

TEHNIŠKI ŠOLSKI CENTER MARIBOR
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA
STROJNIŠTVO

Nik BELČIČ

**ENERGETSKA SANACIJA POSLOVNEGA
OBJEKTA – NEŽIVILSKA TRGOVINA SOM D.O.O.**

DIPLOMSKO DELO

Višješolski strokovni študij

Maribor, 2025

TEHNIŠKI ŠOLSKI CENTER MARIBOR
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA
STROJNIŠTVO

Nik BELČIČ

**ENERGETSKA SANACIJA POSLOVNEGA
OBJEKTA – NEŽIVILSKA TRGOVINA SOM
D.O.O.**

DIPLOMSKO DELO

Višješolski strokovni študij

**ENERGY EFFICIENT RENOVATION OF A BUSSINES FACILITY –
NON-FOOD SHOP SOM D.O.O.**

GRADUATION THESIS

Higher vocational studies

Maribor, 2025

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju mag. Benu Arbitru, ki me je strokovno vodil in mi pomagal pri izdelavi diplomskega dela.

Obenem pa se zahvaljujem tudi vsem ostalim profesorjem, ki so mi predali svoje znanje, ki me bo spremljalo na moji poslovni poti.

Posebna zahvala pa gre moji družini, ki me je podpirala in mi omogočila študij.

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Nik Belčič, rojen 14.07.2002 v Mariboru, študent Tehniškega šolskega centra Maribor, Višje strokovne šole, programa strojništvo Izjavljam, da je diplomsko delo z naslovom *Energetska obnova poslovnega objekta – neživilska trgovina Som D.O.O.* avtorsko delo.

V diplomskem delu so vsi uporabljeni viri in literatura konkretno navedeni; teksti niso prepisani brez navedbe avtorjev.

Diplomsko delo je lektorirala Aleksandra Repe, ključno dokumentacijsko informacijo sem prevedel Nik Belčič.

Kraj in datum: _____

Lastnoročni podpis študenta/-ke: _____

MENTORSTVO

Diplomsko delo je zaključek Višješolskega strokovnega študija, smer strojništvo, opravljeno je bilo na Tehniškem šolskem centru Maribor, Višji strokovni šoli.

Študijska komisija Tehniškega šolskega centra Maribor, Višje strokovne šole je za mentorja diplomskega dela imenovala mag. Bena Arbitra.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: _____

Član/mentor: _____

Član: _____

Član/somentor: _____

Datum diplomskega izpita: _____

POVZETEK

Diplomsko delo z naslovom Energetska sanacija neživilske trgovine SOM d.o.o. se nanaša na snovanje energetske obnove trgovinske zgradbe. Dokument v uvodnih poglavjih najprej navede namen diplomskega dela ter podrobno zastavi predvidene cilje. V začetnih temah dokumenta je najprej opisanih nekaj tem o trenutno veljavni zakonodaji, ki zadeva racionalno rabo energije v zgradbah, pripravo tople sanitarne vode v objektih in postavitev malih fotonapetostnih elektrarn v omrežje.

Sledi praktični del diplomskega dela, v katerem je predstavljen namen objekta, njegov način gradnje, materiali, ogrevalni sistemi ter raba električne energije na letni ravni. Sledi prikaz načrta zelenega stanja zgradbe po izvedeni prenovi. Praktični del je tematsko razdeljen na štiri glavne dele.

Začetek praktičnega dela naloge obravnava načrtovanje obnove stavbnega ovoja, kjer so najprej prikazani izračuni za trenutno stanje, nato pa še za različne možnosti tipov izolacije.

Drugi del obravnava zasnovo sistema za oskrbo s toplo sanitarno vodo. Ob upoštevanju raznih standardov in dejanskih potreb v zgradbi so izvedeni preračuni za določitev količine tople sanitarne vode. V tem poglavju je izračunan tudi podatek, koliko sončnih kolektorjev je potrebnih za delovanje sistema.

Tretji del obravnava problematiko ogrevanja in hlajenja zgradbe. V tem poglavju so izračunane izgube skozi transmisijo in prezračevanje. Glede na izgube je podana tudi potrebna nazivna moč vira toplote. Podane so razne možnosti segrevanja ter njihove prednosti in slabosti.

V četrtem delu je podana ekonomska upravičenost sanacije. Navedeni so okvirni stroški obnove, z upoštevanjem nepovratnih finančnih sredstev iz EKO-sklada.

