na letnem nivoju normiran glede na letni temperaturni primanjkljaj, in sicer upoštevajoč projektni temperaturni primanjkljaj za lokacijo Celja, ki znaša 3.300 dan K.

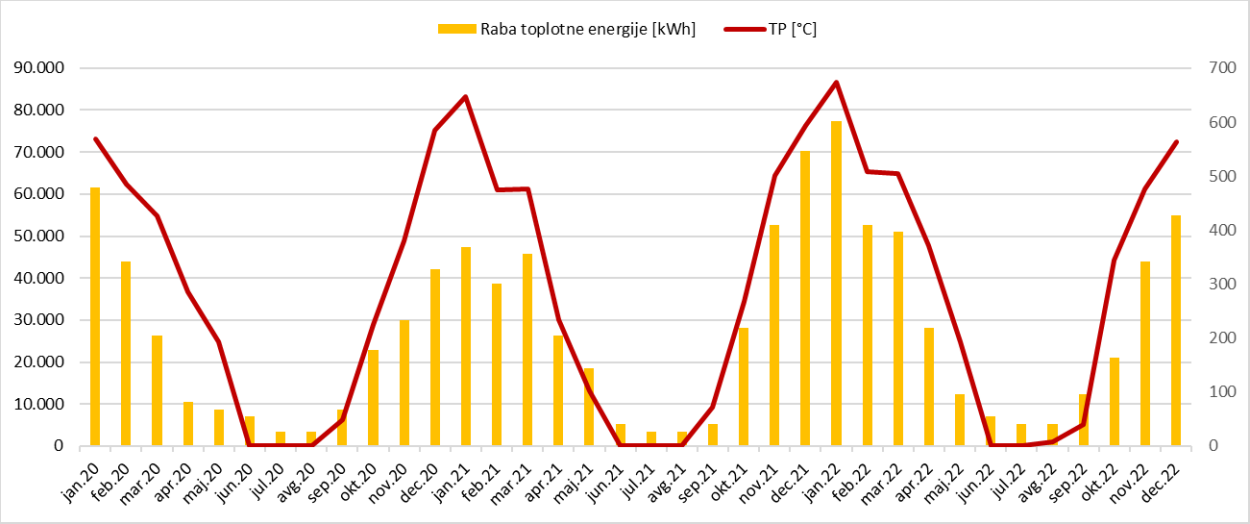
Naslednji grafikon prikazuje normirane vrednosti rabe toplotne energije na letni temperaturni primanjkljaj-vezano na obračunane letne vrednosti. Pri normirani rabi je tako korigiran vpliv vremena in temperatur, zato je izkazana raba odvisna predvsem od obnašanja uporabnikov. Iz grafikona je razvidno, da je bila raba toplotne energije za ogrevanje v letu 2022 v primerjavi z letom 2021 višja za 6 %, v primerjavi z letom 2020 pa višja za 21 %. Referenčna povprečna raba toplotne energije za ogrevanje, ki je bila osnova za izračun prihrankov pa na osnovi računskega modela znaša 603.132 kWh.



	2020	2021	2022
Indeks (osnova je 2022)	0,79	0,94	1,00
Normirana raba toplotne energije za ogrevanje [kWh]	252.972	301.691	320.775

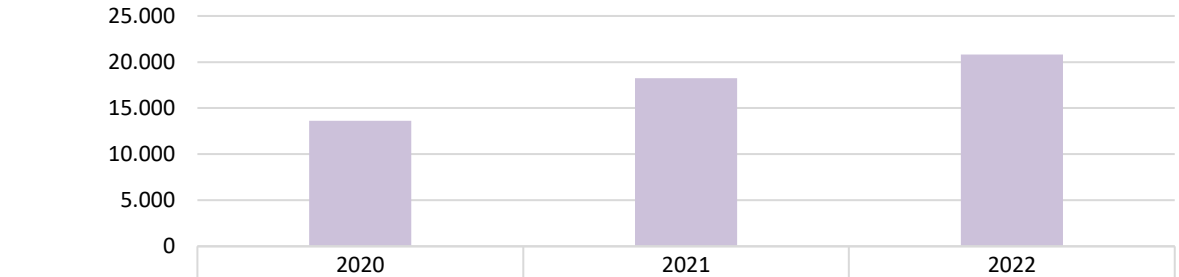
Grafikon 9: Letna normirana raba toplotne energije v obravnavanem obdobju

Naslednji grafikon prikazuje mesečno rabo toplotne energije v obravnavanem referenčnem obdobju. Prikazano je tudi nihanje mesečnega temperaturnega primanjkljaja. Razvidno je, da je raba toplotne energije povsem odvisna od nihanja temperaturnega primanjkljaja. Razvidno je tudi, da je raba toplotne energije najvišja v najhladnejših mesecih leta, izven ogrevalne sezone v času počitnic pa je raba toplotne energije zelo majhna (zgolj za pripravo tople sanitarne vode potrebne za generalno čiščenje stavbe).



Grafikon 10: Mesečna raba toplotne energije v obravnavanem obdobju

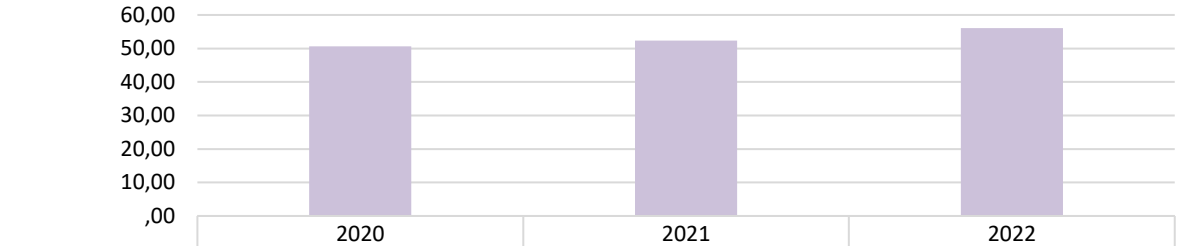
Iz naslednjega grafikona, ki primerjalno prikazuje letne stroške toplotne energije v obravnavanem obdobju, je opazen trend rasti letnega stroška toplotne energije, in sicer je bil ta v letu 2022 v primerjavi z letom 2021 višji za 11 %, v primerjavi z letom 2020 pa višji kar za 35 %. Letni stroški so odvisni predvsem od rabe toplotne energije, vpliva pa na stroške tudi dražitev dobave toplotne energije zaradi razmer na trgu.



	2020	2021	2022
Indeks (osnova je 2022)	0,65	0,88	1,00
Letni strošek [€]	13.617	18.247	20.810

Grafikon 11: Letni stroški toplotne energije za v obravnavanem obdobju

Naslednji grafikon prikazuje letne specifične cene toplotne energije v obravnavanem obdobju, kjer je razvidno, da se je specifična cena toplotne energije z vključenim DDV v letu 2022 v primerjavi z letom 2021 povišala za 7 %, v primerjavi z letom 2020 pa je specifična cena višja za 10 %. Cena dobave zemeljskega plina se je zaradi energetske krize, vojne v Ukrajini ter vsesplošne draginje v letu 2022 sicer precej povišala, a specifična cena toplotne energije z vključenim DDV, je zaradi vladne uredbe o znižanju davčne stopnje (september-december 2022) in izjemno ugodne dobavne pogodbene vrednosti še vedno izjemno ugodna. Šolskemu centru Celje zemeljski plin sicer dobavlja podjetje Energetika Ljubljana d.o.o., Verovškova ulica 62, 1001 Ljubljana, in sicer v sklopu skupnega javnega naročila za dobavo zemeljskega plina Zvezi srednjih šol in dijaških domov. Garantirana cena je zaradi skupne dobave izjemno ugodna.



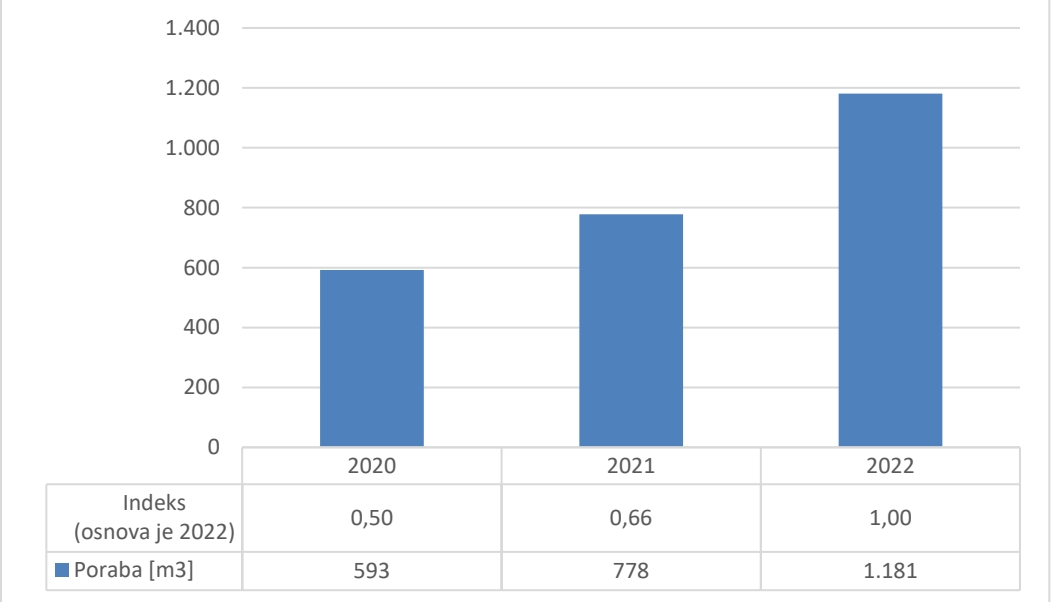
	2020	2021	2022
Indeks (osnova je 2022)	0,90	0,93	1,00
Specifična cena [€/MWh]	50,64	52,31	56,11

Grafikon 12: Specifična cena toplotne energije v obravnavanem obdobju

4.5 Sanitarna voda

Stavba je priključena na javno vodovodno omrežje ter na javni kanalizacijski sistem. Dobavitelj sanitarne vode ter upravljalec obeh sistemov je Vodovod – Kanalizacija, javno podjetje, d.o.o., Lava 2a, 3000 Celje. Stavba se oskrbuje s hladno pitno vodo iz javnega vodovodnega omrežja. Hladno vodo prejema preko odjemnega mesta s šifro 11221. Priključek je velikosti DN 80. Poraba vode se spremlja z obtočnim vodomerom. Voda iz vodovodnega omrežja se pretežno uporablja v sanitarijah in garderobah pri telovadnici (tuširanje), in sicer pretežno v kombinaciji s toplo vodo.

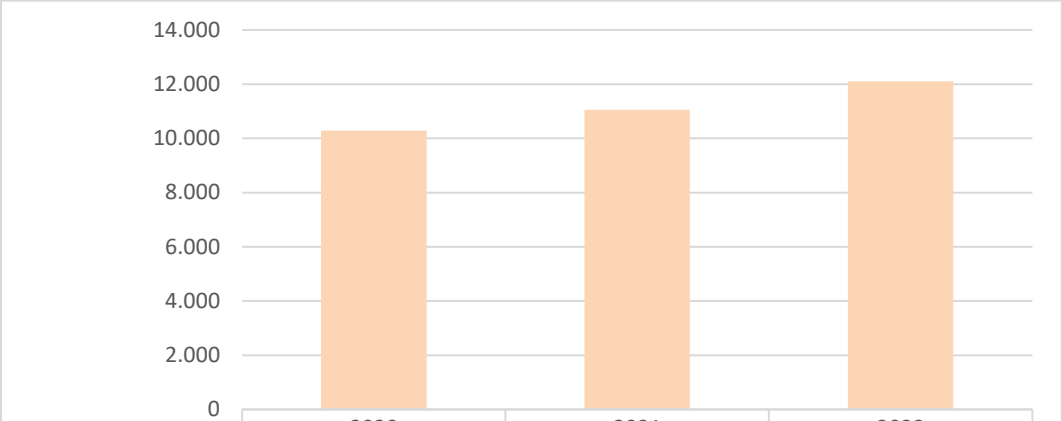
Naslednji grafikon prikazuje letno količino porabe vode. Viden je trend precejšnjega povečanja porabe, in sicer predvsem v letu 2022, kar je posledica normalne uporabe stavbe (brez omejitev delovanja zaradi raznih vladnih uredb). Raba sanitarne vode je bila v letu 2022 v primerjavi z letom 2021 višja za 34 %, v primerjavi z letom 2020 pa višja za 50 %. Nižja poraba v letih 2020 in 2021 je predvsem posledica manjšega obsega izvajanja dejavnosti zaradi epidemije.



Grafikon 13: Letna poraba vode v obravnavanem obdobju

Naslednji grafikon primerjalno prikazuje letne stroške vode v obravnavanem obdobju. Viden je trend višanja skupnega stroška za vodo in kanalščine, in sicer soodvisno od letne porabe vode iz vodovodnega omrežja. Pri podrobnejši analizi stroškov je ugotovljeno, da znašajo fiksni stroški kar med 70 in 80 % končnega stroška, variabilni del znaša le med 10 in 20 %, ostalo so razne dajatve.

V sklopu postavk vezanih na kanalščino je tudi postavka za odvajanje padavinskih voda, ki pa bistveno ne vpliva na specifično ceno (konstantna višina stroška).

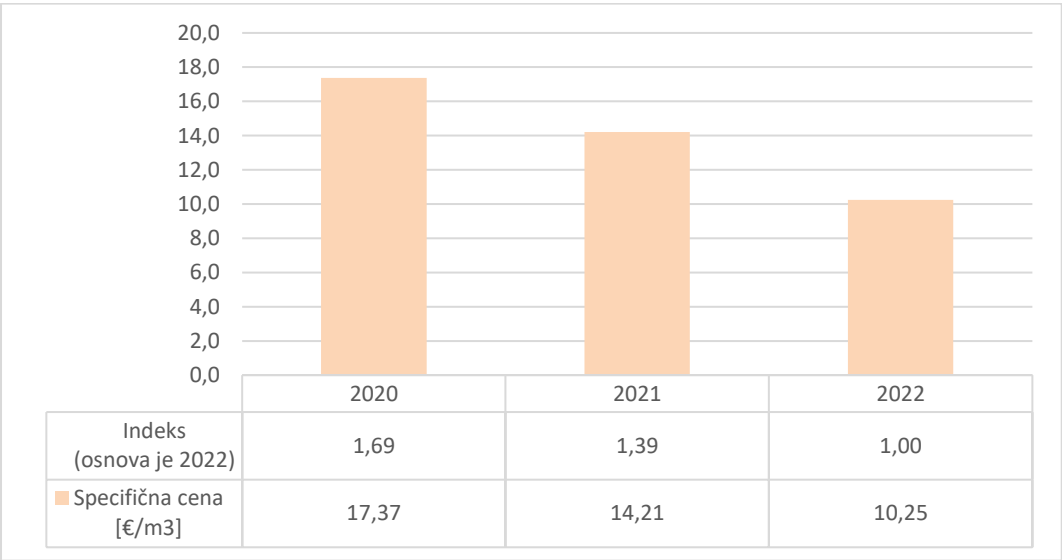


	2020	2021	2022
Indeks (osnova je 2022)	0,85	0,91	1,00
Letni strošek [€]	10.291	11.058	12.101

Grafikon 14: Letni stroški vode v obravnavanem obdobju

Na naslednjem grafikonu je primerjalno prikazana letna specifična cena vode v obravnavanem obdobju. Specifična cena vode je sestavljena iz fiksnega in variabilnega dela ter postavk vezanih na odvod odplak in padavinskih voda.

V letu 2022 je specifična cena sanitarne vode vključno z DDV znašala 10,25 €, kar je v primerjavi z letom 2021 kar za 39 % manj, v primerjavi z letom 2020 pa za 69 % manj. Tako izrazito odstopanje med leti je predvsem posledica količine porabe vode, saj na specifično ceno vode ta precej vpliva, in sicer ima pri višji rabi fiksni del stroškov manjši vpliv k specifični ceni na enoto in obratno. Kot že zapisano je ugotovljeno, da znašajo fiksni stroški kar med 70 in 80 % končnega stroška, variabilni del znaša le med 10 in 20 %, ostalo so razne dajatve. Na visok fiksni del stroška vpliva predvsem velikost priključka in sicer je ta DN80. Predlaga se, da se preveri možnost znižanja velikostnega razreda priključka.



	2020	2021	2022
Indeks (osnova je 2022)	1,69	1,39	1,00
Specifična cena [€/m3]	17,37	14,21	10,25

Grafikon 15: Specifična cena vode v obravnavanem obdobju

4.6 Zanesljivost oskrbe stavbe z energetskimi viri in sanitarno vodo

Stavba se nahaja v urbanem okolju, zato ne prihaja do večjih izpadov dobave energije in vode. Električna energija se dobavlja iz javnega distribucijskega omrežja preko najbližje transformatorske postaje. Do prekinitve dobave električne energije lahko pride v primeru izpada javnega omrežja, kar pa lahko traja največ par ur. Oskrba s hladno vodo je zanesljiva. Prekinitev oskrbe se pojavi le ob morebitnih manjših popravilih omrežja. Tudi oskrba z zemeljskim plinom iz mestnega plinovoda je zanesljiva.

Za zanesljivost neprekinjene dobave in distribucije posameznih energentov in vode skrbijo:

- sanitarna voda:
  Vodovod – Kanalizacija, javno podjetje, d.o.o., Lava 2a, 3000 Celje (dobavitelj in distributer),
- električna energija:
  Elektro Celje Energija (ECE), d.o.o., Vrunčeva 2a, 3000 Celje (dobavitelj),
  Elektro Celje d. d., Vrunčeva 2a, 3000 Celje (distributer),
- zemeljski plin (za sosednjo stavbo, kjer je kotlovnica):
  Energetika Ljubljana d.o.o., Verovškova ulica 62, 1001 Ljubljana (dobavitelj),
  Energetika Celje d.o.o., Smrekarjeva 1, 3000 Celje (distributer).

4.7 Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme

Zanesljivost oskrbe zaradi dotrajanosti opreme ni ogrožena, saj je oprema dobro vzdrževana in funkcionalna.

4.7.1 Toplotna energija

Stavba prejema toplotno energijo iz sosednje stavbe, kjer je nameščen skupni kotel na zemeljski plin, ki se do kotlovnice distribuira iz mestnega plinovoda. Postrojenje je dobro vzdrževano in je v funkcionalnem stanju, tako da trenutno ne prihaja do izpadov oskrbe s toplotno energijo.

4.7.2 Električna energija

Stavba je priključena na najbližjo transformatorsko postajo. Vsi razdelilniki in podrazdelilniki ter komponente v razdelilnikih so dobro vzdrževane, zato do izpadov dobave električne energije trenutno ne prihaja. Tudi delovanje razsvetljave je zanesljivo.

5 ENERGETSKI SISTEMI

5.1 Sistemi zagotavljanja ugodja v stavbi

Toplotna energija za ogrevanje stavbe in za pripravo tople sanitarne vode se pripravlja v sosedni stavbi dijaškega doma, in sicer skupno za stavbo enote na Ljubljanski in dijaški dom. Raba energije se deli po dogovorjenem ključu, in sicer v razmerju 74 % dijaški dom in 26 % srednja šola.

Toplotna energija v sosednji stavbi se pripravlja z dvema kotloma na zemeljski plin. Starejši kotel je proizvajalca EMO Celje, tip SVN 500 (leto izdelave 1991, moč 580 kW) trenutno služi kot rezerva. Leta 2015 je bila kotlovnica prenovljena, takrat je bil dograjen kondenzacijski plinski kotel proizvajalca Buderus, tip SB745-1000 (leto izdelave 2015, moč 928 kW). Glede na podatke iz sheme kotlovnice je ogrevalni režim 85/65. Pisarniški prostori in prostori namenjeni teoretični izobraževalni dejavnosti se med tednom temperirajo na 21 °C. Delavnice za izvajanje praktičnega pouka in telovadnica se temperirajo na nižjo temperaturo, in sicer na 20 °C. Čez vikend (sobota in nedelja) se temperatura zniža. Kotlovnica se nahaja v pritličju najstarejšega dela stavb.

Ogrevalni sistem v kotlovnici sosednje stavbe je razdeljen na šest internih vej ter na vejo za ogrevanje in pripravo tople sanitarne vode v sredni šoli. V kotlovnici srednje šole pa je ogrevalni razvod deljen na dve veji za ogrevanje stavbe, in sicer učilnice in telovadnico ter delavnice in na dodatno vejo za pripravo tople sanitarne vode.

Obtočne črpalke na ogrevalnih vejah v kotlovnici sosednje stavbe so energetsko učinkovite s frekvenčnim vodenjem, v kotlovnici srednje šole pa so nameščene obtočne črpalke proizvajalca IMP pumps in imajo le regulacijo hitrosti 700 – 2.800 min^{-1}. Razvod ogrevalnega sistema v nekondicioniranih prostorih je večinoma ustrezno toplotno zaščiten z mineralno volno in pločevinastim oklepom, nezaščitenih je le nekak prirobnic, in menjanih ventilov. Topla voda se do grelnih teles distribuira po dvocevnem sistemu.



Slika 10: Razvod v kotlovnici stavbe



Slika 11: Razvod v kotlovnici sosednje stavbe

Okoli polovica od skupno 195 grelnih teles je novejših panelne izvedbe, ostali del grelnih teles (96 kosov) pa je starejših, delno členaste, delno pa panelne izvedbe. Pretežni del grelnih teles ima nameščene klasične ventile brez možnosti regulacije temperature v prostoru. Termostatske ventile s termostatskimi glavami ima nameščena približo četrtina grelnih teles, a so ti povečini starejši in le delno funkcionalni. Del termostatskih glav je fizično poškodovan. Termostatske glave večinoma nimajo blokade nastavitve najvišje temperature. Hišniki pretok na grelnih telesih delno pripirajo na spodnjih ventilih.

V stavbi je nameščenih nekaj ločenih sistemov za hlajenje. Nameščenih je sedem klimatskih naprav split izvedbe z zunanjo in eno notranjo enoto. Zaradi majhnega števila obratovalnih ur in nizkih priključnih moči (hlajenje le v prehodnem obdobju; v času poletnih konic so počitnice), delovanje klimatskih naprav na letno rabo električne energije nima bistvenega vpliva. V specializiranih delavnica za izvajanje praktičnega pouka, kjer se izvaja specifična obdelava materialov in kjer poteka delo s hlapljivimi substancami ter v sanitarijah so nameščeni manjši lokalni prezračevalni sistemi, in sicer imajo zgolj funkcijo odvoda zraka. Prezračevalni sistemi so v uporabi zgolj občasno, ko je zaradi procesa dela to potrebno. V sanitarijah se mehanski odvod zraka preko mehanskega časovnika vklaplja ciklično v krajših intervalih, in sicer le dopoldne. Zaradi majhnega števila obratovalnih ur, delovanje prezračevalnih sistemov na rabo električne in toplotne energije nima bistvenega vpliva.



Slika 12: Panelno grelno telo



Slika 13: Klimatska naprava



Slika 14: Mehanski odvod zraka v sanitarijah



Slika 15: Časovnik za vklop prezračevanja

5.2 Sistem oskrbe s hladno in toplo sanitarno vodo

Stavba se oskrbuje s hladno pitno vodo iz javnega vodovodnega omrežja. Hladno vodo prejema preko odjemnega mesta s šifro 11221. Priključek je velikosti DN 80. Poraba vode se spremlja z obtočnim vodomerom. Voda iz vodovodnega omrežja se pretežno uporablja v sanitarijah in garderobah pri telovadnici (tuširanje), in sicer pretežno v kombinaciji s toplo vodo.

Topla sanitarna voda se za tuše pri telovadnicah ter del učilnic in sanitarije pripravlja centralno z grelnikom volumna 800 l, ki je nameščen v kotlovnici stavbe in priključen na ogrevalni sistem sosednje stavbe, kjer je kotel na zemeljski plin. V ostalih delih stavbe, kjer je raba tople sanitarne vode manjša in centralna priprava zaradi dolgih cevovodov ni smiselna, pa se pripravlja lokalno z manjšimi električnimi grelniki vode. Skupno so nameščeni trije električni grelniki vode volumna do 80 l.

5.3 Elektroenergetski sistemi

Stavba se napaja z električno energijo iz bližnje transformatorske postaje. Napajalna napetost sistema je 400/230 V. Za spremljanje rabe električne energije ima stavba eno merilno mesto s številko 2-2391 in številko števca 51218727. Merjenje porabe in obračun električne energije se vrši z dvotarifnim števcem. Napajanje se izvaja na nizki napetosti z merjenjem moči. Stavba ima vrsto odjema T < 2.500 ur.

Nizkonapetostne instalacije so izvedene v skladu z veljavno zakonodajo, tehničnimi smernicami in standardi. Iz glavnega NN razdelilnika je razvod električne energije razdeljen na več stikalnih blokov, ki so vsi ustrezno izvedeni in označeni. Razvodi so izvedeni z ustreznimi materiali. Vsi električni porabniki in inštalacije so zaščiteni s primernimi varovalnimi elementi. Izvedena je tudi zaščita pred posrednim ali neposrednim dotikom izpostavljenih prevodnih delov inštalacij. Glavne instalacije so deloma izvedene podometno z ustreznimi vodniki, delno pa so vodniki nameščeni v inštalacijske cevi, delno pa so inštalacije nadometno razpeljane tudi po PVC kanalih.

Poleg razvoda električne energije so v stavbi tudi razvod varnostne razsvetljave, strelovodi stavb in delno tudi inštalacije tehničnega varovanja. Svetilke za varnostno razsvetljavo so opremljene z modulom za večurno avtonomijo.



Slika 16: Elektro razdelilnik

5.4 Razsvetljava

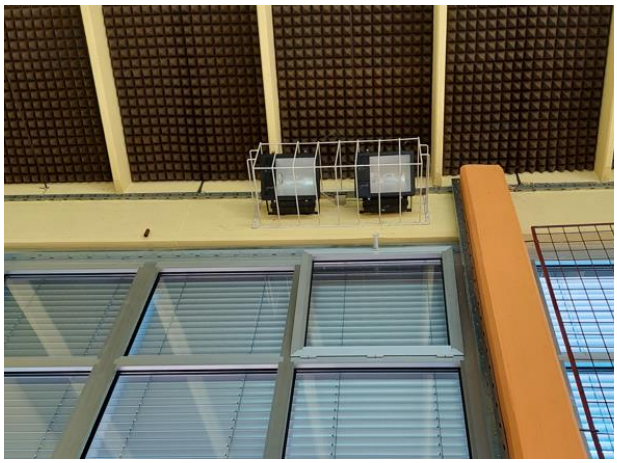
Inštalacija za razsvetljavo je izvedena z vodniki NYY, NYY-J, NYM in NYM-J. Za komunikacijo med posameznimi stikalnimi bloki so uporabljeni pretežno kabli Y-JZ različnih presekov. Izvedena je tudi izenačitev potenciala.

V kabinetih in prostorih za izobraževalno dejavnost je razsvetljava izvedena pretežno z energetsko neučinkovitimi svetilkami s fluorescentnimi sijalkami ter delno matiranim, delno pa zrcalnim rastrom, ostali del razsvetljave je izveden z led svetili. Glede na številnost razsvetljave znaša delež energetsko neučinkovite razsvetljave 52 %, energetsko učinkovitih pa je 48 % svetil.

V stavbi je skupno nameščenih 560 svetilk. V učilnicah in delavnicah, pa tudi po kabinetih so pretežno svetilke z dvema ali tremi fluorescentnimi sijalkami z močjo 36 W ali z močjo 58 W. V telovadnici je nameščenih šestnajst reflektorjev z metal halogeno sijalko moči 400 W.

Luči so večinoma pozicionirane direktno na stropu, zato je za zagotavljanje zadovoljive osvetlitve delovnih površin potrebna večja moč razsvetljave. V pomožnih prostorih, kjer se razsvetljava uporablja občasno, so nameščene tudi svetilke delno z žarnicami na žarilno nitko in delno svetilke s kompaktnimi sijalkami.

Raba električne energije za razsvetljavo ni merjena ločeno, zato je njena raba ocenjena, in sicer na podlagi pridobljenih podatkov in izkustev pri podobnih stavbah. Na podlagi namembnosti uporabne stavbe in po podatkih upravljalcev je razsvetljava letno v uporabi 1.450 ur, kar je bilo upoštevano tudi v analizi prihrankov. Po oceni na podlagi popisov predstavlja raba električne energije za razsvetljavo 51 % celotne referenčne rabe električne energije.



Slika 17: Metal halogen reflektor



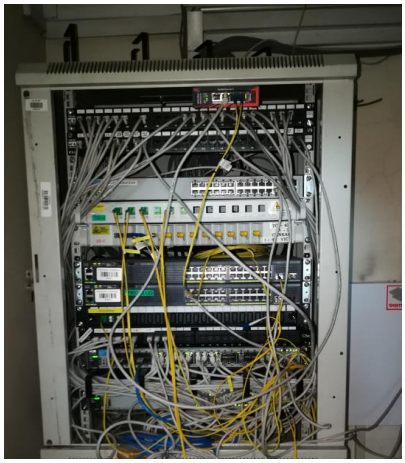
Slika 18: Svetilka s fluorescentnimi sijalkami

5.5 Električni porabniki

Napajanje električnih naprav je izvedeno iz podrazdelilnikov, ki se napajajo iz glavnih stikalnih blokov. Razdelilniki so delno nameščeni v podometni izvedbi, delno, predvsem v delu, kjer so delavnice pa tudi nadometno. Pretežni del električne energije se v stavbi porabi za delovanje razsvetljave (ocenjeno na cca. 50 % delež referenčne rabe).

V stavbi so tudi številni drugi porabniki električne energije, in sicer naprave za zagotavljanje bivalnega ugodja, pisarniške naprave, serverska postaja in naprave, ki se uporabljajo pri teoretičnem in praktičnem izobraževalnem procesu. Med naprave za zagotavljanje bivalnega ugodja sodijo klimatske naprave, električne komponente v toplotni podpostaji (obtočne črpalke, regulatorji…) in ventilatorji za mehanski odvod zraka. Med večje porabnike električne energije zagotovo sodi serverska postaja. Pri delovanju serverja se del energije, sicer neželeno, pretvarja v toplotno energijo. Da se prostor ne pregreva je nameščena lokalna klimatska naprava.

