OBČINA ORMOŽ

RAZŠIRJENI ENERGETSKI PREGLED STANOVANJSKI BLOK ŽIGROVA ULICA

KONČNO POROČILO



Ptuj, september 2024

Naslov projekta:	RAZŠIRJENI ENERGETSKI PREGLED STANOVANJSKI BLOK ŽIGROVA ULICA
Objekt:	STANOVANJSKI BLOK ŽIGROVA ULICA Žigrova ulica 6a 2270 Ormož
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, september 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 Žigrova 6a 13

2.2 Skupna poraba energije in stroški 15

2.3 Stanje toplotnega ugodja in parametri notranjega okolja 15

3 UPRAVLJANJE S STAVBO 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 zemeljskega plina (krajše: ZP) 22

4.2.3 Poraba lesne biomase (polena) 24

4.2.4 Poraba vode 26

5 PREGLED NAPRAV ZA PRETVORBO ENERGIJE 27

5.1 Elektroenergetski sistem 27

5.2 Ogrevalni sistem 27

5.2.1 Kurilne naprave 27

5.2.2 Radiatorski sistem 28

5.3 Sistem prezračevanja 29

5.4 Vodovodni sistem 29

6 PREGLED RABE KONČNE ENERGIJE 30

6.1 Pregled rabe električne energije v stavbi Stara šola Runeč 30

6.2 Sistem razsvetljave 31

6.2.1 Zahteve kakovostne razsvetljave 31

6.2.2 Preverjanje kvantitete osvetlitve 31

6.3 Izračun potrebe toplote za ogrevanje stavbe 32

7 ANALIZA ENERGETSKIH TOKOV V STAVBI 34

7.1 Razdelitev porabe toplotne in električne energije v stavbi 34

III PREDLOGI IN ANALIZA UKREPOV ZA UČINKOVITO RABO ENERGIJE 36

8 ORGANIZACIJSKI UKREPI 36

8.1 Pregled in dopolnitev obstoječe dokumentacije 36

8.2 Skrbno ravnanje z energijo 36

9 INVESTICIJSKI UKREPI 38

9.1 Ukrepi na ovoju stavbe 39

9.1.1 Toplotna izolacija fasade 39

9.1.2 Zamenjava stavbnega pohištva 40

9.1.3 Izolacija stropa proti neogrevanemu podstrešju 40

9.1.4 Izolacija stropov nad kletjo 41

9.2 Ukrepi za povečanje izrabe obnovljivih virov: 44

9.2.1 Vgradnja sončne elektrarne 44

10 ZAKLJUČEK 45

10.1 Predlagani ukrepi 45

10.2 Ekonomska analiza 47

11 PRILOGE 49

11.1 Rezultati ekonomske analize predlaganih ukrepov URE 49

11.2 Predstavitev posameznih ukrepov 52

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica I. 1: Poraba in stroški toplotne energije za ogrevanje v stavbi Žigrova 6a. 9
Preglednica I. 2: Poraba in stroški električne energije ter vode v stavbi Žigrova 6a. 9
Preglednica I. 3: Organizacijski ukrepi in diagram poteka. 11
Preglednica I. 4: Investicije, prihranki in vračilni roki za investicijske ukrepe. 11

Preglednica 2.1: Splošni podatki o Občini Ormož. 13
Preglednica 2.2: Poraba toplotne energije po letih v stavbi Žigrova 6a. 15
Preglednica 2.3: Poraba električne energije in vode po letih v stavbi Žigrova 6a. 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 ZP po obravnavanih letih. 22
Preglednica 4.5: Normirana poraba ZP po obravnavanih letih. 22
Preglednica 4.6: Poraba lesne biomase po obravnavanih letih. 24
Preglednica 4.7: Normirana poraba lesne biomase po obravnavanih letih. 24
Preglednica 4.8: Poraba sanitarne vode po obravnavanih letih. 26
Preglednica 5.1: Vgrajeni radiatorji v stavbi Žigrova 6a. 28
Preglednica 5.2: Vgrajeni radiatorji v stavbi Žigrova 6a. 28
Preglednica 6.1: Vgrajena moč električnih naprav v stavbi Žigrova 6a. 30
Preglednica 6.2: Vgrajena razsvetljava v stavbi Žigrova 6a. 32
Preglednica 6.3: Energijske karakteristike stavbe – računska metoda. 33
Preglednica 6.4: Energijske karakteristike stavbe – merjena metoda. 34
Preglednica 7.1: Porazdelitev porabe energije v stavbi. 34
Preglednica 7.2: Porazdelitev priključne moči električnih porabnikov. 35
Preglednica 8.1: Primeri znižanja porabe energije. 37
Preglednica 9.1:Sestava zunanje stene stavbe. 39
Preglednica 9.2: Sestava stropa proti neogrevanemu podstrešju. 41
Preglednica 9.3: Sestava stropa nad kletnimi prostori. 42
Preglednica 9.4: Vpliv posameznega ukrepa na ovoju stavbe. 42
Preglednica 10.1: Raba dejansko dovedene energije in energijska števila. 45
Preglednica 10.2: Normirana raba dovedene energije in energijska števila. 45
Preglednica 10.3: Energijska števila po celoviti prenovi stavbe glede na predlagane ukrepe. 46
Preglednica 10.4: Energijska števila – povzetek rezultatov energijskega modeliranja. 46
Preglednica 10.5: Dejansko stanje stavbe pred ukrepi. 47
Preglednica 10.6: Sanirano stanje stavbe po izbranih ukrepih. 47
Preglednica 10.7: Podatki za izračun kazalnikov energetske prenove. 47
Preglednica 10.8: Vračilni roki, NSVD, doba financiranja, ISD za investicijske ukrepe. 48
Preglednica 10.9: Povzetek vseh predlaganih ukrepov. 48
Preglednica 11.1: Ekonomski izračun za ukrep zamenjava stavbnega pohištva. 49
Preglednica 11.2: Ekonomski izračun za ukrep izolacija stropa proti neogrevanemu podstrešju. 50
Preglednica 11.3: Ekonomski izračun za ukrep toplotna izolacija fasade. 50
Preglednica 11.4: Ekonomski izračun za ukrep izolacija stropov nad kletjo. 51
Preglednica 11.5: Ekonomski izračun za ukrep vgradnja sončne elektrarne. 51

KAZALO SLIK

Slika 2.1: Lokacija stavbe Žigrova 6a. *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 ZP v obravnavanih letih. *23*
Slika 4.4: Stroški ZP v obravnavanih letih. *23*
Slika 4.5: Poraba lesne biomase v obravnavanih letih. *25*
Slika 4.6: Stroški lesne biomase v obravnavanih letih. *25*
Slika 4.7: Poraba sanitarne vode v obravnavanih letih. *26*
Slika 4.8: Stroški za sanitarno vodo v obravnavanih letih. *26*
Slika 5.1: Plinski stenski kotli proizvajalca Immergas. *27*
Slika 5.2: Štedilnik na trdo gorivo. *27*
Slika 5.3: Radiatorja jeklene panelne izvedbe TIP 22. ..... *28*
Slika 6.1: Zahteve kakovostne razsvetljave. *31*
Slika 6.2: Vzhodna stena stavbe. *32*
Slika 6.3: Zahodna stena vstavbe. *32*
Slika 6.4: Južna stena stavbe. *33*
Slika 6.5: Severna stena stavbe. *33*
Slika 7.1: Prikaz deležev vgrajene moči električnih naprav. *35*
Slika 8.1: Postopki vzdrževanja notranje razsvetljave. *37*
Slika 9.1: Delež investicije posameznih ukrepov na ovoju stavbe. *43*
Slika 9.2: Višina investicije posameznega ukrepa na ovoju stavbe. *43*
Slika 9.3: Vračilna doba ukrepov na ovoju stavbe. *44*

I POVZETEK ZA POSLOVNO ODLOČANJE

Energetski pregled stavbe stanovanjski blok Žigrova ulica 6a (v nadaljevanju Žigrova 6a) 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 toplotne energije za ogrevanje v stavbi Žigrova 6a.

Leto	Zemeljski plin		Lesna polena	
	Poraba (kWh/a)	Stroški brez DDV (EUR/a)	Poraba (m3/a)	Stroški brez DDV (EUR/a)
2021	64.081	2.242,85	28	2.042,62
2022	65.948	4.550,41	29	2.163,11
2023	62.215	4.028,69	27	2.102,45
Povprečno	**64.081**	**3.607,32**	**28**	**2.102,73**

Preglednica I. 2: Poraba in stroški električne energije ter vode v stavbi Žigrova 6a.

