OBČINA ORMOŽ

RAZŠIRJENI ENERGETSKI PREGLED STARA ŠOLA RUNEČ

KONČNO POROČILO



Ptuj, oktober 2024

Naslov projekta:	RAZŠIRJENI ENERGETSKI PREGLED STARA ŠOLA RUNEČ
Objekt:	STARA ŠOLA RUNEČ Runeč 26 2259 Ivanjkovci
Naročnik:	OBČINA ORMOŽ Ptujska cesta 6 2270 Ormož
Izvajalec:	Lokalna energetska agentura Spodnje Podravje Prešernova ulica 18 2250 Ptuj
Avtor:	Dalibor Šoštarič, dipl.inž.str.

Direktor LEA Spodnje Podravje

Milan Klemenc, mag.

Kraj in datum izdelave:	Ptuj, oktober 2024

SPLOŠNO KAZALO

I POVZETEK ZA POSLOVNO ODLOČANJE 9

II SPLOŠNI DEL 12

1 NAMEN IN CILJI ENERGETSKEGA PREGLEDA 12

2 UVOD 13

2.1 Opis dejavnosti v stavbi Stara šola Runeč 13

2.2 Skupna poraba energije in stroški 15

2.3 Stanje toplotnega ugodja in parametri notranjega okolja 15

3 UPRAVLJANJE Z OBJEKTI 18

4 OSKRBA IN RABA ENERGIJE 19

4.1 Podnebni podatki ARSO (Agencije Republike Slovenije za okolje) 19

4.2 Letni stroški in poraba energije 20

4.2.1 Poraba električne energije 20

4.2.2 Poraba utekočinjenega naftnega plina (krajše: UNP) 21

4.2.3 Poraba vode 23

5 PREGLED NAPRAV ZA PRETVORBO ENERGIJE 24

5.1 Elektroenergetski sistem 24

5.2 Ogrevalni sistem 24

5.2.1 Kotlovnica 24

5.2.2 Radiatorski sistem 25

5.3 Sistem prezračevanja 26

5.4 Vodovodni sistem 26

6 PREGLED RABE KONČNE ENERGIJE 28

6.1 Pregled rabe električne energije v stavbi Stara šola Runeč 28

6.2 Sistem razsvetljave 28

6.2.1 Zahteve kakovostne razsvetljave 28

6.2.2 Preverjanje kvantitete osvetlitve 29

6.3 Izračun potrebe toplote za ogrevanje stavbe 30

7 ANALIZA ENERGETSKIH TOKOV V STAVBI 32

7.1 Razdelitev porabe toplotne energije v stavbi 32

III PREDLOGI IN ANALIZA UKREPOV ZA UČINKOVITO RABO ENERGIJE 33

8 ORGANIZACIJSKI UKREPI 33

8.1 Pregled in dopolnitev obstoječe dokumentacije 33

8.2 Skrbno ravnanje z energijo ... 33

9 INVESTICIJSKI UKREPI ... 35

9.1 Ukrepi na ovoju stavbe ... 36

9.1.1 Toplotna izolacija fasade ... 36
9.1.2 Zamenjava stavbnega pohištva ... 37
9.1.3 Izolacija stropa proti neogrevanemu podstrešju ... 37
9.1.4 Izolacija stropov nad kletjo ... 38

9.2 Ukrepi za povečanje izrabe obnovljivih virov: ... 41

9.2.1 Vgradnja toplotne črpalke zrak/voda ... 41
9.2.2 Vgradnja sončne elektrarne ... 42

9.3 Ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti sistemov ... 43

9.3.1 Vgradnja termostatkih ventilov in hidravlično uravnoteženje radiatorskega sistema ... 43
9.3.2 Vgradnja zvezno delujočih obtočnih črpalk ... 43
9.3.3 Zamenjava razsvetljave ... 44
9.3.4 Energetski monitoring ... 44

10 ZAKLJUČEK ... 47

10.1 Predlagani ukrepi ... 47

10.2 Ekonomska analiza ... 50

11 PRILOGE ... 52

11.1 Rezultati ekonomske analize predlaganih ukrepov URE ... 52

11.2 Predstavitev posameznih ukrepov ... 58

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica I. 1: Poraba in stroški energije ter vode po letih v Stari šoli Runeč. 9
Preglednica I. 2: Organizacijski ukrepi in diagram poteka. 10
Preglednica I. 3: Investicije, prihranki in vračilni roki za investicijske ukrepe. 11

Preglednica 2.1: Splošni podatki o Občini Ormož. 13
Preglednica 2.2: Poraba energije in vode po letih v Stari šoli Runeč. 15
Preglednica 4.1: Temperaturni primanjklaji za obdobje 2021 do 2023. 19
Preglednica 4.2: Podnebni podatki za lokacijo stavbe. 19
Preglednica 4.3: Poraba električne energije po obravnavanih letih. 20
Preglednica 4.4: Poraba UNP po obravnavanih letih. 21
Preglednica 4.5: Normirana poraba UNP po obravnavanih letih. 22
Preglednica 4.6: Poraba sanitarne vode po obravnavanih letih. 23
Preglednica 5.1: Vgrajeni radiatorji v Domu vaščanov Draženci. 25
Preglednica 6.1: Vgrajena moč električnih naprav v stavbi Stare šole Runeč. 28
Preglednica 6.2: Vgrajena razsvetljava v stavbi Stare šole Runeč. 29
Preglednica 6.3: Energijske karakteristike stavbe – računska metoda. 31
Preglednica 6.4: Energijske karakteristike stavbe – merjena metoda. 31
Preglednica 7.1: Porazdelitev porabe toplotne energije. 32
Preglednica 7.2: Porazdelitev priključne moči električnih porabnikov. 32
Preglednica 8.1: Primeri znižanja porabe energije. 34
Preglednica 9.1:Sestava zunanje stene stavbe. 36
Preglednica 9.2: Sestava stropa v dvorani in društvenih prostorih. 38
Preglednica 9.3: Sestava stropa nad kletnimi prostori. 39
Preglednica 9.4: Vpliv posameznega ukrepa na ovoju stavbe. 39
Preglednica 9.5: Vpliv posameznega ukrepa na sistemih stavbe. 45
Preglednica 10.1: Raba dejansko dovedene energije in energijska števila. 47
Preglednica 10.2: Normirana raba dovedene energije in energijska števila. 47
Preglednica 10.3: Energijska števila po celoviti prenovi stavbe glede na predlagane ukrepe. 49
Preglednica 10.4: Energijska števila – povzetek rezultatov energijskega modeliranja. 49
Preglednica 10.5: Dejansko stanje stavbe pred ukrepi. 50
Preglednica 10.6: Sanirano stanje stavbe po izbranih ukrepih. 50
Preglednica 10.7: Podatki za izračun kazalnikov energetske prenove. 50
Preglednica 10.8: Vračilni roki, NSVD, doba financiranja, ISD za investicijske ukrepe. 51
Preglednica 10.9: Povzetek vseh predlaganih ukrepov. 51
Preglednica 11.1: Ekonomski izračun za ukrep zamenjava stavbnega pohištva. 52
Preglednica 11.2: Ekonomski izračun za ukrep izolacija stropa proti neogrevanemu podstrešju. 53
Preglednica 11.3: Ekonomski izračun za ukrep toplotna izolacija fasade. 53
Preglednica 11.4: Ekonomski izračun za ukrep izolacija stropov nad kletjo. 54
Preglednica 11.5: Ekonomski izračun za ukrep hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema. 54
Preglednica 11.6: Ekonomski izračun za ukrep vgradnja črpalk z zvezno regulacijo. 55
Preglednica 11.7: Ekonomski izračun za ukrep vgradnja toplotne črpalke. 55
Preglednica 11.8: Ekonomski izračun za ukrep vgradnja sončne elektrarne. 56
Preglednica 11.9: Ekonomski izračun za ukrep energetski monitoring. 56
Preglednica 11.10: Ekonomski izračun za ukrep zamenjava razsvetljave. 57

KAZALO SLIK

Slika 2.1: Lokacija stavbe Stara šola Runeč. *14*
Slika 2.2: Vpliv temperature in relativne vlažnosti zraka na ugodje v prostoru. *18*
Slika 4.1: Poraba električne energije v obravnavanih letih. *21*
Slika 4.2: Stroški porabe električne energije v obravnavanih letih. *21*
Slika 4.3: Poraba UNP v obravnavanih letih. *22*
Slika 4.4: Stroški UNP v obravnavanih letih. *23*
Slika 4.5: Poraba sanitarne vode v obravnavanih letih. *23*
Slika 4.6: Stroški za sanitarno vodo v obravnavanih letih. *24*
Slika 5.1: Kotel na UNP proizvajalca Vaillant. *25*
Slika 5.2: Radiatorja jeklene panelne izvedbe TIP 22. ..... *26*
Slika 5.3: Umivalnik v sanitarijah. *27*
Slika 5.4: Pisoar v sanitarijah. *27*
Slika 5.5: WC školjka v sanitarijah. *27*
Slika 6.1: Zahteve kakovostne razsvetljave. *28*
Slika 6.2: Vzhodna stena stavbe. *30*
Slika 6.3: Južna stena vstavbe. *30*
Slika 6.4: Zahodna stena stavbe. *30*
Slika 6.5: Severna stena stavbe. *30*
Slika 7.1: Prikaz deležev vgrajene moči električnih naprav. *32*
Slika 8.1: Postopki vzdrževanja notranje razsvetljave. *34*
Slika 9.1: Delež investicije posameznih ukrepov na ovoju stavbe. *40*
Slika 9.2: Višina investicije posameznega ukrepa na ovoju stavbe. *40*
Slika 9.3: Vračilna doba ukrepov na ovoju stavbe. *41*
Slika 9.4: Lokacija postavitve sončne elektrarne. *42*
Slika 9.5: Delež investicije posameznih ukrepov na sistemih stavbe. *45*
Slika 9.6: Višina investicije posameznega ukrepa na sistemih stavbe. *46*
Slika 9.7: Vračilna doba ukrepov. *46*

I POVZETEK ZA POSLOVNO ODLOČANJE

Energetski pregled stavbe Stara šola Runeč je bil izdelan z namenom proučiti rabo energije in vode, določiti energetske neučinkovitosti in pripraviti tehnično, ekonomsko in okoljsko ovrednotene ukrepe, ki so osnova za projektiranje in izvedbo celovite energetske prenove stavbe ter za prijavo na Javni razpis za sofinanciranje energetske prenove večstanovanjskih stavb v javni lasti (NOO_VSSVJL_2022).

Preglednica I. 1: Poraba in stroški energije ter vode po letih v Stari šoli Runeč.

Leto	Električna energija		UNP		Voda	
	Poraba (kWh/a)	Stroški brez DDV (EUR/a)	Poraba (m3/a)	Stroški brez DDV (EUR/a)	Poraba (m^3/a)	Stroški brez DDV (EUR/a)
2021	7.756	983,27	1.794	6.119,26	268	846,93
2022	6.622	826,54	1.624	6.308,09	211	683,64
2023	5.498	1.368,99	1.454	7.044,63	185	656,75
Povprečno	**6.625**	**1.059,60**	**1.624**	**6.490,66**	**221**	**729,11**

Iz **preglednice I.1** je razvidno, da poraba električne energije v obravnavanih letih konstantno pada z indeksom 15%. Poraba energije za ogrevanje prav tako ni konstantna in ravno takoz znižuje z indeksom 10 %. Poraba vode je bila tudi spremenljiva z nanižjo porabo v letu 2023.

Po proučitvi dejanskega stanja dobave in porabe energije, vode, stanja objekta, energetskih sistemov, razpoložljivosti in dostopnosti projektne in tehnične dokumentacije ter izračunani energijski bilanci objekta z programskim orodjem za energijsko modeliranje stavbe PURES 3_2022, smo v sodelovanju z naročnikom in projektanti izvedli nabor organizacijskih in investicijskih ukrepov, ki smo jih tehnično, ekonomsko in okoljsko ovrednotili.
Vse vrednosti stroškov so v energetskem pregledu navedene brez DDV, če ni posebej označeno!

Celovita prenova stavb
Celovita energetska prenova pomeni usklajeno izvedbo ukrepov učinkovite rabe energije na ovoju stavbe (npr. fasada, streha, stavbno pohištvo, tla) in na stavbnih tehničnih sistemih (npr. ogrevanje, prezračevanje, klimatizacija (kratica KGH) in priprava tople sanitarne vode) na način, da se izkoristi ves ekonomsko upravičeni potencial za energetsko prenovo, s čimer se medsebojno optimizirajo posamezni ukrepi ter prihranki energije. Ker udobje bivanja zahteva poleg ekonomsko upravičenih tudi ukrepe, ki izboljšujejo mikroklimo v prostorih zadrževanja ljudi, je potrebno včasih izvesti posamezne ukrepe, ki so ekonomsko neupravičeni. Takšni so ponavadi ukrepi prezračevanja in klimatizacije, ki poleg prihrankov toplotne in hladilne energije na drugi strani povzročajo večjo porabo električne energije za delovanje teh sistemov in se prihranek izniči ali je celo negativen. Seveda je potrebno prihranke iskati tudi v večji storilnosti ljudi, ki delajo ali bivajo v stavbi, ki je mehansko prezračevana in klimatizirana. Ta lahko zraste tudi za 20% ali več.

Prihranek toplotne energije zaradi celovite energetske prenove stavbe je izračunan kot razlika med potrebno toploto [kWh/m2 na leto] za ogrevanje stavbe pred prenovo in po njej, izračunano

na podlagi gradbene fizike objekta skladno s Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. 52/10). Prihranek energije se določi glede na vrsto nove ogrevalne naprave (kotel ali toplotna črpalka) oziroma upoštevaje celovito prenovo toplotne ali razdelilne postaje ali priklop stavbe na sistem daljinskega ogrevanja ali njihovo kombinacijo.
Prihranki električne energije se pričakujejo pri menjavi razsvetljave, sistemov hlajenja z večjim izkoristokm naprav, vgradnjo sistemov prezračevanja s čim nižjo porabo električne energije, kar pomeni velike naprave in dovolj prostora za distribucijo zraka iz klimatske naprave za prezračevanje do prostorov. Z vgradnjo toplotnih črpalk se na eni strani znižujejo sktroški ogrevanja z fosilnimi gorivi in na drugi strani pa se povečujejo stroški električne energije, kateri so posledica delovanja toplotnih črpalk.

Organizacijski ukrepi (**preglednica I.2**) so ukrepi, ki imajo za posledico spremenjeno obnašanje uporabnikov in ne zahtevajo finančnih sredstev. Ti ukrepi zajemajo ureditev in shrambo tehnične dokumentacije, skrbno ravnanje z energijo vključno s osveščanjem zaposlenih in obiskovalcev za zagotavljanje prihrankov energije in vode.

Investicijski ukrepi obsegajo naslednja področja:
- izvedbo fasade s toplotno izolacijo,
- toplotno izolacijo stropov,
- zamenjavo stavbnega pohištva,
- vgradnjo termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje sistema,
- vgradnjo toplotne črpalke za ogrevanje stavbe,
- zamenjavo razsvetljave z varčnimi LED svetili.

Preglednica I.2 prikazuje povzetek organizacijskih, **preglednica I.3** pa investicijske ukrepe.

Iz preglednic je razvidno, da so višine investicij nekaterih ukrepov visoke napram letnim prihrankom na stroških, zato se v teh primerih podaljša vračilni rok in racionalnost ukrepa.

Preglednica I. 2: Organizacijski ukrepi in diagram poteka.

Organizacijski ukrep
Pregled in dopolnitev obstoječe tehnične dokumentacije ter izdelava projektne dokumentacije PZI in PID po rekonstrukciji oziroma investicijskemu vzrževanju stavbe
Skrbno ravnanje z energijo
Splošni organizacijski ukrepi

Preglednica I. 3: Investicije, prihranki in vračilni roki za investicijske ukrepe.

Investicijski ukrep	*I (EUR)*	*F (EUR/a)*	*VR (a)*	*NSVD (EUR)*	*Doba financiranja (let)*	*ISD (%)*
Toplotna izolacija fasade	31.655,00	2.732,23	11,6	-1.277,02	15	3,42%
Zamenjava stavbnega pohištva	20.160,00	697,13	28,9	-12.409,05	15	-7,27%
Toplotna izolacija stropov proti podstrešju	9.690,00	978,13	9,9	1.185,18	15	5,70%
Toplotna izolacija stropov nad kletjo	3.302,00	207,91	15,9	-990,35	15	-0,71%
Vgradnja črpalk z zvezno regulacijo	290,00	32,99	8,8	76,84	15	7,57%
Vgradnja termostatskih ventilov	1.960,00	75,90	25,8	-1.116,11	15	-6,13%
Vgradnja toplotne črpalke	21.000,00	2.003,77	10,5	1.278,67	15	4,86%
Vgradnja sončne elektrarne	8.640,00	1.032,00	8,4	2.834,18	15	8,36%
Razsvetljava	1.800,00	203,70	8,8	464,86	15	7,48%
Energetski monitoring	450,00	0,00	-	-450,00	15	-
SKUPAJ NALOŽBA	**98.947,00**	**7.963,76**	**12,4**	**-10.402,81**	**15**	**2,45%**

I – investicija
F – prihranek stroškov
VR – vračilna doba naložbe
NSVD – neto sedanja vrednost donosa (diskontirana vrednost prihrankov) v dobi trajanja financiranja 15 let

II SPLOŠNI DEL

1 NAMEN IN CILJI ENERGETSKEGA PREGLEDA

Občina Ormož se je odločila opraviti razširjeni energetski pregled stavbe Stara šola Runeč. Z njim je želela pridobiti informacije o letnih, mesečnih in trenutnih porabah električne energije, toplotne energije in vode ter možnostih znižanja energijskih stroškov s primernimi organizacijskimi in investicijskimi ukrepi.

Cilji razširjenega energetskega pregleda so bili:

- pregled obstoječe tehnične dokumentacije, dokumentacije energetskih sistemov ter projektne dokumentacije;
- proučiti možnost uvedbe energetskega upravljanja in sistema ciljnega spremljanja rabe energije in vode;
- proučiti način in sistem preventivnega vzdrževanja;
- izvesti potrebne meritve na energetskih sistemih;
- izvesti analizo porabnikov energentov in energije;
- proučiti učinkovitost sistema ogrevanja vključno z določitvijo toplotnih izgub zaradi morebitnega neučinkovitega ovoja objekta in vgradnjo energetsko učinkovite zasteklitve;
- proučili možnost vgradnje sistemov OVE;
- izvesti okoljsko in ekonomsko analizo izbranih ukrepov ter določiti stroške naložbe, izračunati prihranke, vračilni rok, neto sedanjo vrednost donosa in interno stopnjo donosnosti za ukrepe z vračilno dobo nad enim letom.