Večji porabniki električne energije so navedeni v preglednicah v nadaljevanju, delno so prikazani tudi na fotografijah. Ob ogledu stavbe in pri analizi podatkov je bilo ugotovljeno, da zaposleni naprave uporabljajo po potrebi glede na obseg izobraževanja oziroma na obseg dela.



Slika 19: Serverska postaja



Slika 20: Pralni in sušilni stroj



Slika 21: Učna oprema v delavnici



Slika 22: Likalna postaja

Med pisarniško opremo sodijo osebni računalniki, fotokopirni stroji in stacionarni telefoni. Med električne naprave, ki se uporabljajo pri teoretičnem delu izobraževalne dejavnosti sodijo projektorji, tablice, interaktivne stenske table in računalniki.

Preglednica 13: IKT naprave

Naziv naprave	Število naprav
Stacionarni računalniki	72
Monitorji	98
Prenosni računalniki	74
Tablice	13
Projektorji	40

Med večje porabnike električne energije sodijo še naprave z izvajanje praktičnega dela pouka, in sicer za izobraževanje šivilj (likalne mize, paromati, šivalni stroji…) in mehanikov (avtodvigalo, več ročnih kosov orodja, kompresor…). Večji del izobraževalnih naprav je starejših od deset let, a kljub temu dobro in zanesljivo delujejo. Raba električne energije za delovanje električnih naprav za izvajanje praktičnega dela izobraževalne dejavnosti je ocenjen na 20 % delež referenčne letne rabe električne energije.

Preglednica 14: Električne naprave za praktični pouk

Naziv stroja	Proizvajalec	Moč (W)
Likalna miza (dva kosa)	Battistella Nettuno	1.220
Rokavnik (štirje kosi)	Battistella	150
Kotliček za paro (dva kosa)	Comel	2.000
Likalna miza (dva kosa)	Primula ECO	1.100
Industrijski šivalni stroj (30 kosov)	Texi tronic	550
Specialni šivalni stroj (14 kosov)	različno	350 - 800
Pralni in sušilni stroj (6 kosov)	različno	800 -1.200
Ročni kotni brusilnik	Makita	1.200
Centrirna naprava	Hunter Elite	800
Montirna naprava za pnevmatike	Hunter Elite	1.300
Avtodvigalo I	Lincos	2.200
Avtodvigalo II	Hunter Elite	2.600
Kompresor	ABAC	3.500

6 OVOJ STAVBE

Dobro toplotno zaščiten ovoj stavbe je pogoj za zagotovitev prihrankov energije za ogrevanje v ogrevalnem obdobju in tudi morebitnih prihrankov energije za hlajenje v poletnem obdobju. Posledično so manjše tudi emisije CO_2, ki nastajajo pri rabi energentov. Slabo toplotno zaščiten ovoj stavbe je tudi razlog za nastanek plesni, saj se na mestih, ki so podhlajena kondenzirajo vodni hlapi iz zraka, kar lahko v skrajnem primeru povzroči tudi mehanske poškodbe ovoja stavbe.

6.1 Konstrukcijski elementi

6.1.1 Zunanje stene

Zunanje stene najstarejšega dela stavbe so v celoti zgrajene iz polne opeke. Debelina stene znaša od 44 cm do 80 cm, in sicer pada z vsako višjo etažo. Prizidek na južnem delu stavbe je zgrajen s kombinacijo armiranobetonskih stebrov, med katerimi so parapeti zidani z betonskimi zidaki. Debelina stene vključno z ometom znaša 33 cm. Na delu sten prizidka, kjer ni okenski odprtin je izvedena kontaktna fasada, in sicer s slojem ekspandiranega polistirena debeline 5 cm in akrilnim zaključnim slojem. Po enakem principu skeleta je grajena tudi telovadnica (stene so brez toplotne zaščite). Del stavbe, kjer so delavnice, je pretežno grajen iz kombinacije armiranobetonskih nosilnih elementov in zidakov iz plinobetona. Pretežni del sten ima nameščen sloj ekspandiranega polistirena debeline 5 cm, preko pa je nameščen akrilni zaključni sloj. Stene niso ustrezno toplotno zaščitene.



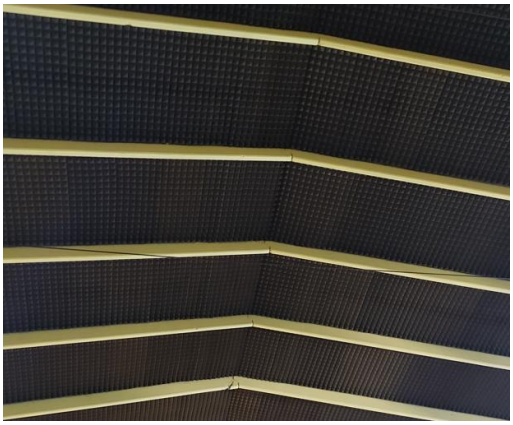

Slika 23: Zunanje stene stavb

6.1.2 Tla

Tla stavbe so izvedena v nivoju terena. Temeljena je na pasovnih temeljih, delno pa na točkovnih temeljih. Tlaki so pretežno izvedeni z estrihi oziroma betoni. Tla so finalno obdelana z linolejem, delno pa je položena keramika. Tla v stavbi so delno toplotno zaščitena proti terenu.

6.1.3 Streha in stropi

Strehe so izvedene kot dvokapnice. Starejši deli stavbe so pretežno pokriti z novejšo opečno kritino, telovadnica in delavnica sta pokriti s pločevino. Pretežni del ostrešij je izveden z lesenimi nosilnimi elementi, strešina je podeskana, le v telovadnici je streha izvedena z armiranobetonskimi nosilci in prekrita z betonskimi prefabrikati. Podstrešja so pretežno neizkoriščena. Stropi proti nepohodnim podstrešjem so toplotno zaščiteni z mineralno volno, strop proti pohodnemu delu podstrešja ni toplotno zaščiten. Z ustrezno debelino toplotne zaščite je izveden le strop mansarde, kjer se nahaja fitnes.

Slika 24: Izvedba streh

6.1.4 Stavbno pohištvo

Vhodna vrata v vse dele stavbe so energetsko neučinkovita. Glavna vhodna vrata imajo aluminijast okvir in dvoslojno zasteklitev s plinskim polnilom, stranska vrata so pločevinasta in polne izvedbe. Vrata v delavnicah so dvižne izvedbe z elektromotornim pogonom. Okna imajo pretežno PVC okvirje in dvoslojno zasteklitev, manjši del oken ima aluminijaste okvirje in dvoslojno zasteklitev s plinskim polnilom, del oken pa ima lesene okvirje. Okna v učilnicah, zbornici in knjižnici imajo zunanja senčila. Vsa okna so opremljena z notranjimi in zunanjimi okenskimi policami. Pretežni del oken v telovadnici in del oken v delavnicah je kopelit izvedbe. Pretežni del stavbnega pohištva je star in energetsko neučinkovit. V mansardnem delu stavbe, kjer se nahaja fitnes so vgrajena lesena strešna okna z dvoslojno zasteklitvijo in plinskim polnilom.




Slika 25: Stavbno pohištvo

6.2 Termografski pregled stavbe

Velik del obratovalnih stroškov stavbe predstavljajo stroški za energijo, s katero se zagotavljajo primerni bivalni in delovni pogoji v stavbi. Pretežni del rabe energije je običajno namenjen ogrevanju stavbe, vedno višji strošek pa predstavlja tudi hlajenje stavbe. Strošek ogrevanja in hlajenja je lahko visok zaradi visokih toplotnih izgub skozi ovoj stavbe. Mesta kjer so toplotne izgube oziroma v primeru hlajenja toplotni dobitki največji se imenujejo toplotni mostovi, pojavljanje teh pa se lahko preveri s termografskim pregledom stavbe. S termografijo se izvede brezkontaktne meritve temperature in prikaz porazdelitve toplote po površini elementa, naprave ali stavbe. Omogoča zelo natančne brezkontaktne meritve temperature z velikih razdalj in porazdelitev toplote na merjencu.

V gradbeništvu se termografija uporablja za ugotavljanje dejanskega stanja in za odkrivanje napak ter ocenjevanje termičnega stanja vgrajenega elementa ali celotne stavbe. Skratka v gradbeništvu termografija služi predvsem za:

- odkrivanje toplotnih mostov;
- odkrivanje napak pri gradnji;
- kontrolo toplotnih izgub;
- odkrivanje netesnosti vgrajenih oken in vrat;
- odkrivanje vlage v stenah in drugih delih stavbe;
- odkrivanje vzrokov in izvorov zamakanja;
- odkrivanje napak hidroizolacije in toplotne zaščite streh;
- odkrivanje napak podometnih instalacij toplovodnih sistemov in talnega ogrevanja.

Odkrite in sanirane napake v gradbeništvu omogočajo prihranke energije tudi do 40 %. Omogoča pa termografija tudi identifikacijo napak v proizvodnih procesih in na strojnih ter elektro inštalacijah. Vsaka napaka na električnem tokokrogu, pa naj gre za visoko ali za nizko napetost, se odraža kot mesto s povišano temperaturo zaradi povečane upornosti na mestu nastanka napake. Zaradi povišane temperature termografska kamera omogoča odkrivanje mest nastanka napak še preden te povzročijo večjo škodo. Ob ne ukrepanju lahko napake na elektroinštalacijah povzročijo drage okvare, izpad proizvodnje ali v skrajnem primeru celo požara. S termografskimi pregledi se ocenjuje tudi stanje proizvodnih naprav. Vsako pregrevanje na mestih, kjer to ni običajno je napoved za bodočo okvaro.

V gradbeništvu se termografija uporablja za ugotavljanje dejanskega stanja in za odkrivanje napak ter ocenjevanje termičnega stanja vgrajenega elementa ali celotne stavbe. Odkrite in sanirane napake v gradbeništvu omogočajo prihranke energije tudi do 40 %.

Termografski pregled stavbe je nepogrešljiv pri kakovostni izvedbi energetskih sanacij, saj je to edini način za natančno opredelitev energetsko kritičnih mestih na ovoju stavbe. Da so eventualni toplotni mostovi

dobro vidni je priporočljivo termografski pregled izvesti pri čim višji razliki med notranjo in zunanjo temperaturo ter vedno le v času, ko je stavba ustrezno kondicionirana.

S termografsko kamero proizvajalca FLUKE, model TiR2, se je izvedel termografski pregled stavbe. Termografska kamera spremeni infrardeče sevanje snemane površine v vidno sliko. Infrardeče sevanje ima približno dvajsetkrat daljšo valovno dolžino kot vidna svetloba, zato ga s prostim očesom ni moč opaziti. Na podlagi termografskih posnetkov se lahko optimalneje oceni sanirano energetsko stanje stavbe. Termografski posnetek prikaže eventuelne anomalije na ovoju stavbe, ki se pojavljajo v obliki ploskovnih, linijskih in točkovnih toplotnih mostov. Ti nastajajo zaradi pomanjkljivosti pri toplotni zaščiti ovoja, zaradi netesnosti ovoja in nekvalitetne vgradnje stavbnega pohištva.

Posnetki so bili izdelani 5. april 2023, ko je bila po vremenski napovedi napovedana najnižja jutranja temperatura v tednu. Temperatura zraka je bila v času meritev – 2,0 °C. Notranjost stavbe je bila kondicionirana na normalno temperaturo, ki je običajno v teh prostorih. Posnetki so se izvedli pred sončnim vzhodom, da se je eliminiral vpliv sončnega obsevanja.



Slika 26: Termografska kamera FLUKE, model TiR2

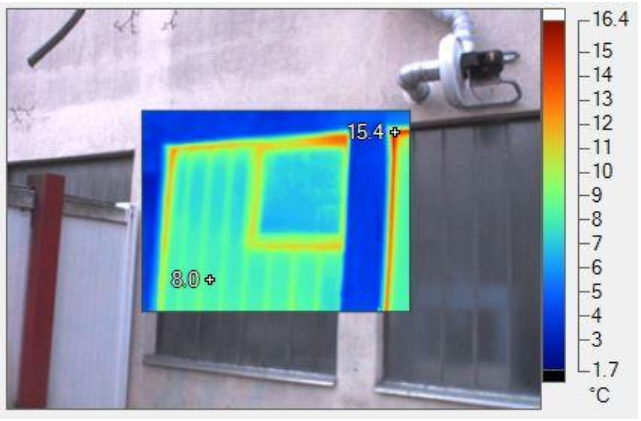
Posamezni termografski posnetki v nadaljevanju potrjujejo smiselnost implementacije v razširjenem energetskem pregledu predpostavljenih ukrepov. Ugotovljeno je bilo, da se toplotni mostovi pretežno pojavljajo na območju energetsko neučinkovitega stavbnega pohištva ter na območju armiranobetonskih elementov v konstrukciji stavbe. Potrjuje se smiselnost ukrepa menjave energetsko neustreznega stavbnega pohištva in izvedba toplotnoizolativne fasade. Dodatnih anomalij z vidika energetske učinkovitosti na ovoju stavbe s termografsko analizo ni bilo odkritih.

6.2.1 Posnetek 1

Stavba	ŠCC, enota Ljubljanska
Orientacija	sever
Meritev	1
Analiza	stena, stavbno pohištvo

Čas meritve	7:08
Zunanja temperatura	-2,0 °C
Minimalna temperatura	2,7 °C
Maksimalna temperatura	15,4 °C



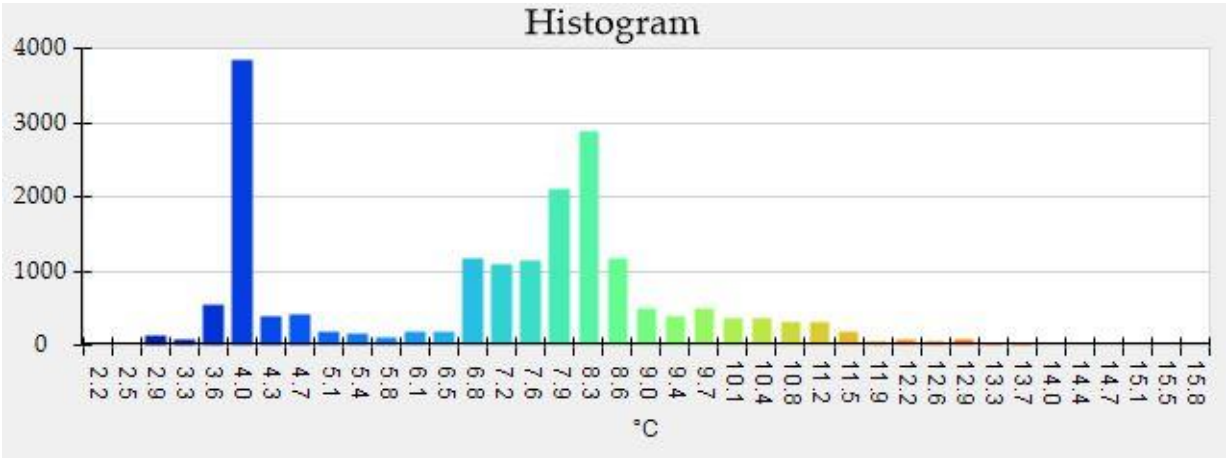


Komentar posnetka:

Posnetek prikazuje kopelit okna, vgrajena v delavnicah stavbe in del zunanje stene. Največje izgube so opazne na okvirju zasteklitve ter na sami zasteklitvi. Na zunanjih stenah se toplotni mostovi pojavljajo na območju armiranobetonskih konstrukcijskih elementov stavbe.

Za sanacijo toplotnih mostov se predlaga izvedba toplotnoizolativne fasade in menjava obstoječega energetsko neučinkovitega stavbnega pohištva z energetsko učinkovitejšim.

Histogram[7]:



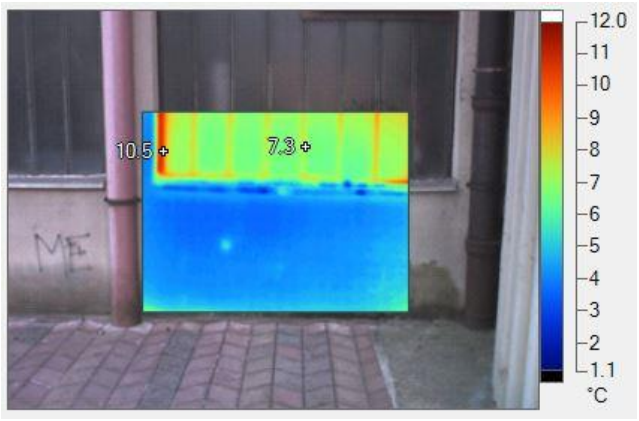
[7] Histogram je stolpični diagram, ki prikazuje število posameznih točk na termografskem posnetku z enako temperaturo. Na ordinati je prikazano število posameznih točk, na abscisi pa povprečne temperature točk.

6.2.2 Posnetek 2

Stavba	ŠCC, enota Ljubljanska
Orientacija	sever
Meritev	2
Analiza	stena, stavbno pohištvo

Čas meritve	7:19
Zunanja temperatura	-2,0 °C
Minimalna temperatura	2,1 °C
Maksimalna temperatura	11,0 °C

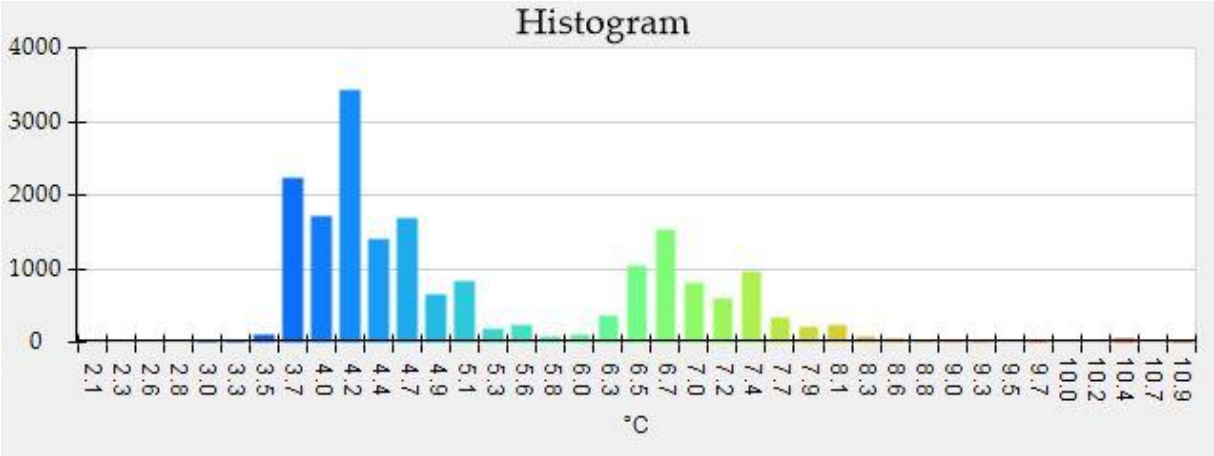




Komentar posnetka:

Posnetek prikazuje zunanji ovoj prizidka stavbe. Na stavbnem pohištvu so naizrazitejši toplotni mostovi vidni na okvirjih zasteklitve ter na sami zasteklitvi. Na zunanjih stenah se toplotni mostovi pojavljajo na območju armiranobetonskih konstrukcijskih elementov stavbe.

Za sanacijo toplotnih mostov se predlaga izvedba toplotnoizolativne fasade in menjava obstoječega energetsko neučinkovitega stavbnega pohištva z energetsko učinkovitejšim.

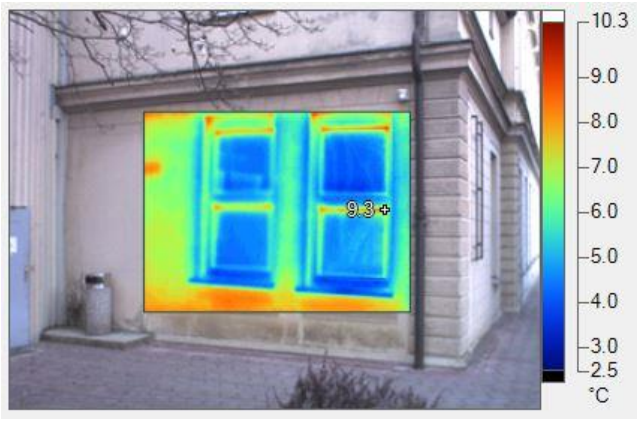


6.2.3 Posnetek 3

Stavba	ŠCC, enota Ljubljanska
Orientacija	vzhod
Meritev	3
Analiza	stena, stavbno pohištvo

Čas meritve	7:20
Zunanja temperatura	-2,0 °C
Minimalna temperatura	3,5 °C
Maksimalna temperatura	9,3 °C

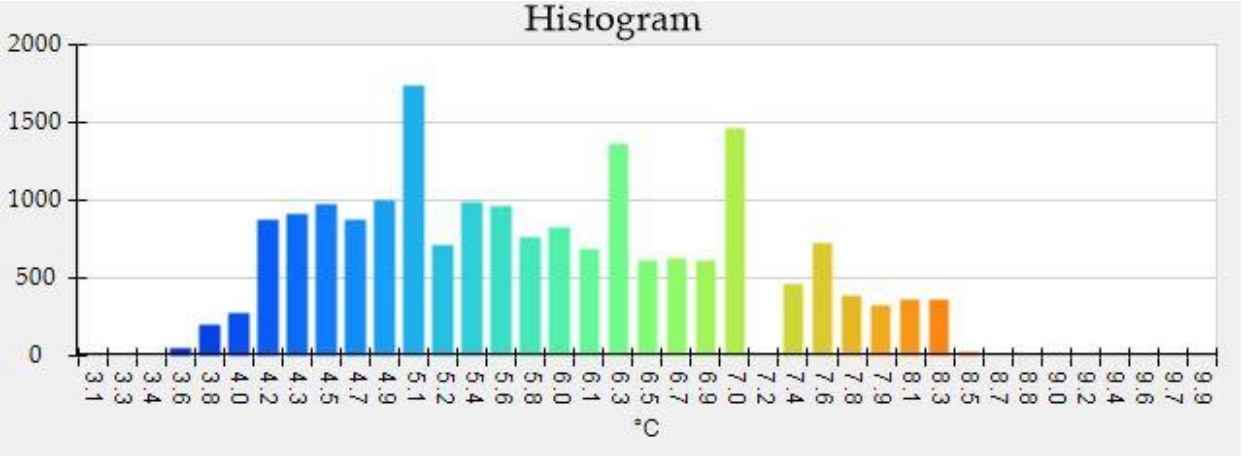




Komentar posnetka:

Posnetek prikazuje energetsko neučinkovita okna s PVC okvirji v najstarejšem delu stavbe. Največje toplotne izgube so vidne na območju zunanje stene (ploskovni toplotni mostovi) in lokalno na območju okenskih okvirjev.

Za sanacijo toplotnih mostov se predlaga izvedba toplotnoizolativne fasade in menjava obstoječega energetsko neučinkovitega stavbnega pohištva z energetsko učinkovitejšim.

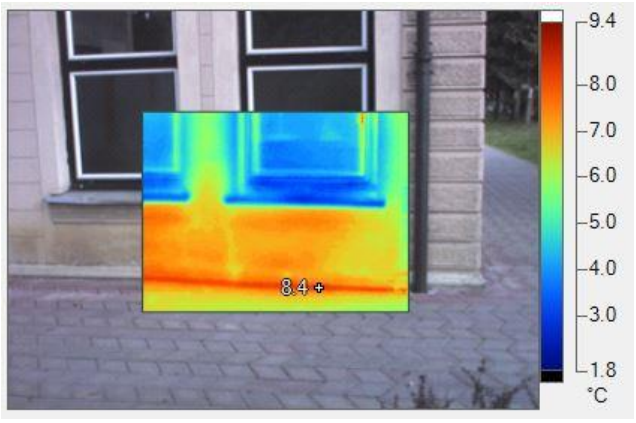


6.2.4 Posnetek 4

Stavba	ŠCC, enota Ljubljanska
Orientacija	sever
Meritev	4
Analiza	stena, temelj

Čas meritve	7:21
Zunanja temperatura	-2,0 °C
Minimalna temperatura	2,8 °C
Maksimalna temperatura	8,4 °C

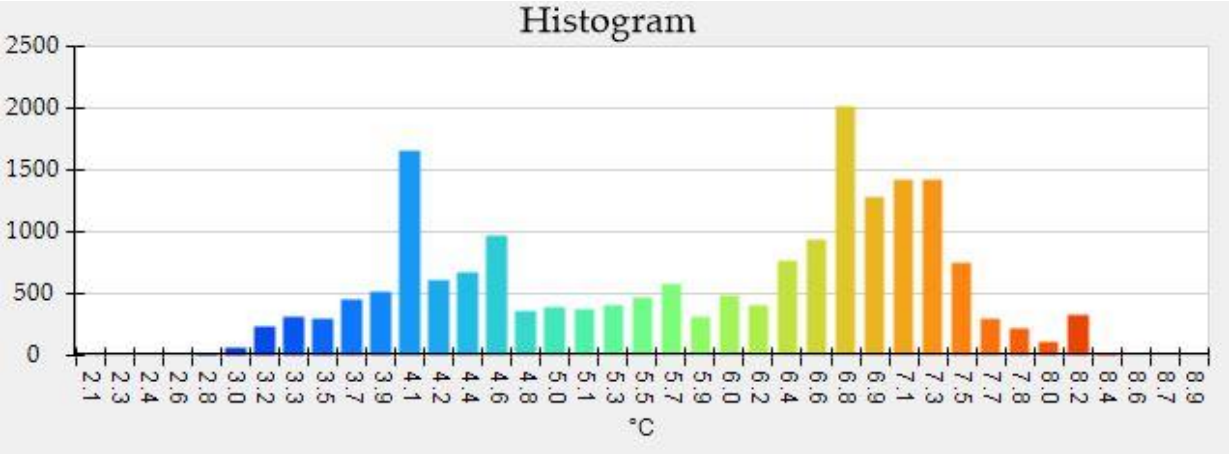




Komentar posnetka:

Posnetek prikazuje zunanje stene, vključno z območjem temelja in energetsko neučinkovita okna v starejšem delu stavbe. Povišana temperatura je vidna na območju zunanjih sten, in sicer še posebej na stiku zidu in terena.

Energetska učinkovitost stavbe se lahko izboljša z izboljšanjem toplotnih karakteristih zunanjih sten in temelja. Zunanjost stavbe, oziroma predvsem teren okoli stavbe, so zaščiteni s strani Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije. Sanacija je mogoča po njihovih pogojih in smernicah. Za izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe se predlaga tudi menjava dotrajanega stavbnega pohištva.

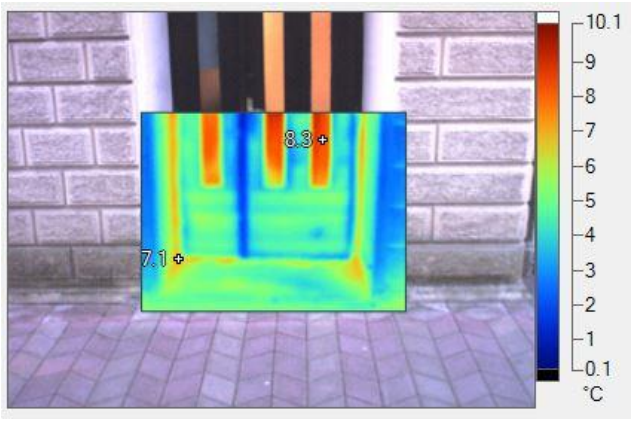


6.2.5 Posnetek 5

Stavba	ŠCC, enota Ljubljanska
Orientacija	sever
Meritev	5
Analiza	stena, stavbno pohištvo

Čas meritve	7:23
Zunanja temperatura	-2,0 °C
Minimalna temperatura	1,1 °C
Maksimalna temperatura	9,1 °C

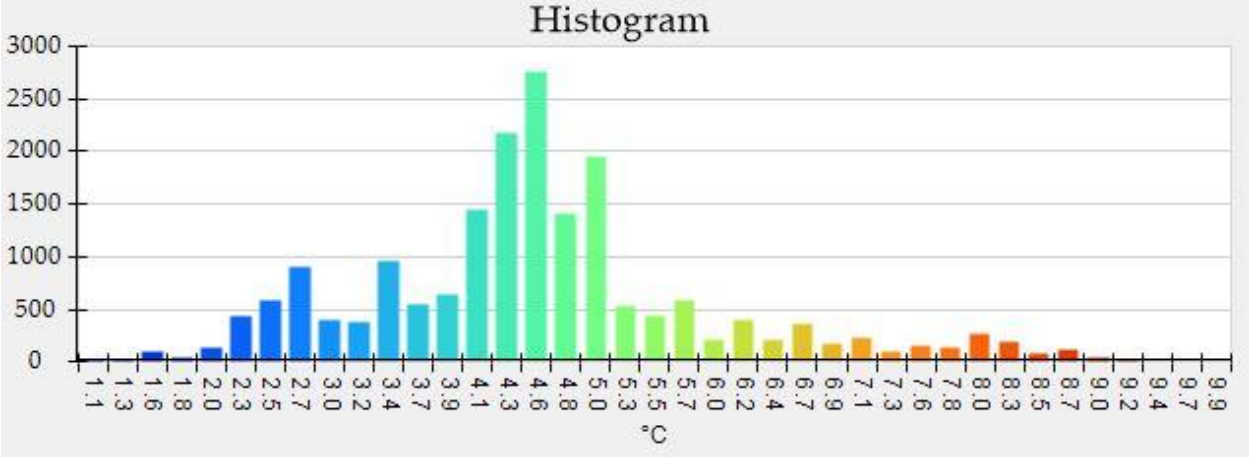




Komentar posnetka:

Posnetek prikazuje energetsko neučinkovita vhodna vrata. Največje toplotne izgube so skozi enoslojno zasteklitev, saj so vidni izraziti ploskovni toplotni mostovi.

Za izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe se predlaga menjava vhodnih vrat. Nova vrata naj bodo vgrajena po RAL smernicah.