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	620.9:728(043.2)
KG	energetska obnova, toplotna črpalka, transmisijske izgube, toplotne izgube
AV	BELČIČ, Nik
SA	ARBITER, Beno (mentor)
KZ	SI-2000 Maribor, Zolajeva 12
ZA	Tehniški šolski center Maribor, Višja strokovna šola
LI	2025
IN	ENERGETSKA OBNOVA NEŽIVILSKE TRGOVINE – SOM D.O.O.
TD	Diplomsko delo (višješolski strokovni študij)
OP	XI, 37 str., 14 tab., 8 sl., 25 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	<i>V diplomskem delu je predstavljena energetska obnova objekta trgovine, predstavljena je zakonodaja in finančne podpore, trenutno stanje objekta. V teoretičnem delu naloge so podane izgube toplote, podani so predlogi sanacije in investicijski stroški.</i>

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dd
- DC 620.9:728(043.2)
- CX energy efficient renovation, heat pump, heat transmission losses, heat losses
- AU BELČIČ, Nik
- AA ARBITER, Beno (mentor)
- PP SI-2000 Maribor, Zolajeva 12
- PB Technical School Centre Maribor, Higher Vocational College
- PY 2025
- TI ENERGY EFFICIENT RENOVATION OF A BUSSINES FACILITY – NON-FOOD SHOP SOM D.O.O.
- DT Graduation Thesis (Higher vocational studies)
- NO XI, 37 p., 14 tab., 8 fig., 25 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB *The diploma thesis presents the energy renovation of a retail building, including an overview of the applicable legislation, available financial support, and the current condition of the building. The theoretical part of the thesis analyzes heat losses, proposes renovation measures, and evaluates the related investment costs.*

KAZALO VSEBINE

ZAHVALA	II
IZJAVA O AVTORSTVU	III
MENTORSTVO	IV
POVZETEK	V
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	VI
KEY WORDS DOCUMENTATION	VII
KAZALO VSEBINE	VIII
KAZALO SLIK	X
KAZALO TABEL	XI
1 UVOD	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA	1
1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA	1
2 PREGLED STANJA	2
2.1 ZAKONODAJNE ZAHTEVE ZA RACIONALNO RABO ENERGIJE V STAVBAH IN UPORABO OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE	2
2.2 FINANČNE SPODBUDE EKOSKLADA	3
2.3 PORABA IN PRIPRAVA TOPLE SANITARNE VODE V POSLOVNIH OBJEKTIH	4
2.4 UMEŠČANJE MALIH FOTONAPETOSTNIH ELEKTRARN V OMREŽJE	5
3 ENERGETSKA SANACIJA OBJEKTA	7
3.1 OPIS IN PREDSTAVITEV OBJEKTOV IN RABE ENERGIJE V PODJETJU	7
3.1.1 Opis objekta in toplotnega ovoja stavbe	7
3.1.2 Raba električne energije	9
3.2 DOLOČITEV IZHODIŠČ ZA OBNOVO TOPLOTNEGA OVOJA STAVBE	10
3.2.1 Koeficienti toplotne prevodnosti za obstoječe stanje	13
3.2.1.1 Zunanje stene ogrevanih prostorov proti terenu	13
3.2.1.2 Tla proti terenu	14
3.2.1.3 Ostrešje (neizolirano – samo sendvič paneli)	14
3.2.1.4 Vrata	14
3.2.1.5 Novejša PVC-okna z dvojno zasteklitvijo	14
3.2.2 Izhodišča za sanacijo toplotnega ovoja	15
3.2.2.1 Izhodišča za sanacijo zunanjih sten ogrevanih prostorov	15
3.2.2.2 Izhodišča za sanacijo ostrešja	16
3.2.2.3 Izhodišča za sanacijo tal proti terenu	17
3.2.3 Predlog ukrepov tal, ostrešja in zunanjih sten	18
3.2.3.1 Predlogi ukrepov za sanacijo ostrešja	19
3.2.3.2 Predlogi ukrepov za sanacijo tal	19
3.2.3.3 Predlogi ukrepov za sanacijo vhodnih vrat	19

3.2.3.4 Predlogi ukrepov za sanacijo oken.....	19
3.3 ZASNOVA OSKRBE S TOPLO SANITARNO VODO.....	19
3.4 ZASNOVA OSKRBE S TOPLOTO ZA OGREVANJE PROSTOROV	22
3.4.1 Določitev transmisijskih in prezračevalnih izgub objekta.....	22
3.4.2 Določitev prezračevalnih izgub objekta	23
3.4.3 Določitev transmisijskih izgub objekta	24
3.4.4 Določitev moči generatorja toplote.....	26
3.4.5 Izbira generatorja toplote.....	26
3.4.6 Zasnova distribucije toplote	30
3.5 ZASNOVA OSKRBE Z ELEKTRIČNO ENERGIJO IZ FOTONAPETOSTNE ELEKTRARNE.....	31
3.6 OCENA EKONOMSKE UPRAVIČENOSTI ENERGETSKE SANACIJE OBJEKTA.....	32
4 ZAKLJUČEK.....	34
5 VIRI.....	35

KAZALO SLIK

Slika 1: Tloris objekta.....	8
Slika 2:Prenos toplote in vplivni parametri	11
Slika 3: Prehod toplote skozi 2 različna gradnika	12
Slika 4: Sistem ogrevanja vode z solarnimi paneli.....	21
Slika 5: Kotel na lesne pelete	27
Slika 6: Sheme delovanja TČ	29
Slika 7: Sistem talnega ogrevanja.....	30
Slika 8: Specifikacije modula Canada Solar.....	31