Vsem ukrepom smo izračunali NSVD, čeprav so stroški naložbe nizki in investitorji ukrepe izvedejo v okviru investicijskega vzdrževanja in ne popravljajo višine osnovnih sredstev v svojih evidencah, predvsem zaradi demonstracijskega značaja in osveščanja javnega sektorja, da so naložbe v učinkovito rabo energije okoljsko in ekonomsko upravičljive.

Prav tako je cilj energetskega pregleda predlagati učinkovit način energijskega upravljanja, uvedba skrbnega ravnanja z energetskimi sistemi ter razsvetljavo in možnost promoviranja URE in OVE.

2 UVOD

2.1 Opis dejavnosti v stavbi Stara šola Runeč

Lastnik in upravljavec stavbe je občina Ormož. Splošni podatki o upravljavcu stavbe se nahajajo v **preglednici 2.1**.

Preglednica 2.1: Splošni podatki o Občini Ormož.

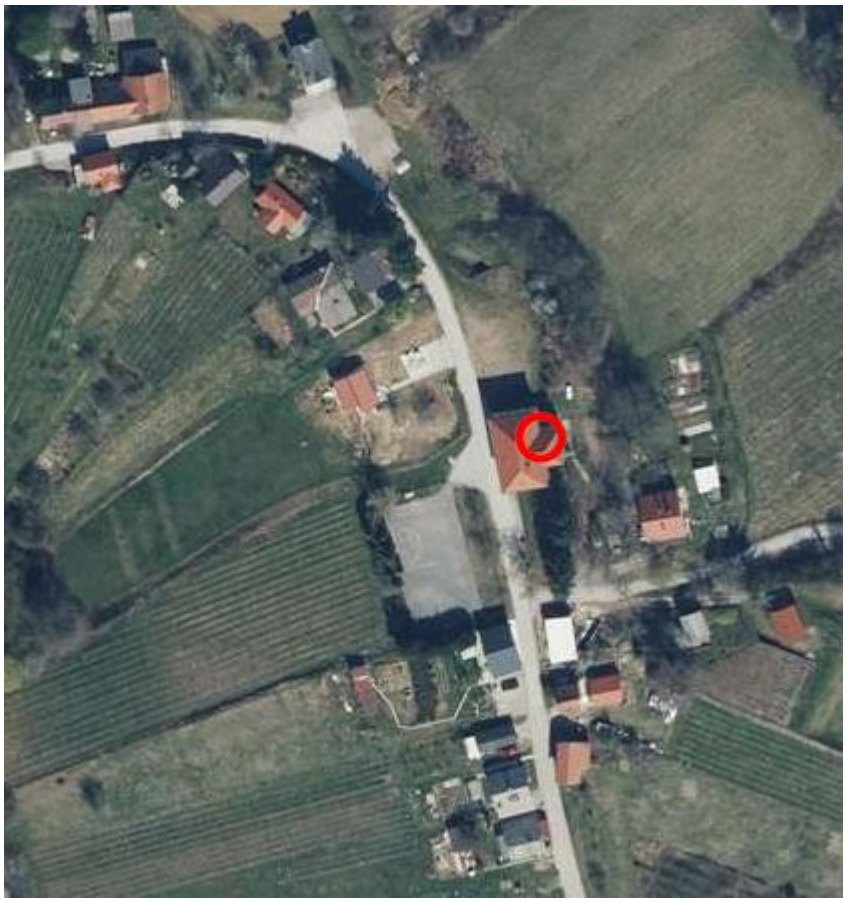
Naziv:	Občina Ormož
Naslov:	Ptujska cesta 6, 2270 Ormož
Župan:	Danijel Vrbnjak
Telefon:	(02) 741 53 00
Telefax:	(02) 741 53 31
E-pošta:	obcina.ormoz@ormoz.si
Spletna stran:	http://www.ormoz.si/

Občina Ormož spada med srednje velike občine. Šteje 12.185 prebivalcev, ki živijo v 60 naseljih v okolici kraja. Geogr. koordinati sta E16.147256, N46.407309.

Površina občine: 141 km^2
Število naselij: 60
Statistična regija: Podravska
Matična številka: 5883687000
Ident. št. za DDV (davčna): SI 29924464
TRR: SI56 0128 7010 0018 046
Šifra dejavnosti (SKD): 84.110 - Splošna dejavnost javne uprav

Podrobni podatki o stavbi:

Katastrska občina:	292 - RUNEČ
Številka stavbe:	133
Parcelna številka:	*149
Naslov objekta:	STARA ŠOLA RUNEČ
Uporabna površina objekta (m^2)	468,4 (podatki so iz evidence GURS)
Površina zemljišča pod objektom (m^2)	283,0
Dejanska raba objekta	Stavba za kulturo in razvederilo Bivalna enota
Število etaž	3
Leto zgraditve :	1880
Material nosilne konstrukcije	1 - opeka
Vrsta ogrevanja	2 - centralno ogrevanje
Priključek na vodovodno omrežje	da
Priključek na električno omrežje	da
Priključek na kanalizacijsko omrežje	ne
Vrsta (tip) objekta	1 – samostoječa stavba



Slika 2.1: Lokacija stavbe Stara šola Runeč.
(Vir: http://www.geoprostor.net/PisoPortal/)

2.2 Skupna poraba energije in stroški

V stavbi Stara šola Runeč porabljajo naslednje vrste energentov in vodo:

- električno energijo; priklop na elektroomrežje,
- toplotno energijo; lastna kotlarna na utekočinjen naftni plin (UNP),
- toplo in hladno sanitarno vodo; priklop na javno vodovodno omrežje.

Podatki o porabi električne energije, toplotne energije ter vode s pripadajočimi stroški, so prikazani v **preglednici 2.2**.

Preglednica 2.2: Poraba energije in vode po letih v Stari šoli Runeč.

Leto	Električna energija		UNP		Voda	
	Poraba (kWh/a)	Stroški brez DDV (EUR/a)	Poraba (m3/a)	Stroški brez DDV (EUR/a)	Poraba (m^3/a)	Stroški brez DDV (EUR/a)
2021	7.756	983,27	1.794	6.119,26	268	846,93
2022	6.622	826,54	1.624	6.308,09	211	683,64
2023	5.498	1.368,99	1.454	7.044,63	185	656,75
Povprečno	**6.625**	**1.059,60**	**1.624**	**6.490,66**	**221**	**729,11**

Povprečna poraba električne energije v stavbi je v obravnavanih letih znašala 6.625 kWh/a. Povprečna poraba UNP za ogrevanje stavbe v času ogrevalne sezone znaša 1.624 m^3/a. Povprečna letna poraba vode je znašala 221 m^3.

2.3 Stanje toplotnega ugodja in parametri notranjega okolja

Parametri notranjega okolja so toplotno okolje, kakovost zraka, osvetlitev, vlažnost in hrup. Toplotno ugodnje ima bistven vpliv na zadovoljstvo na delovnem mestu. Zagotoviti ga je potrebno tako poleti kot pozimi. Na skupino mikroklimatskih parametrov toplotnega ugodja, kamor sodijo temperatura zraka v prostoru in temperatura obodnih površin in temperature tal, vertikalni gradient temperature, relativna vlažnost prostorskega zraka in hitrost gibanja zraka s posledičnim tveganjem prepiha, vpliva uspešna zasnova objekta. Našteti mikroklimatski parametri nimajo vsi enakega vpliva na človeško zaznavo toplotnega ugodja. Na občutek toplotnega ugodja močno vpliva temperatura zraka in temperatura obodnih površin ter hitrost gibanja zraka ob človeškem telesu, medtem ko ima manjši vpliv na toplotno ugodje relativna vlažnost zraka.

Prezračevanje stavbe

Prezračevanje stavbe izmenjavo odtočnega iztrošenega zraka z zunanjim zrakom. Zrak v prostoru mora biti svež, brez vonjav, ustrezne temperature in ne sme ogrožati zdravja ljudi. Najmanjši potrebni vtok zunanjega zraka je 15 m^3/h na osebo (Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji, Ur.l.RS, štev. 42/2002) ob upoštevanju standarda SIST CR 1752. Priporočena količina po veljavnem pravilniku pa znaša 30 m^3/h na osebo.

Zaradi vse večjega tesnenja toplotnega ovoja stavbe, posledično prihaja do vedno manj kakovostnega zraka v prostorih kjer bivamo (šolski prostori). Naravna infiltracija predstavlja pri novem stavbnem pohištvu (visoka stopnja tesnenja) vedno manjši del izmenjave zraka v prostoru. Izmenjava zraka je tako še samo 0,1 do 0,3 h^{-1}, kar je dovolj za čas odsotnosti uporabnikov stavbe. Istočasno izgube zaradi potrebnega prezračevanja predstavljajo pri dobro toplotno izoliranih stavbah vedno večji delež potrebne toplote za ogrevanje in s tem za delovanje stavbe. Enako velja za hladilno obremenitevstavbe.

Kakovosten zunanji zrak je zelo pomemben za učinkovite miselne procese. Študije kažejo, da se poveča delovna storilcev oseb v dobro prezračevanih prostorih ob ustrezni notranji temperaturi in vlagi za najmanj 20% in več. Slab nekakovosten in iztrošen zrak z nizko vsebnostjo kisika v zraku in sočasne previsoke temperature, povzročajo slabo počutje uporabnikov stavbe. V teoriji poznamo več načinov prezračevanja in sicer: naravno, prisilno mehansko in hibridno kot kombinacijo obeh.

<u>Naravno prezračevanje</u>
»Naravno prezračevanje« je prezračevanje, pri katerem se izkoriščajo naravne fizikalne lastnosti zraka pri različnih temperaturah v prostorih in zunaj njih, brez uporabe mehanskih naprav. Naravno prezračevanje poteka skozi odprta okna in zunanja vrata, prezračevalne odprtine in prezračevalne kanale. Naravno prezračevanje lahko kontroliramo ročno ali preko pogonskih mehanizmov za samodejno odpiranje in/ali zapiranje odprtin v stavbo (okna, vrata, lopute, jaški,….).
Najbolj razširjena je metoda z odpiranjem oken. Kot dolgotrajno zračenje je v uporabi tudi zračenje s priprtimi okni ali okni odprti na ventus ali preko zračnih kanalov. Na ta način zagotovimo do štiri kratno izmenjavo zraka v prostoru, vendar tak način predstavlja pozimi veliko izgubo toplotne energije, potrebne za ogrevanje. Veliko primernejše je kratkotrajno intenzivno zračenje prostorov z odpiranjem oken. V enakomernih časovnih intervalih odpremo okna za kratek čas (ca. 5 minut). V tem času znaša izmenjava zraka 9 do 15 krat na uro, kar pomeni, da se celotna količina zraka zamenja v 4 do 8 minutah. Na stavbah brez mehanskega prezračevanja se lahko poslužujejo samo takšnega načina prezračevanja.

<u>Prisilno (mehansko) prezračevanje</u>
Mehanski prezračevalni sistem mora zagotoviti zahtevano izmenjavo zraka oziroma učinkovito prezračevanje ob najmanjši izgubi toplote / hladu prezračevanega prostora in objekta v celoti.

Stavba, ki jo obravnavamo je naravno prezračevana v celoti. Stavbo uporablja približno 65 zaposlenih oseb in občani, ki potrebujejo storitve UE Ormož in Občine Ormož. Če upoštevamo, da je povprečno število obiskovalcev med 15 in 25 stalno prisotnih, lahko zaključimo, da je za dobro oskrbo z zunanjim zrakom potrebnih 2,700 m^3/h do 4.500 m^3/h, kar predstavlja glede na

neto volumen stavbe izmenjavo med 0,6 in 1,02 h^{-1}. Ker je z naravnim prezračevanjem težko doseči izmenjave zraka v prostoru, ki so večje od 0,5 h^{-1}, se priproča prisilno prezračevanje prostorov z rekuperacijo toplote v zimskem in letnem času.

Minimalna količina zunanjega zraka je 15 m^3/h,os in je določena s pravilnikom o prezračevanju stavb, Ur.list RS št. 42/2002, 105/2002, kar znaša i= 0,31 h^{-1}.

Da bi dosegli optimalno kvaliteto zraka (dovolj nizko vrednost koncentracije CO_2) v prostorih obravnavane stavbe, bi morali dvigniti količino zunanjega zraka na 30 m^3/h, na osebo. To pomeni, da bi se potrebna toplota namenjena za prezračevanje pozimi povečala za faktor 2 glede na sedanje stanje. Zmanjšanje porabe za prezračevanje pa lahko dosežemo samo z vgradnjo sistema prisilnega - mehanskega prezračevanja z vgrajenim sistemom za vračanjem toplote zavrženega zraka. Na ta način je mogoče doseči primerno kvaliteto notranjega zraka v vseh delovnih prostorih in prostorih, kjer se zadržuje večje število oseb (sejne sobe, dvorane, ….) in istočasno znižati porabo toplotne energije za prezračevanje. sočasno se bo z ukrepom vradnje prezračevalnega sistema povečala poraba električne energije za distribucijo zraka.

Ker so stropovi v stavbi dovolj visoki, da dopuščajo kanalski razvod za zrak, je vgradnjo prezračevalnega sistema možno realizirati. Strojnico je možno locirati v kletni etaži stavbe.

Toplotno ugodje

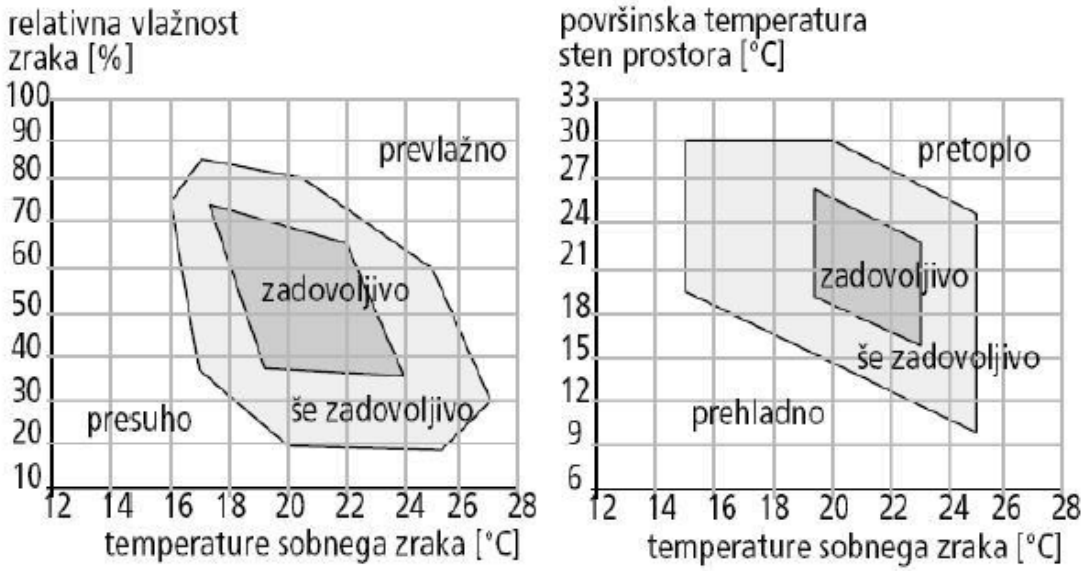
Navadno kot merilo za toplotno ugodje v prostoru zelo poenostavljeno navajamo le temperaturo zraka v prostoru, če pa želimo parametre toplotnega ugodja opisati natančneje, moramo zajeti tudi vpliv temperature obodnih površin, kar je možno doseči na več načinov:

1. temperatura zraka 24 °C in temperatura obodnih površin 16 °C ali,
2. temperatura zraka 21 °C in temperatura obodnih površin 19 °C ali,
3. temperatura zraka 18 °C in temperatura obodnih površin 22 °C.

Prvi primer nastopi pri toplotno neizoliranem objektu, v drugem primeru gre za objekt z učinkovito toplotno izoliranimi stenami in v tretjem primeru za stensko ogrevanje.

V prostorih Stare šole Runeč je toplotno ugodje relativno ugodno in je odvisno od lokacije prostora v stavbi. Vsi radiatorji so opremljeni z navadnimi ventili, kateri nimajo sposobnost držanja konstantne temperature prostorov zato bo potrebno z vgradnjo regulacijskih elementov konstantno optimirati bivalno okolje. Na ta način lahko spustimo temperaturo ogrevne vode v sistem in prihranimo na energiji za pogon obtočne črpalke ogrevalnega sistema.

Standard SIST CR 1752: 1999 predpisuje zahtevane temperature in relativno vlažnost v prostorih za doseganje toplotnega ugodja, kot je prikazano na **Slika 2.2**.



Slika 2.2: Vpliv temperature in relativne vlažnosti zraka na ugodje v prostoru.

3 UPRAVLJANJE Z OBJEKTI

Lastnik stavbe Stara šola Runeč je občina Ormož, ki je prav tako tudi upravljavec stavbe. Zanesljivost oskrbe stavbe glede toplotne in električne energije je zagotovljena s podpisom pogodb med dobaviteljem in odjemalcem energije.

Dobavitelj energenta:
Dobavitelj energenta za ogrevanje (UNP) je podjetje Plinarna Maribor, d.o.o, Plinarniška ulica 9, 2000 Maribor.

Dobavitelj električne energije:
Dobavitelj električne energije je Energija Plus d.o.o, Vetrinjska ulica 2, 2000 Maribor.

Dobavitelj oz. oskrba z vodo:
Za oskrbo vodovodnega omrežja skrbi podjetje Komunalno podjetje Ormož d.o.o., Hardek 21C, 2270 Ormož.

4 OSKRBA IN RABA ENERGIJE

4.1 Podnebni podatki ARSO (Agencije Republike Slovenije za okolje)

V nadaljevanju so predstavljeni podnebni podatki za lokacijo obravnavane stavbe.