Leto	Električna energija		Voda	
	Poraba (kWh/a)	Stroški brez DDV (EUR/a)	Poraba (m^3/a)	Stroški brez DDV (EUR/a)
2021	30.202	4.084,69	64	202,24
2022	30.782	4.440,68	65	210,60
2023	29.040	4.808,26	62	214,00
Povprečno	**30.008**	**4.444,54**	**64**	**208,95**

Iz **preglednice I.1** je razvidno, da poraba toplotne energije v obravnavanih letih dokaj konstantna z mnimalnimi odkloni, predvsem v letu 2023, kot polsedica nižjega temperaturnega primankljaja. **Preglednica I.2** prikazuje porabo električne enrgije in vode, kateri sta v obravnavanih letih dokaj konstantni, kar kaže na dokaj uravnovešeno uporabo stavbe.

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.3**) 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,
- vgradnja sončne elektrarne.

Preglednica I.3 prikazuje povzetek organizacijskih, **preglednica I.4** 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. 3: 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. 4: 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	34.255,00	1.814,31	18,9	-14.082,79	15	-2,75%
Zamenjava stavbnega pohištva	13.320,00	314,40	42,4	-9.824,35	15	-10,84%
Toplotna izolacija stropov proti podstrešju	6.764,00	438,63	15,4	-1.887,12	15	-0,34%
Toplotna izolacija stropov nad kletjo	5.696,00	881,20	6,5	4.101,47	15	13,00%
Vgradnja sončne elektrarne	13.650,00	1.131,00	12,1	-1.075,10	15	2,85%
SKUPAJ NALOŽBA	**73.685,00**	**4.579,54**	**16,1**	**-22.767,89**	**15**	**-0,86%**

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 Žigrova 6a v mestu Ormož. 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 Žigrova 6a

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. Dejanska raba stavbe je stanovanjska z devetimi stanovanji.

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:	332 - ORMOŽ
Številka stavbe:	599
Parcelna številka:	967
Naslov stavbe:	Žigrova ulica 6a, 2270 Ormož
Uporabna površina stavbe (m^2)	489,9 (podatki so iz evidence GURS)
Površina zemljišča pod objektom (m^2)	237,3
Dejanska raba objekta	Stanovanjska
Število etaž	4
Število stanovanj	9
Leto zgraditve :	1947
Material nosilne konstrukcije	kombinacija različnih materialov
Vrsta ogrevanja	1 – lokalno ogrevanje, 2 - centralno ogrevanje
Priključek na vodovodno omrežje	da
Priključek na električno omrežje	da
Priključek na kanalizacijsko omrežje	da
Vrsta (tip) stavbe	1 – samostoječa stavba



Slika 2.1: Lokacija stavbe Žigrova 6a.
(Vir: http://www.geoprostor.net/PisoPortal/)

2.2 Skupna poraba energije in stroški

V stavbi Žigrova 6a porabljajo naslednje vrste energentov in vodo:

- električno energijo: priklop na elektroomrežje,
- toplotno energijo: plinske stenske kurilne naprave na ZP in lokalne kurilne naprave na lesna polena,
- 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 toplotne energije po letih v stavbi Žigrova 6a.

Leto	Zemeljski plin		Lesna polena	
	Poraba (kWh/a)	Stroški brez DDV (EUR/a)	Poraba (kWh/a)	Stroški brez DDV (EUR/a)
2021	64.081	2.242,85	47.600	2.042,62
2022	65.948	4.550,41	49.300	2.163,11
2023	62.215	4.028,69	45.900	2.102,45
Povprečno	**64.081**	**3.607,32**	**47.600**	**2.102,73**

Preglednica 2.3: Poraba električne energije in vode po letih v stavbi Žigrova 6a.

Leto	Električna energija		Voda	
	Poraba (kWh/a)	Stroški brez DDV (EUR/a)	Poraba (m^3/a)	Stroški brez DDV (EUR/a)
2021	30.202	4.084,69	64	202,24
2022	30.782	4.440,68	65	210,60
2023	29.040	4.808,26	62	214,00
Povprečno	**30.008**	**4.444,54**	**64**	**208,95**

Povprečna poraba električne energije v stavbi je v obravnavanih letih znašala 30.008 kWh/a. Povprečna poraba ZP za ogrevanje posameznih stanovanj je znašala 64.081 kWh/a. Povprečna poraba lesnih polen za ogrevanje posameznih stanovanj je znašala 47.600 kWh/a. Povrečna letna poraba vode je znašala 64 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.

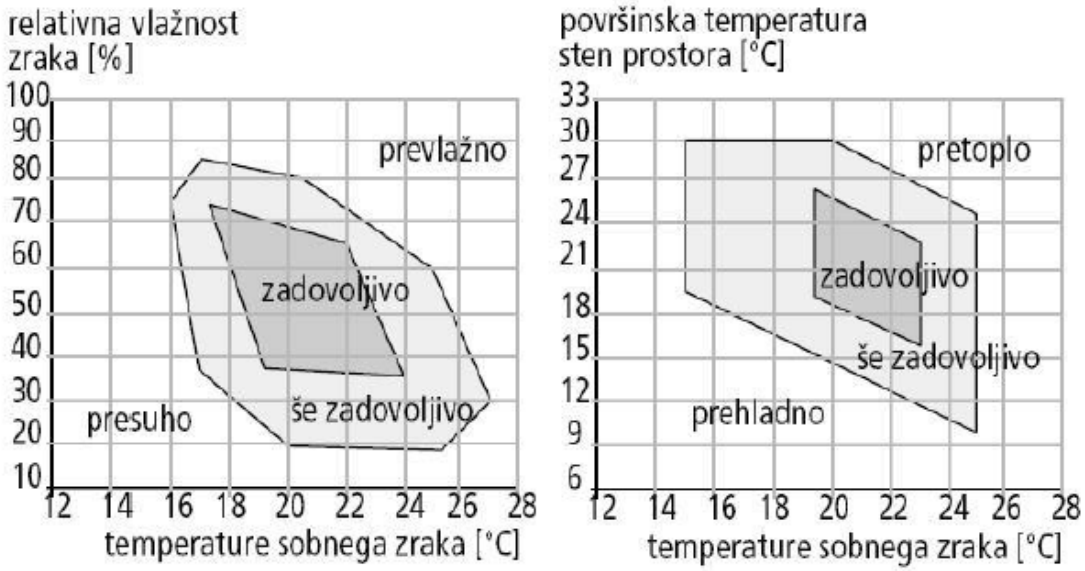
Toplotno ugodje

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 stavbe Žigrova 6a je toplotno ugodje relativno ugodno in je odvisno od lokacije prostora v stavbi.
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 S STAVBO

Lastnik stavbe Žigrova 6a je občina Ormož, ki je prav tako tudi upravljavec stavbe. Zanesljivost oskrbe stavbe glede toplotne in električne energije je zagotovljena z nakupom energentov uporabnikov stavbe.

Dobavitelj energenta:
Dobavitelj energenta za ogrevanje (ZP) je podjetje Adriaplin, d.o.o, Dunajska cesta 7, 1000 Ljubljana.

Dobavitelj električne energije:
Dobavitelja električne energije si uporabnikih stanovanj sami izbirajo.

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=**	**141.419**
	Y=	**588.166**

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.

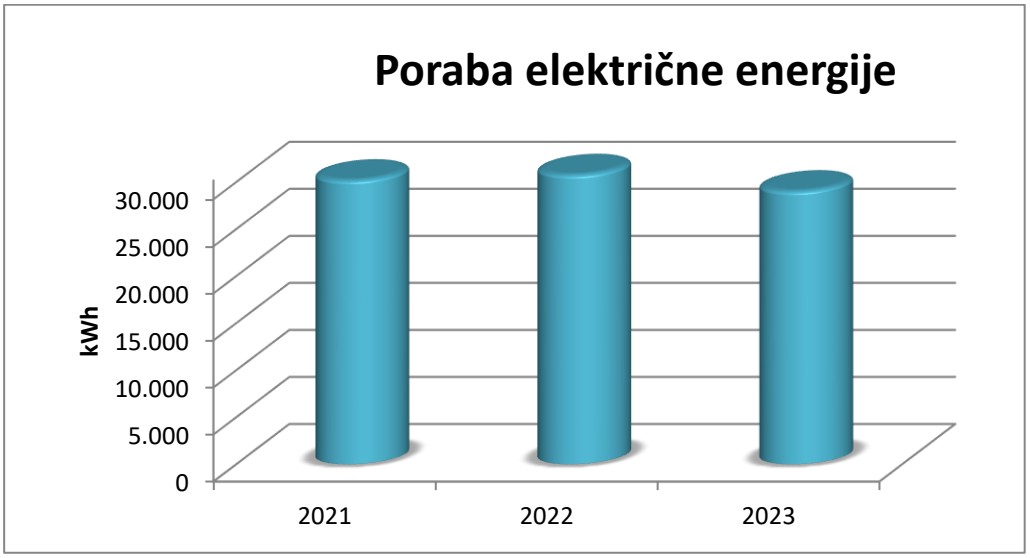
V **preglednici 4.3** je prikazana poraba električne energije za stavbo. Podatke o porabi električne energije smo pridobili od uporabnikov stavbe. V analizi porabe električne energije smo uporabili referenčno obdobje med leti 2021 in 2023.