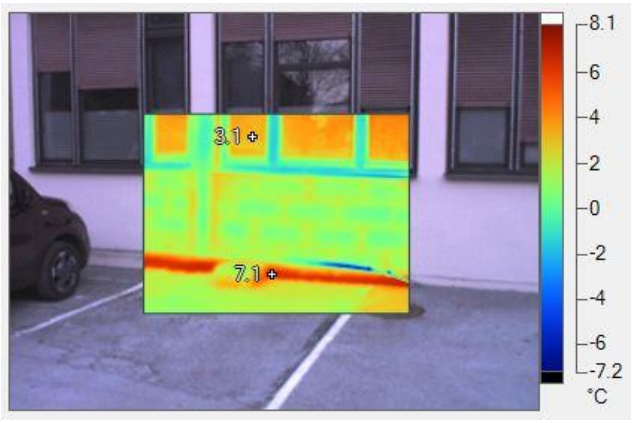


6.2.6 Posnetek 6

Stavba	ŠCC, enota Ljubljanska
Orientacija	zahod
Meritev	6
Analiza	stena, stavbno pohištvo, temelj

Čas meritve	7:28
Zunanja temperatura	-2,0 °C
Minimalna temperatura	-1,4 °C
Maksimalna temperatura	7,1 °C

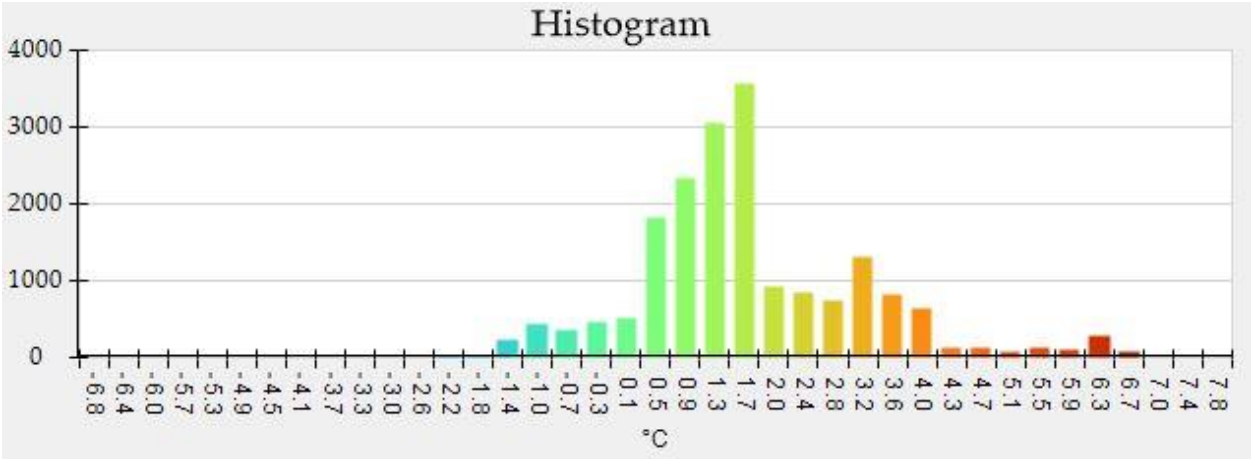




Komentar posnetka:

Posnetek prikazuje zunanje stene in energetsko neučinkovita okna z lesenimi okvirji v dozidanem delu stavbe. Povišana temperatura je vidna na območju zunanjih sten in na stavbnem pohištvu (ploskovni toplotni mostovi na območju zasteklitve). Izrazitejši toplotni mostovi so vidni na območju stika stene s terenom.

Za izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe se predlaga menjava dotrajanega stavbnega pohištva. Energetska učinkovitost stavbe se lahko izboljša tudi z izboljšanjem toplotnih karakteristih zunanjih sten, vključno s toplotno zaščito temelja, a le v skladu s pogoji in smernicami ZVKDS.

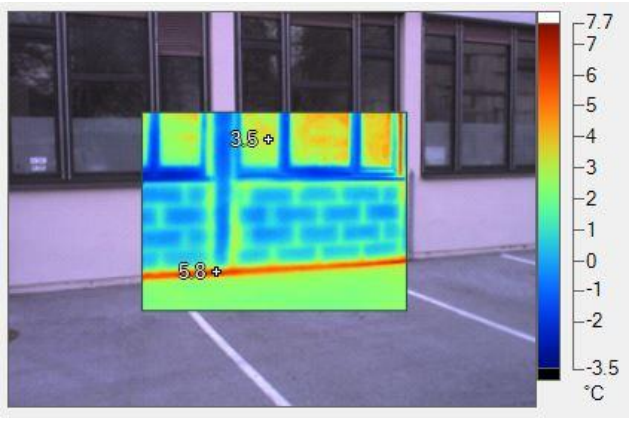


6.2.7 Posnetek 7

Stavba	ŠCC, enota Ljubljanska
Orientacija	zahod
Meritev	7
Analiza	stena, stavbno pohištvo

Čas meritve	7:29
Zunanja temperatura	-2,0 °C
Minimalna temperatura	-1,9 °C
Maksimalna temperatura	6,7 °C

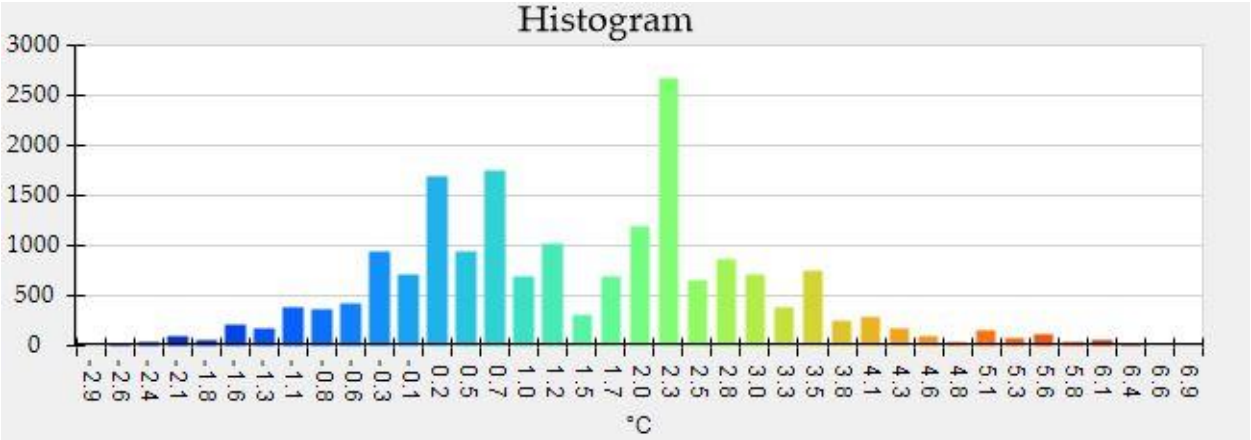




Komentar posnetka:

Posnetek prikazuje zunanje stene in energetsko neučinkovita okna z lesenimi okvirji v dozidanem delu stavbe. Povišana temperatura je vidna na območju zunanjih sten (betonski zidaki) in na stavbnem pohištvu (ploskovni toplotni mostovi na območju zasteklitve). Izrazitejši toplotni mostovi so vidni na območju stika stene s terenom.

Za izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe se predlaga menjava dotrajanega stavbnega pohištva in izboljšanje toplotnih karakteristik zunanjih sten, vključno s toplotno zaščito temelja.

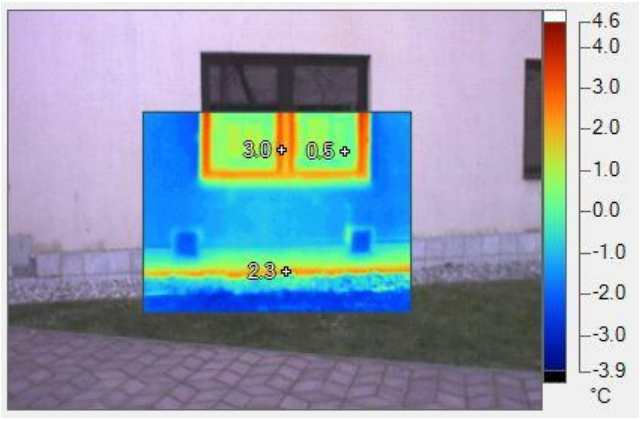


6.2.8 Posnetek 8

Stavba	ŠCC, enota Ljubljanska
Orientacija	jug
Meritev	8
Analiza	stavbno pohištvo, stena

Čas meritve	7:37
Zunanja temperatura	-2,0 °C
Minimalna temperatura	-1,9 °C
Maksimalna temperatura	3,6 °C

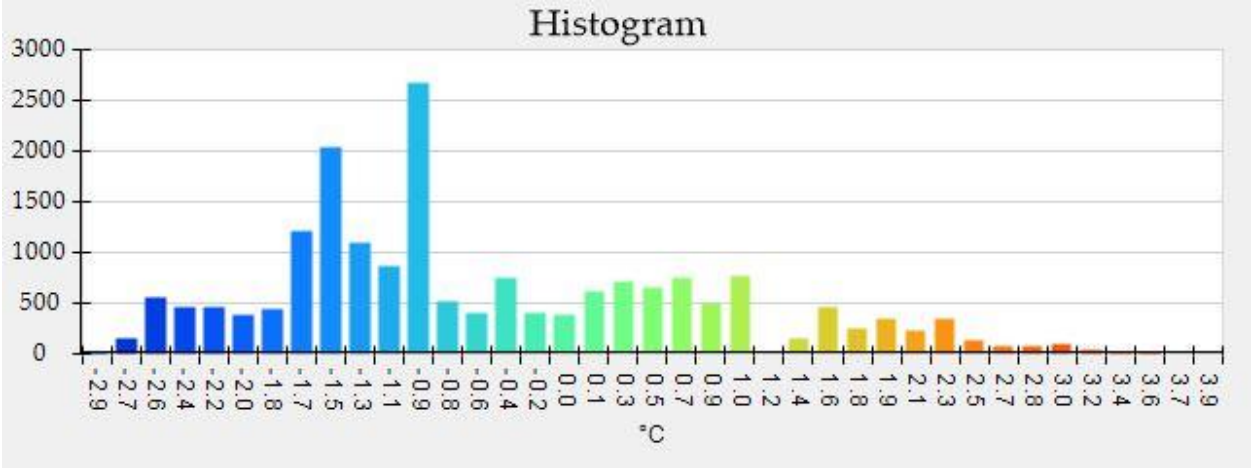




Komentar posnetka:

Posnetek prikazuje zunanje stene, vključno z območjem temelja in energetsko neučinkovita okna. Povišana temperatura je vidna na območju zunanjih sten, in sicer še posebej na stiku zidu in terena ter na stavbnem pohištvu (linijski toplotni most na območju alu okvirjev in ploskovni toplotni most na območju zasteklitve).

Energetska učinkovitost stavbe se lahko izboljša z izboljšanjem toplotnih karakteristih zunanjih sten in temelja. Za izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe se predlaga tudi menjava dotrajanega in energetsko neučinkovitega stavbnega pohištva.



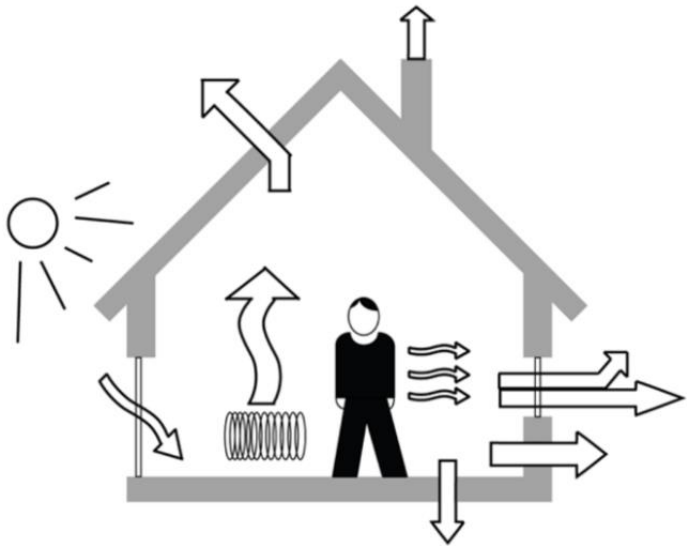
7 ANALIZA ENERGETSKIH TOKOV V STAVBI

7.1 Potrebna toplotna energija za ogrevanje in potrebni hlad za ohlajanje stavbe

V zadnjih dveh desetletjih se je standard človekovega življenja močno povišal in se še vedno viša. Vedno višji stroški ogrevanja, želje po udobnem in seveda zdravju prijaznem okolju ter večja osveščenost o ekološki rabi energentov, so močno spremenili ter začrtali nove zahteve in merila v gradbeništvu. Večina starejših stavb ne ustreza tem zahtevam, napake pa se pojavljajo tudi pri novogradnjah. Večina starih gradenj je bila zgrajenih neracionalno. Ovoji starejših stavb so toplotno slabo zaščiteni, okna in vrata pa slabo tesnijo in imajo visoke koeficiente toplotne prehodnosti. Pri novogradnjah je tega manj, vendar se napake vseeno pojavljajo. Največ jih je pri izvedbi toplotne zaščite ovoja, pojavljajo pa se tudi napake pri vgradnji stavbnega pohištva. Vse to so vzroki za povečano rabo energije, višje stroške ogrevanja in posledično tudi večjo vlažnost sten, pojavlja se plesen, bivalni pogoji pa se slabšajo.

Zunanje konstrukcije stavbe morajo poleg prenašanja velikih mehanskih obremenitev notranjost ščititi tudi pred padavinami, vlago in zunanjimi temperaturami, ki se pretežni del leta razlikujejo od optimalne notranje temperature. Pri novogradnjah ter tudi pri energetskih obnovah stavb je vedno bolj pomembna energetska bilanca stavbe. V energetski bilanci so obravnavane toplotne izgube (transmisijske in prezračevalne), ki morajo biti enake vsoti toplotnih dobitkov (pasivni dobitki sončnega sevanja, notranji dobitki in dovedena toplotna energija preko ogrevalnega sistema).

Pri starejših stavbah, ki so brez toplotnega ovoja, pretežni del izgub predstavljajo transmisijske izgube zaradi prehoda toplote skozi ovoj stavbe. Prehajanje toplote je spontan prenos toplote z mesta z višjo temperaturo na mesto z nižjo temperaturo. Toplotno prehodnost konstrukcijskih elementov stavbe tako opisuje pretok toplote skozi element v W/m^2 pri temperaturni razliki 1 kelvin (K) in je zato podana z enoto $W/(m^2\,K)$. Višja kot je vrednost toplotne prehodnosti konstrukcijskih elementov, nižji je toplotni upor, zaradi česar skozi element prehaja več toplote, kar posledično vpliva na večje izgube in večjo potrebno dovedeno toplotno energijo iz ogrevalnega sistema.



Slika 27: Energetska bilanca stavbe

Za izračun doseganja energijske učinkovitosti stavb je od 1. 2. 2023 dalje potrebno uporabljati novo metodologijo, ki je opredeljena v Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. 70/22, 161/22, 129/23 in 103/24). Pravilnik določa tehnične zahteve za graditev skoraj nič energijskih stavb in se uporablja pri projektiranju in gradnji novih stavb, rekonstrukciji obstoječih stavb ali njihovih delov in pri vzdrževanju stavb ter spremembi namembnosti. Za vrednotenje potenciala prihranka energije je bila izvedena analiza energetskih tokov v stavbi, in sicer je bilo uporabljeno Orodje za izračun energijske učinkovitosti stavb (V.160), s katerim se je kreiral model stavbe, ki zajema njene dejanske karakteristike. Podatki uporabljeni v analizi so bili pridobljeni iz meritev dimenzij objekta in informacij podanih s strani uporabnikov, delno je bila dostopna tudi projektna dokumentacija.

Novi način izračuna vpeljuje dinamično oziroma urno metodo analize energetskega stanja objekta, uvaja nove ciljne parametre oziroma kazalnike, predvideva primerjavo rezultatov z referenčnim modelom, ki ga je potrebno dodatno vzpostaviti in analizirati ter nenazadnje predpostavlja, da bodo izračuni temeljili na ARSO meteoroloških urnih podatkih, ki žal trenutno niso dostopni v ustrezni obliki za uporabo v validirani programski opremi. Zaradi navedenega je bil, kot to v prehodnem obdobju do 31. 12. 2025 dopušča tudi pravilnik, model stavbe kreiran kot energetsko manj zahtevna stavba.

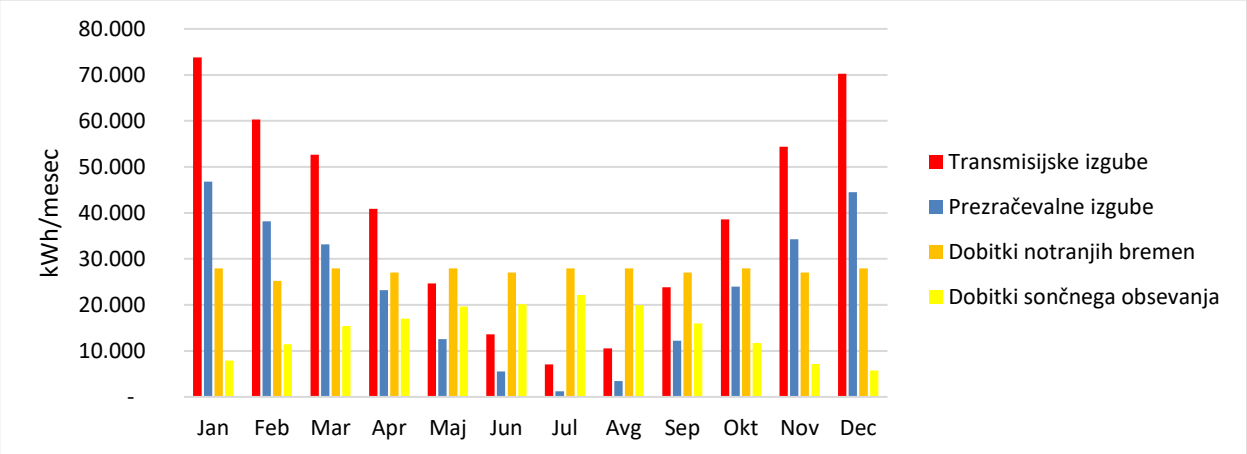
Izkaza o energetskih lastnostih stavbe in izkaza o energetskih lastnostih energetsko manj zahtevne stavbe za področje tehničnih stavbnih sistemov za obstoječe stanje in stanje po sanaciji so priloženi v prilogah poročila o energetskem pregledu stavbe.

V analizi energetskih lastnosti stavbe je bila stavba glede na namembnost razdeljena na tri ločene energetske cone. Temperaturna razlika ogrevanja posameznih con je nižja od 4 °C. Na površinah konstrukcij med posameznimi conami so bile upoštevane adiabatne razmere.

Preglednica 15: Analiza toplotnih karakteristik konstrukcij ovoja stavbe

Konstrukcija	Dejanska toplotna prehodnost U_{dej} (W/m^2K)	Najvišja dovoljena toplotna prehodnost U_{max} (W/m^2K)
Zunanja stena armiranobetonska	1,195 - 1,286	0,180
Zunanja stena opečna	0,552 – 0,957	0,180
Strop proti podstrešju	0,254 - 0,380	0,150
Streha	0,134 - 0,687	0,150
Tla	0,301 - 0,303	0,350
Vhodna vrata	2,000 - 3,000	1,600
Stavbno pohištvo novejše	0,920 -1,120	1,000 – 1,400
Stavbno pohištvo starejše	1,720 - 2,550	1,000

Na naslednjem grafikonu je prikazana bilanca toplotnih izgub in dobitkov za obstoječe stanje obravnavane stavbe. Razvidno je, da so najvišje transmisijske izgube, visoke so tudi prezračevalne izgube, dobitki notranjih bremen ter dobitki sončnega obsevanja pa so nižji.



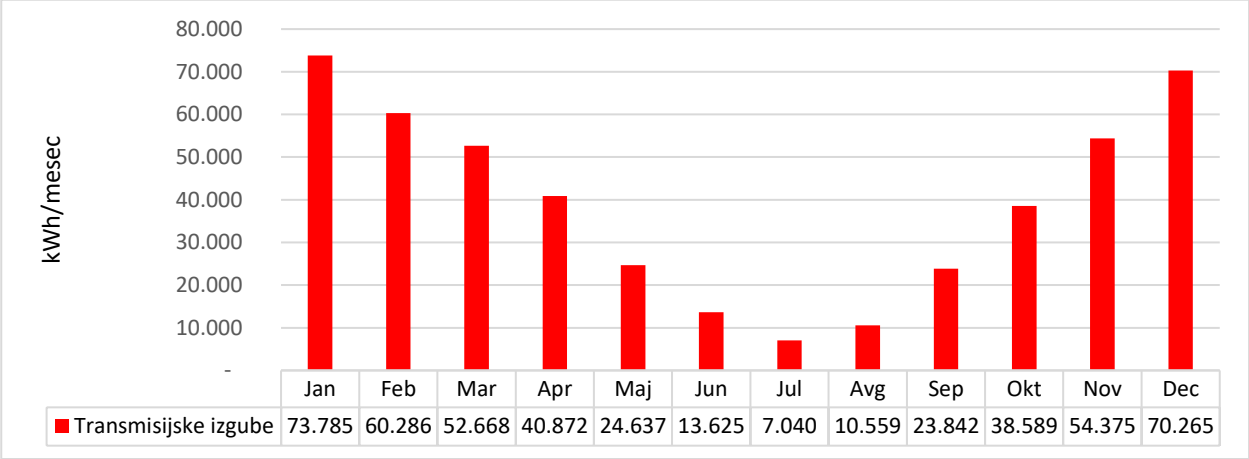
Grafikon 16: Bilanca toplotnih izgub in dobitkov

7.1.1 Transmisijske toplotne izgube

Transmisijske toplotne izgube so določene s toplotnimi lastnostmi gradbenih elementov in toplotnih mostov, ki ločujejo notranjost stavbe od okolice. Vertikalne površine zunanjega ovoja stavbe zajemajo stene proti zunanjosti in stavbno pohištvo. Toplotne izgube pa se pojavljajo tudi skozi horizontalni del stavbe, ki zajema tla proti terenu ter izgube skozi strop oziroma streho.

Toplotne izgube skozi tla, ki so v stiku s terenom, so odvisne od več parametrov, in sicer od površine in obsega izpostavljenega dela talne konstrukcije in toplotnih lastnosti talne konstrukcije.

Transmisijske toplotne izgube, ki v obravnavani stavbi predstavljajo pretežni del toplotnih izgub, so mesečno prikazane na naslednjem grafikonu.

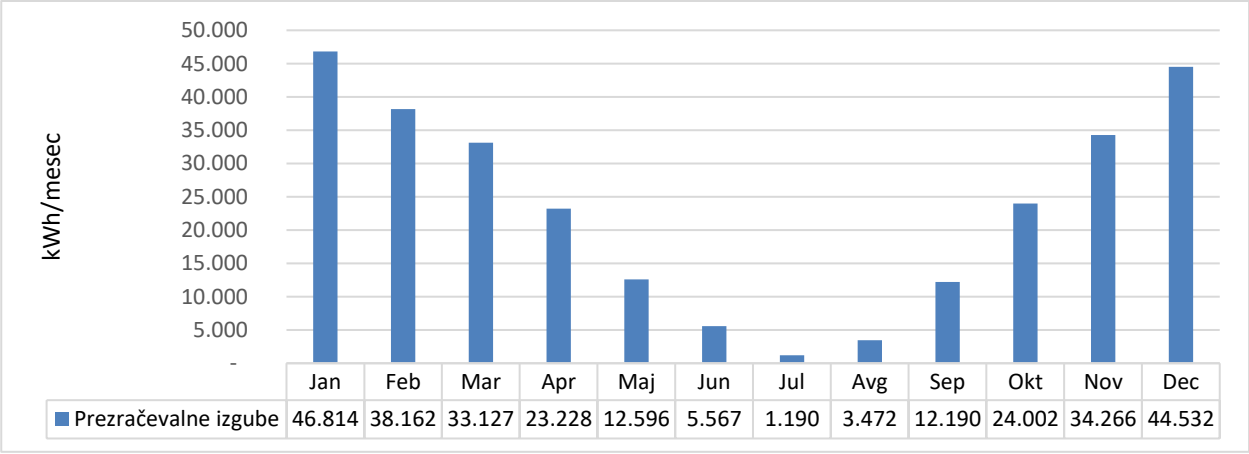


	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Transmisijske izgube	73.785	60.286	52.668	40.872	24.637	13.625	7.040	10.559	23.842	38.589	54.375	70.265

Grafikon 17: Transmisijske toplotne izgube

7.1.2 Toplotne izgube zaradi prezračevanja

Prezračevalne toplotne izgube nastajajo zaradi potrebe po segrevanju svežega zraka iz zunanjosti, ki v stavbo vstopa z naravnim ali prisilnim prezračevanjem. Pri naravnem prezračevanju je predpostavljeno, da je stanje dovedenega zraka enako stanju zunanjega zraka. Prezračevalne izgube pri naravnem prezračevanju so tako proporcionalne temperaturni razliki med notranjo in zunanjo temperaturo zraka.

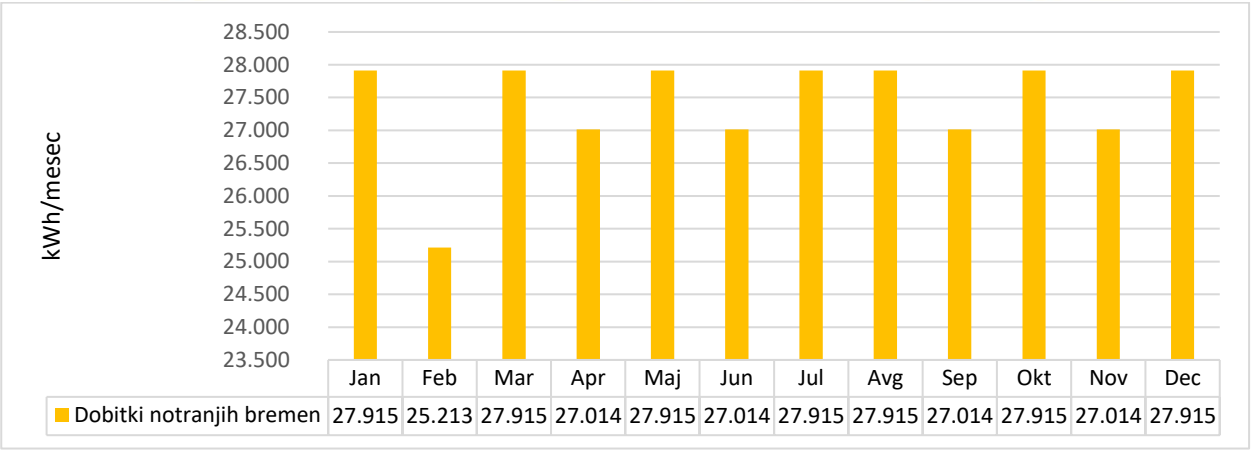


	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Prezračevalne izgube	46.814	38.162	33.127	23.228	12.596	5.567	1.190	3.472	12.190	24.002	34.266	44.532

Grafikon 18: Prezračevalne toplotne izgube

7.1.3 Toplotni dobitki

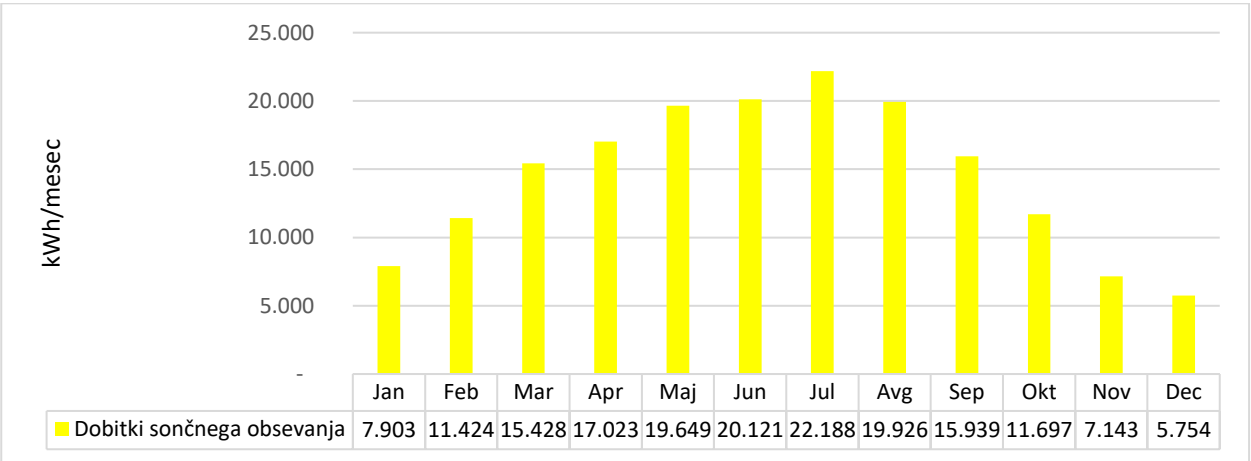
Toplotne dobitke delimo na dobitke notranjih bremen in dobitke zaradi sončnega obsevanja. Notranji dobitki predstavljajo toploto notranjih virov v prostoru (uporabniki stavbe, tehnične naprave, razsvetljava…), njen vir pa ni ogrevalni sistem. Toplotni dobitki so ocenjeni izkustveno in v skladu s Tehnično smernico TSG-1-004:2022.



	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Dobitki notranjih bremen	27.915	25.213	27.915	27.014	27.915	27.014	27.915	27.915	27.014	27.915	27.014	27.915

Grafikon 19: Dobitki notranjih bremen

Toplotni dobitki sončnega obsevanja predstavljajo toploto, ki vstopa v prostor zaradi sončnega obsevanja in jih delimo na dobitke sončnega obsevanja skozi prozorne in neprozorne površine ovoja stavbe. Vsota toplotnih dobitkov zaradi sončnega obsevanja je na mesečnem nivoju razvidna v naslednjem grafikonu. Pretežni delež dobitkov se ustvari poleti, zaradi močnejšega sončnega obsevanja. Takrat se ustvarijo presežki toplotnih dobitkov, zato je potrebno, za zagotavljanje ugodnih in primernih bivalnih pogojev, poleti stavbo pohlajevati. Specifika so šolske stavbe, ki so preko poletja prazne, saj so šolske počitnice.



