

RAZŠIRJENI ENERGETSKI PREGLED

Akademija za likovno
umetnost in oblikovanje

Enota Erjavčeva



KSSENA

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	<i>Razširjeni energetski pregled Akademije za likovno umetnost in oblikovanje</i> <i>Enota Erjavčeva:</i> <i>ODDELEK ZA SLIKARSTVO</i> <i>ODDELEK ZA KIPARSTVO</i>
Naročnik	<i>Univerza v Ljubljani</i> <i>Akademija za likovno umetnost in oblikovanje</i> <i>Erjavčeva cesta 23</i> <i>1000 Ljubljana</i>
Izvajalec	<i>Zavod Energetska agencija za Savinjsko, Šaleško in Koroško</i> <i>Koroška cesta 37a</i> <i>3320 Velenje</i> <i>tel.: +386 38 961 520</i> <i>www.kssena.si</i>
Izdelovalci	<i>Boštjan KRAJNC</i> <i>Sašo MOZGAN</i> <i>Niko NATEK</i> <i>Hana KOLENC</i> <i>Nejc JURKO</i> <i>Primož ROTOVNIK, skrbnik sistema upravljanja z energijo ISO 50001:2018</i>
Pogodba	Naročilo na podlagi ponudbe.
Storitev	Izvedba razširjenega energetskega pregleda Akademije za likovno umetnost in oblikovanje, Erjavčeva cesta 23, 1000 Ljubljana, enota ERJAVČEVA

Kraj in datum izdelave:

Velenje, november 2022

Odgovorna oseba:

Boštjan KRAJNC,
direktor

VSEBINA

0	Povzetek za poslovno določanje	6
0.1	<i>Uvod</i>	6
0.2	<i>Struktura rabe in stroški za energijo ter sanitarno vodo</i>	6
0.3	<i>Možni prihranki in potrebne investicije</i>	8
0.4	<i>Energetski kazalniki pred in po izvedbi ukrepov</i>	11
0.5	<i>Napotki za izvedbo ukrepov</i>	13
0.6	<i>Možni viri financiranja</i>	15
1	Namen in cilji energetskega pregleda	16
2	Uvod	17
2.1	<i>Predstavitve Akademije za likovno umetnost in oblikovanje</i>	17
2.2	<i>Splošni opis stavb</i>	18
3	Upravljanje z energijo	21
3.1	<i>Proces odločanja na področju vzdrževanja in investiranja v URE</i>	21
3.2	<i>Nadzor nad rabo energije in stroški</i>	22
3.3	<i>Motivacija deležnikov za učinkovito rabo energije</i>	22
3.4	<i>Raven promoviranja URE</i>	22
4	Raba energije	23
4.1	<i>Klimatski podatki o lokaciji stavbe</i>	23
4.2	<i>Skupna raba energije in sanitarne vode ter stroški</i>	27
5	Oskrba in raba energije	29
5.1	<i>Električna energija</i>	29
5.2	<i>Toplotna energija</i>	32
5.3	<i>Sanitarna voda</i>	35
5.4	<i>Zanesljivost oskrbe stavbe z energetskimi viri in sanitarno vodo</i>	37
5.5	<i>Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme</i>	37
6	Energetski sistemi	38
6.1	<i>Sistemi zagotavljanja ugodja v stavbi</i>	38
6.2	<i>Sistem oskrbe s hladno in toplo sanitarno vodo</i>	39
6.3	<i>Elektroenergetski sistemi</i>	39
6.4	<i>Razsvetljava</i>	40
6.5	<i>Električni porabniki</i>	41
7	Ovoj stavbe	42
7.2	<i>Termografski pregled stavbe</i>	44

8	Analiza energetskih tokov v stavbi	45
8.1	<i>Potrebna toplotna energija za ogrevanje in potrebni hlad za ohlajanje stavbe</i>	45
9	Ocena energetsko varčevalnih potencialov	49
9.1	<i>Organizacijski ukrepi</i>	49
9.2	<i>Ovoj stavbe</i>	51
9.3	<i>Priprava toplotne energije in hladu</i>	52
9.4	<i>Priprava tople sanitarne vode</i>	53
9.5	<i>Prezračevanje in hlajenje stavbe</i>	54
9.6	<i>Električna energija</i>	55
9.7	<i>Razsvetljava</i>	56
9.8	<i>Transport</i>	57
10	Ukrepi za zmanjšanje rabe energije	59
11	Prihranki, potrebna investicijska sredstva in povračilna doba	65
12	Ekološka presoja predlaganih ukrepov	66
13	Enoten prikaz predlaganih ukrepov	67
14	Literatura	75
15	Priloge	76

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Povprečna letna raba energije in vode ter stroški in emisije CO ₂ v obravnavanem obdobju	6
Preglednica 2: Dejanska letna raba toplotne in električne energije ter vode v obravnavanem obdobju	7
Preglednica 3: Povzetek posameznih ukrepov	8
Preglednica 4: Povzetek ukrepov - scenarij 1	9
Preglednica 5: Povzetek ukrepov - scenarij 2	9
Preglednica 6: Povzetek ukrepov - scenarij 3	9
Preglednica 7: Splošni podatki	18
Preglednica 8: Število vpisanih študentov	20
Preglednica 9: Osnovni klimatski podatki o lokaciji stavbe	23
Preglednica 10: Meritve notranjega delovnega ugodja (mikroklima)	25
Preglednica 11: Povprečna raba energije in vode ter stroški in emisije CO ₂ v obravnavanem obdobju	27
Preglednica 12: Letna raba energentov in sanitarne vode v obravnavanem obdobju	28
Preglednica 13: Možni ukrepi na ovoju stavbe	51
Preglednica 14: Možni ukrepi na sistemih za pripravo toplotne energije za ogrevanje stavbe	53
Preglednica 15: Možni ukrepi na sistemih za pripravo tople sanitarne vode	54
Preglednica 16: Možni ukrepi na sistemih za prezračevanje	55
Preglednica 17: Možni ukrepi za prihranek električne energije	55
Preglednica 18: Možni ukrepi na razsvetljavi	56
Preglednica 19: Možni ukrepi v transportu	58
Preglednica 20: Prihranki, investicije in povračilne dobe predlaganih ukrepov	65

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Struktura povprečne rabe energije	7
Grafikon 2: Struktura stroškov	7
Grafikon 3: Letni temperaturni primanjkljaj	23
Grafikon 4: Letna raba električne energije v obravnavanem obdobju	29
Grafikon 5: Mesečna raba električne energije v obravnavanem obdobju	29
Grafikon 6: Letni stroški električne energije v obravnavanem obdobju	30
Grafikon 7: Specifična cena električne energije v obravnavanem obdobju	30
Grafikon 8: Cene postavk rabe električne energije	31
Grafikon 9: Cene postavk obračunske moči	31
Grafikon 10: Letna raba toplotne energije v obravnavanem obdobju	32
Grafikon 11: Letna normirana raba toplotne energije v obravnavanem obdobju	32
Grafikon 12: Mesečna raba toplotne energije v obravnavanem obdobju	33
Grafikon 13: Letni stroški toplotne energije za v obravnavanem obdobju	33
Grafikon 14: Specifična cena toplotne energije v obravnavanem obdobju	34
Grafikon 15: Letna poraba vode v obravnavanem obdobju	35
Grafikon 16: Letni stroški vode v obravnavanem obdobju	36
Grafikon 17: Specifična cena vode v obravnavanem obdobju	36
Grafikon 18: Bilanca toplotnih izgub in dobitkov	46
Grafikon 19: Transmisijske toplotne izgube	47
Grafikon 20: Prezračevalne toplotne izgube	47
Grafikon 21: Notranji toplotni dobitki	48
Grafikon 22: Toplotni dobitki sončnega obsevanja	48

KAZALO SLIK

Slika 1: Postopek izvedbe posameznih ukrepov	14
Slika 2: Akademija za likovno umetnost in oblikovanje-enota Erjavčeva	18
Slika 3: Prizidek iz leta 1962	18
Slika 4: Starejši del stavbe	19
Slika 5: Ortofoto posnetek stavbe	19
Slika 6: Organigram Akademije	20
Slika 7: Shema naročanja in izvedbe storitev na področju vzdrževanja in investiranja	21
Slika 8: Področje ugodja glede na temperaturo zraka in aktivnost	25
Slika 9: Toplotna podpostaja	38
Slika 10: Členasto grelna telo s klasičnim ventilom	38
Slika 11: Klimatske naprave	39
Slika 12: Lokalni grelnik tople sanitarne vode	39
Slika 13: Svetilka s fluorescentnimi sijalkami	40
Slika 14: Svetilke s kompaktnimi sijalkami	40
Slika 15: Serverska postaja	41
Slika 16: Peč za keramiko	41
Slika 17: Odsesovalna komora	41
Slika 18: Fotokopirni stroj	41
Slika 19: Zunanje stene stavb	42
Slika 20: Izvedba streh	43
Slika 21: Stavbno pohištvo	43
Slika 22: Energetska bilanca stavbe	45

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.

0.2 Struktura rabe in stroški za energijo ter sanitarno vodo

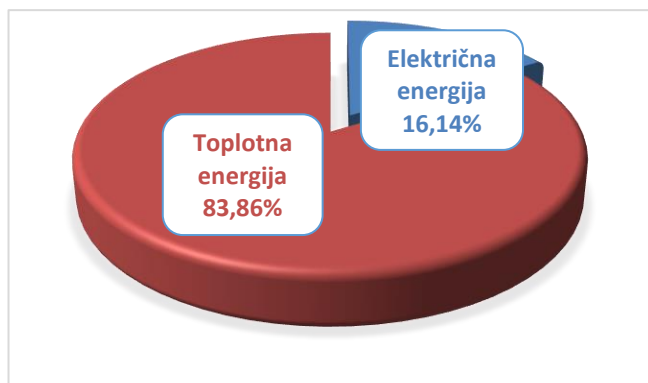
Prostori Akademije za likovno umetnost in oblikovanje se nahajajo na več naslovih. V razširjenem energetskem pregledu je zajeta enota ERJAVČEVA, ki se nahaja na naslovu Erjavčeva cesta 23, Ljubljana. Stavba je sestavljena iz dveh povezanih sklopov, in sicer starejšega dela (uprava, knjižnica, predavalnice) in kasneje dograjenega prizidka (ateljeji). Za sam proces izobraževanja in ugodno počutje profesorjev, slušateljev ter zaposlenih na upravi akademije je ključna konstantna oskrba s toplotno in predvsem električno energijo ter vodo. V nadaljevanju razširjenega energetskega pregleda so predstavljeni podatki o rabi in stroških energentov ter poraba vode v obdobju zadnjih petih koledarskih let (2017, 2018, 2019, 2020 in 2021). Obdobje je smiselno izbrano zaradi vmesne omejitve izvajanja dejavnosti zaradi Covid-19.

Kot je razvidno iz naslednje preglednice se je v enoti Erjavčeva v obravnavanem obdobju povprečno porabilo 312 MWh energije. Večji delež porabljene energije, kot je vidno na grafikonu 1, predstavlja toplotna energija, in sicer 83,9 % delež, ki se uporablja za zagotavljanje ugodnih bivalnih pogojev v ogrevalnem obdobju. Raba električne energije pa predstavlja zgolj 16,1 % delež. Pretežni del električne energije porabi razsvetljava.

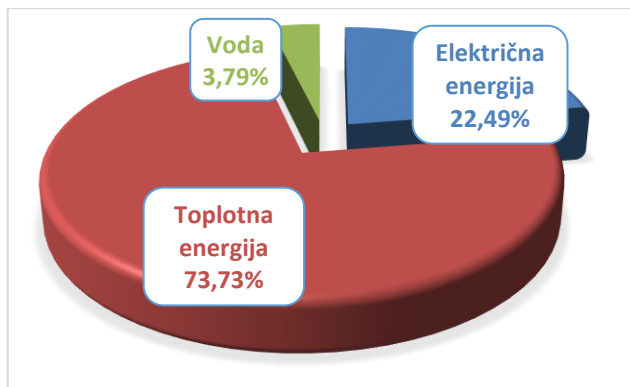
Preglednica 1: Povprečna letna raba energije in vode ter stroški in emisije CO₂ v obravnavanem obdobju

	Raba	Enota	Delež [%]	Strošek z DDV [€]	Delež [%]	CO ₂ [kg]	Delež [%]
Električna energija	50.359	kWh	16,1%	7.107	22,5%	24.676	22,8%
Toplotna energija	261.688	kWh	83,9%	23.304	73,7%	83.740	77,2%
Voda	665	m ³		1.197	3,8%		
SKUPAJ	312.047	kWh		31.608		108.416	
	665	m³					

Povprečni skupni letni strošek z DDV za toplotno energijo, električno energijo in vodo je v obravnavanem obdobju znašal 31.608 €. Povprečni strošek za toplotno energijo je predstavljal 73,7 %, strošek električne energije je predstavljal 22,5 % in strošek za vodo zgolj 3,8 % (grafikon 2).



Grafikon 1: Struktura povprečne rabe energije



Grafikon 2: Struktura stroškov

Pri pregledu porabe je potrebno upoštevati tudi okoljski vidik, zato so v preglednici 1 prikazane letne emisije CO₂, ki so nastale ob rabi energije v stavbah. Prikazana toplotna energija se v stavbo dovede iz sistema daljinskega ogrevanja, ki ga upravlja Energetika Ljubljana. Za določitev emisij CO₂ sta bila za toplotno energijo iz daljinskega ogrevanja 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 sistema daljinskega ogrevanja znaša 0,320 kg CO₂/kWh, za električno energijo pa 0,49 kg CO₂/kWh. Povprečna letna emisija CO₂ zaradi rabe toplotne energije in rabe električne energije je v obravnavanem obdobju znašala 108,4 t. Električna energija je k skupnim emisijam CO₂ prispevala 22,8 %, toplotna energija pa 77,2 %.

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

	Električna energija [kWh]	Toplotna energija [kWh]	Voda [m ³]	Skupni stroški z DDV [€]
2017	53.441	267.761	795	28.451
2018	55.457	256.660	818	30.095
2019	57.229	261.640	912	33.859
2020	41.212	237.810	537	29.708
2021	44.456	284.570	261	35.927
Povprečje	50.359	261.688	665	31.608

V preglednici 2 je prikazana dejanska letna raba energentov v obravnavanem obdobju, in sicer je povprečna letna raba električne energije znašala 50,36 MWh, povprečna letna raba toplotne energije pa 261,7 MWh. V obravnavanem obdobju je povprečna letna poraba sanitarne vode iz vodovodnega omrežja znašala 665 m³. Kondicionirana površina stavbe po posredovanih podatkih (ter tudi javno dostopnih podatkih) znaša 2.483 m². Referenčno energijsko število za ogrevanje stavbe znaša 105,4 kWh/m², za rabo električne energije pa 20,3 kWh/m², skupno energijsko število za delovanje stavbe tako znaša 125,7 kWh/m².

0.3 Možni prihranki in potrebne investicije

V spodnji preglednici je prikazan povzetek posameznih ukrepov za zmanjšanje rabe energije. Povzetek zajema organizacijske in vse smiselne investicijske ukrepe za znižanje rabe energije. V sklopu razširjenega energetskega pregleda so bili opredeljeni trije scenariji izvedbe ukrepov, in sicer:

- scenarij 1: le organizacijski ukrepi: št. 1,
- scenarij 2: optimalni¹ scenarij ukrepov (organizacijski ukrepi: št. 1; investicijski ukrepi: št. 3, 6, 7),
- scenarij 3: scenarij vseh ukrepov (organizacijski ukrepi št. 1; investicijski ukrepi št. 2, 3, 4, 5, 6, 7)

Stavba po sanaciji pri nobenem scenariju ni skladna z zahtevami PURES (z realnimi ukrepi ni moč doseči potrebnih zahtev pravilnika, delno so ovira tudi smernice ZVKDS)!

Ocena stroškov za implementacijo investicijskih ukrepov je izdelana na osnovi podatkov, ki so bili zbrani med terenskim pregledom stavbe in na osnovi elaborata 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 zadnjih mesecih precej povišale, bodo ob nadaljnjem vztrajanju cen energentov na trenutni ravni enostavne povračilne dobe pri ukrepih krajše.

Investicijska sredstva za implementacijo ukrepov ter povračilne dobe, določene na osnovi referenčne rabe in referenčnih cen, so podane v naslednji preglednici.

Preglednica 3: Povzetek posameznih 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	13.084	2.518	1.165	355	6.000	3,9
Investicijski ukrepi						
2. Menjava stavbnega pohištva	21.458	0	1.911	0	134.680	nad 30
3. Toplotna zaščita strehe-stropa v starejšem delu stavbe	8.636	0	769	0	42.875	nad 30
4. Toplotna zaščita zunanjih sten prizidka	85.310	0	7.597	0	96.250	12,7
5. Toplotna zaščita strehe-stropa na prizidku	16.225	0	1.445	0	72.756	nad 30
6. Namestitev termostatskih ventilov in termostatskih glav na grelna telesa	10.206	0	909	0	3.710	4,1
7. Menjava energetsko neučinkovite razsvetljave	0	13.179	0	1.860	14.711	7,9

¹ Optimalni scenarij izbran glede na dejavnike: višina prihrankov, vračilna doba, smiselnost ukrepa glede na trenutno stanja dela stavbe, nujnost ukrepa s stališča vzdrževanja stavbe...

Preglednica 4: Povzetek ukrepov - scenarij 1

Scenarij 1 – izvedba organizacijskih ukrepov			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	2.518	kWh	5,0%
letni prihranek toplotne energije	13.084	kWh	5,0%
letni prihranek vode	/	m ³	/
skupno zmanjšanje emisij CO ₂	5.421	kg	5,0%
skupno zmanjšanje stroškov na leto	1.521	€	5,0%
skupni znesek potrebnih investicij	6.000	€	
povprečni vračilni rok	3,9	let	

Preglednica 5: Povzetek ukrepov - scenarij 2

Scenarij 2 – optimalni scenarij ukrepov			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	15.697	kWh	31,2%
letni prihranek toplotne energije	31.926	kWh	12,2%
letni prihranek vode	/	m ³	/
skupno zmanjšanje emisij CO ₂	17.908	kg	16,5%
skupno zmanjšanje stroškov na leto	5.058	€	16,0%
skupni znesek potrebnih investicij	67.296	€	
povprečni vračilni rok	13,3	let	

Preglednica 6: Povzetek ukrepov - scenarij 3

Scenarij 3 – scenarij vseh smiselnih ukrepov na sistemih in na ovoju stavbe			% prihranka od skupne vrednosti
letni prihranek električne energije	15.697	kWh	31,2%
letni prihranek toplotne energije za ogrevanje	154.919	kWh	59,2%
letni prihranek vode	/	m ³	/
skupno zmanjšanje emisij CO ₂	57.266	kg	52,8%
skupno zmanjšanje stroškov na leto	16.011	€	50,7%
skupni znesek potrebnih investicij	370.982	€	
povprečni vračilni rok	23,2	let	

Predlagani scenariji ukrepov

V poglavju 0.3 so opredeljeni učinki ukrepov posamezno in skupni učinek ukrepov glede na izbrani scenarij.

Scenarij 1 predstavlja le organizacijske ukrepe, scenarij 3 pa predstavlja izvedbo vseh predlaganih smiselnih ukrepov.

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... Žal pa scenarij 2 ne zadošča pogojem »celovite energetske prenove«. »Celovita energetska prenova« je usklajena izvedba ukrepov učinkovite rabe energije na ovoju stavbe in na stavbnih tehničnih sistemih na način, da se, kolikor je to mogoče, izkoristi ves ekonomsko upravičeni

potencial za energetsko prenovo. Stavba niti po implementaciji ukrepov po scenariju 3 ne bo skladna z zahtevami PURES-a.

V nadaljevanju so navedeni ukrepi znotraj scenarija 2:

- **organizacijski ukrepi:**
 - Osveščanje in izobraževanje deležnikov v stavbi ter ciljno spremljanje rabe;
- **investicijski ukrepi:**
 - Toplotna zaščita strehe-stropa v starejšem delu stavbe;
 - Namestitev termostatskih ventilov in termostatskih glav na grelna telesa;
 - Menjava energetsko neučinkovite razsvetljave.

Z izvedbo predlaganih ukrepov bodo doseženi prihranki pri porabi toplotne in električne energije, s čimer se bodo zmanjšali stroški za dobavo energentov in emisije CO₂.

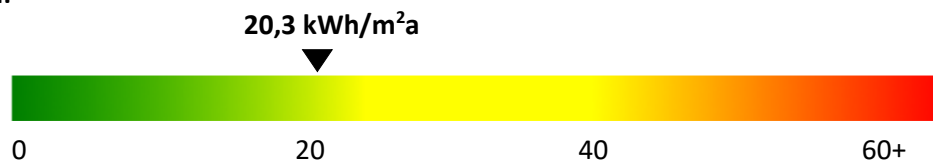
0.4 Energetski kazalniki pred in po izvedbi ukrepov

Javne stavbe morajo biti v skladu z Energetskim zakonom in Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb opremljene z energetsko izkaznico, ki izkazuje njeno energetsko učinkovitost.

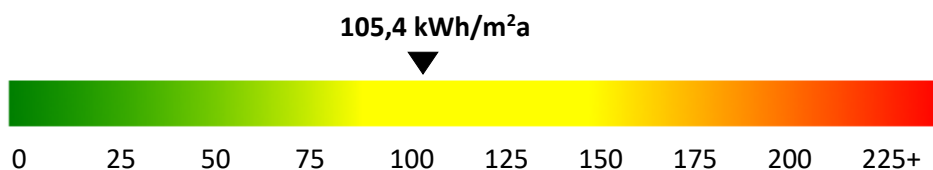
0.4.1 Energetski kazalniki pred izvedbo ukrepov

S puščico je označeno trenutno stanje stavbe, upoštevajoč električno in toplotno energijo v referenčnem obdobju. Kazalnik pri prikazu električne in toplotne energije prikazuje referenčno rabo kWh na enoto kondicionirane površine stavbe (m^2), pri prikazu emisij pa kg na enoto kondicionirane površine stavbe (m^2).

Električna energija:



Toplotna energija:



Emisije CO₂ (upoštevajoč električno in toplotno energijo):



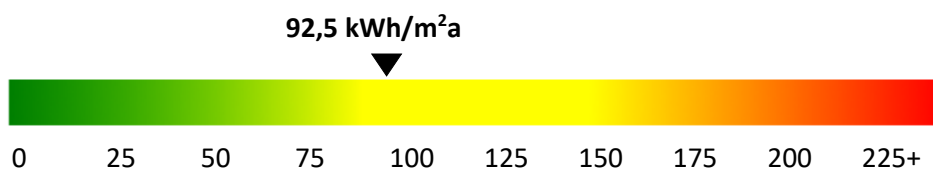
0.4.2 Energetski kazalniki po izvedbi optimalnega scenarija ukrepov

S puščico je označeno predvideno stanje stavbe po izvedenih optimalnega scenarija ukrepov. Kazalnik pri prikazu električne in toplotne energije prikazuje referenčno rabo kWh na enoto kondicionirane površine stavbe (m^2), pri prikazu emisij pa kg na enoto kondicionirane površine stavbe (m^2).

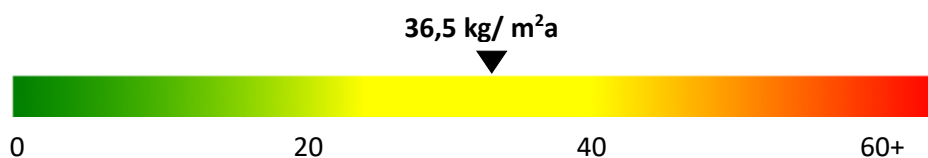
Električna energija:



Toplotna energija:



Emisije CO₂ (upoštevajoč električno in toplotno energijo):



0.5 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 prodekanka za razvojno in raziskovalno področje. 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...).

0.5.1 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.

0.5.2 Investicijski ukrepi

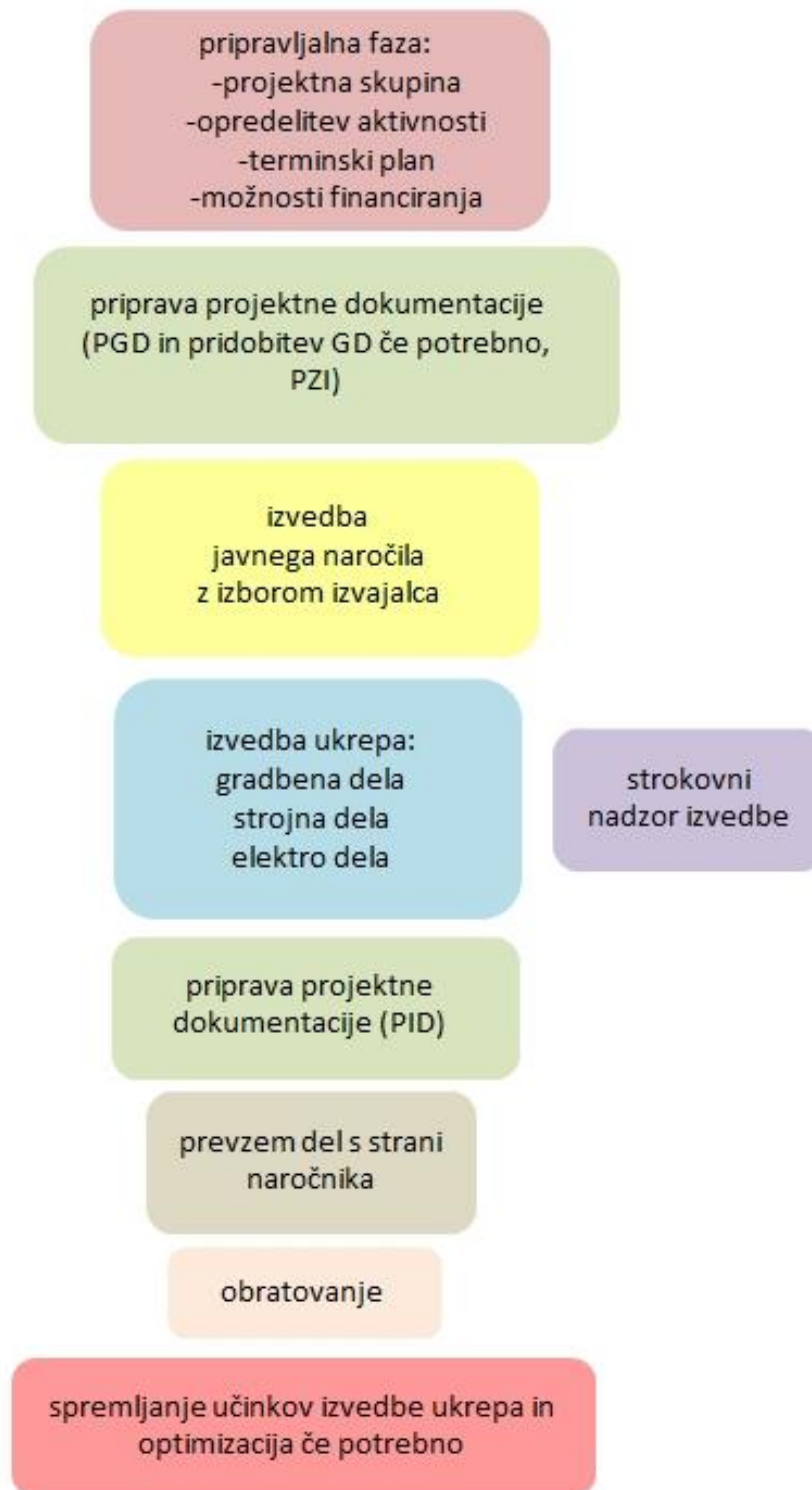
Investicijski ukrepi so običajno povezani z večjimi stroški. Glede na višino stroškov potrebnih za izvedbo investicijskih ukrepov, lahko le-te delimo na:

- 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

0.6 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. Več informacij o razpisih na tem področju je dostopnih na spletnih naslovih www.sid.si, www.ekosklad.si, www.mzi.si in spletnih straneh ostalih ministrstev.

SPLOŠNI DEL

1 NAMEN IN CILJI ENERGETSKEGA PREGLEDA

Stavbe in njeni uporabniki so odgovorni za skoraj 40 % vseh proizvedenih emisij CO₂ 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 CO₂.

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 prioriteto 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), Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. 52/10, 61/17 – GZ in 199/21 – GZ-1), novim Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. 70/22), 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 pregledane tehnične dokumentacije, ki je bila na voljo.

2 UVOD

2.1 Predstavitev Akademije za likovno umetnost in oblikovanje

Akademija za likovno umetnost in oblikovanje Univerze v Ljubljani (UL ALUO) je javni visokošolski zavod, ena od treh umetnostnih akademij Univerze v Ljubljani in edina visokošolska ustanova z univerzitetno ravno študija na področjih slikarstva, kiparstva, oblikovanja vizualnih komunikacij, industrijskega in unikatnega oblikovanja ter konserviranja-restavriranja likovnih del v Republiki Sloveniji.

UL ALUO je bila ustanovljena leta 1945 kot Akademija upodablajočih umetnosti, in sicer na podlagi prizadevanj tedaj vodilnih slovenskih umetnikov, ki so se bili izobrazili na različnih umetniških visokih šolah, predvsem srednje Evrope, in so s tem na novoustanovljeno šolo že na začetku prinesli raznolike umetniške izkušnje in pristope. Danes obsega naslednje oddelke: Oddelek za slikarstvo s smermi Slikarstvo, Grafika ter Video animacija in novi mediji, Oddelek za kiparstvo, Oddelek za oblikovanje vizualnih komunikacij s smermi Grafično oblikovanje, Interaktivno oblikovanje, Fotografija in Ilustracija, Oddelek za industrijsko in unikatno oblikovanje ter Oddelek za restavratorstvo.

V preteklem letu je UL ALUO izvajala prvostopenjske univerzitetne študijske programe Slikarstvo, Kiparstvo, Konserviranje in restavriranje likovnih del, Oblikovanje vizualnih komunikacij in Industrijsko in unikatno oblikovanje, drugostopenjske magistrske študijske programe Slikarstvo, Kiparstvo, Konserviranje in restavriranje likovnih del, Oblikovanje vizualnih komunikacij ter Industrijsko in unikatno oblikovanje ter tretjestopenjski interdisciplinarni doktorski študijski programa Humanistika in družboslovje – področje Likovne vede. Vsa področja, ki so predmet poučevanja na akademiji, ves čas izkazujejo veliko dinamičnost in tehnološki razvoj ter tako zahtevajo stalno izpopolnjevanje in dopolnjevanje profesorjev in študijskih programov.

Je vodilna nacionalna univerzitetna izobraževalna ustanova na področjih likovnih umetnosti, restavratorstva in oblikovanja. Kot izobraževalna, raziskovalna in umetniška institucija je zavezana k prepoznavanju in reševanju družbenih izzivov z namenom ustvarjanja sprememb in spodbujanja razvoja. V danih prostorskih in materialnih okvirih se akademija opira na preizkušene in preišljene celostne ter inovativne metode poučevanja in raziskovanja, katerih poglobitni cilj je kakovostno in na mednarodno primerljiv način vzpostavljati izobraževanje svojih področij.

Akademija nenehno vzpostavlja sodobno okolje za pedagoško in raziskovalno delo, ustvarjanje, raziskovanje in razvoj strokovnih področij. Decembra 2021 je senat UL ALUO soglasno potrdil resolucijo o razglasitvi podnebnih in okoljskih izrednih razmer (The Higher Education Sustainability Initiative – HESI). Tako se je januarja 2022 UL ALUO priključila še h globalni pobudi univerz za delovanje k prehodu v brezogljični svet, katere pobudnica je Zveza za trajnostno vodenje v izobraževanju (The Alliance for Sustainability Leadership in Education – EAUC).

Preglednica 7: Splošni podatki

Ustanova	Univerza v Ljubljani Akademija za likovno umetnost in oblikovanje	 Slika 2: Akademija za likovno umetnost in oblikovanje-enota Erjavčeva
Naslov	Erjavčeva cesta 23	
Kraj	Ljubljana	
Poštna številka	1000	
Država	Slovenija	
Odgovorna oseba	prof. Alen Ožbolt, dekan	
Kontakt	02 88 42 451	
Spletni naslov	www.aluo.uni-lj.si	
Dejavnost	Izobraževalna inštitucija	
Matična številka	1626906000	
Davčna številka	36546151	
Kondicionirana površina stavb	2.483,0 m ²	
Rang števila zaposlenih	50 do 99 zaposlenih	

2.2 Splošni opis stavb

V razširjenem energetskem pregledu je zajeta enota ERJAVČEVA. Iz zgodovine izhaja, da je leta 1959 akademija dobila svoje prostore v nekdanji osnovni šoli Vrtača na Erjavčevi cesti. Pouk je v tem obdobju potekal na treh koncih. Zaradi prostorske stiske se je leta 1960 začela gradnja novega trakta na Erjavčevi cesti po načrtih arhitekta Vinka Glanza in hkrati adaptacija starega trakta. Uporabniki so se v nove prostore selili leta 1962.

Stavba je tako sestavljena iz dveh povezanih sklopov, in sicer starejšega dela in kasneje dograjenega prizidka. V starejšem delu, ki je bil zgrajen leta 1892 in je varovan s strani Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije se nahaja uprava, knjižnica, manjše predavalnice, hišniško stanovanje in nekaj pomožnih prostorov. V prizidku se nahajajo ateljeji.