TEMPERATURNI PRIMANJKLJAJ IN IZRAČUN NORMIRANE PORABE TOPLOTE

Raba energije za ogrevanje objektov je odvisna od oblike objekta, sestave njegovih obodnih delov in klimatskih pogojev njegovega okolja. Klimatske pogoje opišemo s temperaturnim primanjkljajem. Po definiciji je temperaturni primanjkljaj (stopinjski dan) produkt časa ogrevanja z razliko temperatur med notranjostjo zgradbe (po dogovoru je $T_{osnovna}$ = 20 °C) in zunanjim zrakom. Trajanje omejimo na dni, ko je zunanja temperatura nižja od 12 °C. Za izbran kraj torej vzamemo povprečno zunanjo temperaturo v času kurilne (ogrevalne) sezone in jo odštejemo od $T_{osnovna}$ = 20 °C, to vrednost pomnožimo s številom ogrevalnih dni. Vrednost temperaturnega primanjkljaja na letališču Maribor (postaja številka 311) za obravnavana leta je prikazana v **preglednici 4.1**.

Preglednica 4.1: Temperaturni primanjklaji za obdobje 2021 do 2023.

Številka in kraj meteorološke postaje:	*311-Let.MB*					
Obdobje	**TP(°,dni)**	**TP_standard**	**Začetek KS**	**Konec KS**	**trajanje KS**	**Index**
2021	3.115	3.300	1. 10. 2020	2. 6. 2021	245	1,05939
2022	3.135	3.300	23. 9. 2021	2. 6. 2022	253	1,05263
2023	2.844	3.300	19. 9. 2022	20. 5. 2023	244	1,16034

Preglednica 4.2: Podnebni podatki za lokacijo stavbe.

Lokacija stavbe

Koordinate lokacije stavbe (m):	**X=**	**147.642**
	Y=	**586.793**

Povprečne mesečne temperature zraka

Jan_T (°C)	Feb_T (°C)	Mar_T (°C)	Apr_T (°C)	Maj_T (°C)	Jun_T (°C)	Jul_ T (°C)	Avg_T (°C)	Sep_T (°C)	Okt_T (°C)	Nov_t (°C)	Dec_T (°C)	Povprečna letna temperatura (°C)
-1	2	6	10	15	18	20	20	16	10	5	1	10,2

Povprečna relativna vlažnost zraka

Jan_ (%)	Feb_ (%)	Mar_ (%)	Apr_ (%)	Maj_ (%)	Jun_ (%)	Jul_ (%)	Avg_ (%)	Sep_ (%)	Okt_ (%)	Nov_ (%)	Dec_ (%)	Povprečna letna vlaga (%)
80	77	69	67	70	71	71	73	77	82	82	84	75

Ostali podatki iz javnih podatkov ARSO (Agencije RS za okolje)	
Začetek kurilne sezone (zaporedni dan):	265
Konec kurilne sezone(zaporedni dan)	140
Temperaturni primanjkljaj (Kdan):	3300
Projektna temperatura T (°C):	-13
Energija sevanja (kWh/m2):	1142

4.2 Letni stroški in poraba energije

4.2.1 Poraba električne energije

Električno energijo v stavbi porabljajo za:

- razsvetljavo,
- kuhinjske aparate,
- tehnične aparate in naprave,
- tehnično stavbne sisteme.

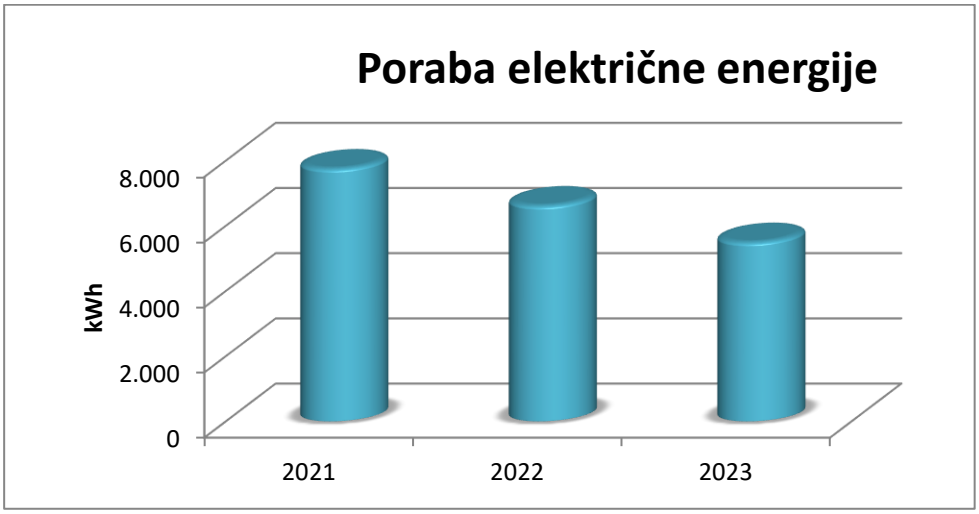
V **preglednici 4.3** je prikazana poraba električne energije za stavbo. Podatke o porabi električne energije smo pridobili od upravljalca stavbe. V analizi porabe električne energije smo uporabili referenčno obdobje med leti 2021 in 2023.

Preglednica 4.3: Poraba električne energije po obravnavanih letih.

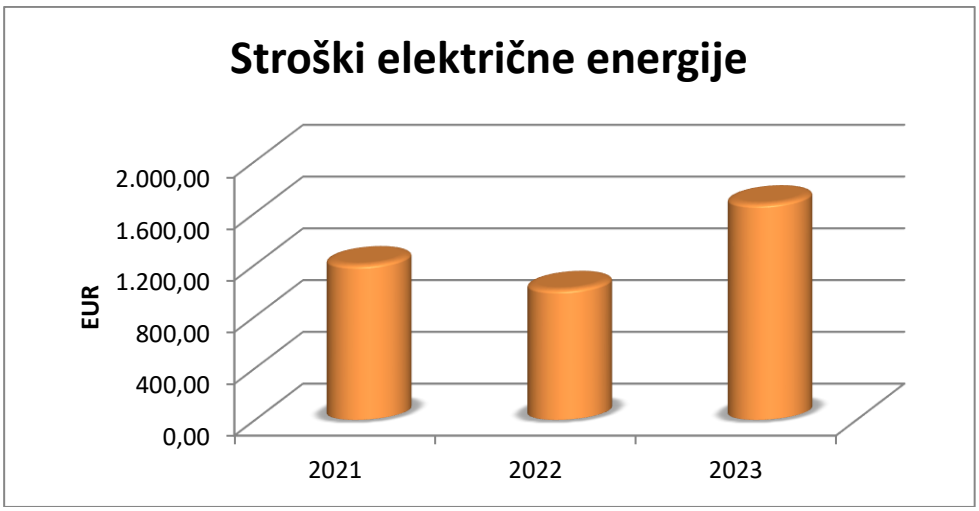
Leto	EE	Cena brez DDV	Stroški brez DDV	Stroški z DDV
	(kWh)	(EUR/kWh)	(EUR)	(EUR)
2021	7.756	0,12678	983,27	1.199,59
2022	6.622	0,12482	826,54	1.008,38
2023	5.498	0,24900	1.368,99	1.670,17
Povprečje 2021 - 2023	**6.625**			

Iz **preglednice 4.3** je razvidno, da se poraba električne energije v obravnavanih letih konstantno znižuje. V letu 2023 je opazno povečanje stroškov, kar je posledica rasti na trgu z električno energijo.Povprečna poraba električne energije v obravnavanih letih je 6.625 kWh/a.

Referenčna prilagojena poraba dovedene električne energije za izračun energijskih prihrankov stavbe znaša 6.625 kWh/a oziroma cena električne energije 0,249 EUR/kWh.



Slika 4.1: Poraba električne energije v obravnavanih letih.



Slika 4.2: Stroški porabe električne energije v obravnavanih letih.

4.2.2 Poraba utekočinjenega naftnega plina (krajše: UNP)

Za ogrevanje stavbe uporabljajo UNP. Podatki o dejanski porabi in stroških so prikazani v **preglednici 4.4** ter na **slikah 4.3** in **4.4**.

Preglednica 4.4: Poraba UNP po obravnavanih letih.

Leto	Poraba		Cena	Cena	Stroški brez DDV	Stroški z 22% DDV
	(m3/a)	(kWh/a)	(EUR/kWh)	(EUR/m3)	(EUR/a)	(EUR/a)
2021	1.794	46.465	0,1317	3,4110	6.119,26	7.465,50
2022	1.624	42.062	0,1500	3,8843	6.308,09	7.695,87
2023	1.454	37.659	0,1871	4,8450	7.044,63	8.594,45
Povprečje	**1.624**	**42.062**	**0,1562**	**4,0468**	**6.490,66**	**7.918,61**

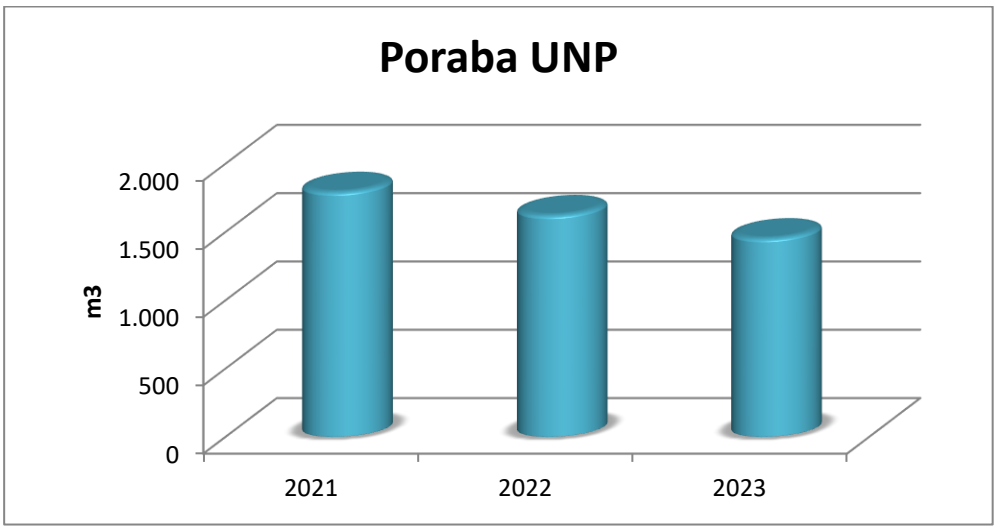
Iz **preglednice 4.4** je razvidno, da je povprečna letna poraba UNP za ogrevanje stavbe znašala 1.766 m^3/a. Poraba energije za ogrevanje ni konstantna saj je opazno vsakoletno zniževanje rabe energije. Nihanje porabe UNP je posledica zasedenosti oz. uporabe stavbe ter zunanjih temperatur posamezne sezone.

V **preglednici 4.5** je prikazana normirana poraba toplotne energije glede na temperaturne primanjkljaje obravnavanih let. Letni temperaturni primanjkljaji so bili določeni iz meteoroloških podatkov iz najbližje podnebne merilne postaje številka 311- Letališče Maribor.

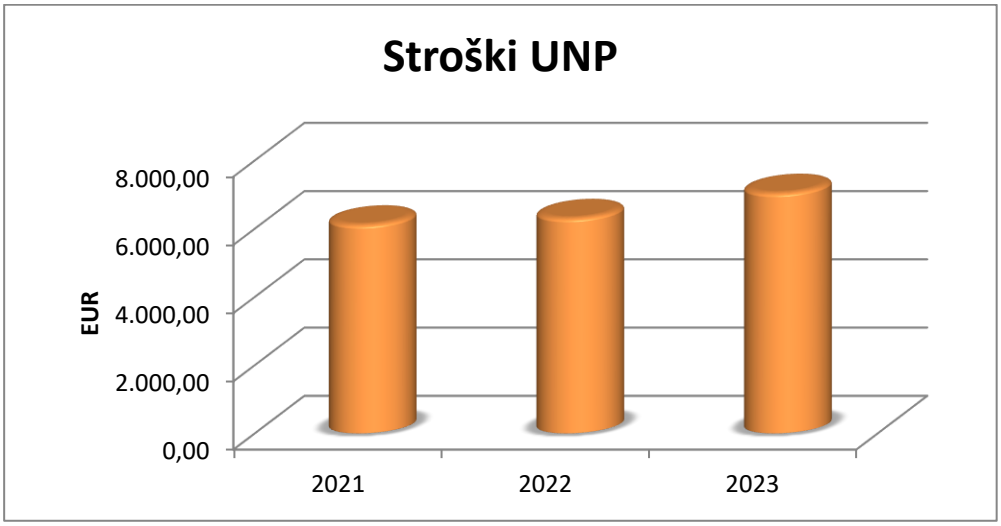
Preglednica 4.5: Normirana poraba UNP po obravnavanih letih.

Leto	Poraba		Cena	Cena	Stroški brez DDV	Stroški z 22% DDV
	(m3/a)	(kWh/a)	(EUR/kWh)	(EUR/m3)	(EUR/a)	(EUR/a)
2021	1.901	49.224	0,1317	0,7803	6.482,68	7.908,87
2022	1.709	44.275	0,1500	0,6731	6.640,09	8.100,92
2023	1.687	43.697	0,1871	0,7148	8.174,15	9.972,46
Povprečje	**1.766**	**45.732**	**0,1562**	**0,7227**	**7.098,98**	**8.660,75**

Referenčna prilagojena poraba dovedene toplotne energije za izračun energijskih prihrankov stavbe znaša 45.732 kWh/a in stroški v vrednosti 7.098,98 EUR brez DDV. Iz tega sledi, da znaša cena toplotne energije 0,156 EUR/kWh.



Slika 4.3: Poraba UNP v obravnavanih letih.



Slika 4.4: Stroški UNP v obravnavanih letih.

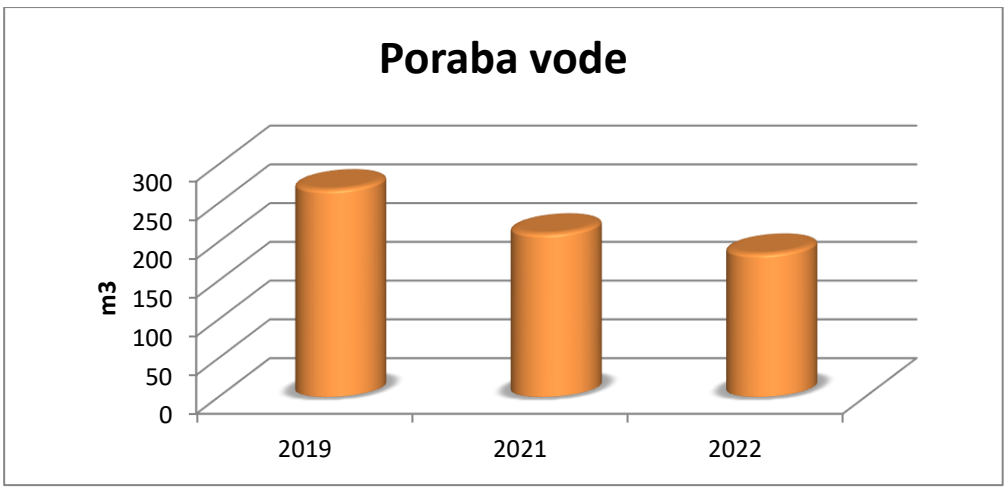
4.2.3 Poraba vode

Poraba vode v opazovanih letih je iz predloženih podatkov, prikazana na **sliki 4.5**. Na **sliki 4.6** so prikazani stroški za sanitarno vodo v obravnavanem obdobju.
Preglednica 4.6 prikazuje porabo vode in stroške po obravnavanih letih.

Preglednica 4.6: Poraba sanitarne vode po obravnavanih letih.

Leto	Poraba	Cena brez DDV	Stroški brez DDV	Stroški z DDV
	(m3/a)	(EUR/m3)	(EUR/a)	(EUR/a)
2021	268	3,160	846,93	1.033,25
2022	211	3,240	683,64	834,04
2023	185	3,550	656,75	801,24
Povprečje	**221**	**3,317**	**729,11**	**889,51**

Iz **preglednice 4.4** je razvidno, da povprečna poraba vode znaša 221 m^3.



Slika 4.5: Poraba sanitarne vode v obravnavanih letih.



Slika 4.6: Stroški za sanitarno vodo v obravnavanih letih.

5 PREGLED NAPRAV ZA PRETVORBO ENERGIJE

5.1 Elektroenergetski sistem

Elektro napajanje stavbe poteka iz javnega elektroenergetskega omrežja. Stavba ima eno merilno mesto. Glavni električni porabniki so: razsvetljava, KGH naprave, kuhinjske naprave in ostale pomožne naprave.

5.2 Ogrevalni sistem

5.2.1 Kotlovnica

Stavba se ogreva lokalno z dvema plinskima stenskima kotloma na UNP od proizvajalca Vaillant, skupne nazivne moči 56 kW. En kotel služi za ogrevanje stanovanj v nadstropju stavbe, drugi kotel služi za ogrevanja dvorane in spremljevalnih prostorov v pritličju. Energija pridobljena iz UNP se porablja za ogrevanje stavbe in sanitarne vode. Temperatura vode v kotlu je vodena in avtomatsko regulirana. Nastavljena temperatura kotla je okoli 70°C za predtok.



Slika 5.1: Kotel na UNP proizvajalca Vaillant.

5.2.2 Radiatorski sistem

Stavba je opremljena z dvocevnim radiatorskim ogrevanjem temperaturnega režima 70/55°C. V stavbi so vgrajeni panelni jekleni radiatorji tip 22. Radiatorji v dvorani so opremljeni s z navadnimi radiatorskimi zapornimi ventili.
Toplotna moč radiatorjev je določena glede na temperaturni režim 90/70°C pri temperaturi prostora 20°C. Skupna inštalirana toplotna moč vgrajenih radiatorjev znaša 56,6 kW, vgrajenih je 32 radiatorjev.

V **preglednici 5.1** je prikazan seznam vgrajenih radiatorjev z njihovimi toplotnimi močmi.

Preglednica 5.1: Vgrajeni radiatorji v Domu vaščanov Draženci.

Vrsta radiatorja	Število radiat.	Višina radiatorja (mm)	Dolžina radiatorja (mm)	Globina (mm)	Toplotna oddaja (W)	Skupna moč radiatorjev (W)
panelni tip 22	28	800	600	102	1.698	47.544
panelni tip 22	4	800	800	102	2.264	9.056
Skupaj	**32**					**56.600**



Slika 5.2: Radiatorja jeklene panelne izvedbe TIP 22.