	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Dobitki sončnega obsevanja	7.903	11.424	15.428	17.023	19.649	20.121	22.188	19.926	15.939	11.697	7.143	5.754

Grafikon 20: Toplotni dobitki sončnega obsevanja

8 OCENA ENERGETSKO VARČEVALNIH POTENCIALOV

V tem poglavju je predstavljen splošni nabor energetsko varčevalnih potencialov za učinkovitejšo rabo energije v stavbah. Deleži možnih prihrankov so v tem poglavju prikazani parcialno, v naslednjih poglavjih, ko je prikazan dejanski nabor ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti v stavbi, pa so podani soodvisno. Običajno višja kot je raba energije v stavbi, večji so varčevalni potenciali.

8.1 Organizacijski ukrepi

Uporabniki in lastniki v vsaki stavbi potrebujejo nekakšne smernice za učinkovito rabo energije. Potrebno je izbrati kader, ki bo uporabnike, lastnike in zaposlene osveščal o učinkoviti rabi energije in skrbel za nadzor nad rabo energije ter pravilnim delovanjem energetskih sistemov. Z uspešno implementacijo organizacijskih ukrepov med uporabniki in lastniki stavbe se lahko doseže znaten prihranek energije, in sicer celo do 10 %. Prednost organizacijskih ukrepov je v nizki investiciji, kar ob uspešni implementaciji in doseženih prihrankih, vpliva na kratko povračilno dobo.

Organizacijski ukrepi so ključnega pomena za uspešno implementacijo ukrepov, ki vodijo k učinkoviti rabi energije ter k nadzoru nad rabo energije. Organizacijski ukrepi temeljijo na osveščanju, izobraževanju in informiranju uporabnikov. Stroški so povezani predvsem s pripravo informacijskih gradiv, seminarjev, delavnic, vključujejo pa tudi energetsko upravljanje stavbe. Vse ukrepe lahko izvaja strokovno usposobljena oseba, lahko tudi iz vrst uporabnikov, zato so lahko potrebni stroški minimalni. V primeru, če med uporabniki ni primernega strokovnega kadra, se lahko najame ustrezno strokovno organizacijo. Stroške za organizacijske ukrepe je težko predvideti, ker so odvisni tudi od motiviranosti in predhodne osveščenosti uporabnikov in zaposlenih. Ocena investicije zajema usposabljanje, osveščanje in izobraževanje uporabnikov stavbe ter vpeljava nadzornega sistema za upravljanje z energijo, in sicer kontinuirano v dogovorjenem časovnem obdobju. Implementacija vpeljave nadzornega sistema za upravljanje z energijo je pomembna z vidika ciljnega spremljanja rabe in stroškov energetske oskrbe.

8.1.1 Osnovni organizacijski ukrepi

- **Določitev odgovorne osebe za energetsko učinkovitost v stavbi (energetski menedžer)**

Vsaka ustanova potrebuje osebo (energetskega menedžerja) ali organizacijo, ki bo skrbela za energetsko učinkovitost v stavbah in pri delovnem procesu. Implementacija vseh ukrepov, tako organizacijskih kot tudi tehničnih, je odvisna od tega, kako uspešen je energetski menedžer. Poleg nadzora nad izvajanjem ukrepov, je energetski menedžer odgovoren tudi za motiviranje, osveščanje in izobraževanje lastnikov in uporabnikov stavbe o učinkoviti rabi energije.

- **Energetsko knjigovodstvo**

Med najpomembnejšimi organizacijskimi ukrepi je energetsko knjigovodstvo, ki omogoča mesečno spremljanje rabe energije. Nadzor nad rabo energije in stroški vrši energetski menedžer, ki s spremljanjem rabe in stroškov vzpodbuja zavedanje o količini porabljene energije. Podatki o rabi energije so pomembni tudi za analizo uspešnosti implementiranih ukrepov.

- **Zeleno javno naročanje**

Uvajanje zelenega javnega naročanja prav tako pripomore k zmanjšanju rabe energije. Pri nakupu novih naprav je potrebno upoštevati okoljska merila, z namenom, da se izberejo okolju prijaznejši proizvodi in storitve, ki v svojem celotnem življenjskem krogu porabijo manj energije in so posledično tudi ekonomsko ugodnejši.

- **Operativni pregledi stavbe**

Priporočajo se redni pregledi delovanja energetskih naprav ter optimizacija nastavitev ogrevalnih sistemov za ogrevanje, sistemov za pripravo tople sanitarne vode ter električnih naprav. Prav tako se priporoča redno vzdrževanje stavbe (tesnjenje oken in vrat, menjava razsvetljave…) in redno vzdrževanje naprav v proizvodnji.

8.1.2 Ozaveščanje in izobraževanje

Ozaveščanje in izobraževanje uporabnikov in zaposlenih ima velik pomen pri izboljšanju učinkovite rabe energije v stavbi. Vodstvo, energetski menedžer ter vzdrževalec morajo biti usposobljeni za pravilno implementacijo ukrepov za učinkovito rabo energije. Samo dobro usposobljena energetski menedžer in vzdrževalec se zavedata pomena organizacijskih in investicijskih ukrepov ter njihovega pravilnega umeščanja v vsakodnevne delovne procese.

Z učinkovito rabo energije morajo zagotovo biti seznanjeni tako lastniki kot uporabniki v ustanovi. Osveščanje uporabnikov se lahko izvaja preko seminarjev, delavnic, konferenc, energetskega menedžerja, energetskih agencij itd. S kvalitetnim osveščanjem uporabnikov in lastnikov oziroma vodstva se bo energetska učinkovitost posledično izboljšala tudi v drugih stavbah in stanovanjih, v katerih se uporabniki nahajajo.

Programi osveščanja in izobraževanja se naj izvajajo za vse deležnike v stavbah. Programi so lahko, zaradi posameznih ciljnih skupin različni, in sicer od osnovnih predstavitev URE in OVE, do tehničnih predstavitev (nove tehnologije, financiranje investicij v učinkovito rabo, pridobivanje nepovratnih sredstev za implementacijo OVE in URE…). Deležnike je pri usposabljanjih smiselno razdeliti v več skupin, in sicer vsaj ločeno na uporabnike ter na vzdrževalce in hišnike.

8.1.3 Informiranje

Energetski menedžer mora o rabi energije in energetski učinkovitosti v stavbi vodstvo, zaposlene in uporabnike stavbe redno informirati, saj bo le tako dosežena njihova konstantna motivacija. Z namenom informiranja uporabnikov lahko energetski menedžer:

- pripravlja mesečna, polletna ali letna poročila o rabi energije v stavbi,
- obvešča o uspešnosti izvedbe implementiranih ukrepov,
- obvešča o novostih na področju učinkovite rabe energije in obnovljivih virov,
- primerja rabo energije v primerljivih stavbah,
- obvešča o projektih in prenovah, ki se izvajajo v ustanovi.

8.2 Ovoj stavbe

Lastnosti zunanjega ovoja stavbe predstavljajo najpomembnejši dejavnik pri toplotnih izgubah. Cilj je čim boljša toplotna zaščita ovoja in s tem čim manjše izgube tako v času ogrevanja kot hlajenja. S kvalitetno toplotno zaščito in kvalitetnim stavbnim pohištvom se lahko doseže največje zmanjšanje rabe potrebne energije. Žal pa imajo omenjeni ukrepi visoke investicije.

V naslednji preglednici je prikazan nabor možnih ukrepov na ovoju stavbe, prikazan je tudi ocenjen potencial prihranka.

Preglednica 16: Možni ukrepi na ovoju stavbe

Opis ukrepa	Možni prihranek	Investicija	Povračilna doba
Menjava energetsko neučinkovitega stavbnega pohištva (toplotna prehodnost < 1,1 W/K m^2)	do 10 %	visoka	dolga
Toplotna zaščita zunanjih sten (> 10 cm toplotne zaščite) in odprava toplotnih mostov ter izboljšanje zrakotesnosti ovoja	do 25 %	visoka	srednja
Toplotna zaščita strehe ali stropa proti nekondicioniranemu podstrešju (> 15 cm mineralne volne)	do 20 %	srednja	srednja
Toplotna zaščita tal proti terenu ali tal proti nekondicionirani kleti (> 8 cm toplotne zaščite)	do 10 %	visoka	visoka

8.3 Priprava toplotne energije in hladu

Za zagotavljanje ugodnih bivalnih in delovnih pogojev je potrebno v starejše stavbe dovesti veliko toplotne energije, v novejše stavbe pa običajno tudi veliko energije za hlajenje kar vpliva na visoke stroške. Te stroške je možno zmanjšati tudi s posodobitvijo ogrevalnega sistema in sistema za pripravo hladu. Največji potencial prihranjene energije je v menjavi energetsko neučinkovite naprave, saj imajo sodobne naprave izrazito boljše izkoristke. Visok potencial prihranka je tudi v namestitvi ustrezne regulacije sistema. Izgube so ob zastareli regulaciji zelo visoke, zato je smotrno namestiti sodobno regulacijo, ki uravnava temperaturo medija v ogrevalnem in hladilnem sistemu v odvisnosti od zunanje in notranje temperature zraka. Z ustrezno regulacijo ogrevalnega sistema je možno doseči energetske prihranke tudi do 10 %. Vendar sama centralna regulacija ne zagotavlja želenih temperatur v posameznih prostorih, še posebej, če je sistem slabo projektiran. Učinkovita lokalna regulacija temperature zraka v prostoru se lahko zagotovi z namestitvijo sobnih termostatov, s čemer se lahko doseže do 10 % prihrankov toplotne energije potrebne za ogrevanje stavbe. Razvod sistema mora biti v vseh nekondicioniranih prostorih ustrezno toplotno zaščiten, saj skozi toplotno nezaščitene stene cevi razvoda prihaja do velikih izgub energije.

Sodoben način energetskega upravljanja stavb temelji na centralnem nadzornem sistemu za ciljno spremljanje rabe energije. Sistem je pomemben predvsem z vidika ciljnega spremljanja rabe energije in stroškov energetske oskrbe, omogoča pa tudi nadzor nad rabo energije po posameznih ogrevalnih krogih. Sistem sestavlja več kalorimetrov za lokalno spremljanje rabe energije in več temperaturnih tipal ter krmilna enota za zajem in obdelavo podatkov. Sistem sam ne prinaša velikih prihrankov, a v kombinaciji z organizacijskimi ukrepi so lahko prihranki tudi večji od 10 %. S centralnim nadzornim sistemom za ciljno spremljanje rabe energije je tako mogoče spremljati rabo energije v različnih časovnih obdobjih in intervalih, ciljno rabo, specifično rabo energije (npr. kWh/m^2), omogoča pa tudi spremljanje konične rabe energije. Sistem pa v primerjavi z ostalimi oblikami energetskega monitoringa prinaša tudi številne prednosti, in sicer so zaradi sprotnega spremljanja rabe energije pričakovani višji prihranki in posledično nižji stroški, boljša je koordinacija energetskega menedžmenta, boljše je preventivno vzdrževanje, hkrati pa je zagotovljena tudi večja motiviranost za varčevanje z energijo in to v daljšem časovnem obdobju.

Z nadzornim sistemom za upravljanje z energijo, podprtim z aktualnimi meritvami po ločenih odjemih, je mogoče spremljati naslednje podatke:

- spremljanje rabe energije za različna časovna obdobja v različnih intervalih,
- spremljanje specifične rabe energije, npr. kWh/m^2,
- spremljanje konične porabe energije,
- ocenjevanje in primerjanje rabe energije s ciljno rabo,
- poročanje o spremenjeni rabi energije,
- odpravljanje odstopanj rabe energije.

Prednosti, ki jih tak sistem prinaša so:

- višji prihranki energije,
- boljša koordinacija energetskega menedžmenta,
- nižji stroški za energijo,
- pospešeno odpravljanje morebitnih izgub,
- natančnem preračunavanju ponudb energetsko učinkovitih projektov za varčevanje z energijo v daljšem časovnem obdobju.

Preglednica 17: Možni ukrepi na sistemih za pripravo toplotne energije za ogrevanje stavbe

Opis ukrepa	Možni prihranek	Investicija	Povračilna doba
Menjava naprave za pripravo toplotne energije za ogrevanje stavbe z energetsko učinkovitejšo	do 20 %	visoka	srednja
Namestitev centralne regulacije ogrevalnega sistema	do 10 %	srednja	srednja
Menjava naprave za pripravo hladu za hlajenje stavbe z energetsko učinkovitejšo	do 20 %	visoka	srednja
Toplotna zaščita razvoda v nekondicioniranih prostorih	do 5 %	nizka	kratka
Vzpostavitev sistema za ciljno spremljanje rabe energije	do 5 %	visoka	srednja

8.4 Priprava tople sanitarne vode

Sistem za pripravo tople sanitarne vode je lahko izveden na dva načina, in sicer lokalno ali centralno. Izbira sistema je odvisna od več parametrov. Glavni parameter je zagotovo količina porabljene tople sanitarne vode, pri čemer je potrebno upoštevati število in lokacijo iztočnih mest ter vir energije za pripravo tople sanitarne vode. Če je število iztočnih mest manjše in so ta na veliki medsebojni oddaljenosti, je primernejša lokalna priprava tople sanitarne vode. Centralni sistem za pripravo tople sanitarne vode je primeren ob večjem številu iztočnih mest, ki so locirana relativno blizu. V primeru enakomerno porazdeljene potrebe po topli sanitarni vodi v manjših količinah je primerna tudi uporaba pretočnih električnih grelnikov (npr. grelne pipe…).

Viri energije za pripravo tople sanitarne vode so lahko različni, in sicer je energent lahko enak energentu za ogrevanje stavbe (daljinska toplota, zemeljski plin...), lahko se pripravlja z električno energijo (električni grelniki) ali pa s toploto iz okolja (toplotne črpalke, kolektorji...). Za pripravo tople sanitarne vode izven kurilne sezone je najbolj primerna toplotna črpalka na voden zrak, saj se lahko istočasno s pripravo tople sanitarne vode ohlaja tudi del prostorov.

V sistemu priprave tople sanitarne vode je zelo pomembna tudi ustrezna regulacija temperature vode in optimizacija samega delovanja. Najprimernejša temperatura za pripravo tople vode je med 45 °C in 60 °C. Pri višjih temperaturah prihaja do povečanega izločanja apnenca in do velikih toplotnih izgub, pri nižjih

temperaturah pa se poveča nevarnost tvorbe mikroorganizmov v sistemu. Zaradi preprečevanja okužb je potrebno redno vzdrževanje in čiščenje razvodnega sistema ter občasno kratkotrajno povišanje temperature sistema. V naslednji preglednici so prikazani možni ukrepi za zmanjšanje rabe energije na sistemih za pripravo tople sanitarne vode ter možni prihranki.

Preglednica 18: Možni ukrepi na sistemih za pripravo tople sanitarne vode

Opis ukrepa	Možni prihranek	Investicija	Povračil na doba
Optimizacija velikosti grelnikov vode in izbira optimalnega energenta za pripravo tople sanitarne vode	do 15 %	visoka	dolga
Toplotna črpalka za pripravo tople sanitarne vode z možnostjo kombiniranja z ogrevalnim sistemom	do 60 %	srednja	srednja
Solarni kolektorji za pripravo tople vode z možnostjo kombiniranja z ostalimi energenti	do 50 %	visoka	dolga
Toplotna zaščita razvoda v nekondicioniranih prostorih	do 5 %	nizka	kratka

8.5 Prezračevanje in hlajenje stavbe

Prezračevanje ima, poleg vpliva na kakovost bivalnega ugodja, občuten vpliv na rabo energije za ogrevanje stavbe. Prekomerno prezračevanje botruje visokim prezračevalnim izgubam in posledično višjim stroškom ogrevanja, nezadostno zračenje pa lahko ima negativne posledice, ki se kažejo tako na zdravju uporabnikov stavbe kot na sami stavbi (nastanek plesni).

Notranji prostori se lahko prezračujejo na dva načina, in sicer naravno ali prisilno. Naravno prezračevanje se izvede z odpiranjem oken in vrat, pri čemer je zelo pomembno, da se prezračevanje izvede pravilno, in sicer z odpiranjem na stežaj v enakomernih intervalih. Energetsko najbolj učinkovito je kratkotrajno zračenje na prepih, izogibati pa se je potrebno dolgotrajnemu zračenju pri odprtih oknih na ventus.

Iz energetskega vidika je zato boljša možnost kontrolirano prezračevanje s prezračevalnim sistemom z rekuperacijo toplote. Postopek rekuperacije toplote omogoča prenos dela toplote z odvedenega zraka na sveži dovedeni zrak. Za dovod svežega zraka skrbi dovodni ventilator, ki svež zrak v prostore dovaja preko filtra in prenosnika toplote. Izrabljen zrak se iz prostora preko filtra in prenosnika toplote odvaja s pomočjo odvodnega ventilatorja. Tak sistem zagotavlja optimalne bivalne pogoje ob čim manjši izgubi toplotne energije, z dodatno napravo za hlajenje pa se lahko dosegajo ugodni bivalni pogoji tudi v poletnem času.

Pri načrtovanju vgradnje prezračevalnega sistema je potrebno upoštevati, da bo na toplotni energiji za ogrevanje stavbe sicer možen prihranek, se bo pa zaradi delovanja sistema povišala raba električne energije. Centralni prezračevalni sistemi pa žal terjajo tudi visoko investicijo, ker se poleg samega sistema posega tudi v samo konstrukcijo stavbe, saj je za kanalni razvod potrebno izvesti preboje. Alternativa so zato lokalne prezračevalne naprave z rekuperacijo toplote, ki ne potrebujejo kanalnega razvoda in so

enostavnejše za samo namestitev. V naslednji preglednici so prikazani možni ukrepi na sistemih za prezračevanje ter možni prihranki energije.

Preglednica 19: Možni ukrepi na sistemih za prezračevanje

Opis ukrepa	Možni prihranek	Investicija	Povračilna doba
Vgradnja centralnega prezračevalnega sistema z rekuperacijo toplote	do 15 %	visoka	visoka
Vgradnja lokalnih prezračevalnih naprav z rekuperacijo toplote	do 15 %	srednja	visoka

8.6 Električna energija

Raba električne energije je pogojena z namembnostjo stavbe, dejavnostjo, ki se v njej opravlja ter časom obratovanja stavbe. Velik del električne energije praviloma porabi razsvetljava ter razne električne naprave, ki se vsakodnevno uporabljajo pri dejavnosti v stavbi (odvisno od namembnosti stavbe), del električne energije pa porabijo tudi energetski sistemi za zagotavljanje bivalnega ugodja (ogrevalni sistem, klimatske naprave, električni grelniki vode…).

Prihranki električne energije se lahko dosežejo že z organizacijskimi ukrepi (redno izklapljanje naprav in razsvetljave), večji prihranki pa se lahko dosežejo z uporabo električnih naprav visokih energijskih razredov (A, A+, A++). Investicija v nakup energijsko učinkovitih naprav je sicer visoka (odvisno od naprave), a so lahko tudi prihranki veliki, povračilna doba pa relativno kratka.

Pri stavbah, ki so veliki porabniki električne energije, velik del stroškov električne energije predstavljajo fiksni stroški, ki so odvisni od obračunske in konične moči. Predvsem so problematične električne naprave z večjo priključno močjo, zato se predlaga optimizacija delovanja in kontinuirana raba električnih porabnikov z večjo priključno močjo tekom dneva. S pravilno optimizacijo se lahko zmanjša raba električne energije, hkrati pa se lahko zniža tudi obračunska moč in posledično fiksni stroški. V naslednji preglednici so prikazani možni ukrepi za prihranek električne energije in stroškov ter možni prihranki električne energije.

Preglednica 20: Možni ukrepi za prihranek električne energije

Opis ukrepa	Možni prihranek	Investicija	Povračilna doba
Omejevanje konične moči v stavbi	do 30 % pavšala obračunske moči	/	/
Menjava energetsko neučinkovitih električnih naprav z napravami visokih energijskih razredov (A, A+, A++)	odvisno od naprave	odvisno od naprave	odvisno od naprave
Menjava obstoječih elektropogonov z energetsko učinkovitejšimi elektromotorji	odvisno od naprave	odvisno od naprave	odvisno od naprave

8.7 Razsvetljava

Razsvetljava je zagotovo med večjimi porabniki električne energije v stavbi. Nameščati je potrebno energetsko učinkovito razsvetljavo, ki ima nižjo rabo električne energije, posledično pa bodo nižji tudi obratovalni stroški. S primernimi ukrepi se lahko prihrani tudi več kot 50 % električne energije, ki je porabi posamezna naprava, hkrati pa se lahko zniža tudi priključno moč stavbe. Z menjavo energetsko neučinkovitih svetil in s pravilnim upravljanjem razsvetljave se lahko poleg prihrankov energije doseže tudi boljša osvetljenost prostorov, kar vpliva na boljše počutje uporabnikov in njihovo večjo delovno storilnost, upravljanje in vzdrževanje sodobnih svetil pa je praviloma enostavnejše. Pred sanacijo razsvetljave je potrebno izvesti natančne meritve osvetljenosti ter s tem določiti ustreznost razsvetljave in pripraviti idejni projekt osvetlitve, ki bo ustrezal specifičnim pogojem prostorov v stavbi.

Za zmanjšanje rabe električne energije se tako predlaga menjava starejših energetsko neučinkovitih svetilk, ki so praviloma zelo potratne. V svetilkah, ki so energetsko učinkovite (npr. že imajo zrcalni raster) se predlaga menjava klasičnih sijalk s kompaktnimi sijalkami ali led svetili. Predlaga se tudi menjava elektromehanskih predstikalnih naprav (dušilk) z elektronskimi predstikalnimi napravami v svetilkah s fluorescentnimi sijalkami. Elektronske predstikalne naprave delujejo v frekvenčnem območju med 20 kHz in 100 kHz (elektromehanske delujejo zgolj z omrežno napetostjo 50 Hz), zato so svetlobni izkoristki fluorescentnih sijalk višji, saj pri višjih frekvencah v fluorescentni cevi nastane več prostih elektronov, ki s svojo kinetično energijo izbijejo več fotonov kot pri nižji omrežni frekvenci. Delovanje pri višjih frekvencah odpravi tudi neželeno utripanje fluorescentnih sijalk (stroboskopski efekt). Elektronska predstikalna naprava tudi vzdržuje konstantno napetost sijalke, zato ta za vklop ne potrebuje štarterja, saj se pulz vklopne napetosti generira elektronsko.

Kjer je to mogoče se predlaga tudi namestitev regulacije osvetljenosti svetilk v odvisnosti od naravne (zunanje) osvetljenosti. V prostorih, kjer ni stalno prisotnih uporabnikov (sanitarije, stopnišča…), se predlaga namestitev senzorjev gibanja za vklop razsvetljave. V preglednici spodaj so prikazani možni ukrepi na razsvetljavi ter možni prihranki električne energije.

Preglednica 21: Možni ukrepi na razsvetljavi

Opis ukrepa	Možni prihranek	Investicija	Povračilna doba
Menjava energetsko neučinkovitih svetilk z LED svetili	do 70 % na svetilko	visoka	dolga
Menjava klasičnih sijalk z energetsko učinkovitejšimi	do 80 % na sijalko	srednja	srednja
Menjava klasičnih elektromehanskih predstikalnih naprav z elektronskimi predstikalnimi napravami	do 75 % na napravo	srednja	srednja
Namestitev senzorjev gibanja za vklop razsvetljave v zato primernih prostorih (hodniki, sanitarije…)	do 40 % na svetilko	srednja	dolga

9 UKREPI ZA ZMANJŠANJE RABE ENERGIJE

Investicijski ukrepi v izboljšanje in posodobitev tehnoloških procesov in energetske učinkovitosti ovoja stavbe imajo običajno visoke investicije za izvedbo ter dolgo vračilno dobo, zato je njihovo kvalitetno načrtovanje bistvenega pomena za doseganje največjih možnih prihrankov. Na podlagi ogleda in energetske analize stavbe ter procesov so predlagani naslednji ukrepi:

Osveščanje in izobraževanje deležnikov v stavbi ter ciljno spremljanje rabe

Varčevanje z energijo se začne že v glavah uporabnikov stavb. Čeprav se zdi, da se lahko z mehkimi ukrepi v stavbah namenjenih vzgoji in izobraževanju prihrani zgolj znaten del potrebne energije, temu ni tako, saj dobre navade deležniki zagotovo implementirajo tudi v domačem okolju. Spremembe vsakdanjih navad, ki pozitivno vplivajo na energetsko učinkovitost stavb, zagotovo dvigujejo tudi življenjski standard sodobnega in energetsko osveščenega človeka.

Stavbe namenjene vzgoji in izobraževanju so med tednom praviloma zasedene tekom celotnega dne (dopoldne izobraževanje, popoldne delavnice, izobraževanja in čiščenje, oddajanje telovadnice…). Organizacijski ukrepi temeljijo na osveščanju, izobraževanju in informiranju vseh deležnikov v stavbi (vsakodnevni obiskovalci, naključni dnevni obiskovalci, zaposleni, vzdrževalci, lastnik, upravnik…). Vse ukrepe lahko izvaja strokovno usposobljena oseba (energetski menedžer), lahko tudi iz vrst uporabnikov, zato so lahko stroški minimalni. Ocena investicije zajema usposabljanje, osveščanje in izobraževanje uporabnikov stavbe, in sicer kontinuirano v dogovorjenem časovnem obdobju. Stroški ukrepov so običajno povezani predvsem s pripravo informacijskih gradiv, seminarjev, delavnic, vključujejo pa tudi energetsko upravljanje stavbe. Energetski menedžer naj terminsko določi izvajanje ukrepov in ciljno rabo energije ter skrbi za doseganje zastavljenih vrednosti.

V nadaljevanju je podanih še nekaj načinov, kako preprosto, a učinkovito z mehkimi ukrepi prihraniti pri rabi energije in vode ter stroških:

- Analiza obračuna rabe električne energije (preveriti obračun po enotni tarifi).
- V ogrevalni sezoni kondicionirati prostore zgolj na potrebno predpisano temperaturo, ki je določena v takšnem temperaturnem razponu, da ustreza večini uporabnikov stavbe. Vsaka dodatna stopinja pomeni 6 % višjo rabo energije, zato je toplo in oprijeto oblačenje v plasteh veliko ugodnejša in prijaznejša rešitev kot višanje temperature zraka v prostoru.
- Grelna telesa naj ne bodo zastrta z zavesami ali pohištvom, saj to viša rabo. Grelna telesa je potrebno tudi redno čistiti, saj prah in umazanija ovirata pretok toplote.
- Ko je vključeno ogrevanje (ali hlajenje) stavbe, je potrebno zapirati okna in vrata, o tem pa obveščati tudi ostale uporabnike stavbe.

- Redno je potrebno spremljati funkcionalnost tesnil stavbnega pohištva in jih po potrebi menjati, saj se tako izboljša zrakotesnost stavbe.
- Ogromno energije se lahko prihrani tudi s pravilnim naravnim prezračevanjem, in sicer je potrebno okna v kratkih in rednih intervalih popolnoma odpreti in prostore prezračiti na prepih. V stavbah za izobraževanje je na tak način potrebno prezračevati med vsakim odmorom. Izogibati se je potrebno daljšemu odpiranju oken na nagib.
- Na steno za grelnim telesom se priporoča namestitev aluminijaste obloge, ki odbija toploto v sredino prostora, kar izboljša občutek bivalnega udobja.
- Luči je potrebno izklopiti, ko te niso v uporabi ali ko je njihovo delovanje nepotrebno, hkrati je potrebno maksimalno koristiti naravno svetlobo.
- Sijalke naj bodo čiste, saj prah in umazanija ovirata prehod svetlobe.
- Na ugodno počutje in znižanje stroškov električne energije za razsvetljavo vplivajo tudi svetle barve stropov in sten, ki odbijajo več svetlobe (redno beljenje).
- Toplo sanitarno vodo je potrebno uporabljati zmerno in pipe vestno zapirati. Redno je potrebno spremljati funkcionalnost tesnil na pipah in jih po potrebi menjati, saj puščanje 10 kapljic vode na minuto pomeni 170 litrov nepotrebne izgube vode na mesec.
- Pisarniške naprave in ostale električne aparate namenjene izobraževanju je potrebno ob neuporabi izklapljati, saj porabljajo električno energijo tudi v stanju pripravljenosti.
- Računalnike je potrebno ob neuporabi izklopiti, saj je tudi ohranjevalnik zaslona zelo velik porabnik električne energije
- Podrobno spremljati rabo jalove energije in po potrebi namestiti opremo za kompenzacijo.
- Redno izvajati preglede in servise energetskih in ostalih naprav, ki so veliki porabniki energije.
- Namestitev zapiral na osebne prehode za vstop in izstop iz stavbe.

Prihranek energije zaradi osveščanja in izobraževanja deležnikov v stavbi ter ciljnega spremljanja rabe je skladno z metodologijo v Pravilniku o metodah za določanje prihrankov energije in na podlagi izkustev ločeno za električno in toplotno energijo predpostavljen v višini 3 % od referenčne rabe toplotne energije in referenčne rabe električne energije. Ob doslednem upoštevanju predlaganih, pretežno organizacijskih ukrepov, je potencial prihrankov še precej višji.

Obstoječe stanje		Novo stanje	
Stanje:	**Interno energetsko knjigovodstvo.**	Stanje:	**Implementacija organizacijskih ukrepov.**
Referenčna raba električne energije:	**60.117 kWh**	Potencial zmanjšanja rabe električne energije:	**1.804 kWh**
Referenčna raba toplotne energije:	**662.215 kWh**	Potencial zmanjšanja rabe toplotne energije:	**19.866 kWh**

Menjava energetsko neučinkovitega stavbnega pohištva

Za vrednotenje potenciala prihranka toplotne energije je bila izvedena analiza gradbene fizike stavbe. Za analizo energetskih tokov v stavbi je bilo uporabljeno Orodje za izračun energijske učinkovitosti stavb (V.160), s katerim se je kreiral model stavbe, ki zajema njene dejanske karakteristike.

V sklopu energetske prenove stavbe je predvidena menjava vsega energetsko neučinkovitega fasadnega stavbnega pohištva. Obstoječi starejši energetsko neučinkoviti okenski elementi se zamenjajo z novimi okni z več komornimi okvirji s prekinjenim toplotnim mostom ali lesenimi okvirji ($U_{f,\ max}$ = 1,00 W/m^{2}K, $U_{w,\ max}$ = 0,92 W/m^{2}K). Zasteklitev naj bo izvedena s troslojno zasteklitvijo ($U_{g,\ max}$ = 0,90 W/m^{2}K). Določeni elementi, katerih parapeti so nižji kot 90,0 cm, naj imajo predvideno varnostno VSG zasteklitev (PVB folija 0,76 mm notranjega in zunanjega stekla). Okna naj bodo opremljena z zunanjimi alu žaluzijami s fiksnimi stranskimi vodili, ki preprečujejo prekomerno pregrevanje notranjosti zaradi sončnega obsevanja in omogočajo ustrezno zatemnitev prostorov. Upravljanje žaluzij naj se izvede preko elektromotorja in notranjega stikala.