Preglednica 4.3: Poraba električne energije v obravnavanih letih.

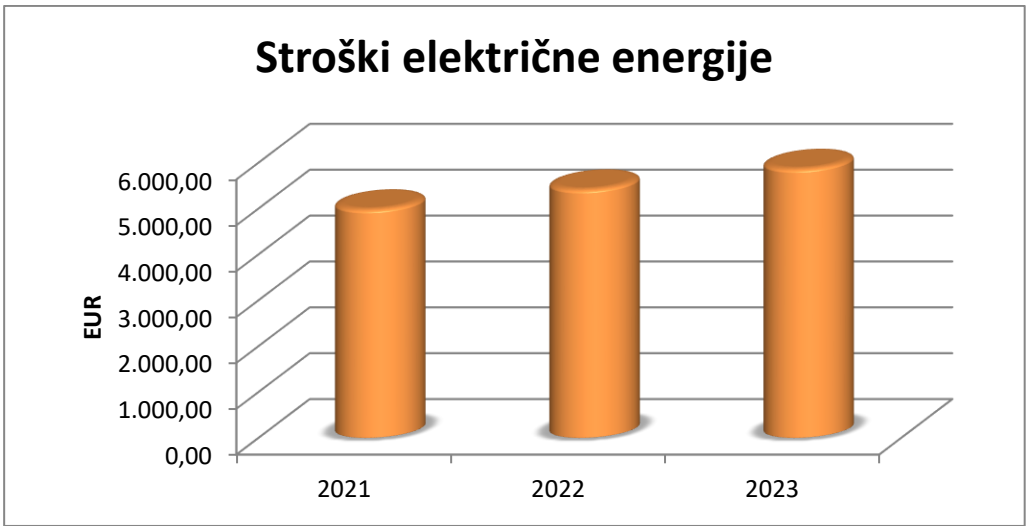
Leto	EE	Cena brez DDV	Stroški brez DDV	Stroški z DDV
	(kWh)	(EUR/kWh)	(EUR)	(EUR)
2021	30.202	0,13525	4.084,69	4.983,32
2022	30.782	0,14426	4.440,68	5.417,63
2023	29.040	0,16557	4.808,26	5.866,08
Povprečje 2021 - 2023	**30.008**			

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, povprečni letni stroški znašajo 1.059,60 EUR brez DDV.

Referenčna prilagojena poraba dovedene električne energije za izračun energijskih prihrankov stavbe znaša 30.008 kWh/a oziroma cena električne energije 0,1656 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 zemeljskega plina (krajše: ZP)

Posamezna stanovanja se ogrevajo z zemeljskim plinom. Podatki o dejanski porabi in stroških so prikazani v **preglednici 4.4** ter na **slikah 4.3** in **4.4**.

Preglednica 4.4: Poraba ZP v obravnavanih letih.

Leto	ZP	Cena brez DDV	Stroški brez DDV	Stroški z DDV
	(kWh/a)	(EUR/kWh)	(EUR/a)	(EUR/a)
2021	64.081	0,03500	2.242,85	2.736,28
2022	65.948	0,06900	4.550,41	5.551,50
2023	62.215	0,06475	4.028,69	4.915,00
Povprečje	**64.081**	**0,05629**	**3.607,32**	**4.400,93**

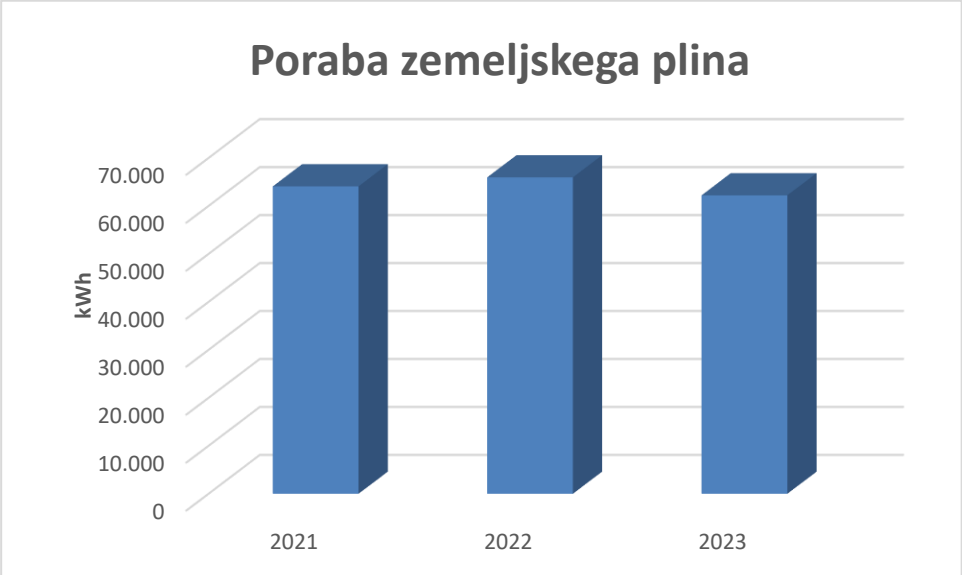
Iz **preglednice 4.4** je razvidno, da je povprečna letna poraba ZP za ogrevanje stanovanj in sanitarne vode znašala 64.081 kWh/a. Poraba energije za ogrevanje je relativno konstantna kar kaže na dokaj uravnoteženo uporabo stanovanj. Minimalna odstopanja so posledica zunanjih temperatur posamezne kurilne 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 ZP v obravnavanih letih.

Leto	ZP	Cena	Stroški brez DDV	Stroški z 22% DDV
	(kWh/a)	(EUR/kWh)	(EUR/a)	(EUR/a)
2021	67.887	0,03500	2.376,05	2.898,78
2022	69.419	0,06900	4.789,91	5.843,68
2023	72.190	0,06475	4.674,64	5.703,06
Povprečje	**69.832**	**0,05652**	**3.946,87**	**4.815,18**

Referenčna prilagojena poraba dovedene toplotne energije za izračun energijskih prihrankov stavbe znaša 69.832 kWh/a in stroški v vrednosti 3.946,87 EUR brez DDV. Iz tega sledi, da znaša cena toplotne energije 0,0565 EUR/kWh.



Slika 4.3: Poraba ZP v obravnavanih letih.



Slika 4.4: Stroški ZP v obravnavanih letih.

4.2.3 Poraba lesne biomase (polena)

Posamezna stanovanja se tudi ogrevajo z lesno biomaso - poleni. Podatki o dejanski porabi in stroških so prikazani v **preglednici 4.6** ter na **slikah 4.5** in **4.6**.

Preglednica 4.6: Poraba lesne biomase v obravnavanih letih.

Leto	Lesna biomasa		Cena	Stroški brez DDV	Stroški z DDV
	(m3/a)	(kWh/a)	(EUR/kWh)	(EUR/a)	(EUR/a)
2021	28	47.600	0,0429	2.042,62	2.492,00
2022	29	49.300	0,0439	2.163,11	2.638,99
2023	27	45.900	0,0458	2.102,45	2.564,99
Povprečje	**28**	**47.600**	**0,0442**	**2.102,73**	**2.565,33**