5.3 Sistem prezračevanja

Prezračevanje prostorov je naravno z odpiranjem oken. Prisilno se prezračujejo nekatere sanitarije z odvodnimi ventilatorji, preostala so prezračevana naravno preko oken oziroma rešetk po principu naravnega vleka skozi prostor. Dovod zraka v sanitarije je skozi vratne rešetke iz hodnikov in preko oken.

5.4 Vodovodni sistem

Stavba je oskrbovana s hladno pitno vodo iz vodovodnega omrežja mestnega vodovoda. Za odčitavanje skupne porabe vode se koristi kombinirani vodomer, ki je vgrajen v kletnem prostoru stavbe. Vodo uporabljajo v sanitarijah in kuhinji. Topla voda se zagotavlja preko centralnega sistema ogrevanja v bojlerju volumna 2 x 200 litrov.

V prostorih stavbe je vgrajena naslednja sanitarna oprema:

- 5 WC školjka; navadni kotliček za vodo
- 14 Umivalnik HT;
- 3 Tuš
- 2 Pisoar z navadno armaturo.

Slike 5.5, **5.6** in **5.7** prikazujejo vgrajeno sanitarno opremo v stavbi.



Slika 5.3: Umivalnik v sanitarijah.



Slika 5.4: Pisoar v sanitarijah.



Slika 5.5: WC školjka v sanitarijah.

6 PREGLED RABE KONČNE ENERGIJE

6.1 Pregled rabe električne energije v stavbi Stara šola Runeč

Podatki o priključni električne moči po posameznih skupinah porabnikov so prikazani v **preglednici 6.1.** V analizi so zajeti vsi porabniki, ki so priključeni na električno omrežje. Analiza je bila narejana zgolj na oceni vgrajenih naprav glede na razpoložljive podatke. Skupna vgrajena moč vseh naprav brez razsvetljave znaša 24,34 kW.

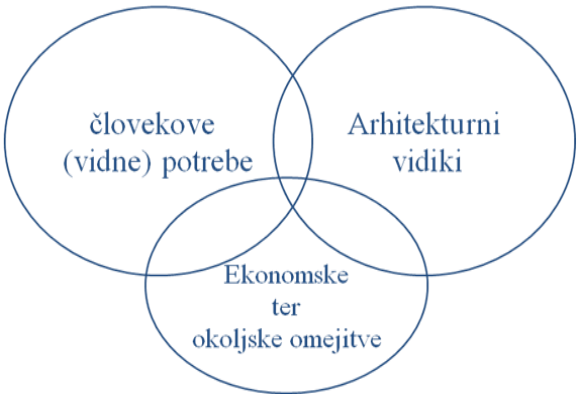
Preglednica 6.1: Vgrajena moč električnih naprav v stavbi Stare šole Runeč.

Skupina porabnikov	Število naprav	Električna moč naprave (kW)	Skupna inštalirana moč naprav (kW)
Kuhinjske naprave			
El. Plošča	2	2,00	4,00
Hladilnik veliki	4	0,30	1,20
Štedilnik	5	3,50	17,50
Tehnične naprave			
Televizor	4	0,2	0,8
KGH sistemi			
Plinski kotel	2	0,30	0,60
Obtočna črpalka	2	0,08	0,16
Odvodni ventilator	2	0,04	0,08
Skupaj			**24,34**

6.2 Sistem razsvetljave

6.2.1 Zahteve kakovostne razsvetljave

Zahteve kakovostne razsvetljave predstavljajo presek človekovih vidnih potreb, arhitekturnih vidikov in ekonomskih ter okoljskih omejitev (**slika 6.1**).



Slika 6.1: Zahteve kakovostne razsvetljave.

Človekove vidne potrebe zajemajo:

- vidljivost;
- zmožnost opravljanja delovne naloge;
- vidno udobje;
- družabno komunikacijo;
- razpoloženje;
- zdravje, varnost in dobro počutje in sposobnost estetske presoje.

Arhitekturni vidiki zajemajo:

- oblikovanje;
- kompozicijo;
- stil;
- zakone in uredbe;
- standarde.

Ekonomske ter okoljske omejitve pa predstavljajo:

- vgradnjo (namestitev);
- vzdrževanje;
- delovanje;
- energijo in
- vpliv na okolje.

6.2.2 Preverjanje kvantitete osvetlitve

V **preglednici 6.2** je prikazana razsvetljava vgrajena v prostorih stavbe. V večji meri so vgrajene varčne sijalke, ki so energetsko manj učinkovite.

Preglednica 6.2: Vgrajena razsvetljava v stavbi Stare šole Runeč.

Tip svetila	skupaj	število sijalk * moč	moč svetilke (w)	dejanska moč svetilke (W)	število svetilk	moč sijalk (W)	dejanska moč (W)
varčna svetilka 21 W	21	1x21	21	21	21	420	420
varčna svetilka 24 W	19	1x24	24	24	19	456	456
Skupaj						**876**	**876**

6.3 Izračun potrebe toplote za ogrevanje stavbe

Stavba je bila zgrajena leta 1880. Stene so opečne gradnje debeline 55 cm in brez toplotne izolacije. Strop proti hladnemu podstrešju je lesene izvedbe brez toplotne izolacije. Stavba je skoraj v celoti podkletjena z velbanimi oboki. Talna plošča nad kletjo je brez toplotne izolacije s položeno keramiko. Stavbno pohištvo je energetsko neučinkovito z lesenimi okenskimi profili. Stavba je pokrita s opečno kritino.



Slika 6.2: Vzhodna stena stavbe.



Slika 6.3: Južna stena vstavbe.



Slika 6.4: Zahodna stena stavbe.



Slika 6.5: Severna stena stavbe.

Porabo toplotne energije za ogrevanje stavbe brez upoštevanja toplotne energije potrebne za ogrevanje sanitarne vode smo izračunali s programskim orodjem za energijsko modeliranje stavbe PURES 3_2022.
Računska in merjena potrebna toplota za ogrevanje stavbe je prikazana v **preglednici 6.3** in **6.4.**

Preglednica 6.3: Energijske karakteristike stavbe – računska metoda.

Toplotne karakteristike stavbe - računsko	Količina	Enota
Površina toplotnega ovoja objekta – *A*	995	m^2
Kondicionirana prostornina objekta – V_e	1.998	m^3
Oblikovni faktor – $f_0 = A/ V_e$	0,50	m^{-1}
Neto uporabna površina objekta – A_u	379,0	m^2
Predvidena izmenjava zraka - n	0,5	h^{-1}
Temperaturni primanjkljaj za ogrevanje - normirani	3.300	K dni
Povprečna letna temperatura	10,2	°C
Računska letna raba toplote za ogrevanje stavbe – Q_{NH}	60.367	kWh
Računska dovedena toplota za ogrevanje tople vode – $Q_{f,w}$	0	
Računska primarna energija – E_{Ptot}	116.540	kWh
Računska specifična letna toplota za ogrevanje stavbe		
Q_{NH}/A_u	159,3	kWh/m^2
Q_h/V_e	30,2	kWh/m^3

Preglednica 6.4: Energijske karakteristike stavbe – merjena metoda.

Toplotne karakteristike stavbe - merjeno	Količina	Enota
Dejanska poraba toplote za delovanje stavbe – *Qf*	42.062	kWh
Dejanska specifična letna toplota za delovanje stavbe		
Q_f/A_u	111,0	kWh/m^2
Q_f/V_e	21,1	kWh/m^3
Normirana dovedena toplota za delovanje stavbe – *Qf*	45.732	kWh
Normirana specifična letna toplota za delovanje stavbe		
$Q_{f,norm.}/A_u$	120,7	kWh/m^2
$Q_{f,norm.}/V_e$	22,9	kWh/m^3
Dejanska poraba električne energije za delovanje stavbe – W*f*	6.625	kWh
Dovedena energija za delovanje stavbe Qf + Wf	48.687	kWh
Specifična dovedena energija za delovanje stavbe (Qf + Wf) / Au	128,5	kWh

7 ANALIZA ENERGETSKIH TOKOV V STAVBI

7.1 Razdelitev porabe toplotne energije v stavbi

Preglednica 7.1: Porazdelitev porabe toplotne energije.

		Gorivo ali vrsta toplote	Letna poraba toplotne energije	Letna poraba električne energije	Delež celotne porabe energije
			(kWh)	(kWh)	(%)
Ogrevanje	Ogrevanje prostorov	Utek. naftni plin UNP	41.268	0	98,1
	Topla voda	Utek. naftni plin UNP	794	0	1,9
			42.062	0	100

Ocenili in izračunali smo porabo toplotne energije za pripravo tople vode in jo odšteli od skupne porabe energije. Iz izračunov izhaja, da se za pripravo tople sanitarne vode porabi 1,9 % celotne toplotne energije. Delež celotne porabe energije za ogrevanje prostorov znaša 98,1 %.

Preglednica 7.2: Porazdelitev priključne moči električnih porabnikov.

Naprave	Skupna vgrajena električna moč (kW)
Kuhinjske naprave	22,70
Razsvetljava	0,88
KGH sistemi	0,84
Tehnične naprave	0,80



Slika 7.1: Prikaz deležev vgrajene moči električnih naprav.

III PREDLOGI IN ANALIZA UKREPOV ZA UČINKOVITO RABO ENERGIJE

8 ORGANIZACIJSKI UKREPI

8.1 Pregled in dopolnitev obstoječe dokumentacije

Po Zakonu o graditvi objektov poznamo več vrst (projektne) dokumentacije, ki bi morala biti kompletna pri investitorju in uporabniku objekta ter v objektu vgrajene opreme, naprav in napeljav. Za učinkovito vzdrževanje in upravljanje je potrebna naslednja dokumentacija in načrti:

- ✓ projekti za pridobitev gradbenega dovoljenja (PGD);
- ✓ projekti za izvedbo (PZI), ki je enak PGD, vendar dodatno vsebujejo načrte, sheme in napotke za izgradnjo in vgradnjo;
- ✓ projekti izvedenih del (PID) so projekti, ki morajo vsebovati vse sheme in načrte dejanskega stanja in morajo biti vnesene vse spremembe pri izgradnji in vgradnji;
- ✓ dokumentacija za tehnični pregled;
- ✓ projekt obratovanja in vzdrževanja (POV) je projekt, ki natančno določa načine, roke ter navodila za posluževanje in obratovanje opreme, napeljav in objekta in je namenjen vzdrževalcu objekta, energetiku, posluževalcu oz. hišniku.

Predlagamo pregled vse obstoječe dokumentacije in sicer:

- ✓ izdelavo seznama vseh načrtov in dokumentacije;
- ✓ pregled vsebine vse dokumentacije, načrtov in shem ter navodil;
- ✓ izdelavo seznama manjkajoče dokumentacije, načrtov, projektov ter določitev mesta in skrbnika dokumentacije ter vodenje evidence o izposoji in vrnitvah;
- ✓ v okviru energetske rekonstrukcije dopolnitev projektne dokumentacije in končna izdelava PID (strojne in električne napeljave, arhitektura).

8.2 Skrbno ravnanje z energijo

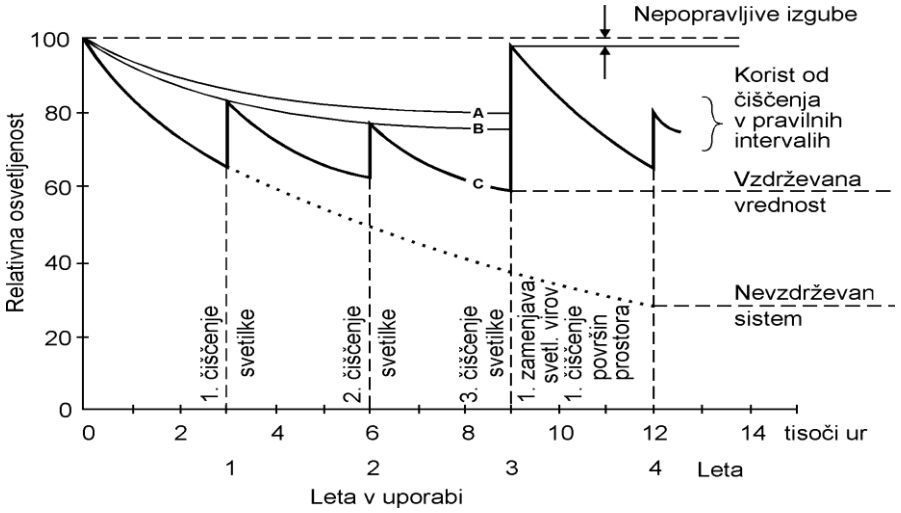
Izdelava energetske izkaznice

V skladu 31. členom Zakona o učinkoviti rabi energije (Ur.L. RS, št. 158/20) in Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb (Ur.L. RS, št. 4/2023) je zapisano, da osebe javnega sektorja morajo zagotoviti energetsko izkaznico za vse stavbe s celotno uporabno površino nad 250 m², ki so v njihovi lasti ali uporabi. Lastnik ali upravljavec stavbe mora zagotoviti, da se veljavna energetska izkaznica namesti na vidno mesto Stare šole Runeč.

Skrbno ravnanje z razsvetljavo in njeno čiščenje

Ugašanje luči in pravilno krmiljenje razsvetljave sta organizacijska ukrepa, ki ju začnemo nemudoma izvajati. Uporabniki stavbe naj pazijo, da razsvetljava ne obratuje po nepotrebnem, predvsem v prostorih, ki niso v uporabi oz. se v njih nihče ne zadržuje. Eden od organizacijskih

ukrepov je tudi redno čiščenje sijalk. Prah na sijalkah, ki se sčasoma kopiči, je potrebno enkrat letno čistiti.



Legenda:
A - izgube zaradi zmanjšanja svetlobnega toka svetlobnega vira
B - izgube zaradi slabšanja lastnosti površin prostora
C - izgube zaradi umazanije na svetlobnem viru in optiki svetilke

Slika 8.1: Postopki vzdrževanja notranje razsvetljave.

Vzdrževanje čistoče pomeni indirektne prihranke, saj bo za enako svetilnost z maksimalnimi učinki potrebno obratovati z manj svetilkami. Na **sliki 8.1** je prikazan postopek vzdrževanja svetilk.

Splošni organizacijski ukrepi

Preglednica 8.1 prikazuje primere dobre prakse zniževanja porabe energije.

Preglednica 8.1: Primeri znižanja porabe energije.

Redno spremljajte temperaturo v prostorih. Temperatura naj bo med 19 °C in 21 °C. Z znižanjem temperature v prostoru za 1 °C prihranimo od 6 % do 8 % toplotne energije.
Radiatorji naj ne bodo zaslonjeni s pohištvom ali zavesami.
Prezračujte prostore z okni odprtimi na stežaj za nekaj minut večkrat na dan. S tem preprečite, da bi se ohladile stene in bi se povečale toplotne izgube.
Največ električne energije se porabi za potrebe kuhanja, vendar je ta poraba odvisna od potreb po kuhanju. Najlažje vplivamo na porabo razsvetljave, zato čim bolje izkoristite dnevno svetlobo, luči naj gorijo le takrat, kadar jih zaradi nezadostne osvetlitve potrebujete (z rednim ugašanjem luči lahko prihranite od 3 % do 5 % električne energije).
Ugašajte računalnike, televizorje in ostalo elektronsko opremo za čas, ko jih ne uporabljate. S tem prihranite do 10 % električne energije.
Uporabljajte sodobne električne aparate, ker ti zaradi boljših izkoristkov, porabijo manj električne energije kot starejši.
Izklopite grelnike in preprečite nepotrebno segrevanje vode v času, ko jo ne potrebujete.
Redno preverjajte in poročajte upravljalcu stavbe, če kje puščajo pipe in kotlički v sanitarijah (iz hitro kapljajoče pipe lahko izgubimo letno do 30 m^3 vode!).

Za proizvodnjo 1 kWh električne energije zaradi izgub v transformaciji (v elektrarnah in v rafinerijah) potrebujemo 3-krat več primarne energije (premoga, nafte, zemeljskega plina).
Uporabnike stavbe lahko na varčnejšo porabo električne energije, energentov in vode opozarjate s brošurami, letaki ipd. npr. na hodnikih, v sanitarijah in ostalih prostorih.
V primeru potrebe po zamenjavi sijalke, priporočamo zamenjavo nedelujočih sijalk z varčnejšimi, kjer ohišje svetilke to dopušča. Kjer je mogoče se naj ob rednem vzdrževanju pokvarjenih svetil vgrajuje energetsko učinkovitejša LED razsvetljava.

9 INVESTICIJSKI UKREPI

Investicijski ukrepi se delijo na :

Ukrepe na ovoju stavbe, ki so razdeljeni na:

- ✓ Toplotna zaščita stropa proti podstrešju
- ✓ Toplotna zaščita fasade
- Toplotna zaščita strehe
- ✓ Menjava stavbnega pohištva (menjava oken)
- Menjava zasteklitve (brez menjave okenskih okvirjev)
- ✓ Toplotna zaščita stropa nad kletjo
- Odprava transmisijskih toplotnih mostov
- Odprava konvekcijskih toplotnih mostov in izboljšanje zrakotesnosti stavbe

Ukrepe za povečanje izrabe obnovljivih virov:

- Vgradnja sistema SSE za pripravo tople vode
- ✓ Vgradnja fotovoltaičnih celic
- Ogrevanje na biomaso
- Prehod na geotermalne energije
- ✓ Vgradnja vseh vrst toplotnih črpalk

Ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti sistemov:

- Toplotna zaščita razvoda v nekondicioniranih prostorih
- Vgradnja nadzornega sistema za upravljanje s toplotnimi pritoki
- Prilagoditev moči sistema za pripravo toplote dejanskim potrebam po toploti
- ✓ Vgradnja črpalk z zvezno regulacijo
- ✓ Hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema
- Rekuperacija toplote
- Prilagoditev kapacitete prezračevalnega sistema dejanski potrebam
- Optimiranje časa obratovanja
- Prilagoditev hladilne moči z izgradnjo hranilnika ledu
- Priklop na daljinsko ogrevanje ali hlajenje
- Optimiranje zagotavljanja dnevne svetlobe
- ✓ Zamenjava razsvetljave z učinkovitejšo

- ✓ Označeni ukrepi so predvideni s tem energetskim pregledom. Ostali ukrepi so informativne narave in služijo kot pregled.