Novi vgrajeni elementi stavbnega pohištva naj izpolnjujejo naslednje predpisane karakteristike:

- vodotesnost: min. 7A
- zračna prepustnost: razred 4
- obremenitve vetra: min. C3
- toplotna izolativnost: $U_{w,\ max}$ = 0,92W/m^{2}K, $U_{f,\ max}$ = 1,00 W/m^{2}K
- zasteklitev: $U_{g,\ max}$ = 0,9 W/m^{2}K (troslojno izolacijsko steklo), medstekelni distančnik izdelan iz umetne mase prevlečen z INOX folijo Ψg < 0,038 W/mK (kot npr. TGI distančnik ali enakovredno), steklo g = 0,50 %, steklo prepustnost svetlobe = 72 %. Vsi elementi, ki imajo višino parapeta manjšo od 90,00 cm morajo imeti varnostno VSG zasteklitev (PVB folija 0,76 mm, notranje in zunanje steklo)
- okovje: trotočkovni tečaji, vrtljivo-nagibno okovje activPilot proizvajalca Winkhaus ali podobno, zapirni elementi v obliki gobice po celem obodu z ročno nastavitvijo brez orodja in sistemska alu kljuka
- Okvirji imajo na zgornji prečki vgrajene razširitvene profile zaradi vgradnje zunanjih žaluzij. Kvaliteta in obdelava razširitvenih profilov mora biti enaka okenskim krilom. Odpiranje kril se uskladi z obstoječim stanjem.
- zunanje senčilo: zunanja podometna oziroma nadometna alu žaluzija z lamelo T80mm in podometno škatlo ter stranskimi fiksnimi vodili, ki zagotavljajo fiksiranje žaluzij ob močnih sunkih vetra; upravljanje preko elektromotorja in notranjega stikala.
- okenske police: notranje tipske kamnite police iz tehničnega marmorja po vzorcu obstoječih polic, zunanje police v alu izvedbi v barvi fasade in z odkapnim robom s previsom minimalno 3,00 cm preko zunanje linije fasade in z naklonom stran od objekta.

V sklopu celovite energetske prenove stavbe je predvidena tudi menjava vseh vhodnih vrat na nivoju

terena. Elementi naj imajo glede na izpostavljenost in predvideno frekvenco prehodov alu profile enakih energetskih karateristik kot ostali elementi stavbnega pohištva. Okovje stranskih vrat naj bo integrirane oz. skrite izvedbe. Vgradi naj se zasteklitev $U_{g,\,max}$ = 0,9 W/m^{2}K in varnostne izvedbe (PVB folija 0,76 mm), notranjega in zunanjega stekla. Na glavnih vhodih, kjer so izvedeni vetrolovi, se predlaga vgradnja energetsko učinkovitih novih avtomatskih vrat s senzorskim odpiranjem. Predlaga se tudi menjava dvižnih garažnih vrat z energetsko učinkovitejšimi ($U_{w,\,max}$ = 1,40 W/m^{2}K). Vrata naj imajo sredico lamel polnjeno s poliuretansko peno, na prehodih lamel naj imajo dvojno utorno tesnilo in dvojno talno tesnilo, ki izravna talne neravnine in s tem zmanjša energijske izgube.

Vsi elementi naj se vgrajujejo na zunanji rob obodnih zidov po smernicah RAL.

Zaradi upoštevanja dodatnih potreb (statika, Zeleno javno naročanje…) se lahko v sklopu drugačne projektantske rešitve vgradi drugačno stavbno pohištvo, a s primerljivimi energetskimi karakteristikami.

Obstoječe stanje		**Novo stanje**	
Stavbno pohištvo:	**Pretežno energetsko neučinkovita okna s PVC okvirji in dvoslojno zasteklitvijo.**	Stavbno pohištvo:	**Energetsko učinkovito stavbno pohištvo.**
Referenčna raba toplotne energije:	**662.215 kWh**	Potencial zmanjšanja rabe toplotne energije:	**120.370 kWh**
Potencial zmanjšanja rabe toplotne energije:	**18,2 %**		

Toplotna zaščita krovnih površin

Za vrednotenje potenciala prihranka toplotne energije je bila izvedena analiza gradbene fizike stavbe. Za analizo energetskih tokov v stavbi je bilo uporabljeno Orodje za izračun energijske učinkovitosti stavb (V.160), s katerim se je kreiral model stavbe, ki zajema njene dejanske karakteristike.

Strehe so zasnovane kot dvokapnice. Strehe so delno pokrite z opečno kritino delno pa pločevino. Pretežni del ostrešij je izveden z lesenimi nosilnimi elementi, strešina je podeskana. Podstrešja so pretežno neizkoriščena. Z ustrezno debelino toplotne zaščite je izvedena le mansarda, kjer se nahaja fitnes. Ostali stropi proti nepohodnim podstrešjem so toplotno zaščiteni s tanjšim slojem mineralne volne, strop proti pohodnemu delu podstrešja pa ni toplotno zaščiten.

Na zgornji strani konstrukcije pohodnih stropov proti podstrešju (najstarejši del stavbe, neizkoriščen podstrešni del mansarde, kjer je fitnes in strop nad delavnicami) se predlaga namestitev toplotne zaščite iz ekstrudiranega polistirena ali trše mineralne volne skupne debeline vsaj 18,00 cm, in sicer v več slojih, izvedeno s preklopi. Pohodna površina, ki je pretežno namenjena servisnim pregledom stavbe se lahko izvede s krovno leseno oblogo (kot npr. OSB). Za preprečitev zamakanja in posledično poslabšanja toplotnih lastnosti toplotne zaščite se predlaga, menjava starejše kritine na manjšem delu najstarejšega dela stavbe (sleme S-J). Strešne kritine ostalih delov stavbe so v dobrem stanju.

V telovadnici je streha izvedena z armiranobetonskimi nosilci in prekrita z betonskimi prefabrikati in pločevinasto kritino. Ker je notranjost telovadnice izkoriščena povsem do naklonske strešne konstrukcije (ni podstrešja) se predlaga dodatna toplotna zaščita strehe z notranje strani, in sicer v izvedbi spuščenega stropa z ustrezno finalno oblogo. Med podkonstrukcijo spuščenega stropa se namesti mineralna volna v debelini 20,00 cm (λ= 0,034 W/mK).

Zaradi upoštevanja dodatnih potreb (statika, Zeleno javno naročanje…) je lahko v sklopu drugačne projektantske rešitve dejanska izvedba drugačna, a s primerljivimi energetskimi karakteristikami.

Obstoječe stanje		**Novo stanje**	
Streha-strop:	**Pretežno neustrezno toplotno zaščitene površine.**	Streha-strop:	**Toplotno zaščitena streha-strop z dodatnim slojem toplotne zaščite debeline vsaj 20 cm.**
Referenčna raba toplotne energije:	**662.215 kWh**	Potencial zmanjšanja rabe toplotne energije:	**49.398 kWh**
Potencial zmanjšanja rabe toplotne energije:	**7,5 %**		

Toplotna zaščita zunanjih sten

Za vrednotenje potenciala prihranka toplotne energije je bila izvedena analiza gradbene fizike stavbe. Za analizo energetskih tokov v stavbi je bilo uporabljeno Orodje za izračun energijske učinkovitosti stavb (V.160), s katerim se je kreiral model stavbe, ki zajema njene dejanske karakteristike.

Zunanje stene stavbe niso ustrezno toplotno zaščitene, zato se predlaga energetska sanacija fasad, s čemer bodo odpravljeni tudi ploskovni, linijski in točkovni toplotni mostovi. Poleg izolacije obodnih zidov nad terenom je potrebno izolirati tudi zidove pod koto nič, ki mejijo neposredno na teren. Tukaj je poleg same toplotne prehodnosti potrebno sanirati tudi hidroizolacijo, ki bo preprečila vdor vlage v objekt kar lahko slabša kvaliteto mikroklime v prostorih in lahko nevarno poškoduje nosilno konstrukcijo in s tem oslabi stabilnost objekta. Poseg je zaradi območja varovanja s strani Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije precej specifičen, zato je njegova izvedba odvisna od uskladitve projektanta in strokovnih sodelavcev zavoda. Na ostale stavbe se na zunanji strani izvede kontaktna toplotnoizolacijska fasada. Kot primerna izolacija za izvedbo nove kontaktne fasade se predlaga fasadna izolacijska plošča iz kamene volne (λ= 0,034 W/mK, požarni razred A1, difuzijski upor μ = 1, razplastna trdnost TR ≥ 7,5 kPa), kot npr. tipa KI FKD-N Thermal. Debelina sloja toplotne izolacije naj bo minimalno 14,0 cm. Osnovna izolacija se sidra z namenskimi PVC podaljšanimi sidri, ki morajo segati neposredno v nosilno podlago do globine min. 5,0 cm. Sidra morajo biti obložena z namenskimi izolativnimi rozetami, enakega materiala kot sama izolacija. Izvede se naj 5 sider na ploščo, in sicer s podložko tipa PPV. Fasada se naj finalizira s sistemskim fasadnim ometom tankoslojne kontaktne fasade v sestavi armirnega sloja in zaključnega silikonskega fasadnega ometa (granulacija se glede na zahteve ZVKDS določi nakdnadno). Predlaga se uporaba vremensko odpornega pastoznega ometa za intenzivne in sijajne barvne odtenke, katerega posebno dobra vezava pigmentov omogoča najvišjo stabilnost barvnega odtenka. Omet mora biti vremensko odporen, vodoodbojen, vpojnost vlage razreda W3, difuzijska upornost prehodu vodne pare razreda V2 (μ cca. 70 – 80), toplotna prehodnost pa cca. 0,70 W/mK. V kolikor je potrebno na stavbi po namestitvi kontaktne fasade ponoviti določene štukature, se naj te izvedejo prefabricirano iz ekstrudiranega polistirena. Pred namestitvijo fasade je obvezna preveritev statične in dinamične stabilnosti stavbe ter izvedba ukrepov za izboljšanje njene protipotresne varnosti. V kolikor se izkaže potreba po dodatnih ojačitvah se predlaga uporaba karbonskih lamel. Zaradi upoštevanja dodatnih potreb (statika, Zeleno JN…) je lahko v sklopu drugačne projektantske rešitve dejanska izvedba drugačna, a s primerljivimi energetskimi karakteristikami.

Obstoječe stanje		**Novo stanje**	
Stene:	**Neustrezno toplotno zaščitene stene.**	Stene:	**Dodatna toplotna zaščita debeline vsaj 18 cm.**
Referenčna raba toplotne energije:	**662.215 kWh**	Potencial zmanjšanja rabe toplotne energije:	**127.161 kWh**
Potencial zmanjšanja rabe toplotne energije:	**19,2 %**		

Namestitev termostatskih ventilov in termostatskih glav na grelna telesa

Pri ogledu stavbe je bilo ugotovljeni, da imajo grelna telesa pretežno nameščene starejše termostatske ventile, ki so delno brez termostatskih glav ali pa so te poškodovane, delno pa so nameščeni klasični ventili, ki omogočajo zgolj ročno pripiranje (omejevanje) pretoka ogrevalnega medija. Predlaga se, da se na grelnih telesih obstoječi ventili menjajo s termostatskimi ventili s termostatskimi glavami, menjajo naj se tudi spodnji kotni ventili. Celotna menjava ventilov (195 kosov) je smiselna le ob celoviti prenovi ogrevalnega sistema in ob menjavi starih dotrajanih rebrastih grelnih teles (96 kosov). Z namestitvijo termostatskih ventilov se bodo dosegli optimalni pretoki prek ogreval, termostatske glave pa bodo omogočale lokalno nastavitev temperature v posameznem prostoru. Predlaga se namestitev ojačanih termostatskih glav s plinskim polnilom, z možnostjo regulacije temperature v razponu med 5 °C in 26 °C. Termostatske glave naj omogočajo blokado nastavitev najvišje ter najnižje temperature.

Za učinkovito delovanje ogrevalnega sistema kot celote je potrebno razvod po namestitvi novih ventilov tudi hidravlično uravnotežiti. Na ustrezna mesta razvoda je potrebno vgraditi ventile za hidravlično uravnoteženje ter merilne instrumente za nastavitev in nadzor doseženih pretokov vključno s pripadajočo opremo.

Obstoječe stanje		**Novo stanje**	
Tehnologija:	**Delno klasični ventili, delno termostatski ventili.**	Tehnologija:	**Termostatski ventili s termostatskimi glavami.**
Referenčna raba toplotne energije:	**662.215 kWh**	Potencial zmanjšanja rabe toplotne energije:	**13.814 kWh**
Potencial zmanjšanja rabe toplotne energije:	**2,1 %**		

Implementacija toplotne črpalke za ogrevanje in prenova kotlovnice ter razvodnega sistema ogrevanja[8]

Stavba se trenutno ogreva s toploto, ki se s kotli na zemeljski plin pripravlja v sosednji stavbi. Poleg izboljšanja zahtevanih energetskih karakteristik stavbe, je potrebno prenoviti tudi kotlovnico in zagotavljati zahtevani delež obnovljivih virov energije. Zaradi navedenega se predlaga ločitev ogrevalnega sistema od sosednje stavbe. Predlaga se implementacija toplotne črpalke za ogrevanje stavbe v kaskadni izvedbi, sistema zrak voda ali primerljivo izveden toplotni sistem. Toplotno črpalko je smiselno implementirati le ob izvedbi ostalih ukrepov optimalnega scenarija, saj je izvedba iz energetskega in ekonomskega vidika le tako upravičena (izboljšanje toplotnih karakteristik ovoja in namestitev sončne elektrarne), dosežen bo tudi zahtevani delež obnovljivih virov energije. Referenčni COP faktor agregata toplotne črpalke naj znaša vsaj 3,0. Z invertersko toplotno črpalko je mogoče sistem nadgraditi za pohlajevanje stavbe v prehodnem obdobju (poleti je stavba pretežno nezasedena).

V obstoječi kotlovnici se predlaga celovita prenova razvodnega sistema in nova delitev razvoda za posamezne dele stavbe. Smiselna je ločitev na dodatne ogrevalne veje. Ogrevalne veje naj bodo opremljene s frekvenčno vodenimi obtočnimi črpalkami in kalorimetri z daljinskim odčitavanjem za spremljanje učinkov izvedene investicije. Za učinkovito delovanje ogrevalnega sistema kot celote je potrebno razvod hidravlično uravnotežiti. Na ustrezna mesta razvoda je potrebno vgraditi ventile za hidravlično uravnoteženje ter merilne instrumente za nastavitev in nadzor doseženih pretokov vključno s pripadajočo opremo. Zaradi namestitve novih energetsko učinkovitejših obtočnih črpalk je potencial tudi za prihranek električne energije. Za ciljno spremljanje rabe toplotne energije je potrebno vsako ogrevalno vejo opremiti s kalorimetrom za lokalno spremljanje rabe toplotne energije. Predlaga se namestitev kalorimetrov z možnostjo daljinskega spremljanja rabe energije, kar omogoča povezavo merilnikov v on line sistem, tako da so podatki energetskemu menedžerju ves čas dostopni.

Obstoječe stanje		**Novo stanje**	
Tehnologija:	**Kotel na zemeljski plin v sosednji stavbi, klasične črpalke na razvodu.**	Tehnologija:	**Toplotna črpalka in prenova razvodnega sistema ogrevanja.**
Referenčna raba toplotne energije:	**662.215 kWh**	Potencial zmanjšanja rabe toplotne energije:	**56.343 kWh[9]**
Potencial zmanjšanja rabe toplotne energije:	**8,5 %[10]**		
Referenčna raba električne energije:	**60.117 kWh**	Potencial zmanjšanja rabe električne energije:	**-105.007[11]**

[8] Zgolj sukcesivna izvedba ukrepa implementacije toplotne črpalke za ogrevanje ob neizvedbi ostalih ukrepov izboljšanja energetske učinkovitosti ovoja stavbe iz energetskega in ekonomskega vidika ni smiselna, saj bi se ob realizaciji ukrepa primarna raba energije in stroški električne energije konkretno povišali; smiselna je zgolj izvedba ukrepa v sklopu izvedbe optimalnega scenarija za celovito energetsko prenovo stavbe.

[9] Potencial prihranka, če se izvede le menjava energenta in posodobitev razvoda (brez ostalih ukrepov).

[10] Potencial prihranka, če se izvede le menjava energenta in posodobitev razvoda (brez ostalih ukrepov).

[11] Vrednosti prikazane s predznakom – ob implementaciji ukrepa kažejo na povečanje rabe energije in stroškov v primerjavi z referenčnim stanjem. Takšnih ukrepov je več, zato je za dvig bivalnega ugodja in doseganje energetskih prihrankov potrebno k prenovi pristopiti z usklajenim scenarijem večih ukrepov.

Menjava energetsko neučinkovite razsvetljave

V pretežnem delu stavbe je nameščena energetsko neučinkovita razsvetljava. Predlaga se menjava energetsko neučinkovitih svetil s sodobnejšimi svetili. Sodobna LED svetila zagotavljajo vrhunsko osvetlitev in dolgo življenjsko dobo delovanja v različnih delovnih območjih in so v primerjavo s klasičnimi svetili energetsko učinkovitejša. LED delovne luči bodo izboljšale koncentracijo slušateljev, zadovoljstvo pri ustvarjanju, splošno energetsko učinkovitost in varnost uporabnikov v stavbi.

Analiza je izvedena za menjavo ena za ena, torej menjava svetilke (2x fluo sijalka moči 36 W z linijsko nadometno LED svetilko moči 34 W). Ob prenovi razsvetljave in spremembah namembnosti prostorov se predlaga izdelava projekta osvetlitve, saj se lahko z optimizacijo osvetlitve število svetil konkretno zmanjša in po potrebi prilagodi. Predlaga se tudi višinska prilagoditev svetil na optimalno višino, in sicer se vsled ostalih izvedenih ukrepov predlaga izvedba spuščenih stropov (kot npr. Armstrong). Prikazana investicija zajema demontažo obstoječih in namestitev 251 novih LED svetil ter led reflektorjev s primernimi karakteristikami za osvetljevanje telovadnice, in sicer vključno z ustreznim kabliranjem in meritvami. V prostorih, kjer ni stalno prisotnih uporabnikov (sanitarije, stopnišča…), se predlaga namestitev senzorjev gibanja za vklop razsvetljave. Investicija zajema tudi menjavo svetil v telovadnici, in sicer z namenskimi led reflektorji, primernimi za osvetljevanje športnih površin.

Prihranki v energetsko učinkovito razsvetljavo so določeni v skladu z metodologijo v Pravilniku o metodah za določanje prihrankov energije, in sicer ob upoštevanju izkustvenih podatkov o letnem času delovanja razsvetljave (t_d = 1.250 h/an in t_n = 200 h/an). Upoštevan je bil tudi faktor istočasnosti delovanja.

Osvetlitvene razmere na delovni površini določa množica parametrov. Osnovni parametri, na katere je potrebna pozornost pri izbiri svetil, seveda poleg energetske učinkovitosti, so:

• osvetljenost, ki pove, koliko svetlobnega toka pade na enoto merjene ploskve, izražena je v fizioloških enotah luks (lx);

• enakomernost osvetljenosti celotnega prostora je definirana kot razmerje med najmanjšo in povprečno osvetljenostjo;

• svetlost je definirana s svetlobnim tokom, ki ga v enoto prostorskega kota seva enota površine svetila in jo izražamo v cd/m^2. Svetlost je odvisna od odbojnosti svetlobe opazovanega predmeta, osvetljenosti in usmerjenosti svetlobe;

• kontrast je definiran kot razmerje svetlosti med opazovanim delovnim predmetom in ozadjem;

• bleščanje je posledica je posledica neustrezne razporeditve svetlosti v vidnem polju. Poleg škodljivosti in neugodnosti, lahko v znatni meri moti delovna opravila. Bleščanje je lahko neposredno (od sijalke) ali posredno - zaradi odbojev;

• osenčenost - osvetlitev mora zagotoviti opazovanemu predmetu sence, ki ne smejo biti preostre ali pretemne. Osenčenost je definirana kot relativno znižanje osvetljenosti pri zastiranju in mora biti v mejah med 0.2 in 0.8;

• barva svetlobe - barva predmeta je odvisna od barve svetlobe, s katero predmet osvetljujemo. Kadar je bistveno razpoznavanje barve, je potrebno uporabljati svetlobne izvore, katerih barvni spekter je podoben sončnemu. Barvna temperatura umetne razsvetljave mora biti čimbolj prilagojena barvni temperaturi naravne.

Delovne površine morajo biti primerno osvetljene, po možnosti v dobri meri z naravno razsvetljavo. Zgornja meja za osvetljenost ne obstaja, ker je tudi največja osvetljenost, ki jo lahko dosežemo z umetno razsvetljavo, še vedno nižja od osvetljenosti jasnega poletnega dne!

Za ciljno spremljanje rabe električne energije se na smiselne odcepe za določene skupine električnih porabnikov predlaga namestitev merilnikov rabe električne energije z možnostjo daljinskega spremljanja, kar omogoča povezavo merilnikov v on line sistem, in sicer tako, da so podatki o rabi energetskemu menedžerju ves čas na voljo; tako trenutna raba (in time) kot raba v daljšem izbranem časovnem intervalu.

Obstoječe stanje		**Novo stanje**	
Tehnologija:	**Pretežno energetsko neučinkovita razsvetljava s fluorescentnimi sijalkami.**	Tehnologija:	**Sodobna in energetsko učinkovita LED svetila.**
Referenčna raba električne energije:	**60.117 kWh**	Potencial zmanjšanja rabe električne energije:	**15.656 kWh**
Potencial zmanjšanja rabe električne energije:	**26,0 %**		

Namestitev sončne elektrarne

Stavba trenutno za svoje delovanje ne uporablja obnovljivih virov energije, zato se predlaga namestitev sončne elektrarne. Kapne strehe orientirane na JZ in JV so za postavitev sončne elektrarne zelo primerne. Zaradi razgibanosti je potrebno elektrarno postaviti v več segmentov (ustrezen potencial ima 6 segmentov strehe s skupno površino okoli 610 m^2). Predvideva se postavitev sončnih celic na kovinsko podkonstrukcijo v naklonu strešine. Stavba je sicer velik porabnik električne energije, a je zaradi poletnih počitnic, ko je sicer proizvodnja najvišja, delna samooskrba z električno energijo iz sončne elektrarne na osnovi mesečnih obračunov ekonomsko vprašljiva. Predlaga se priključitev na nizkonapetostno omrežje. Tip in način priključitve za večinsko lastno rabo energije določi projektant za izvedbo proizvodne naprave za električno energijo skladno z zakonskimi podlagami elektro oskrbe in pogoji elektro distribucijskega podjetja.

Priključna moč sončne elektrarne bi v primeru implementacije ukrepov scenarija 2 pokrivala pretežni del letnih potreb za oskrbo z električno energijo, glede na načrtovano referenčno rabo električne energije (implementacija TČ za ogrevanje in pripravo TSV).

Na strehi je sicer mogoče namestiti fotovoltaične panele za okoli 110 kWp skupne ocenjene moči, a zaradi delnih arhitekturnih omejitev in ob predpostavki, da del strehe ostane prost za namestitev dodatnih energetskih sistemov, je bila v analizi upoštevana moč sončne elektrarne 100 kWp. Na osnovi dodatne tehnične in ekonomske študije obstaja na strehah stavb še dodaten potencial za proizvodnjo električne energije iz obnovljivega vira.

Za ciljno spremljanje delovanja sončne elektrarne se predlaga, da se ta opremi z merilniki za spremljanje proizvodnje električne energije. Predlaga se namestitev merilnikov z možnostjo daljinskega spremljanja, kar omogoča povezavo merilnika v on line sistem.

Pred namestitvijo sončne elektrarne je obvezna preveritev statične in dinamične stabilnosti stavbe ter izvedba ukrepov za izboljšanje njene nosilnosti in protipotresne varnosti.

Obstoječe stanje		**Novo stanje**	
Tehnologija:	**-**	Tehnologija:	**Sončna elektrarna na strehi.**
Referenčna raba električne energije:	**60.117 kWh**	Potencial zmanjšanja rabe električne energije:	**110.372 kWh** [12]

[12] Proizvedena količina električne energije iz sončne elektrarne, ki jo je moč namestiti na potencialno primerne površine strehe.

Namestitev toplotne črpalke za pripravo tople sanitarne vode			
Topla sanitarna voda se pripravlja pretežno za sanitarije, del učilnic in garderobe telovadnice in delavnic, in sicer centralno s toplotno energijo iz kotla na zemeljski plin. Vsled zagotavljanja obnovljivih virov v energetski bilanci stavbe se kot primarni način priprave tople sanitarne vode predlaga namestitev toplotne črpalke sistema zrak voda. Lokacijsko se lahko toplotna črpalka umesti v obstoječo kotlovnico. Predlaga se namestitev zalogovnika za toplo sanitarno vodo z volumnom 800 l, ki omogoča pripravo oziroma shranjevanje vode v slojih. Referenčni COP faktor agregata toplotne črpalke naj znaša vsaj 3,3. Dodatno se lahko z vodenim zrakom iz toplotne črpalke v poletnih mesecih pohlajujejo tudi sosednji prostori. Pretežni del energije za pripravo tople sanitarne vode bo pretvorjen iz energije okolja, se bo pa zaradi implementacije toplotne črpalke, glede na referenčno rabo povečala raba električne energije.			
Obstoječe stanje		**Novo stanje**	
Tehnologija:	**Priprava tople sanitarne vode s kotlom na zemeljski plin.**	Tehnologija:	**Toplotna črpalka tip zrak-voda za pripravo tople sanitarne vode.**
Referenčna raba toplotne energije:	**662.215 kWh**	Potencial zmanjšanja rabe toplotne energije:	**37.114 kWh**
Potencial zmanjšanja rabe toplotne energije:	**5,6 %**		
Referenčna raba električne energije:	**60.117 kWh**	Povišanje rabe električne energije:	**-13.553 kWh**
Povišanje rabe električne energije:	**-22,6 %**		

10 PRIHRANKI, POTREBNA INVESTICIJSKA SREDSTVA IN ENOSTAVNA POVRAČILNA DOBA

Ocena stroškov za implementacijo investicijskih ukrepov je izdelana na osnovi podatkov, ki so bili zbrani med terenskim pregledom stavbe in na osnovi analize gradbene fizike za področje učinkovite rabe energije v stavbi ter na podlagi Pravilnika o metodologiji za izdelavo in vsebino energetskega pregleda (Uradni list RS, št. 41/16 in 158/20 – ZURE). Ker so se cene energentov v zadnjem obdobju precej povišale, bodo ob nadaljnjem vztrajanju cen energentov na trenutni ravni enostavne povračilne dobe pri ukrepih še krajše. Zaradi nestanovitnosti cen energentov na trgu je bila v analizah potenciala prihrankov upoštevana specifična cena energentov v letu 2022. Potrebna investicijska sredstva za implementacijo ukrepov ter enostavne povračilne dobe, določene na osnovi referenčne rabe in specifičnih cen energentov, so podane v naslednji preglednici. Kot referenčna raba električne energije je privzeta povprečna raba električne energije v referenčnem obdobju, referenčna raba toplotne energije za ogrevanje stavbe in toplotne energije za pripravo tople sanitarne vode pa je bila določena računsko.

Preglednica 22: Prihranki, investicije in enostavne povračilne dobe predlaganih ukrepov

Opis ukrepa	Možni letni prihranki				Investicija z DDV (€)	Enostavna povračilna doba (leta) [13]
	kWh		€			
	TE	EE	TE	EE		
Investicijski ukrepi						
2. Menjava stavbnega pohištva	120.370	-	6.753	-	769.210	nad 30
3. Toplotna zaščita krovnih površin	49.398	-	2.771	-	304.512	nad 30
4. Toplotna zaščita zunanjih sten	127.161	-	7.134	-	467.870	nad 30
5. Namestitev termostatskih ventilov s termostatskimi glavami na grelna telesa	13.814	-	775	-	72.956	nad 30
6. Implementacija toplotne črpalke za ogrevanje in prenova kotlovnice ter razvodnega sistema ogrevanja[14]	56.343	-105.007[15]	3.161	-14.414	293.410	/[16]
7. Menjava energetsko neučinkovite razsvetljave	-	15.656	0	2.149	119.426	nad 30
8. Namestitev sončne elektrarne	-	110.372	0	15.151	153.300	10,1
9. Namestitev toplotne črpalke za pripravo tople sanitarne vode[17]	37.114	-13.553	2.082	-1.860	30.927	nad 30

[13] Ker je vzporedno pripravljena tudi podrobnejša investicija dokumentacija (DIIP) so v njej predstavljene tudi podrobnejše analize neto sedanje vrednosti in interne stopnje donosa za posamezni prikazan scenarij ukrepov.

[14] Zgolj sukcesivna izvedba ukrepa implementacije toplotne črpalke za ogrevanje ob neizvedbi ostalih ukrepov izboljšanja energetske učinkovitosti ovoja stavbe iz energetskega in ekonomskega vidika ni smiselna, saj bi se ob realizaciji ukrepa primarna raba energije in stroški električne energije konkretno povišali; smiselna je zgolj izvedba ukrepa v sklopu izvedbe optimalnega scenarija za celovito energetsko prenovo stavbe.

[15] Vrednosti prikazane s predznakom – ob implementaciji ukrepa kažejo na povečanje rabe energije in stroškov v primerjavi z referenčnim stanjem. Takšnih ukrepov je več, zato je za dvig bivalnega ugodja in doseganje energetskih prihrankov potrebno k prenovi pristopiti z usklajenim scenarijem večih ukrepov.

[16] Zaradi povišanja obratovalnih stroškov ob implementaciji ukrepa je prikaz povračilne dobe nerelevanten.

[17] Pri izračunu rabe energije za pripravo TSV po sanaciji je upoštevana povečana raba tople vode zaradi načrtovanega povečanega števila uporabnikov po izvedeni sanaciji stavbe.