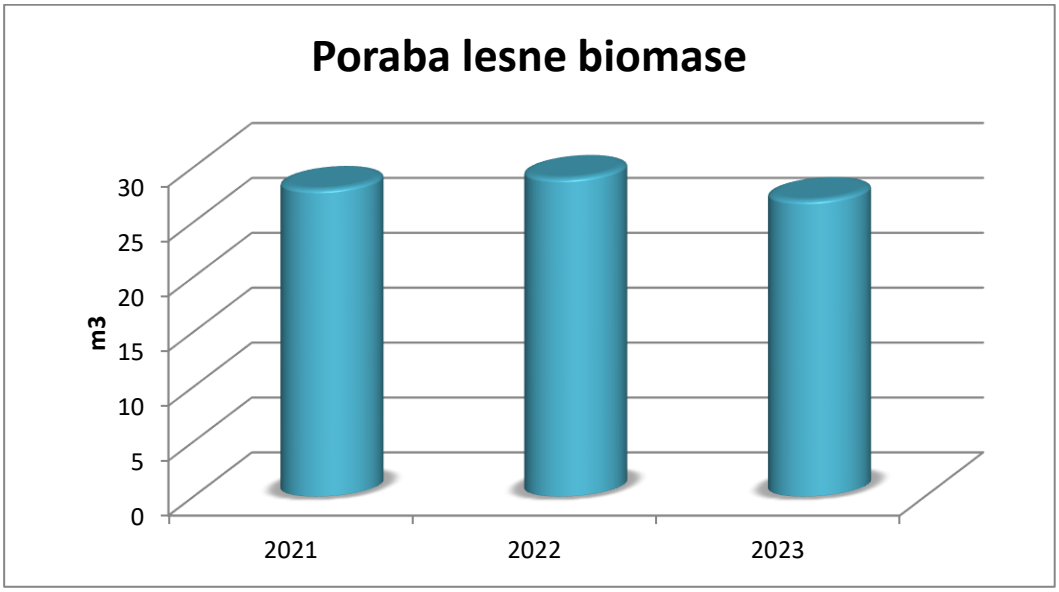
Iz **preglednice 4.6** je razvidno, da je povprečna letna poraba energije za ogrevanje stanovanj znašala 47.600 kWh/a. Poraba energije za ogrevanje je relativno konstantna kar kaže na dokaj uravnoteženo uporabo stanovanj. Minimalna odstopanja so posledica zunanjih temperatur posamezne kurilne sezone.

V **preglednici 4.7** 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.

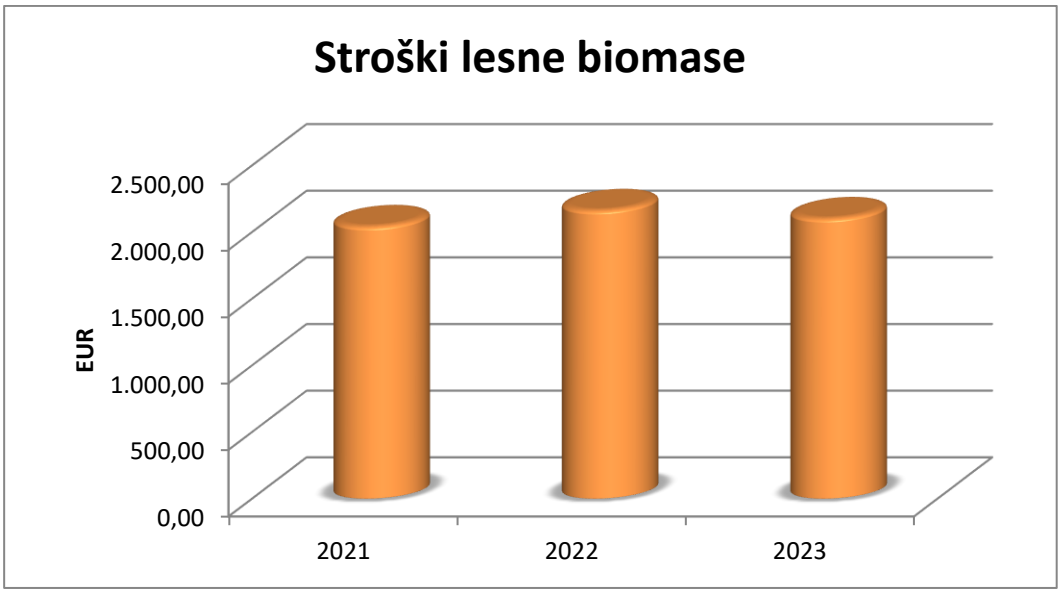
Preglednica 4.7: Normirana poraba lesne biomase v obravnavanih letih.

Leto	Lesna biomasa		Cena	Stroški brez DDV	Stroški z DDV
	(m3/a)	(kWh/a)	(EUR/kWh)	(EUR/a)	(EUR/a)
2021	30	50.427	0,0429	2.163,93	2.640,00
2022	31	51.895	0,0439	2.276,96	2.777,89
2023	31	53.259	0,0458	2.439,55	2.976,25
Povprečje	**31**	**51.860**	**0,0442**	**2.293,48**	**2.798,05**

Referenčna prilagojena poraba dovedene toplotne energije za izračun energijskih prihrankov stavbe znaša 51.860 kWh/a in stroški v vrednosti 2.293,48EUR brez DDV. Iz tega sledi, da znaša cena toplotne energije 0,0442 EUR/kWh.



Slika 4.5: Poraba lesne biomase v obravnavanih letih.



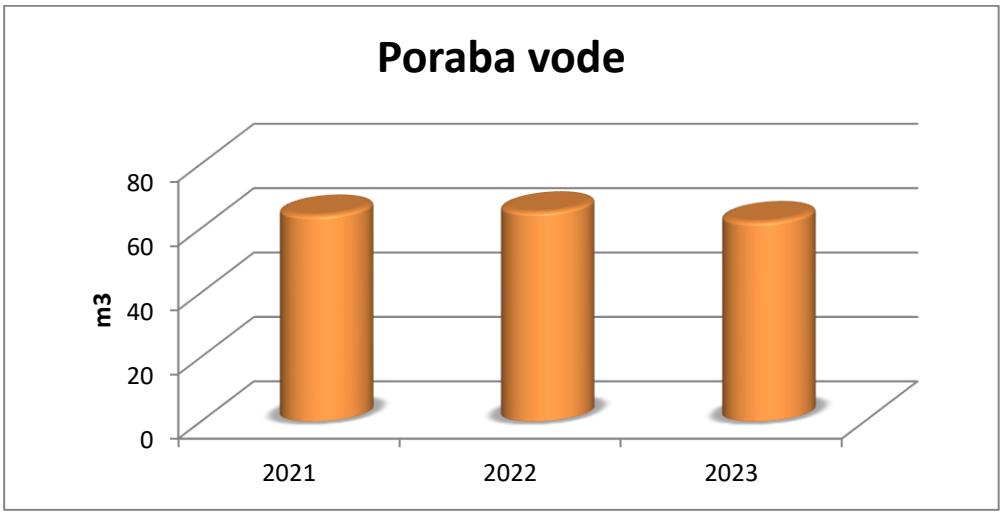
Slika 4.6: Stroški lesne biomase v obravnavanih letih.

4.2.4 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 4.8 prikazuje porabo vode in stroške po obravnavanih letih iz katere je razvidno, da povprečna letna poraba vode znaša 64 m^3 in stroški v višini 208,95 EUR/brez DDV.

Preglednica 4.8: Poraba sanitarne vode v obravnavanih letih.

Leto	Poraba	Cena brez DDV	Stroški brez DDV	Stroški z DDV
	(m3/a)	(EUR/m3)	(EUR/a)	(EUR/a)
2021	64	3,160	202,24	246,73
2022	65	3,240	210,60	256,93
2023	62	3,452	214,00	261,08
Povprečje	**64**	**3,284**	**208,95**	**254,91**



Slika 4.7: Poraba sanitarne vode v obravnavanih letih.



Slika 4.8: 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 devet merilnih mest. Glavni električni porabniki so: razsvetljava, KGH naprave, kuhinjske naprave in ostale pomožne naprave.

5.2 Ogrevalni sistem

5.2.1 Kurilne naprave

Štiri stanovanja v stavbi se ogrevajo lokalno s plinskimi stenskimi kotli na ZP od proizvajalca Immergas, nazivne moči 12 do 24 kW. Energija pridobljena iz ZP se porablja za ogrevanje stavbe in sanitarne vode. Temperatura vode v kotlu je vodena in avtomatsko regulirana. Nastavljena temperatura kotla je okrog 70°C za predtok.



Slika 5.1: Plinski stenski kotli proizvajalca Immergas.

Štiri stanovanja v stavbi se ogrevajo lokalno s štedilniki in kamini na trdo gorivo (lesna polena).



Slika 5.2: Štedilnik na trdo gorivo.

5.2.2 Radiatorski sistem

Stanovanja, ki se ogrevajo z zemeljskim plinom so opremljena z dvocevnim radiatorskim ogrevanjem temperaturnega režima 70/55°C. V stanovanjih so vgrajeni panelni jekleni radiatorji tip 22 opremljeni s termostatskimi in navadnimi radiatorskimi 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 70,2 kW.
V **preglednici 5.1** je prikazan seznam vgrajenih radiatorjev z njihovimi toplotnimi močmi.

Preglednica 5.1: Vgrajeni radiatorji v stavbi Žigrova 6a.