Slika 3: Prizidek iz leta 1962



Slika 4: Starejši del stavbe

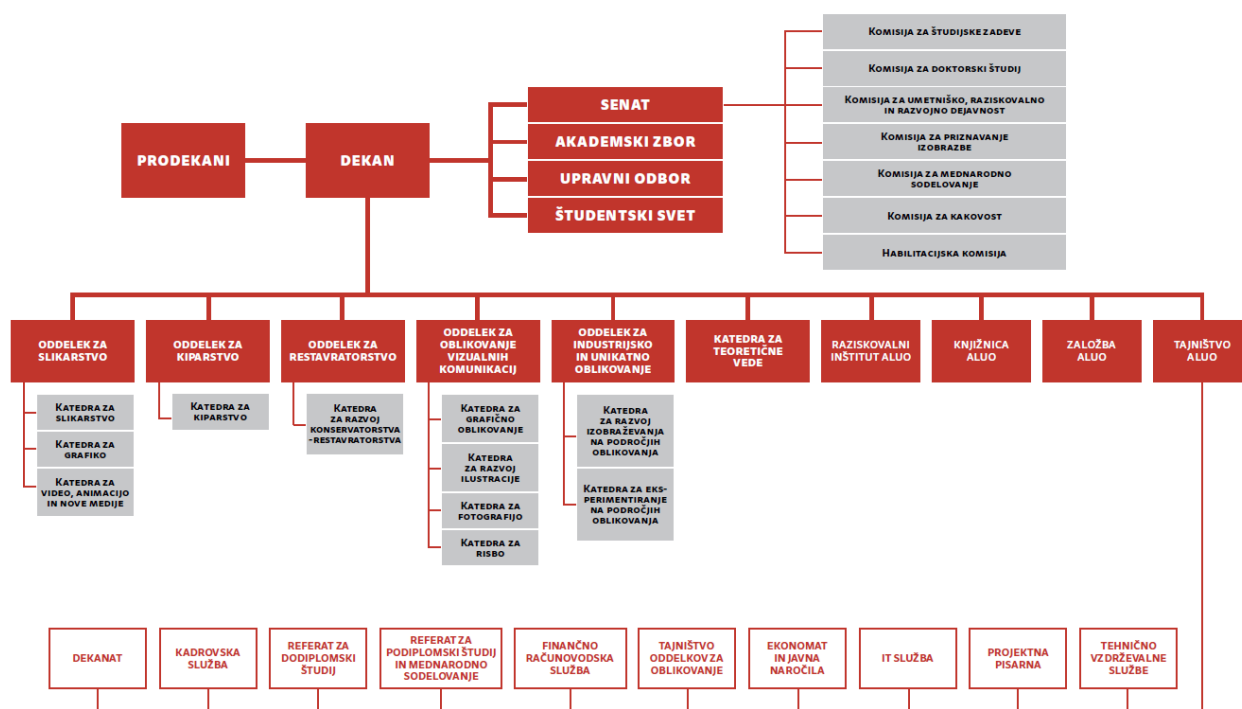
Skupna kondicionirana površina stavbe znaša 2.483 m². Stene starejšega dela stavbe so zidane iz klasične polne opeke in niso toplotno zaščitene. Na notranji strani je nameščen apneni omet, na zunanji strani pa cementna reliefna pigmentna fasada. Skupna debelina zunanjih sten v starejšem delu stavbe je 65 cm, debelina parapetov pod okni pa 45 cm. Streha dvokapnica na starejšem delu stavbe pokrita z dotrajano opečno kritino. Podstrešje je podeskano in minimalno toplotno zaščiteno z mineralno volno debeline 5 cm. Okna v starejšem delu stavbe so energetsko neučinkovita, pretežno so lesena in škatlaste izvedbe. Le manjši del oken v pisarniških prostorih ima lesene okvirje in dvoslojno zasteklitev s plinskim polnilom. Zunanost starejšega dela stavbe je varovana s strani Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije. Prizidek je izveden kot armiranobetonska skeletna konstrukcija s polnilom iz polne opeke, del sten je armiranobetonskih. Stene niso toplotno zaščitene. Ravna streha prizidka je izvedena z monta ploščo (votlaki 20 cm + armiran beton 5 cm). Toplotno je zaščitena s starejšo toplotno zaščito izolit debeline 5 cm. Preko je položena lepenka v več slojih in pohodne betonske plošče. Okna v prizidku so energetsko učinkovita s PVC okvirji in dvoslojno zasteklitvijo s plinskim polnilom.



Slika 5: Ortofoto posnetek stavbe

2.2.1 Organizacijska shema ustanove

Na spodnji sliki je prikazana organigram Akademije za likovno umetnost in oblikovanje. Akademija ima status članice, ki proaktivno in avtonomno deluje v okviru Univerze Ljubljana. Organizacijska struktura povezuje vse vidike Akademije na vseh ravneh v strateško vodeno in dobro sodelujočo organizacijo. Odgovorna oseba inštitucije je dekan. Pri vodenju mu pomagajo prodekani in vodje posameznih oddelkov. Poleg strokovnih deležnikov so za delovanje akademije pomembne še pomožne službe, in sicer oddelki knjižnice in založba ter kadrovska, finančno računovodska in IT službe ter tehnično vzdrževalne službe. Izobraževalna dejavnost poteka po urnikih. Uprava in pomožne službe delujejo pretežno le v dopoldanski izmeni.



Slika 6: Organigram Akademije

V naslednji preglednici je prikazano število na akademijo vpisanih študentov v referenčnem obdobju. Skupno število vpisanih študentov med leti minimalno niha, zato ni bistvenega vpliva na samo rabo energentov in vode.

Preglednica 8: Število vpisanih študentov

Šolsko leto	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22
Akademija za likovno umetnost in oblikovanje (skupaj)	546	552	559	521	558	512
prva stopnja	339	347	342	332	340	297
druga stopnja	207	205	217	189	211	201
tretja stopnja	-	-	-	-	7	14

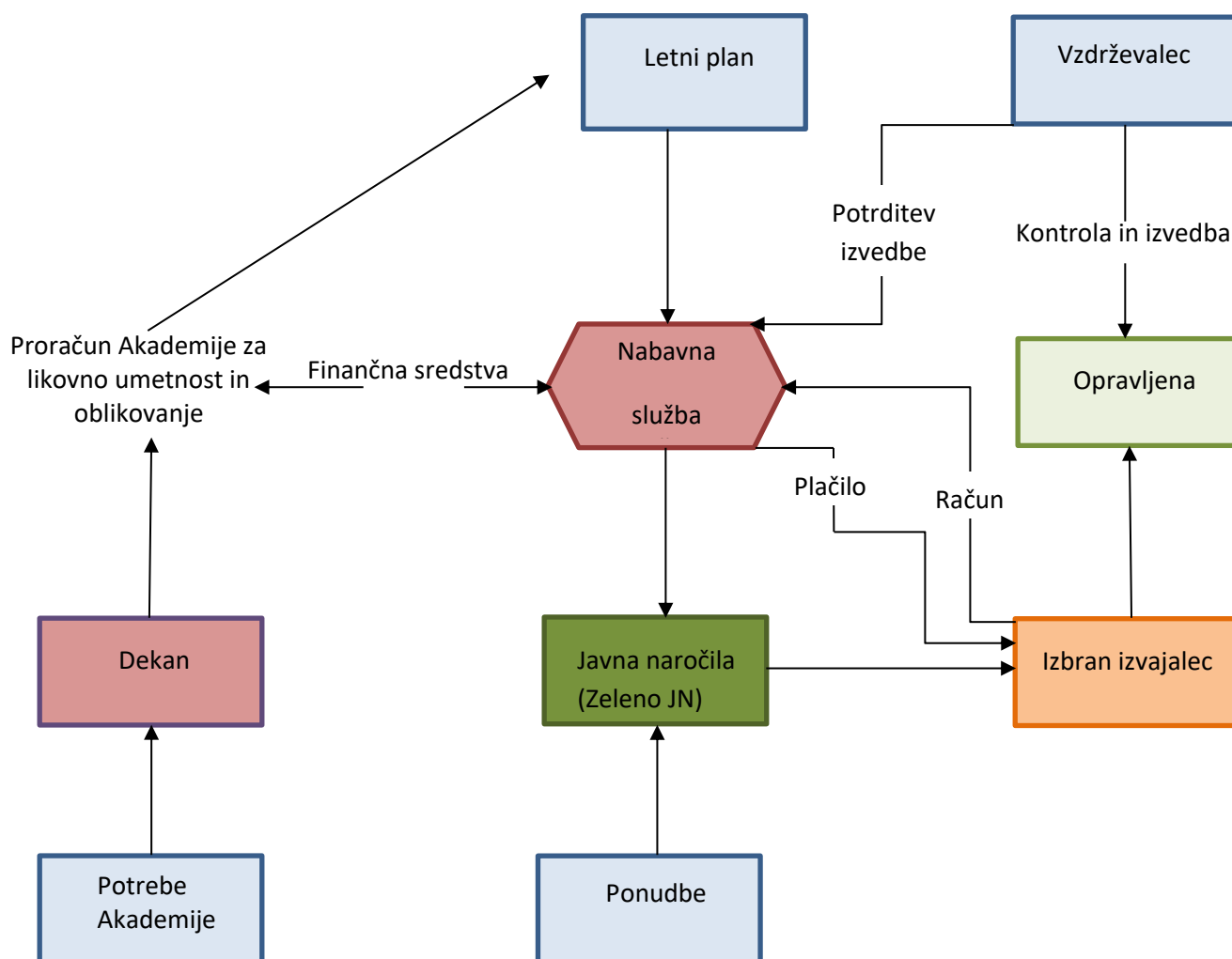
3 UPRAVLJANJE Z ENERGIJO

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 akademije 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 Akademije. 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

Na akademiji 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, ki ga podpira programsko orodje Mepis Energy podjetja Metronik d.o.o. 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 ni bilo opaziti ukrepov osveščanja v smislu učinkovite rabe energije. 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 delovnega procesa.

4 RABA ENERGIJE

4.1 Klimatski podatki o lokaciji stavbe

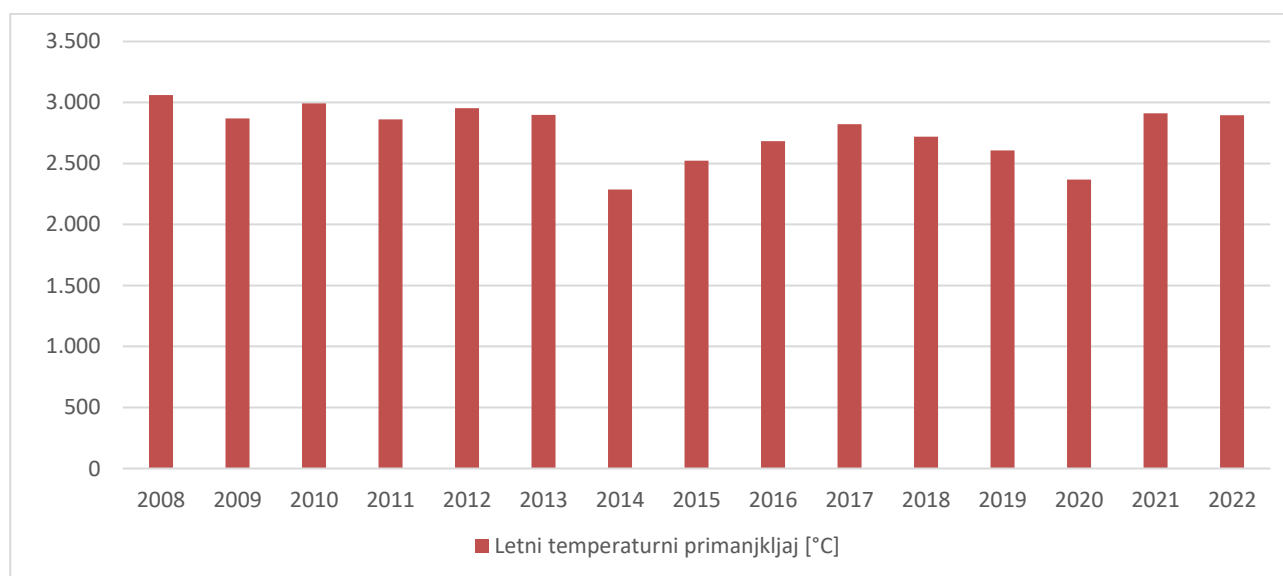
Vremenske razmere običajno pomembno vplivajo predvsem na rabo toplotne energije za ogrevanje stavbe, zato povprečne mesečne temperature zunanjega zraka, letni temperaturni primanjkljaj in letni temperaturni presežek predstavljajo pomembno izhodišče za oceno pričakovane rabe energije. V naslednji preglednici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

Preglednica 9: Osnovni klimatski podatki o lokaciji stavbe

Povprečno trajanje ogrevalne sezone	230 dni
Povprečni letni temperaturni primanjkljaj	3.300 °C
Projektna temperatura	-13 °C
Povprečna letna temperatura zunanjega zraka	9,7 °C

Za zagotavljanje ugodnih bivalnih pogojev (predvsem upravna stavba) je z vidika rabe energije pomemben letni temperaturni primanjkljaj. Letni temperaturni primanjkljaj je vsota dnevni razlik temperature med 20 °C in zunanjo dnevno povprečno temperaturo zraka za tiste dni od 1. julija do 30. junija, ko je povprečna dnevna temperatura nižja ali pa enaka 12 °C. Povprečna dnevna temperatura se določa na podlagi treh izmerkov zunanje temperature, in sicer ob 7:00, ob 14:00 ter ob 21:00 uri po sončnem času. Kurilna sezona se povprečno začne 27.9. in konča 15.5. Nihanje vrednosti letnega temperaturnega primanjkljaja v zadnjih petnajstih letih je za ustanovi najbližjo vremensko postajo v Bežigradu pri Ljubljani prikazano na naslednjem grafikonu.

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



Grafikon 3: Letni temperaturni primanjkljaj

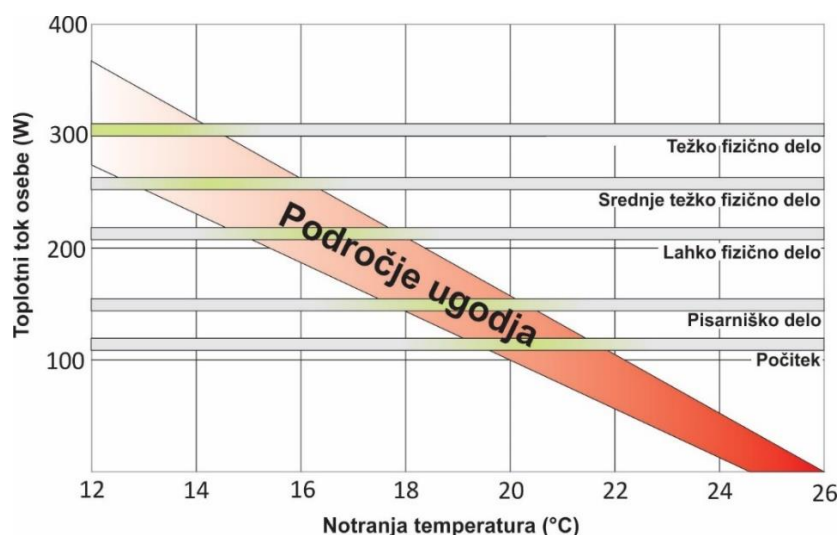
Od lokacije stavbe in klimatskih pogojev območja, kjer se stavba nahaja, je odvisno tudi trajanje kurilne sezone in sezone hlajenja. Ker se trajanje ogrevalne sezone in sezone hlajenja določa na podlagi temperature zunanjega zraka, se lahko ta med posameznimi kraji močno razlikuje. Z naraščajočo nadmorsko 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...).

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 12. Pri izobraževalni dejavnosti, ki se izvaja v stavbi na Erjavčevi se izmenjuje proces izobraževanja, ki ga lahko primerjamo s pisarniškim delom ter proces ustvarjanja, kjer gre za obliko lažjega dela. Ugodni bivalni pogoji so v stavbi torej zagotovljeni, ko je relativna vlažnost med 30 % in 60 % ter temperatura notranjega zraka med 17 °C in 20 °C. V pisarniških prostorih (uprava) pa so ugodni bivalni pogoji, ko je relativna vlažnost med 40 % in 70 % ter temperatura notranjega zraka med 18 °C in 21 °C. V obravnavani stavbi z zagotavljanjem ustreznih bivalnih pogojev ni posebnih težav.

Slika 8: Področje ugodja glede na temperaturo zraka in aktivnost²

4.1.2 Meritve mikroklimе

Za ocenitev toplotnega ugodja v stavbi se je opravila meritev mikroklimе. **Meritve so informativnega značaja in niso namenjene uradnemu ocenjevanju bivalnega ugodja.** Za merodajne meritve ustreznosti bivalnega ugodja je 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 energetska stanja stavbe.

Lokacija: Akademija za likovno umetnost in oblikovanje, enota Erjavčeva

Merilnik: Metrel Poly M6401 ST

Preglednica 10: Meritve notranjega delovnega ugodja (mikroklima)

Št. meritve	Lokacija	Datum meritve	Temperatura Avg [°C]	Vlaga Avg [% rh]	Rosišče Avg [°C]	Hitrost zraka Avg [m/s]	Zračni pretok Avg [m ³ /h]
1	Učilnica I	6. 10. 2022	20,9	58,5	12,5	0,17	19,9
2	Učilnica II	6. 10. 2022	20,5	56,5	12,5	0,16	20,9
3	Knjižnica	6. 10. 2022	21,4	54	12,6	0,13	12,0
4	Računovodstvo	6. 10. 2022	21,4	57,3	13,6	0,18	13,5
5	Tajništvo	6. 10. 2022	20,5	57,5	12,7	0,13	18,4
6	Atelje I	6. 10. 2022	21,2	55,9	13,0	0,13	13,5
7	Atelje II	6. 10. 2022	21,4	54,3	12,7	0,19	12,0
8	Atelje III	6. 10. 2022	20,8	55,6	12,4	0,21	14,9

Meritve mikroklimе so se opravile v referenčnih prostorih stavbe. Merilni postopek je bil izveden v skladu s priporočili o meritvah mikroklimе. 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

² povzeto po: The Energy Saver, Gee Publishing Limited

vežejo vlago). Priporočena notranja temperatura za doseganje popolnega občutka ugodja v obravnavani stavbi (ateljeji) je med 17 °C in 20 °C, relativna vlažnost pa med 30 % in 60 %. V pisarniških prostorih so ugodni bivalni pogoji doseženi, ko je relativna vlažnost med 40 % in 70 % ter temperatura notranjega zraka med 18 °C in 21 °C. Meritve kažejo, da so bivalni pogoji v pisarnah in ostalem delu stavbe z vidika temperature in relativne vlažnosti primerni.

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. Izmerjene vrednosti hitrosti zraka in zračni pretok v obravnavani stavbi so pretežno nižje od dopustnih maksimalnih vrednosti.

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 več ljudi, saj se je izvajalo izobraževanje in ustvarjanje, del referenčnih prostorov, kjer so se izvedle meritve, se je v času merjenja prezračeval skozi odprta okna. Izmerjene vrednosti so znotraj priporočenih dopustnih 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. Pretežni delež rabe energije predstavlja toplotna energija, ki se uporablja le za ogrevanje prostorov v času kurilne sezone, in sicer kar 83,9 %. Prikazana toplotna energija se v stavbo dovede iz sistema daljinskega ogrevanja, ki ga upravlja Energetika Ljubljana. Električna energija predstavlja zgolj 16,1 %. Uporablja se pretežno za razsvetljavo in delovanje električnih naprav.

Podatki o rabi energije, porabi sanitarne vode ter posameznih stroških za energijo ter vodo so določeni na podlagi prejetih mesečnih faktur. Povprečne rabe energentov in vode v letih 2017, 2018, 2019, 2020 in 2021 ter z rabo povezani stroški in emisije CO₂ so razvidne iz naslednje preglednice. Referenčno obdobje je smiselno izbrano zaradi vmesne omejitve izvajanja dejavnosti zaradi Covid-19.

Preglednica 11: Povprečna raba energije in vode ter stroški in emisije CO₂ v obravnavanem obdobju

	Raba	Enota	Delež [%]	Strošek z DDV [€]	Delež [%]	CO ₂ [kg]	Delež [%]
Električna energija	50.359	kWh	16,1%	7.107	22,5%	24.676	22,8%
Toplotna energija	261.688	kWh	83,9%	23.304	73,7%	83.740	77,2%
Voda	665	m ³		1.197	3,8%		
SKUPAJ	312.047	kWh		31.608		108.416	
	665	m³					

Povprečni letni strošek z DDV za toplotno energijo, električno energijo in sanitarno vodo je v obravnavanem obdobju znašal 31.608 €. Stroški za toplotno energijo so v obravnavanem obdobju predstavljali 73,7 %, stroški za električno energijo 22,5 % in stroški za vodo 3,8 % delež.

Pri obravnavi energetskega stanja stavbe je potrebno upoštevati tudi okoljski vidik, zato so v zgornji preglednici prikazane tudi povprečne letne emisije CO₂, ki so nastale ob rabi energije znotraj ustanove. Povprečne letne emisije CO₂ zaradi rabe toplotne energije in rabe električne energije so v obravnavanem obdobju znašale 108.416 kg. Električna energija je k emisijam CO₂ prispevala 22,8 %, toplotna energija pa 77,2 %.

4.2.2 Primerjava rabe energentov in sanitarne vode v obravnavanem obdobju

V naslednji preglednici so zbrane letne rabe energije ter sanitarne vode in stroški v obravnavanem referenčnem obdobju. Povprečna letna raba električne energije je znašala 50,36 MWh, povprečna letna raba toplotne energije pa 261,69 MWh in povprečna letna poraba vode 665 m³.

Je pa iz preglednice razvidno, da se je raba električne energije in poraba vode v zadnjih dveh letih znižala, kar je posledica delnega zapiranja zaradi preprečevanja širjenja Covid-19 v letu 2020 in spremembe

delovnih navad (delo od doma) v letu 2021. Podrobneje so raba energentov in vode ter vzroki za trend višanja analizirani v poglavju v nadaljevanju dokumenta, ki obravnava oskrbo in mesečno rabo energije.

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

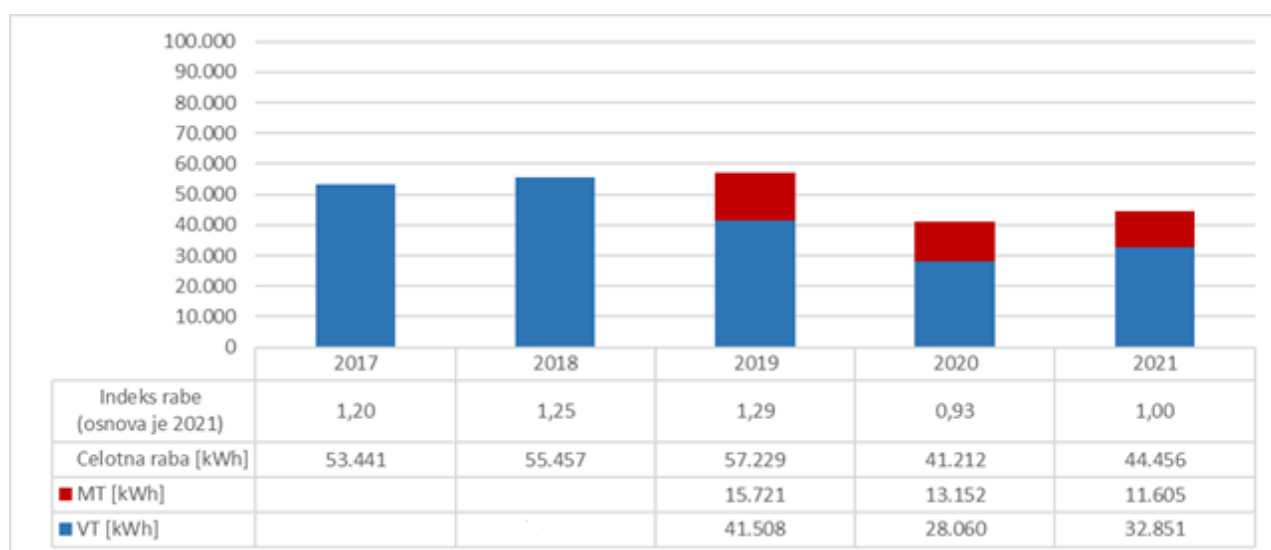
	Električna energija [kWh]	Toplotna energija [kWh]	Voda [m ³]	Skupni stroški z DDV [€]
2017	53.441	267.761	795	28.451
2018	55.457	256.660	818	30.095
2019	57.229	261.640	912	33.859
2020	41.212	237.810	537	29.708
2021	44.456	284.570	261	35.927
Povprečje	50.359	261.688	665	31.608

5 OSKRBA IN RABA ENERGIJE

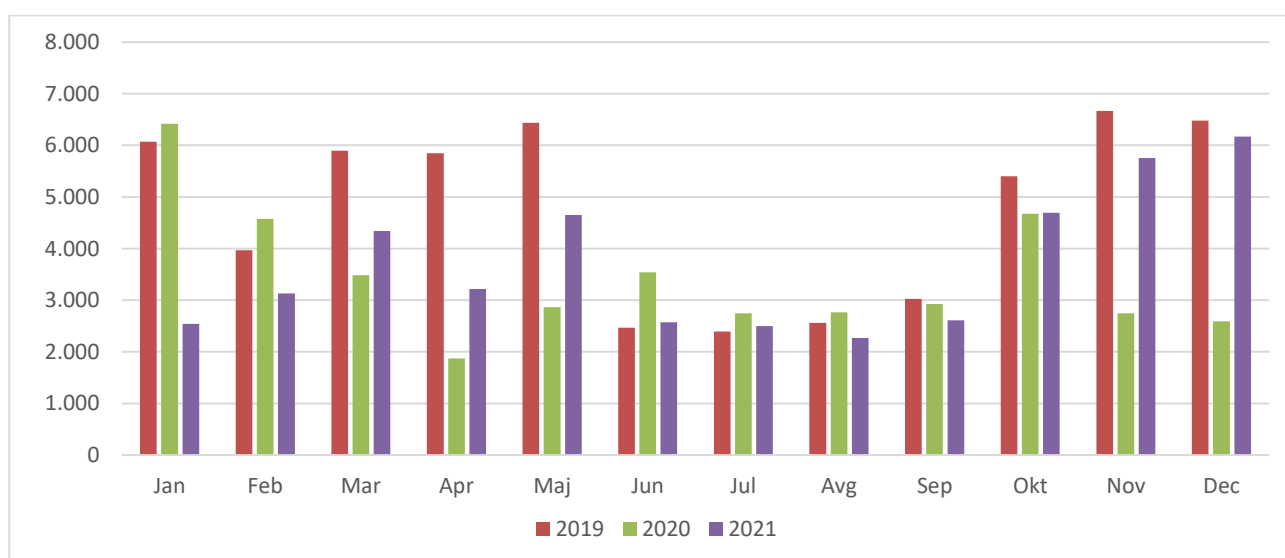
5.1 Električna energija

5.1.1 Raba električne energije

Iz naslednjega grafikona, ki primerjalno prikazuje letne rabe električne energije v obravnavanem referenčnem obdobju, je opazen trend nižanja rabe v letih 2020 in 2021. Leta 2021 je bila raba električne energije v primerjavi z letom 2020 sicer višja za 7 %, a v primerjavi z leti prej nižja kar za 20-29 %. Znižanje rabe električne energije 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.

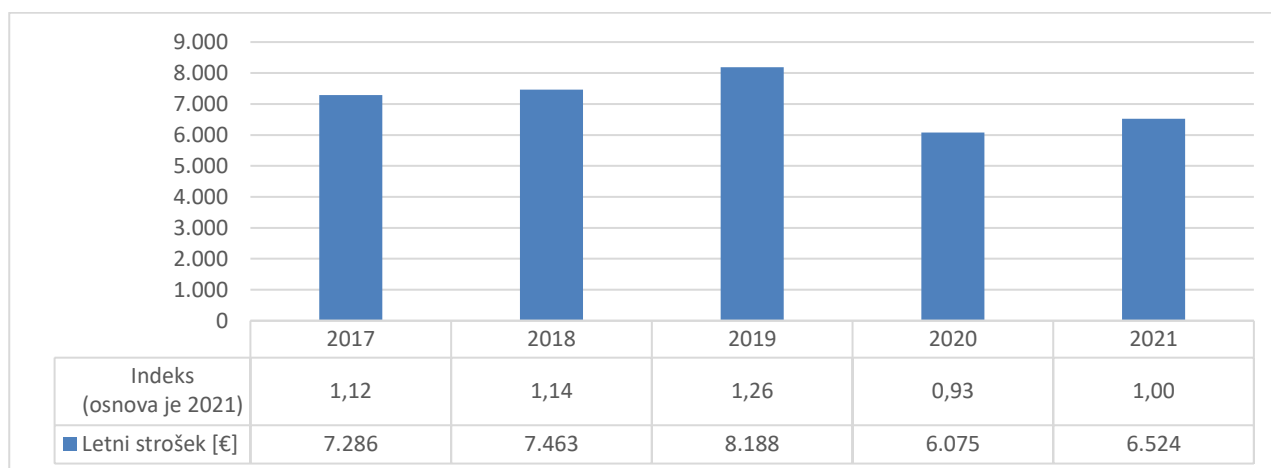


Grafikon 4: Letna raba električne energije v obravnavanem obdobju



Grafikon 5: Mesečna raba električne energije v obravnavanem obdobju

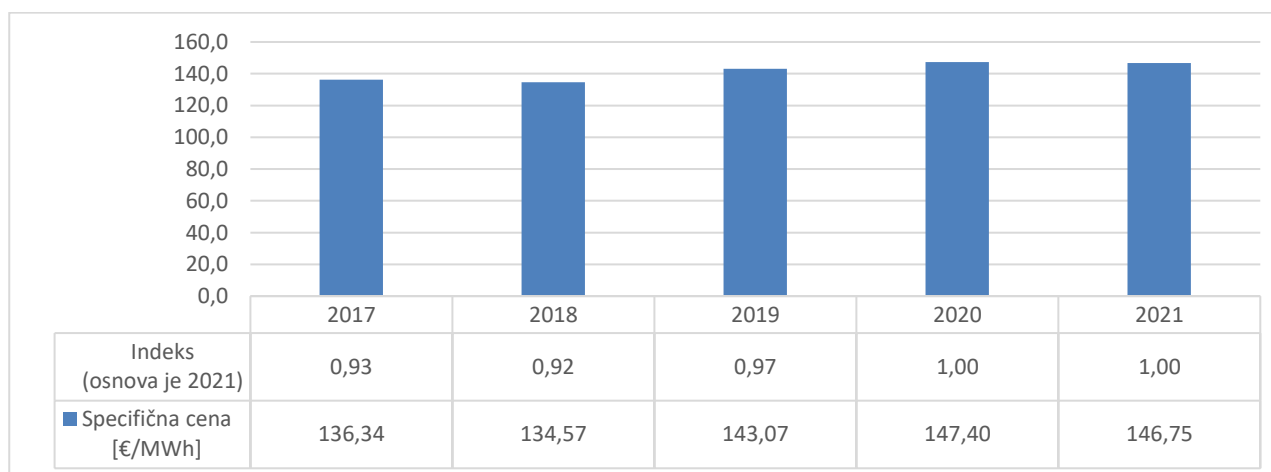
Iz mesečne rabe električne energije za zadnja tri koledarska leta, ki je prikazana na grafikonu 5, je razviden vzorec rabe tekom leta. Raba električne energije je tekom leta najvišja v zimskih, pomladanskih in jesenskih mesecih, ko se odvija tudi izobraževani proces, najnižja pa je v juniju, juliju, avgustu in septembru, ko so počitnice, oziroma izpitno obdobje. 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 prav tako opazen trend nižanja letnih stroškov. Letni stroški so bili v obravnavanem obdobju soodvisni predvsem od rabe električne energije.



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 je bila cena električne energije odvisna predvsem od cene energije na trgu ter sklenjene pogodbe z dobaviteljem.

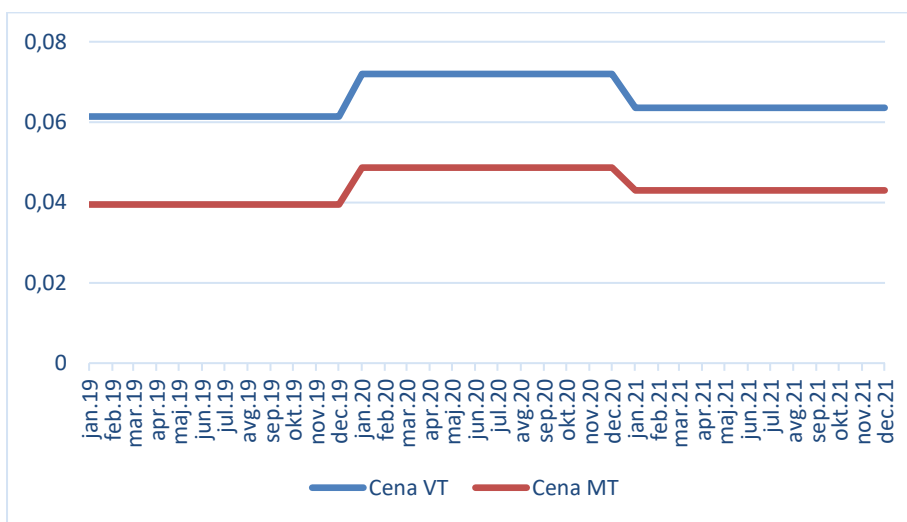
V letu 2022 pa se je specifična cena električne energije precej povišala, in sicer na podlagi prejetih faktur povprečno kar za okoli 45 % na povprečno mesečno vrednost 213,65 €. Skokovito povišanje je, kljub znižanju davčne stopnje, posledica energetske krize in dvigovanja cen energentov zaradi vojne v Ukrajini.