11 EKOLOŠKA PRESOJA PREDLAGANIH UKREPOV

Ekološka presoja ukrepov je pomembna pri odločitvi za njihovo implementacijo. V fazi načrtovanja ukrepov je potrebno upoštevati tudi vpliv na okolje, in sicer določeni izdelki v fazi proizvodnje zahtevajo veliko energije in obremenjujejo okolje, zato je dobro upoštevati, da imajo izdelki in storitve čim manjši ogljični odtis (carbon footprint). Pri implementaciji tehničnih ukrepov je potrebno paziti tudi na bivalno ugodje, da se to v stavbi ne bi poslabšalo, saj se rabe energije ne sme zmanjševati na račun poslabšanja razmer v stavbi (znižanje temperature ogrevanja, zmanjšanje osvetljevanja...). Ukrepe je potrebno izvajati skrbno, s končnim ciljem izboljšanja kakovosti bivanja ob hkratnem zmanjšanju rabe energije.

Implementacija investicijskih ukrepov praviloma zahteva večje posege v stavbo. Z vgradnjo sodobne tehnologije in sodobnih energetskih sistemov za ogrevanje, klimatizacijo, prezračevanje in razsvetljavo se lahko zmanjša raba energije in posledično tudi emisije CO_2. Izvedba posameznih ukrepov mora biti skrbno načrtovana tudi z vidika varovanja okolja (ekološko odstranjevanje odpadkov, uporaba ekološko čistih materialov in storitev, izogibanje nepotrebnim posegom v okolico...).

Na osnovi analize gradbene fizike za področje učinkovite rabe energije v stavbi znaša zmanjšanje izpustov CO_2 ob implementaciji vseh investicijskih ukrepov, vključno z upoštevanjem menjave energenta za ogrevanje **134,8 t**.

12 ENOTEN PRIKAZ PREDLAGANIH UKREPOV

Naziv ukrepa:
Osveščanje in izobraževanje deležnikov v stavbi ter ciljno spremljanje rabe
Opis ukrepa:

Stroški organizacijskih ukrepov so povezani predvsem s pripravo informacijskih gradiv, seminarjev, delavnic, vključujejo pa tudi energetsko upravljanje stavbe. Energetski menedžer naj terminsko določi izvajanje ukrepov in ciljno rabo energije ter skrbi za doseganje zastavljenih vrednosti.

V nadaljevanju je podanih še nekaj načinov, kako preprosto, a učinkovito z mehkimi ukrepi prihraniti pri rabi energije in vode ter stroških:

- Analiza obračuna rabe električne energije (preveriti obračun po enotni tarifi).
- Znižati tlak v sistemu komprimiranega zraka. Sistem je potrebno redno spremljati in sanirati vsa puščanja ter tako zmanjšati izgube in skrajšati čas delovanja kompresorske postaje.
- V ogrevalni sezoni kondicionirati prostore zgolj na potrebno predpisano temperaturo, ki je določena v takšnem temperaturnem razponu, da ustreza večini uporabnikov stavbe. Vsaka dodatna stopinja pomeni 6 % višjo rabo energije, zato je toplo in oprijeto oblačenje v plasteh veliko ugodnejša in prijaznejša rešitev kot višanje temperature zraka v prostoru.
- Grelna telesa naj ne bodo zastrta z zavesami ali pohištvom, saj to viša rabo. Grelna telesa je potrebno tudi redno čistiti, saj prah in umazanija ovirata pretok toplote.
- Ko je vključeno ogrevanje (ali hlajenje) stavbe, je potrebno zapirati okna in vrata, o tem pa obveščati tudi ostale uporabnike stavbe.
- Redno je potrebno spremljati funkcionalnost tesnil stavbnega pohištva in jih po potrebi menjati, saj se tako izboljša zrakotesnost stavbe.
- Ogromno energije se lahko prihrani tudi s pravilnim naravnim prezračevanjem, in sicer je potrebno okna v kratkih in rednih intervalih popolnoma odpreti in prostore prezračiti na prepih. V stavbah za izobraževanje je na tak način potrebno prezračevati med vsakim odmorom. Izogibati se je potrebno daljšemu odpiranju oken na nagib.
- Na steno za grelnim telesom se priporoča namestitev aluminijaste obloge, ki odbija toploto v sredino prostora, kar izboljša občutek bivalnega udobja.
- Luči je potrebno izklopiti, ko te niso v uporabi ali ko je njihovo delovanje nepotrebno, hkrati je potrebno maksimalno koristiti naravno svetlobo.
- Sijalke naj bodo čiste, saj prah in umazanija ovirata prehod svetlobe.

- Na ugodno počutje in znižanje stroškov električne energije za razsvetljavo vplivajo tudi svetle barve stropov in sten, ki odbijajo več svetlobe (redno beljenje).
- Toplo sanitarno vodo je potrebno uporabljati zmerno in pipe vestno zapirati. Redno je potrebno spremljati funkcionalnost tesnil na pipah in jih po potrebi menjati, saj puščanje 10 kapljic vode na minuto pomeni 170 litrov nepotrebne izgube vode na mesec.
- Pisarniške naprave in ostale električne aparate namenjene izobraževanju je potrebno ob neuporabi izklapljati, saj porabljajo električno energijo tudi v stanju pripravljenosti.
- Računalnike je potrebno ob neuporabi izklopiti, saj je tudi ohranjevalnik zaslona zelo velik porabnik električne energije
- Podrobno spremljati rabo jalove energije in po potrebi namestiti opremo za kompenzacijo.
- Redno izvajati preglede in servise energetskih in ostalih naprav, ki so veliki porabniki energije.
- Namestitev zapiral na osebne prehode za vstop in izstop iz stavbe.

Prihranek energije zaradi osveščanja in izobraževanja deležnikov v stavbi ter ciljnega spremljanja rabe je skladno z metodologijo v Pravilniku o metodah za določanje prihrankov energije in na podlagi izkustev ločeno za električno in toplotno energijo predpostavljen v višini 3 % od referenčne rabe toplotne energije in povprečne rabe električne energije v referenčnem obdobju. Ob doslednem upoštevanju predlaganih pretežno organizacijskih ukrepov, je potencial prihrankov še precej višji.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	21,7 MWh/leto

Predpostavljeno zmanjšanje stroška:	1.362 €/leto

Investicija:	3.660 €[18]	***Povračilna doba:***	2,7 let

Terminski plan uvajanja ukrepa v mesecih:			
0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 – 24
✓			

Težavnost:	nizka	***Tveganje:***	nizko

[18] Za izvedbo delavnic kontinuirano po 600 € letno v naslednjem triletnem obdobju, za ciljno spremljane rabe energije pa 1.860 € ob implementaciji ostalih investicijskih ukrepov.

Naziv ukrepa:
Menjava energetsko neučinkovitega stavbnega pohištva
Opis ukrepa:
Za vrednotenje potenciala prihranka toplotne energije je bila izvedena analiza gradbene fizike stavbe. Za analizo energetskih tokov v stavbi je bilo uporabljeno Orodje za izračun energijske učinkovitosti stavb (V.160), s katerim se je kreiral model stavbe, ki zajema njene dejanske karakteristike. V sklopu energetske prenove stavbe je predvidena menjava vsega energetsko neučinkovitega fasadnega stavbnega pohištva. Obstoječi starejši energetsko neučinkoviti okenski elementi se zamenjajo z novimi okni z več komornimi okvirji s prekinjenim toplotnim mostom ali lesenimi okvirji (Uf, max = 1,00 W/m2K, Uw, max = 0,92 W/m2K). Zasteklitev naj bo izvedena s troslojno zasteklitvijo (Ug, max = 0,90 W/m2K). Določeni elementi, katerih parapeti so nižji kot 90,0 cm, naj imajo predvideno varnostno VSG zasteklitev (PVB folija 0,76 mm notranjega in zunanjega stekla). Okna naj bodo opremljena z zunanjimi alu žaluzijami s fiksnimi stranskimi vodili, ki preprečujejo prekomerno pregrevanje notranjosti zaradi sončnega obsevanja in omogočajo ustrezno zatemnitev prostorov. Upravljanje žaluzij naj se izvede preko elektromotorja in notranjega stikala. Novi vgrajeni elementi stavbnega pohištva naj izpolnjujejo naslednje predpisane karakteristike: - vodotesnost: min. 7A - zračna prepustnost: razred 4 - obremenitve vetra: min. C3 - toplotna izolativnost: Uw, max = 0,92W/m2K, Uf, max = 1,00 W/m2K - zasteklitev: Ug, max = 0,9 W/m2K (troslojno izolacijsko steklo), medstekelni distančnik izdelan iz umetne mase prevlečen z INOX folijo Ψg < 0,038 W/mK (kot npr. TGI distančnik ali enakovredno), steklo g = 0,50 %, steklo prepustnost svetlobe = 72 %. Vsi elementi, ki imajo višino parapeta manjšo od 90,00 cm morajo imeti varnostno VSG zasteklitev (PVB folija 0,76 mm, notranje in zunanje steklo) - okovje: trotočkovni tečaji, vrtljivo-nagibno okovje activPilot proizvajalca Winkhaus ali podobno, zapirni elementi v obliki gobice po celem obodu z ročno nastavitvijo brez orodja in sistemska alu kljuka - Okvirji imajo na zgornji prečki vgrajene razširitvene profile zaradi vgradnje zunanjih žaluzij. Kvaliteta in obdelava razširitvenih profilov mora biti enaka okenskim krilom. Odpiranje kril se uskladi z obstoječim stanjem.

- zunanje senčilo: zunanja podometna oziroma nadometna alu žaluzija z lamelo T80mm in podometno škatlo ter stranskimi fiksnimi vodili, ki zagotavljajo fiksiranje žaluzij ob močnih sunkih vetra; upravljanje preko elektromotorja in notranjega stikala.
- okenske police: notranje tipske kamnite police iz tehničnega marmorja po vzorcu obstoječih polic, zunanje police v alu izvedbi v barvi fasade in z odkapnim robom s previsom minimalno 3,00 cm preko zunanje linije fasade in z naklonom stran od objekta.

V sklopu celovite energetske prenove stavbe je predvidena tudi menjava vseh vhodnih vrat na nivoju

terena. Elementi naj imajo glede na izpostavljenost in predvideno frekvenco prehodov alu profile enakih energetskih karateristik kot ostali elementi stavbnega pohištva. Okovje stranskih vrat naj bo integrirane oz. skrite izvedbe. Vgradi naj se zasteklitev Ug, max = 0,9 W/m2K in varnostne izvedbe (PVB folija 0,76 mm), notranjega in zunanjega stekla. Na glavnih vhodih, kjer so izvedeni vetrolovi, se predlaga vgradnja energetsko učinkovitih novih avtomatskih vrat s senzorskim odpiranjem. Predlaga se tudi menjava dvižnih garažnih vrat z energetsko učinkovitejšimi (Uw, max = 1,40 W/m2K). Vrata naj imajo sredico lamel polnjeno s poliuretansko peno, na prehodih lamel naj imajo dvojno utorno tesnilo in dvojno talno tesnilo, ki izravna talne neravnine in s tem zmanjša energijske izgube.

Vsi elementi naj se vgrajujejo na zunanji rob obodnih zidov po smernicah RAL.

Zaradi upoštevanja dodatnih potreb (statika, Zeleno javno naročanje…) se lahko v sklopu drugačne projektantske rešitve vgradi drugačno stavbno pohištvo, a s primerljivimi energetskimi karakteristikami.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	120,4 MWh/leto

Predpostavljeno zmanjšanje stroška:	6.753 €/leto

Investicija:	769.210 €	***Povračilna doba:***	nad 30 let

Terminski plan uvajanja ukrepa v mesecih:			
0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 – 24
			✓

	nizka, srednja, visoka		*nizko, srednje, visoko*
Težavnost:	visoka	***Tveganje:***	visoko

Naziv ukrepa:
Toplotna zaščita krovnih površin
Opis ukrepa:
Za vrednotenje potenciala prihranka toplotne energije je bila izvedena analiza gradbene fizike stavbe. Za analizo energetskih tokov v stavbi je bilo uporabljeno Orodje za izračun energijske učinkovitosti stavb (V.160), s katerim je kreiran model stavbe, ki zajema dejanske karakteristike. Strehe so zasnovane kot dvokapnice. Strehe so delno pokrite z opečno kritino delno pa pločevino. Pretežni del ostrešij je izveden z lesenimi nosilnimi elementi, strešina je podeskana. Podstrešja so pretežno neizkoriščena. Z ustrezno debelino toplotne zaščite je izvedena le mansarda, kjer se nahaja fitnes. Ostali stropi proti nepohodnim podstrešjem so toplotno zaščiteni s tanjšim slojem mineralne volne, strop proti pohodnemu delu podstrešja pa ni toplotno zaščiten. Na zgornji strani konstrukcije pohodnih stropov proti podstrešju (najstarejši del stavbe, neizkoriščen podstrešni del mansarde, kjer je fitnes in strop nad delavnicami) se predlaga namestitev toplotne zaščite iz ekstrudiranega polistirena ali trše mineralne volne skupne debeline vsaj 18,0 cm, in sicer v več slojih, izvedeno s preklopi. Pohodna površina, ki je pretežno namenjena servisnim pregledom stavbe se lahko izvede s krovno leseno oblogo (kot npr. OSB). Za preprečitev zamakanja in posledično poslabšanja toplotnih lastnosti toplotne zaščite se predlaga, menjava starejše kritine na manjšem delu najstarejšega dela stavbe (sleme S-J). Strešne kritine ostalih delov stavbe so v dobrem stanju. V telovadnici je streha izvedena z armiranobetonskimi nosilci in prekrita z betonskimi prefabrikati in pločevinasto kritino. Ker je notranjost telovadnice izkoriščena povsem do naklonske strešne konstrukcije (ni podstrešja) se predlaga dodatna toplotna zaščita strehe z notranje strani, in sicer v izvedbi spuščenega stropa z ustrezno finalno oblogo. Med podkonstrukcijo spuščenega stropa se namesti mineralna volna v debelini 20,0 cm (λ= 0,034 W/mK). Zaradi upoštevanja dodatnih potreb (statika, Zeleno javno naročanje…) je lahko v sklopu drugačne projektantske rešitve dejanska izvedba drugačna, a s primerljivimi energetskimi karakteristikami.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	49,4 MWh/leto

Predpostavljeno zmanjšanje stroška:	2.771 €/leto

Investicija:	304.512 €	***Povračilna doba:***	nad 30 let

Terminski plan uvajanja ukrepa v mesecih:			
0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 – 24
		✓	

	nizka, srednja, visoka		*nizko, srednje, visoko*
Težavnost:	srednja	***Tveganje:***	visoko

Naziv ukrepa:

Toplotna zaščita zunanjih sten

Opis ukrepa:

Za vrednotenje potenciala prihranka toplotne energije je bila izvedena analiza gradbene fizike stavbe. Za analizo energetskih tokov v stavbi je bilo uporabljeno Orodje za izračun energijske učinkovitosti stavb (V.160), s katerim se je kreiral model stavbe, ki zajema njene dejanske karakteristike.

Zunanje stene stavbe niso ustrezno toplotno zaščitene, zato se predlaga energetska sanacija fasad, s čemer bodo odpravljeni tudi ploskovni, linijski in točkovni toplotni mostovi. Poleg izolacije obodnih zidov nad terenom je potrebno izolirati tudi zidove pod koto nič, ki mejijo neposredno na teren. Tukaj je poleg same toplotne prehodnosti potrebno sanirati tudi hidroizolacijo, ki bo preprečila vdor vlage v objekt kar lahko slabša kvaliteto mikroklime v prostorih in lahko nevarno poškoduje nosilno konstrukcijo in s tem oslabi stabilnost objekta. Poseg je zaradi območja varovanja s strani Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije precej specifičen, zato je njegova izvedba odvisna od uskladitve projektanta in strokovnih sodelavcev zavoda.

Na ostale stavbe se na zunanji strani izvede kontaktna toplotnoizolacijska fasada. Kot primerna izolacija za izvedbo nove kontaktne fasade se predlaga fasadna izolacijska plošča iz kamene volne (λ= 0,034 W/mK, požarni razred A1, difuzijski upor μ = 1, razplastna trdnost TR ≥ 7,5 kPa), kot npr. tipa KI FKD-N Thermal. Debelina sloja toplotne izolacije naj bo minimalno 14,0 cm. Osnovna izolacija se lepi na ustrezno pripravljeno podlago s posebno izolacijsko malto in sidra z namenskimi PVC podaljšanimi sidri, ki morajo segati neposredno v nosilno podlago do globine min. 5,0 cm. Sidra morajo biti obložena z namenskimi izolativnimi rozetami, enakega materiala kot sama izolacija. Izvede se naj 5 sider na ploščo, in sicer s podložko tipa PPV. Fasada se naj finalizira s sistemskim fasadnim ometom tankoslojne kontaktne fasade v sestavi armirnega sloja in zaključnega silikonskega fasadnega ometa (granulacija se glede na zahteve ZVKDS določi nakdnadno). Predlaga se uporaba vremensko odpornega pastoznega ometa za intenzivne in sijajne barvne odtenke, katerega posebno dobra vezava pigmentov omogoča najvišjo stabilnost barvnega odtenka. Omet mora biti vremensko odporen, vodoodbojen, vpojnost vlage razreda W3, difuzijska upornost prehodu vodne pare razreda V2 (μ cca. 70 – 80), toplotna prehodnost pa cca. 0,70 W/mK. V kolikor je potrebno na stavbi po namestitvi kontaktne fasade ponoviti določene štukature, se naj te izvedejo prefabricirano iz ekstrudiranega polistirena.

Pred namestitvijo fasade je obvezna preveritev statične in dinamične stabilnosti stavbe ter izvedba ukrepov za izboljšanje njene protipotresne varnosti. V kolikor se izkaže potreba po dodatnih ojačitvah se predlaga uporaba karbonskih lamel.

Zaradi upoštevanja dodatnih potreb (statika, Zeleno JN…) je lahko v sklopu drugačne projektantske rešitve dejanska izvedba drugačna, a s primerljivimi energetskimi karakteristikami.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	127,2 MWh/leto

Predpostavljeno zmanjšanje stroška:	7.134 €/leto

Investicija:	467.870 €	***Povračilna doba:***	nad 30 let

Terminski plan uvajanja ukrepa v mesecih:			
0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 – 24
			✓

Težavnost:	visoka	***Tveganje:***	visoko

Naziv ukrepa:
Namestitev termostatskih ventilov in termostatskih glav na grelna telesa
Opis ukrepa:
Pri ogledu stavbe je bilo ugotovljeni, da imajo grelna telesa pretežno nameščene starejše termostatske ventile, ki so delno brez termostatskih glav ali pa so te poškodovane, delno pa so nameščeni klasični ventili, ki omogočajo zgolj ročno pripiranje (omejevanje) pretoka ogrevalnega medija. Predlaga se, da se na grelnih telesih obstoječi ventili menjajo s termostatskimi ventili s termostatskimi glavami, menjajo naj se tudi spodnji kotni ventili. Celotna menjava ventilov (195 kosov) je smiselna le ob celoviti prenovi ogrevalnega sistema in ob menjavi starih dotrajanih rebrastih grelnih teles (96 kosov). Z namestitvijo termostatskih ventilov se bodo dosegli optimalni pretoki prek ogreval, termostatske glave pa bodo omogočale lokalno nastavitev temperature v posameznem prostoru. Predlaga se namestitev ojačanih termostatskih glav s plinskim polnilom, z možnostjo regulacije temperature v razponu med 5 °C in 26 °C. Termostatske glave naj omogočajo blokado nastavitev najvišje ter najnižje temperature. Za učinkovito delovanje ogrevalnega sistema kot celote je potrebno razvod po namestitvi novih ventilov tudi hidravlično uravnotežiti. Na ustrezna mesta razvoda je potrebno vgraditi ventile za hidravlično uravnoteženje ter merilne instrumente za nastavitev in nadzor doseženih pretokov vključno s pripadajočo opremo.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	13,8 MWh/leto

Predpostavljeno zmanjšanje stroška:	775 €/leto

Investicija:	72.956 €	***Povračilna doba:***	nad 30 let

Terminski plan uvajanja ukrepa v mesecih:			
0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 – 24
			✓

Težavnost:	srednja	***Tveganje:***	srednje

Naziv ukrepa:
Implementacija toplotne črpalke za ogrevanje in prenova kotlovnice ter razvodnega sistema ogrevanja[19]
Opis ukrepa:
Stavba se trenutno ogreva s toploto, ki se s kotli na zemeljski plin pripravlja v sosednji stavbi. Poleg izboljšanja zahtevanih energetskih karakteristik stavbe, je potrebno prenoviti tudi kotlovnico in zagotavljati zahtevani delež obnovljivih virov energije. Zaradi navedenega se predlaga ločitev ogrevalnega sistema od sosednje stavbe. Predlaga se implementacija toplotne črpalke za ogrevanje stavbe v kaskadni izvedbi, sistema zrak voda ali primerljivo izveden toplotni sistem. Toplotno črpalko je smiselno implementirati le ob izvedbi ostalih ukrepov optimalnega scenarija, saj je izvedba iz energetskega in ekonomskega vidika le tako upravičena (izboljšanje toplotnih karakteristik ovoja in namestitev sončne elektrarne), dosežen bo tudi zahtevani delež obnovljivih virov energije. Referenčni COP faktor agregata toplotne črpalke naj znaša vsaj 3,0. Z invertersko toplotno črpalko je mogoče sistem nadgraditi s konvektorji za pohlajevanje stavbe v prehodnem obdobju (poleti je stavba pretežno nezasedena). V obstoječi kotlovnici se predlaga celovita prenova razvodnega sistema in nova delitev razvoda za posamezne dele stavbe. Smiselna je ločitev na dodatne ogrevalne veje. Ogrevalne veje naj bodo opremljene s frekvenčno vodenimi obtočnimi črpalkami in kalorimetri z daljinskim odčitavanjem za spremljanje učinkov izvedene investicije. Za učinkovito delovanje ogrevalnega sistema kot celote je potrebno razvod hidravlično uravnotežiti. Na ustrezna mesta razvoda je potrebno vgraditi ventile za hidravlično uravnoteženje ter merilne instrumente za nastavitev in nadzor doseženih pretokov vključno s pripadajočo opremo. Zaradi namestitve novih energetsko učinkovitejših obtočnih črpalk je potencial tudi za prihranek električne energije. Za ciljno spremljanje rabe toplotne energije je potrebno vsako ogrevalno vejo opremiti s kalorimetrom za lokalno spremljanje rabe toplotne energije. Predlaga se namestitev kalorimetrov z možnostjo daljinskega spremljanja rabe energije, kar omogoča povezavo merilnikov v on line sistem, in sicer tako, da so podatki o rabi energetskemu menedžerju ves čas na voljo; tako trenutna raba (in time) kot raba v daljšem izbranem časovnem intervalu.

[19] Zgolj sukcesivna izvedba ukrepa implementacije toplotne črpalke za ogrevanje ob neizvedbi ostalih ukrepov izboljšanja energetske učinkovitosti ovoja stavbe iz energetskega in ekonomskega vidika ni smiselna, saj bi se ob realizaciji ukrepa primarna raba energije in stroški električne energije konkretno povišali; smiselna je zgolj izvedba ukrepa v sklopu izvedbe optimalnega scenarija za celovito energetsko prenovo stavbe.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe toplotne energije: [20]	56,3 MWh/leto
Predpostavljeno povečanje rabe električne energije: [21]	-105,0 MWh/leto

Predpostavljeno zmanjšanje stroška toplotne energije: [22]	3.161 €/leto
Predpostavljeno povečanje stroška električne energije: [23]	-14.414 €/leto

Investicija:	293.410 €	***Povračilna doba:*** [24]	/

Terminski plan uvajanja ukrepa v mesecih:			
0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 – 24
		✓	

Težavnost:	visoka	***Tveganje:***	visoko

[20] Potencial prihranka, če se izvede le menjava energenta in posodobitev razvoda (brez ostalih ukrepov).
[21] Vrednosti prikazane s predznakom – ob implementaciji ukrepa kažejo na povečanje rabe energije in stroškov v primerjavi z referenčnim stanjem.
[22] Potencial prihranka, če se izvede le menjava energenta in posodobitev razvoda (brez ostalih ukrepov).
[23] Vrednosti prikazane s predznakom – ob implementaciji ukrepa kažejo na povečanje rabe energije in stroškov v primerjavi z referenčnim stanjem.
[24] Zaradi povišanja obratovalnih stroškov ob implementaciji ukrepa je prikaz povračilne dobe nerelevanten.

Naziv ukrepa:
Menjava energetsko neučinkovite razsvetljave
Opis ukrepa:

V pretežnem delu stavbe je nameščena energetsko neučinkovita razsvetljava. Predlaga se menjava energetsko neučinkovitih svetil s sodobnejšimi svetili. Sodobna LED svetila zagotavljajo vrhunsko osvetlitev in dolgo življenjsko dobo delovanja v različnih delovnih območjih in so v primerjavo s klasičnimi svetili energetsko učinkovitejša. LED delovne luči bodo izboljšale koncentracijo slušateljev, zadovoljstvo pri ustvarjanju, splošno energetsko učinkovitost in varnost uporabnikov v stavbi.

Analiza je izvedena za menjavo ena za ena, torej menjava svetilke (2x fluo sijalka moči 36 W z linijsko nadometno LED svetilko moči 34 W). Ob prenovi razsvetljave in spremembah namembnosti prostorov se predlaga izdelava projekta osvetlitve, saj se lahko z optimizacijo osvetlitve število svetil konkretno zmanjša in po potrebi prilagodi. Predlaga se tudi višinska prilagoditev svetil na optimalno višino, in sicer se vsled ostalih izvedenih ukrepov predlaga izvedba spuščenih stropov (kot npr. Armstrong). Prikazana investicija zajema demontažo obstoječih in namestitev 251 novih LED svetil ter led reflektorjev s primernimi karakteristikami za osvetljevanje telovadnice, in sicer vključno z ustreznim kabliranjem in meritvami. V prostorih, kjer ni stalno prisotnih uporabnikov (sanitarije, stopnišča…), se predlaga namestitev senzorjev gibanja za vklop razsvetljave. Investicija zajema tudi menjavo svetil v telovadnici, in sicer z namenskimi led reflektorji, primernimi za osvetljevanje športnih površin.

Prihranki v energetsko učinkovito razsvetljavo so določeni v skladu z metodologijo v Pravilniku o metodah za določanje prihrankov energije, in sicer ob upoštevanju izkustvenih podatkov o letnem času delovanja razsvetljave (t_d = 1.250 h/an in t_n = 200 h/an). Upoštevan je bil tudi faktor istočasnosti delovanja.

Osvetlitvene razmere na delovni površini določa množica parametrov. Osnovni parametri, na katere je potrebna pozornost pri izbiri svetil, seveda poleg energetske učinkovitosti, so:

• osvetljenost, ki pove, koliko svetlobnega toka pade na enoto merjene ploskve, izražena je v fizioloških enotah luks (lx);

• enakomernost osvetljenosti celotnega prostora je definirana kot razmerje med najmanjšo in povprečno osvetljenostjo;

• svetlost je definirana s svetlobnim tokom, ki ga v enoto prostorskega kota seva enota površine svetila in jo izražamo v cd/m^2. Svetlost je odvisna od odbojnosti svetlobe opazovanega predmeta, osvetljenosti in usmerjenosti svetlobe;

• kontrast je definiran kot razmerje svetlosti med opazovanim delovnim predmetom in ozadjem;

• bleščanje je posledica je posledica neustrezne razporeditve svetlosti v vidnem polju. Poleg škodljivosti in neugodnosti, lahko v znatni meri moti delovna opravila. Bleščanje je lahko neposredno (od sijalke) ali posredno - zaradi odbojev;

• osenčenost - osvetlitev mora zagotoviti opazovanemu predmetu sence, ki ne smejo biti preostre ali pretemne. Osenčenost je definirana kot relativno znižanje osvetljenosti pri zastiranju in mora biti v mejah med 0.2 in 0.8;

• barva svetlobe - barva predmeta je odvisna od barve svetlobe, s katero predmet osvetljujemo. Kadar je bistveno razpoznavanje barve, je potrebno uporabljati svetlobne izvore, katerih barvni spekter je podoben sončnemu. Barvna temperatura umetne razsvetljave mora biti čimbolj prilagojena barvni temperaturi naravne.

Delovne površine morajo biti primerno osvetljene, po možnosti v dobri meri z naravno razsvetljavo. Zgornja meja za osvetljenost ne obstaja, ker je tudi največja osvetljenost, ki jo lahko dosežemo z umetno razsvetljavo, še vedno nižja od osvetljenosti jasnega poletnega dne!