KAZALO TABEL

Tabela 1: Porabniki tople sanitarne vode.....	4
Tabela 2: Porabljena toplota za pripravo tople vode	5
Tabela 3: Električni porabniki in njihova poraba	9
Tabela 4: Tabela svetil in njihova poraba	10
Tabela 5: Maksimalne prehodnosti po PURES	13
Tabela 6: Toplotne prehodnosti zunanjih sten	16
Tabela 7: Toplotne prehodnosti ostrešja	17
Tabela 8: Toplotne prehodnosti tal proti terenu	18
Tabela 9: Prezračevalne izgube po prostorih	23
Tabela 10: Transmisijske izgube prodajnega prostora.....	24
Tabela 11: Transmisijske izgube kopalnice	25
Tabela 12: Transmisijske izgube skladišča	26
Tabela 13: Predvideni investicijski stroški energetske obnove	33
Tabela 14: Predvideni letni prihranki ob nakupu energentov	33

1 UVOD

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

V centru Slovenskih goric, natančneje v Sv. Trojici se nahaja trgovina z ribiško opremo. Trgovina je ena vodilnih slovenskih podjetij na področju prodaje ribiške opreme. Trgovina kot objekt je bila postavljena leta 2009, in od takrat naprej redno posluje. Skozi leta od postavitve objekta se je zakonodaja spreminjala, prav tako pa so se močno povečale cene energentov.

V nadaljevanju bodo predstavljene možnosti za celovito energetske prenovi zgradbe tako, da bo ustrezala današnjim zahtevam v pogledu učinkovite rabe energije in rabe obnovljivih virov energije. S prenovi želimo hkrati izpolniti pogoje za koriščenje finančnih spodbud EKO-sklada. V prenovi bo zajeta tudi lastna oskrba s fotonapetostno elektrarno.

1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA

V diplomskem delu bodo določena izhodišča za obnovo stavbnega ovoja. Zasnovana bo oskrba s toplo sanitarno vodo, oskrba s toploto za ogrevanje prostorov ter z električno energijo iz fotonapetostne elektrarne. Podana bo ocena investicijskih in obratovalnih stroškov za primer z in brez energetske prenovi objektov. Glavni nameni in cilji diplomskega dela so ugotoviti energetske pomanjkljivosti in izgube na objektih. Prav tako je namen naloge poiskati rešitve za boljšo energetske učinkovitost.

2 PREGLED STANJA

2.1 ZAKONODAJNE ZAHTEVE ZA RACIONALNO RABO ENERGIJE V STAVBAH IN UPORABO OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE

Kadar gradimo novogradnjo ali pa rekonstruiramo staro zgradbo, je treba pridobiti gradbeno dovoljenje. Kot pogoj za pridobitev je med drugim tudi priloga o projektni dokumentaciji, le katere del je tudi izkaz o energijskih lastnostih stavbe. Ta se izpolnjuje po PURES.

Zakonodajo za zahteve za racionalno rabo energije v stavbah določa Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah - PURES. Pravilnik je izdalo in pripravilo Ministrstvo za okolje in prostor RS. Sprejet je bil 09. 05. 2022, objavljen 20. 05. 2022. V veljavo pa je stopil 04. 06. 2022. Pravilnik določa tehnične zahteve za graditev skoraj ničenergijskih stavb, ki morajo biti izpolnjene. Obsega toplotni ovoj stavbe, tehnične stavbne sisteme, ogrevanje, hlajenje, klimatizacijo, prezračevanje, pripravo tople sanitarne vode, razsvetljavo stavbe, zagotavljanje e-mobilnosti in podobno.

Pravilnik določa postopek, po katerem se izračuna maksimalna toplota za gretje in hlajenje objekta, prav tako pa določa potrebno moč naprav, potrebnih za hlajenje in gretje. Tako potem ob znanem volumnu stavbe ali prostora lahko določimo največjo dovoljeno moč naprave. Ta podatek nam nato daje smernice pri opremljanju prostorov s komunalno opremo (toplovodi, plinovodi, kotlovnice ...).

»Ta pravilnik določa tehnične zahteve, ki morajo biti izpolnjene za učinkovito rabo energije v stavbah na področju toplotne zaščite, ogrevanja, /.../, priprave tople vode /.../, zagotavljanja lastnih obnovljivih virov energije za delovanje sistemov v stavbi ter metodologijo za izračun energijskih lastnosti stavbe /.../« (Republika Slovenija, 2022).

Iz pravilnika lahko razberemo slednje pogoje, ki jim more zadostovati zgradba:

- Primarna letna raba energija, ki jo potrebujemo za delovanje sistemov Q_p , preračunana na enoto ogrevane površine stavbe A_U , zadošča neenačbi:

$$H'_T \leq 0,28 + \frac{T_L}{300} + \frac{0,04}{f_0} + \frac{Z}{4}$$

Ob čem za brezdimenzijsko razmerje med površino gradbenih odprtih in površino toplotnega ovoja stavbe oziroma tako imenovani faktor oblike privzemamo slednji kriterij:

- če je $f_0 < 0,2$, se upošteva, da je $f_0 = 0,2$,
- če je $f_0 > 1,0$, se upošteva, da je $f_0 = 1,0$.