Vrsta radiatorja	Število radiatorjev	Višina radiatorja (mm)	Dolžina radiatorja (mm)	Globina radiatorja (mm)	Toplotna moč radiatorja (W)	Skupna toplotna moč radiatorjev (W)
panelni tip 22	1	500	1.000	102	1.914	1.914
panelni tip 22	1	600	800	102	1.854	1.854
panelni tip 22	6	800	800	102	2.264	13.584
panelni tip 22	9	600	1.600	102	3.708	33.372
panelni tip 22	1	600	1.000	102	2.318	2.318
panelni tip 22	2	600	1.200	102	2.781	5.562
panelni tip 23	3	600	1.400	102	3.245	9.735
Skupaj	**23**					**68.339**

Preglednica 5.2: Vgrajeni radiatorji v stavbi Žigrova 6a.

Vrsta radiatorja	Število radiatorjev	Višina radiatorja (mm)	Število členov radiatorja	Toplotna moč enega člena (W)	Skupna toplotna moč radiatorjev (W)
aklimat M930	1	971	8	238	1.904
Skupaj	**1**				**1.904**

V stanoavnju, ki se ogreva z električno energijo sta vgrajena dva električna radiatorja vsak po 2.000 W.



Slika 5.3: Radiatorja jeklene panelne izvedbe TIP 22.

5.3 Sistem prezračevanja

Prezračevanje prostorov je naravno z odpiranjem 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. Vodo uporabljajo v sanitarijah in kuhinji. Topla voda se zagotavlja preko pretočnega sistema ogrevanja z zemeljskim plinom in lokalno z električno energijo v grelnikih vode nameščenih v kopalnicah.

V prostorih stavbe je vgrajena naslednja sanitarna oprema:

- 9 WC školjka s kotličkom za vodo,
- 22 Umivalnik HT pipa,
- 2 Umivalnik H pipa,
- 3 Tuš,
- 1 Pisoar z navadno armaturo
- 1 Grelnik vode Tiki 10 l
- 3 Grelnik vode Tiki 80 l
- 2 Grelnik vode Tiki 100 l

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 84,97 kW.

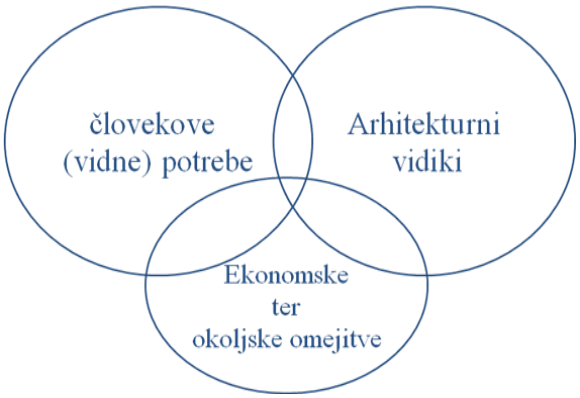
Preglednica 6.1: Vgrajena moč električnih naprav v stavbi Žigrova 6a.

Skupina porabnikov	Število naprav	Električna moč naprave (kW)	Skupna inštalirana moč naprav (kW)
Učilniško/pisarniške naprave			
Projektor		0,40	0,00
Računalnik	5	0,30	1,50
Televizor	13	0,20	2,60
Tiskalnik mali	3	0,15	0,45
Kuhinjske naprave			
Pralni stroj	9	1,50	13,50
Sušilni stroj	3	2,00	6,00
Hladilnik veliki	9	0,30	2,70
Zamrzovalna omara	6	0,50	3,00
Pomivalni stroj	3	2,00	6,00
Štedilnik	9	3,50	31,50
Mikrovalovna pečica	4	0,90	3,60
KGH sistemi			
Plinski kotel	4	0,30	1,20
Obtočna črpalka	4	0,08	0,32
Grelnik zraka	2	2,00	4,00
Klima naprava	2	2,30	4,60
El.radiator	2	2,00	4,00
Skupaj			**84,97**

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 Žigrova 6a.

Tip svetila	skupaj	število sijalk * moč	moč svetilke (w)	dejanska moč svetilke (W)	število svetilk	moč sijalk (W)	dejanska moč (W)
varčna svetilka 12 W	21	1x12	12	12	21	252	252
svetilka žarilna nitka 60W	2	1x60	60	60	2	120	120
varčna svetilka 18 W	22	1x18	18	18	22	396	396
varčna svetilka 21 W	7	1x21	21	21	7	147	147
Skupaj						**915**	**915**

6.3 Izračun potrebe toplote za ogrevanje stavbe

Stavba je bila zgrajena leta 1947 in bsega 4 etaže. Stene so opečne gradnje debeline 60 cm in brez toplotne izolacije. Strop proti hladnemu podstrešju je lesene izvedbe brez toplotne izolacije. Stavba je v celoti podkletjena z velbanimi oboki. Talna plošča nad kletjo je brez toplotne izolacije s položeno keramiko in parketom. Stavbno pohištvo je kombinacija lesene in PVC izvedbe ter slaba polovica oken je energetsko neučinkovito. Stavba je pokrita s opečno kritino.



Slika 6.2: Vzhodna stena stavbe.



Slika 6.3: Zahodna stena vstavbe.



Slika 6.4: Južna 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	990	m^2
Kondicionirana prostornina objekta – V_e	2.074	m^3
Oblikovni faktor – $f_0 = A/ V_e$	0,48	m^{-1}
Neto uporabna površina objekta – A_u	431,1	m^2
Predvidena izmenjava zraka - n	0,5	h^{-1}
Temperaturni primanjkljaj za ogrevanje	3.300	K dni
Povprečna letna temperatura	10,2	°C
Računska letna raba toplote za ogrevanje stavbe – Q_{NH}	80.090	kWh
Računska dovedena toplota za ogrevanje tople vode – $Q_{f,w}$	8.370	kWh
Računska primarna energija – E_{Ptot}	163.560	kWh
Računska specifična letna toplota za ogrevanje stavbe		
Q_{NH}/A_u	185,8	kWh/m^2
Q_h/V_e	38,6	kWh/m^3

Preglednica 6.4: Energijske karakteristike stavbe – merjena metoda.

Toplotne karakteristike stavbe - merjeno	Količina	Enota
Dejanska poraba toplote za delovanje stavbe – *Qf*	111.681	kWh
Dejanska specifična letna toplota za delovanje stavbe		
Q_f/A_u	259,1	kWh/m^2
Q_f/V_e	53,8	kWh/m^3
Normirana dovedena toplota za delovanje stavbe – *Qf*	121.692	kWh
Normirana specifična letna toplota za delovanje stavbe		
$Q_{f,norm.}/A_u$	282,3	kWh/m^2
$Q_{f,norm.}/V_e$	58,7	kWh/m^3
Dejanska poraba električne energije za delovanje stavbe – W*f*	30.008	kWh
Dovedena energija za delovanje stavbe Qf + Wf	141.689	kWh
Specifična dovedena energija za delovanje stavbe (Qf + Wf) / Au	328,7	kWh

7 ANALIZA ENERGETSKIH TOKOV V STAVBI

7.1 Razdelitev porabe toplotne in električne energije v stavbi

Preglednica 7.1: Porazdelitev porabe energije v stavbi.

		Gorivo ali vrsta toplote	Letna poraba toplotne energije (kWh)	Letna poraba električne energije (kWh)	Delež celotne porabe energije (%)
Ogrevanje	Ogrevanje prostorov	Zemeljski plin ZP	61.996	0	54,7
		Lesna biomasa	47.600	0	42,0
	Topla voda	Zemeljski plin ZP	2.085	0	1,8
		Električna energija	0	1.706	1,5
			111.681	1.706	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 3,3 % celotne toplotne energije. Delež porabe energije za ogrevanje prostorov znaša 96,7 %.

Preglednica 7.2: Porazdelitev priključne moči električnih porabnikov.

Naprave	Skupna vgrajena električna moč (kW)
Kuhinjske naprave	66,30
Razsvetljava	0,92
KGH sistemi	14,12
Pisarniške naprave	4,55



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.