Grafikon 7: Specifična cena električne energije v obravnavanem obdobju

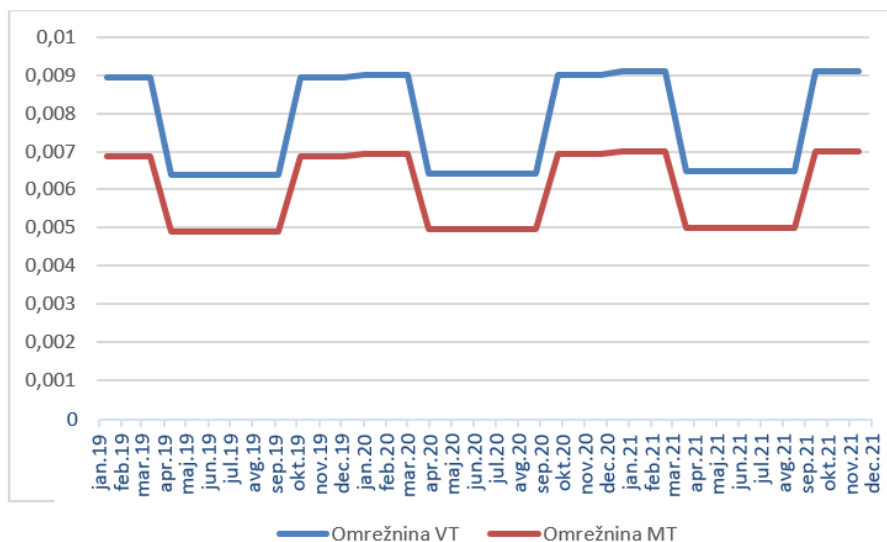
5.1.2 Cena električne energije

Akademija ima o dobavi električne energije sklenjeno pogodbo (skupna pogodba za javne naročnike) z dobaviteljem električne energije podjetjem HEP energija, Tivolska cesta 48, 1000 Ljubljana. Električna energija se obračunava po dvotarifnem sistemu. Pogodba o dostopu do distribucijskega električnega omrežja je sklenjena s podjetjem Elektro Ljubljana, d.d. (sistemski operater). Dostop do distribucijskega omrežja in omrežnine se obračunava na nizki napetosti. 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 prikazano na naslednjem grafikonu. Razvidno je, da sta se ceni visoke in nizke tarife v letu 2020 v primerjavi z letom 2019 zvišali, leta 2021 pa v primerjavi s preteklim letom znižali.



Grafikon 8: Cene postavk rabe električne energije

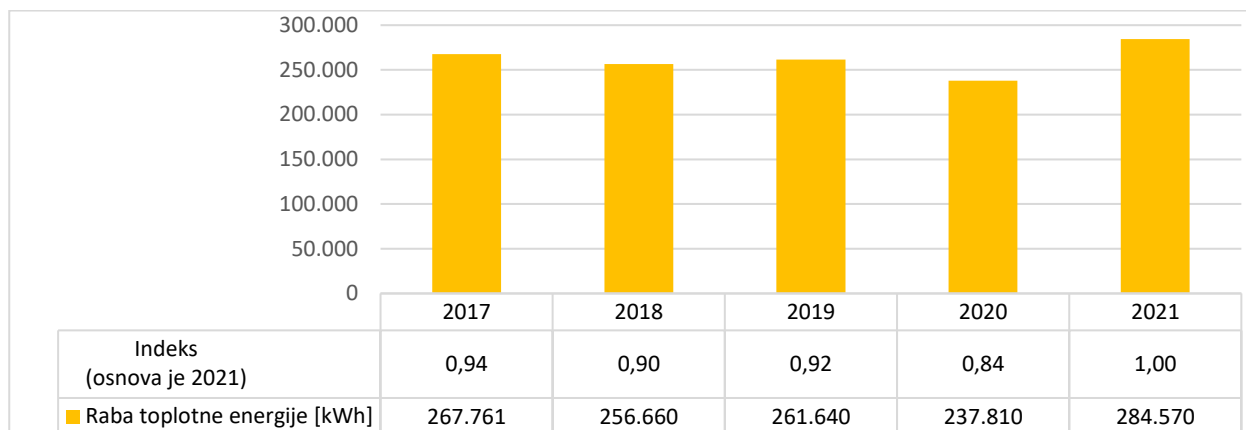
Iz naslednjega grafikona je razvidno nihanje cene omrežnine z DDV. Razviden je trend izmenjavanja cen visoke in nizke sezone. V obravnavanem obdobju je bila cena trošarine, primerjalno visoka in nizka sezona, dokaj konstantna.



Grafikon 9: Cene postavk obračunske moči

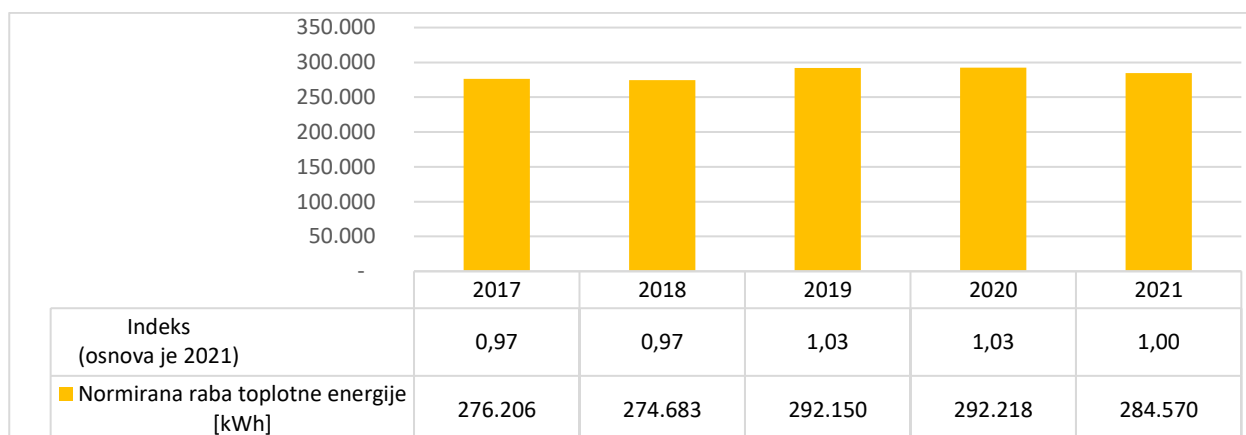
5.2 Toplotna energija

V stavbi se toplotna energija uporablja zgolj za zagotavljanje ugodnih bivalnih in delovnih pogojev v času kurilne sezone. Potrebe po ogrevanju upravnega in izobraževalnega dela stavbe se pokrivajo s toplotno energijo dovedeno iz sistema daljinskega ogrevanja, ki ga upravlja podjetje Energetika Ljubljana. Iz naslednjega grafikona, ki prikazuje letno rabo toplotne energije je razvidno, da je do leta 2021 letna raba minimalno niha, in sicer znotraj 10 % razlike. V letu 2021 se je raba toplotne energije povišala in sicer v primerjavi z letom 2019 za 8 %, v primerjavi z letom 2020 pa za 16 %.



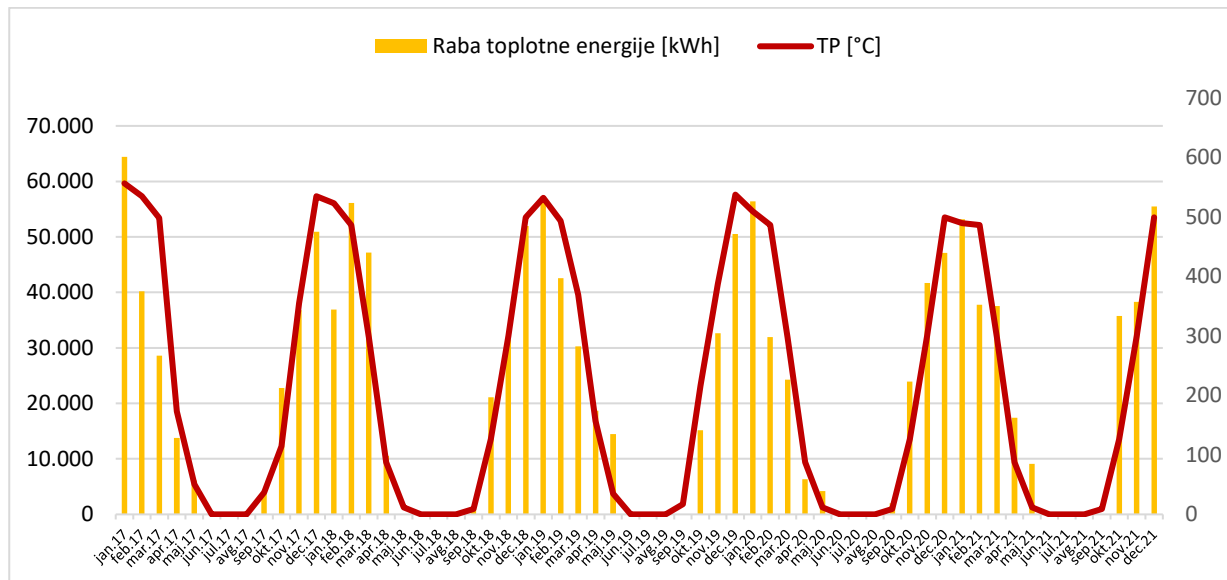
Grafikon 10: Letna raba toplotne energije v obravnavanem obdobju

Raba toplotne energije v stavbi niha povsem soodvisno od mesečnega temperaturnega primanjkljaja. Naslednji grafikon prikazuje normirane vrednosti rabe toplotne energije na letni temperaturni primanjkljaj. Pri normirani rabi je korigiran vpliv vremena in temperatur, zato je izkazana raba odvisna predvsem od obnašanja uporabnikov. Iz grafikona je razvidno, da je bila raba toplotne energije najnižja v letih 2017 in 2018. V letih 2019 in 2020 je bila normirana raba toplotne energije v primerjavi z letom 2021 višja za 3 %. Odstopanje med posameznimi leti je torej minimalno, kar nakazuje na uveljavljen vzorec obnašanja uporabnikov v stavbi.



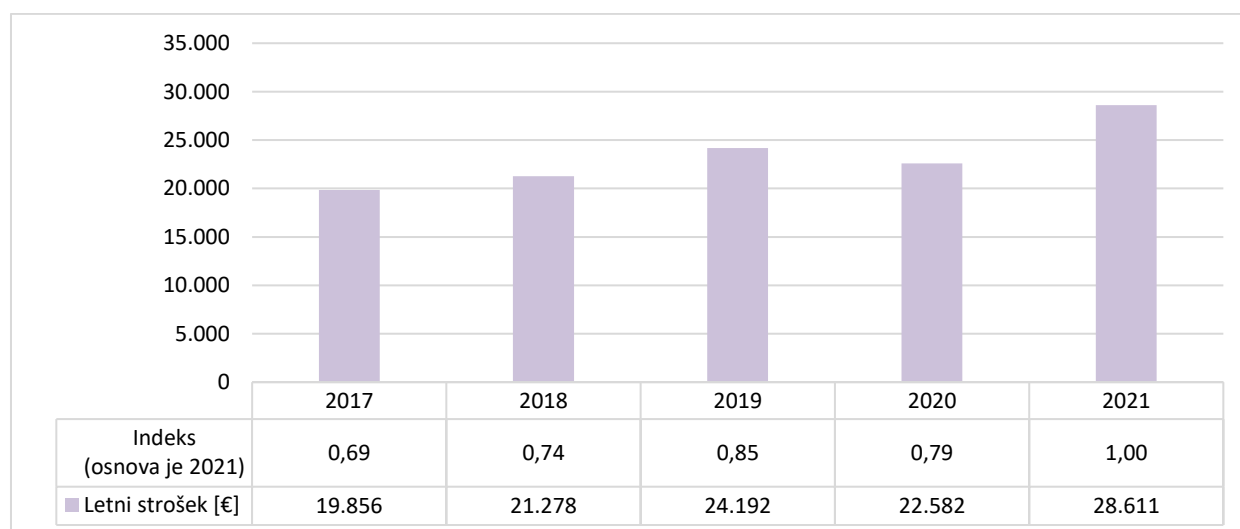
Grafikon 11: Letna normirana raba toplotne energije v obravnavanem obdobju

Naslednji grafikon prikazuje mesečno rabo toplotne energije v obravnavanem referenčnem obdobju. Prikazan je tudi mesečni temperaturni primanjkljaj. Razvidno je, da je raba toplotne energije povsem odvisna od temperaturnega primanjkljaja. Razvidno je tudi, da je raba toplotne energije najvišja v najhladnejših mesecih leta, izven ogrevalne sezone pa rabe toplotne energije ni.



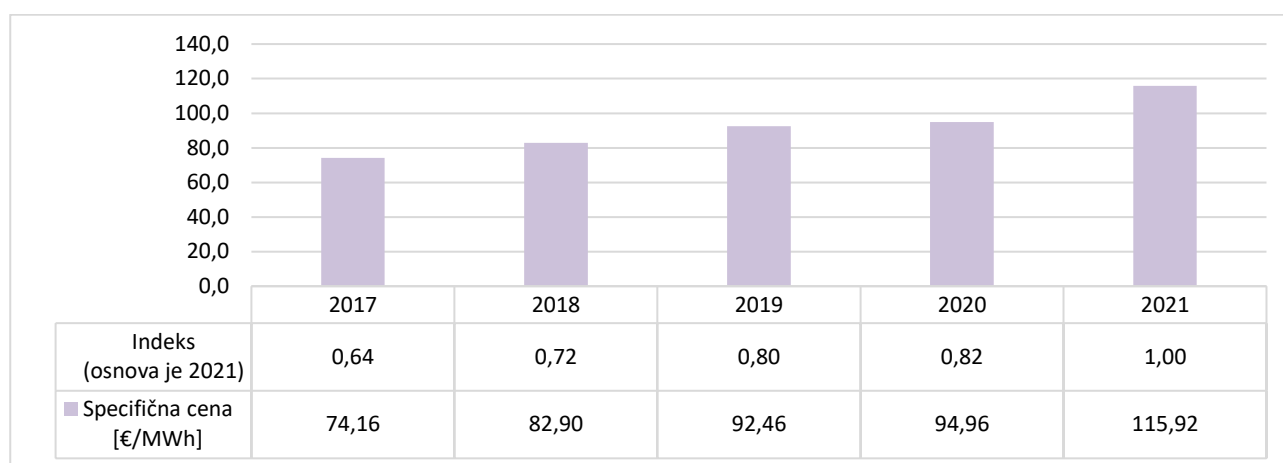
Grafikon 12: Mesečna raba toplotne energije v obravnavanem obdobju

Iz naslednjega grafikona, ki primerjalno prikazuje letne stroške toplotne energije v obravnavanem obdobju, je opazen trend višanja letnega stroška toplotne energije, in sicer je bil ta v letu 2021 v primerjavi z letom 2020 višji za 21 %, v primerjavi z letom 2019 pa višji za 15 %. Višji letni stroški so posledica dražitev dobave toplotne energije iz sistema daljinskega ogrevanja.



Grafikon 13: 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 obravnavanem obdobju povišala, in sicer v letu 2021 v primerjavi z letom 2019 za 20 %, v primerjavi z letom 2020 pa za 18 %. Cena toplotne energije je do leta 2021 nihala med 4 in 5 centi za kWh (brez DDV), decembra leta 2021 pa se je cena povišala za okoli 40 % na 7,5 centa za kWh (brez DDV). Vzrok povišanja je energetska kriza, vojna v Ukrajini ter vsesplošna druginja. Omrežnina se je v referenčnem obdobju povišala enkrat, in sicer januarja 2020 za 8 %. Vrednost ostalih prispevkov in dajatev se ni bistveno spreminjala. Se je pa v letu 2022, po vladni uredbi, znižala davčna stopnja.

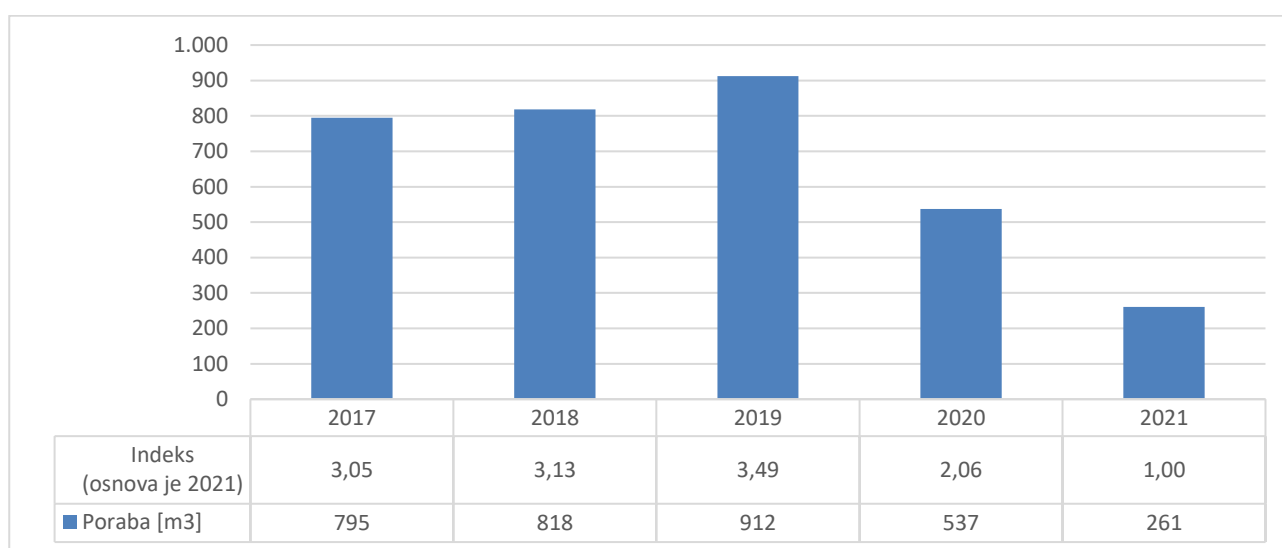


Grafikon 14: Specifična cena toplotne energije v obravnavanem obdobju

5.3 Sanitarna voda

Stavba je priključena na javno vodovodno omrežje ter na javni kanalizacijski sistem. Dobavitelj sanitarne vode ter upravljalec obeh sistemov je Javno podjetje VOKA SNAGA d.o.o., Vodovodna cesta 90, 1000 Ljubljana. Voda se prejema preko enega odjemnega mesta, kjer se meritve opravljajo z merilnikom DN25 št. 31264169.

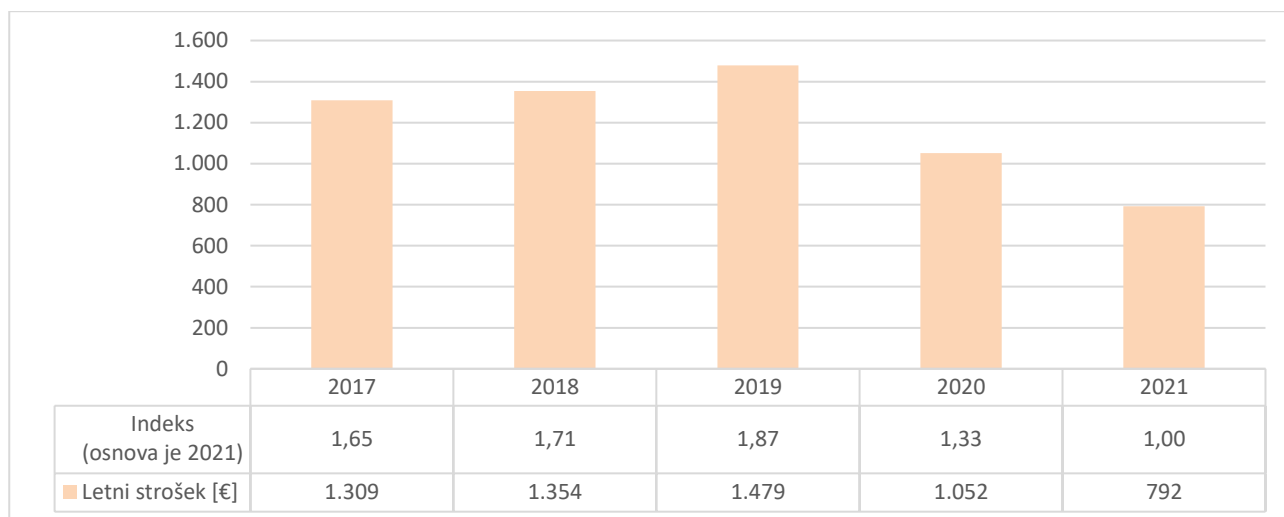
Naslednji grafikon prikazuje letno količino porabe vode. Vidno je precejšnje zmanjšanje porabe, a je to zgolj posledica dobropisa iz preteklih obračunskih obdobj. Kljub temu, da raba za leto 2021 ni realna, se vseeno nakazuje trend padanja porabe vode, kar je predvsem posledica neizvajanja dejavnosti zaradi epidemije in posledica spremembe delovnih navad v upravi, saj se zaposlenim dopušča, da mesečno do 10 delovnih dni opravijo od doma.



Grafikon 15: Letna poraba vode v obravnavanem obdobju

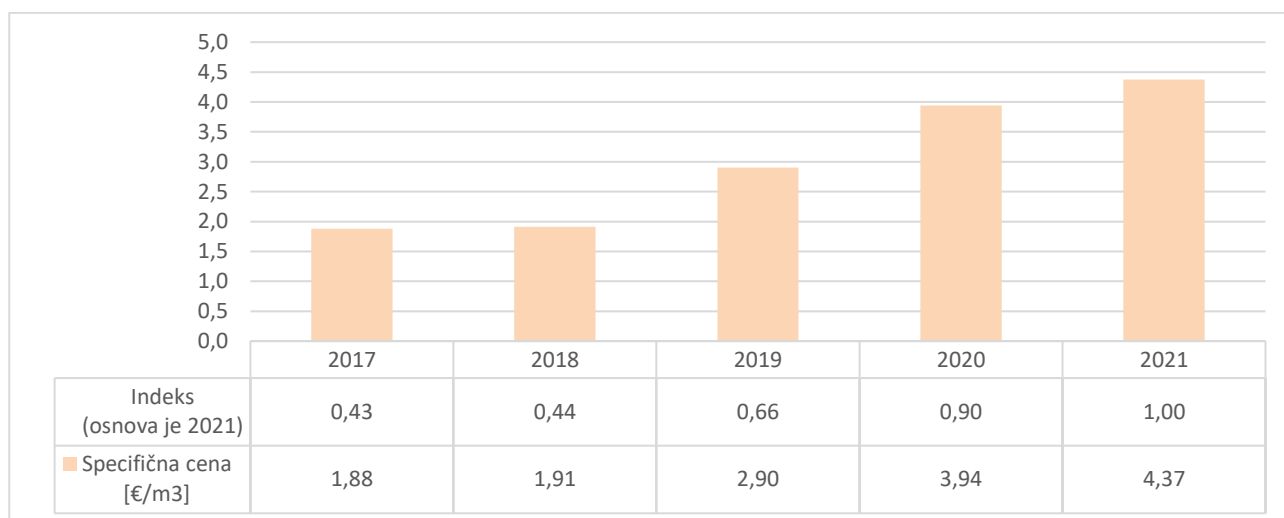
Naslednji grafikon primerjalno prikazuje letne stroške vode v obravnavanem obdobju. Viden je trend nihanja skupnega stroška za vodo in kanalščine, in sicer soodvisno od letne porabe vode iz vodovodnega omrežja. Zaradi poročila porabe vode prikazan strošek za leto 2021 ni relevanten, saj se od junija 2021 dalje obračunava zgolj prispevki za pitno vodo in kanalščina.

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



Grafikon 16: 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. Viden je trend rasti specifične cene. Najvišja je bila v letu 2021. Na specifično ceno precej vpliva tudi porabljena količina vode, saj ima pri višji rabi fiksni del stroškov manjši doprinos k specifični ceni na enoto in obratno.



Grafikon 17: Specifična cena vode v obravnavanem obdobju

5.4 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 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 s toplotno energijo iz sistema daljinskega ogrevanja je zanesljiva.

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

- sanitarna voda:
Javno podjetje vodovod kanalizacija SNAGA d.o.o., Vodovodna cesta 90, 1000 Ljubljana (dobavitelj in distributer),
- električna energija:
HEP energija, Tivolska cesta 48, 1000 Ljubljana (dobavitelj),
Elektro Ljubljana d. d., Slovenska cesta 56, 1000 Ljubljana (distributer),
- daljinsko ogrevanje:
Energetika Ljubljana d.o.o., Verovškova ulica 62, 1001 Ljubljana (distributer in dobavitelj).

5.5 Zanesljivost oskrbe glede dotrajanosti opreme

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

5.5.1 Toplotna energija

V stavbo se toplotna energija dobavlja iz sistema daljinskega ogrevanja. Postrojenje je dobro vzdrževano in v funkcionalnem stanju, tako da trenutno ne prihaja do izpadov oskrbe s toplotno energijo.

5.5.2 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.

6 ENERGETSKI SISTEMI

6.1 Sistemi zagotavljanja ugodja v stavbi

Toplotna energija, ki se v stavbo dovede iz sistema daljinskega ogrevanja se uporablja zgolj za zagotavljanje primernih bivalnih in delovnih pogojev v ustanovi. Pisarniški prostori in prostori namenjeni izobraževalni dejavnosti se med tednom temperirajo na 21 °C. Čez vikend (sobota in nedelja) se temperatura zniža, in sicer se referenčni prostor temperira na 12 °C. Regulacija temperature v sekundarnem ogrevalnem sistemu se vrši na podlagi podatkov iz zunanega in notranjega temperaturnega tipala. Toplotna podpostaja se nahaja v kletnem delu starejše stavbe. Toplotna energija se iz primarnega voda na sekundarni ogrevalni sistem prenaša preko energetske učinkovitega panelnega toplotnega prenosnika. V sklopu sekundarnega ogrevalnega sistema je vzpostavljen en centralni ogrevalni krog. Topla voda se do pretežno členastih grelnih teles z nameščenimi klasičnimi ventili distribuira po dvocevnm sistemu. Obtočna črpalka proizvajalca Vilo je frekvenčno vodena in energetske zelo učinkovita, razvod v nekondicioniranih prostorih je ustrezno toplotno zaščiten.

V stavbi so nameščeni tudi trije ločeni klimatski sistemi, ki se pretežno uporabljajo za hlajenje, v prehodnem obdobju pa tudi za ogrevanje. Za hlajenje serverskega prostora je nameščena klimatska naprava proizvajalca Kaysun (split sistem) priključne moči 2,55 kW. Za hlajenje pisarniških prostorov pa sta nameščeni dve multi split klimatski napravi proizvajalca Kaysun. Prva ima priključno moč 3,10 kW, druga pa 2,10 kW. Zunanje enote klimatskih sistemov so nameščene na balkonu in ravnem delu strehe povezovalnega hodnika, notranje enote pa so po prostorih nameščene na stenah pod stropom.

V delavnicah, namenjenih specifični obdelavi materialov s hlapljivimi substancami, so nameščeni trije manjši lokalni prezračevalni sistemi. Prezračevalna sistema v jedkalnici in grafiki sta novejše izdelave in imata vgrajene filtrske enote, prezračevalni sistem v kiparski delavnici pa je starejši in ima zgolj funkcijo odvoda zraka. Prezračevalni sistemi so v uporabi zgolj občasno, ko je zaradi procesa dela to potrebno. Zaradi majhnega števila obratovalnih ur, delovanje prezračevalnih sistemov na rabo električne in toplotne energije nima bistvenega vpliva.



Slika 9: Toplotna podpostaja



Slika 10: Členasto grelna telo s klasičnim ventilom



Slika 11: Klimatske naprave



Slika 12: Lokalni grelnik tople sanitarne vode

6.2 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 številko 31264169. Prikluček je velikosti DN 25. Poraba vode se spremlja z obtočnim vodomermom. Voda iz vodovodnega omrežja se pretežno uporablja kot sanitarna voda za oskrbo pisarniških prostorov in prostorov namenjenih izobraževanju, in sicer pretežno v kombinaciji s toplo vodo.

Topla sanitarna voda se pripravlja lokalno z manjšimi električnimi grelniki vode. Skupno je po stavbi nameščenih 5 grelnikov volumna med 10 in 30 l ter štirje grelniki volumna 50 l. Topla voda se pripravlja in uporablja zgolj v čajnih kuhinjah pisarniških prostorov in v sanitarijah. Centralna priprava tople sanitarne vode, zaradi dolžine cevovodov ni smiselna. Del grelnikov je starejših in energetsko potratnih. Pri njihovi postopni menjavi naj se namestijo grelniki s čim manjšim volumenom, ki še zadosti potrebni količini tople vode. Grelnik z volumenom 50 l, ki je prikazan na sliki 16, je predimenzionirani.

6.3 Elektroenergetski sistemi

Stavba se napaja z električno energijo iz najbližje transformatorske postaje. Napajanje se izvaja na nizki napetosti. Napajalna napetost sistema je 400/230 V. Za spremljanje rabe električne energije ima stavba eno merilno mesto s številko 3-530 in številko števca 83950553. Merjenje porabe in obračun električne energije se vrši z dvotarifnim števcem. Stavba ima vrsto odjema $T \geq 2.500$ ur. Obračunska moč je merjena, kar je tudi podlaga za obračun. V letu 2020 je povprečna merjena obračunska moč znašala 17 kW, v letu 2021 pa 20 kW. Višja obračunska moč je zaznana v zimskem obdobju, ko je zaradi krajšega dne uporaba razsvetljave intenzivnejša.

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.

6.4 Razsvetljava

Inštalacija za razsvetljavo je izvedena z vodniki NYY, NYY-J, NYM in NYM-J. Za komunikacijo med posameznimi stikalnimi bloki so uporabljeni kabli Y-JZ. Izenačitev potenciala je izvedena z vodniki dimenzij 6 do 16 mm².

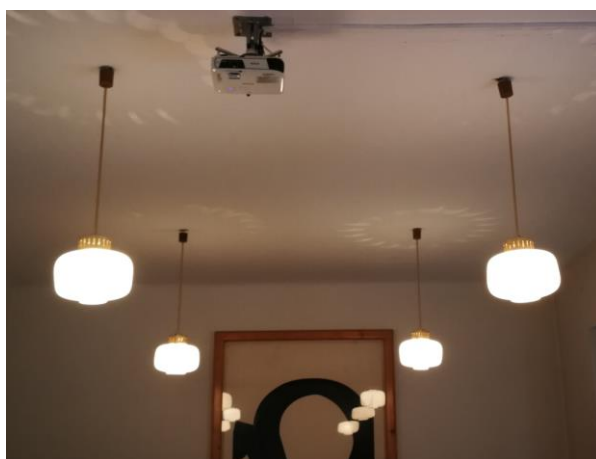
V pisarnah in prostorih za izobraževalno dejavnost je razsvetljava izvedena pretežno z energetsko neučinkovitimi svetilkami s fluorescentnimi sijalkami ter delno matiranim, delno pa zrcalnim rastrom. Le manjši del razsvetljave je izveden z led svetili.

V stavbi je nameščenih 156 svetilk s po tremi fluorescentnimi sijalkami moči 58 W, na hodnikih so svetilke s po štirimi fluorescentnimi sijalkami moči 18 W, na sanitarijah, v kleti in v pomožnih prostorih pa je nameščenih 40 svetilk žarnicami na žarilno nitko in 9 svetilk s kompaktnimi sijalkami. Za usmerjeno osvetlitev je v ateljejih nameščenih 7 led reflektorjev moči 20 W in 3 reflektorji moči 150 W.

Na podlagi pridobljenih podatkov in izkustev pri podobnih stavbah, se ocenjuje, da razsvetljava za delovanje porabi 48 % celotne referenčne rabe električne energije.



Slika 13: Svetilka s fluorescentnimi sijalkami



Slika 14: Svetilke s kompaktnimi sijalkami

6.5 Električni porabniki

Napajanje električnih naprav je izvedeno iz podrazdelilnikov, ki se napajajo iz glavnih stikalnih blokov. Razdelilniki so delno nameščeni v podometni izvedbi delno pa nadometno. Pretežni del električne energije se v ustanovi porablja za delovanje razsvetljave (ocenjeno na 48 %).

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 izobraževalnem procesu. Med naprave za zagotavljanje bivalnega ugodja sodijo klimatske naprave, električne komponente v toplotni podpostaji (obtočna črpalka, regulatorji...), lokalni prezračevalni sistemi in lokalni grelniki tople sanitarne vode. 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. Med pisarniško opremo sodijo osebni računalniki (12 kosov), projektorji (3 kosi) in fotokopirni stroji (5 kosov). Pri izobraževanem procesu se električne naprave uporabljajo občasno. Med večjimi porabniki električne energije sta zaradi visoke priključne moči, peč za žganje keramike in odesovalna komora v jedkalnici. Ob ogledu stavbe in pri analizi podatkov je bilo ugotovljeno, da zaposleni naprave uporabljajo po potrebi glede na obseg proizvodnje. Uporabniki stremijo k čim boljši izkoriščenosti strojev, da je raba električne energije čim nižja.



Slika 15: Serverska postaja



Slika 16: Peč za keramiko



Slika 17: Odsesovalna komora



Slika 18: Fotokopirni stroj

7 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 CO₂, 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. Zunanost starejšega dela stavbe je varovana s strani Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije.