Dovoljena letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe Q_{NH} , preračunana na enoto kondicionirane površine A_U oz. prostornine V_e stavbe zadostuje slednjim neenačbam:

- za stanovanjske stavbe: $Q_{NH} / A_U \leq 56 + 60 f_0 - 4,5 T_L$ (kWh/(m²a)),
- za ne stanovanjske stavbe: $Q_{NH} / A_U \leq 0,32 (56 + 60 f_0 - 4,5 T_L)$ (kWh/(m³a)),
- za javne stavbe: $Q_{NH} / A_U \leq 0,29 (56 + 60 f_0 - 4,5 T_L)$ (kWh/(m³a)).

Dovoljeni potrebni letni hlad za hlajenje Q_{NH} stavbe, preračunan na enoto hlajene površine stavbe A_U , zadošča neenačbi: • za stanovanjske stavbe: $Q_{NH} / A_U \leq 70 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$.

Letna primarna raba energije, ki je potrebna za delovanje sistemov v stavbi Q_p , preračunana na enoto ogrevane površine stavbe A_U , zadošča neenačbi:

• za stanovanjske stavbe: $Q_p / A_U = 275 + 1,1 (60 f_0 - 4,4 T_L) \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ (Republika Slovenija, 2022).

2.2 FINANČNE SPODBUDE EKOSKLADA

EKO Sklad, Slovenski okolijski javni sklad je specializirana javna institucija, ki spodbuja varstvo okolja v Republiki Sloveniji. EKO Sklad že od leta 2008 podeljuje ugodna posojila in posojila občinam, pravnim osebam, samostojnim podjetnikom ter zasebnikom in občanom. Nudijo pa tudi nepovratna sredstva za spodbujanje uvedbe različnih ukrepov za učinkovito rabo energije in rabo obnovljivih energijskih virov. Glavni namen je olajšanje prehoda na zeleno energijo.

Sklad je v letu 2023 z odločbami odobril za kar 48,7 mio EUR ugodnih kreditov in za 80,5 mio EUR nepovratnih sredstev (EKO sklad, 2024).

Za občane EKO-sklad trenutno ponuja številne razpise, ki so:

- Nepovratne finančne spodbude za skoraj nič-energijske stavbe,
- Nepovratne finančne spodbude občanom za nove naložbe v večjo energetske učinkovitost in rabo obnovljivih virov energije v stavbah,
- Nepovratne finančne spodbude za zmanjševanje energetske revščine,
- Nepovratne finančne spodbude za posodobitev ogrevalnih naprav,
- Nepovratne finančne spodbude za nove skupne naložbe večje energetske učinkovitosti starejših stavb,
- Kreditiranje nakupa okolju prijaznih vozil,
- Kreditiranje okolijskih naložb.

Pravnim osebam EKO sklad trenutno ponuja razpise za:

- Nepovratne finančne spodbude za skoraj ničenergijske stavbe,
- Nepovratne finančne spodbude za nove naložbe v večjo energetske učinkovitost in rabo obnovljivih virov energije v stavbah,
- Nepovratne finančne spodbude podjetjem za izvedbo energetskega pregleda ali za uvedbo sistema upravljanja z energijo,
- Nepovratne finančne spodbude za posodobitev ogrevalnih naprav,
- Nepovratne finančne spodbude za nove skupne naložbe večje energetske učinkovitosti starejših stavb,
- Kreditiranje nakupa okolju prijaznih vozil,
- Kreditiranje okolijskih naložb (EKO sklad, 2025).

2.3 PORABA IN PRIPRAVA TOPLE SANITARNE VODE V POSLOVNIH OBJEKTIH

Vsak objekt ima svoje potrebe za toplo sanitarno vodo. Potrebne količine in temperature vode se razlikujejo od objekta do objekta. Pri zasnovi oskrbe s toplo vodo moramo vedeti, za kakšen tip objekta gre, kakšna aktivnost oz. dejavnost se bo izvajala v njem. Velikost objekta in število ljudi v objektu in njihove potrebe prav tako vplivajo na zasnovo. Ob vsem planiranju pa je pomembno tudi biti pozoren za možne špice v porabi, ter se prilagoditi na njih. V našem primeru je takšna špica pranje posod za žive vabe, ki se izvaja 1x tedensko, in špica 1x mesečno, kadar se čisti hladilnica in pomivajo posode za vabe. Skozi naše preračune želimo ugotoviti, kolikšne so naše potrebe za toplo vodo v litrih in temperatura, prav tako pa želimo izračunati še moč, ki jo potrebujemo za segrevanje vode v objektu.

Vrednosti o porabi lahko razberemo v spodnji tabeli:

Tabela 1: Porabniki tople sanitarne vode

PORABNIK	POGOSTOST	ENKRATNA PORABA [L]	TEMPERATURA [°C]	TRAJANJE [MIN]
Umivanje rok	20–30x dnevno	5	35	2
Pranje jedilne posode	3x dnevno	15	55	5
Pranje posod za vabe	1x tedensko	100	60	60
Pranje hladilnice	1x mesečno	100	60	30
POVPREČNA DNEVNA PORABA [L]		170		
PORABA OB PRANJU POSOD [L]		270		
PORABA OB PRANJU POSOD IN HLADILNICE [L]		370		

Kot lahko opazimo, je dnevna poraba vode relativno nizka. Do spremembe pride v 1x tedensko ob pranju posod za vabe in 1x mesečno ob pranju posod in hladilnice.