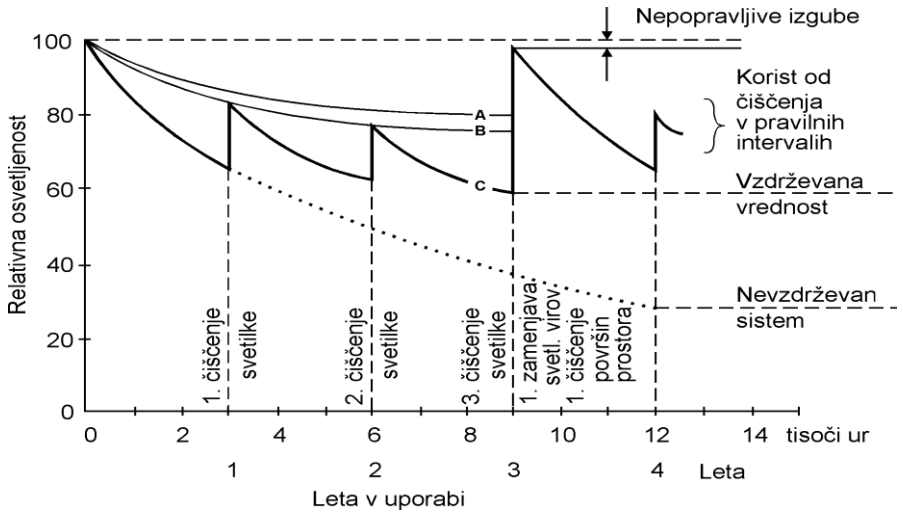
Predlagamo pregled vse obstoječe dokumentacije in sicer:

- ✓ 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

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 60 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:

- ✓ 527,0 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	55,0		
Cementna malta	3,0		
		Toplotna izolacija (kamena volna)	18,0
		Izravnava	0,5
		Zaključni sloj	0,3
U = 0,721 W/m^2·K		U = 0,153 W/m^2·K	

Višina investicije v toplotno izolacijsko fasado znaša 34.225,00 EUR. Poraba toplotne energije bi se znižala za 33,3 MWh/a. Letni energijski prihranki znašajo 1.814,31 EUR/a. Vračilni rok naložbe je 18,9 let.

Stroški naložbe v izolacijo fasade:	34.225,00 EUR
Prihranki ogrevalne energije:	1.814,31 EUR/a
Vračilni rok:	18,90 a

NSVD (pri 15 letni amortizacijski dobi in 4 % obrestni meri) je - 14.082,79 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 oken v izmeri 37,0 m^2 s faktorjem toplotne prehodnosti U ≤ 0,9 W/m^2K.
- ✓ demontaža in montaža vhodnih vrat izmeri 3,8,0 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.

Višina investicije v zamenjavo stavbnega pohištva znaša 13.320,00 EUR. Poraba toplotne energije bi se znižala za 5,771 MWh/a. Letni energijski prihranki znašajo 314,40 EUR/a. Vračilni rok naložbe je 42,40 let.

Stroški naložbe v stavbno pohištvo :	13.320,00 EUR
Prihranki ogrevalne energije:	314,40 EUR/a
Vračilni rok:	42,40 a

NSVD (pri 15 letni amortizacijski dobi in 4 % obrestni meri) je - 9.824,35 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 178,0 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 proti neogrevanemu podstrešju.

Dejanska sestava		Sestava po sanaciji	
Material	**Debelina (cm)**	**Dodatni material**	**Debelina (cm)**
Mavčna malta na trstiki	3,0		
Les hrast	3,0		
Polnilo	30,0		
Beton iz žlindre	3,0		
Polna opeka	6,0		
		Toplotna izolacija (steklena volna)	24,0
U = 0,505 W/m^{2}K		U = 0,118 W/m^{2}K	

Višina investicije v toplotno izolacijo stropa proti podstrešju znaša 6.764,00 EUR. Poraba toplotne energije bi se znižala za 8,052 MWh/a. Letni energijski prihranki znašajo 438,63 EUR/a. Vračilni rok naložbe je 15,40 let.

Stroški naložbe v izolacijo stropa:	6.764,00 EUR
Prihranki ogrevalne energije:	438,63 EUR/a
Vračilni rok:	15,40 a

NSVD (pri 15 letni amortizacijski dobi in 4 % obrestni meri) je - 1.887,12 EUR.

9.1.4 Izolacija stropov nad kletjo

Stavba je v celoti podkletena s prostori, ki 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:

- ✓ 178,0 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	2,0		
Cementni estrih	5,0		
AB plošča	15,0		
Polna opeka	5,0		
		Toplotna izolacija (EPS)	10,0
U = 1,496 W/m^{2}K		U = 0,309 W/m^{2}K	

Višina naložbe v toplotno izolacijo stropov v kleti znaša 5.696,00 EUR. Poraba toplotne energije bi se znižala za 16,176 MWh/a. Letni energijski prihranki znašajo 881,20 EUR/a. Vračilni rok naložbe je 6,50 let.

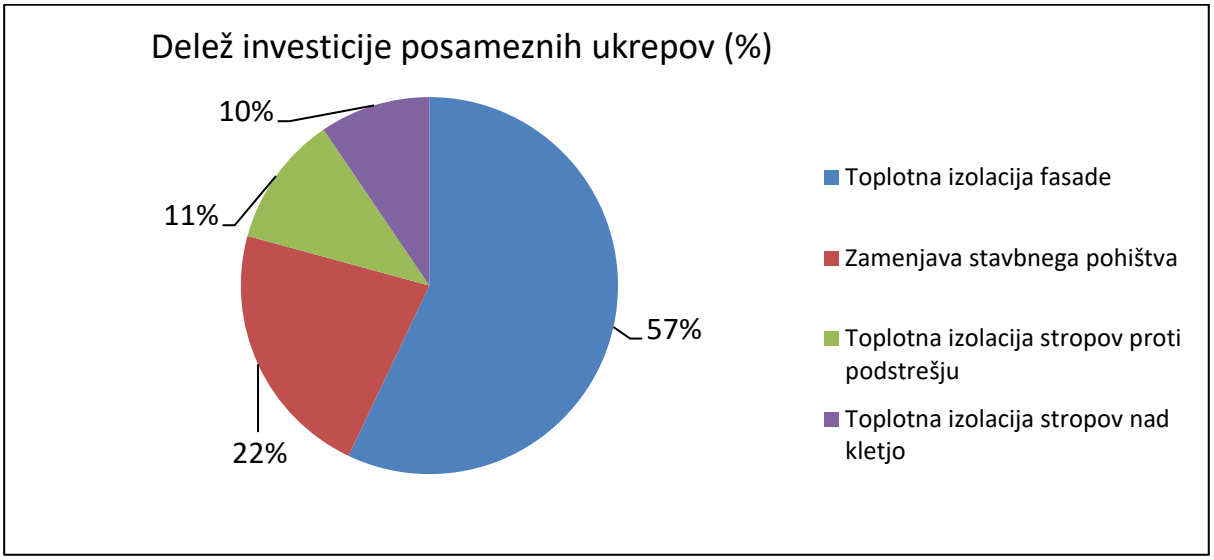
Stroški naložbe v izolacijo stropov v kleti: 5.696,00 EUR
Prihranki ogrevalne energije: 881,20 EUR/a
Vračilni rok: 6,50 a

NSVD (pri 15 letni amortizacijski dobi in 4 % obrestni meri) je 4.101,47 EUR.

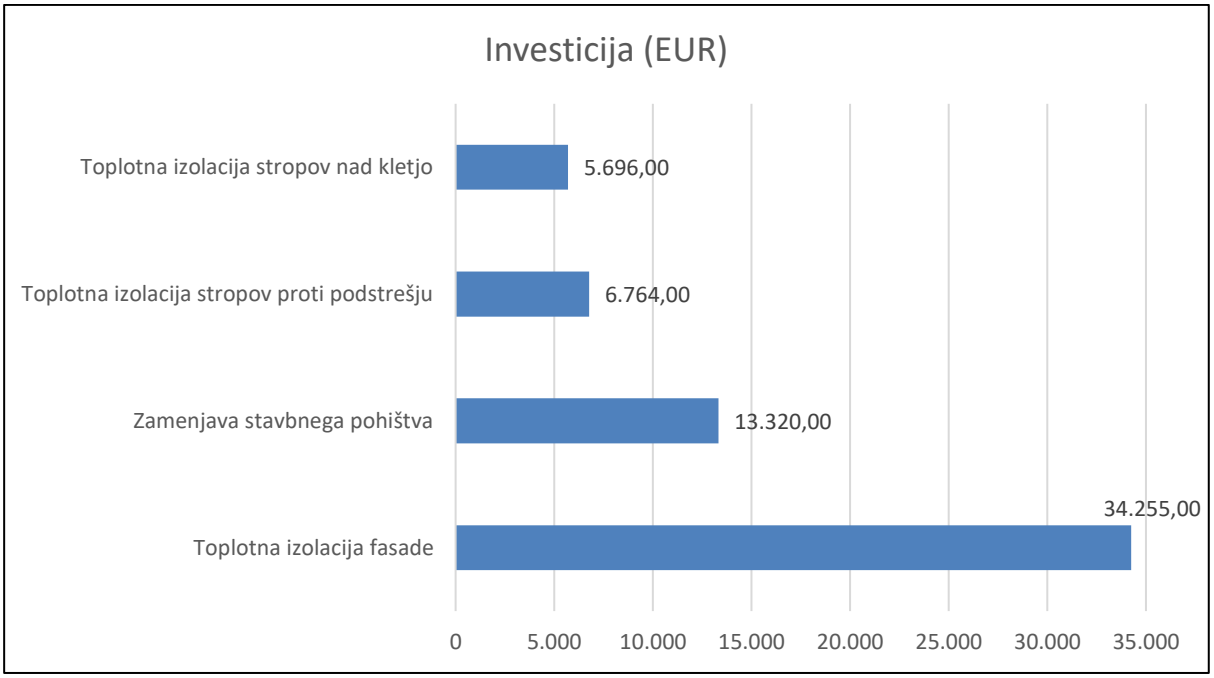
Deleži investicije in vračilne dobe ukrepov na ovoju stavbe so razvidni iz naslednje **preglednice 9.4** in **slikah 9.1. do 9.3**.