Za ciljno spremljanje rabe električne energije se na smiselne odcepe za določene skupine električnih porabnikov predlaga namestitev merilnikov rabe električne energije z možnostjo daljinskega spremljanja, kar omogoča povezavo merilnikov v on line sistem, in sicer tako, da so podatki o rabi energetskemu menedžerju ves čas na voljo; tako trenutna raba (in time) kot raba v daljšem izbranem časovnem intervalu.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	15,6 MWh/leto

Predpostavljeno zmanjšanje stroška:	2.149 €/leto

Investicija:	119.426 €	***Povračilna doba:***	nad 30 let

Terminski plan uvajanja ukrepa v mesecih:			
0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 – 24
		✓	

Težavnost:	srednja	***Tveganje:***	srednje

Naziv ukrepa:
Namestitev sončne elektrarne
Opis ukrepa:
Stavba trenutno za svoje delovanje ne uporablja obnovljivih virov energije, zato se predlaga namestitev sončne elektrarne. Kapne strehe orientirane na JZ in JV so za postavitev sončne elektrarne zelo primerne. Zaradi razgibanosti je potrebno elektrarno postaviti v več segmentov (ustrezen potencial ima 6 segmentov strehe s skupno površino okoli 610 m2). Predvideva se postavitev sončnih celic na kovinsko podkonstrukcijo v naklonu strešine. Stavba je sicer velik porabnik električne energije, a je zaradi poletnih počitnic, ko je sicer proizvodnja najvišja, delna samooskrba z električno energijo iz sončne elektrarne na osnovi mesečnih obračunov ekonomsko vprašljiva. Predlaga se priključitev na nizkonapetostno omrežje. Tip in način priključitve za večinsko lastno rabo energije določi projektant za izvedbo proizvodne naprave za električno energijo skladno z zakonskimi podlagami elektro oskrbe in pogoji elektro distribucijskega podjetja. Priključna moč sončne elektrarne bi v primeru implementacije ukrepov scenarija 2 pokrivala pretežni del letnih potreb za oskrbo z električno energijo, glede na načrtovano referenčno rabo električne energije (implementacija TČ za ogrevanje in pripravo TSV). Na strehi je sicer mogoče namestiti fotovoltaične panele za okoli 110 kWp skupne ocenjene moči, a zaradi delnih arhitekturnih omejitev in ob predpostavki, da del strehe ostane prost za namestitev dodatnih energetskih sistemov, je bila v analizi upoštevana moč sončne elektrarne 100 kWp. Na osnovi dodatne tehnične in ekonomske študije obstaja na strehah stavb še dodaten potencial za proizvodnjo električne energije iz obnovljivega vira. Za ciljno spremljanje delovanja sončne elektrarne se predlaga, da se ta opremi z merilniki za spremljanje proizvodnje električne energije. Predlaga se namestitev merilnikov z možnostjo daljinskega spremljanja, kar omogoča povezavo merilnika v on line sistem. Pred namestitvijo sončne elektrarne je obvezna preveritev statične in dinamične stabilnosti stavbe ter izvedba ukrepov za izboljšanje njene nosilnosti in protipotresne varnosti.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	110,4 MWh/leto

Predpostavljeno zmanjšanje stroška:	15.151 €/leto

Investicija:	153.300 €	***Povračilna doba:***	10,1 let

Terminski plan uvajanja ukrepa v mesecih:			
0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 – 24
			✓

Težavnost:	visoka	***Tveganje:***	srednje

Naziv ukrepa:
Namestitev toplotne črpalke za pripravo tople sanitarne vode
Opis ukrepa:
Topla sanitarna voda se pripravlja pretežno za sanitarije, del učilnic in garderobe telovadnice in delavnic, in sicer centralno s toplotno energijo iz kotla na zemeljski plin. Vsled zagotavljanja obnovljivih virov v energetski bilanci stavbe se kot primarni način priprave tople sanitarne vode predlaga namestitev toplotne črpalke sistema zrak voda. Lokacijsko se lahko toplotna črpalka umesti v obstoječo kotlovnico. Predlaga se namestitev zalogovnika za toplo sanitarno vodo z volumnom 800 l, ki omogoča pripravo oziroma shranjevanje vode v slojih. Referenčni COP faktor agregata toplotne črpalke naj znaša vsaj 3,3. Dodatno se lahko z vodenim zrakom iz toplotne črpalke v poletnih mesecih pohlajujejo tudi sosednji prostori. Pretežni del energije za pripravo tople sanitarne vode bo pretvorjen iz energije okolja, se bo pa zaradi implementacije toplotne črpalke, glede na referenčno rabo povečala raba električne energije.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	23,6 MWh/leto

Predpostavljeno zmanjšanje stroška:	222 €/leto

Investicija:	30.927 €	***Povračilna doba:***	nad 30 let

Terminski plan uvajanja ukrepa v mesecih:			
0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 – 24
		✓	

Težavnost:	srednja	***Tveganje:***	srednje

13 LITERATURA

- Energetski zakon (Uradni list RS, št. 60/19 – uradno prečiščeno besedilo, 65/20, 158/20 – ZURE, 121/21 – ZSROVE, 172/21 – ZOEE, 204/21 – ZOP, 44/22 – ZOTDS in 38/24 – EZ-2)
- Pravilnik o metodah za določanje prihrankov energije (Uradni list RS, št. 67/15, 14/17, 158/20 – ZURE in 57/21)
- Pravilnik o metodologiji za izdelavo in vsebini energetskega pregleda (Uradni list RS, št. 41/16 in 158/20 – ZURE)
- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. 70/22, 161/22, 129/23 in 103/24)
- Serija standardov SIST EN 16 247 (SIST EN 16 247-1, SIST EN 16 247-2, SIST EN 16 247-3 in SIST EN 16 247-4) ter SIST ISO 50002
- Tehnična smernica TSG-1-004:2022
- Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02, 105/02, 110/02 – ZGO-1, 61/17 – GZ in 199/21 – GZ-1)
- Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb (Uradni list RS, št. 92/14, 47/19, 158/20 – ZURE in 4/23)
- Katalogi različnih proizvajalcev energetskih sistemov
- Svetovalni članki svetovalcev ENSVET

14 PRILOGE

- **Tlorisi stavbe**
- **Izkaz o energetskih lastnostih energetsko manj zahtevne stavbe za področje gradbene fizike (obstoječe stanje)**
- **Izkaz o energetskih lastnostih energetsko manj zahtevne stavbe za področje tehničnih stavbnih sistemov (obstoječe stanje)**
- **Izkaz o energetskih lastnostih energetsko manj zahtevne stavbe za področje gradbene fizike (sanirano stanje)**
- **Izkaz o energetskih lastnostih energetsko manj zahtevne stavbe za področje tehničnih stavbnih sistemov (sanirano stanje)**

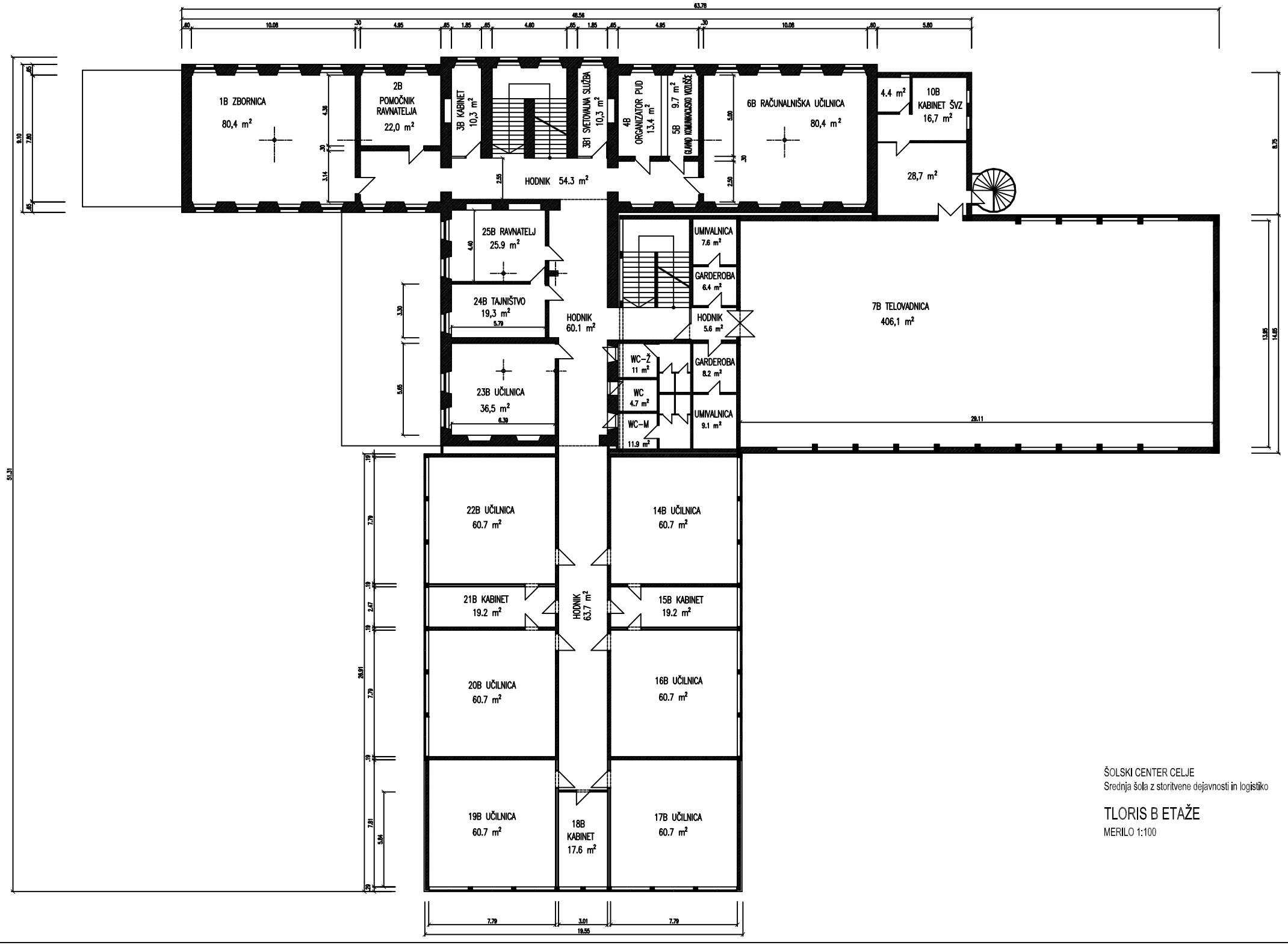
ŠOLSKI CENTER CELJE
SREDNJA ŠOLA ZA STORITVENE DEJAVNOSTI IN LOGISTIKO

TLORIS A ETAŽE

MERILO 1:100

1A PREDAVALNICA 79.1 m²
2A KABINET 8,3 m²
3A FOTOKOPIRANJE 11,0 m²
4A GARDEROBA
5A 9,5 m²
6A KABINET AVTOSTROKA 24,4 m²
7A UČILNICA – AVTOSTROKA 79,1 m²
15A1 SKLADIŠČE 13.9 m²
15A UČILNICA 13.9 m²
HODNIK 16,9 m²
HODNIK 22.7 m²
HODNIK 167,7 m²
WC 3,6 m² WC 3,6 m²
8A SNAŽILKE
GARDEROBA 6,6 m²
10A 11A
12A SKLADIŠČE 29.2 m²
13A SKLADIŠČE 20.3 m²
14A AVTOMEHANIČNA DELAVNICA 151,0 m²
HODNIK 5.4 m²
HODNIK 25,8 m²
36A UČILNICA 56.1 m²
35A TOPLOTNA PODPOSTAJA 39,1 m²
WC–Ž 14.4 m²
24A ČISTILA 4.6 m²
5.3 m²
WC–M 16.1 m²
21A ARHIV 10.1 m²
20A ARHIV 24.6 m²
19A SKLADIŠČE 23.6 m²
SKLADIŠČE 9.8 m²
4.2 m²
1.7 m²
17A OBDELAVA IN MATERIALI 58.6 m²
6.3 m²
WC WC
UMIVALNICA
GARDEROBE
HODNIK
34A UČILNICA – KEMIJA 81.4 m²
26A UČILNICA – TEKSTIL 60.7 m²
HODNIK 57.5 m²
27A UČILNICA – TEKSTIL 60.7 m²
33A KABINET 19.2 m²
32A KABINET 19.2 m²
31A KABINET 19.2 m²
28A KABINET 19.2 m²
30A UČILNICA 73.2 m²
29A UČILNICA – TEKSTIL 73.2 m²

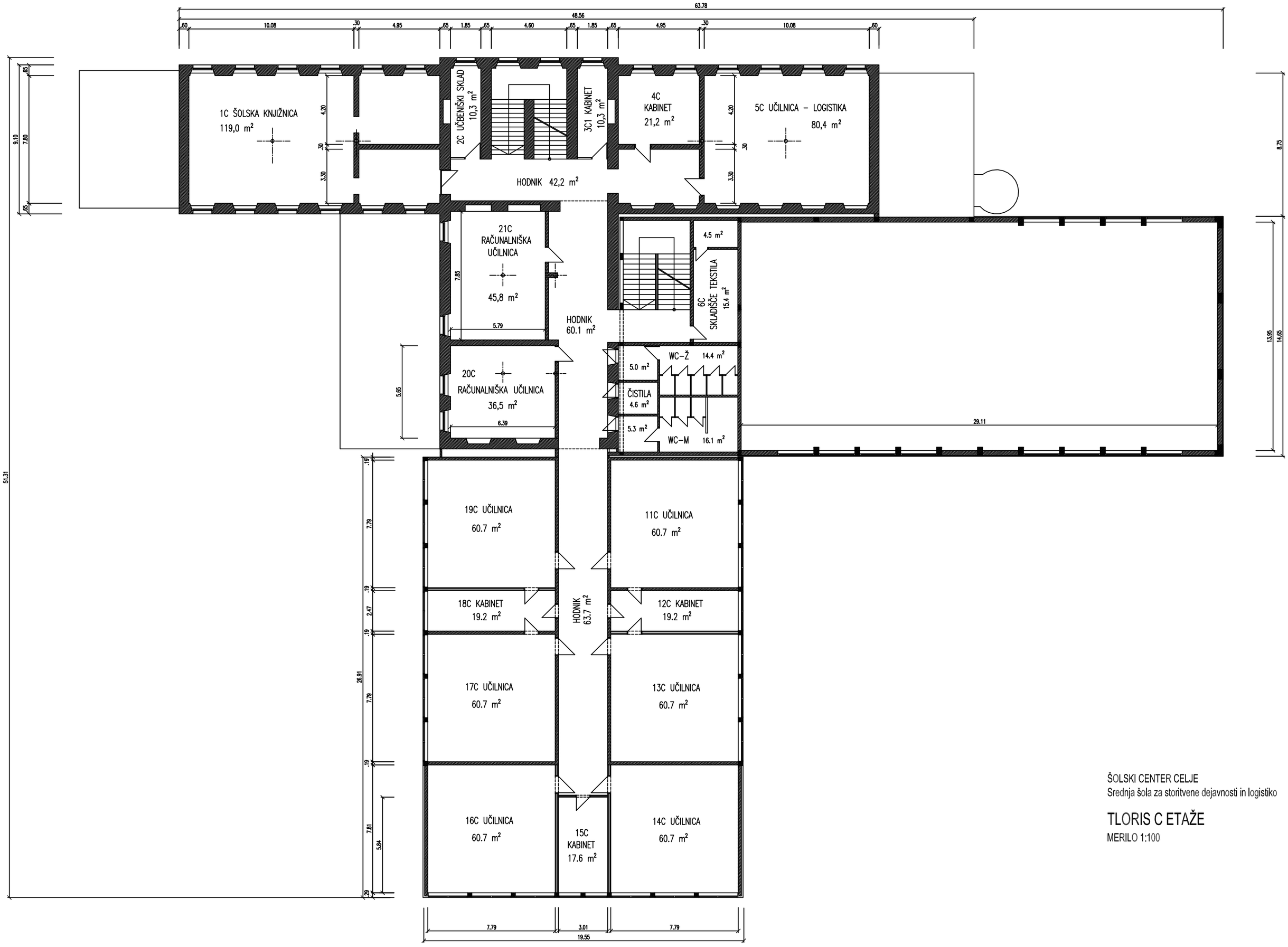
69.88
6.10 .60 10.08 .30 4.95 .80 1.85 .65 4.60 .65 1.70 .80 4.95 .30 10.08 .60 5.80
51.31 26.91 14.65 9.17 4.49
7.50 .45 .80 4.05 .30 3.15 2.45 4.75 8.75
3.85 9.51 7.83 .19 7.79 2.47 7.79 7.81 5.84 .29
6.78 2.52 5.90
1.85 5.45 2.00 3.80 12.00 24.70 10.50
7.79 3.01 7.79 19.55



ŠOLSKI CENTER CELJE
Srednja šola z storitvene dejavnosti in logistiko

TLORIS B ETAŽE

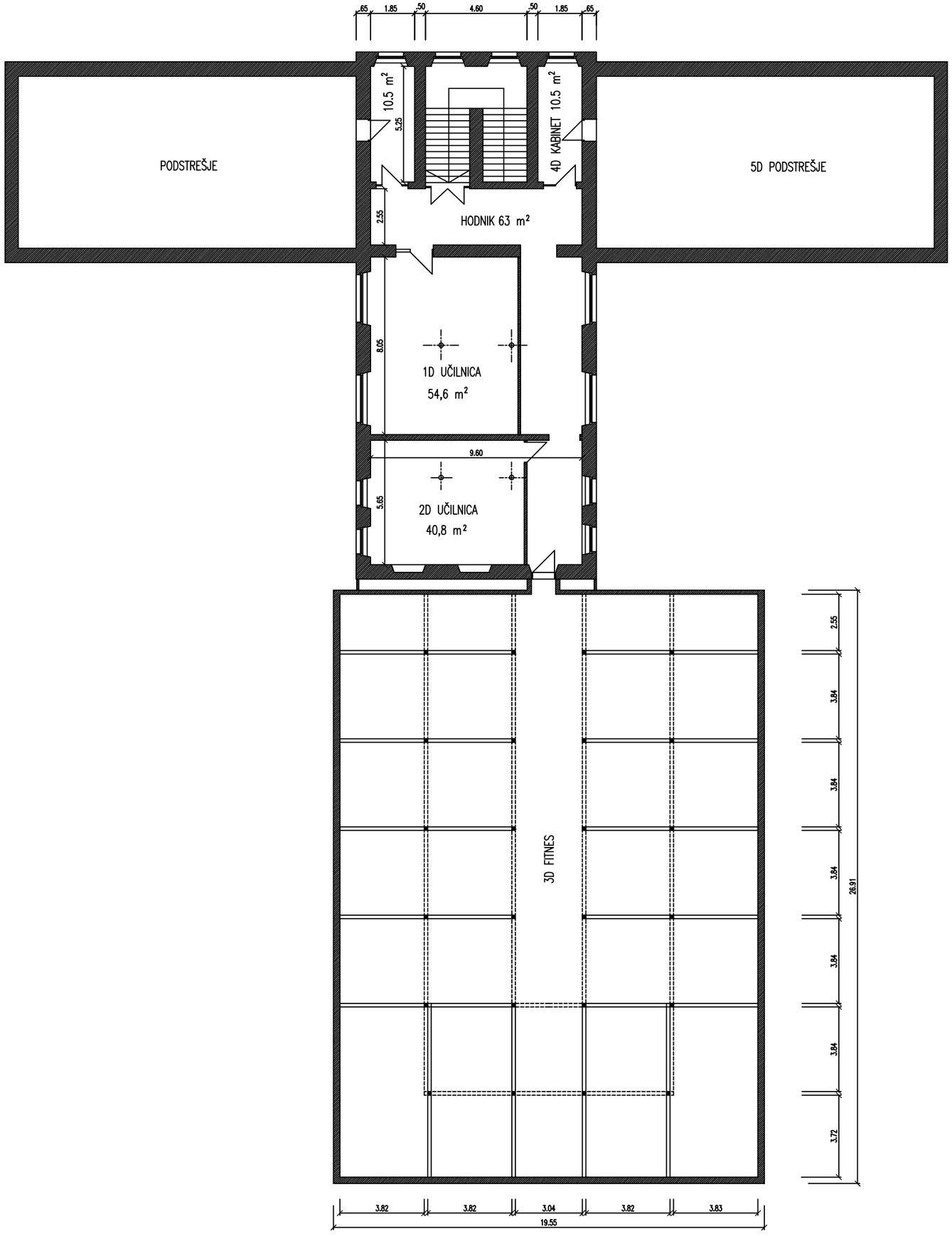
MERILO 1:100



ŠOLSKI CENTER CELJE
Srednja šola za storitvene dejavnosti in logistiko

TLORIS C ETAŽE

MERILO 1:100



ŠOLSKI CENTER CELJE
Srednja šola za storitvene dejavnosti in logistiko

TLORIS D ETAŽE

MERILO 1:100

Izkaz o energetskih lastnostih stavbe

V160

Projekt:	Šolski_center_Celje_Ljubljanska_izhodiščno stanje

Slošni podatki o stavbi

Investitor		
Stavba		
Lokacija stavbe	Celje	
Katastrska občina		
Koordinate X,Y	X:120958 Y:520236	
Klasifikacija stavbe (CC-SI)		
Kondicionirana površina stavbe A_{use}	4748,77	m^2
Prostornina stavbe V_e	23135,71	m^3
Neto prostornina stavbe V	18582,29	m^3
Faktor oblike stavbe f_o	0,297	m^{-1}

Vrsta stavbe

☐	Energetsko nezahtevna stavba	☑	Javna stavba	☐	Nova ali rekonstruirana stavba
☑	Energetsko manj zahtevna stavba				
☐	Energetsko zahtevna stavba			☐	Obnovljena stavba

Vgrajeni tehnični stavbni sistemi

		Energent	OVE
☑	Ogrevanje		
☐	Hlajenje		
☐	Prezračevanje		
☑	Priprava TSV		
☐	Klimatizacija		
☑	Razsvetljava		
☐	Avtomatizacija in nadzor		
☐	E-mobilnost		
☐	Proizvodnja toplote in električne energije		
☐	Transportni sistemi v stavbi		

Podaki o izdelovalcih izkaza

Vodja projektiranja	
Izdelovalec izkaza in podpis	
Datum izdelave izkaza	dec.24

Izkaz o energetskih lastnostih energetsko manj zahtevne stavbe za področje gradbene fizike

Projekt:	Šolski_center_Celje_Ljubljanska_izhodiščno stanje

Toplotna prehodnost gradbenih konstrukcij in gradnikov stavbe

	Naziv cone	Glavni del stavbe	Kondicionirana površina cone $A_{use,zn}$		3700,47	m^2
	Naziv konstrukcije/gradnika		A (m^2)	U (W/m^2K)	U_{dov} (W/m^2K)	
1	Stena 80		24,37	0,552	0,180	Ne ustreza
2	Stena 80		115,7	0,552	0,180	Ne ustreza
3	Stena 68		131,74	0,643	0,180	Ne ustreza
4	Stena 68		90,94	0,643	0,180	Ne ustreza
5	Stena 68		245,41	0,643	0,180	Ne ustreza
6	Stena 68		192,11	0,643	0,180	Ne ustreza
7	Stena 44		16,51	0,957	0,180	Ne ustreza
8	Stena 44		47,7	0,957	0,180	Ne ustreza
9	Stena 44		58,85	0,957	0,180	Ne ustreza
10	Stena 44		21,84	0,957	0,180	Ne ustreza
11	Stena AB		130,25	1,286	0,180	Ne ustreza
12	Stena AB		125,1	1,286	0,180	Ne ustreza
13	Stena AB		157,02	1,286	0,180	Ne ustreza
14	Stena AB z EPS		97,2	0,469	0,180	Ne ustreza
15	Stena AB z EPS		97,2	0,469	0,180	Ne ustreza
16	Stena nova		43,4	0,158	0,180	Ustreza
17	Stena mansarda		16,8	0,177	0,280	Ustreza
18	Stena mansarda		32,2	0,177	0,280	Ustreza
19	Stena mansarda		32,2	0,177	0,280	Ustreza
20	Strop mansarda		66,7	0,145	0,150	Ustreza
21	Pohodno podstrešje		902,98	0,380	0,150	Ne ustreza
22	Poševni strop		32,2	0,134	0,150	Ustreza
23	Poševni strop		32,2	0,134	0,150	Ustreza
24	Poševni strop		16,8	0,134	0,150	Ustreza
25	Ravna		73,6	0,118	0,150	Ustreza
26	Tla		1156	0,303	0,350	Ustreza
27	Vrata polna		5,1	3,000	1,600	Ne ustreza
28	Vrata polna		2,2	3,000	1,600	Ne ustreza
29	Vhodna		9,9	2,250	1,600	Ne ustreza
30	PVC		149,8	1,720	1,000	Ne ustreza
31	PVC		25,68	1,720	1,000	Ne ustreza
32	PVC		60,95	1,720	1,000	Ne ustreza
33	PVC		46,08	1,720	1,000	Ne ustreza
34	Les, sest		0,25	2,350	1,000	Ne ustreza
35	Les, sest		4,84	2,350	1,000	Ne ustreza
36	Les, sest		3,96	2,350	1,000	Ne ustreza
37	Alu, N		23,14	0,920	1,000	Ustreza
38	Les, PP		120,55	1,780	1,000	Ne ustreza
39	Les, PP		109,64	1,780	1,000	Ne ustreza
40	Les, PP		118,44	1,780	1,000	Ne ustreza
41	Les, PP		4,5	1,120	1,400	Ustreza

42	Les, PP	4,5	1,120	1,400	Ustreza
43	Les, PP	1,13	1,120	1,400	Ustreza

	Naziv cone	Telovadnica	Kondicionirana površina cone $A_{use,zn}$		406,1	m^2
	Naziv konstrukcije/gradnika		A (m^2)	U (W/m^2K)	U_{dov} (W/m^2K)	
1	Stena AB		172,5	1,195	0,180	Ne ustreza
2	Stena AB		115,02	1,195	0,180	Ne ustreza
3	Stena AB		80,2	1,286	0,180	Ne ustreza
4	Alu		36,96	2,090	1,000	Ne ustreza
5	Kopelit		27,72	2,550	1,000	Ne ustreza
6	Streha		218	0,687	0,150	Ne ustreza
7	Streha		218	0,687	0,150	Ne ustreza

	Naziv cone	Delavnice	Kondicionirana površina cone $A_{use,zn}$		642,2	m^2
	Naziv konstrukcije/gradnika		A (m^2)	U (W/m^2K)	U_{dov} (W/m^2K)	
1	Stena 44		36,79	0,957	0,180	Ne ustreza
2	Stena 44		36,98	0,957	0,180	Ne ustreza
3	Stena		37,95	0,473	0,180	Ne ustreza
4	Stena		59,78	0,295	0,180	Ne ustreza
5	Stena		76,68	0,473	0,180	Ne ustreza
6	Polna		2	3,000	1,000	Ne ustreza
7	Dvižna		63	2,000	2,000	Ne ustreza
8	Kopelit		21,1	2,550	1,000	Ne ustreza
9	Kopelit		3	2,550	1,000	Ne ustreza
10	Kopelit		2,15	2,550	1,000	Ne ustreza
11	Alu		15,75	1,720	1,000	Ne ustreza
12	PVC		1,25	1,720	1,000	Ne ustreza
13	Tla		715,82	0,301	0,350	Ustreza
14	Strop		290,85	0,254	0,150	Ne ustreza

Linijske in točkovne toplotne prehodnosti toplotnih mostov

☐	Toplotni mostovi ovrednoteni po poenostavljeni metodi	0,060	$\Delta\Psi_{th}$ ($W/(m^2K)$)	
☐	Detajlni izračun			
	Naziv cone			

	Naziv toplotnega mostu	Ψ_{tb} (W/mK)	l_{tb} (m)	χ_{tb} (W/K)
1				

Preverjanje prehoda vodne pare

Toplotne lastnosti transparentnih gradnikov/oken

	Naziv cone	Glavni del stavbe				
	Naziv gradnika	A_w (W/m^2K)	U_w (W/m^2K)	$g_{tot,sh}$ (-)	τ_{vis} (-)	
1	Vrata polna	5,1	3,000	0,000	0,700	
2	Vrata polna	2,2	3,000	0,000	0,700	
3	Vhodna	9,9	2,250	0,000	0,700	
4	PVC	149,8	1,720	0,000	0,700	

5	PVC	25,68	1,720	0,000	0,700	
6	PVC	60,95	1,720	0,000	0,700	
7	PVC	46,08	1,720	0,000	0,700	
8	Les, sest	0,25	2,350	0,000	0,700	
9	Les, sest	4,84	2,350	0,000	0,700	
10	Les, sest	3,96	2,350	0,000	0,700	
11	Alu, N	23,14	0,920	0,150	0,700	
12	Les, PP	120,55	1,780	0,000	0,700	
13	Les, PP	109,64	1,780	0,000	0,700	
14	Les, PP	118,44	1,780	0,000	0,700	
15	Les, PP	4,5	1,120	0,150	0,700	
16	Les, PP	4,5	1,120	0,150	0,700	
17	Les, PP	1,13	1,120	0,150	0,700	

	Naziv cone	Telovadnica				
	Naziv gradnika	A_w (W/m^2K)	U_w (W/m^2K)	$g_{tot,sh}$ (-)	τ_{vis} (-)	
1	Alu	36,96	2,090	0,000	0,700	
2	Kopelit	27,72	2,550	0,000	0,700	

	Naziv cone	Delavnice				
	Naziv gradnika	A_w (W/m^2K)	U_w (W/m^2K)	$g_{tot,sh}$ (-)	τ_{vis} (-)	
1	Polna	2	3,000	0,000	0,700	
2	Dvižna	63	2,000	0,000	0,700	
3	Kopelit	21,1	2,550	0,000	0,700	
4	Kopelit	3	2,550	0,000	0,700	
5	Kopelit	2,15	2,550	0,000	0,700	
6	Alu	15,75	1,720	0,000	0,700	
7	PVC	1,25	1,720	0,000	0,700	

Faktor dnevne svetlobe

☐ Načrtovano

☐ Izračunano

	Naziv stavbe/cone	FDS (%)	FDS_{TM} (%)
1	Glavni del stavbe		
2	Telovadnica		
3	Delavnice		

Tesnost ovoja stavbe

☐ Načrtovano — n_{50} (h^{-1})

☐ Izmerjeno

	Naziv stavbe/cone	n_{50} (h^{-1})	w_{50} (h^{-1})
1	Glavni del stavbe		
2	Telovadnica		
3	Delavnice		

Specifični koeficient transmisijskih toplotnih izgub stavbe/cone

$X_{H'tr}$ (-)	H'_{tr} (W/m^{2}K)	$H'_{tr,dov}$ (W/m^{2}K)	
1,200	0,752	0,504	

	Naziv cone	$H'_{tr,zn}$ (W/m^{2}K)
1	Glavni del stavbe	0,751
2	Telovadnica	1,089
3	Delavnice	0,544

Koeficient transmisijskih in prezračevalnih toplotnih izgub stavbe/cone

H_{tr} (W/K)	H_{ve} (W/K)
5176,3	3066,1

	Naziv cone	$H_{tr,zn}$ (W/K)	$H_{ve,zn}$ (W/K)
1	Glavni del stavbe	3488,7	2137,0
2	Telovadnica	946,1	537,0
3	Delavnice	741,5	392,1

Potrebna toplota/normirana dovedena toplota za ogrevanje in odvedena toplota za hlajenje

$Q_{H,nd}$ (kWh/(an))	$Q_{C,nd}$ (kWh/(an))	$Q'_{H,nd}$ (kWh/(m^{2}an))	$Q'_{C,nd}$ (kWh/(m^{2}an))
473362	1340	99,7	0,3

	Naziv cone	$Q'_{H,nd,zn}$ (kWh/(m^{2}an))	$Q'_{C,nd,zn}$ (kWh/(m^{2}an))
1	Glavni del stavbe	85,6	0,4
2	Telovadnica	239,8	0,0
3	Delavnice	92,4	0,0