7.1.1 Zunanje stene

Stene starejšega dela stavbe so zidane iz klasične polne opeke in niso toplotno zaščitene. Na notranji strani je nameščen apneni omet, na zunanji strani pa cementna reliefna pigmentna fasada. Skupna debelina zunanjih sten v starejšem delu stavbe je 65 cm, debelina parapetov pod okni pa 45 cm.

Prizidek stavbe je izveden kot armiranobetonska skeletna konstrukcija s polnilom iz polne opeke, del sten je armiranobetonskih. Stene niso ustrezno toplotno zaščitene.



Slika 19: Zunanje stene stavb

7.1.2 Tla

Starejša stavba je delno vkopana v teren. Obe stavbi sta temeljeni na pasovnih temeljih, delno pa na točkovnih temeljih. Tlaki so pretežno izvedeni z estrihi oziroma betoni. V prizidku so tla finalno obdelana z linolejem, v starejšem delu stavbe pa je deloma položena keramika, deloma pa je ostal surov tlak. Tla v stavbah niso toplotno zaščitena proti terenu.

7.1.3 Streha in stropi

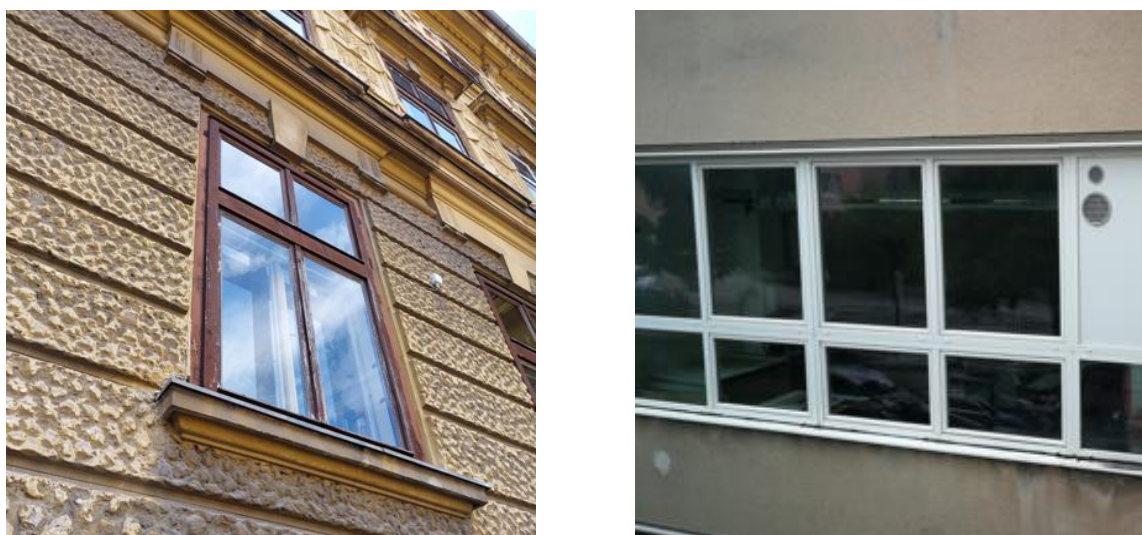
Streha dvokapnica na starejšem delu stavbe je pokrita z dotrajano opečno kritino. Podstrešje je delno podeskano in minimalno toplotno zaščiteno z mineralno volno debeline 5 cm. Ravna streha prizidka je izvedena z monta ploščo (votlaki 20 cm + armiran beton 5 cm). Toplotno je zaščitena s starejšo toplotno zaščito izolit debeline 5 cm. Preko je položena lepenka v več slojih in pohodne betonske plošče.



Slika 20: Izvedba streh

7.1.4 Stavbno pohištvo

Okna v starejšem delu stavbe so energetsko neučinkovita, pretežno so lesena in škatlaste izvedbe. Le manjši del oken v pisarniških prostorih ima lesene okvirje in dvoslojno zasteklitev s plinskim polnilom. Okna v prizidku so energetsko učinkovita s PVC okvirji in dvoslojno zasteklitvijo s plinskim polnilom. Vrata proti zunanosti so energetsko neučinkovita. Pretežno so lesena, le vrata iz prizidka, ki vodijo proti dovozu so kovinska in imajo toplotnoizolacijsko polnilo.



Slika 21: Stavbno pohištvo

7.2 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.

Omogoča pa termografija tudi identifikacijo napak v industriji. 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 v industriji ocenjuje tudi stanje naprav in postrojev. Vsako pregrevanje na mestih, kjer to ni običajno je napoved za bodočo okvaro. Tako lahko s pomočjo termografskega pregleda odkrijemo napako, še preden ta povzroči škodo.

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 energetske 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.

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 eventualne 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.

V času izvajanja energetskega pregleda za izvajanje termografije niso bili ustrezni pogoji, saj stavba zaradi relativno visokih zunanjih temperatur še ni bila kondicionirana.

ANALIZA MOŽNOSTI ZA ZNIŽANJE RABE ENERGIJE

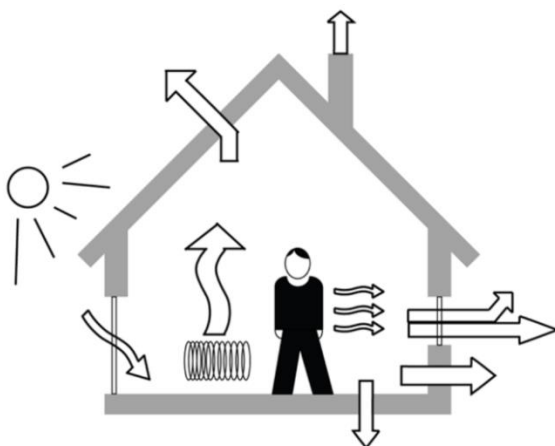
8 ANALIZA ENERGETSKIH TOKOV V STAVBI

8.1 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 energetske 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 $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. 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.

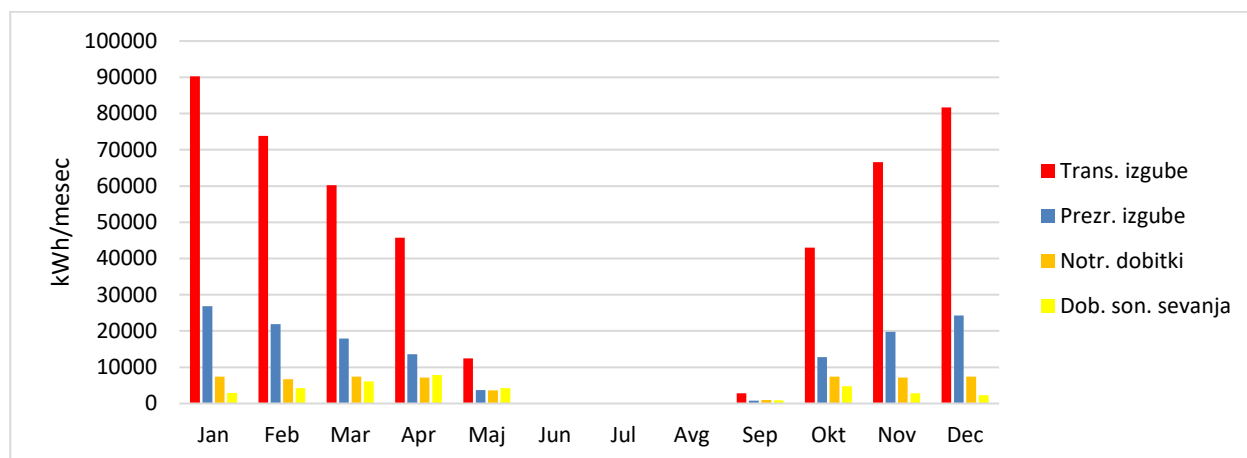


Slika 22: Energetska bilanca stavbe

Novi Pravilnik za energetske zahtevne stavbe (skoraj vse stavbe s kondicionirano površino večjo od 500 m²) uvaja popolnoma nov način izračuna parametrov učinkovite rabe energije, na trgu pa ne obstajajo s pravilnikom skladna programska orodja, ki bi omogočila zahtevane analize oz. izračune. Omenjeni nov način izračuna vpeljuje dinamično oziroma urno metodo analize objekta, uvaja nove ciljne parametre oz. 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 svetu uveljavljene in tudi validirane programske opreme.

Zaradi navedenega je bil, kot to v prehodnem obdobju do 31.12.2022 dopušča tudi pravilnik, model stavbe kreiran v skladu s prejšnjim Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah (2010). Model stavbe je bil za potrebe analize energetskih lastnosti stavbe kreiran v programskem orodju za gradbeno fiziko URSA. Glede na preračun programa je v stavbo za ogrevanje skupno potrebno dovesti 265.451 kWh toplotne energije.

Na naslednjem grafikonu je prikazana bilanca toplotnih izgub in dobitkov za obstoječe stanje obravnavane stavbe. Razvidno je, da so najvišje transmisijske izgube, notranji dobitki ter dobitki sončnega obsevanja pa so relativno nizki.



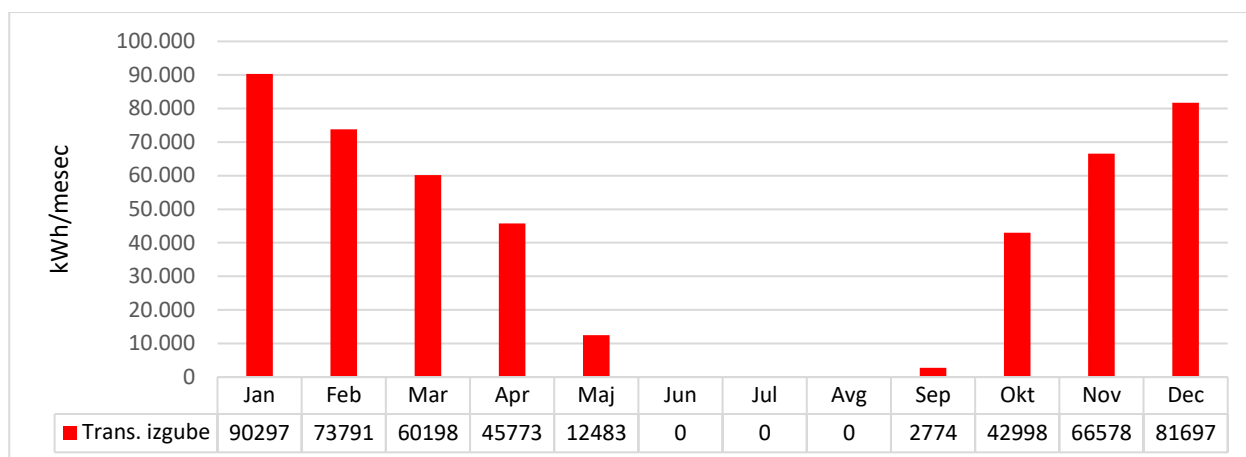
Grafikon 18: Bilanca toplotnih izgub in dobitkov

8.1.1 Transmisijske toplotne izgube

Transmisijske toplotne izgube so določene s toplotnimi lastnostmi gradbenih elementov in toplotnih mostov, ki ločujejo notranjost stavbe od okolice. Vertikalne površine zunanega ovoja stavbe zajemajo stene proti zunanosti in stavbno pohišstvo. 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.

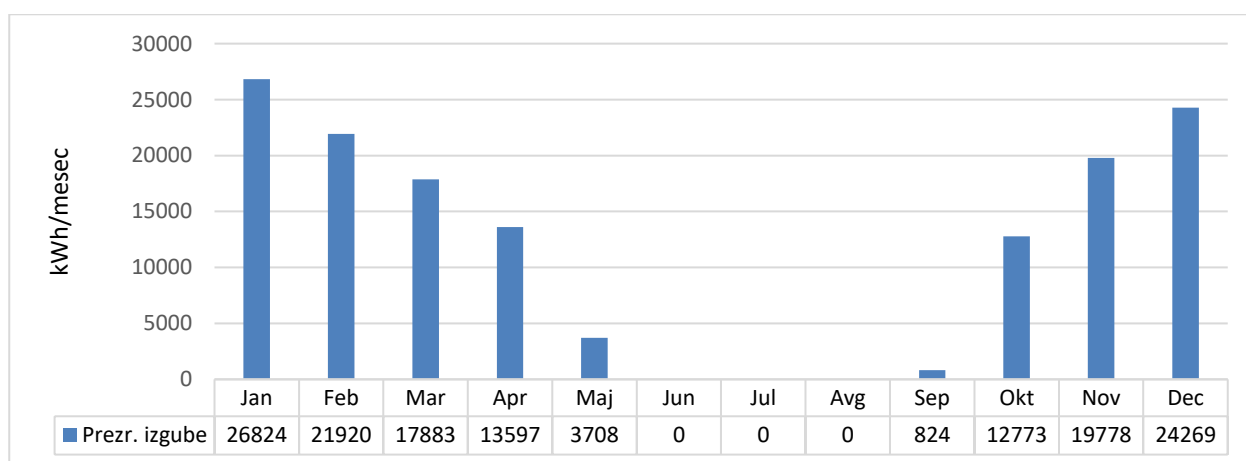
Transmisijske toplotne izgube, ki v obravnavani stavbi predstavljajo pretežni del toplotnih izgub, so mesečno prikazane na naslednjem grafikonu.



Grafikon 19: Transmisijske toplotne izgube

8.1.2 Toplotne izgube zaradi prezračevanja

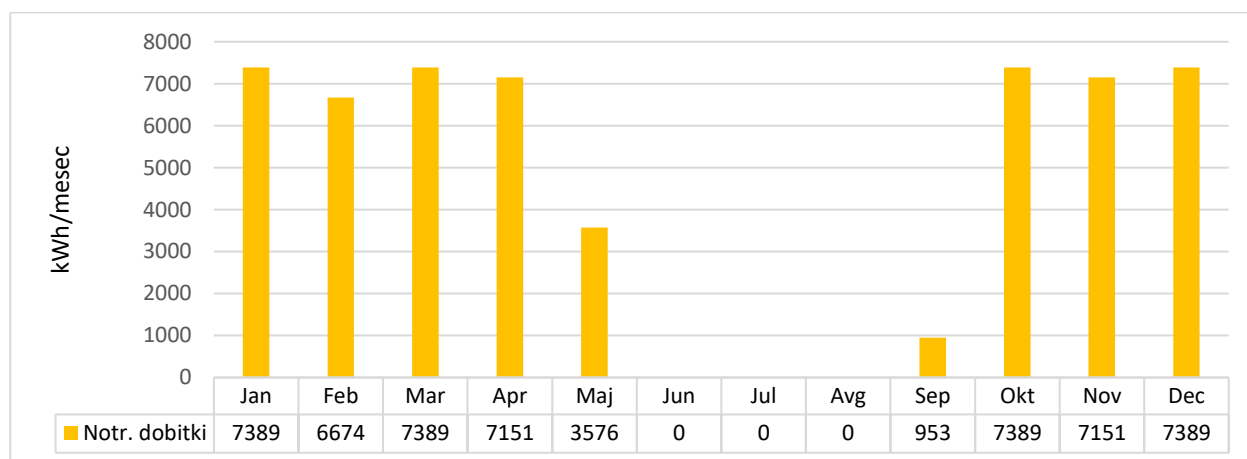
Prezračevalne toplotne izgube nastajajo zaradi potrebe po segrevanju svežega zraka iz zunanosti, ki v stavbo vstopa z naravnim ali prisilnim prezračevanjem. Pri naravnem prezračevanju je predpostavljeno, da je stanje dovedenega zraka enako stanju zunanjega zraka. Prezračevalne izgube pri naravnem prezračevanju so tako proporcionalne temperaturni razliki med notranjo in zunanjo temperaturo zraka. Pri naravnem prezračevanju je težko oceniti dejansko stopnjo izmenjave zraka, zato se je v izračunu prezračevalnih izgub predpostavila volumska izmenjava zraka $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$. Vrednost je privzeta iz pravilnika o prezračevanju in klimatizaciji stavb, kjer je v času uporabe prostorov namenjenih za delo ljudi zahtevana takšna stopnja izmenjave zraka.



Grafikon 20: Prezračevalne toplotne izgube

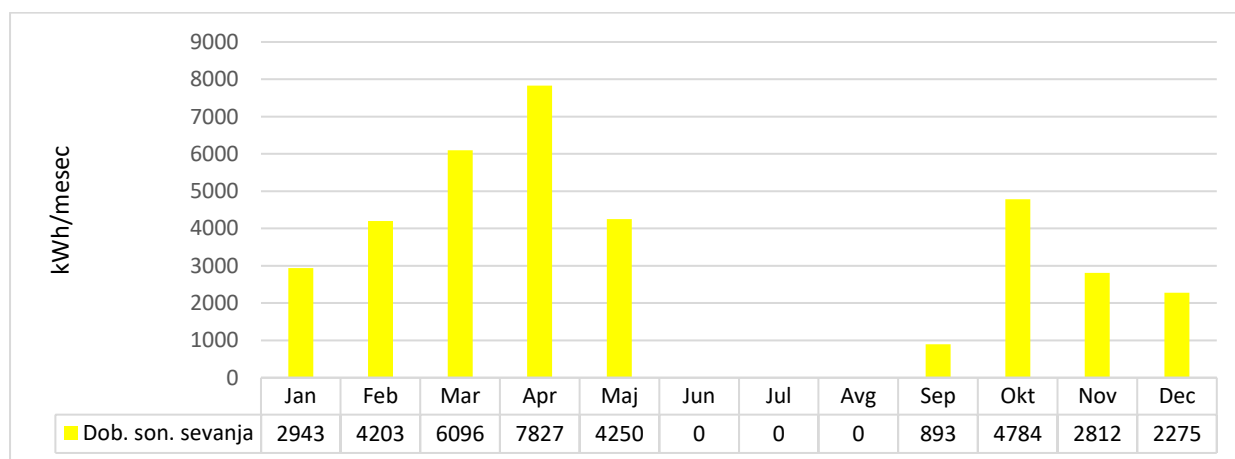
8.1.3 Toplotni dobitki

Toplotne dobitke delimo na notranje toplotne dobitke 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 v skladu s Tehnično smernico TSG-1-004: 2010. Zaradi mešane namembnosti prostorov, so bili v gradbeni fiziki, v skladu z metodologijo, upoštevani notranji dobitki 4 W/m^2 uporabne površine.



Grafikon 21: Notranji toplotni dobitki

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.



Grafikon 22: Toplotni dobitki sončnega obsevanja

9 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.

9.1 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 primerne strokovne 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.

9.1.1 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 nastavitve 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.

9.1.2 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.

9.1.3 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.

9.2 Ovoj stavbe

Lastnosti zunanega 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 pohištvo 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 13: Možni ukrepi na ovoju stavbe

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

9.3 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 energetske 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 smotno 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 zelenih temperatur v posameznih prostorih, še posebej, če je sistem slabo projektiran. Učinkovita lokalna regulacija temperature zraka v prostoru se lahko zagotovi z namestitvijo sobnih termostátov, s čemer se lahko doseže do 10 % prihrankov toplotne energije potrebne za ogrevanje stavbe. Razvod sistema mora biti v vseh nekondicioniranih prostorih ustrezno toplotno zaščiteno, 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/m²), 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/m²,
- 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 energetske učinkovite projektove za varčevanje z energijo v daljšem časovnem obdobju.

Preglednica 14: 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 energijsko učinkovitejšo	do 20 %	visoka	srednja
Namestitev centralne regulacije ogrevalnega sistema	do 10 %	srednja	srednja
Menjava naprave za pripravo hladu za hlajenje stavbe z energijsko 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

9.4 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 15: 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

9.5 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 preprih, 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 dosega 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 namestitve. V naslednji preglednici so prikazani možni ukrepi na sistemih za prezračevanje ter možni prihranki energije.

Preglednica 16: 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

9.6 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 17: 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

9.7 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 šarterja, 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 18: 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

9.8 Transport

V vsaki stavbi so uporabniki in zaposleni posredno ali neposredno vezani tudi na transport in posledično veliko rabo energije tudi v tem segmentu. Potovalne navade so sicer stvar vsakega posameznika, a v mestu je dovolj ponudbe različnih načinov transporta, ob katerem je lahko posameznik ogljično popolnoma nevtralen. V kolikor je mogoče se na krajših razdaljah za transport predlaga uporaba kolesa. V glavnem mestu je mogoče zelo ugodno koristiti izposajo koles iz sistema BicikeLJ. Zelo dobro je organiziran tudi javni potniški promet. Tudi ob uporabi tega načina transporta lahko posameznik doseže velike prihranke energije in predvsem prihranek stroška lastnega vozila (strošek nakupa in vzdrževanja vozila, gorivo, parkirnine).

Kolo ali javni prevoz je predvsem pri osebah, ki dnevno migrirajo v glavno mesto mogoče odlično kombinirati tudi z uporabo sistema P+R. Parkirni sistem P+R je kombinacija zasebnega in javnega prevoza in omogoča uporabniku, da z zasebnim vozilom doseže točke na obrobju mesta, hkrati pa nadaljuje pot v mesto z javnim prevozom ali kolesom. To je najboljši način, da se izogne iskanju parkirnega prostora v centru mesta in se n račun parkirnine tudi prihrani. Ob številnih postajališčih na markantnih točkah mesta je tak način transporta, sploh zaradi hitrejšega transporta v prometnih konicah, zelo konkurenčen motornim vozilom.

V glavnem mestu je priporočljivo tudi koriščenje storitve car sharing. Storitve se ponuja pod imenom Avant2Go. Gre za souporabo popolnoma elektrificiranega voznega parka osebnih vozil. S pomočjo mobilne aplikacije se rezervira in najame prosto vozilo. Opravi se načrtovan transfer, kjer uporabnik vozilo parkira na prostem parkirnem mestu točke Avant2Go. Z aplikacijo se najem zaključi in se poravnajo stroški. V ceni najema so že vključeni registracija, zavarovanje, gorivo, vzdrževanje, vinjeta, izguba vrednosti in brezplačno parkiranje na Avant2Go točkah. Vozilo uporabnik tako uporablja le takrat, ko ga potrebujete: vožnja na delo, opravi ali vikend izlet. S tem se izogne vsem stroškom, povezanim z lastništvom avtomobila. V primerjavi z nakupom lastnega električnega vozila je to neprimerljivo ugodnejši način kratkih potovanj.

Sploh pri daljših transportih je visok potencial prihranka energije tudi pri zamenjavi oziroma namestitvi pnevmatik višjega energijskega razreda na bodisi osebna, lahka dostavna ali tovorna vozila. Prihranek energije se izračuna glede na energijski razred zamenjane pnevmatike pri namestitvi pnevmatik najmanj energijskega razreda B na vsa kolesa vozila. Metoda uporablja razrede glede na izkoristek goriva, ki so določeni na podlagi koeficienta kotalnega upora v skladu z lestvico oznak od »A« do »G« za pnevmatike. Del energije se lahko prihrani tudi zaradi polnjenja pnevmatik motornih vozil z motorjem z notranjim izgorevanjem (MVNI) na optimalno raven. Izračun prihranka energije v določenem letu upošteva število MVNI, ki so v tem letu vključeni v storitev oziroma program, ki mora v tekočem letu zagotavljati možnost polnjenja pnevmatik teh vozil na optimalno raven. Učinki ukrepa trajajo eno leto, zato se mora izvajati dolgoročni program spremljanja tlaka. Ukrep je predvsem smiseln za vozila, ki nimajo vgrajenega sistema za nadzorovanje tlaka v pnevmatikah (TPMS).

Vedno dostopnejša pa so tudi električna vozila, ki imajo zagotovo visok potencial prihranka energije. Prihranek energije se izračuna kot razlika med energijo, ki jo porabijo motorna vozila z motorjem z notranjim izgorevanjem (MVNI) v Sloveniji, in energijo, ki jo porabijo nova električna vozila (EV) v določenem koledarskem letu. Izračun prihranka energije je narejen na podlagi razlike povprečne predvidene specifične rabe energije novih MVNI (določene z obvezujočimi emisijskimi cilji iz Uredbe /ES/ št. 443/2009 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. aprila 2009 o določitvi standardov emisijskih vrednosti za nove osebne avtomobile kot del celostnega pristopa Skupnosti za zmanjšanje emisij CO₂ iz lahkih tovornih vozil) za nova vozila s 130 g CO₂/km leta 2015 in 95 g CO₂/km do konca leta 2020 in povprečne specifične rabe električne energije novega električnega vozila. Izračun prihranka energije na podlagi razlike predvidene specifične rabe energije, določene z obvezujočim specifičnim izpustom CO₂ za nova MVNI, in povprečne specifične rabe električne energije novega EV. V preglednici spodaj so prikazani možni ukrepi za prihranke v transportu.

Preglednica 19: Možni ukrepi v transportu

Opis ukrepa	Možni prihranek	Investicija	Povračilna doba
Uporaba javnega prevoza (lahko v kombinaciji P&R)	odvisno od vozila	nizka	nizka
Uporaba kolesa (lahko v kombinaciji P&R)	odvisno od vozila	nizka	nizka
Koriščenje storitve Car Sharing	odvisno od vozila	nizka	nizka
Menjavi oziroma namestitvi pnevmatik višjega energijskega razreda	do 8 % na vozilo	nizka	nizka
Polnjenje pnevmatik motornih vozil na optimalno raven	do 3 % na vozilo	nizka	nizka
Menjava vozil z motorjem z notranjim zgorevanjem z električnimi vozili	odvisno od vozila	visoka	odvisno od opravljene razdalje

PREDLOGI IN ANALIZA UKREPOV ZA UČINKOVITO RABO ENERGIJE

10 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 stavbe in procesa 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 mehкими 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 energetske osveščenega človeka.

Stavbe namenjene vzgoji in izobraževanju so med tednom praviloma zasedene tekom celotnega dne (dopoldne izobraževanje, popoldne delavnice in čiščenje). 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 mehкими ukrepi prihraniti pri rabi energije in vode ter stroških:

- Novelacija energetske izkaznice stavb (2024).
- 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 prezračevanjem, in sicer je potrebno okna v kratkih in rednih intervalih popolnoma odpreti in prostore prezračiti na preprih. 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
- V času nizkih zunanjsih temperatur in ob kondicioniranju stavbe izvesti termografski pregled ovoja.
- 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 Pravidniku o metodah za določanje prihrankov energije in na podlagi izkustev ločeno za električno in toplotno energijo predpostavljen v višini 5 % od povprečne rabe energije v referenčnem obdobju. Ob doslednem upoštevanju predlaganih pretežno organizacijskih ukrepov, je potencial prihrankov še precej višji.

Obstoječe stanje		Novo stanje	
Stanje:	Energetsko knjigovodstvo.	Stanje:	Implementacija organizacijskih ukrepov.
Referenčna raba električne energije:	50.359 kWh	Ocenjeno zmanjšanje rabe električne energije:	2.518 kWh
Referenčna raba toplotne energije:	261.688 kWh	Ocenjeno zmanjšanje rabe toplotne energije:	13.084 kWh

Menjava energetsko neučinkovitega stavbnega pohištva			
Podatki za izračun toplotnih izgub in potencialov prihranka so bili ovrednoteni s programom za gradbeno fiziko URSA, v katerem se je kreiral model stavbe, ki zajema njene dejanske karakteristike. Stavbno pohištvo v starejšem delu stavbe je energetsko neučinkovito, zato se predlaga menjava z energetsko učinkovitejšim. Ker gre za okna škatlaste izvedbe v varovani stavbi sta alternativni tudi mizarska obnova oken ali ob soglasju ZVKDS le menjava notranjega dela škatlastega okna. Pri vrednotenju prihrankov in določanju investicije je bila zajeta tudi menjava vseh energetsko neučinkovitih vrat proti zunanosti. Okna v povezovalnem hodniku in prizidku so energetsko ustrezna.			
Obstoječe stanje		Novo stanje	
Stavbno pohištvo:	V starejšem delu stavbe so energetsko neučinkovita okna škatlaste izvedbe.	Stavbno pohištvo:	Energetsko učinkovito stavbno pohištvo (alternativa je mizarska obnova).
Referenčna raba toplotne energije:	261.688 kWh	Zmanjšanje rabe toplotne energije:	21.458 kWh
Zmanjšanje rabe toplotne energije:	8,2 %		

Toplotna zaščita strehe-stropa v starejši stavbi			
Podatki za izračun toplotnih izgub in potencialov prihranka so bili ovrednoteni s programom za gradbeno fiziko URSA, v katerem se je kreiral model stavbe, ki zajema njene dejanske karakteristike. Strešna kritina na strehi, ki hkrati predstavlja strop v starejši stavbi je dotrajana. Proti zunanosti je minimalno toplotno zaščiten, zato se predlaga sanacija celotne sestave strehe na obstoječi nosilni konstrukcij. Predlaga se namestitev mineralne volne med špirovce v debelini 14 cm ter dodatna namestitev sloja mineralne volne debeline 8 cm na spodnji strani špirovcev. Nad špirovci se streha podeska in se namesti nova kritina. Strop proti kondicioniranemu podstrešju se finalno obdelava v izvedba spuščene stropa z mavčnokartonskimi ploščami v dveh slojih.			
Obstoječe stanje		Novo stanje	
Streha-strop:	Minimalno toplotno zaščiten streha-strop.	Streha-strop:	Toplotno zaščiten streha-strop z mineralno volno skupne debeline 22 cm.
Referenčna raba toplotne energije:	261.688 kWh	Zmanjšanje rabe toplotne energije:	8.636 kWh
Zmanjšanje rabe toplotne energije:	3,3 %		

Toplotna zaščita zunanjih sten prizidka

Podatki za izračun toplotnih izgub in potencialov prihranka so bili ovrednoteni s programom za gradbeno fiziko URSA, v katerem se je kreiral model stavbe, ki zajema njene dejanske karakteristike. Zunanje stene prizidka niso ustrezno toplotno zaščitene, zato se predlaga izvedba kontaktne fasade s slojem toplotne zaščite (ekspandirani polistiren ali mineralna volna-odvisno od požarne študije) minimalne debeline 15 cm. Z namestitvijo toplotne zaščite bodo odpravljeni tudi toplotni mostovi.

Pred namestitvijo fasade se predlaga preveritev statične in dinamične stabilnosti stavbe ter izvedba ukrepov za izboljšanje njene protipotresne varnosti.

Obstoječe stanje		Novo stanje	
Stene:	Stene brez toplotne zaščite.	Stene:	Stene s kontaktno fasado, toplotna zaščita debeline minimalno 15 cm.
Referenčna raba toplotne energije:	261.688 kWh	Zmanjšanje rabe toplotne energije:	85.310 kWh
Zmanjšanje rabe toplotne energije:	32,6 %		

Toplotna zaščita strehe-stropa na prizidku

Podatki za izračun toplotnih izgub in potencialov prihranka so bili ovrednoteni s programom za gradbeno fiziko URSA, v katerem se je kreiral model stavbe, ki zajema njene dejanske karakteristike. Ravna streha na prizidku ni ustrezno toplotno zaščitena, zato se predlaga toplotna zaščita strehe s tršim ekspandiranim polistirenom minimalne debeline 15 cm. V sklopu sanacije se predlaga, da se vsi obstoječi sloji nad nosilno konstrukcijo (monta plošča) odstranijo. Na očiščeno nosilno konstrukcijo se nato na gornji strani namesti nova strešna folija in v dani projektantski rešitvi doda toplotna izolacija v dveh slojih, ki naj bo položena s preklopi.

Po sanaciji ravne strehe bo mogoča tudi namestitev fotovoltaičnih panelov za proizvodnjo električne energije (OVE), montiranih na kovinsko podkonstrukcijo.

Obstoječe stanje		Novo stanje	
Streha-strop:	Minimalno toplotno zaščitena ravna streha.	Streha-strop:	Toplotno zaščitena ravna streha z ekspandiranim polistirenom debeline minimalno 15 cm.
Referenčna raba toplotne energije:	261.688 kWh	Zmanjšanje rabe toplotne energije:	16.225 kWh
Zmanjšanje rabe toplotne energije:	6,2 %		

Namestitev termostatskih ventilov in termostatskih glav na grelna telesa

Pri ogledu stavbe je bilo ugotovljeno, da imajo grelna telesa nameščene klasične ventile, ki omogočajo ročno pripiranje (omejevanje) pretoka ogrevalnega medija. Predlaga se, da se na grelnih telesih klasični ventili menjajo s termostatskimi ventili s termostatskimi glavami. V prvi fazi (v investiciji upoštevana menjava 45 ventilov) se predlaga, da se menjava izvede le v prostorih, ki so največ v uporabi (predavalnice, pisarniški del, ateljeji), celotna menjava pa je smiselna ob menjavi grelnih teles ali ob celoviti prenovi ogrevalnega sistema. 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 nastavitve najvišje ter najnižje temperature.

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

Obstoječe stanje		Novo stanje	
Tehnologija:	Klasični ventili.	Tehnologija:	Termostatski ventili s termostatskimi glavami.
Referenčna raba toplotne energije:	261.688 kWh	Zmanjšanje rabe toplotne energije:	10.206 kWh
Zmanjšanje rabe toplotne energije:	3,6 %		

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 (3x fluo sijalka moči 58 W z linijsko nadometno LED svetilko moči 34 W). Ob prenovi razsvetljave in morebitni spremembi namembnosti prostorov se predlaga izdelava projekta osvetlitve, saj se lahko z optimizacijo osvetlitve število svetil konkretno zmanjša in po potrebi prilagodi. Prikazana investicija zajema demontažo obstoječih in namestitev 156 novih LED svetil moči 34 W. V prostorih, kjer ni stalno prisotnih uporabnikov (sanitarije, stopnišča...), se predlaga namestitev senzorjev gibanja za vklop razsvetljave.

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 (1.200 h). Upoštevan je bil tudi faktor istočasnosti delovanja.