Preglednica 9.4: Vpliv posameznega ukrepa na ovoju stavbe.

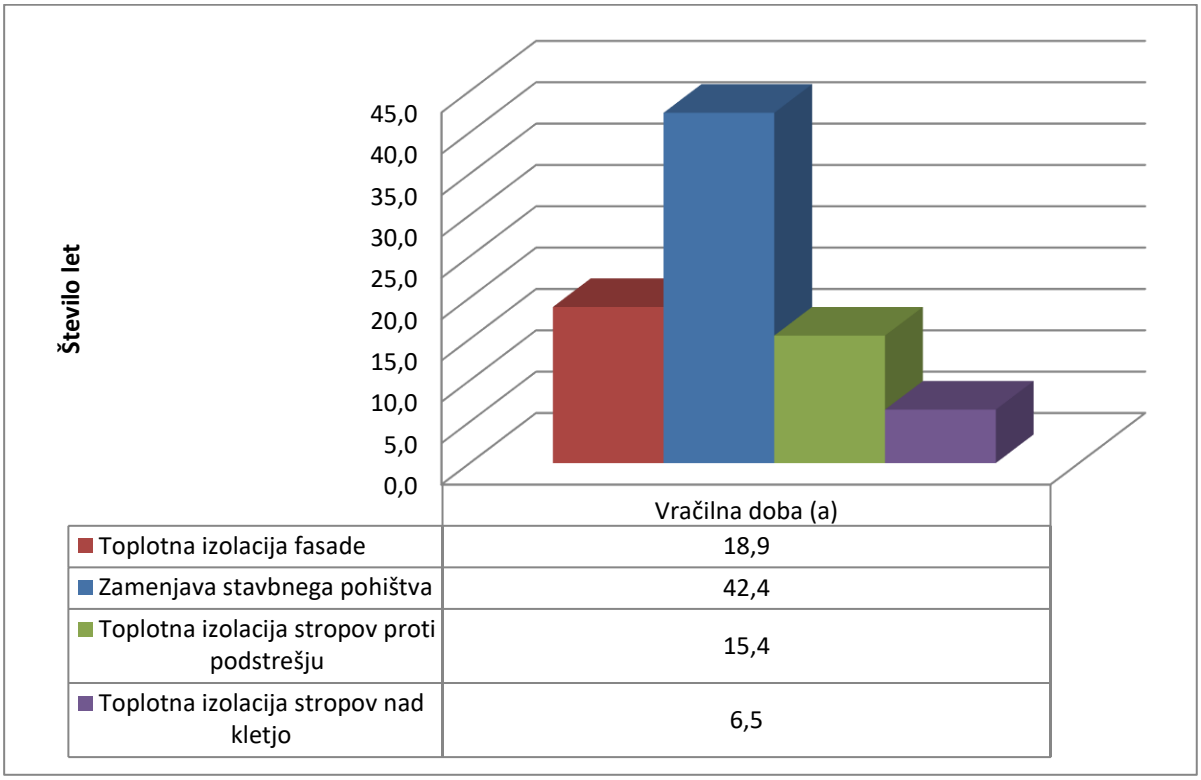
Predvideni ukrep na ovoju stavbe	Investicija (EUR)	Prihranki (EUR)	Odstotek (%)	Vračilna doba (a)
Toplotna izolacija fasade	34.255,00	1.814,31	57,06	18,88
Zamenjava stavbnega pohištva	13.320,00	314,40	22,19	42,37
Toplotna izolacija stropov proti podstrešju	6.764,00	438,63	11,27	15,42
Toplotna izolacija stropov nad kletjo	5.696,00	881,20	9,49	6,46
Skupaj	**60.035,00**	**3.448,54**	**100,00**	**17,41**



Slika 9.1: Delež investicije posameznih ukrepov na ovoju stavbe.



Slika 9.2: Višina investicije posameznega ukrepa na ovoju stavbe.



Slika 9.3: Vračilna doba ukrepov na ovoju stavbe.

9.2 Ukrepi za povečanje izrabe obnovljivih virov:

9.2.1 Vgradnja sončne elektrarne

Zaradi zagotavljanja zadostnega deleža izrabe obnovljivih virov energije v stavbi kot določa Pravilnik o učinkoviti rabi energije (PURES 3) je potrebno 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 priključne moči cca 13 kW bi vključevala vgradnjo cca. 28 solarnih monokristalnih modulov iz kaljenega stekla, zaščite IP67, razsmernika ter vso ostalo opremo za nemoteno delovanje naprave.
Okvirna ekonomska analiza izvedbe ukrepa je izračunana na povprečno 15 letno obratovanje sončne elektrarne.

Višina investicije:	13.650,00 EUR
Referenčna cena električne energije:	0,165 EUR/kWh
Predvidena letna proizvodnja:	13.000,00 kWh/a
Letni prihranek električne energije:	1.131,00 EUR/a
Vračilna doba:	12,10 a

NSVD (pri 15 letni amortizacijski dobi in 4 % obrestni meri) je - 1.075,10 EUR.

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/m²a)	Energijsko število ELEKTRIKA (kWh/m2a)	Energijsko število TOPLOTA (kWh/m2a)
2021	30.202	111.681	141.883	329,12	70,06	259,06
2022	30.782	115.248	146.030	338,74	71,40	267,33
2023	29.040	108.115	137.155	318,15	67,36	250,79
Povprečno	**30.008**	**111.681**	**141.689**	**328,67**	**69,61**	**259,06**

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/m²a)	Energijsko število ELEKTRIKA (kWh/m2a)	Energijsko število TOPLOTA (kWh/m2a)
2021	30.202	118.314	148.516	344,50	70,06	274,45
2022	30.782	121.314	152.096	352,81	71,40	281,40
2023	29.040	125.450	154.490	358,36	67,36	291,00
Povprečno	**30.008**	**121.692**	**151.700**	**351,89**	**69,61**	**282,28**

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 OVE

Z namenom povečanja izrabe obnovljive vire energije, je med ukrepi predlagana vgradnja sončne elektrarne.

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 se ne spreminjam, ker se ne posega v ukrepe zniževanja električne energije. Odstotek prihranka končne energije predlaganih inevsticijskih ukrepov znaša 41,73 % 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/m²,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						*163.560*	
	Referenčna vrednost pred sanacijo	(Op.: izračunana poraba energije ogrevanja)				351,89	121.692	30.008
1	Toplotna izolacija fasade	33.305	0	77,3	0,0	274,64	88.388	30.008
2	Zamenjava stavbnega pohištva	5.771	0	13,4	0,0	261,25	82.616	30.008
3	Toplotna izolacija stropov proti podstrešju	8.052	0	18,7	0,0	242,57	74.565	30.008
4	Toplotna izolacija stropov nad kletjo	16.176	0	37,5	0,0	205,05	58.389	30.008
5	Vgradnja sončne elektrarne	0	0	0,0	0,0	205,05	58.389	30.008
	SKUPAJ	**63.304**	**0**	**146,8**	**0,0**	**205,05**	**58.389**	**30.008**

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)	351,89	282,28	69,61
Energijsko število po sanaciji (kWh/m2,a)	205,05	135,44	69,61
Razlika EŠ (kWh/m2)	146,84	146,84	0,00
Odstotek prihranka (%)	**41,73**	**52,02**	**0,00**

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	30.008	47.600	77.608	180,02	69,61	110,42	24,22
Normirano povprečje	30.008	51.860	81.868	189,91	69,61	120,30	25,08

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 (t)
Dejansko povprečje	30.008	53.592	83.600	193,92	69,61	124,31	23,46	0,77
Normirano povprečje	30.008	58.389	88.397	205,05	69,61	135,44	24,24	0,84

Preglednica 10.7: Podatki za izračun kazalnikov energetske prenove.