9.1 Ukrepi na ovoju stavbe

Izmere fasad, tal, stavbnega pohištva, podstrešij, ravnih in poševnih streh so izmere, katere so potrebne za energetsko modeliranje in izračun prihrankov posameznih ukrepov. Te izmere niso merodajne za izdelavo projektantskih popisov materiala in del. V teh izmerah niso zajete površine in dodatna dela, ki so potrebna pri energetski sanaciji ovoja stavbe.

9.1.1 Toplotna izolacija fasade

Fasadne stene stavbe so opečne gradnje debeline 55 cm ter znotraj in zunaj ometane z apneno cementnim ometom. Na fasadnih stenah stavbe ni nameščene toplotne izolacije. Predlaga se izvedba tankoslojne kontaktne fasade z izolacijo iz kamene volne.

Predlog izvedbe:

- ✓ 487,0 m^2 tankoslojne kontaktne fasade iz mineralne volne, debeline 18,0 cm ($\lambda \leq 0{,}035$ W/m·K) z armirno mrežico, zaključnim slojem in vsemi pomožnimi deli.

Preglednica 9.1:Sestava zunanje stene stavbe.

Dejanska sestava		**Sestava po sanaciji**	
Material	**Debelina (cm)**	**Dodatni material**	**Debelina (cm)**
Apnena malta	2,0		
Polna opeka	50,0		
Cementna malta	3,0		
		Toplotna izolacija (kamena volna)	18,0
		Izravnava	0,5
		Zaključni sloj	0,3
U = 0,781 W/m^2·K		U = 0,156 W/m^2·K	

Višina investicije v toplotno izolacijsko fasado znaša po trenutnih cenah 31.655,00 EUR. Poraba toplotne energije bi se znižala za 17,48 MWh/a. Letni energijski prihranki znašajo 2.732,23 EUR/a. Vračilni rok naložbe je 11,6 let.

Stroški naložbe v izolacijo fasade:	31.655,00 EUR
Prihranki ogrevalne energije:	2.732,23 EUR/a
Vračilni rok:	11,60 a

NSVD (pri 15 letni amortizacijski dobi in 4 % obrestni meri) je - 1.277,02 EUR.

9.1.2 Zamenjava stavbnega pohištva

Na stavbi je vgrajeno energijsko neučinkovito stavbno pohištvo z lesenimi okenskimi profili in potrebno prenove skladno z zahtevami PURES-a.

Predlog izvedbe:

- ✓ demontaža in montaža vseh oken v skupni izmeri 49,0 m^2 s faktorjem toplotne prehodnosti U ≤ 0,9 W/m^2K.
- ✓ demontaža in montaža vhodnih vrat izmeri 7,0 m^2 s faktorjem toplotne prehodnosti U ≤ 1,4 W/m^2K.
- ✓ Vgradnja celotnega stavbenga pohištva se naj izvede skladno s smernicami RAL vgradnje.

Višina investicije v zamenjavo stavbnega pohištva znaša 20.160,00 EUR. Poraba toplotne energije bi se znižala za 4,462 MWh/a. Letni energijski prihranki znašajo 697,13 EUR/a. Vračilni rok naložbe je 28,90 let.

Stroški naložbe v stavbno pohištvo :	20.160,00 EUR
Prihranki ogrevalne energije:	697,13 EUR/a
Vračilni rok:	28,90 a

NSVD (pri 15 letni amortizacijski dobi in 4 % obrestni meri) je - 12.409,05 EUR.

9.1.3 Izolacija stropa proti neogrevanemu podstrešju

Veliki delež toplotnih izgub na stavbi predstavljajo izgube skozi stropne konstrukcije, saj so le te v večini primerov neustrezno izolirane.Takšne stropne konstrukcije posledično predstavljajo odličen potencial za energijske prihranke. Strop nad hladnim podstrešjem je lesene izvedbe in neizoliran.

Predlog izvedbe:

- ✓ Za strop v izmeri 255,0 m^2 se predlaga položitev mehke toplotne izolacije iz steklene volne, debeline 24 cm (λ ≤ 0,037 W/m·K) ter zaščita s paropropustno folijo.

Preglednica 9.2: Sestava stropa v dvorani in društvenih prostorih.

Dejanska sestava		Sestava po sanaciji	
Material	**Debelina (cm)**	**Dodatni material**	**Debelina (cm)**
Mavčna malta na trstiki	3,0		
Les hrast	5,0		
Polnilo	20,0		
Beton iz žlindre	5,0		
Polna opeka	6,0		
		Toplotna izolacija (steklena volna)	24,0
U = 0,631 W/m^{2}K		U = 0,124 W/m^{2}K	

Višina investicije v toplotno izolacijo stropa znaša 9.690,00 EUR. Poraba toplotne energije bi se znižala za 6,26 MWh/a. Letni energijski prihranki znašajo 978,13 EUR/a. Vračilni rok naložbe je 9,90 let.

Stroški naložbe v izolacijo stropa:	9.690,00 EUR
Prihranki ogrevalne energije:	978,13 EUR/a
Vračilni rok:	9,90 a

NSVD (pri 15 letni amortizacijski dobi in 4 % obrestni meri) je 1.185,18 EUR.

9.1.4 Izolacija stropov nad kletjo

Večji del stavbe je podkleten s prostori, ki niso v uporabi in zato tudi niso grevani, kar pomeni, da se hladen zrak prevaja skozi stropno ploščo in posledično ohlaja protore pritlične etaže. Da bi preprečili prehod hladnega zraka iz kletnih prostorov se predlaga izolacija stropov nad kletjo in se s tem zadostijo mejne vrednosti toplotne prehodnosti konstrukcije skladno s pravilnikom PURES-3.

Predlog izvedbe:

- ✓ 127,0 m^2 toplotne izolacije iz EPS, debeline 10,0 cm ($\lambda \leq 0{,}039$ W/mK) z vsemi zaključnimi deli.

Preglednica 9.3: Sestava stropa nad kletnimi prostori.

Dejanska sestava		Sestava po sanaciji	
Material	**Debelina (cm)**	**Dodatni material**	**Debelina (cm)**
Parket	1,5		
Cementni estrih	7,0		
AB plošča	15,0		
		Toplotna izolacija (EPS)	10,0
U = 0,448 W/m^{2}K		U = 0,209 W/m^{2}K	

Višina naložbe v toplotno izolacijo stropov v kleti znaša 3.302,00 EUR. Poraba toplotne energije bi se znižala za 1,331 MWh/a. Letni energijski prihranki znašajo 207,91 EUR/a. Vračilni rok naložbe je 15,90 let.

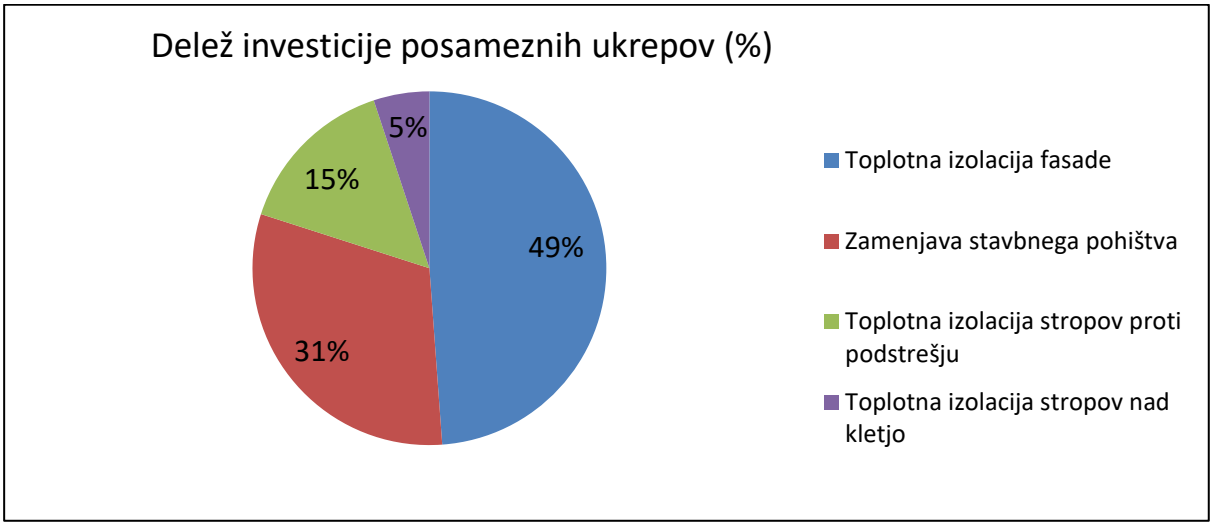
Stroški naložbe v izolacijo stropov v kleti: 3.302,00 EUR
Prihranki ogrevalne energije: 207,91 EUR/a
Vračilni rok: 15,90 a

NSVD (pri 15 letni amortizacijski dobi in 4 % obrestni meri) je - 990,35 EUR.

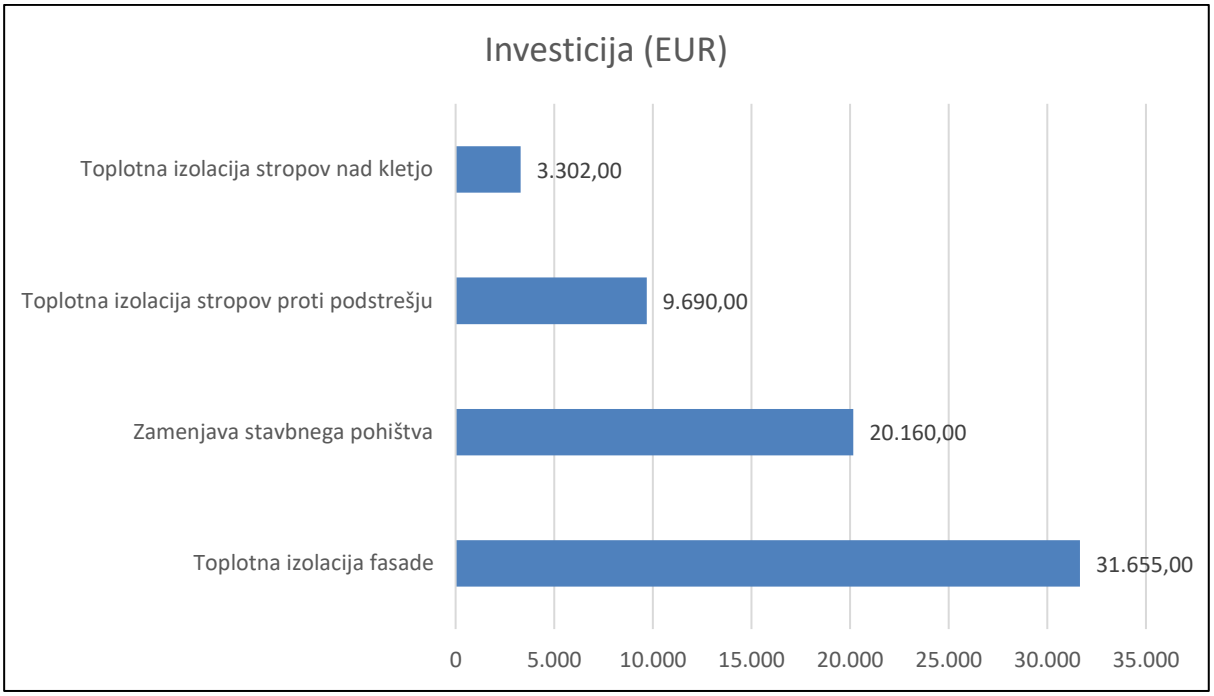
Deleži investicije in vračilne dobe ukrepov na ovoju stavbe so razvidni iz naslednje **preglednice 9.4** in **slikah 9.1. do 9.3**.

Preglednica 9.4: Vpliv posameznega ukrepa na ovoju stavbe.

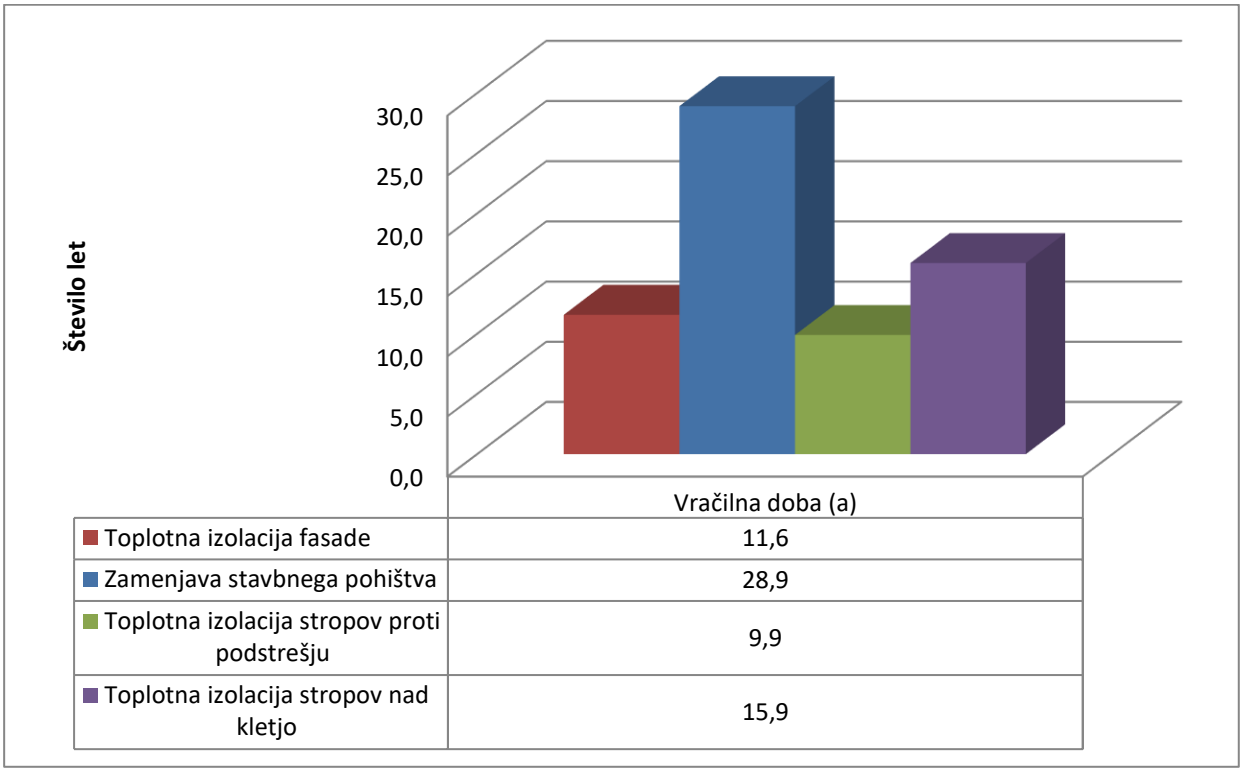
Predvideni ukrep na ovoju stavbe	Investicija (EUR)	Prihranki (EUR)	Odstotek (%)	Vračilna doba (a)
Toplotna izolacija fasade	31.655,00	2.732,23	48,85	11,59
Zamenjava stavbnega pohištva	20.160,00	697,13	31,11	28,92
Toplotna izolacija stropov proti podstrešju	9.690,00	978,13	14,95	9,91
Toplotna izolacija stropov nad kletjo	3.302,00	207,91	5,10	15,88
Skupaj	**64.807,00**	**4.615,40**	**100,00**	**14,04**



Slika 9.1: Delež investicije posameznih ukrepov na ovoju stavbe.



Slika 9.2: Višina investicije posameznega ukrepa na ovoju stavbe.



	Vračilna doba (a)
Toplotna izolacija fasade	11,6
Zamenjava stavbnega pohištva	28,9
Toplotna izolacija stropov proti podstrešju	9,9
Toplotna izolacija stropov nad kletjo	15,9

Slika 9.3: Vračilna doba ukrepov na ovoju stavbe.

9.2 Ukrepi za povečanje izrabe obnovljivih virov:

9.2.1 Vgradnja toplotne črpalke zrak/voda

Z vidika zagotavlajnja deleža OVE na stavbi skladno z zahtevami PURES-a in je vgradnja toplotne črpalke tehnično edina sprejemljiva varianta, čeprav stroškovno ni optimalna, saj bo povečala stroške za ogrevanje zaradi povečane rabe električne energije in morebitne priključne električne moči. Predlagamo vgradnjo toplotne črpalke zrak/voda grelne moči 14 kW z vso pripadajočo hidravlično in varnostno opremo ter navezavo do kotlovnice na obstoječe ogrevalne razvode. S toplotno črpako se tudi zagotovi priprava tople sanitarne vode v bojlerju volumna 500 litrov.
Pred vgradnjo toplotne črpalke je potrebno preveriti ali stavba razpolaga z zadostno električno priključno močjo. V kolikor ni zadostna je potrebno z elektro distributerjem (Elektro Maribor) urediti povečanje priključne moči.

Višina investicije vgradnje toplotne črpalke znaša 21.000,00 EUR. Ocenjeni prihranki toplotne energije zaradi zamenjave energenta, boljšega izkoristka sistema z ozirom na toplovodne kotle znašajo 1,257 MWh/a. Povečanje rabe električne energije zaradi delovanja toplotne črpalke znaša 2,597 MWh/a. Letni energijski prihranki z upoštevanjem zamenjave energenta znašajo 2.003,77 EUR/a. Vračilni rok naložbe je 10,50 let.

Predlog izvedbe:

- ✓ Demontaža obstoječih plinskih kotlov;
- ✓ Vgradnja TČ zrak / voda, grelne moči 14 kW z vso pripadajočo hidravlično in varnostno opremo ter navezavo na obstoječe ogrevalne razvode;

Investicija vgradnje toplotne črpalke:	21.000,00 EUR
Prihranek stroškov toplotne energije:	196,33 EUR
Povečanje porabe električne energije:	- 646,68 EUR
Skupni prihranki energije:	2.003,77 EUR/a
Vračilni rok naložbe:	10,50 a

NSVD (pri 15 letni amortizacijski dobi in 4 % obrestni meri) je 1.278,67 EUR.