Obstoječe stanje		Novo stanje	
Tehnologija:	Pretežno energetsko neučinkovita razsvetljava s fluorescentnimi sijalkami.	Tehnologija:	Sodobna in energetsko učinkovita LED svetila.
Referenčna raba električne energije:	50.359 kWh	Zmanjšanje rabe električne energije:	13.179 kWh
Zmanjšanje rabe električne energije:	26,2 %		

11 PRIHRANKI, POTREBNA INVESTICIJSKA SREDSTVA IN POVRAČILNA DOBA

Ocena stroškov za implementacijo investicijskih ukrepov je izdelana na osnovi podatkov, ki so bili zbrani med terenskim pregledom stavbe in na osnovi elaborata 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 zadnjih mesecih precej povišale, bodo ob vztrajanju cen energentov na trenutni ravni enostavne povračilne dobe pri ukrepih krajše.

Investicijska sredstva za implementacijo ukrepov ter povračilne dobe, določene na osnovi referenčne rabe in referenčnih cen, so podane v naslednji preglednici.

Preglednica 20: Prihranki, investicije in povračilne dobe predlaganih 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	13.084	2.518	1.165	355	6.000	3,9
Investicijski ukrepi						
2. Menjava stavbnega pohištva	21.458	0	1.911	0	134.680	nad 30
3. Toplotna zaščita strehe-stropa v starejšem delu stavbe	8.636	0	769	0	42.875	nad 30
4. Toplotna zaščita zunanjih sten prizidka	85.310	0	7.597	0	96.250	12,7
5. Toplotna zaščita strehe-stropa na prizidku	16.225	0	1.445	0	72.756	nad 30
6. Namestitev termostatskih ventilov in termostatskih glav na grelna telesa	10.206	0	909	0	3.710	4,1
7. Menjava energetske neučinkovite razsvetljave	0	13.179	0	1.860	14.711	7,9

12 EKOLOŠKA PRESOJA PREDLAGANIH UKREPOV

Ekološka presoja ukrepov je pomembna pri odločitvi za njihovo implementacijo. Ukrepi, ki se izvajajo, ne smejo dodatno obremenjevati okolja, zato je potrebno pozornost usmeriti tudi na postopke, ki so se dogajali pred samo implementacijo (določeni izdelki v fazi proizvodnje zahtevajo veliko energije in obremenjujejo okolje). Paziti je potrebno, 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 CO₂. 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...).

V skladu z metodologijo v Pravilniku o metodah za določanje prihrankov energije znaša zmanjšanje izpustov CO₂ ob implementaciji vseh investicijskih ukrepov **57,3 t**.

13 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 energetske 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 mehкими ukrepi prihraniti pri rabi energije in vode ter stroških: • Novelacija energetske izkaznice stavb (2024). • 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 prezračevanjem, in sicer je potrebno okna v kratkih in rednih intervalih popolnoma odpreti in prostore prezračiti na preprih. V stavbah za izobraževanje je na tak način potrebno prezračevati med vsakim odmorom. Izgibati 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
- V času nizkih zunanjih temperatur in ob kondicioniranju stavbe izvesti termografski pregled ovoja.
- 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 5 % od povprečne rabe energije v referenčnem obdobju.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:

15,60 MWh/leto

Predpostavljeno zmanjšanje stroška:

1.521 €/leto

Investicija:

6.000 €³

Povračilna doba:

3,9 let

Terminski plan uvajanja ukrepa v mesecih:

0 - 3

3 - 6

6 - 12

12 - 24

✓

Težavnost:

nizka

Tveganje:

nizko

³ Kontinuirano minimalno po 1.500 € letno v naslednjem štiriletnem obdobju.

Naziv ukrepa:**Menjava energetsko neučinkovitega stavbnega pohištva****Opis ukrepa:**

Podatki za izračun toplotnih izgub in potencialov prihranka so bili ovrednoteni s programom za gradbeno fiziko URSA, v katerem se je kreiral model stavbe, ki zajema njene dejanske karakteristike. Stavbno pohištvo v starejšem delu stavbe je energetsko neučinkovito, zato se predlaga menjava z energetsko učinkovitejšim. Ker gre za okna škatlaste izvedbe v varovani stavbi sta alternativni tudi mizarska obnova oken ali ob soglasju ZVKDS le menjava notranjega dela škatlastega okna. Pri vrednotenju prihrankov in določanju investicije je bila zajeta tudi menjava vseh energetsko neučinkovitih vrat proti zunanosti. Okna v povezovalnem hodniku in prizidku so energetsko ustrezna.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:

21,46 MWh/leto

Predpostavljeno zmanjšanje stroška:

1.911 €/leto

Investicija:

134.680 €

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 strehe-stropa v starejši stavbi
Opis ukrepa:
Podatki za izračun toplotnih izgub in potencialov prihranka so bili ovrednoteni s programom za gradbeno fiziko URSA, v katerem se je kreiral model stavbe, ki zajema njene dejanske karakteristike. Strešna kritina na strehi, ki hkrati predstavlja strop v starejši stavbi je dotrajana. Proti zunanosti je minimalno toplotno zaščiten, zato se predlaga sanacija celotne sestave strehe na obstoječi nosilni konstrukcij. Predlaga se namestitev mineralne volne med špirovce v debelini 14 cm ter dodatna namestitev sloja mineralne volne debeline 8 cm na spodnji strani špirovcev. Nad špirovci se streha podeska in se namesti nova kritina. Strop proti kondicioniranemu podstrešju se finalno obdela v izvedba spuščene stropa z mavčnokartonskimi ploščami v dveh slojih.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	8,64 MWh/leto
--	---------------

Predpostavljeno zmanjšanje stroška:	769 €/leto
--	------------

Investicija:	42.875 €	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:	srednje
-------------------	---------	------------------	---------

Naziv ukrepa:			
Toplotna zaščita zunanjih sten prizidka			
Opis ukrepa:			
Podatki za izračun toplotnih izgub in potencialov prihranka so bili ovrednoteni s programom za gradbeno fiziko URSA, v katerem se je kreiral model stavbe, ki zajema njene dejanske karakteristike. Zunanje stene prizidka niso ustrezno toplotno zaščitene, zato se predlaga izvedba kontaktne fasade s slojem toplotne zaščite (ekspandirani polistiren ali mineralna volna-odvisno od požarne študije) minimalne debeline 15 cm. Z namestitvijo toplotne zaščite bodo odpravljeni tudi toplotni mostovi. Pred namestitvijo fasade se predlaga preveritev statične in dinamične stabilnosti stavbe ter izvedba ukrepov za izboljšanje njene protipotresne varnosti.			
Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:		85,31 MWh/leto	
Predpostavljeno zmanjšanje stroška:		7.597 €/leto	
Investicija:	96.250 €	Povračilna doba:	12,7 let
Terminski plan uvajanja ukrepa v mesecih:			
0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
☐	☐	☐	☒
Težavnost:	srednja	Tveganje:	srednje

Naziv ukrepa:			
Toplotna zaščita strehe-stropa na prizidku			
Opis ukrepa:			
Podatki za izračun toplotnih izgub in potencialov prihranka so bili ovrednoteni s programom za gradbeno fiziko URSA, v katerem se je kreiral model stavbe, ki zajema njene dejanske karakteristike. Ravna streha na prizidku ni ustrezno toplotno zaščiten, zato se predlaga toplotna zaščita strehe s tršim ekspanziranim polistirenom minimalne debeline 15 cm. V sklopu sanacije se predlaga, da se vsi obstoječi sloji nad nosilno konstrukcijo (monta plošča) odstranijo. Na očiščeno nosilno konstrukcijo se nato na gornji strani namesti nova strešna folija in v dani projektantski rešitvi doda toplotna izolacija v dveh slojih, ki naj bo položena s preklopi. Po sanaciji ravne strehe bo mogoča tudi namestitev fotovoltaičnih panelov za proizvodnjo električne energije (OVE), montiranih na jekleno podkonstrukcijo.			
Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:		16,23 MWh/leto	
Predpostavljeno zmanjšanje stroška:		1.445 €/leto	
Investicija:	72.756 €	Povračilna doba:	nad 30 let
Terminski plan uvajanja ukrepa v mesecih:			
0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
☐	☐	☐	☒
Težavnost:	visoka	Tveganje:	srednje

Naziv ukrepa:
Namestitev termostatskih ventilov in termostatskih glav na grelna telesa
Opis ukrepa:
Pri ogledu stavbe je bilo ugotovljeno, da imajo grelna telesa nameščene klasične ventile, ki omogočajo ročno pripranje (omejevanje) pretoka ogrevalnega medija. Predlaga se, da se na grelnih telesih klasični ventili menjajo s termostatskimi ventili s termostatskimi glavami. V prvi fazi (v investiciji upoštevana menjava 45 ventilov) se predlaga, da se menjava izvede le v prostorih, ki so največ v uporabi (predavalnice, pisarniški del, ateljeji), celotna menjava pa je smiselna ob menjavi grelnih teles ali ob celoviti prenovi ogrevalnega sistema. Z namestitvijo termostatskih ventilov se bodo dosegli optimalni pretoki prek ogreval, termostatske glave pa bodo omogočale lokalno nastavitve 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 nastavitve najvišje ter najnižje temperature. Za učinkovito delovanje ogrevalnega sistema kot celote je potrebno razvod po namestitvi novih ventilov tudi hidravlično uravnovežiti. Na ustrezna mesta razvoda je potrebno vgraditi ventile za hidravlično uravnoveženje ter merilne instrumente za nastavitve in nadzor doseženih pretokov vključno s pripadajočo opremo.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	10,21 MWh/leto
--	----------------

Predpostavljeno zmanjšanje stroška:	909 €/leto
--	------------

Investicija:	3.710 €	Povračilna doba:	4,1 let
---------------------	---------	-------------------------	---------

Terminski plan uvajanja ukrepa v mesecih:
--

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
		✓	

Težavnost:	nizka	Tveganje:	nizko
-------------------	-------	------------------	-------

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 menjava ena za ena, torej menjava svetilke (3x fluo sijalka moči 58 W z linijsko nadometno LED svetilko moči 34 W). Ob prenovi razsvetljave in morebitni spremembi namembnosti prostorov se predlaga izdelava projekta osvetlitve, saj se lahko z optimizacijo osvetlitve število svetil konkretno zmanjša in po potrebi prilagodi. Prikazana investicija zajema demontažo obstoječih in namestitev 156 novih LED svetil moči 34 W. V prostorih, kjer ni stalno prisotnih uporabnikov (sanitarije, stopnišča...), se predlaga namestitev senzorjev gibanja za vklop razsvetljave. 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 (1.200 h). Upoštevan je bil tudi faktor istočasnosti delovanja.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	13,18 MWh/leto
--	----------------

Predpostavljeno zmanjšanje stroška:	1.860 €/leto
--	--------------

Investicija:	14.711 €	Povračilna doba:	7,9 let
---------------------	----------	-------------------------	---------

Terminski plan uvajanja ukrepa v mesecih:			
0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
☐	☒	☐	☐
Težavnost:	nizka	Tveganje:	nizko

14 LITERATURA

- Energetski zakon (Uradni list RS, št. 60/19 – uradno prečiščeno besedilo, 65/20, 158/20 – ZURE, 121/21 – ZSROVE, 172/21 – ZOEE in 204/21 – ZOP)
- 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. 52/10, 61/17 – GZ in 199/21 – GZ-1)
- 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-1-004:2021
- 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 in 158/20 – ZURE)
- Katalogi različnih proizvajalcev energetskih sistemov
- Svetovalni članki svetovalcev ENSVET

15 PRILOGE

- **Elaborat gradbene fizike za področje učinkovite rabe energije v stavbah (obstoječe stanje)**
- **Izkaz energijskih lastnosti stavbe (obstoječe stanje)**
- **Elaborat gradbene fizike za področje učinkovite rabe energije v stavbah (sanirano stanje)**
- **Izkaz energijskih lastnosti stavbe (sanirano stanje)**

ELABORAT GRADBENE FIZIKE ZA PODROČJE UČINKOVITE RABE ENERGIJE V STAVBAH

izdelan za stavbo

Enota Erjavčeva

Številka projekta: 1721-8

Izračun je narejen v skladu s Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah in z Zakonom o učinkoviti rabi energije (ZURE).

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

Projektivno podjetje: KSSENA

Odgovorni vodja projekta: Boštjan Krajnc

Elaborat izdelal: Primož Rotovnik

Velenje, 15.11.2022

TEHNIČNI OPIS

Lokacija, vrsta in namen stavbe

Naselje, ulica, kraj:	LJUBLJANA, Erjavčeva 23, Ljubljana
Katastrska občina:	GRADIŠČE I
Parcelna številka:	192/1
Koordinate lokacije stavbe:	X (N) = 100768 Y (E) = 461404
Vrsta stavbe:	12630 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo
Namembnost stavbe:	javna stavba
Etažnost stavbe:	Nad tri etaže

Investitor:

Geometrijske karakteristike stavbe

Površina toplotnega ovoja stavbe A:	4.452,35 m ²
Kondicionirana prostornina stavbe V _e :	13.466,00 m ³
Neto ogrevana prostornina stavbe V:	10.099,00 m ³
Oblikovni faktor f _o :	0,331 m ⁻¹
Razmerje med površino oken in površino toplotnega ovoja stavbe z:	0,102
Uporabna površina stavbe A _k :	2.483,00 m ²
Vrsta zidu:	Srednjetežka gradnja (≥ 600 kg / m ³)
Način upoštevanja vpliva toplotnih mostov:	na poenostavljen način
Metoda izračuna toplotne kapacitete stavbe:	na poenostavljen način

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

Klimatski podatki

Začetek kurilne sezone (dan)	Konec kurilne sezone (dan)	Temper.primanjkljaj (K dni)	Proj. temperatura (°C)	Energija sončnega obsevanja (kWh/m ²)
270	135	3300	-13	1121

Povprečne mesečne temperature in vlažnosti zraka:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Leto
T	-1,0	1,0	6,0	9,0	14,0	18,0	20,0	19,0	15,0	10,0	4,0	1,0	9,7
p	82,0	77,0	72,0	71,0	73,0	72,0	74,0	76,0	80,0	82,0	84,0	85,0	77,3

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

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

Globalno sončno sevanje (Wh/m ²)																		
		orientacija									orientacija							
nak	mes	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ	mes	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ
0	I	917	917	917	917	917	917	917	917	II	1.731	1.731	1.731	1.731	1.731	1.731	1.731	1.731
15		577	646	825	1.032	1.156	1.108	920	700		1.188	1.282	1.563	1.872	2.076	2.019	1.738	1.394
30		428	486	754	1.111	1.350	1.255	911	535		692	940	1.414	1.962	2.333	2.225	1.704	1.082
45		385	407	686	1.145	1.480	1.347	882	441		614	734	1.276	1.965	2.477	2.327	1.639	873
60		343	354	623	1.126	1.535	1.374	838	379		546	611	1.128	1.877	2.494	2.311	1.537	742
75	III	299	310	544	1.059	1.509	1.331	763	331	IV	478	516	962	1.717	2.379	2.183	1.384	634
90		257	264	466	943	1.401	1.220	673	281		410	436	803	1.474	2.134	1.941	1.206	540
0		2.759	2.759	2.759	2.759	2.759	2.759	2.759	2.759		4.049	4.049	4.049	4.049	4.049	4.049	4.049	4.049
15		2.163	2.260	2.559	2.876	3.043	2.970	2.689	2.352		3.474	3.560	3.806	4.040	4.149	4.075	3.853	3.593
30		1.499	1.782	2.350	2.891	3.199	3.068	2.568	1.923		2.789	2.997	3.500	3.917	4.094	3.976	3.576	3.054
45	V	951	1.413	2.126	2.808	3.208	3.044	2.396	1.561	VI	2.027	2.459	3.153	3.668	3.879	3.743	3.241	2.522
60		846	1.162	1.879	2.600	3.063	2.879	2.172	1.297		1.415	2.022	2.777	3.290	3.500	3.374	2.869	2.089
75		740	973	1.618	2.307	2.768	2.599	1.909	1.089		1.210	1.668	2.375	2.826	2.973	2.904	2.468	1.738
90		634	805	1.344	1.912	2.334	2.196	1.611	898		1.027	1.364	1.948	2.282	2.329	2.351	2.041	1.427
0		4.894	4.894	4.894	4.894	4.894	4.894	4.894	4.894		5.274	5.274	5.274	5.274	5.274	5.274	5.274	5.274
15	VII	4.383	4.463	4.651	4.816	4.866	4.799	4.626	4.444	VIII	4.818	4.841	4.955	5.078	5.138	5.123	5.019	4.888
30		3.705	3.874	4.290	4.583	4.648	4.548	4.238	3.838		4.184	4.233	4.515	4.735	4.812	4.812	4.626	4.322
45		2.893	3.219	3.863	4.202	4.246	4.149	3.787	3.165		3.399	3.523	4.008	4.258	4.319	4.352	4.142	3.640
60		1.993	2.626	3.378	3.685	3.664	3.617	3.293	2.574		2.505	2.858	3.466	3.666	3.654	3.763	3.606	2.979
75		1.462	2.120	2.852	3.066	2.946	2.992	2.777	2.093		1.764	2.313	2.897	2.993	2.881	3.081	3.036	2.431
90	IX	1.200	1.698	2.301	2.386	2.129	2.320	2.250	1.693	IX	1.417	1.841	2.322	2.288	2.026	2.363	2.451	1.948
0		5.469	5.469	5.469	5.469	5.469	5.469	5.469	5.469		4.739	4.739	4.739	4.739	4.739	4.739	4.739	4.739
15		4.952	4.985	5.151	5.326	5.412	5.385	5.237	5.052		4.130	4.206	4.460	4.722	4.840	4.782	4.546	4.271
30		4.227	4.303	4.693	5.010	5.126	5.100	4.829	4.428		3.356	3.537	4.089	4.545	4.742	4.647	4.230	3.651
45		3.336	3.525	4.171	4.535	4.637	4.633	4.323	3.674		2.463	2.853	3.654	4.209	4.432	4.338	3.824	2.988
60	X	2.326	2.812	3.594	3.919	3.940	4.009	3.755	2.973	X	1.543	2.285	3.177	3.720	3.917	3.860	3.361	2.427
75		1.592	2.228	2.981	3.197	3.103	3.274	3.154	2.411		1.236	1.841	2.672	3.123	3.224	3.258	2.859	1.986
90		1.270	1.738	2.359	2.425	2.154	2.493	2.541	1.928		1.040	1.471	2.149	2.448	2.413	2.570	2.330	1.606
0		3.354	3.354	3.354	3.354	3.354	3.354	3.354	3.354		1.911	1.911	1.911	1.911	1.911	1.911	1.911	1.911
15		2.745	2.835	3.122	3.424	3.580	3.505	3.236	2.916		1.458	1.541	1.769	2.006	2.128	2.056	1.837	1.589
30	XI	2.047	2.276	2.835	3.375	3.661	3.527	3.030	2.412	XI	981	1.200	1.610	2.038	2.267	2.133	1.731	1.271
45		1.298	1.797	2.531	3.212	3.581	3.413	2.762	1.940		789	962	1.444	1.995	2.311	2.128	1.596	1.022
60		1.051	1.444	2.201	2.918	3.337	3.151	2.446	1.585		702	809	1.269	1.871	2.252	2.033	1.431	848
75		918	1.179	1.863	2.535	2.938	2.769	2.108	1.309		615	693	1.085	1.681	2.086	1.856	1.240	717
90		787	974	1.514	2.058	2.400	2.276	1.743	1.080		526	585	907	1.420	1.821	1.595	1.040	599
0	XII	983	983	983	983	983	983	983	983	XII	698	698	698	698	698	698	698	698
15		712	779	920	1.062	1.125	1.066	927	784		464	521	648	785	850	799	669	533
30		540	617	853	1.112	1.232	1.120	867	623		377	410	605	848	974	875	640	417
45		487	523	781	1.122	1.290	1.133	799	523		340	354	559	878	1.057	918	602	354
60		432	457	708	1.088	1.294	1.103	725	454		302	312	512	872	1.091	922	557	309
75	XII	378	397	620	1.013	1.239	1.029	634	393	264	273	455	828	1.072	883	499	270	
90		324	340	532	896	1.126	913	542	336	226	232	394	748	997	804	433	230	

Seznam konstrukcij

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

- Zunanja stari del, $U = 0,974 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Zunanja prizidek, $U = 3,371 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Zunanja prizidek zidana, $U = 1,855 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Stene, ki mejijo na ogrevane sosednje zgradbe , $U_{\max} = 0,500 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Proti sosedu, $U = 0,987 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

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

- Tla, $U = 2,231 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Tla prizidek, $U = 1,865 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

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

- Streha prizidek, $U = 0,672 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Streha stari del, $U = 0,569 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

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

- Škatlasta lesena, $U = 2,500 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Lesena, enojna zasteklitev, $U = 3,000 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- PVC, 2S, PP, BS, $U = 1,300 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Strešna okna, steklene strehe, $U_{\max} = 1,400 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Strešno, leseno, 2S, PP, $U = 1,400 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

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

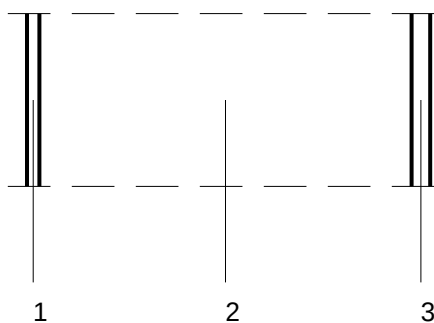
- Lesena vhodna vrata, $U = 2,500 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 0 \text{ }^\circ\text{C}$
- Jeklena vhodna vrata, $U = 2,000 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 0 \text{ }^\circ\text{C}$

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Zunanja stari del

Notranja temperatura: 20 °C

Vrsta konstrukcije: zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom.



- 1 APNENA MALTA 1600
- 2 POLNA OPEKA 1800
- 3 PIGMENTNA FASADNA MALTA

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor.	topl.odpor. m ² K/W
1	APNENA MALTA 1600	2,000	1.600	1.050	0,810	10	0,025
2	POLNA OPEKA 1800	60,000	1.800	920	0,760	12	0,789
3	PIGMENTNA FASADNA MALTA	3,000	1.850	1.050	0,700	15	0,043

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d_i / \lambda_i + R_{se} + R_u = 0,130 + 0,857 + 0,040 + 0,000 = 1,027 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,974 + 0,000 = 0,974 \text{ W/m}^2\text{K}$$

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

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	Θ_e °C	φ_e	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_{sat}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,min}$ °C	Θ_i °C	ϕ_{Rsi}
Januar	-1,0	82,00	461	640	1.165	1.456	12,6	20	0,647
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	20	0,688
Marec	6,0	72,00	673	548	1.276	1.595	14,0	20	0,569
April	9,0	71,00	815	452	1.312	1.640	14,4	20	0,491
Maj	14,0	73,00	1.166	292	1.488	1.859	16,4	20	0,393
Junij	18,0	72,00	1.485	164	1.666	2.082	18,1	20	0,074
Julij	20,0	74,00	1.729	100	1.839	2.299	19,7	20	-
Avgust	19,0	76,00	1.669	132	1.814	2.268	19,5	20	0,516
September	15,0	80,00	1.364	260	1.650	2.062	18,0	20	0,599
Oktober	10,0	82,00	1.006	420	1.468	1.835	16,2	20	0,616
November	4,0	84,00	683	612	1.356	1.695	14,9	20	0,682
December	1,0	85,00	558	708	1.337	1.671	14,7	20	0,721

$$f_{Rsi} = 0,757 > R_{Rsi,max} = 0,7206$$

konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije

Izračun difuzije vodne pare

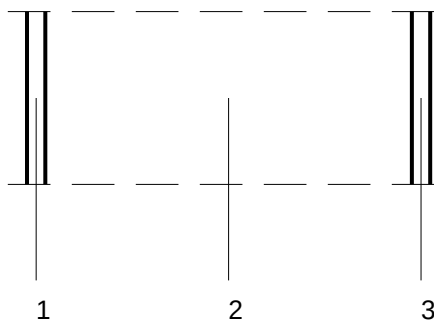
V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Zunanja prizidek

Notranja temperatura: 20 °C

Vrsta konstrukcije: zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom.



- 1 MAVČNA IN APNENO MAVČNA MALTA
- 2 BETON 2400
- 3 PIGMENTNA FASADNA MALTA

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor.	topl.odpor. m ² K/W
1	MAVČNA IN APNENO MAVČNA MALTA	1,000	1.500	920	0,700	9	0,014
2	BETON 2400	20,000	2.400	960	2,040	60	0,098
3	PIGMENTNA FASADNA MALTA	1,000	1.850	1.050	0,700	15	0,014

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d_i / \lambda_i + R_{se} + R_u = 0,130 + 0,127 + 0,040 + 0,000 = 0,297 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_c = U + \Delta U = 3,371 + 0,000 = 3,371 \text{ W/m}^2\text{K}$$

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

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	Θ_e °C	φ_e	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_{sat}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,min}$ °C	Θ_i °C	ϕ_{Rsi}
Januar	-1,0	82,00	461	640	1.165	1.456	12,6	20	0,647
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	20	0,688
Marec	6,0	72,00	673	548	1.276	1.595	14,0	20	0,569
April	9,0	71,00	815	452	1.312	1.640	14,4	20	0,491
Maj	14,0	73,00	1.166	292	1.488	1.859	16,4	20	0,393
Junij	18,0	72,00	1.485	164	1.666	2.082	18,1	20	0,074
Julij	20,0	74,00	1.729	100	1.839	2.299	19,7	20	-
Avgust	19,0	76,00	1.669	132	1.814	2.268	19,5	20	0,516
September	15,0	80,00	1.364	260	1.650	2.062	18,0	20	0,599
Oktober	10,0	82,00	1.006	420	1.468	1.835	16,2	20	0,616
November	4,0	84,00	683	612	1.356	1.695	14,9	20	0,682
December	1,0	85,00	558	708	1.337	1.671	14,7	20	0,721

$$f_{Rsi} = 0,157 \leq R_{Rsi,max} \leq 0,7206$$

konstrukcija ne ustreza glede površinske kondenzacije

Izračun difuzije vodne pare

V konstrukciji pride do kondenzacije vodne pare.

Izračun kondenzacije in akumulacije vodne pare

Mesec	Ravnina 2		g_c kg/m ²	M_a kg/m ²
	g_c kg/m ²	M_a kg/m ²		
Oktober	0,413	0,413	0,000	0,000
November	2,401	2,814	0,000	0,000
December	3,355	6,169	0,000	0,000
Januar	3,884	10,053	0,000	0,000
Februar	3,029	13,082	0,000	0,000
Marec	1,837	14,919	0,000	0,000
April	0,759	15,678	0,000	0,000
Maj	-1,244	14,434	0,000	0,000
Junij	-3,045	11,388	0,000	0,000
Julij	-4,200	7,188	0,000	0,000
Avgust	-3,661	3,527	0,000	0,000
September	-1,635	1,892	0,000	0,000

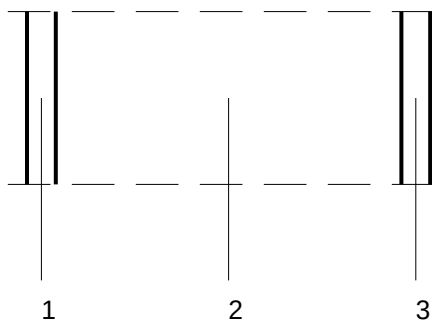
Notranja kondenzacija v konstrukciji ni v dovoljenih mejah.

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Zunanja prizidek zidana

Notranja temperatura: 20 °C

Vrsta konstrukcije: zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom.



- 1 APNENA MALTA 1600
- 2 POLNA OPEKA 1800
- 3 PIGMENTNA FASADNA MALTA

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	APNENA MALTA 1600	2,000	1.600	1.050	0,810	10	0,025
2	POLNA OPEKA 1800	24,000	1.800	920	0,760	12	0,316
3	PIGMENTNA FASADNA MALTA	2,000	1.850	1.050	0,700	15	0,029

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d_i/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,130 + 0,369 + 0,040 + 0,000 = 0,539 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_c = U + \Delta U = 1,855 + 0,000 = 1,855 \text{ W/m}^2\text{K}$$

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

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	Θ_e °C	φ_e	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_{sat}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,min}$ °C	Θ_i °C	ϕ_{Rsi}
Januar	-1,0	82,00	461	640	1.165	1.456	12,6	20	0,647
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	20	0,688
Marec	6,0	72,00	673	548	1.276	1.595	14,0	20	0,569
April	9,0	71,00	815	452	1.312	1.640	14,4	20	0,491
Maj	14,0	73,00	1.166	292	1.488	1.859	16,4	20	0,393
Junij	18,0	72,00	1.485	164	1.666	2.082	18,1	20	0,074
Julij	20,0	74,00	1.729	100	1.839	2.299	19,7	20	-
Avgust	19,0	76,00	1.669	132	1.814	2.268	19,5	20	0,516
September	15,0	80,00	1.364	260	1.650	2.062	18,0	20	0,599
Oktober	10,0	82,00	1.006	420	1.468	1.835	16,2	20	0,616
November	4,0	84,00	683	612	1.356	1.695	14,9	20	0,682
December	1,0	85,00	558	708	1.337	1.671	14,7	20	0,721

$$f_{Rsi} = 0,536 \leq R_{Rsi,max} \leq 0,7206$$

konstrukcija ne ustreza glede površinske kondenzacije

Izračun difuzije vodne pare

V konstrukciji pride do kondenzacije vodne pare.

Izračun kondenzacije in akumulacije vodne pare

Mesec	Ravnina 2		g_c kg/m ²	M_a kg/m ²
	g_c kg/m ²	M_a kg/m ²		
November	0,137	0,137	0,000	0,000
December	0,463	0,601	0,000	0,000
Januar	0,662	1,263	0,000	0,000
Februar	0,411	1,673	0,000	0,000
Marec	-0,103	1,571	0,000	0,000
April	-0,450	1,121	0,000	0,000
Maj	-1,112	0,009	0,000	0,000
Junij	-1,631	0,000	0,000	0,000
Julij	0,000	0,000	0,000	0,000
Avgust	0,000	0,000	0,000	0,000
September	0,000	0,000	0,000	0,000
Oktober	0,000	0,000	0,000	0,000

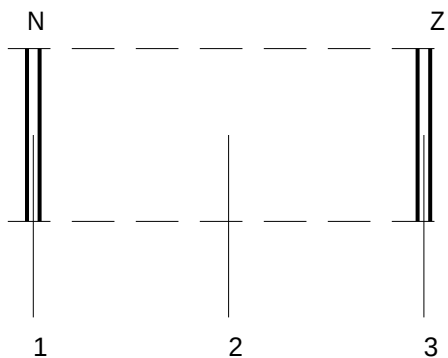
Notranja kondenzacija v konstrukciji ni v dovoljenih mejah.

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Proti sosedu

Notranja temperatura: 20 °C

Vrsta konstrukcije: stene, ki mejijo na ogrevane sosednje zgradbe.