Pomemben podatek, ki ga želimo pridobiti pri energetske sanaciji, je tudi podatek oz. količina porabljene energije za segrevanje vode. Za pridobitev slednjega podatka bomo uporabili enačbo, ki nam opisuje potrebno količino energije za segretje določene mase vode s specifično toploto z začetne na končno temperaturo.

$$Q = \frac{m \times c_p \times (T_{končna} - T_{začetna})}{3600} \quad [\text{Wh}]$$

m – masa količine [kg]

c_p – specifična toplota $\left[\frac{\text{J}}{\text{kgK}}\right]$

$T_{začetna}$ – začetna temperatura [$^{\circ}\text{C}$]

$T_{končna}$ – končna temperatura [$^{\circ}\text{C}$]

Enačba za vsakodnevno porabo:

$$Q = \frac{170 \text{ kg} \times 4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \times (60 - 10) \text{ K}}{3600} = 9916,6 \text{ Wh}$$

Enačba za tedensko špico s pranjem posod:

$$Q = \frac{270 \text{ kg} \times 4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \times (60 - 10) \text{ K}}{3600} = 15.750 \text{ Wh}$$

Poraba za mesečno špico s pranjem hladilnice in posod:

$$Q = \frac{370 \text{ kg} \times 4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \times (60 - 10) \text{ K}}{3600} = 21.583,3 \text{ Wh}$$

Tabela 2: Porabljena toplota za pripravo tople vode

PORABA	KOLIČINA PORABLJENE VODE [L]	PORABLJENA ENERGIJA [Wh]
Normalna dnevna poraba	170	9916
Poraba v tedenski špici s pranjem posod	270	15.750
Poraba v mesečni špici s pranjem hladilnice in posod	370	21.583

2.4 UMEŠČANJE MALIH FOTONAPETOSTNIH ELEKTRARN V OMREŽJE

Fotovoltaiko predstavljajo naprave, ki energijo sončnega sevanja neposredno pretvarjajo v električno energijo. Naprave so t. i. sončne celice (PV – angl. photovoltaics) in temeljijo na ustvarjanju električne napetosti na osnovi fotoefekta. Fotoefekt je ustvarjanje prostih elektronov z energijo svetlobe. Fotoni svojo energijo predajo elektronom, ki se zato lahko osvobodijo vezi z atomskim jedrom in postanejo prosto gibljivi. Elektrone lahko usmerimo in tako nastane električni tok « (Priročnik za postavitev manjših elektrarn na OVE in SPTE, Borzen in SODO, 2022).

Celice za proizvodnjo elektrike iz sončne energije se pri samooskrbi zgradbe montirajo na objekt (navadno na streho). Svoje najboljše delovanje dosegajo, kadar so postavljene na južni strani strehe pod naklonom 30° do 35° . Njihova cena se giblje okrog 900–1100 EUR na kW.

V Republiki Sloveniji politiko o sončnih elektrarnah določa Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije. Uredbo je sprejela Vlada Republike Slovenije, nosilni organ pa je Ministrstvo za infrastrukturo RS. Uredba je bila sprejeta 24. 03. 2022, objavljena 25. 03. 2022 v veljavo pa je stopila 09. 04. 2022.

»Ta uredba določa ukrep spodbujanja rabe električne energije, pridobljene iz obnovljivih virov energije z napravo za samooskrbo, podrobnejše pogoje za posamezne vrste samooskrbe, način obračuna električne energije in dajatev za odjemalce, podrobnejše pogoje za dodelitev naložbene pomoči, pogoje za priključitev naprave za samooskrbo, vsebino in poročanje ter spremljanje izvajanja ukrepa « (Vlada Republike Slovenije, 2022).

Postopek umeščanja malih fotonapetostnih elektrarn se izvaja po naslednjih korakih:

1. Analiza lokacije (preverja se njena primernost),
2. Preverjanje potrebnih dovoljenj in soglasij,
3. Pridobitev projektnih pogojev in izdelava projektne dokumentacije,
4. Gradbeno dovoljenje (pri samooskrbi načeloma ni potrebno),
5. Izbira izvajalca in postavitve naprave,
6. Pridobitev soglasja za priključevanje v omrežje,
7. Priključitev na energetska omrežje,
8. Pridobitev deklaracij in odločb o podpori,
9. Pridobitev podpor za proizvedeno el. energijo.

3 ENERGETSKA SANACIJA OBJEKTA

3.1 OPIS IN PREDSTAVITEV OBJEKTOV IN RABE ENERGIJE V PODJETJU

3.1.1 Opis objekta in toplotnega ovoja stavbe

Objekt oz. prodajalna je sestavljena iz štirih delov. Glavni in največji del predstavlja razstavno prodajni prostor. Neposredno ob prodajnem prostoru se nahajajo sanitarije. Za sanitarijami in prodajnim prostorom se nahaja skladišče, v skladišču pa še hladilnica.

Sam objekt ima tlorisne mere 20 x 10 m. Višina sten na južni strani meri 3,5 m, na severni strani pa 5 m.