9.2.2 Vgradnja sončne elektrarne

Z vgradnjo toplotne črpalke se bo na stavbi povečala poraba električne energije, kar pomeni, da bi bilo smiselno vraditi sončno elektrarno. V primeru pridobljenega soglasja od sistemskega operaterja distribucijskega omrežja z električno energijo (ELES) za priključitev proizvodne naprave v elektro omrežje se vgradi sončna elektrarna na streho stavbe, kot je prikazano na **sliki 9.4**. Proizvodna naprava nazivne priljučne moči cca 7,2 kW bi vključevala vgradnjo 16 solarnih monokristalnih modulov iz kaljenega stekla, zaščite IP67, razsmernika ter vso ostalo opremo za nemoteno delovanje naprave.



Slika 9.4: Lokacija postavitve sončne elektrarne.

Okvirna ekonomska analiza izvedbe ukrepa je izračunana na povprečno 15 letno obratovanje sončne elektrarne.

Višina investicije:	8.640,00 EUR
Referenčna cena električne energije:	0,249 EUR/kWh
Predvidena letna proizvodnja:	7.200,00 kWh/a
Letni prihranek električne energije:	1.032,00 EUR/a
Vračilna doba:	8,37 a

NSVD (pri 15 letni amortizacijski dobi in 4 % obrestni meri) je 10.472,51 EUR.

9.3 Ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti sistemov

9.3.1 Vgradnja termostatkih ventilov in hidravlično uravnoteženje radiatorskega sistema

V stavbi je skupno vgrajenih 35 ploščnih aluminijastih radiatorjev z vgrajenimi navadnimi in termostatskimi regulacijskimi ventili. Predlagamo zamenjavo vseh radiatorskih ventilov z termostatskimi ventili in termostatskimi glavami za javne prostore z veliko histerezo, kar pomeni, da se naj počasi prilagajajo nastavljeni temperaturi v primeru kratkotrajnih prezračevanj (5 minut). Imeti morajo certifikat za uporabo v javnih stavbah, da so odporni proti vandalizmu in prenastavljanju. Z vgradnjo takšnih termostatskih ventilov preprečimo spreminjanje temperature v prostoru vsem osebam, ki uporabljajo prostor. Po vgraditvi termostatskih ventilov je potrebno izvesti še hidravlično uravnoteženje radiatorskega sistema, s katerim se zagotovijo optimalni pretoki in diferenčni tlaki ogrevnega medija za celoten radiatorski sistem. Da ne posegamo v ostale elemente cevnih razvodov je priporočljivo vgraditi radiatorske ventile z avtomatsko omejitvijo pretoka. Takšni ventili imajo integriran omejevalnik pretoka, ki prepreči prevelike pretoke. Želen pretok nastavimo neposredno na samem ventilu z zasukom. Nastavljena vrednost ne bo presežena četudi se spremeni obremenitev sistema zaradi zapiranja ventilov ali jutranjega zagona.
Višina naložbe v vgradnjo termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje sistema znaša 1.960,00 EUR. Prihranek na toplotni energiji znaša 0,486 MWh/a. Letni energijski prihranki stroškov znašajo 75,90 EUR/a. Vračilni rok naložbe je 25,80 let.

Vgradnja termostatskih ventilov:	1.960,00 EUR
Prihranki ogrevalne energije:	75,90 EUR/a
Vračilni rok naložbe:	25,80 a

NSVD (pri 15 letni amortizacijski dobi in 4 % obrestni meri) je - 1.116,11 EUR.

9.3.2 Vgradnja zvezno delujočih obtočnih črpalk

Z vgradnjo termostatskih ventilov na radiatorjih nastane potreba po zvezno delujoči črpalki. Kot ukrep se predlaga vgradnja novih zvezno delujočih obtočnih črpalk na vse veje radiatorskega ogrevanja.
Ukrep je potreben zaradi preprečitve šumnosti in piskanja, ki jih povzročajo termostatski ventili pri delovanju navadnih črpalk, ki delujejo v določeni hitrosti. Zaradi zapiranja pretoka na ventilih naraste tlak, ki ga proizvede črpalka preko dovoljene meje, kjer prihaja do nezaželene šumnosti in nepotrebne porabe električne energije za transport ogrevalnega medija.

Višina naložbe v vgradnjo črpalk z zvezno regulacijo znaša 290,00 EUR. Poraba električne energije bi se znižala za 0,133 MWh/a. Letni prihranek stroškov znaša 32,99 EUR/a. Vračilni rok naložbe je 8,80 let.

Vgradnja zvezno delujočih obtočnih črpalk:	290,00 EUR
Prihranki ogrevalne energije:	32,99 EUR/a
Vračilni rok naložbe:	8,80 a

NSVD (pri 15 letni amortizacijski dobi in 4 % obrestni meri) je 76,84 EUR.

9.3.3 Zamenjava razsvetljave

Po pregledu celotne stavbe je bilo ugotovljeno, da je vgrajena razsvetljava energetsko manj učinkovita. Z ozirom na stanje razsvetljave predlagamo naslednjo prenovo:

- ✓ Zamenjavo obstoječih varčnih sijalk z novimi LED sijalkami 40 kom,
- ✓ Zamenjava se izvede po principu ena za ena, vsa električna inštalacija in način prižiganja ostane nespremenjeno.

Višina investicije v sanacijo razsvetljave znaša 1.800,00 EUR. Poraba električne energije bi se znižala za 0,818 MWh/a. Letni prihranek stroškov znaša 203,70 EUR/a. Vračilni rok naložbe je 8,80 let.

Stroški zamenjave razsvetljave:	1.800,00 EUR
Prihranki električne energije:	203,70 EUR/a
Vračilni rok naložbe:	8,80 a

NSVD (pri 15 letni amortizacijski dobi in 4 % obrestni meri): 464,86 EUR.

9.3.4 Energetski monitoring

Da lahko stroške in porabo toplotne energije natančno spremljamo za vsako stavbo posebej in razdelimo stroške za ogrevanje in stroške za porabo tople sanitarne vode in ostale porabnike npr. prezračevanje,…, predlagamo vgradnjo merilnikov toplotne energije na posamezne ogrevne veje s pripadajočo krmilno-komunikacijsko tehnologijo za samodejno spremljanje obratovanja in rabe energije v stavbi. Na ta način imamo pod kontrolo celoten ogrevalni sistem in njegovo delovanje kontinuirano spremljamo in lahko z različnimi nastavitvami temperatur in urnikov obratovanja vplivamo na znižanje porabe toplotne in električne energije.

Višina naložbe za vzpostavitev energetskega monitoringa znaša 450,00 EUR. Poraba energije se neposredno z ukrepom ne zniža.

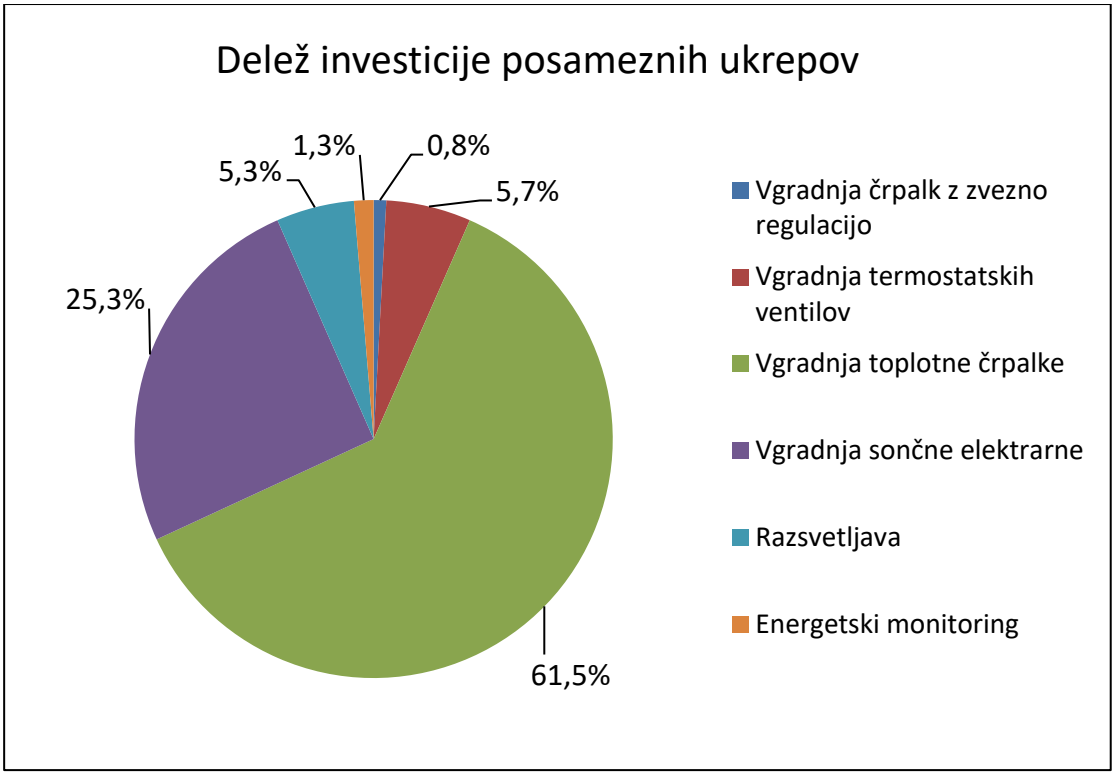
Strošek investicije v energetski monitoring:	450,00 EUR
Prihranki ogrevalne in električne energije:	0,00 EUR/a
Vračilni rok naložbe:	nedoločen

NSVD (pri 15 letni amortizacijski dobi in 4 % obrestni meri) je – 450,00 EUR.

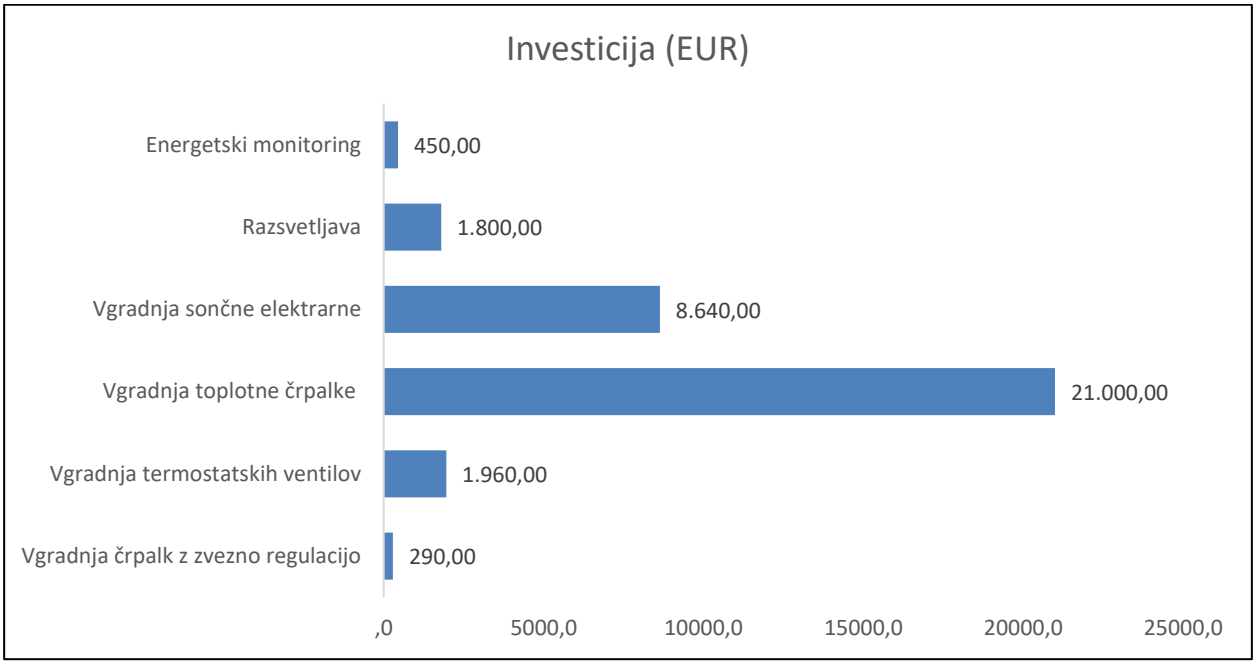
Deleži investicije in vračilne dobe ukrepov na sistemih in napravah so razvidni iz **preglednice 9.5** in **slik 9.5** do **9.7**.

Preglednica 9.5: Vpliv posameznega ukrepa na sistemih stavbe.

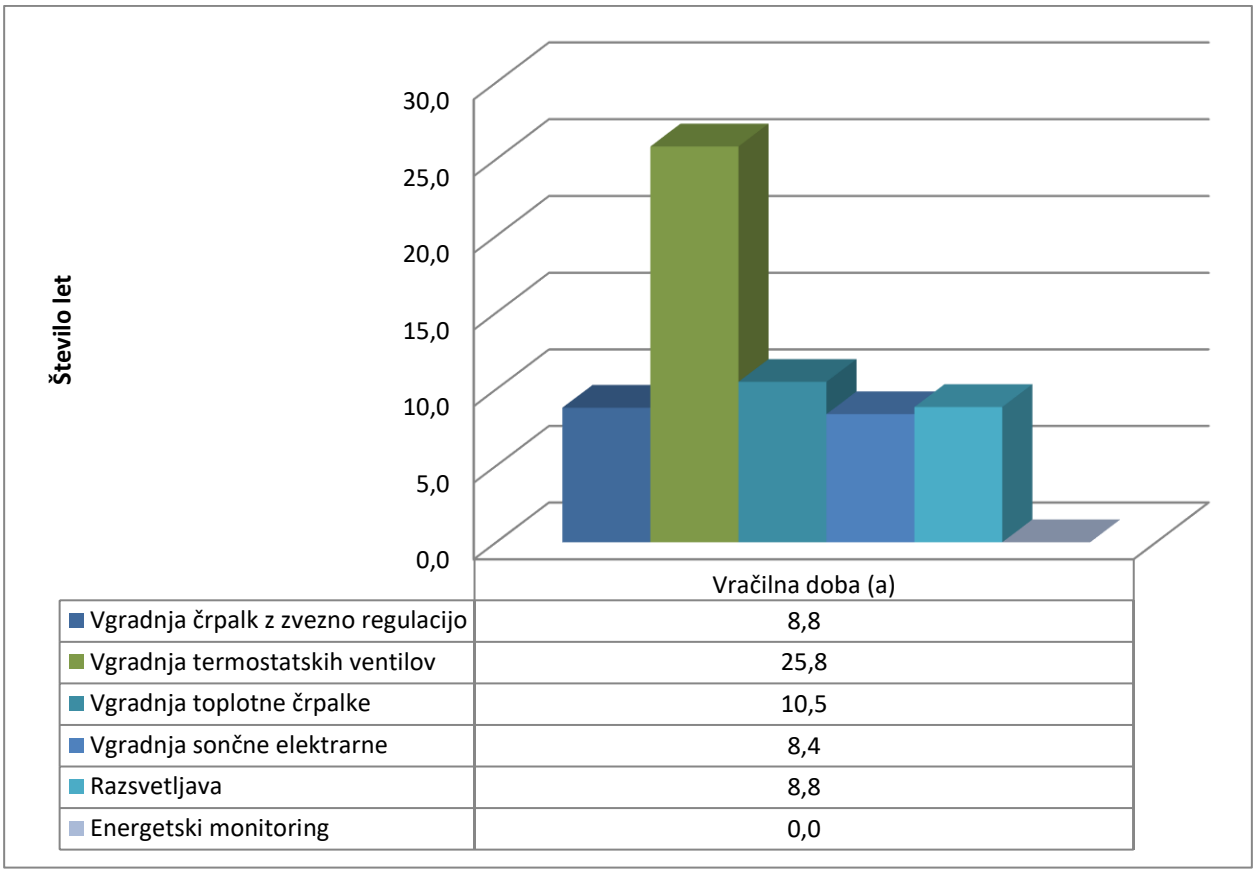
Predvideni ukrep na sistemih stavbe	Investicija (EUR)	Prihranki (EUR)	Odstotek (%)	Vračilna doba (a)
Vgradnja črpalk z zvezno regulacijo	290,00	32,99	0,8	8,8
Vgradnja termostatskih ventilov	1.960,00	75,90	5,7	25,8
Vgradnja toplotne črpalke	21.000,00	2.003,77	61,5	10,5
Vgradnja sončne elektrarne	8.640,00	1.032,00	25,3	8,4
Razsvetljava	1.800,00	203,70	5,3	8,8
Energetski monitoring	450,00	-	1,3	#DIV/0!
	34.140,00	**3.348,37**	**100**	**10,2**



Slika 9.5: Delež investicije posameznih ukrepov na sistemih stavbe.



Slika 9.6: Višina investicije posameznega ukrepa na sistemih stavbe.



Slika 9.7: Vračilna doba ukrepov.

10 ZAKLJUČEK

Vhodna dejanska toplotna energija znaša za obravnavana leta v povprečju 42.062 kWh/a, med tem ko znaša vhodna električna energija za obravnavana leta v povprečju 6.625 kWh/a. Nihanje porabe toplotne energije je predvsem odvisna od zunanjih temperatur v ogrevalni sezoni, od temperaturnega primanjkljaja za posamezno leto in uporabe stavbe. Z upoštevanjem prilagoditev delovanja stavbe po energetski prenovi znaša referenčna poraba dovedene toplotne energije 45.732 kWh/a in električne energije 6.625 kWh/a. Dejansko stanje rabe dovedene energije prikazuje **preglednica 10.1**, normirano stanje pa **preglednica 10.2.**

Preglednica 10.1: Raba dejansko dovedene energije in energijska števila.

Leto	Električna energija (kWh/a)	Dejanska toplotna energija (kWh/a)	Skupaj (kWh/a)	Skupno energijsko število (kWh/m^{2}a)	Energijsko število ELEKTRIKA (kWh/m2a)	Energijsko število TOPLOTA (kWh/m2a)
2021	7.756	46.465	54.221	143,06	20,46	122,60
2022	6.622	42.062	48.684	128,45	17,47	110,98
2023	5.498	37.659	43.157	113,87	14,51	99,36
Povprečno	**6.625**	**42.062**	**48.687**	**128,46**	**17,48**	**110,98**

Preglednica 10.2: Normirana raba dovedene energije in energijska števila.