- 1 APNENA MALTA 1600
- 2 POLNA OPEKA 1800
- 3 PIGMENTNA FASADNA MALTA

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	APNENA MALTA 1600	2,000	1.600	1.050	0,810	10	0,025
2	POLNA OPEKA 1800	60,000	1.800	920	0,760	12	0,789
3	PIGMENTNA FASADNA MALTA	2,000	1.850	1.050	0,700	15	0,029

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d_i / \lambda_i + R_{se} + R_u = 0,130 + 0,843 + 0,040 + 0,000 = 1,013 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,987 + 0,000 = 0,987 \text{ W/m}^2\text{K}$$

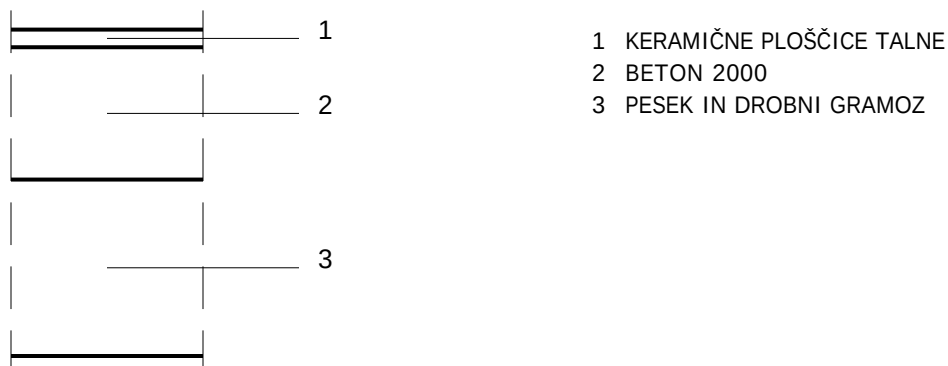
$$U_{\max} = 0,500 \text{ W/m}^2\text{K}, \quad \text{toplotna prehodnost ni ustrezna}$$

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Tla

Notranja temperatura: 20 °C

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



sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	KERAMIČNE PLOŠČICE TALNE	2,000	2.300	920	1,280	200	0,016
2	BETON 2000	15,000	2.000	960	1,160	22	0,129
3	PESEK IN DROBNI GRAMAZ	20,000	1.750	840	1,500	15	0,133

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d_i / \lambda_i + R_{se} + R_u = 0,170 + 0,278 + 0,000 + 0,000 = 0,448 \text{ m}^2\text{K/W}$$

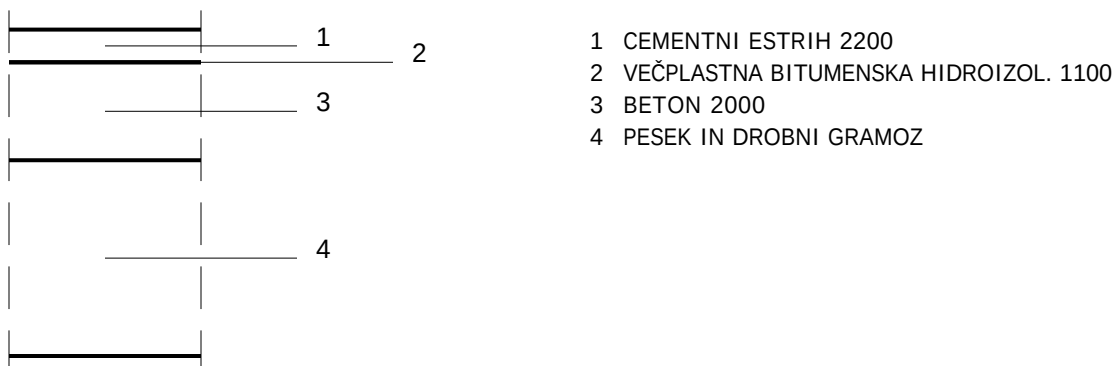
$$U_c = U + \Delta U = 2,231 + 0,000 = 2,231 \text{ W/m}^2\text{K} \quad U_{\max} = 0,350 \text{ W/m}^2\text{K}, \quad \text{toplotna prehodnost ni ustrezna}$$

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Tla prizidek

Notranja temperatura: 20 °C

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



sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	CEMENTNI ESTRIH 2200	5,000	2.200	1.050	1,400	30	0,036
2	VEČPLASTNA BITUMENSKA HIDROIZOL. 1100	0,020	1.100	1.460	0,190	14.000	0,001
3	BETON 2000	15,000	2.000	960	1,160	22	0,129
4	PESEK IN DROBNI GRAMOZ	30,000	1.750	840	1,500	15	0,200

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d_i / \lambda_i + R_{se} + R_u = 0,170 + 0,366 + 0,000 + 0,000 = 0,536 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_c = U + \Delta U = 1,865 + 0,000 = 1,865 \text{ W/m}^2\text{K}$$

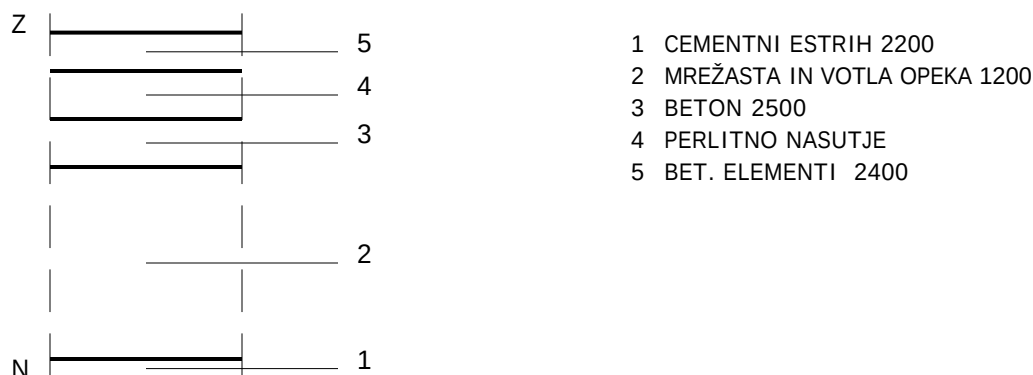
$$U_{max} = 0,350 \text{ W/m}^2\text{K}, \quad \text{toplotna prehodnost ni ustrezna}$$

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Streha prizidek

Notranja temperatura: 20 °C

Vrsta konstrukcije: strop v sestavi ravne ali poševne strehe (ravne ali poševne strehe).



sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	CEMENTNI ESTRIH 2200	2,000	2.200	1.050	1,400	30	0,014
2	MREŽASTA IN VOTLA OPEKA 1200	20,000	1.200	920	0,520	4	0,385
3	BETON 2500	5,000	2.500	960	2,330	90	0,021
4	PERLITNO NASUTJE	5,000	90	1.000	0,055	3	0,909
5	BET. ELEMENTI 2400	4,000	2.400	960	2,040	70	0,020

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d_i/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,100 + 1,349 + 0,040 + 0,000 = 1,489 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,672 + 0,000 = 0,672 \text{ W/m}^2\text{K}$$

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

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	Θ_e °C	φ_e	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_{sat}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,min}$ °C	Θ_i °C	ϕ_{Rsi}
Januar	-1,0	82,00	461	640	1.165	1.456	12,6	20	0,647
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	20	0,688
Marec	6,0	72,00	673	548	1.276	1.595	14,0	20	0,569
April	9,0	71,00	815	452	1.312	1.640	14,4	20	0,491
Maj	14,0	73,00	1.166	292	1.488	1.859	16,4	20	0,393
Junij	18,0	72,00	1.485	164	1.666	2.082	18,1	20	0,074
Julij	20,0	74,00	1.729	100	1.839	2.299	19,7	20	-
Avgust	19,0	76,00	1.669	132	1.814	2.268	19,5	20	0,516
September	15,0	80,00	1.364	260	1.650	2.062	18,0	20	0,599
Oktober	10,0	82,00	1.006	420	1.468	1.835	16,2	20	0,616
November	4,0	84,00	683	612	1.356	1.695	14,9	20	0,682
December	1,0	85,00	558	708	1.337	1.671	14,7	20	0,721

$$f_{Rsi} = 0,832 > R_{Rsi,max} = 0,7206$$

konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije

Izračun difuzije vodne pare

V konstrukciji pride do kondenzacije vodne pare.

Izračun kondenzacije in akumulacije vodne pare

Mesec	Ravnina 1		Ravnina 6	
	g_c kg/m ²	M_a kg/m ²	g_c kg/m ²	M_a kg/m ²
November	0,037	0,037	0,000	0,000
December	0,062	0,099	-0,015	0,000
Januar	0,063	0,162	0,011	0,011
Februar	0,047	0,209	-0,013	0,000
Marec	0,033	0,242	0,000	0,000
April	0,008	0,250	0,000	0,000
Maj	-0,039	0,211	0,000	0,000
Junij	-0,088	0,123	0,000	0,000
Julij	-0,116	0,007	0,000	0,000
Avgust	-0,097	0,000	0,000	0,000
September	0,000	0,000	0,000	0,000
Oktober	0,000	0,000	0,000	0,000

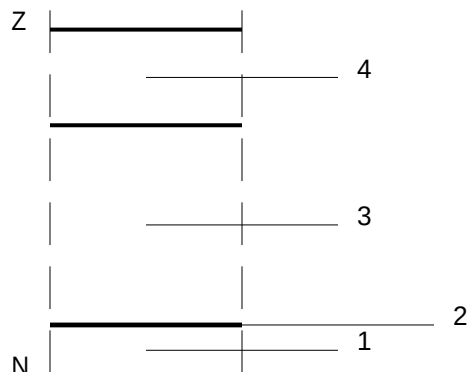
Skupna količina kondenzata je manjša o 1,0 kg/m². Notranja kondenzacija v konstrukciji je v dovoljenih mejah.

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Streha stari del

Notranja temperatura: 20 °C

Vrsta konstrukcije: strop v sestavi ravne ali poševne strehe (ravne ali poševne strehe).



- 1 IVERKA MEHKA 400
- 2 PVC FOLIJA 1200
- 3 MINERALNA VOLNA
- 4 DESKE NA RAZMIK

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor.	topl.odpor. m ² K/W
1	IVERKA MEHKA 400	1,250	400	2.090	0,058	6	0,216
2	PVC FOLIJA 1200	0,020	1.200	960	0,190	42.000	0,001
3	MINERALNA VOLNA	5,000	140	1.030	0,040	1	1,250
4	DESKE NA RAZMIK	2,400	468	1.500	0,160	3	0,150

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d_i/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,100 + 1,617 + 0,040 + 0,000 = 1,757 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,569 + 0,000 = 0,569 \text{ W/m}^2\text{K}$$

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

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	Θ_e °C	φ_e	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_{sat}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,min}$ °C	Θ_i °C	ϕ_{Rsi}
Januar	-1,0	82,00	461	640	1.165	1.456	12,6	20	0,647
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	20	0,688
Marec	6,0	72,00	673	548	1.276	1.595	14,0	20	0,569
April	9,0	71,00	815	452	1.312	1.640	14,4	20	0,491
Maj	14,0	73,00	1.166	292	1.488	1.859	16,4	20	0,393
Junij	18,0	72,00	1.485	164	1.666	2.082	18,1	20	0,074
Julij	20,0	74,00	1.729	100	1.839	2.299	19,7	20	-
Avgust	19,0	76,00	1.669	132	1.814	2.268	19,5	20	0,516
September	15,0	80,00	1.364	260	1.650	2.062	18,0	20	0,599
Oktober	10,0	82,00	1.006	420	1.468	1.835	16,2	20	0,616
November	4,0	84,00	683	612	1.356	1.695	14,9	20	0,682
December	1,0	85,00	558	708	1.337	1.671	14,7	20	0,721

$$f_{Rsi} = 0,858 > R_{Rsi,max} = 0,7206$$

konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije

Izračun difuzije vodne pare

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

PROZORNE KONSTRUKCIJE

Konstrukcija	F_{fr}	U W/m^2K	U_{max} W/m^2K	Ustreza
Škatlasta lesena	0,30	2,50	1,30	NE
Lesena, enojna zasteklitev	0,30	3,00	1,30	NE
PVC, 2S, PP, BS	0,30	1,30	1,30	DA
Strešno, leseno, 2S, PP	0,30	1,40	1,40	DA

NEPROZORNA ZUNANJA VRATA

Naziv	U	U_{max}	Ustreza
Lesena vhodna vrata	2,500	1,600	NE
Jeklena vhodna vrata	2,000	1,600	NE

PODATKI O CONI - Privzeta cona

Kondicionirana prostornina cone V_e :	13.466,00 m ³
Neto ogrevana prostornina cone V :	10.099,00 m ³
Uporabna površina cone A_K :	2.483,00 m ²
Dolžina cone:	56,40 m
Širina cone:	17,35 m
Višina etaže:	3,50 m
Število etaž:	3,00
Ogrevanje:	cona je ogrevana
Način delovanja:	prekinjeno delovanje
Notranja projektna temperatura ogrevanja:	20,00 °C
Notranja projektna temperatura hlajenja:	26,00 °C
Dnevno število ur z normalnim ogrevanjem:	12,00 h
Število dni v tednu z normalnim hlajenjem:	7 dni
Način znižanja temperature ob koncu tedna:	znižanje temperature ogrevanja
Mejna temperatura znižanja:	12,00 °C
Urna izmenjava zraka:	0,50 h ⁻¹
Površina toplotnega ovoja cone A :	4.452,35 m ²

SPECIFIČNE TRANSMISIJSKE TOPLOTNE IZGUBE

Toplotne izgube skozi zunanje površine

Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine

Neprozorne površine

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
Stena	S	90	259,50	0,974	252,75
Stena	V	90	194,10	0,974	189,05
Stena	J	90	152,50	0,974	148,54
Stena	Z	90	309,00	0,987	0,00
Stena	S	90	348,09	3,371	1.173,41
Stena	V	90	191,95	3,371	647,06
Stena	Z	90	49,10	3,371	165,52
Stena	J	90	693,72	1,855	1.286,85
Streha		0	765,85	0,672	514,65
Streha	S	45	85,00	0,569	48,36
Streha	V	90	85,00	0,569	48,36
Streha	J	90	85,00	0,569	48,36
Streha	Z	90	85,00	0,569	48,36
Vrata	V	90	3,15	2,000	6,30
Vrata	S	90	7,10	2,500	17,75
Vrata	V	90	3,20	2,500	8,00
Vrata	J	90	11,95	2,500	29,88
Skupaj			3.329,21		4.633,22

Prozorne površine

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
Okno	S	45	0,66	1,400	0,92
Okno	J	45	1,32	1,400	1,85
Okna	S	90	76,50	2,500	191,25
Okna	V	90	11,55	2,500	28,88
Okna	J	90	75,35	2,500	188,38
Okna	J	90	3,60	3,000	10,80
Okna	S	90	254,61	1,300	330,99
Okna	Z	90	29,70	1,300	38,61
Skupaj			453,29		791,68

Skupne transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine $\sum A_i \cdot U_i = 5.424,89 \text{ W/K}$.

Toplotni mostovi

Vpliv toplotnih mostov je upoštevan na poenostavljen način, s povečanjem toplotne prehodnosti celotnega ovoja stavbe za $0.06 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Transmisijske toplotne izgube skozi toplotne mostove znašajo $267,14 \text{ W/K}$.

Transmisijske toplotne izgube skozi zunanji ovoj cone L_D

$$L_D = \sum A_i \cdot U_i + \sum l_k \cdot \Psi_k + \sum \chi_j = 5.424,89 \text{ W/K} + 267,14 \text{ W/K} = 5.692,04 \text{ W/K}$$

Toplotne izgube skozi zidove in tla v terenu

Tla v kleti

Oznaka	Ploščina (m ²)	U_i (W/m ² K)	U_{max} (W/m ² K)	Ustr.
tla na terenu - Tla stari del	213,0	0,000	0,000	
tla na terenu - Tla prizidek	765,9	0,000	0,000	

Toplotne izgube

Oznaka	topl.izgube W/K
Tla stari del	87,33
Tla prizidek	0,00

$$L_S = 87,33 \text{ W/K.}$$

Toplotne izgube skozi neogrevane prostore

V coni ni toplotnih izgub skozi neogrevane prostore.

TRANSMISIJSKE IZGUBE

$$H_T = L_D + L_S + H_U = 5.692,04 \text{ W/K} + 87,33 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 5.779,37 \text{ W/K.}$$

TOPLITNE IZGUBE ZARADI PREZRAČEVANJA

Neto prostornina ogrevanega dela $V_e = 10.099,00 \text{ m}^3$, urna izmenjava zraka $n = 0,50 \text{ h}^{-1}$.

Toplotne izgube zaradi prezračevanja $H_V = 1.716,83 \text{ W/K.}$

KOEFICIENT SKUPNIH TOPLITNIH IZGUB

$$H = H_T + H_V = 5.779,37 \text{ W/K} + 1.716,83 \text{ W/K} = 7.496,20 \text{ W/K.}$$

KOEFICIENT TRANSMISIJSKIH TOPLITNIH IZGUB PO ENOTI POVRŠINE OVOJA

Površina ovoja ogrevanega dela $A = 4.452,35 \text{ m}^2$

$$H'_T = H_T / A = 1,298 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Največji dovoljeni $H'_{T,max} = 0,463 \text{ W/m}^2\text{K}$

Koeficient specifičnih toplotnih izgub ne ustreza zahtevam pravilnika.

NOTRANJNI DOBITKI

Prispevek notranjih toplotnih virov se upošteva z vrednostjo 4 W/m^2 na enoto neto uporabne površine.

$$Q_i = 9.932,00 \text{ W.}$$

DOBITKI SONČNEGA SEVANJA

Konstrukcija	Površina [m ²]	Orie.	Nagib [°]	Faktor zasen.
Okno	0,66	S	45	1,00
Okno	1,32	J	45	1,00
Okna	76,50	S	90	1,00
Okna	11,55	V	90	1,00
Okna	75,35	J	90	1,00
Okna	3,60	J	90	1,00
Okna	254,61	S	90	1,00
Okna	29,70	Z	90	1,00

Toplotni dobitki sončnega sevanja v ogrevalnem obdobju: 36.084 kWh.

Toplotni dobitki sončnega sevanja izven ogrevalnega obdobja: 37.374 kWh.

ZAŠČITA PRED PREGREVANJEM

Konstrukcija	Orie.	g	gmax	Ustreznost
Okno	J	0,61	0,50	NE
Okna	V	0,61	0,50	NE
Okna	J	0,61	0,50	NE
Okna	J	0,61	0,50	NE
Okna	Z	0,61	0,50	NE

Zaščita pred pregrevanjem NI ustrezna.

SPECIFIČNE TRANSMISIJSKE TOPLOTNE IZGUBE STAVBE

Transmisijske toplotne izgube skozi zunanji ovoj stavbe L_D

$$L_D = \sum A_i \cdot U_i + \sum l_k \cdot \Psi_k + \sum \chi_j = 5.424,89 \text{ W/K} + 267,14 \text{ W/K} = 5.692,04 \text{ W/K}$$

Vpliv toplotnih mostov se upošteva na poenostavljen način, s povečanjem toplotne prehodnosti celotnega ovoja $\Delta U_{TM} = 0.06 \text{ W/m}^2\text{K}$.

TRANSMISIJSKE IZGUBE STAVBE

$$H_T = L_D + L_S + H_U = 5.692,04 \text{ W/K} + 87,33 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 5.779,37 \text{ W/K}$$

TOPLOTNE IZGUBE STAVBE ZARADI PREZRAČEVANJA

Toplotne izgube zaradi prezračevanja $H_V = 1.716,83 \text{ W/K}$.

KOEFICIENT SKUPNIH TOPLOTNIH IZGUB STAVBE

$$H = H_T + H_V = 5.779,37 \text{ W/K} + 1.716,83 \text{ W/K} = 7.496,20 \text{ W/K}$$

KOEFICIENT TRANSMISIJSKIH TOPLOTNIH IZGUB STAVBE PO ENOTI POVRŠINE OVOJA

Površina ovoja ogrevanega dela $A = 4.452,35 \text{ m}^2$

$$H'_T = H_T / A = 1,298 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Največji dovoljeni $H'_{T,max} = 0,459 \text{ W/m}^2\text{K}$

Koeficient specifičnih toplotnih izgub ne ustreza zahtevam pravilnika.

NOTRANJI DOBITKI

$$Q_i = 9.932,00 \text{ W}$$

DOBITKI SONČNEGA SEVANJA

Toplotni dobitki sončnega sevanja v ogrevalnem obdobju: 36.084 kWh.

Toplotni dobitki sončnega sevanja izven ogrevalnega obdobja: 37.374 kWh.

POTREBNA ENERGIJA ZA OGREVANJE STAVBE

Mesec	$Q_{H,tr}$ kWh	$Q_{H,ve}$ kWh	$Q_{H,ht}$ kWh	$Q_{H,sol}$ kWh	$Q_{H,int}$ kWh	$Q_{H,rev}$ kWh	$Q_{H,gn}$ kWh	γ_H	$\eta_{H,gn}$	$a_{H,red}$	Q_{NH} kWh	$Q_{em,en}$ kWh
Januar	90.297	26.824	117.121	2.943	7.389	0	10.333	0,09	1,00	0,50	53.394	53.394
Februar	73.791	21.920	95.711	4.203	6.674	0	10.878	0,11	1,00	0,50	42.417	42.417
Marec	60.198	17.883	78.080	6.096	7.389	0	13.485	0,17	1,00	0,50	32.298	32.298
April	45.773	13.597	59.370	7.827	7.151	0	14.978	0,25	1,00	0,50	22.203	22.203
Maj	12.483	3.708	16.192	4.250	3.576	0	7.826	0,48	0,99	0,60	5.070	5.070
Junij	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0	0
Julij	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0	0
Avgust	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0	0
September	2.774	824	3.598	893	953	0	1.846	0,51	0,98	0,91	1.617	1.617
Oktober	42.998	12.773	55.772	4.784	7.389	0	12.173	0,22	1,00	0,50	21.802	21.802
November	66.578	19.778	86.356	2.812	7.151	0	9.963	0,12	1,00	0,50	38.197	38.197
December	81.697	24.269	105.966	2.275	7.389	0	9.664	0,09	1,00	0,50	48.453	48.453
Skupaj	476.590	141.577	618.166	36.084	55.063	0	91.147	0,00	0,00	0,00	265.451	265.451

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

Letna potrebna toplotna energija za ogrevanje stavbe $Q_{NH} = 265.451 \text{ kWh/a}$.

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

$Q_{NH}/V_e = 19,713 \text{ kWh/m}^3\text{a}$.

Največja dovoljena letna potrebna toplotna energija za ogrevanje, preračunana na enoto

prostornine ogrevanega dela $Q_{NH}/V_{e, \max} = 6,426 \text{ kWh/m}^3\text{a}$.

Letna potrebna toplotna energija za ogrevanje ne ustreza zahtevam pravilnika.

POTREBNA ENERGIJA ZA HLAJENJE STAVBE

Mesec	$Q_{C,tr}$ kWh	$Q_{C,ve}$ kWh	$Q_{C,ht}$ kWh	$Q_{C,int}$ kWh	$Q_{C,sol}$ kWh	$Q_{C,gn}$ kWh	γ_C	$\eta_{C,gn}$	$a_{C,red}$	Q_{NC} kWh
Januar	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
Februar	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
Marec	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
April	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
Maj	26.631	7.911	34.542	3.814	4.534	8.348	0,24	0,24	1,00	6
Junij	33.289	9.889	43.178	7.151	9.398	16.549	0,38	0,38	1,00	94
Julij	25.799	7.664	33.463	7.389	9.249	16.638	0,50	0,49	1,00	279
Avgust	30.099	8.941	39.040	7.389	8.389	15.778	0,40	0,40	1,00	112
September	39.670	11.784	51.454	6.198	5.804	12.001	0,23	0,23	1,00	7
Oktober	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
November	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
December	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
Skupaj	155.488	46.190	201.678	31.941	37.374	69.315	0,00	0,00	0,00	0

Letna potrebna energija za hlajenje $Q_{NC} = 498 \text{ kWh/a}$.

OGREVALNI PODSISTEM

Podsistem ogrevala:	Ogrevalni sistem 1
Vrsta ogrevala:	prostostoječa ogrevala
Cona:	Vse cone
Standardna temperatura ogrevnega medija:	radiatorji, konvektorji 90 / 70
Regulacija temperature prostora:	neregulirana, samo centralna regulacija vstopne vode
Način vgradnje ogrevala:	ogrevala ob notranji steni
Nazivna moč črpalke:	moč črpalke ni poznana
Število črpalk:	0
Nazivna moč regulatorja:	0,00 W
Nazivna moč ventilatorja:	0,00 W
Število ventilatorjev:	0
Dodatna električna energija:	$W_{h,em} = 0,00 \text{ kWh}$
Vrnjena dodatna električna energija:	$Q_{rhh,em} = 0,00 \text{ kWh}$
Dodatne toplotne izgube:	$Q_{h,em,l} = 55.120,90 \text{ kWh}$
V ogrevala vnesena toplota:	$Q_{h,em,in} = 320.571,92 \text{ kWh}$
Potrebna toplotna oddaja ogrevala:	$Q_{h,em,in} = 265.451,02 \text{ kWh}$

DALJINSKO OGREVANJE

Opis:	Daljinsko ogrevanje
Tedensko število dni obratovanja toplotne podpostaje:	7 dni
Nazivna toplotna moč toplotne podpostaje:	318,00 kW
Ogrevalni sistem:	
Vrsta toplotne postaje:	toplovod
Razred toplotne izolacije toplotne podpostaje:	izolacija primarne strani 1, izolacija sekundarne strani 2
Razvodni sistemi, v katere je vnesena toplota:	Razvodni sistem 1
Toplotne izgube toplotne podpostaje:	$Q_{h,DO,l} = 1.295,93 \text{ kWh}$
Toplotna oddaja za ogrevanje:	$Q_{h,out} = 320.571,92 \text{ kWh}$
Toplotna oddaja za pripravo tople vode:	$Q_{w,out} = 0,00 \text{ kWh}$
Skupna toplotna oddaja:	$Q_{out} = 320.571,92 \text{ kWh}$

RAZSVETLJAVA

Način izračuna: poenostavljen izračun letne dovedene energije za razsvetljavo za stanovanjske stavbe.

Vrsta svetil v stavbi: pretežna uporaba svetil na žarilno nitko

Potrebna energija za razsvetljavo: $Q_{f,l} = 37.245,00 \text{ kWh}$

RAZVOD OGREVALNEGA SISTEMA

Razvodni sistem:	Razvodni sistem 1
Ogrevalni sistem:	Ogrevalni sistem 1
Način delovanja:	neprekinjeno delovanje
Vrsta razvodnega sistema:	dvocevni sistem
Tlačni padec:	0,00
Hidravlična uravnoteženost:	hidravlično neuravnotežen sistem
Dodatek pri ploskovnem ogrevanju:	0,00 kPa
Regulacija črpalke:	ni regulacije
Moč črpalke:	0,00 W
Namestitev dviznega in priključnega voda:	namestitev pretežno v notranjih stenah
Izolacija razvodnih cevi:	cevi so izolirane
Namestitev horizontalnega razvoda:	horizontalni razvod v ogrevanem prostoru
Izolacija zunanjega zidu:	zunanji zid je neizoliran
Cone, po katerih poteka razvod:	Privzeta cona
Dolžine cevi, dolžinska toplotna prehodnost:	
Cona Lv - cevi v ogrevanem prostoru	150,60 m 0,000 W/mK
Cona Lv - cevi v neogrevanem prostoru	0,00 m 0,000 W/mK
Cona Ls - cevi v notranji steni	256,87 m 0,000 m
Cona Ls - cevi v zunanjem zidu	0,00 m 0,000 / 0,000 W/mK
Cona Lsl	1.614,59 m 0,000 W/mK
Potrebna električna energija za razvodni podsistem:	$W_{h,d,e} = 1.115,17 \text{ kWh}$
Vrnjene toplotne izgube:	$Q_{h,d,rhh} = 0,00 \text{ kWh}$
Nevrnjene toplotne izgube:	$Q_{h,d,uhh} = 0,00 \text{ kWh}$
Toplotne izgube razvodnega sistema:	$Q_{h,d} = 0,00 \text{ kWh}$
V razvodni sistem vrnjena toplota:	$Q_{d,rhh} = 0,00 \text{ kWh}$
V okolico koristno vrnjena toplota:	$Q_{rhh,d} = 0,00 \text{ kWh}$
V razvodni sistem vnesena toplota:	$Q_{h,in,d} = 320.571,92 \text{ kWh}$

PRIPRAVA TOPLE VODE

Opis:	Priprava tople vode
Energent:	elektrika
Cirkulacija:	sistem za toplo vodo brez cirkulacije
Število dni zagotavljanja tople vode v tednu:	5,00
Vrsta stavbe:	poslovna / pisarne
Površina pisarn:	60,00 m ²
Namestitev priključnega voda:	standardni
Izolacija razvoda:	razvod je izoliran
Izolacija zunanjega zidu:	zunanji zid je neizoliran
Namestitev hranilnika:	grelnik in hranilnik sta v istem prostoru
Tip hranilnika:	z električnim grelnikom neposr. ogrevani
Dnevne toplotne izgube hranilnika v stanju obrat. pripr.:	0,00 kWh
Potrebna toplota za pripravo tople vode:	$Q_w = 469,29 \text{ kWh}$
Potrebna toplota grelnika za toplo vodo:	$Q_{w,out,g} = 469,29 \text{ kWh}$
Vrnjene toplotne izgube sistema za toplo vodo:	$Q_{rww} = 0,00 \text{ kWh}$
Skupne toplotne izgube sistema za toplo vodo:	$Q_{tw} = 0,00 \text{ kWh}$
Skupne vrnjene toplotne izgube:	$Q_{w,reg} = 0,00 \text{ kWh}$

POTREBNA TOPLOTA

Toplotni dobitki pri ogrevanju	$Q_{H,gn} = 91.146,56 \text{ kWh}$
Transmisijske izgube pri ogrevanju	$Q_{H,ht} = 618.166,24 \text{ kWh}$
Potrebna toplota za ogrevanje	$Q_{H,nd} = 265.451,02 \text{ kWh}$
Toplotni dobitki pri hlajenju	$Q_{C,gn} = 69.315,01 \text{ kWh}$
Transmisijske izgube pri hlajenju	$Q_{C,ht} = 201.677,63 \text{ kWh}$
Potrebna toplota za hlajenje	$Q_{C,nd} = 498,47 \text{ kWh}$
Potrebna toplota za pripravo tople vode	$Q_{W,nd} = 469,29 \text{ kWh}$
Potrebna toplota na neto uporabno površino	$Q_{NH} / A_u = 106,91 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Potrebna toplota za ogrevanje na enoto ogrevanje prostornine	$Q_{NH} / V_e = 19,71 \text{ kWh/m}^3\text{a}$
Potreben hlad na neto uporabno površino	$Q_{NC} / A_u = 0,20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Potreben hlad na enoto ogrevane prostornine	$Q_{NC} / V_e = 0,04 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

DOVEDENA ENERGIJA

Dovedena energija za ogrevanje	$Q_{f,h,skupni} = 320.571,92 \text{ kWh}$
Dovedena energija za hlajenje	$Q_{f,c,skupni} = 0,00 \text{ kWh}$
Dovedena energija za prezračevanje	$Q_{f,V} = 0,00 \text{ kWh}$
Dovedena energija za ovlaževanje	$Q_{f,st} = 0,00 \text{ kWh}$
Dovedena energija za pripravo tople vode	$Q_{f,w} = 469,29 \text{ kWh}$
Dovedena energija za razsvetljavo	$Q_{f,l} = 37.245,00 \text{ kWh}$
Dovedena energija fotonapetostnega sistema	$Q_{f,PV} = 0,00 \text{ kWh}$
Dovedena pomožna energija za delovanje sistemov	$Q_{f,aux} = 1.115,17 \text{ kWh}$
Dovedena energija za delovanje stavbe	$Q_f = 359.401,38 \text{ kWh}$

PRIMARNA ENERGIJA

daljinsko ogrevanje brez kogeneracije	384.686,30 kWh
elektrika	97.073,64 kWh
Letna raba primarne energije	$Q_p = 481.759,94 \text{ kWh}$
Letna raba primarne energije na neto uporabno površino	$Q_p / A_u = 194,023 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Letna raba primarne energije na enoto ogrevane prostornine	$Q_p / V_e = 35,776 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

EMISIJA CO₂

daljinsko ogrevanje brez kogeneracije	105.788,73 kg
---------------------------------------	---------------

elektrika 20.579,61 kg

Letna emisija CO₂ 126.368,35 kg

Letna emisija CO₂ na neto uporabno površino 50,893 kg / m²a

Letna emisija CO₂ na enoto ogrevane prostornine 9,384 kg / m³a

ZAGOTAVLJANJE OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE

stavba je najmanj 50 % oskrbovana iz energetske učinkovitega

sistema daljinskega ogrevanja/hlajenja 100 % DA

letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe, preračunana na enoto

kondic. prostornine, je najmanj za 30 % manjša od mejne vrednosti 307 % NE

POTREBNA ENERGIJA ZA STAVBO

		C1	C2	C3	C4	C5
		Ogrevanje		Hlajenje		Topla voda
		Občutena toplota	Latentna toplota (navlaž.)	Občutena toplota	Latentna toplota (razvlaž.)	
L1	Toplotni dobitki in in vrnjene toplotne izgube	91.147		69.315		
L2	Prehod toplote	618.166		201.678		
L3	Toplotne potrebe	265.451	0	498	0	469

SISTEMSKE TOPLOTNE IZGUBE IN POMOŽNA ENERGIJA

		C1	C2	C3	C4	C5
		Ogrevanje	Hlajenje	Topla voda	Prezračevanje	Razsvetljava
L4	Električna energija	1.115	0	0	0	37.245
L5	Toplotne izgube	56.417	0	0		
L6	Vrnjene toplotne izgube	1.296	0	0	0	0
L7	V razvodni sistem oddana toplota	320.572	0	469		

PROIZVEDENA ENERGIJA

		C1
	Vrsta generatorja	Daljinsko ogrevanje
	Sistem oskrbe	ogrevanje
L8	Toplotna oddaja	320.572
L9	Pomožna energija	0
L10	Toplotne izgube	1.296
L11	Vrnjena toplota	0
L12	Vnesena energija	321.868
L13	Prozvedena elektrika	0
L14	Energent	daljinsko ogrevanje

PORABA PRIMARNE ENERGIJE

		C1	C2	C3
		Dovedena energija		
		daljinsko ogrevanje brez kogeneracije	elektrika	Skupaj
L1	Dovedena energija	320.572	38.829	
L2	Faktor pretvorbe	1,2	2,5	
L3	Obtežena vrednost	384.686	97.074	481.760
		Oddana energija		
		električna energija	toplotna energija	
L4	Oddana energija	0		
L5	Faktor pretvorbe	2,5		
L6	Obtežena vrednost	0		0
L7	Iznos			481.760

EMISIJA CO₂

		C1	C2	C3
		Dovedena energija		
		daljinsko ogrevanje brez kogeneracije	elektrika	Skupaj
L1	Dovedena energija	320.572	38.829	
L2	Faktor pretvorbe	0,33	0,53	
L3	Emisija CO ₂	105.789	20.580	126.368
		Oddana energija		
		električna energija	toplotna energija	
L4	Oddana energija	0		
L5	Faktor pretvorbe	0,53		
L6	Emisija CO ₂	0		0
L7	Iznos			126.368

SKUPNA RABA ENERGIJE IN EMISIJA CO₂ ZA IZRAČUN ENERGIJSKEGA RAZREDA

Toplotne potrebe stavbe (brez sistemov)	Učinkovitost sistemov (toplotne-vrnjene izgube)	Dovedena energija (vsebovana v energentih)	Energijski razred (obtežena količina)
$Q_{H,nd} = 265.451$ $Q_{H,hum,nd} = 0$ $Q_{W,nd} = 469$ $Q_{C,nd} = 498$ $Q_{C,dhum,nd} = 0$	$Q_{HW,ls,nd} = 55.121$ $Q_{C,ls,nd} = 0$ El. energija = 38.360 $W_{HW} = 1.115$ $W_C = 0$ $E_L = 37.245$ $E_V = 0$	$E_{dalj} = 320.572$ $E_{elek} = 38.829$	$\Sigma E_{P,del,i} = 481.760$ $\Sigma m_{CO2,exp,i} = 126.368$
		Oddana energija (neobteženi energenti)	
		$Q_{T,exp} = 0$ $E_{el,exp} = 0$	$\Sigma E_{P,exp,i} = 0$ $\Sigma m_{CO2,exp,i} = 0$
			$E_P = 481.760$ $m_{CO2} = 126.368$
		Proizvedena obnovljiva energija	
		$Q_{H,gen,out} = 0$ $E_{el,gen,out} = 0$	