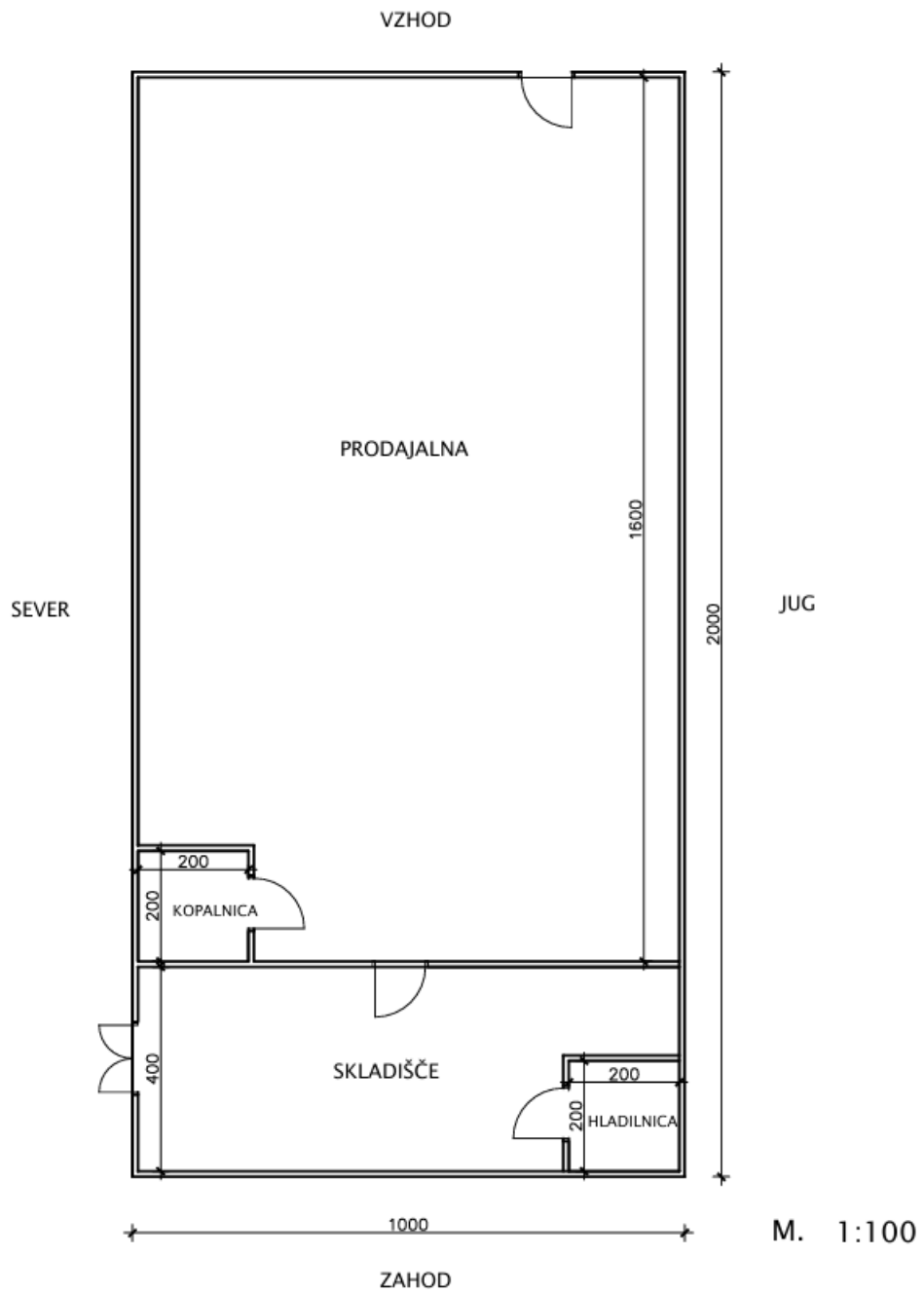
Objekt je pritličen in nima podstrešja. Streha je enokapnica, nagnjena proti južni strani. Streha je izdelana iz strešnih sendvič panelov debeline 10 cm. Konstrukcija strehe je kovinska oz. sendvič paneli.

Tlak objekta sestavlja plošča iz armiranega betona debeline 15 cm. Finalni tlak po razstavno prodajnem delu objekta in skladišču je epoksidni premaz. Za sanitarije in hladilnico je finalni tlak keramika.

Zunanje stene so sestavljene iz fasadnih sendvič plošč, debeline 5 cm. Plošče so pritrjene na jekleno konstrukcijo. Notranje pregradne stene so izdelane iz fasadnih sendvič panelov debeline 5 cm. Notranje stene v sanitarnih prostorih so v celotni višini obdelane z keramiko. Stene hladilnice pa so narejene iz fasadnih sendvič panelov debeline 10 cm, obložene s stiroporom, debeline 15 cm in končno prelepljene s »Climapor« izolacijsko folijo, ki zadržuje hlad in paro. Okna na razstavno v prodajnem delu in v skladišču so plastična (PVC) in so dvojno zastekljena. Vsa okna v teh prostorih so fiksna. Okno v sanitarijah je enokrilno plastično okno s termoizolacijsko zasteklitvijo.