Prihranek končne energije »dejanski« in »virtualni« skupaj:	63.304,00 kWh/a
»Dejanski« prihranek končne energije:	63.304,00 kWh/a
»Virtualni« prihranek končne energije:	0,00 kWh/a
Neto tlorisna površina stavbe:	431,10 m2
Uporabna površina stavbe:	431,10 m2
Kondicionirana površina stavbe:	431,10 m2
Povečanje proizvodnje energije iz OVE po prenovi:	13.000,00 kWh/a
Poraba končne energije (toplota + EE) po prenovi:	88.397,00 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	34.255,00	1.814,31	18,9	-14.082,79	15	-2,75%
Zamenjava stavbnega pohištva	13.320,00	314,40	42,4	-9.824,35	15	-10,84%
Toplotna izolacija stropov proti podstrešju	6.764,00	438,63	15,4	-1.887,12	15	-0,34%
Toplotna izolacija stropov nad kletjo	5.696,00	881,20	6,5	4.101,47	15	13,00%
Vgradnja sončne elektrarne	13.650,00	1.131,00	12,1	-1.075,10	15	2,85%
SKUPAJ NALOŽBA	**73.685,00**	**4.579,54**	**16,1**	**-22.767,89**	**15**	**-0,86%**

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	63.304	52,0 %
Letni prihranek elektrike z investicijskimi ukrepi	kWh	0	0,0 %
Skupno znižanje emisij CO_2	ton	0,84	3,3 %
Skupno znižanje (+) / povečanje (-) stroškov na letni ravni	EUR	4.579,54	39,5 %
- električna energija	EUR	1.131,00	22,8 %
- toplotna energija energenta	EUR	3.448,54	52,0 %
Skupni znesek investicij	EUR	73.685,00	
Povprečni vračilni rok investicijskih ukrepov	let (a)	16,1	

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 **11.5**).

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	13.320,00	EUR	13.320,00	EUR
SUBVENCIJA V %	0	%	85%	
VIŠINA SUBVENCIJE	0	EUR	11.322,00	EUR
STROŠKI NALOŽBE INVESTITORJA	13.320,00	EUR	1.998,00	EUR
SKUPNI LETNI BRUTO PRIHRAHKI OBRATOVALNIH STROŠKOV	314	EUR/a	314	EUR/a
LETNI ODPIS	888	EUR/a	888	EUR/a
LETNA AMORTIZACIJA	888	EUR/a	888	EUR/a
DODATNI LETNI TOK DENARJA	314	EUR/a	314	EUR/a
VRAČILNI ROK NALOŽBE	42,4	a	6,4	a
NSVD	-9.824	EUR	1.498	EUR
ISD	-10,84	%	13,33	%

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	6.764,00	EUR	6.764,00	EUR
SUBVENCIJA V %	0	%	85%	
VIŠINA SUBVENCIJE	0	EUR	5.749,40	EUR
STROŠKI NALOŽBE INVESTITORJA	6.764,00	EUR	1.014,60	EUR
SKUPNI LETNI BRUTO PRIHRAHKI OBRATOVALNIH STROŠKOV	439	EUR/a	439	EUR/a
LETNI ODPIS	451	EUR/a	451	EUR/a
LETNA AMORTIZACIJA	451	EUR/a	451	EUR/a
DODATNI LETNI TOK DENARJA	439	EUR/a	439	EUR/a
VRAČILNI ROK NALOŽBE	15,4	a	2,3	a
NSVD	-1.887	EUR	3.862	EUR
ISD	-0,34	%	43,03	%

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	34.255,00	EUR	34.255,00	EUR
SUBVENCIJA V %	0	%	85%	
VIŠINA SUBVENCIJE	0	EUR	29.116,75	EUR
STROŠKI NALOŽBE INVESTITORJA	34.255,00	EUR	5.138,25	EUR
SKUPNI LETNI BRUTO PRIHRAHKI OBRATOVALNIH STROŠKOV	1.814	EUR/a	1.814	EUR/a
LETNI ODPIS	2.284	EUR/a	2.284	EUR/a
LETNA AMORTIZACIJA	2.284	EUR/a	2.284	EUR/a
DODATNI LETNI TOK DENARJA	1.814	EUR/a	1.814	EUR/a
VRAČILNI ROK NALOŽBE	18,9	a	2,8	a
NSVD	-14.083	EUR	15.034	EUR
ISD	-2,75	%	34,91	%

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	5.696,00	EUR	5.696,00	EUR
SUBVENCIJA V %	0	%	85%	
VIŠINA SUBVENCIJE	0	EUR	4.841,60	EUR
STROŠKI NALOŽBE INVESTITORJA	5.696,00	EUR	854,40	EUR
SKUPNI LETNI BRUTO PRIHRAHKI OBRATOVALNIH STROŠKOV	881	EUR/a	881	EUR/a
LETNI ODPIS	380	EUR/a	380	EUR/a
LETNA AMORTIZACIJA	380	EUR/a	380	EUR/a
DODATNI LETNI TOK DENARJA	881	EUR/a	881	EUR/a
VRAČILNI ROK NALOŽBE	6,5	a	1,0	a
NSVD	4.101	EUR	8.943	EUR
ISD	13,00	%	103,13	%

Preglednica 11.5: 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	13.650,00	EUR	13.650,00	EUR
SUBVENCIJA V %	0	%	30%	
VIŠINA SUBVENCIJE	0	EUR	4.095,00	EUR
STROŠKI NALOŽBE INVESTITORJA	13.650,00	EUR	9.555,00	EUR
SKUPNI LETNI BRUTO PRIHRAHKI OBRATOVALNIH STROŠKOV	1.131	EUR/a	1.131	EUR/a
LETNI ODPIS	910	EUR/a	910	EUR/a
LETNA AMORTIZACIJA	910	EUR/a	910	EUR/a
DODATNI LETNI TOK DENARJA	1.131	EUR/a	1.131	EUR/a
VRAČILNI ROK NALOŽBE	12,1	a	8,4	a
NSVD	-1.075	EUR	3.020	EUR
ISD	2,85	%	8,21	%

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 oken v izmeri 37,0 m^2 s faktorjem toplotne prehodnosti U ≤ 0,9 W/m^2K.
- ✓ demontaža in montaža vhodnih vrat izmeri 3,8,0 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:	5,771 MWh/a

Predpostavljeno zmanjšanje stroškov:	314,40 EUR/a

Skupni stroški investicije:	13.320,00 EUR	**Vračilna doba:**	42,40 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: 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 178,0 m^2 se predlaga položitev mehke toplotne izolacije iz steklene volne, debeline 24 cm ($\lambda \leq 0{,}037$ W/m·K) ter zaščita s paropropustno folijo.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	8,052 MWh/a

Predpostavljeno zmanjšanje stroškov:	438,63 EUR/a

Skupni stroški investicije: 6.764,00 EUR **Vračilna doba:** 15,40 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: Toplotna izolacija fasade

Opis ukrepa:
Fasadne stene stavbe so opečne gradnje debeline 60 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:

- ✓ 527,0 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.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	33,30 MWh/a

Predpostavljeno zmanjšanje stroškov:	1.814,31 EUR/a

Skupni stroški investicije: 34.225,00 EUR **Vračilna doba:** 18,90 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 nad kletjo

Opis ukrepa:
Stavba je v celoti podkletena s prostori, ki 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:

- ✓ 178,0 m^2 toplotne izolacije iz EPS, debeline 10,0 cm ($\lambda \leq 0{,}039$ W/mK) z vsemi zaključnimi deli.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije:	16,176 MWh/a

Predpostavljeno zmanjšanje stroškov:	881,20 EUR/a

Skupni stroški investicije: 5.696,00 EUR **Vračilna doba:** 6,50 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 sončne elektrarne

Opis ukrepa:
Zaradi zagotavljanja zadostnega deleža izrabe obnovljivih virov energije v stavbi kot določa Pravilnik o učinkoviti rabi energije (PURES 3) je potrebno 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 13 kW bi vključevala vgradnjo cca. 28 solarnih monokristalnih modulov iz kaljenega stekla, zaščite IP67, razsmernika ter vso ostalo opremo za nemoteno delovanje naprave.

Predpostavljeno zmanjšanje stroškov:	1.131,00 EUR/a

Skupni stroški investicije:	13.650,00 EUR	**Vračilna doba:**	12,10 a

Terminski plan uvajanja v mesecih:

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

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