$X_{H,nd}$ (-)	$Q'_{nd,dov,an}$ (KWh/(m^{2}an))	$Q'_{H,nd,dov,kor}$ (kWh/(m^{2}an))	$Q'_{H,nd}$ (kWh/(m^{2}an))		$Y_{H,nd}$ (-)
1,25	25,0	31,3	99,7	Neustrezno	

Potrebna toplota/normirana toplota za TSV

$Q_{W,nd}$ (kWh/an)	$Q'_{W,nd}$ (kWh/(m^{2}an))
24200,0	5,1

	Naziv cone	$Q'_{W,nd,zn}$ (kWh/(m^{2}an))
1	Glavni del stavbe	6,5
2	Telovadnica	0,0
3	Delavnice	0,0

Potrebna energija/normirana energija za navlaževanje in razvlaževanje

$Q_{HU,nd}$ (kWh/an)	$Q_{DHU,nd}$ (kWh/an)	$Q'_{HU,nd}$ (kWh/(m^{2}an))	$Q'_{DHU,nd}$ (kWh/(m^{2}an))
0	0	0,0	0,0

	Naziv cone	$Q'_{HU,nd,zn}$ (kWh/(m^{2}an))	$Q'_{DHU,nd,zn}$ (kWh/(m^{2}an))
1	Glavni del stavbe	0,0	0,0
2	Telovadnica	0,0	0,0
3	Delavnice	0,0	0,0

Potrebna energija za razsvetljavo*

*Informativna raba električne energije za razsvetljavo

Q_L (kWh/(an))	Q'_L (kWh/(m^2an))
53742	11,3

	Naziv cone	$Q_{'L,nd,zn}$ (kWh/(m^2an))
1	Glavni del stavbe	10,4
2	Telovadnica	16,2
3	Delavnice	13,4

Podaki o izdelovalcih izkaza

Vodja projektiranja	
Izdelovalec izkaza in podpis	
Datum izdelave izkaza	dec.24

Izkaz o energetskih lastnostih stavbe

V160

Projekt:	Šolski_center_Celje_Ljubljanska_izhodiščno stanje

Slošni podatki o stavbi

Investitor		
Stavba		
Lokacija stavbe	Celje	
Katastrska občina		
Koordinate X,Y	X:120958 Y:520236	
Klasifikacija stavbe (CC-SI)		
Kondicionirana površina stavbe A_{use}	4748,77	m^2
Prostornina stavbe V_e	23135,71	m^3
Neto prostornina stavbe V	18582,29	m^3
Faktor oblike stavbe f_o	0,297	m^{-1}

Vrsta stavbe

☐	Energetsko nezahtevna stavba	☑	Javna stavba	☐	Nova ali rekonstruirana stavba
☑	Energetsko manj zahtevna stavba				
☐	Energetsko zahtevna stavba			☐	Obnovljena stavba

Vgrajeni tehnični stavbni sistemi

		Energent	OVE
☑	Ogrevanje		
☐	Hlajenje		
☐	Prezračevanje		
☑	Priprava TSV		
☐	Klimatizacija		
☑	Razsvetljava		
☐	Avtomatizacija in nadzor		
☐	E-mobilnost		
☐	Proizvodnja toplote in električne energije		
☐	Transportni sistemi v stavbi		

Podaki o izdelovalcih izkaza

Vodja projektiranja	
Izdelovalec izkaza in podpis	
Datum izdelave izkaza	dec.24

Izkaz o energetskih lastnostih energetsko manj zahtevne stavbe za področje Tehničnih stavbnih sistemov

Projekt:	Šolski_center_Celje_Ljubljanska_izhodiščno stanje

Potrebna toplota/normirana dovedena toplota za ogrevanje in odvedena toplota za hlajenje

$Q_{H,nd}$ (kWh/(an))	$Q_{C,nd}$ (kWh/(an))	$Q'_{H,nd}$ (kWh/(m^2an))	$Q'_{C,nd}$ (kWh/(m^2an))
473362	1340	99,7	0,3

	Naziv cone	$Q'_{H,nd,zn}$ (kWh/(m^2an))	$Q'_{C,nd,zn}$ (kWh/(m^2an))
1	Glavni del stavbe	85,6	0,4
2	Telovadnica	239,8	0,0
3	Delavnice	92,4	0,0

Potrebna toplota/normirana toplota za TSV

$Q_{W,nd}$ (kWh/an)	$Q'_{W,nd}$ (kWh/(m^2an))
24200,0	5,1

	Naziv cone	$Q'_{W,nd,zn}$ (kWh/(m^2an))
1	Glavni del stavbe	6,5
2	Telovadnica	0,0
3	Delavnice	0,0

Potrebna energija/normirana energija za navlaževanje in razvlaževanje

$Q_{HU,nd}$ (kWh/an)	$Q_{DHU,nd}$ (kWh/an)	$Q'_{HU,nd}$ (kWh/(m^2an))	$Q'_{DHU,nd}$ (kWh/(m^2an))
0	0	0,0	0,0

	Naziv cone	$Q'_{HU,nd,zn}$ (kWh/(m^2an))	$Q'_{DHU,nd,zn}$ (kWh/(m^2an))
1	Glavni del stavbe	0,0	0,0
2	Telovadnica	0,0	0,0
3	Delavnice	0,0	0,0

Potrebna energija za razsvetljavo*

*Informativna raba električne energije za razsvetljavo

Q_L (kWh/(an))	Q'_L (kWh/(m^2an))
53742	11,3

	Naziv cone	$Q'_{L,nd,zn}$ (kWh/(m^2an))
1	Glavni del stavbe	10,4
2	Telovadnica	16,2
3	Delavnice	13,4

Dovedena energija za delovanje tehničnih stavbnih sistemov

Dovedena energija za gretje $E_{H,del,an}$*

	Naziv sistema in toplotne cone povezane v energetsko cono		Energent 1	Energent 2	Energent 3
		Vrsta:	ZP	Elektrika	

1	H1	Količina (kWh/an)	603132	6158	

* vključno z dovedeno energijo za navlaževanje

Dovedena energija za segrevanje TSV $E_{W,del,an}$

	Naziv sistema in toplotne cone povezane v energetsko cono		Energent 1	Energent 2	Energent 3
1	W1	Vrsta:	ZP	Elektrika	
		Količina (kWh/an)	59083	217	

Dovedena energija za razsvetljavo $E_{L,del,an}$

	Naziv sistema in toplotne cone povezane v energetsko cono		Energent 1
1	L	Vrsta	Električna energija
		Količina (kWh/an)	53742

V/na/ob stavbi proizveden energent in energent oddan v omrežje

		Količina (kWh/an)
Proizvedena toplota $Q_{pr,an}$		
Proizvedena toplota porabljena na stavbi $Q_{pr,used,an}$		
Oddana toplota iz stavbe $Q_{exp,an}$		
		Vrednost (-)
Faktor ujemanja na stavbi proizvedene in porabljene toplote $f_{match,avg,an}$		
Kontrolni faktor oddane toplote k_{exp}		
Proizvedena električna energija $E_{PV,pr,an}$		0
Proizvedena električna energija porabljena na stavbi $E_{PV,used,an}$		0
Oddana električna energija iz stavbe $E_{PV,exp,an}$		0
		Vrednost (-)
Faktor ujemanja na stavbi proizvedene in porabljene električne energije $f_{match,avg,an}$		0,0
Kontrolni faktor oddane električne energije k_{exp}		0,0

Učinkovitost sistema za oskrbo s toploto $\eta_{H/W/C,avg,an}$

	Naziv sistema in toplotne cone povezane v energetsko cono	Učinkovitost (%)	Ustreza
1	W1, H1	73,4	

Delež ogrevanja s solarnim sistemom ali OVE brez izpustov PM ε_{sol}

☐ Se preverja

☐ Se ne preverja

	Naziv sistema in toplotne cone povezane v energetsko cono	Delež ε_{sol} (%)	Ustreza
1			

Razred	Ustreza

Prilagojenost stavbe na pametne sisteme in pametno delovanje SRI		

Kazalniki energijske učinkovitosti stavbe

	Količina (kWh/an)
Neutežena dovedena energija za delovanje TSS $E_{del,an}$	722332
Utežena dovedena energija za delovanje TSS $E_{w,del,an}$	812508
Obnovljiva primarna energija dovedene energije $E_{Pren,an}$	60117
Neobnovljiva primarna energija dovedene energije $E_{Pnren,an}$	818612
Skupna primarna energija $E_{Ptot,an}$	878730
Skupna primarna energija oddane energije iz stavbe $E_{Ptot,exp,an}$	0
	Vrednost (%)
Razmernik obnovljivih virov energije ROVE	6,8
Minimalni zahtevani razmernik $ROVE_{min}$	55,0
Ustreza minimalni zahtevi	Ne ustreza
	Vrednost (-)
Korekcijski faktor razmernika ROVE X_{OVE}	1,1
Kompenzacijski faktor razmernika ROVE Y_{ROVE}	1,2
Korekcijski faktor dovoljene skupne primarne energije glede na vrsto stavbe X_s	1,2
Korekcijski faktor dovoljene skupne primarne energije glede na leto uveljavitve X_p	0,9
Kompenzacijski faktor potrebne toplote za ogrevanje $Y_{H,nd}$	1,2
	Količina (kWh/(m^2an))
Specifična potrebna skupna primarna energija $E'_{Ptot,an}$	185
Korigirana specifična potrebna primarna energija $E'_{Ptot,kor,an}$	266
Dovoljena specifična potrebna skupna primarna energija $E'_{Ptot,dov,an}$	75
Korigirana dovoljena specifična potrebna skupna primarna energija $E'_{Ptot,kor,dov,an}$	81
Ustreza minimalni zahtevi	Ne ustreza

	Vrednost (kg/an)
Izpusti ogljikovega dioksida $M_{CO2,an}$	170937

Podaki o izdelovalcih izkaza

Vodja projektiranja	
Izdelovalec izkaza in podpis	
Datum izdelave izkaza	dec.24

Izkaz o energetskih lastnostih stavbe

V160

Projekt:	Šolski_center_Celje_Ljubljanska_sanirano stanje

Slošni podatki o stavbi

Investitor		
Stavba		
Lokacija stavbe	Celje	
Katastrska občina		
Koordinate X,Y	X:120958 Y:520236	
Klasifikacija stavbe (CC-SI)		
Kondicionirana površina stavbe A_{use}	4748,77	m^2
Prostornina stavbe V_e	23135,71	m^3
Neto prostornina stavbe V	18582,29	m^3
Faktor oblike stavbe f_o	0,297	m^{-1}

Vrsta stavbe

☐	Energetsko nezahtevna stavba	☑	Javna stavba	☐	Nova ali rekonstruirana stavba
☑	Energetsko manj zahtevna stavba				
☐	Energetsko zahtevna stavba			☑	Obnovljena stavba

Vgrajeni tehnični stavbni sistemi

		Energent	OVE
☑	Ogrevanje		
☐	Hlajenje		
☑	Prezračevanje		
☑	Priprava TSV		
☐	Klimatizacija		
☑	Razsvetljava		
☐	Avtomatizacija in nadzor		
☐	E-mobilnost		
☑	Proizvodnja toplote in električne energije		
☐	Transportni sistemi v stavbi		

Podaki o izdelovalcih izkaza

Vodja projektiranja	
Izdelovalec izkaza in podpis	
Datum izdelave izkaza	dec.24

Izkaz o energetskih lastnostih energetsko manj zahtevne stavbe za področje gradbene fizike

Projekt:	Šolski_center_Celje_Ljubljanska_sanirano stanje

Toplotna prehodnost gradbenih konstrukcij in gradnikov stavbe

	Naziv cone	Glavni del stavbe	Kondicionirana površina cone $A_{use,zn}$		3700,47	m^2
	Naziv konstrukcije/gradnika		A (m^2)	U (W/m^2K)	U_{dov} (W/m^2K)	
1	Stena 80		24,37	0,179	0,180	Ustreza
2	Stena 80		115,7	0,179	0,180	Ustreza
3	Stena 68		131,74	0,176	0,180	Ustreza
4	Stena 68		90,94	0,176	0,180	Ustreza
5	Stena 68		245,41	0,176	0,180	Ustreza
6	Stena 68		192,11	0,176	0,180	Ustreza
7	Stena 44		16,51	0,174	0,180	Ustreza
8	Stena 44		47,7	0,174	0,180	Ustreza
9	Stena 44		58,85	0,174	0,180	Ustreza
10	Stena 44		21,84	0,174	0,180	Ustreza
11	Stena AB		130,25	0,178	0,180	Ustreza
12	Stena AB		125,1	0,178	0,180	Ustreza
13	Stena AB		157,02	0,178	0,180	Ustreza
14	Stena AB z EPS		97,2	0,175	0,180	Ustreza
15	Stena AB z EPS		97,2	0,175	0,180	Ustreza
16	Stena nova		43,4	0,176	0,180	Ustreza
17	Stena mansarda		16,8	0,274	0,280	Ustreza
18	Stena mansarda		32,2	0,280	0,280	Ustreza
19	Stena mansarda		32,2	0,280	0,280	Ustreza
20	Strop mansarda		66,7	0,150	0,150	Ustreza
21	Pohodno podstrešje		902,98	0,150	0,150	Ustreza
22	Poševni strop		32,2	0,147	0,150	Ustreza
23	Poševni strop		32,2	0,147	0,150	Ustreza
24	Poševni strop		16,8	0,147	0,150	Ustreza
25	Ravna		73,6	0,118	0,150	Ustreza
26	Tla		1156	0,303	0,350	Ustreza
27	Vrata polna		5,1	1,000	1,600	Ustreza
28	Vrata polna		2,2	1,000	1,600	Ustreza
29	Vhodna		9,9	0,950	1,600	Ustreza
30	Okna		149,8	0,920	1,000	Ustreza
31	Okna		25,68	0,920	1,000	Ustreza
32	Okna		60,95	0,920	1,000	Ustreza
33	Okna		46,08	0,920	1,000	Ustreza
34	Okna		0,25	0,920	1,000	Ustreza
35	Okna		4,84	0,920	1,000	Ustreza
36	Okna		3,96	0,920	1,000	Ustreza
37	Alu, N		23,14	0,920	1,000	Ustreza
38	Okna		120,55	0,920	1,000	Ustreza
39	Okna		109,64	0,920	1,000	Ustreza
40	Okna		118,44	0,920	1,000	Ustreza
41	Les, PP		4,5	1,120	1,400	Ustreza

42	Les, PP	4,5	1,120	1,400	Ustreza
43	Les, PP	1,13	1,120	1,400	Ustreza

	Naziv cone	Telovadnica	Kondicionirana površina cone $A_{use,zn}$		406,1	m^2
	Naziv konstrukcije/gradnika		A (m^2)	U (W/m^2K)	U_{dov} (W/m^2K)	
1	Stena AB		172,5	0,176	0,180	Ustreza
2	Stena AB		115,02	0,176	0,180	Ustreza
3	Stena AB		80,2	0,178	0,180	Ustreza
4	Okna		36,96	0,930	1,000	Ustreza
5	Okna		27,72	0,920	1,000	Ustreza
6	Streha		218	0,150	0,150	Ustreza
7	Streha		218	0,150	0,150	Ustreza

	Naziv cone	Delavnice	Kondicionirana površina cone $A_{use,zn}$		642,2	m^2
	Naziv konstrukcije/gradnika		A (m^2)	U (W/m^2K)	U_{dov} (W/m^2K)	
1	Stena 44		36,79	0,179	0,180	Ustreza
2	Stena 44		36,98	0,179	0,180	Ustreza
3	Stena		37,95	0,175	0,180	Ustreza
4	Stena		59,78	0,180	0,180	Ustreza
5	Stena		76,68	0,175	0,180	Ustreza
6	Polna		2	1,000	1,600	Ustreza
7	Dvižna		63	1,400	2,000	Ustreza
8	Okna		21,1	0,920	1,000	Ustreza
9	Okna		3	0,920	1,000	Ustreza
10	Okna		2,15	0,920	1,000	Ustreza
11	Okna		15,75	0,920	1,000	Ustreza
12	Okna		1,25	0,920	1,000	Ustreza
13	Tla		715,82	0,301	0,350	Ustreza
14	Strop		290,85	0,147	0,150	Ustreza

Linijske in točkovne toplotne prehodnosti toplotnih mostov

☐ Toplotni mostovi ovrednoteni po poenostavljeni metodi — 0,010 — $\Delta\Psi_{th}$ ($W/(m^2K)$)

☐ Detajlni izračun

Naziv cone

	Naziv toplotnega mostu	Ψ_{tb} (W/mK)	l_{tb} (m)	χ_{tb} (W/K)
1				

Preverjanje prehoda vodne pare

Toplotne lastnosti transparentnih gradnikov/oken

	Naziv cone	Glavni del stavbe				
	Naziv gradnika	A_w (W/m^2K)	U_w (W/m^2K)	$g_{tot,sh}$ (-)	τ_{vis} (-)	
1	Vrata polna	5,1	1,000	0,150	0,700	
2	Vrata polna	2,2	1,000	0,150	0,700	
3	Vhodna	9,9	0,950	0,750	0,700	
4	Okna	149,8	0,920	0,150	0,700	

5	Okna	25,68	0,920	0,150	0,700	
6	Okna	60,95	0,920	0,150	0,700	
7	Okna	46,08	0,920	0,150	0,700	
8	Okna	0,25	0,920	0,150	0,700	
9	Okna	4,84	0,920	0,150	0,700	
10	Okna	3,96	0,920	0,150	0,700	
11	Alu, N	23,14	0,920	0,150	0,700	
12	Okna	120,55	0,920	0,150	0,700	
13	Okna	109,64	0,920	0,150	0,700	
14	Okna	118,44	0,920	0,150	0,700	
15	Les, PP	4,5	1,120	0,150	0,700	
16	Les, PP	4,5	1,120	0,150	0,700	
17	Les, PP	1,13	1,120	0,150	0,700	

	Naziv cone	Telovadnica				
	Naziv gradnika	A_w (W/m^2K)	U_w (W/m^2K)	$g_{tot,sh}$ (-)	τ_{vis} (-)	
1	Okna	36,96	0,930	0,150	0,700	
2	Okna	27,72	0,920	0,150	0,700	

	Naziv cone	Delavnice				
	Naziv gradnika	A_w (W/m^2K)	U_w (W/m^2K)	$g_{tot,sh}$ (-)	τ_{vis} (-)	
1	Polna	2	1,000	0,150	0,700	
2	Dvižna	63	1,400	0,150	0,700	
3	Okna	21,1	0,920	0,150	0,700	
4	Okna	3	0,920	0,150	0,700	
5	Okna	2,15	0,920	0,150	0,700	
6	Okna	15,75	0,920	0,150	0,700	
7	Okna	1,25	0,920	0,150	0,700	

Faktor dnevne svetlobe

☐ Načrtovano

☐ Izračunano

	Naziv stavbe/cone	FDS (%)	FDS_{TM} (%)
1	Glavni del stavbe		
2	Telovadnica		
3	Delavnice		

Tesnost ovoja stavbe

☐ Načrtovano — n_{50} (h^{-1})

☐ Izmerjeno

	Naziv stavbe/cone	n_{50} (h^{-1})	w_{50} (h^{-1})
1	Glavni del stavbe		
2	Telovadnica		
3	Delavnice		

Specifični koeficient transmisijskih toplotnih izgub stavbe/cone

$X_{H'tr}$ (-)	H'_{tr} (W/m^{2}K)	$H'_{tr,dov}$ (W/m^{2}K)	
1,200	0,312	0,504	

	Naziv cone	$H'_{tr,zn}$ (W/m^{2}K)
1	Glavni del stavbe	0,324
2	Telovadnica	0,229
3	Delavnice	0,327

Koeficient transmisijskih in prezračevalnih toplotnih izgub stavbe/cone

H_{tr} (W/K)	H_{ve} (W/K)
2148,9	3066,1

	Naziv cone	$H_{tr,zn}$ (W/K)	$H_{ve,zn}$ (W/K)
1	Glavni del stavbe	1504,6	2137,0
2	Telovadnica	198,5	537,0
3	Delavnice	445,8	392,1

Potrebna toplota/normirana dovedena toplota za ogrevanje in odvedena toplota za hlajenje

$Q_{H,nd}$ (kWh/(an))	$Q_{C,nd}$ (kWh/(an))	$Q'_{H,nd}$ (kWh/(m^{2}an))	$Q'_{C,nd}$ (kWh/(m^{2}an))
252280	4702	53,1	1,0

	Naziv cone	$Q'_{H,nd,zn}$ (kWh/(m^{2}an))	$Q'_{C,nd,zn}$ (kWh/(m^{2}an))
1	Glavni del stavbe	41,6	1,2
2	Telovadnica	108,0	0,2
3	Delavnice	84,9	0,0

$X_{H,nd}$ (-)	$Q'_{nd,dov,an}$ (KWh/(m^{2}an))	$Q'_{H,nd,dov,kor}$ (kWh/(m^{2}an))	$Q'_{H,nd}$ (kWh/(m^{2}an))		$Y_{H,nd}$ (-)
1,25	25,0	31,3	53,1	Neustrezno	

Potrebna toplota/normirana toplota za TSV

$Q_{W,nd}$ (kWh/an)	$Q'_{W,nd}$ (kWh/(m^{2}an))
65000,0	13,7

	Naziv cone	$Q'_{W,nd,zn}$ (kWh/(m^{2}an))
1	Glavni del stavbe	8,4
2	Telovadnica	51,2
3	Delavnice	20,2

Potrebna energija/normirana energija za navlaževanje in razvlaževanje

$Q_{HU,nd}$ (kWh/an)	$Q_{DHU,nd}$ (kWh/an)	$Q'_{HU,nd}$ (kWh/(m^{2}an))	$Q'_{DHU,nd}$ (kWh/(m^{2}an))
0	0	0,0	0,0

	Naziv cone	$Q'_{HU,nd,zn}$ (kWh/(m^{2}an))	$Q'_{DHU,nd,zn}$ (kWh/(m^{2}an))
1	Glavni del stavbe	0,0	0,0
2	Telovadnica	0,0	0,0
3	Delavnice	0,0	0,0

Potrebna energija za razsvetljavo*

*Informativna raba električne energije za razsvetljavo

Q_L (kWh/(an))	Q'_L (kWh/(m^2an))
38086	8,0

	Naziv cone	$Q_{'L,nd,zn}$ (kWh/(m^2an))
1	Glavni del stavbe	7,4
2	Telovadnica	11,0
3	Delavnice	9,4

Podaki o izdelovalcih izkaza

Vodja projektiranja	
Izdelovalec izkaza in podpis	
Datum izdelave izkaza	dec.24

Izkaz o energetskih lastnostih stavbe

V160

Projekt:	Šolski_center_Celje_Ljubljanska_sanirano

Slošni podatki o stavbi

Investitor		
Stavba		
Lokacija stavbe	Celje	
Katastrska občina		
Koordinate X,Y	X:120958 Y:520236	
Klasifikacija stavbe (CC-SI)		
Kondicionirana površina stavbe A_{use}	4748,77	m^2
Prostornina stavbe V_e	23135,71	m^3
Neto prostornina stavbe V	18582,29	m^3
Faktor oblike stavbe f_o	0,297	m^{-1}

Vrsta stavbe

☐	Energetsko nezahtevna stavba	☑	Javna stavba	☐	Nova ali rekonstruirana stavba
☑	Energetsko manj zahtevna stavba				
☐	Energetsko zahtevna stavba			☑	Obnovljena stavba

Vgrajeni tehnični stavbni sistemi

		Energent	OVE
☑	Ogrevanje		
☐	Hlajenje		
☐	Prezračevanje		
☑	Priprava TSV		
☐	Klimatizacija		
☑	Razsvetljava		
☐	Avtomatizacija in nadzor		
☐	E-mobilnost		
☑	Proizvodnja toplote in električne energije		
☐	Transportni sistemi v stavbi		

Podaki o izdelovalcih izkaza

Vodja projektiranja	
Izdelovalec izkaza in podpis	
Datum izdelave izkaza	dec.24

Izkaz o energetskih lastnostih energetsko manj zahtevne stavbe za področje Tehničnih stavbnih sistemov

Projekt:	Šolski_center_Celje_Ljubljanska_sanirano

Potrebna toplota/normirana dovedena toplota za ogrevanje in odvedena toplota za hlajenje

$Q_{H,nd}$ (kWh/(an))	$Q_{C,nd}$ (kWh/(an))	$Q'_{H,nd}$ (kWh/(m^2an))	$Q'_{C,nd}$ (kWh/(m^2an))
252280	4702	53,1	1,0

	Naziv cone	$Q'_{H,nd,zn}$ (kWh/(m^2an))	$Q'_{C,nd,zn}$ (kWh/(m^2an))
1	Glavni del stavbe	41,6	1,2
2	Telovadnica	108,0	0,2
3	Delavnice	84,9	0,0

Potrebna toplota/normirana toplota za TSV

$Q_{W,nd}$ (kWh/an)	$Q'_{W,nd}$ (kWh/(m^2an))
65000,0	13,7

	Naziv cone	$Q'_{W,nd,zn}$ (kWh/(m^2an))
1	Glavni del stavbe	8,4
2	Telovadnica	51,2
3	Delavnice	20,2

Potrebna energija/normirana energija za navlaževanje in razvlaževanje

$Q_{HU,nd}$ (kWh/an)	$Q_{DHU,nd}$ (kWh/an)	$Q'_{HU,nd}$ (kWh/(m^2an))	$Q'_{DHU,nd}$ (kWh/(m^2an))
0	0	0,0	0,0

	Naziv cone	$Q'_{HU,nd,zn}$ (kWh/(m^2an))	$Q'_{DHU,nd,zn}$ (kWh/(m^2an))
1	Glavni del stavbe	0,0	0,0
2	Telovadnica	0,0	0,0
3	Delavnice	0,0	0,0

Potrebna energija za razsvetljavo*

*Informativna raba električne energije za razsvetljavo

Q_L (kWh/(an))	Q'_L (kWh/(m^2an))
38086	8,0

	Naziv cone	$Q'_{L,nd,zn}$ (kWh/(m^2an))
1	Glavni del stavbe	7,4
2	Telovadnica	11,0
3	Delavnice	9,4

Dovedena energija za delovanje tehničnih stavbnih sistemov

Dovedena energija za gretje $E_{H,del,an}$*

Naziv sistema in toplotne cone povezane v energetsko cono	Energent 1	Energent 2	Energent 3

1	H1	Vrsta:	Elektrika	Toplota okolja	
		Količina (kWh/an)	105007	165789	

* vključno z dovedeno energijo za navlaževanje

Dovedena energija za segrevanje TSV $E_{W,del,an}$

	Naziv sistema in toplotne cone povezane v energetsko cono		Energent 1	Energent 2	Energent 3
1	W1	Vrsta:	Elektrika	Toplota okolja	
		Količina (kWh/an)	13553	21969	

Dovedena energija za razsvetljavo $E_{L,del,an}$

	Naziv sistema in toplotne cone povezane v energetsko cono		Energent 1
1	L	Vrsta	Električna energija
		Količina (kWh/an)	38086

V/na/ob stavbi proizveden energent in energent oddan v omrežje

		Količina (kWh/an)
Proizvedena toplota $Q_{pr,an}$		
Proizvedena toplota porabljena na stavbi $Q_{pr,used,an}$		
Oddana toplota iz stavbe $Q_{exp,an}$		
		Vrednost (-)
Faktor ujemanja na stavbi proizvedene in porabljene toplote $f_{match,avg,an}$		
Kontrolni faktor oddane toplote k_{exp}		
Proizvedena električna energija $E_{PV,pr,an}$		110372
Proizvedena električna energija porabljena na stavbi $E_{PV,used,an}$		70578
Oddana električna energija iz stavbe $E_{PV,exp,an}$		0
		Vrednost (-)
Faktor ujemanja na stavbi proizvedene in porabljene električne energije $f_{match,avg,an}$		1,0
Kontrolni faktor oddane električne energije k_{exp}		0,0

Učinkovitost sistema za oskrbo s toploto $\eta_{H/W/C,avg,an}$

	Naziv sistema in toplotne cone povezane v energetsko cono	Učinkovitost (%)	Ustreza
1	W1, H1	58,6	

Delež ogrevanja s solarnim sistemom ali OVE brez izpustov PM ε_{sol}

☐ Se preverja

☐ Se ne preverja

	Naziv sistema in toplotne cone povezane v energetsko cono	Delež ε_{sol} (%)	Ustreza
1			

	Razred	Ustreza
Prilagojenost stavbe na pametne sisteme in pametno delovanje SRI		

Kazalniki energijske učinkovitosti stavbe

	Količina (kWh/an)
Neutežena dovedena energija za delovanje TSS $E_{del,an}$	344404
Utežena dovedena energija za delovanje TSS $E_{w,del,an}$	579372
Obnovljiva primarna energija dovedene energije $E_{Pren,an}$	384198
Neobnovljiva primarna energija dovedene energije $E_{Pnren,an}$	129101
Skupna primarna energija $E_{Ptot,an}$	513299
Skupna primarna energija oddane energije iz stavbe $E_{Ptot,exp,an}$	0
	Vrednost (%)
Razmernik obnovljivih virov energije ROVE	74,8
Minimalni zahtevani razmernik $ROVE_{min}$	55,0
Ustreza minimalni zahtevi	Ustreza
	Vrednost (-)
Korekcijski faktor razmernika ROVE X_{OVE}	1,1
Kompenzacijski faktor razmernika ROVE Y_{ROVE}	0,8
Korekcijski faktor dovoljene skupne primarne energije glede na vrsto stavbe X_s	1,2
Korekcijski faktor dovoljene skupne primarne energije glede na leto uveljavitve X_p	0,9
Kompenzacijski faktor potrebne toplote za ogrevanje $Y_{H,nd}$	1,2
	Količina (kWh/(m^2an))
Specifična potrebna skupna primarna energija $E'_{Ptot,an}$	108
Korigirana specifična potrebna primarna energija $E'_{Ptot,kor,an}$	104
Dovoljena specifična potrebna skupna primarna energija $E'_{Ptot,dov,an}$	75
Korigirana dovoljena specifična potrebna skupna primarna energija $E'_{Ptot,kor,dov,an}$	81
Ustreza minimalni zahtevi	Ne ustreza

	Vrednost (kg/an)
Izpusti ogljikovega dioksida $M_{CO2,an}$	36148

Podaki o izdelovalcih izkaza

Vodja projektiranja	
Izdelovalec izkaza in podpis	
Datum izdelave izkaza	dec.24