Leto	Električna energija (kWh/a)	Normirana toplotna energija (kWh/a)	Skupaj (kWh/a)	Skupno energijsko število (kWh/m^{2}a)	Energijsko število ELEKTRIKA (kWh/m2a)	Energijsko število TOPLOTA (kWh/m2a)
2021	7.756	49.224	56.980	150,34	20,46	129,88
2022	6.622	44.275	50.897	134,29	17,47	116,82
2023	5.498	43.697	49.195	129,80	14,51	115,29
Povprečno	**6.625**	**45.732**	**52.357**	**138,15**	**17,48**	**120,67**

10.1 Predlagani ukrepi

V nadaljevanju predlagani investicijski ukrepi prispevajo k znižanju porabe energije za ogrevanje stavbe in s tem stroškov.

Ukrepi ovoja stavbe

V nadaljevanju opisani ukrepi na ovoju stavbe lahko dodatno prispevajo k znižanju porabe energije za ogrevanje in s tem stroškov.

Ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti tehničnih stavbnih sistemov

Tehnični stavbni sistemi predstavljajo klimatske naprave, hladilne naprave, ventilatorji, prezračevalni sistemi, črpalke, ogrevalni sistemi, sistemi za pripravo tople sanitarne vode in razsvetljava.

Energetsko učinkovitost v stavbah je težko definirati vendar se v osnovi deli na dva koncepta, tehnični in subjektivni del. Inženir bo iz tehničnega vidika zagotovil sistem na osnovi omejitve z opremo. Ostali udeleženci – uporabniki bodo bolj ali manj učinkovito uporabljali vgrajene sisteme v objektih.
V Sloveniji ni predpisanega postopka usposobitve objekta, kar pomeni spremljanje in optimiranje nastavitev vgrajene opreme v določenem obdobju najmanj dveh let, da se zagotovijo optimalne bivalne razmere ob najmanjši možni porabi energije. Na ta način je možno veliko prihraniti ob minimalnem vlaganju.
Povečana energetska učinkovitost je dosežena takrat, kadar:

- se zmanjša vhodna energija za enak nivo oskrbe ali
- se poveča oskrba pri enaki količini vhodne dovedene energije.

Energetska učinkovitost (v bolj subjektivnem smislu) je relativna varčnost ali potratnost, pri čemer se vhodna energija uporablja za zagotavljanje dobrin in storitev.
Izmed nabora ukrepov smo izločili ukrepe, ki jih je smiselno izvesti v okviru energetske sanacije stavbe. V nadaljevanju predlagani ukrepi lahko dodatno prispevajo k znižanju porabe energije za delovanje stavbe in s tem stroškov.

Ukrepi OVE
Z namenom prehoda iz fosilnih na obnovljive vire energije, je med ukrepi predlagana vgradnja toplotne črpalke sistema zrak/voda.

V **preglednic 10.3** so prikazani izračuni prihrankov energije po izvedenih posameznih ukrepih energetski prenovi stavbe. Z realizacijo vseh predlaganih investicijskih ukrepov, se bo energijsko število toplote znižalo, energijsko število elektrike pa povečalo zaradi prehoda na ogrevanje s toplotno črpalko. Odstotek prihranka končne energije predlaganih inevsticijskih ukrepov znaša 56,60 % kot je prikazano v **preglednici 10.4**.

Preglednica 10.3: Energijska števila po celoviti prenovi stavbe glede na predlagane ukrepe.

Št.	Predlagani ukrepi	Znižanje porabe energije (kWh/a)		Znižanje energijskega števila (kWh/m^2,a)		Skupno EŠ energijsko število po rekonstrukciji (kWh/m2,a)	Poraba toplotne energije po izvedbi ukrepa Qf (kWh)	Poraba električne energije po izvedbi ukrepa Wf (kWh)
		Toplotna energija	Električna energija	Toplotna energija	Električna energija			
	Računski model pred sanacijo						*116.540*	
	Referenčna vrednost pred sanacijo	(Op.: izračunana poraba energije ogrevanja)				138,15	45.732	6.625
1	Toplotna izolacija fasade	17.487	0	46,1	0,0	92,01	28.245	6.625
2	Zamenjava stavbnega pohištva	4.462	0	11,8	0,0	80,23	23.783	6.625
3	Toplotna izolacija stropov proti podstrešju	6.260	0	16,5	0,0	63,72	17.523	6.625
4	Toplotna izolacija stropov nad kletjo	1.331	0	3,5	0,0	60,21	16.193	6.625
10	Vgradnja črpalk z zvezno regulacijo	0	133	0,0	0,3	59,86	16.193	6.493
11	Vgradnja termostatskih ventilov	486	0	1,3	0,0	58,57	15.707	6.493
13	Vgradnja toplotne črpalke	1.257	-2.597	3,3	-6,9	62,11	14.450	9.090
19	Razsvetljava	0	818	0,0	2,2	59,95	14.450	8.272
21	Energetski monitoring	0	0	0,0	0,0	59,95	14.450	8.272
	SKUPAJ	**31.282**	**-1.647**	**82,5**	**-4,3**	**59,95**	**14.450**	**8.272**

Preglednica 10.4: Energijska števila – povzetek rezultatov energijskega modeliranja.

	Skupno energijsko število po rekonstrukciji	Specifična poraba toplotne energije	Specifična poraba električne energije
Energijsko število pred sanacijo (kWh/m2,a)	138,15	120,67	17,48
Energijsko število po sanaciji (kWh/m2,a)	59,95	38,13	21,83
Razlika EŠ (kWh/m2)	78,19	82,54	-4,34
Odstotek prihranka (%)	**56,60**	**68,40**	**-24,85**

V **preglednici 10.5** in **10.6** je prikazana letna poraba toplotne in električne energije pred in po prenovi stavbe z izračunom izpustov CO2. V **preglednici 10.7** so prikazani kazalniki energetske prenove stavbe.

Preglednica 10.5: Dejansko stanje stavbe pred ukrepi.

Povprečna letna raba energije in izpusti CO2 - OBSTOJEČE	Električna energija (kWh/a)	Toplotna energija (kWh/a)	Skupaj (kWh/a)	Skupno energijsko število (kWh/m²a)	Energijsko število ELEKTRIKA (kWh/m2a)	Energijsko število TOPLOTNO (kWh/m2a)	Emisije CO2 (t)
Dejansko povprečje	6.625	42.062	48.687	128,46	17,48	110,98	12,29
Normirano povprečje	6.625	45.732	52.357	138,15	17,48	120,67	13,08

Preglednica 10.6: Sanirano stanje stavbe po izbranih ukrepih.

Povprečna letna raba energije in izpusti CO2 - SANIRANO	Električna energija (kWh/a)	Toplotna energija (kWh/a)	Skupaj (kWh/a)	Skupno energijsko število (kWh/m²a)	Energijsko število ELEKTRIKA (kWh/m2a)	Energijsko število TOPLOTNO (kWh/m2a)	Emisije CO2 (t)	ZNIŽANJE EMISIJ CO2
Dejansko povprečje	8.272	13.291	21.562	56,89	21,83	35,07	6,22	6,07
Normirano povprečje	8.272	14.450	22.722	59,95	21,83	38,13	6,41	6,67

Preglednica 10.7: Podatki za izračun kazalnikov energetske prenove.

Prihranek končne energije »dejanski« in »virtualni« skupaj:	29.635,00 kWh/a
»Dejanski« prihranek končne energije:	29.635,00 kWh/a
»Virtualni« prihranek končne energije:	0,00 kWh/a
Neto tlorisna površina stavbe:	569,00 m2
Uporabna površina stavbe:	379,00 m2
Kondicionirana površina stavbe:	379,00 m2
Povečanje proizvodnje energije iz OVE po prenovi:	19.053,00 kWh/a
Poraba končne energije (toplota + EE) po prenovi:	22.722,00 kWh/a

10.2 Ekonomska analiza

Investicije v dane ukrepe za zniževanje porabe energije presojamo glede na trenutno stanje, predvsem na dejanske stroške energije. Ekonomsko upravičen ukrep je vsak ukrep, ki lahko zagotovi želeno energetsko storitev po nižjih stroških od obstoječih. *Neto sedanja vrednost donosa* (NSVD) je merilo za presojanje smiselnosti projekta. Če je NSVD pozitivna, pomeni, da bodo bodoči donosi pokrili sedanji investicijski vložek. *Doba vračanja* (VR) je kriterij, ki nam pove čas, potreben za povrnitev naložbe. Analiza VR ne omogoča končnih sklepov glede stroškovne (ne)upravičenosti naložbe, ker ne upošteva prihrankov, ki nastanejo po dobi vračanja. Analiza je uporabna za presojo naložbenega tveganja, ne pa za presojo ekonomske upravičenosti naložbe.

V **preglednici 10.8** je prikazana ekonomska analiza predlaganih investicijskih ukrepov.

Preglednica 10.8: Vračilni roki, NSVD, doba financiranja, ISD za investicijske ukrepe.

Investicijski ukrep	*I* *(EUR)*	*F* *(EUR/a)*	*VR* *(a)*	*NSVD* *(EUR)*	*Doba financiranja* *(let)*	*ISD* *(%)*
Toplotna izolacija fasade	31.655,00	2.732,23	11,6	-1.277,02	15	3,42%
Zamenjava stavbnega pohištva	20.160,00	697,13	28,9	-12.409,05	15	-7,27%
Toplotna izolacija stropov proti podstrešju	9.690,00	978,13	9,9	1.185,18	15	5,70%
Toplotna izolacija stropov nad kletjo	3.302,00	207,91	15,9	-990,35	15	-0,71%
Vgradnja črpalk z zvezno regulacijo	290,00	32,99	8,8	76,84	15	7,57%
Vgradnja termostatskih ventilov	1.960,00	75,90	25,8	-1.116,11	15	-6,13%
Vgradnja toplotne črpalke	21.000,00	2.003,77	10,5	1.278,67	15	4,86%
Vgradnja sončne elektrarne	8.640,00	1.032,00	8,4	2.834,18	15	8,36%
Razsvetljava	1.800,00	203,70	8,8	464,86	15	7,48%
Energetski monitoring	450,00	0,00	-	-450,00	15	-
SKUPAJ NALOŽBA	**98.947,00**	**7.963,76**	**12,4**	**-10.402,81**	**15**	**2,45%**

Legenda okrajšav:
I – investicija
F – prihranek stroškov
VR - vračilna doba naložbe.
NSVD - neto sedanja vrednost donosa (diskontirana vrednost prihrankov) v življenjski dobi projekta.
ISD - interna stopnja donosnosti

V **preglednici 10.9** so izračunani prihranki energije, vrednosti znižanja emisij CO_2 in stroškov, skupni znesek investicije in povprečni vračilni rok.

Preglednica 10.9: Povzetek vseh predlaganih ukrepov.

Letni prihranek toplote z investicijskimi ukrepi	kWh	31.282	68,4%
Letni prihranek elektrike z investicijskimi ukrepi	kWh	-1.647	-24,9%
Skupno znižanje emisij CO_2	ton	6,67	51,0%
Skupno znižanje (+) / povečanje (-) stroškov na letni ravni	EUR	7.963,76	90,5%
- električna energija	EUR	622,02	37,7%
- toplotna energija energenta	EUR	7.341,74	100,0%
Skupni znesek investicij	EUR	98.947,00	
Povprečni vračilni rok investicijskih ukrepov	let (a)	12,4	

11 PRILOGE

11.1 Rezultati ekonomske analize predlaganih ukrepov URE

Vračilni rok naložbe nam pove, v kolikem času prihranki pokrijejo investicijo.

S pomočjo **neto sedanje vrednosti donosa** in **interne stopnje donosnosti** smo ugotavljali, kateri ukrep energetske sanacije je smiselno izpeljati s stališča višine investicije in njenih donosov (v našem primeru količinsko in denarno ovrednotenih prihrankov energentov).

Finančno donosnost investicije lahko presojamo na podlagi ocenjene finančne neto sedanje vrednosti in finančne interne stopnje donosnosti investicije (NSVf/S in ISDf/S). Ti kazalniki pokažejo zmožnost neto prihodkov, da povrnejo stroške investicije, ne glede na to, kako so ti financirani. Da za projekt lahko zaprosimo za prispevek iz skladov, mora biti NSVf/S negativna, ISDf/S pa nižja od diskontne stopnje, ki smo jo uporabili v analizi.

V kolikor za projekt ne moremo pričakovati subvencij je za investitorja smiselno investirati le v ukrepe pri katerih dosega pozitivno NSVf/S in, ki imajo hkrati ISDf/S večjo od finančne diskontne stopnje (v našem primeru 4 %).

Ob pripravi ekonomske analize smo upoštevali dve varianti in sicer varianto, ko investitor nosi celotne stroške investicije sam (varianta brez subvencije) ter varianto pri kateri investitor dobi sofinanciranje v višini 85 % (**preglednice** od **11.1** do **11.9**).

Preglednica 11.1: Ekonomski izračun za ukrep zamenjava stavbnega pohištva.

Zamenjava stavbnega pohištva	Brez subvencije		S subvencijo	
DINAMIČNO VREDNOTENJE				
LETO	2024		2024	
OBRESTNA MERA	4	%	4	%
AMORTIZACIJSKA DOBA	15	a	15	a
DAVEK NA DOBIČEK	0	%	0	%
VREDNOST NALOŽBE	20.160,00	EUR	20.160,00	EUR
SUBVENCIJA V %	0	%	85%	
VIŠINA SUBVENCIJE	0	EUR	17.136,00	EUR
STROŠKI NALOŽBE INVESTITORJA	20.160,00	EUR	3.024,00	EUR
SKUPNI LETNI BRUTO PRIHRAHKI OBRATOVALNIH STROŠKOV	697	EUR/a	697	EUR/a
LETNI ODPIS	1.344	EUR/a	1.344	EUR/a
LETNA AMORTIZACIJA	1.344	EUR/a	1.344	EUR/a
DODATNI LETNI TOK DENARJA	697	EUR/a	697	EUR/a
VRAČILNI ROK NALOŽBE	28,9	a	4,3	a
NSVD	-12.409	EUR	4.727	EUR
ISD	-7,27	%	21,87	%

Preglednica 11.2: Ekonomski izračun za ukrep izolacija stropa proti neogrevanemu podstrešju.

Toplotna izolacija stropov proti podstrešju	Brez subvencije		S subvencijo	
DINAMIČNO VREDNOTENJE				
LETO	2024		2024	
OBRESTNA MERA	4	%	4	%
AMORTIZACIJSKA DOBA	15	a	15	a
DAVEK NA DOBIČEK	0	%	0	%
VREDNOST NALOŽBE	9.690,00	EUR	9.690,00	EUR
SUBVENCIJA V %	0	%	85%	
VIŠINA SUBVENCIJE	0	EUR	8.236,50	EUR
STROŠKI NALOŽBE INVESTITORJA	9.690,00	EUR	1.453,50	EUR
SKUPNI LETNI BRUTO PRIHRAHKI OBRATOVALNIH STROŠKOV	978	EUR/a	978	EUR/a
LETNI ODPIS	646	EUR/a	646	EUR/a
LETNA AMORTIZACIJA	646	EUR/a	646	EUR/a
DODATNI LETNI TOK DENARJA	978	EUR/a	978	EUR/a
VRAČILNI ROK NALOŽBE	9,9	a	1,5	a
NSVD	1.185	EUR	9.422	EUR
ISD	5,70	%	67,26	%

Preglednica 11.3: Ekonomski izračun za ukrep toplotna izolacija fasade.

Toplotna izolacija fasade	Brez subvencije		S subvencijo	
DINAMIČNO VREDNOTENJE				
LETO	2024		2024	
OBRESTNA MERA	4	%	4	%
AMORTIZACIJSKA DOBA	15	a	15	a
DAVEK NA DOBIČEK	0	%	0	%
VREDNOST NALOŽBE	31.655,00	EUR	31.655,00	EUR
SUBVENCIJA V %	0	%	85%	
VIŠINA SUBVENCIJE	0	EUR	26.906,75	EUR
STROŠKI NALOŽBE INVESTITORJA	31.655,00	EUR	4.748,25	EUR
SKUPNI LETNI BRUTO PRIHRAHKI OBRATOVALNIH STROŠKOV	2.732	EUR/a	2.732	EUR/a
LETNI ODPIS	2.110	EUR/a	2.110	EUR/a
LETNA AMORTIZACIJA	2.110	EUR/a	2.110	EUR/a
DODATNI LETNI TOK DENARJA	2.732	EUR/a	2.732	EUR/a
VRAČILNI ROK NALOŽBE	11,6	a	1,7	a
NSVD	-1.277	EUR	25.630	EUR
ISD	3,42	%	57,48	%

Preglednica 11.4: Ekonomski izračun za ukrep izolacija stropov nad kletjo.

Toplotna izolacija stropov nad kletjo	Brez subvencije		S subvencijo	
DINAMIČNO VREDNOTENJE				
LETO	2024		2024	
OBRESTNA MERA	4	%	4	%
AMORTIZACIJSKA DOBA	15	a	15	a
DAVEK NA DOBIČEK	0	%	0	%
VREDNOST NALOŽBE	3.302,00	EUR	3.302,00	EUR
SUBVENCIJA V %	0	%	85%	
VIŠINA SUBVENCIJE	0	EUR	2.806,70	EUR
STROŠKI NALOŽBE INVESTITORJA	3.302,00	EUR	495,30	EUR
SKUPNI LETNI BRUTO PRIHRAHKI OBRATOVALNIH STROŠKOV	208	EUR/a	208	EUR/a
LETNI ODPIS	220	EUR/a	220	EUR/a
LETNA AMORTIZACIJA	220	EUR/a	220	EUR/a
DODATNI LETNI TOK DENARJA	208	EUR/a	208	EUR/a
VRAČILNI ROK NALOŽBE	15,9	a	2,4	a
NSVD	-990	EUR	1.816	EUR
ISD	-0,71	%	41,75	%

Preglednica 11.5: Ekonomski izračun za ukrep hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema.

Vgradnja termostatskih ventilov	Brez subvencije		S subvencijo	
DINAMIČNO VREDNOTENJE				
LETO	2024		2024	
OBRESTNA MERA	4	%	4	%
DOBA FINANCIRANJA	15	a	15	a
DAVEK NA DOBIČEK	0	%	0	%
VREDNOST NALOŽBE	1.960,00	EUR	1.960,00	EUR
SUBVENCIJA V %	0	%	85%	
VIŠINA SUBVENCIJE	0	EUR	1.666,00	EUR
STROŠKI NALOŽBE INVESTITORJA	1.960,00	EUR	294,00	EUR
SKUPNI LETNI BRUTO PRIHRAHKI OBRATOVALNIH STROŠKOV	76	EUR/a	76	EUR/a
LETNI ODPIS	131	EUR/a	131	EUR/a
LETNA AMORTIZACIJA	131	EUR/a	131	EUR/a
DODATNI LETNI TOK DENARJA	76	EUR/a	76	EUR/a
VRAČILNI ROK NALOŽBE	25,8	a	3,9	a
NSVD	-1.116	EUR	550	EUR
ISD	-6,13	%	24,90	%

Preglednica 11.6: Ekonomski izračun za ukrep vgradnja črpalk z zvezno regulacijo.