IZKAZ ENERGIJSKIH LASTNOSTI STAVBE

izvedeno

Investitor	, ,
Stavba	Enota Erjavčeva
Lokacija stavbe	LJUBLJANA, Erjavčeva 23, Ljubljana
Katastrska občina	GRADIŠČE I
Parcelna(e) številka(e)	192/1
Koordinate lokacije stavbe (X,Y)	X (N) = 100768 km Y (E) = 461404 km
Vrsta stavbe	Šifra: 12630 Stavbe za izobraževanje in znanstvenorazisko
Etažnost	Nad tri etaže

Projektant	KSENA
Odgovorni vodja projekta	Boštjan Krajnc
Izdelovalec izkaza	Primož Rotovnik
Izdelano na podlagi elaborata	1721-8, 15.11.2022
Datum izdelave izkaza	15.11.2022
Izjavljam, da iz izkaza energijskih lastnosti stavbe izhaja, da stavba ne dosega predpisane ravni učinkovite rabe energije.	
Podpis izdelovalca izkaza:	

Neto uporabna površina stavbe	$A_U = 2.483,00 \text{ m}^2$
Kondicionirana prostornina stavbe	$V_e = 13.466,00 \text{ m}^3$
Površina toplotnega ovoja stavbe	$A = 4.452,35 \text{ m}^2$
Oblikovni faktor	$f_o = A/V_e = 0,33 \text{ m}^{-1}$

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

Toplotne prehodnosti elementov ovoja stavbe				
Neprozorni elementi				
Oznaka elementa	Orientac., naklon	Površina (m^2)	$U(\text{W}/\text{m}^2\text{K})$	$U_{\max}(\text{W}/\text{m}^2\text{K})$
Stena	S, 90	259,50	0,97	0,28
Stena	V, 90	194,10	0,97	0,28
Stena	J, 90	152,50	0,97	0,28
Stena	Z, 90	309,00	0,99	0,50
Stena	S, 90	348,09	3,37	0,28
Stena	V, 90	191,95	3,37	0,28
Stena	Z, 90	49,10	3,37	0,28
Stena	J, 90	693,72	1,86	0,28
Streha	, 0	765,85	0,67	0,20
Streha	S, 45	85,00	0,57	0,20
Streha	V, 90	85,00	0,57	0,20
Streha	J, 90	85,00	0,57	0,20
Streha	Z, 90	85,00	0,57	0,20
Vrata	V, 90	3,15	2,00	1,60
Vrata	S, 90	7,10	2,50	1,60

Neprozorni elementi					
Oznaka elementa	Orientac., naklon	Površina (m ²)	U(W/m ² K)	U _{max} (W/m ² K)	
Vrata	V, 90	3,20	2,50	1,60	
Vrata	J, 90	11,95	2,50	1,60	
tla na terenu - Tla stari del		213,00	0,00	0,00	
tla na terenu - Tla prizidek		765,85	0,00	0,00	
Prozorni elementi					
Oznaka elementa	Orientac., naklon	Površina (m ²)	U (W/m ² K)	U _{max} (W/m ² K)	Faktor prehoda celotnega sončnega sevanja; g
Okno	S, 45	0,66	1,40	1,40	0,61
Okno	J, 45	1,32	1,40	1,40	0,61
Okna	S, 90	76,50	2,50	1,30	0,61
Okna	V, 90	11,55	2,50	1,30	0,61
Okna	J, 90	75,35	2,50	1,30	0,61
Okna	J, 90	3,60	3,00	1,30	0,61
Okna	S, 90	254,61	1,30	1,30	0,61
Okna	Z, 90	29,70	1,30	1,30	0,61

Način upoštevanja vpliva toplotnih mostov	- EN ISO 13789, SIST EN ISO 14683 - SIST EN ISO 10211 - s katalogi, računalniškimi simulacijami - na poenostavljeni način	
Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe	Izračunani	Največji dovoljeni
	$H'_{T} = 1,298 \text{ W/m}^2\text{K}$	$H'_{T_{\max}} = 0,459 \text{ W/m}^2\text{K}$
Letna raba primarne energije	$Q_p = 481.759,945 \text{ kWh}$	
Letna potrebna toplota za ogrevanje	$Q_{NH} = 265.451,020 \text{ kWh}$	$Q_{NH_{\max}} = 86.530,815 \text{ kWh}$
Letni potrebni hlad za hlajenje	$Q_{NC} = 498,466 \text{ kWh}$	
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	Izračunana	Največja dovoljena
1 - stanovanjska stavba		
2 - nestanovanjska stavba		
3 - javna stavba	$Q_{NH}/A_u = 106,907 \text{ kWh/m}^3\text{a}$	
	$Q_{NH}/V_e = 19,713 \text{ kWh/m}^3\text{a}$	$(Q_{NH}/V_e)_{\max} = 6,426 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

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

najmanj 50% potrebne energije je iz naprav SPTE z visokim izkoristkom		
stavba je najmanj 50 % oskrbovana iz energetske učinkovitega sistema daljinskega ogrevanja/hlajenja	100	DA
letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe, preračunana na enoto kondic. prostornine, je najmanj za 30 % manjša od mejne vrednosti	-207	NE
vgrajenih je najmanj 6 m ² (svetle površine) sprejemnikov sončne energije z letnim donosom najmanj 500 kWh/(m ² a)		

Kazalniki letne rabe primarne energije za delovanje sistemov

Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine stavbe 1- stanovanjska stavba):	
Letna raba primarne energije na enoto kondicionirane prostornine stavbe (2 – nestanovanjska stavba; 3 – javna stavba):	$Q_p/V_e = 35,776 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

Kazalniki letnih izpustov CO₂ zaradi delovanja sistemov

Letni izpusti CO ₂ :	126.368,35 kg
Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine stavbe (1- stanovanjska stavba)	50,893 kg/m ² a
Letni izpusti CO ₂ na enoto kondicionirane prostornine stavbe (2 – nestanovanjska stavba; 3 – javna stavba):	9,384 kg/m ³ a

ELABORAT GRADBENE FIZIKE ZA PODROČJE UČINKOVITE RABE ENERGIJE V STAVBAH

izdelan za stavbo

Enota Erjavčeva

Številka projekta: 1721-8

Izračun je narejen v skladu s Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah in z Zakonom o učinkoviti rabi energije (ZURE).

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

Projektivno podjetje: KSSENA

Odgovorni vodja projekta: Boštjan Krajnc

Elaborat izdelal: Primož Rotovnik

Velenje, 15.11.2022

TEHNIČNI OPIS

Lokacija, vrsta in namen stavbe

Naselje, ulica, kraj:	LJUBLJANA, Erjavčeva 23, Ljubljana
Katastrska občina:	GRADIŠČE I
Parcelna številka:	192/1
Koordinate lokacije stavbe:	X (N) = 100768 Y (E) = 461404
Vrsta stavbe:	12630 Stavbe za izobraževanje in znanstvenorazisko
Namembnost stavbe:	javna stavba
Etažnost stavbe:	Nad tri etaže

Investitor:

Geometrijske karakteristike stavbe

Površina toplotnega ovoja stavbe A:	4.452,35 m ²
Kondicionirana prostornina stavbe V _e :	13.466,00 m ³
Neto ogrevana prostornina stavbe V:	10.099,00 m ³
Oblikovni faktor f _o :	0,331 m ⁻¹
Razmerje med površino oken in površino toplotnega ovoja stavbe z:	0,102
Uporabna površina stavbe A _k :	2.483,00 m ²
Vrsta zidu:	Srednjetežka gradnja (≥ 600 kg / m ³)
Način upoštevanja vpliva toplotnih mostov:	na poenostavljen način
Metoda izračuna toplotne kapacitete stavbe:	na poenostavljen način

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

Klimatski podatki

Začetek kurilne sezone (dan)	Konec kurilne sezone (dan)	Temper.primanjkljaj (K dni)	Proj. temperatura (°C)	Energija sončnega obsevanja (kWh/m ²)
270	135	3300	-13	1121

Povprečne mesečne temperature in vlažnosti zraka:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Leto
T	-1,0	1,0	6,0	9,0	14,0	18,0	20,0	19,0	15,0	10,0	4,0	1,0	9,7
p	82,0	77,0	72,0	71,0	73,0	72,0	74,0	76,0	80,0	82,0	84,0	85,0	77,3

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

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

Globalno sončno sevanje (Wh/m ²)																		
		orientacija									orientacija							
nak	mes	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ	mes	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ
0	I	917	917	917	917	917	917	917	917	II	1.731	1.731	1.731	1.731	1.731	1.731	1.731	1.731
15		577	646	825	1.032	1.156	1.108	920	700		1.188	1.282	1.563	1.872	2.076	2.019	1.738	1.394
30		428	486	754	1.111	1.350	1.255	911	535		692	940	1.414	1.962	2.333	2.225	1.704	1.082
45		385	407	686	1.145	1.480	1.347	882	441		614	734	1.276	1.965	2.477	2.327	1.639	873
60		343	354	623	1.126	1.535	1.374	838	379		546	611	1.128	1.877	2.494	2.311	1.537	742
75		299	310	544	1.059	1.509	1.331	763	331		478	516	962	1.717	2.379	2.183	1.384	634
90	257	264	466	943	1.401	1.220	673	281	410	436	803	1.474	2.134	1.941	1.206	540		
0	III	2.759	2.759	2.759	2.759	2.759	2.759	2.759	2.759	IV	4.049	4.049	4.049	4.049	4.049	4.049	4.049	4.049
15		2.163	2.260	2.559	2.876	3.043	2.970	2.689	2.352		3.474	3.560	3.806	4.040	4.149	4.075	3.853	3.593
30		1.499	1.782	2.350	2.891	3.199	3.068	2.568	1.923		2.789	2.997	3.500	3.917	4.094	3.976	3.576	3.054
45		951	1.413	2.126	2.808	3.208	3.044	2.396	1.561		2.027	2.459	3.153	3.668	3.879	3.743	3.241	2.522
60		846	1.162	1.879	2.600	3.063	2.879	2.172	1.297		1.415	2.022	2.777	3.290	3.500	3.374	2.869	2.089
75		740	973	1.618	2.307	2.768	2.599	1.909	1.089		1.210	1.668	2.375	2.826	2.973	2.904	2.468	1.738
90	634	805	1.344	1.912	2.334	2.196	1.611	898	1.027	1.364	1.948	2.282	2.329	2.351	2.041	1.427		
0	V	4.894	4.894	4.894	4.894	4.894	4.894	4.894	4.894	VI	5.274	5.274	5.274	5.274	5.274	5.274	5.274	5.274
15		4.383	4.463	4.651	4.816	4.866	4.799	4.626	4.444		4.818	4.841	4.955	5.078	5.138	5.123	5.019	4.888
30		3.705	3.874	4.290	4.583	4.648	4.548	4.238	3.838		4.184	4.233	4.515	4.735	4.812	4.812	4.626	4.322
45		2.893	3.219	3.863	4.202	4.246	4.149	3.787	3.165		3.399	3.523	4.008	4.258	4.319	4.352	4.142	3.640
60		1.993	2.626	3.378	3.685	3.664	3.617	3.293	2.574		2.505	2.858	3.466	3.666	3.654	3.763	3.606	2.979
75		1.462	2.120	2.852	3.066	2.946	2.992	2.777	2.093		1.764	2.313	2.897	2.993	2.881	3.081	3.036	2.431
90	1.200	1.698	2.301	2.386	2.129	2.320	2.250	1.693	1.417	1.841	2.322	2.288	2.026	2.363	2.451	1.948		
0	VII	5.469	5.469	5.469	5.469	5.469	5.469	5.469	5.469	VIII	4.739	4.739	4.739	4.739	4.739	4.739	4.739	4.739
15		4.952	4.985	5.151	5.326	5.412	5.385	5.237	5.052		4.130	4.206	4.460	4.722	4.840	4.782	4.546	4.271
30		4.227	4.303	4.693	5.010	5.126	5.100	4.829	4.428		3.356	3.537	4.089	4.545	4.742	4.647	4.230	3.651
45		3.336	3.525	4.171	4.535	4.637	4.633	4.323	3.674		2.463	2.853	3.654	4.209	4.432	4.338	3.824	2.988
60		2.326	2.812	3.594	3.919	3.940	4.009	3.755	2.973		1.543	2.285	3.177	3.720	3.917	3.860	3.361	2.427
75		1.592	2.228	2.981	3.197	3.103	3.274	3.154	2.411		1.236	1.841	2.672	3.123	3.224	3.258	2.859	1.986
90	1.270	1.738	2.359	2.425	2.154	2.493	2.541	1.928	1.040	1.471	2.149	2.448	2.413	2.570	2.330	1.606		
0	IX	3.354	3.354	3.354	3.354	3.354	3.354	3.354	3.354	X	1.911	1.911	1.911	1.911	1.911	1.911	1.911	1.911
15		2.745	2.835	3.122	3.424	3.580	3.505	3.236	2.916		1.458	1.541	1.769	2.006	2.128	2.056	1.837	1.589
30		2.047	2.276	2.835	3.375	3.661	3.527	3.030	2.412		981	1.200	1.610	2.038	2.267	2.133	1.731	1.271
45		1.298	1.797	2.531	3.212	3.581	3.413	2.762	1.940		789	962	1.444	1.995	2.311	2.128	1.596	1.022
60		1.051	1.444	2.201	2.918	3.337	3.151	2.446	1.585		702	809	1.269	1.871	2.252	2.033	1.431	848
75		918	1.179	1.863	2.535	2.938	2.769	2.108	1.309		615	693	1.085	1.681	2.086	1.856	1.240	717
90	787	974	1.514	2.058	2.400	2.276	1.743	1.080	526	585	907	1.420	1.821	1.595	1.040	599		
0	XI	983	983	983	983	983	983	983	983	XII	698	698	698	698	698	698	698	698
15		712	779	920	1.062	1.125	1.066	927	784		464	521	648	785	850	799	669	533
30		540	617	853	1.112	1.232	1.120	867	623		377	410	605	848	974	875	640	417
45		487	523	781	1.122	1.290	1.133	799	523		340	354	559	878	1.057	918	602	354
60		432	457	708	1.088	1.294	1.103	725	454		302	312	512	872	1.091	922	557	309
75		378	397	620	1.013	1.239	1.029	634	393		264	273	455	828	1.072	883	499	270
90	324	340	532	896	1.126	913	542	336	226	232	394	748	997	804	433	230		

Seznam konstrukcij

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

- Zunanja stari del, $U = 0,974 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Zunanja prizidek, $U = 0,217 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Zunanja prizidek zidana, $U = 0,207 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Stene, ki mejijo na ogrevane sosednje zgradbe , $U_{\max} = 0,500 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Proti sosedu, $U = 0,987 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

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

- Tla, $U = 2,231 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Tla prizidek, $U = 1,865 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

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

- Streha prizidek, $U = 0,205 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Streha stari del, $U = 0,137 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

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

- Škatlasta lesena, $U = 1,300 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Lesena, $U = 1,300 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- PVC, 2S, PP, BS, $U = 1,300 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Strešna okna, steklene strehe, $U_{\max} = 1,400 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Strešno, leseno, 2S, PP, $U = 1,400 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

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

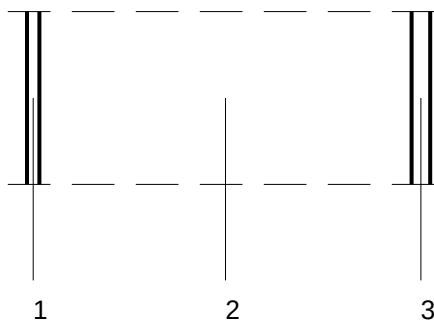
- Lesena vhodna vrata, $U = 1,100 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 0 \text{ }^\circ\text{C}$
- Jeklena vhodna vrata, $U = 1,100 \text{ W/m}^2\text{K}$, $T_i = 0 \text{ }^\circ\text{C}$

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Zunanja stari del

Notranja temperatura: 20 °C

Vrsta konstrukcije: zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom.



- 1 APNENA MALTA 1600
- 2 POLNA OPEKA 1800
- 3 PIGMENTNA FASADNA MALTA

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor.	topl.odpor. m ² K/W
1	APNENA MALTA 1600	2,000	1.600	1.050	0,810	10	0,025
2	POLNA OPEKA 1800	60,000	1.800	920	0,760	12	0,789
3	PIGMENTNA FASADNA MALTA	3,000	1.850	1.050	0,700	15	0,043

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d_i / \lambda_i + R_{se} + R_u = 0,130 + 0,857 + 0,040 + 0,000 = 1,027 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,974 + 0,000 = 0,974 \text{ W/m}^2\text{K}$$

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

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	Θ_e °C	φ_e	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_{sat}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,min}$ °C	Θ_i °C	ϕ_{Rsi}
Januar	-1,0	82,00	461	640	1.165	1.456	12,6	20	0,647
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	20	0,688
Marec	6,0	72,00	673	548	1.276	1.595	14,0	20	0,569
April	9,0	71,00	815	452	1.312	1.640	14,4	20	0,491
Maj	14,0	73,00	1.166	292	1.488	1.859	16,4	20	0,393
Junij	18,0	72,00	1.485	164	1.666	2.082	18,1	20	0,074
Julij	20,0	74,00	1.729	100	1.839	2.299	19,7	20	-
Avgust	19,0	76,00	1.669	132	1.814	2.268	19,5	20	0,516
September	15,0	80,00	1.364	260	1.650	2.062	18,0	20	0,599
Oktober	10,0	82,00	1.006	420	1.468	1.835	16,2	20	0,616
November	4,0	84,00	683	612	1.356	1.695	14,9	20	0,682
December	1,0	85,00	558	708	1.337	1.671	14,7	20	0,721

$$f_{Rsi} = 0,757 > R_{Rsi,max} = 0,7206$$

konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije

Izračun difuzije vodne pare

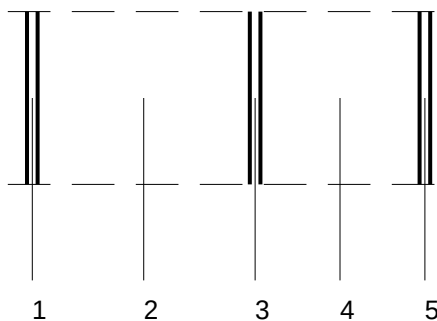
V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Zunanja prizidek

Notranja temperatura: 20 °C

Vrsta konstrukcije: zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom.



- 1 MAVČNA IN APNENO MAVČNA MALTA
- 2 BETON 2400
- 3 PIGMENTNA FASADNA MALTA
- 4 URSA FDP 2
- 5 MAVČNA MALTA NA RABIC MREŽI

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor.	topl.odpor. m ² K/W
1	MAVČNA IN APNENO MAVČNA MALTA	1,000	1.500	920	0,700	9	0,014
2	BETON 2400	20,000	2.400	960	2,040	60	0,098
3	PIGMENTNA FASADNA MALTA	1,000	1.850	1.050	0,700	15	0,014
4	URSA FDP 2	15,000	24	1.030	0,035	1	4,286
5	MAVČNA MALTA NA RABIC MREŽI	1,000	1.200	920	0,580	4	0,017

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,130 + 4,430 + 0,040 + 0,000 = 4,600 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,217 + 0,000 = 0,217 \text{ W/m}^2\text{K}$$

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

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	Θ_e °C	φ_e	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_{sat}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,min}$ °C	Θ_i °C	ϕ_{Rsi}
Januar	-1,0	82,00	461	640	1.165	1.456	12,6	20	0,647
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	20	0,688
Marec	6,0	72,00	673	548	1.276	1.595	14,0	20	0,569
April	9,0	71,00	815	452	1.312	1.640	14,4	20	0,491
Maj	14,0	73,00	1.166	292	1.488	1.859	16,4	20	0,393
Junij	18,0	72,00	1.485	164	1.666	2.082	18,1	20	0,074
Julij	20,0	74,00	1.729	100	1.839	2.299	19,7	20	-
Avgust	19,0	76,00	1.669	132	1.814	2.268	19,5	20	0,516
September	15,0	80,00	1.364	260	1.650	2.062	18,0	20	0,599
Oktober	10,0	82,00	1.006	420	1.468	1.835	16,2	20	0,616
November	4,0	84,00	683	612	1.356	1.695	14,9	20	0,682
December	1,0	85,00	558	708	1.337	1.671	14,7	20	0,721

$$f_{Rsi} = 0,946 > R_{Rsi,max} = 0,7206$$

konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije

Izračun difuzije vodne pare

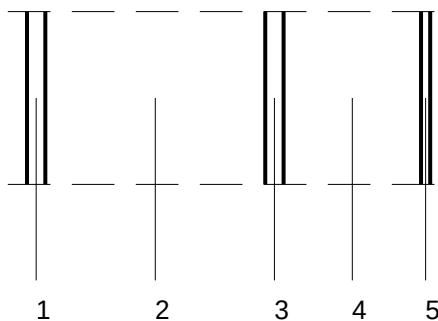
V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Zunanja prizidek zidana

Notranja temperatura: 20 °C

Vrsta konstrukcije: zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom.



- 1 APNENA MALTA 1600
- 2 POLNA OPEKA 1800
- 3 PIGMENTNA FASADNA MALTA
- 4 URSA FDP 2
- 5 MAVČNA MALTA NA RABIC MREŽI

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor.	topl.odpor. m ² K/W
1	APNENA MALTA 1600	2,000	1.600	1.050	0,810	10	0,025
2	POLNA OPEKA 1800	24,000	1.800	920	0,760	12	0,316
3	PIGMENTNA FASADNA MALTA	2,000	1.850	1.050	0,700	15	0,029
4	URSA FDP 2	15,000	24	1.030	0,035	1	4,286
5	MAVČNA MALTA NA RABIC MREŽI	1,000	1.200	920	0,580	4	0,017

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,130 + 4,672 + 0,040 + 0,000 = 4,842 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,207 + 0,000 = 0,207 \text{ W/m}^2\text{K}$$

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

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	Θ_e °C	φ_e	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_{sat}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,min}$ °C	Θ_i °C	ϕ_{Rsi}
Januar	-1,0	82,00	461	640	1.165	1.456	12,6	20	0,647
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	20	0,688
Marec	6,0	72,00	673	548	1.276	1.595	14,0	20	0,569
April	9,0	71,00	815	452	1.312	1.640	14,4	20	0,491
Maj	14,0	73,00	1.166	292	1.488	1.859	16,4	20	0,393
Junij	18,0	72,00	1.485	164	1.666	2.082	18,1	20	0,074
Julij	20,0	74,00	1.729	100	1.839	2.299	19,7	20	-
Avgust	19,0	76,00	1.669	132	1.814	2.268	19,5	20	0,516
September	15,0	80,00	1.364	260	1.650	2.062	18,0	20	0,599
Oktober	10,0	82,00	1.006	420	1.468	1.835	16,2	20	0,616
November	4,0	84,00	683	612	1.356	1.695	14,9	20	0,682
December	1,0	85,00	558	708	1.337	1.671	14,7	20	0,721

$$f_{Rsi} = 0,948 > R_{Rsi,max} = 0,7206$$

konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije

Izračun difuzije vodne pare

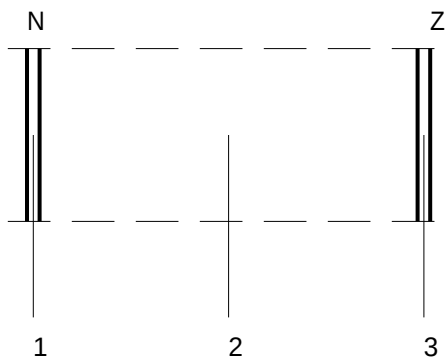
V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Proti sosedu

Notranja temperatura: 20 °C

Vrsta konstrukcije: stene, ki mejijo na ogrevane sosednje zgradbe.



- 1 APNENA MALTA 1600
- 2 POLNA OPEKA 1800
- 3 PIGMENTNA FASADNA MALTA

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	APNENA MALTA 1600	2,000	1.600	1.050	0,810	10	0,025
2	POLNA OPEKA 1800	60,000	1.800	920	0,760	12	0,789
3	PIGMENTNA FASADNA MALTA	2,000	1.850	1.050	0,700	15	0,029

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d_i / \lambda_i + R_{se} + R_u = 0,130 + 0,843 + 0,040 + 0,000 = 1,013 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,987 + 0,000 = 0,987 \text{ W/m}^2\text{K}$$

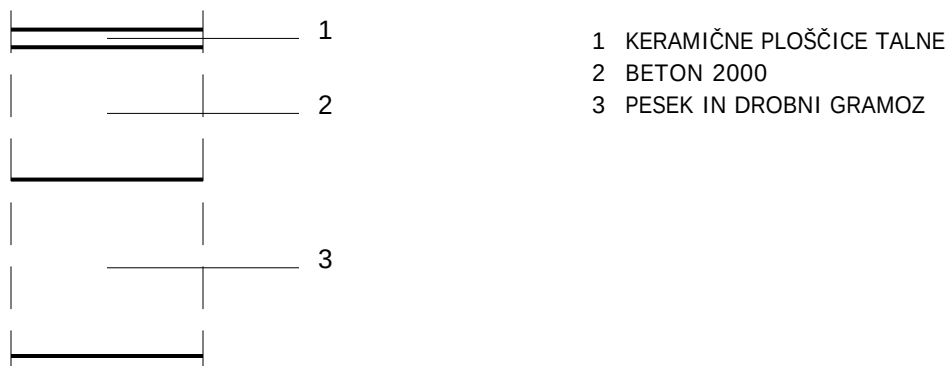
$$U_{max} = 0,500 \text{ W/m}^2\text{K}, \quad \text{toplotna prehodnost ni ustrezna}$$

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Tla

Notranja temperatura: 20 °C

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



sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	KERAMIČNE PLOŠČICE TALNE	2,000	2.300	920	1,280	200	0,016
2	BETON 2000	15,000	2.000	960	1,160	22	0,129
3	PESEK IN DROBNI GRAMAZ	20,000	1.750	840	1,500	15	0,133

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d_i / \lambda_i + R_{se} + R_u = 0,170 + 0,278 + 0,000 + 0,000 = 0,448 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_c = U + \Delta U = 2,231 + 0,000 = 2,231 \text{ W/m}^2\text{K}$$

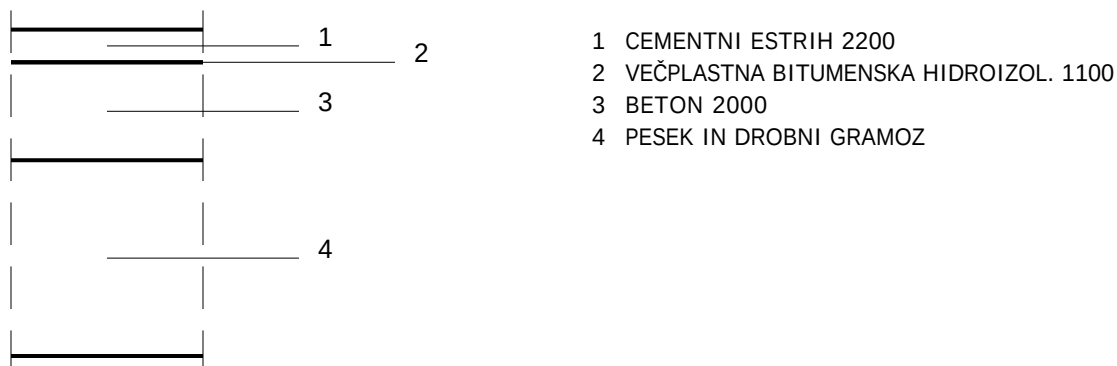
$$U_{max} = 0,350 \text{ W/m}^2\text{K}, \quad \text{toplotna prehodnost ni ustrezna}$$

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Tla prizidek

Notranja temperatura: 20 °C

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



sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	CEMENTNI ESTRIH 2200	5,000	2.200	1.050	1,400	30	0,036
2	VEČPLASTNA BITUMENSKA HIDROIZOL. 1100	0,020	1.100	1.460	0,190	14.000	0,001
3	BETON 2000	15,000	2.000	960	1,160	22	0,129
4	PESEK IN DROBNI GRAMAZ	30,000	1.750	840	1,500	15	0,200

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d_i / \lambda_i + R_{se} + R_u = 0,170 + 0,366 + 0,000 + 0,000 = 0,536 \text{ m}^2\text{K/W}$$

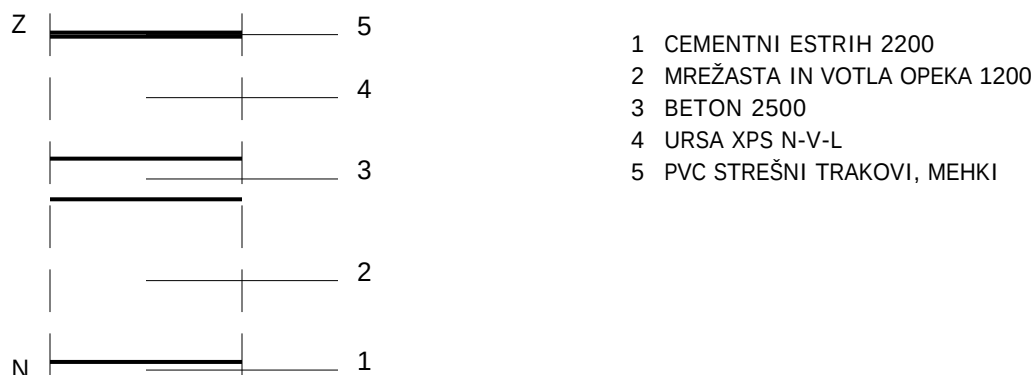
$$U_c = U + \Delta U = 1,865 + 0,000 = 1,865 \text{ W/m}^2\text{K} \quad U_{\max} = 0,350 \text{ W/m}^2\text{K}, \quad \text{toplotna prehodnost ni ustrezna}$$

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Streha prizidek

Notranja temperatura: 20 °C

Vrsta konstrukcije: strop v sestavi ravne ali poševne strehe (ravne ali poševne strehe).



sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	CEMENTNI ESTRIH 2200	2,000	2.200	1.050	1,400	30	0,014
2	MREŽASTA IN VOTLA OPEKA 1200	20,000	1.200	920	0,520	4	0,385
3	BETON 2500	5,000	2.500	960	2,330	90	0,021
4	URSA XPS N-V-L	15,000	40	1.500	0,035	100	4,286
5	PVC STREŠNI TRAKOVI, MEHKI	0,500	1.200	960	0,190	20.000	0,026

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d_i/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,100 + 4,732 + 0,040 + 0,000 = 4,872 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,205 + 0,000 = 0,205 \text{ W/m}^2\text{K}$$

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

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	Θ_e °C	φ_e	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_{sat}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,min}$ °C	Θ_i °C	ϕ_{Rsi}
Januar	-1,0	82,00	461	640	1.165	1.456	12,6	20	0,647
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	20	0,688
Marec	6,0	72,00	673	548	1.276	1.595	14,0	20	0,569
April	9,0	71,00	815	452	1.312	1.640	14,4	20	0,491
Maj	14,0	73,00	1.166	292	1.488	1.859	16,4	20	0,393
Junij	18,0	72,00	1.485	164	1.666	2.082	18,1	20	0,074
Julij	20,0	74,00	1.729	100	1.839	2.299	19,7	20	-
Avgust	19,0	76,00	1.669	132	1.814	2.268	19,5	20	0,516
September	15,0	80,00	1.364	260	1.650	2.062	18,0	20	0,599
Oktober	10,0	82,00	1.006	420	1.468	1.835	16,2	20	0,616
November	4,0	84,00	683	612	1.356	1.695	14,9	20	0,682
December	1,0	85,00	558	708	1.337	1.671	14,7	20	0,721

$$f_{Rsi} = 0,949 > R_{Rsi,max} = 0,7206$$

konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije

Izračun difuzije vodne pare

V konstrukciji pride do kondenzacije vodne pare.

Izračun kondenzacije in akumulacije vodne pare

Mesec	Ravnina 1		g_c kg/m ²	M_a kg/m ²
	g_c kg/m ²	M_a kg/m ²		
Oktober	0,009	0,009	0,000	0,000
November	0,019	0,028	0,000	0,000
December	0,024	0,053	0,000	0,000
Januar	0,027	0,079	0,000	0,000
Februar	0,022	0,101	0,000	0,000
Marec	0,016	0,117	0,000	0,000
April	0,010	0,127	0,000	0,000
Maj	-0,002	0,125	0,000	0,000
Junij	-0,014	0,112	0,000	0,000
Julij	-0,021	0,090	0,000	0,000
Avgust	-0,017	0,073	0,000	0,000
September	-0,004	0,070	0,000	0,000

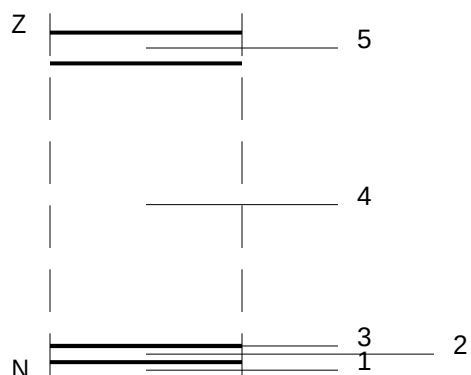
Skupna količina kondenzata je manjša o 1,0 kg/m². Notranja kondenzacija v konstrukciji ni v dovoljenih mejah.

IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Streha stari del

Notranja temperatura: 20 °C

Vrsta konstrukcije: strop v sestavi ravne ali poševne strehe (ravne ali poševne strehe).



- 1 MAVČNO-KARTONSKA PLOŠČA D=12,5 MM
- 2 MAVČNO-KARTONSKA PLOŠČA D=12,5 MM
- 3 PVC FOLIJA 1200
- 4 URSA SF 32
- 5 DESKE NA RAZMIK

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor.	topl.odpor. m²K/W
1	MAVČNO-KARTONSKA PLOŠČA D=12,5 MM	1,250	900	840	0,210	12	0,060
2	MAVČNO-KARTONSKA PLOŠČA D=12,5 MM	1,250	900	840	0,210	12	0,060
3	PVC FOLIJA 1200	0,020	1.200	960	0,190	42.000	0,001
4	URSA SF 32	22,000	30	1.030	0,032	1	6,875
5	DESKE NA RAZMIK	2,400	468	1.500	0,160	3	0,150

Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d_i/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,100 + 7,145 + 0,040 + 0,000 = 7,285 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,137 + 0,000 = 0,137 \text{ W/m}^2\text{K}$$

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

Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	Θ_e °C	φ_e	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_{sat}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,min}$ °C	Θ_i °C	ϕ_{Rsi}
Januar	-1,0	82,00	461	640	1.165	1.456	12,6	20	0,647
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	20	0,688
Marec	6,0	72,00	673	548	1.276	1.595	14,0	20	0,569
April	9,0	71,00	815	452	1.312	1.640	14,4	20	0,491
Maj	14,0	73,00	1.166	292	1.488	1.859	16,4	20	0,393
Junij	18,0	72,00	1.485	164	1.666	2.082	18,1	20	0,074
Julij	20,0	74,00	1.729	100	1.839	2.299	19,7	20	-
Avgust	19,0	76,00	1.669	132	1.814	2.268	19,5	20	0,516
September	15,0	80,00	1.364	260	1.650	2.062	18,0	20	0,599
Oktober	10,0	82,00	1.006	420	1.468	1.835	16,2	20	0,616
November	4,0	84,00	683	612	1.356	1.695	14,9	20	0,682
December	1,0	85,00	558	708	1.337	1.671	14,7	20	0,721

$$f_{Rsi} = 0,966 > R_{Rsi,max} = 0,7206$$

konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije

Izračun difuzije vodne pare

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

PROZORNE KONSTRUKCIJE

Konstrukcija	F_{fr}	U W/m^2K	U_{max} W/m^2K	Ustreza
Škatlasta lesena	0,30	1,30	1,30	DA
Lesena	0,30	1,30	1,30	DA
PVC, 2S, PP, BS	0,30	1,30	1,30	DA
Strešno, leseno, 2S, PP	0,30	1,40	1,40	DA

NEPROZORNA ZUNANJA VRATA

Naziv	U	U_{max}	Ustreza
Lesena vhodna vrata	1,100	1,600	DA
Jeklena vhodna vrata	1,100	1,600	DA

PODATKI O CONI - Privzeta cona

Kondicionirana prostornina cone V_e :	13.466,00 m ³
Neto ogrevana prostornina cone V :	10.099,00 m ³
Uporabna površina cone A_K :	2.483,00 m ²
Dolžina cone:	56,40 m
Širina cone:	17,35 m
Višina etaže:	3,50 m
Število etaž:	3,00
Ogrevanje:	cona je ogrevana
Način delovanja:	prekinjeno delovanje
Notranja projektna temperatura ogrevanja:	20,00 °C
Notranja projektna temperatura hlajenja:	26,00 °C
Dnevno število ur z normalnim ogrevanjem:	12,00 h
Število dni v tednu z normalnim hlajenjem:	7 dni
Način znižanja temperature ob koncu tedna:	znižanje temperature ogrevanja
Mejna temperatura znižanja:	12,00 °C
Urna izmenjava zraka:	0,50 h ⁻¹
Površina toplotnega ovoja cone A :	4.452,35 m ²

SPECIFIČNE TRANSMISIJSKE TOPLOTNE IZGUBE

Toplotne izgube skozi zunanje površine

Transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine

Neprozorne površine

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
Stena	S	90	259,50	0,974	252,75
Stena	V	90	194,10	0,974	189,05
Stena	J	90	152,50	0,974	148,54
Stena	Z	90	309,00	0,987	0,00
Stena	S	90	348,09	0,217	75,54
Stena	V	90	191,95	0,217	41,65
Stena	Z	90	49,10	0,217	10,65
Stena	J	90	693,72	0,207	143,60
Streha		0	765,85	0,205	157,00
Streha	S	45	85,00	0,137	11,65
Streha	V	90	85,00	0,137	11,65
Streha	J	90	85,00	0,137	11,65
Streha	Z	90	85,00	0,137	11,65
Vrata	V	90	3,15	1,100	3,47
Vrata	S	90	7,10	1,100	7,81
Vrata	V	90	3,20	1,100	3,52
Vrata	J	90	11,95	1,100	13,15
Skupaj			3.329,21		1.093,30

Prozorne površine

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
Okno	S	45	0,66	1,400	0,92
Okno	J	45	1,32	1,400	1,85
Okna	S	90	76,50	1,300	99,45
Okna	V	90	11,55	1,300	15,02
Okna	J	90	75,35	1,300	97,96
Okna	J	90	3,60	1,300	4,68
Okna	S	90	254,61	1,300	330,99
Okna	Z	90	29,70	1,300	38,61
Skupaj			453,29		589,48

Skupne transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine $\sum A_i \cdot U_i = 1.682,78 \text{ W/K}$.

Toplotni mostovi

Vpliv toplotnih mostov je upoštevan na poenostavljen način, s povečanjem toplotne prehodnosti celotnega ovoja stavbe za $0.06 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Transmisijske toplotne izgube skozi toplotne mostove znašajo $267,14 \text{ W/K}$.

Transmisijske toplotne izgube skozi zunanji ovoj cone L_D

$$L_D = \sum A_i \cdot U_i + \sum l_k \cdot \Psi_k + \sum \chi_j = 1.682,78 \text{ W/K} + 267,14 \text{ W/K} = 1.949,92 \text{ W/K}$$

Toplotne izgube skozi zidove in tla v terenu

Tla v kleti

Oznaka	Ploščina (m ²)	U_i (W/m ² K)	$U_{\max}$ (W/m ² K)	Ustr.
tla na terenu - Tla stari del	213,0	0,000	0,000	
tla na terenu - Tla prizidek	765,9	0,000	0,000	

Toplotne izgube

Oznaka	topl.izgube W/K
Tla stari del	87,33
Tla prizidek	0,00

$$L_S = 87,33 \text{ W/K.}$$

Toplotne izgube skozi neogrevane prostore

V coni ni toplotnih izgub skozi neogrevane prostore.

TRANSMISIJSKE IZGUBE

$$H_T = L_D + L_S + H_U = 1.949,92 \text{ W/K} + 87,33 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 2.037,25 \text{ W/K.}$$

TOPLITNE IZGUBE ZARADI PREZRAČEVANJA

Neto prostornina ogrevanega dela $V_e = 10.099,00 \text{ m}^3$, urna izmenjava zraka $n = 0,50 \text{ h}^{-1}$.

Toplotne izgube zaradi prezračevanja $H_V = 1.716,83 \text{ W/K}$.

KOEFICIENT SKUPNIH TOPLITNIH IZGUB

$$H = H_T + H_V = 2.037,25 \text{ W/K} + 1.716,83 \text{ W/K} = 3.754,08 \text{ W/K.}$$

KOEFICIENT TRANSMISIJSKIH TOPLITNIH IZGUB PO ENOTI POVRŠINE OVOJA

Površina ovoja ogrevanega dela $A = 4.452,35 \text{ m}^2$

$$H'_T = H_T / A = 0,458 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Največji dovoljeni $H'_{T,\max} = 0,463 \text{ W/m}^2\text{K}$

Koeficient specifičnih toplotnih izgub ustreza zahtevam pravilnika.

NOTRANJNI DOBITKI

Prispevek notranjih toplotnih virov se upošteva z vrednostjo 4 W/m^2 na enoto neto uporabne površine.

$$Q_i = 9.932,00 \text{ W.}$$

DOBITKI SONČNEGA SEVANJA

Konstrukcija	Površina [m ²]	Orie.	Nagib [°]	Faktor zasen.
Okno	0,66	S	45	1,00
Okno	1,32	J	45	1,00
Okna	76,50	S	90	1,00
Okna	11,55	V	90	1,00
Okna	75,35	J	90	1,00
Okna	3,60	J	90	1,00
Okna	254,61	S	90	1,00
Okna	29,70	Z	90	1,00

Toplotni dobitki sončnega sevanja v ogrevalnem obdobju: 36.084 kWh.

Toplotni dobitki sončnega sevanja izven ogrevalnega obdobja: 37.374 kWh.

ZAŠČITA PRED PREGREVANJEM

Konstrukcija	Orie.	g	gmax	Ustreznost
Okno	J	0,61	0,50	NE
Okna	V	0,61	0,50	NE
Okna	J	0,61	0,50	NE
Okna	J	0,61	0,50	NE
Okna	Z	0,61	0,50	NE

Zaščita pred pregrevanjem NI ustrezna.

SPECIFIČNE TRANSMISIJSKE TOPLOTNE IZGUBE STAVBE

Transmisijske toplotne izgube skozi zunanji ovoj stavbe L_D

$$L_D = \sum A_i \cdot U_i + \sum l_k \cdot \Psi_k + \sum \chi_j = 1.682,78 \text{ W/K} + 267,14 \text{ W/K} = 1.949,92 \text{ W/K}$$

Vpliv toplotnih mostov se upošteva na poenostavljen način, s povečanjem toplotne prehodnosti celotnega ovoja $\Delta U_{TM} = 0.06 \text{ W/m}^2\text{K}$.

TRANSMISIJSKE IZGUBE STAVBE

$$H_T = L_D + L_S + H_U = 1.949,92 \text{ W/K} + 87,33 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 2.037,25 \text{ W/K}$$

TOPLOTNE IZGUBE STAVBE ZARADI PREZRAČEVANJA

Toplotne izgube zaradi prezračevanja $H_V = 1.716,83 \text{ W/K}$.

KOEFICIENT SKUPNIH TOPLOTNIH IZGUB STAVBE

$$H = H_T + H_V = 2.037,25 \text{ W/K} + 1.716,83 \text{ W/K} = 3.754,08 \text{ W/K}$$

KOEFICIENT TRANSMISIJSKIH TOPLOTNIH IZGUB STAVBE PO ENOTI POVRŠINE OVOJA

Površina ovoja ogrevanega dela $A = 4.452,35 \text{ m}^2$

$$H'_T = H_T / A = 0,458 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Največji dovoljeni $H'_{T,max} = 0,459 \text{ W/m}^2\text{K}$

Koeficient specifičnih toplotnih izgub ustreza zahtevam pravilnika.

NOTRANJI DOBITKI

$$Q_i = 9.932,00 \text{ W}$$

DOBITKI SONČNEGA SEVANJA

Toplotni dobitki sončnega sevanja v ogrevalnem obdobju: 36.084 kWh.

Toplotni dobitki sončnega sevanja izven ogrevalnega obdobja: 37.374 kWh.

POTREBNA ENERGIJA ZA OGREVANJE STAVBE

Mesec	$Q_{H,tr}$ kWh	$Q_{H,ve}$ kWh	$Q_{H,ht}$ kWh	$Q_{H,sol}$ kWh	$Q_{H,int}$ kWh	$Q_{H,rev}$ kWh	$Q_{H,gn}$ kWh	γ_H	$\eta_{H,gn}$	$a_{H,red}$	Q_{NH} kWh	$Q_{em,en}$ kWh
Januar	31.830	26.824	58.654	2.943	7.389	0	10.333	0,18	1,00	0,50	24.160	24.160
Februar	26.012	21.920	47.932	4.203	6.674	0	10.878	0,23	1,00	0,50	18.527	18.527
Marec	21.220	17.883	39.102	6.096	7.389	0	13.485	0,34	1,00	0,50	12.809	12.809
April	16.135	13.597	29.732	7.827	7.151	0	14.978	0,50	1,00	0,50	7.386	7.386
Maj	4.400	3.708	8.109	4.250	3.576	0	7.826	0,97	0,91	0,60	577	577
Junij	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0	0
Julij	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0	0
Av gust	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0	0
September	978	824	1.802	893	953	0	1.846	1,02	0,89	0,91	150	150
Oktober	15.157	12.773	27.930	4.784	7.389	0	12.173	0,44	1,00	0,50	7.881	7.881
November	23.469	19.778	43.247	2.812	7.151	0	9.963	0,23	1,00	0,50	16.642	16.642
December	28.799	24.269	53.068	2.275	7.389	0	9.664	0,18	1,00	0,50	21.838	21.838
Skupaj	168.000	141.577	309.576	36.084	55.063	0	91.147	0,00	0,00	0,00	109.970	109.970

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

Letna potrebna toplotna energija za ogrevanje stavbe $Q_{NH} = 109.970 \text{ kWh/a}$.

Letna potrebna toplotna energija za ogrevanje, preračunana na enoto prostornine ogrevanega dela $Q_{NH}/V_e = 8,166 \text{ kWh/m}^3\text{a}$.

Največja dovoljena letna potrebna toplotna energija za ogrevanje, preračunana na enoto prostornine ogrevanega dela $Q_{NH}/V_{e, \max} = 6,426 \text{ kWh/m}^3\text{a}$.

Letna potrebna toplotna energija za ogrevanje ne ustreza zahtevam pravilnika.

POTREBNA ENERGIJA ZA HLAJENJE STAVBE

Mesec	$Q_{C,tr}$ kWh	$Q_{C,ve}$ kWh	$Q_{C,ht}$ kWh	$Q_{C,int}$ kWh	$Q_{C,sol}$ kWh	$Q_{C,gn}$ kWh	γ_C	$\eta_{C,gn}$	$a_{C,red}$	Q_{NC} kWh
Januar	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
Februar	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
Marec	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
April	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
Maj	9.388	7.911	17.299	3.814	4.534	8.348	0,48	0,48	1,00	7
Junij	11.735	9.889	21.624	7.151	9.398	16.549	0,77	0,75	1,00	401
Julij	9.094	7.664	16.758	7.389	9.249	16.638	0,99	0,89	1,00	1.650
Av gust	10.610	8.941	19.551	7.389	8.389	15.778	0,81	0,78	1,00	529
September	13.984	11.784	25.768	6.198	5.804	12.001	0,47	0,47	1,00	8
Oktober	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
November	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
December	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	1,00	0
Skupaj	54.810	46.190	101.000	31.941	37.374	69.315	0,00	0,00	0,00	0

Letna potrebna energija za hlajenje $Q_{NC} = 2.596 \text{ kWh/a}$.

OGREVALNI PODSISTEM

Podsistem ogrevala:	Ogrevalni sistem 1
Vrsta ogrevala:	prostostoječa ogrevala
Cona:	Vse cone
Standardna temperatura ogrevnega medija:	radiatorji, konvektorji 90 / 70
Regulacija temperature prostora:	neregulirana, samo centralna regulacija vstopne vode
Način vgradnje ogrevala:	ogrevala ob notranji steni
Nazivna moč črpalke:	moč črpalke ni poznana
Število črpalk:	0
Nazivna moč regulatorja:	0,00 W
Nazivna moč ventilatorja:	0,00 W
Število ventilatorjev:	0
Dodatna električna energija:	$W_{h,em} = 0,00 \text{ kWh}$
Vrnjena dodatna električna energija:	$Q_{rhh,em} = 0,00 \text{ kWh}$
Dodatne toplotne izgube:	$Q_{h,em,l} = 22.835,28 \text{ kWh}$
V ogrevala vnesena toplota:	$Q_{h,em,in} = 132.805,32 \text{ kWh}$
Potrebna toplotna oddaja ogreval:	$Q_{h,em,in} = 109.970,04 \text{ kWh}$

DALJINSKO OGREVANJE

Opis:	Daljinsko ogrevanje
Tedensko število dni obratovanja toplotne podpostaje:	7 dni
Nazivna toplotna moč toplotne podpostaje:	318,00 kW
Ogrevalni sistem:	
Vrsta toplotne postaje:	toplovod
Razred toplotne izolacije toplotne podpostaje:	izolacija primarne strani 1, izolacija sekundarne strani 2
Razvodni sistemi, v katere je vnesena toplota:	Razvodni sistem 1
Toplotne izgube toplotne podpostaje:	$Q_{h,DO,l} = 1.295,93 \text{ kWh}$
Toplotna oddaja za ogrevanje:	$Q_{h,out} = 132.805,31 \text{ kWh}$
Toplotna oddaja za pripravo tople vode:	$Q_{w,out} = 0,00 \text{ kWh}$
Skupna toplotna oddaja:	$Q_{out} = 132.805,31 \text{ kWh}$

RAZSVETLJAVA

Način izračuna: poenostavljen izračun letne dovedene energije za razsvetljavo za stanovanjske stavbe.

Vrsta svetil v stavbi: pretežna uporaba svetil na žarilno nitko

Potrebna energija za razsvetljavo: $Q_{f,l} = 37.245,00 \text{ kWh}$

RAZVOD OGREVALNEGA SISTEMA

Razvodni sistem:	Razvodni sistem 1
Ogrevalni sistem:	Ogrevalni sistem 1
Način delovanja:	neprekinjeno delovanje
Vrsta razvodnega sistema:	dvoceveni sistem
Tlačni padec:	0,00
Hidravlična uravnoteženost:	hidravlično neuravnotežen sistem
Dodatek pri ploskovnem ogrevanju:	0,00 kPa
Regulacija črpalke:	ni regulacije
Moč črpalke:	0,00 W
Namestitev dviznega in priključnega voda:	namestitev pretežno v notranjih stenah
Izolacija razvodnih cevi:	cevi so izolirane
Namestitev horizontalnega razvoda:	horizontalni razvod v ogrevanem prostoru
Izolacija zunanjega zidu:	zunanji zid je neizoliran
Cone, po katerih poteka razvod:	Privzeta cona
Dolžine cevi, dolžinska toplotna prehodnost:	
Cona Lv - cevi v ogrevanem prostoru	150,60 m 0,000 W/mK
Cona Lv - cevi v neogrevanem prostoru	0,00 m 0,000 W/mK
Cona Ls - cevi v notranji steni	256,87 m 0,000 m
Cona Ls - cevi v zunanjem zidu	0,00 m 0,000 / 0,000 W/mK
Cona Lsl	1.614,59 m 0,000 W/mK
Potrebna električna energija za razvodni podsistem:	$W_{h,d,e} = 650,20 \text{ kWh}$
Vrnjene toplotne izgube:	$Q_{h,d,rhh} = 0,00 \text{ kWh}$
Nevrnjene toplotne izgube:	$Q_{h,d,uhh} = 0,00 \text{ kWh}$
Toplotne izgube razvodnega sistema:	$Q_{h,d} = 0,00 \text{ kWh}$
V razvodni sistem vrnjena toplota:	$Q_{d,rhh} = 0,00 \text{ kWh}$
V okolico koristno vrnjena toplota:	$Q_{rhh,d} = 0,00 \text{ kWh}$
V razvodni sistem vnesena toplota:	$Q_{h,in,d} = 132.805,31 \text{ kWh}$

PRIPRAVA TOPLE VODE

Opis:	Priprava tople vode
Energent:	elektrika
Cirkulacija:	sistem za toplo vodo brez cirkulacije
Število dni zagotavljanja tople vode v tednu:	5,00
Vrsta stavbe:	poslovna / pisarne
Površina pisarn:	60,00 m ²
Namestitev priključnega voda:	standardni
Izolacija razvoda:	razvod je izoliran
Izolacija zunanjega zidu:	zunanji zid je neizoliran
Namestitev hranilnika:	grelnik in hranilnik sta v istem prostoru
Tip hranilnika:	z električnim grelnikom neposr. ogrevani
Dnevne toplotne izgube hranilnika v stanju obrat. priprav.:	0,00 kWh
Potrebna toplota za pripravo tople vode:	$Q_w = 469,29 \text{ kWh}$
Potrebna toplota grelnika za toplo vodo:	$Q_{w,out,g} = 469,29 \text{ kWh}$
Vrnjene toplotne izgube sistema za toplo vodo:	$Q_{rww} = 0,00 \text{ kWh}$
Skupne toplotne izgube sistema za toplo vodo:	$Q_{tw} = 0,00 \text{ kWh}$
Skupne vrnjene toplotne izgube:	$Q_{w,reg} = 0,00 \text{ kWh}$

POTREBNA TOPLOTA

Toplotni dobitki pri ogrevanju	$Q_{H,gn} = 91.146,56 \text{ kWh}$
Transmisijske izgube pri ogrevanju	$Q_{H,ht} = 309.576,46 \text{ kWh}$
Potrebna toplota za ogrevanje	$Q_{H,nd} = 109.970,04 \text{ kWh}$
Toplotni dobitki pri hlajenju	$Q_{C,gn} = 69.315,01 \text{ kWh}$
Transmisijske izgube pri hlajenju	$Q_{C,ht} = 100.999,77 \text{ kWh}$
Potrebna toplota za hlajenje	$Q_{C,nd} = 2.595,50 \text{ kWh}$
Potrebna toplota za pripravo tople vode	$Q_{W,nd} = 469,29 \text{ kWh}$
Potrebna toplota na neto uporabno površino	$Q_{NH} / A_u = 44,29 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Potrebna toplota za ogrevanje na enoto ogrevanje prostornine	$Q_{NH} / V_e = 8,17 \text{ kWh/m}^3\text{a}$
Potreben hlad na neto uporabno površino	$Q_{NC} / A_u = 1,05 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Potreben hlad na enoto ogrevane prostornine	$Q_{NC} / V_e = 0,19 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

DOVEDENA ENERGIJA

Dovedena energija za ogrevanje	$Q_{f,h,skupni} = 132.805,32 \text{ kWh}$
Dovedena energija za hlajenje	$Q_{f,c,skupni} = 0,00 \text{ kWh}$
Dovedena energija za prezračevanje	$Q_{f,V} = 0,00 \text{ kWh}$
Dovedena energija za ovlaževanje	$Q_{f,st} = 0,00 \text{ kWh}$
Dovedena energija za pripravo tople vode	$Q_{f,w} = 469,29 \text{ kWh}$
Dovedena energija za razsvetljavo	$Q_{f,l} = 37.245,00 \text{ kWh}$
Dovedena energija fotonapetostnega sistema	$Q_{f,PV} = 0,00 \text{ kWh}$
Dovedena pomožna energija za delovanje sistemov	$Q_{f,aux} = 650,20 \text{ kWh}$
Dovedena energija za delovanje stavbe	$Q_f = 171.169,80 \text{ kWh}$

PRIMARNA ENERGIJA

daljinsko ogrevanje brez kogeneracije	159.366,37 kWh
elektrika	95.911,21 kWh
Letna raba primarne energije	$Q_p = 255.277,58 \text{ kWh}$
Letna raba primarne energije na neto uporabno površino	$Q_p / A_u = 102,810 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Letna raba primarne energije na enoto ogrevane prostornine	$Q_p / V_e = 18,957 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

EMISIJA CO₂

daljinsko ogrevanje brez kogeneracije	43.825,75 kg
---------------------------------------	--------------

elektrika 20.333,18 kg

Letna emisija CO₂ 64.158,93 kg

Letna emisija CO₂ na neto uporabno površino 25,839 kg / m²a

Letna emisija CO₂ na enoto ogrevane prostornine 4,765 kg / m³a

ZAGOTAVLJANJE OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE

stavba je najmanj 50 % oskrbovana iz energetsko učinkovitega

sistema daljinskega ogrevanja/hlajenja 100 % DA

letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe, preračunana na enoto

kondic. prostornine, je najmanj za 30 % manjša od mejne vrednosti 127 % NE

POTREBNA ENERGIJA ZA STAVBO

		C1	C2	C3	C4	C5
		Ogrevanje		Hlajenje		Topla voda
		Občutena toplota	Latentna toplota (navlaž.)	Občutena toplota	Latentna toplota (razvlaž.)	
L1	Toplotni dobitki in in vrnjene toplotne izgube	91.147		69.315		
L2	Prehod toplote	309.576		101.000		
L3	Toplotne potrebe	109.970	0	2.596	0	469

SISTEMSKE TOPLOTNE IZGUBE IN POMOŽNA ENERGIJA

		C1	C2	C3	C4	C5
		Ogrevanje	Hlajenje	Topla voda	Prezračevanje	Razsvetljava
L4	Električna energija	650	0	0	0	37.245
L5	Toplotne izgube	24.131	0	0		
L6	Vrnjene toplotne izgube	1.296	0	0	0	0
L7	V razvodni sistem oddana toplota	132.805	0	469		

PROIZVEDENA ENERGIJA

		C1
	Vrsta generatorja	Daljinsko ogrevanje
	Sistem oskrbe	ogrevanje
L8	Toplotna oddaja	132.805
L9	Pomožna energija	0
L10	Toplotne izgube	1.296
L11	Vrnjena toplota	0
L12	Vnesena energija	134.101
L13	Prozvedena elektrika	0
L14	Energent	daljinsko ogrevanje

PORABA PRIMARNE ENERGIJE

		C1	C2	C3
		Dovedena energija		
		daljinsko ogrevanje brez kogeneracije	elektrika	Skupaj
L1	Dovedena energija	132.805	38.364	
L2	Faktor pretvorbe	1,2	2,5	
L3	Obtežena vrednost	159.366	95.911	255.278
		Oddana energija		
		električna energija	toplotna energija	
L4	Oddana energija	0		
L5	Faktor pretvorbe	2,5		
L6	Obtežena vrednost	0		0
L7	Iznos			255.278

EMISIJA CO₂

		C1	C2	C3
		Dovedena energija		
		daljinsko ogrevanje brez kogeneracije	elektrika	Skupaj
L1	Dovedena energija	132.805	38.364	
L2	Faktor pretvorbe	0,33	0,53	
L3	Emisija CO ₂	43.826	20.333	64.159
		Oddana energija		
		električna energija	toplotna energija	
L4	Oddana energija	0		
L5	Faktor pretvorbe	0,53		
L6	Emisija CO ₂	0		0
L7	Iznos			64.159

SKUPNA RABA ENERGIJE IN EMISIJA CO₂ ZA IZRAČUN ENERGIJSKEGA RAZREDA

Toplotne potrebe stavbe (brez sistemov)	Učinkovitost sistemov (toplotne-vrnjene izgube)	Dovedena energija (vsebovana v energentih)	Energijski razred (obtežena količina)
$Q_{H,nd} = 109.970$ $Q_{H,hum,nd} = 0$ $Q_{W,nd} = 469$ $Q_{C,nd} = 2.596$ $Q_{C,dhum,nd} = 0$	$Q_{HW,ls,nd} = 22.835$ $Q_{C,ls,nd} = 0$ El. energija = 37.895 $W_{HW} = 650$ $W_C = 0$ $E_L = 37.245$ $E_V = 0$	$E_{dalj} = 132.805$ $E_{elek} = 38.364$	$\Sigma E_{p,del,i} = 255.278$ $\Sigma m_{CO2,exp,i} = 64.159$
		Oddana energija (neobteženi energenti)	
		$Q_{T,exp} = 0$ $E_{el,exp} = 0$	$\Sigma E_{p,exp,i} = 0$ $\Sigma m_{CO2,exp,i} = 0$
			$E_p = 255.278$ $m_{CO2} = 64.159$
		Proizvedena obnovljiva energija	
		$Q_{H,gen,out} = 0$ $E_{el,gen,out} = 0$	

IZKAZ ENERGIJSKIH LASTNOSTI STAVBE

izvedeno

Investitor	, ,
Stavba	Enota Erjavčeva
Lokacija stavbe	LJUBLJANA, Erjavčeva 23, Ljubljana
Katastrska občina	GRADIŠČE I
Parcelna(e) številka(e)	192/1
Koordinate lokacije stavbe (X,Y)	X (N) = 100768 km Y (E) = 461404 km
Vrsta stavbe	Šifra: 12630 Stavbe za izobraževanje in znanstvenorazisko
Etažnost	Nad tri etaže

Projektant	KSENA
Odgovorni vodja projekta	Boštjan Krajnc
Izdelovalec izkaza	Primož Rotovnik
Izdelano na podlagi elaborata	1721-8, 15.11.2022
Datum izdelave izkaza	15.11.2022
Izjavljam, da iz izkaza energijskih lastnosti stavbe izhaja, da stavba ne dosega predpisane ravni učinkovite rabe energije.	
Podpis izdelovalca izkaza:	

Neto uporabna površina stavbe	$A_U = 2.483,00 \text{ m}^2$
Kondicionirana prostornina stavbe	$V_e = 13.466,00 \text{ m}^3$
Površina toplotnega ovoja stavbe	$A = 4.452,35 \text{ m}^2$
Oblikovni faktor	$f_o = A/V_e = 0,33 \text{ m}^{-1}$

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

Toplotne prehodnosti elementov ovoja stavbe				
Neprozorni elementi				
Oznaka elementa	Orientac., naklon	Površina (m^2)	$U(\text{W}/\text{m}^2\text{K})$	$U_{\max}(\text{W}/\text{m}^2\text{K})$
Stena	S, 90	259,50	0,97	0,28
Stena	V, 90	194,10	0,97	0,28
Stena	J, 90	152,50	0,97	0,28
Stena	Z, 90	309,00	0,99	0,50
Stena	S, 90	348,09	0,22	0,28
Stena	V, 90	191,95	0,22	0,28
Stena	Z, 90	49,10	0,22	0,28
Stena	J, 90	693,72	0,21	0,28
Streha	, 0	765,85	0,21	0,20
Streha	S, 45	85,00	0,14	0,20
Streha	V, 90	85,00	0,14	0,20
Streha	J, 90	85,00	0,14	0,20
Streha	Z, 90	85,00	0,14	0,20
Vrata	V, 90	3,15	1,10	1,60
Vrata	S, 90	7,10	1,10	1,60

Neprozorni elementi					
Oznaka elementa	Orientac., naklon	Površina (m ²)	U(W/m ² K)	U _{max} (W/m ² K)	
Vrata	V, 90	3,20	1,10	1,60	
Vrata	J, 90	11,95	1,10	1,60	
tla na terenu - Tla stari del		213,00	0,00	0,00	
tla na terenu - Tla prizidek		765,85	0,00	0,00	
Prozorni elementi					
Oznaka elementa	Orientac., naklon	Površina (m ²)	U (W/m ² K)	U _{max} (W/m ² K)	Faktor prehoda celotnega sončnega sevanja; g
Okno	S, 45	0,66	1,40	1,40	0,61
Okno	J, 45	1,32	1,40	1,40	0,61
Okna	S, 90	76,50	1,30	1,30	0,61
Okna	V, 90	11,55	1,30	1,30	0,61
Okna	J, 90	75,35	1,30	1,30	0,61
Okna	J, 90	3,60	1,30	1,30	0,61
Okna	S, 90	254,61	1,30	1,30	0,61
Okna	Z, 90	29,70	1,30	1,30	0,61

Način upoštevanja vpliva toplotnih mostov	- EN ISO 13789, SIST EN ISO 14683 - SIST EN ISO 10211 - s katalogi, računalniškimi simulacijami - na poenostavljeni način	
Koeficient specifičnih transmissijskih toplotnih izgub stavbe	Izračunani	Največji dovoljeni
	$H'_T = 0,458 \text{ W/m}^2\text{K}$	$H'_{Tmax} = 0,459 \text{ W/m}^2\text{K}$
Letna raba primarne energije	$Q_p = 255.277,579 \text{ kWh}$	
Letna potrebna toplota za ogrevanje	$Q_{NH} = 109.970,040 \text{ kWh}$	$Q_{NHmax} = 86.530,815 \text{ kWh}$
Letni potrebni hlad za hlajenje	$Q_{NC} = 2.595,502 \text{ kWh}$	
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	Izračunana	Največja dovoljena
1 - stanovanjska stavba		
2 - nestanovanjska stavba		
3 - javna stavba	$Q_{NH}/A_u = 44,289 \text{ kWh/m}^3\text{a}$	
	$Q_{NH}/V_e = 8,166 \text{ kWh/m}^3\text{a}$	$(Q_{NH}/V_e)_{max} = 6,426 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

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

najmanj 50% potrebne energije je iz naprav SPTE z visokim izkoristkom		
stavba je najmanj 50 % oskrbovana iz energetske učinkovitega sistema daljinskega ogrevanja/hlajenja	100	DA
letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe, preračunana na enoto kondic. prostornine, je najmanj za 30 % manjša od mejne vrednosti	-27	NE
vgrajenih je najmanj 6 m ² (svetle površine) sprejemnikov sončne energije z letnim donosom najmanj 500 kWh/(m ² a)		

Kazalniki letne rabe primarne energije za delovanje sistemov

Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine stavbe 1- stanovanjska stavba):	
Letna raba primarne energije na enoto kondicionirane prostornine stavbe (2 – nestanovanjska stavba; 3 – javna stavba):	$Q_p/V_e = 18,957 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

Kazalniki letnih izpustov CO₂ zaradi delovanja sistemov

Letni izpusti CO ₂ :	64.158,93 kg
Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine stavbe (1- stanovanjska stavba)	25,839 kg/m ² a
Letni izpusti CO ₂ na enoto kondicionirane prostornine stavbe (2 – nestanovanjska stavba; 3 – javna stavba):	4,765 kg/m ³ a