Vhodna vrata za prodajni prostor so plastična z dvojno zasteklitvijo. Notranji prehodi med skladiščem ter sanitarijami so opremljeni s sobnimi vrati. Sobna vrata so plastična s polnilom iz perforirane iverne plošče. Zunanja vrata za vhod v skladišče so dvokrilna in iz enakega materiala kot je zunanja stena objekta. Vrata hladilnice so enokrilna in iz istega materiala, kot so na vhodu v skladišče, le da so ta dodatno obdelana z 10 cm debelim slojem stiropora in »Climapor« izolacijsko folijo.

Slika 1: Tloris objekta



Vir: (A. Podoreški, 2024)

3.1.2 Raba električne energije

Pri pregledu rabe energije moramo biti tudi pozorni na električne naprave, ki so v objektu. Predvsem do izraza pride, če je teh naprav veliko. Električne naprave, ki jih podjetje uporablja v trgovini, so prikazane v spodnji Tabeli 3.

Tabela 3: Električni porabniki in njihova poraba

Tip porabnika	Število porabnikov	Inštalirana moč porabnikov (W)	Dnevne obratovalne ure (h)	Obratovalna moč med delovanjem (kW)	Ocenjena letna poraba električne energije (kWh)
Računalnik	1	150	11	0,15	602,25
Monitor	1	150	11	0,15	602,25
Tiskalnik	2	100	11	0,1	8,3
Radio	1	50	11	0,05	200,75
Vitrinski hladilnik 1	1	250	24	0,25	2190
Vitrinski hladilnik 2	1	300	24	0,3	2628
Vrtalnik	1	500	1,5	0,5	273,75
Brusilnik	1	250	0,5	0,25	45,6
Rutar	1	100	24	0,1	876
Modem	1	100	24	0,1	876
Kamere za videonadzor	5	75	24	0,075	3285
Električna polnilnica za avtomobil	1	22000	1	22	8300
Klimatska naprava	2	3500	5	3,5	12775

Po pregledu tabele in izračuna skupne porabe ugotovimo, da podjetje samo na električnih napravah na letni dobi porabi skoraj 36.200 kWh. Po podrobnejšem pregledu ugotovimo, da sta največja porabnika energije električna polnilnica za avtomobile in sistem klimatskega ogrevanja. Velika poraba pa je upravičena, saj je službeno vozilo, ki ga podjetje uporablja za prevoz skoraj vsakodnevno, električno. Letna poraba energije brez polnilnice za električne

avtomobile in klimatskega sistema nanese približno 12.500 kWh.

Če za povprečno ceno električne energije za negospodinjstva vzamemo podatek 0,17 EUR za kWh, ki ga navaja Statistični urad Republike Slovenije v letu 2024, dobimo, da podjetje porabi na letni ravni 6150 EUR samo za napajanje električnih naprav. V primeru, da električne polnilnice za avtomobile in klimatskega sistema ne upoštevamo, pa podjetje porabi letno okrog 2125 EUR.

Zraven električnih naprav, ki so postavljene v objektu, moramo upoštevati tudi stroške razsvetljave. Večina razsvetljave v objektu je zagotovljena s pomočjo fluorescentnih žarnic. Za razsvetljavo sanitarij je uporabljena navadna varčna žarnica. Pred vhodom v objekt je zaradi varnosti in boljšega delovanja video nadzornega sistema nameščen LED-reflektor. Poraba električne energije porabljene za razsvetljavo je prikazana v Tabeli 2.

Tabela 4: Tabela svetil in njihova poraba

Tip sijalke	Število porabnikov	Število sijalk	Moč porabnika (W)	Skupna moč porabnikov (kW)	Predvidena letna poraba električne energije (kWh)
Varčna	1	1	20	0,02	10
Fluorescentna (prodajni prostor)	8	16	60	0,96	2520
Fluorescentna (skladišče)	3	6	60	0,36	360
Fluorescentna (hladilnica)	1	2	60	0,12	15
LED	1	1	150	0,15	550
Skupaj	14	26		1,61	3455

Ob pregledu tabel ugotovimo, da je poraba električne energije za razsvetljavo v podjetju približno 3450 kWh.

Ob računanju stroškov energentov s povprečno ceno za leto 2024, izračunamo, da podjetje porabi na letni ravni 580 EUR za razsvetljavo.