Vgradnja črpalk z zvezno regulacijo	Brez subvencije		S subvencijo	
DINAMIČNO VREDNOTENJE				
LETO	2024		2024	
OBRESTNA MERA	4	%	4	%
DOBA FINANCIRANJA	15	a	15	a
DAVEK NA DOBIČEK	0	%	0	%
VREDNOST NALOŽBE	290,00	EUR	290,00	EUR
SUBVENCIJA V %	0	%	85%	
VIŠINA SUBVENCIJE	0	EUR	246,50	EUR
STROŠKI NALOŽBE INVESTITORJA	290,00	EUR	43,50	EUR
SKUPNI LETNI BRUTO PRIHRAHKI OBRATOVALNIH STROŠKOV	33	EUR/a	33	EUR/a
LETNI ODPIS	19	EUR/a	19	EUR/a
LETNA AMORTIZACIJA	19	EUR/a	19	EUR/a
DODATNI LETNI TOK DENARJA	33	EUR/a	33	EUR/a
VRAČILNI ROK NALOŽBE	8,8	a	1,3	a
NSVD	77	EUR	323	EUR
ISD	7,57	%	75,83	%

Preglednica 11.7: Ekonomski izračun za ukrep vgradnja toplotne črpalke.

Vgradnja toplotne črpalke	Brez subvencije		S subvencijo	
DINAMIČNO VREDNOTENJE				
LETO	2024		2024	
OBRESTNA MERA	4	%	4	%
DOBA FINANCIRANJA	15	a	15	a
DAVEK NA DOBIČEK	0	%	0	%
VREDNOST NALOŽBE	21.000,00	EUR	21.000,00	EUR
SUBVENCIJA V %	0	%	85%	
VIŠINA SUBVENCIJE	0	EUR	17.850,00	EUR
STROŠKI NALOŽBE INVESTITORJA	21.000,00	EUR	3.150,00	EUR
SKUPNI LETNI BRUTO PRIHRAHKI OBRATOVALNIH STROŠKOV	2.004	EUR/a	2.004	EUR/a
LETNI ODPIS	1.400	EUR/a	1.400	EUR/a
LETNA AMORTIZACIJA	1.400	EUR/a	1.400	EUR/a
DODATNI LETNI TOK DENARJA	2.004	EUR/a	2.004	EUR/a
VRAČILNI ROK NALOŽBE	10,5	a	1,6	a
NSVD	1.279	EUR	19.129	EUR
ISD	4,86	%	63,57	%

Preglednica 11.8: Ekonomski izračun za ukrep vgradnja sončne elektrarne.

Vgradnja sončne elektrarne	Brez subvencije		S subvencijo	
DINAMIČNO VREDNOTENJE				
LETO	2024		2024	
OBRESTNA MERA	4	%	4	%
DOBA FINANCIRANJA	15	a	15	a
DAVEK NA DOBIČEK	0	%	0	%
VREDNOST NALOŽBE	8.640,00	EUR	8.640,00	EUR
SUBVENCIJA V %	0	%	30%	
VIŠINA SUBVENCIJE	0	EUR	2.592,00	EUR
STROŠKI NALOŽBE INVESTITORJA	8.640,00	EUR	6.048,00	EUR
SKUPNI LETNI BRUTO PRIHRAHKI OBRATOVALNIH STROŠKOV	1.032	EUR/a	1.032	EUR/a
LETNI ODPIS	576	EUR/a	576	EUR/a
LETNA AMORTIZACIJA	576	EUR/a	576	EUR/a
DODATNI LETNI TOK DENARJA	1.032	EUR/a	1.032	EUR/a
VRAČILNI ROK NALOŽBE	8,4	a	5,9	a
NSVD	2.834	EUR	5.426	EUR
ISD	8,36	%	14,95	%

Preglednica 11.9: Ekonomski izračun za ukrep energetski monitoring.

Energetski monitoring	Brez subvencije		S subvencijo	
DINAMIČNO VREDNOTENJE				
LETO	2024		2024	
OBRESTNA MERA	4	%	4	%
DOBA FINANCIRANJA	15	a	15	a
DAVEK NA DOBIČEK	0	%	0	%
VREDNOST NALOŽBE	450,00	EUR	450,00	EUR
SUBVENCIJA V %	0	%	85%	
VIŠINA SUBVENCIJE	0	EUR	382,50	EUR
STROŠKI NALOŽBE INVESTITORJA	450,00	EUR	67,50	EUR
SKUPNI LETNI BRUTO PRIHRAHKI OBRATOVALNIH STROŠKOV	-	EUR/a	-	EUR/a
LETNI ODPIS	30	EUR/a	30	EUR/a
LETNA AMORTIZACIJA	30	EUR/a	30	EUR/a
DODATNI LETNI TOK DENARJA	-	EUR/a	-	EUR/a
VRAČILNI ROK NALOŽBE	#DIV/0!	a	#DIV/0!	a
NSVD	-450	EUR	-68	EUR
ISD	#NUM!	%	#NUM!	%

Preglednica 11.10: Ekonomski izračun za ukrep zamenjava razsvetljave.

Razsvetljava	Brez subvencije		S subvencijo	
DINAMIČNO VREDNOTENJE				
LETO	2024		2024	
OBRESTNA MERA	4	%	4	%
DOBA FINANCIRANJA	15	a	15	a
DAVEK NA DOBIČEK	0	%	0	%
VREDNOST NALOŽBE	1.800,00	EUR	1.800,00	EUR
SUBVENCIJA V %	0	%	30%	
VIŠINA SUBVENCIJE	0	EUR	540,00	EUR
STROŠKI NALOŽBE INVESTITORJA	1.800,00	EUR	1.260,00	EUR
SKUPNI LETNI BRUTO PRIHRAHKI OBRATOVALNIH STROŠKOV	204	EUR/a	204	EUR/a
LETNI ODPIS	120	EUR/a	120	EUR/a
LETNA AMORTIZACIJA	120	EUR/a	120	EUR/a
DODATNI LETNI TOK DENARJA	204	EUR/a	204	EUR/a
VRAČILNI ROK NALOŽBE	8,8	a	6,2	a
NSVD	465	EUR	1.005	EUR
ISD	7,48	%	13,86	%

11.2 Predstavitev posameznih ukrepov

Naziv ukrepa: Zamenjava stavbnega pohištva

Opis ukrepa:
Na stavbi je vgrajeno energijsko neučinkovito stavbno pohištvo z lesenimi okenskimi profili in potrebno prenove skladno z zahtevami PURES-a.

Predlog izvedbe:

- ✓ demontaža in montaža vseh oken v skupni izmeri 49,0 m^2 z novimi s faktorjem toplotne prehodnosti U = 0,9 W/m^2K.
- ✓ demontaža in montaža vhodnih vrat izmeri 7,0 m^2 z novimi s faktorjem toplotne prehodnosti U = 1,4 W/m^2K.
- ✓ Vgradnja celotnega stavbenga pohištva se naj izvede skladno s smernicami RAL vgradnje.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	4,462 MWh/a

Predpostavljeno zmanjšanje stroškov:	697,13 EUR/a

Skupni stroški investicije:	20.160,00 EUR	**Vračilna doba:**	28,90 a

Terminski plan uvajanja v mesecih:

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

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

Naziv ukrepa: Izolacija stropa proti neogrevanemu podstrešju

Opis ukrepa:
Veliki delež toplotnih izgub na stavbi predstavljajo izgube skozi stropne konstrukcije, saj so le te v večini primerov neustrezno izolirane.Takšne stropne konstrukcije posledično predstavljajo odličen potencial za energijske prihranke. Strop nad hladnim podstrešjem je lesene izvedbe in neizoliran.

Predlog izvedbe:

- ✓ Za strop v izmeri 255,0 m^2 se predlaga položitev mehke toplotne izolacije iz steklene volne, debeline 24 cm (λ = 0,037 W/m·K) ter zaščita s paropropustno folijo.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	6,26 MWh/a

Predpostavljeno zmanjšanje stroškov:	978,13 EUR/a

Skupni stroški investicije:	9.690,00 EUR	**Vračilna doba:**	9,90 a

Terminski plan uvajanja v mesecih:

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

Težavnost: (<u>nizka</u>, srednja, visoka) **Tveganje:** (nizko, <u>srednje</u>, visoko)

Naziv ukrepa: Toplotna izolacija fasade

Opis ukrepa:
Fasadne stene stavbe so opečne gradnje debeline 55 cm ter znotraj in zunaj ometane z apneno cementnim ometom. Na fasadnih stenah stavbe ni nameščene toplotne izolacije. Predlaga se izvedba tankoslojne kontaktne fasade z izolacijo iz kamene volne.

Predlog izvedbe:

- ✓ 487,0 m^2 tankoslojne kontaktne fasade iz mineralne volne, debeline 18,0 cm (λ = 0,035 W/m·K) z armirno mrežico, zaključnim slojem in vsemi pomožnimi deli.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	17,48 MWh/a

Predpostavljeno zmanjšanje stroškov:	2.732,23 EUR/a

Skupni stroški investicije: 31.655,00 EUR **Vračilna doba:** 11,60 a

Terminski plan uvajanja v mesecih:

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

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

Naziv ukrepa: Izolacija stropa nad kletjo

Opis ukrepa:
Večji del stavbe je podkletjen s prostori, ki niso v uporabi in zato tudi niso grevani, kar pomeni, da se hladen zrak prevaja skozi stropno ploščo in posledično ohlaja protore pritlične etaže. Da bi preprečili prehod hladnega zraka iz kletnih prostorov se predlaga izolacija stropov nad kletjo in se s tem zadostijo mejne vrednosti toplotne prehodnosti konstrukcije skladno s pravilnikom PURES-3.

Predlog izvedbe:

- ✓ 127,0 m^2 toplotne izolacije iz EPS, debeline 10,0 cm (λ = 0,039 W/mK) z vsemi zaključnimi deli.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	1,331 MWh/a

Predpostavljeno zmanjšanje stroškov:	207,91 EUR/a

Skupni stroški investicije: 3.302,00 EUR **Vračilna doba:** 15,90 a

Terminski plan uvajanja v mesecih:

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

Težavnost: (<u>nizka</u>, srednja, visoka) **Tveganje:** (nizko, <u>srednje</u>, visoko)

Naziv ukrepa: Vgradnja termostatskih ventilov

Opis ukrepa V stavbi je skupno vgrajenih 35 ploščnih aluminijastih radiatorjev z vgrajenimi navadnimi in termostatskimi regulacijskimi ventili. Predlagamo zamenjavo vseh radiatorskih ventilov z termostatskimi ventili in termostatskimi glavami za javne prostore z veliko histerezo, kar pomeni, da se naj počasi prilagajajo nastavljeni temperaturi v primeru kratkotrajnih prezračevanj (5 minut). Imeti morajo certifikat za uporabo v javnih stavbah, da so odporni proti vandalizmu in prenastavljanju. Z vgradnjo takšnih termostatskih ventilov preprečimo spreminjanje temperature v prostoru vsem osebam, ki uporabljajo prostor. Po vgraditvi termostatskih ventilov je potrebno izvesti še hidravlično uravnoteženje radiatorskega sistema, s katerim se zagotovijo optimalni pretoki in diferenčni tlaki ogrevnega medija za celoten radiatorski sistem. Da ne posegamo v ostale elemente cevnih razvodov je priporočljivo vgraditi radiatorske ventile z avtomatsko omejitvijo pretoka. Takšni ventili imajo integriran omejevalnik pretoka, ki prepreči prevelike pretoke. Želen pretok nastavimo neposredno na samem ventilu z zasukom. Nastavljena vrednost ne bo presežena četudi se spremeni obremenitev sistema zaradi zapiranja ventilov ali jutranjega zagona.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	0,486 MWh/a

Predpostavljeno zmanjšanje stroškov:	75,90 EUR/a

Skupni stroški investicije:	1.960,00 EUR	**Vračilna doba:**	25,80 a

Terminski plan uvajanja v mesecih:

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

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

Naziv ukrepa: Vgradnja zvezno delujočih obtočnih črpalk

Opis ukrepa:
Z vgradnjo termostatskih ventilov na radiatorjih nastane potreba po zvezno delujoči črpalki. Kot ukrep se predlaga vgradnja novih zvezno delujočih obtočnih črpalk na vse veje radiatorskega ogrevanja.
Ukrep je potreben zaradi preprečitve šumnosti in piskanja, ki jih povzročajo termostatski ventili pri delovanju navadnih črpalk, ki delujejo v določeni hitrosti. Zaradi zapiranja pretoka na ventilih naraste tlak, ki ga proizvede črpalka preko dovoljene meje, kjer prihaja do nezaželene šumnosti in nepotrebne porabe električne energije za transport ogrevalnega medija.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	0,133 MWh/a

Predpostavljeno zmanjšanje stroškov:	32,99 EUR/a

Skupni stroški investicije:	290,00 EUR	**Vračilna doba:**	8,80 a

Terminski plan uvajanja v mesecih:

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

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

Naziv ukrepa: Vgradnja toplotne črpalke za ogrevanje stavbe

Opis ukrepa:
Z vidika zagotavlajnja deleža OVE na stavbi skladno z zahtevami PURES-a in je vgradnja toplotne črpalke tehnično edina sprejemljiva varianta, čeprav stroškovno ni optimalna, saj bo povečala stroške za ogrevanje zaradi povečane rabe električne energije in morebitne priključne električne moči. Predlagamo vgradnjo toplotne črpalke zrak/voda grelne moči 14 kW z vso pripadajočo hidravlično in varnostno opremo ter navezavo do kotlovnice na obstoječe ogrevalne razvode. S toplotno črpako se tudi zagotovi priprava tople sanitarne vode v bojlerju volumna 500 litrov.
Pred vgradnjo toplotne črpalke je potrebno preveriti ali stavba razpolaga z zadostno električno priključno močjo. V kolikor ni zadostna je potrebno z elektro distributerjem (Elektro Maribor) urediti povečanje priključne moči.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe toplotne energije:	1,257 MWh/a
Predpostavljeno povečanje rabe električne energije:	2,597 MWh/a

Predpostavljeno zmanjšanje stroškov:	2.003,77 EUR/a

Skupni stroški investicije: 21.000,00 EUR **Vračilna doba:** 10,50 a

Terminski plan uvajanja v mesecih:

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

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

Naziv ukrepa: Vgradnja sončne elektrarne

Opis ukrepa:
Z vgradnjo toplotne črpalke se bo na stavbi povečala poraba električne energije, kar pomeni, da bi bilo smiselno vraditi sončno elektrarno. V primeru pridobljenega soglasja od sistemskega operaterja distribucijskega omrežja z električno energijo (ELES) za priključitev proizvodne naprave v elektro omrežje se vgradi sončna elektrarna na streho stavbe. Proizvodna naprava nazivne priljučne moči cca 7,2 kW bi vključevala vgradnjo 16 solarnih monokristalnih modulov iz kaljenega stekla, zaščite IP67, razsmernika ter vso ostalo opremo za nemoteno delovanje naprave.

Predpostavljeno zmanjšanje stroškov:	1.032,00 EUR/a

Skupni stroški investicije:	8.640,00 EUR	**Vračilna doba:**	8,40 a

Terminski plan uvajanja v mesecih:

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

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

Naziv ukrepa: Vgradnja energetskega monitoringa

Opis ukrepa:
Da lahko stroške in porabo toplotne energije natančno spremljamo za vsako stavbo posebej in razdelimo stroške za ogrevanje in stroške za porabo tople sanitarne vode in ostale porabnike npr. prezračevanje,…, predlagamo vgradnjo merilnikov toplotne energije na posamezne ogrevne veje s pripadajočo krmilno-komunikacijsko tehnologijo za samodejno spremljanje obratovanja in rabe energije v stavbi. Na ta način imamo pod kontrolo celoten ogrevalni sistem in njegovo delovanje kontinuirano spremljamo in lahko z različnimi nastavitvami temperatur in urnikov obratovanja vplivamo na znižanje porabe toplotne in električne energije.
Centralno nadzorni sistem v kombinaciji z merilniki toplotne energije in merilniki električne energije omogoča popolni vpogled v obratovanje energetskih sistemov – predvsem spremljanja porabe energije in nadzora temperature prostorov. Zaradi kompleksnosti sistemov ogrevanja, hlajenja, …postaja individualen nadzor sistemov in njihovih podatkov težava, zato se s CNS povežejo sistemi na eno mesto, kjer se zbrani podatki lahko analizirajo. Glede na vgrajene sisteme se po izvedbi izdela načrt merjena in kontrole prihrankov energije ter ostalih učinkov skladno z IPMVP (Mednarodni protokol za meritve delovanja in preverjanje), kateri tudi vključuje vsebino M&V poročila. Poročila M&V morajo biti pripravljena in predstavljena, kot je definirano v M&V načrtu.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	0,0 MWh/a

Predpostavljeno zmanjšanje stroškov:	0,0 EUR/a

Skupni stroški investicije: 450,00 EUR **Vračilna doba:** 0,0 a

Terminski plan uvajanja v mesecih:

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

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

Naziv ukrepa: Zamenjava razvetljave

Opis ukrepa:
Po pregledu celotne stavbe je bilo ugotovljeno, da je vgrajena razsvetljava energetsko manj učinkovita. Z ozirom na stanje razsvetljave predlagamo naslednjo prenovo:

- ✓ Zamenjavo obstoječih varčnih sijalk z novimi LED sijalkami 40 kom,
- ✓ Zamenjava se izvede po principu ena za ena, vsa električna inštalacija in način prižiganja ostane nespremenjeno.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	0,818 MWh/a

Predpostavljeno zmanjšanje stroškov:	203,70 EUR/a

Skupni stroški investicije:	1.800,00 EUR	**Vračilna doba:**	8,80 a

Terminski plan uvajanja v mesecih:

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

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