3.2 DOLOČITEV IZHODIŠČ ZA OBNOVO TOPLOTNEGA OVOJA STAVBE

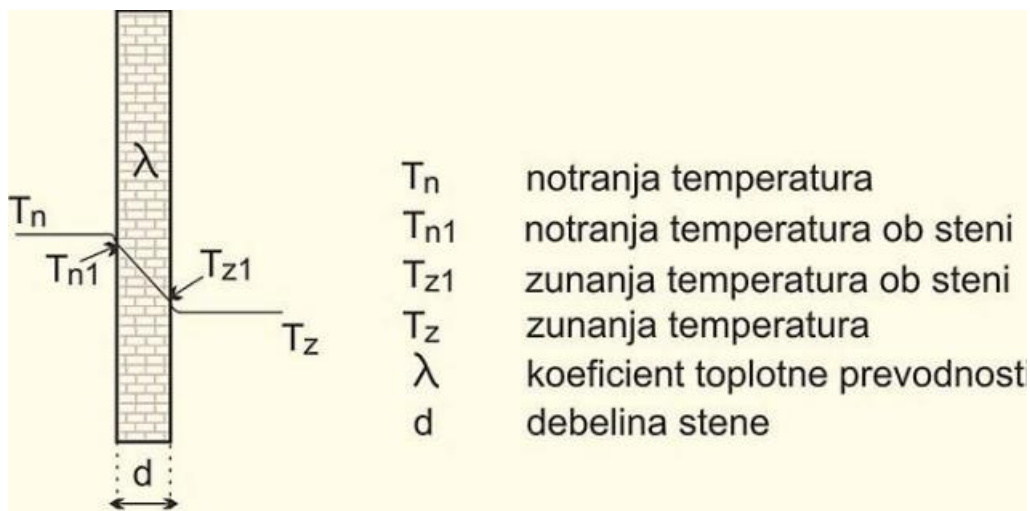
Kot stavbni ovoj zgradbe lahko imenujemo vse glavne gradnike. Ti gradniki so: tla proti terenu (v našem primeru je to armirana betonska plošča), zunanje stene, ostrešje, ter vrata in okna. Vsi ti naštetih elementi varujejo zgradbo pred izgubo toplote v notranjosti. Izguba toplote poteka preko pojava, imenovanega prenos toplote. Pri prenosu toplote imamo vsaj dva gradnika z

različnim temperaturnim stanjem. V tem primeru toplota zmeraj prehaja iz gradnika z večjo vrednostjo na gradnik z manjšo vrednostjo. Postopek traja toliko dolgo, dokler se temperaturne vrednosti na obeh straneh ne izenačijo.

Z uporabo formul za prenos toplote lahko izračunamo toplotne izgube stavbe. Idealne izgube stavbe bi bile enake 0, vendar pa to ni mogoče. Z različnimi načini izoliranja stavbe se trudimo približati ničelnemu prenosu toplote. Z dobro izolirano stavbo dosežemo čim nižji prenos toplote. Toplota, ki se skozi gradnike prenese na okolico, je izgubljena toplota, ki jo je treba nadomestiti z dogrevanjem ali ohlajevanjem. Ogrevanje in ohlajevanje pa predstavljata finančno breme. Potemtakem nam dobra izolacija zmanjša potrebo po čezmernem ogrevanju ali hlajenju ter posledično zmanjšuje stroške.

Toplotna prehodnost ali toplotna prevodnost sklopa, kot se ponekod v literaturi uporabljata, je veličina, ki nam pove koliko toplote se prenese skozi en kvadratni meter površine, pri temperaturni razliki dveh različnih snovi 1K. Za označevanje toplotne prehodnosti sklopa je namenjena velika črka U, enota, v kateri jo podajamo pa je W/m²K. Vsak material ima svojo vrednost za prevodnost, ki pa jo označujemo z malo grško črko λ , enota, v kateri jo pa izražamo, je W/mK Na to vrednost pa vplivajo karakteristike materiala in tudi debelina materiala.

Slika 2: Prenos toplote in vplivni parametri



Vir: (Lavrič, 2012)

Pri računanju toplotne upornosti sklopa potrebujemo slednje veličine:

$d_{materiala}$ = debelina materiala

$\lambda_{materiala}$ = toplotna prevodnost materiala

h_n = notranji temp. koefficient = 8 W/m²

h_z = zunanji temp. koefficient = 23 W/m²

Koeficienti zunanjih in notranjih temperatur so količine, ki se zelo hitro spreminjajo glede na različne faktorje (temp. zraka, konvekcija, veter itd.). Njihova točna določitev je dokaj zahtevna. Za lažji izračun uporabimo vrednosti, podane v standardu SIST EN ISO 6946:2008. Standard

določa vrednosti 8 W/m² za notranji koeficient in 23 W/m² za zunanji koeficient.

Na podlagi teh veličin dobimo poenostavljeno enačbo za izračun toplotne upornosti posameznega gradnika v sklopu:

$$R_{gradnika} = \frac{1}{h_{notranja}} + \frac{d_{material}}{\lambda_{material}} + \frac{1}{h_{zunanja}}$$

Za vrednost toplotne prevodnosti U pa uporabimo nasprotno vrednost toplotne upornosti R:

$$U_{gradnika} = \frac{1}{R_{gradnika}}$$

V večini primerov nam enačba za posamezni gradnik ne ustreza, saj so ti po navadi grajeni iz več segmentov, ki sestavljajo en sklop. Takrat uporabimo enačbo, ki je vsota korekturnih faktorjev zaradi pristopnosti z upornostmi vsakega gradnika (i = število gradnikov)

$$R_{SKUPNA} = \frac{1}{h_{notranja}} + \sum_{k=1}^i \frac{d_{gradnik}}{\lambda_{gradnik}} + \frac{1}{h_{zunanja}}$$

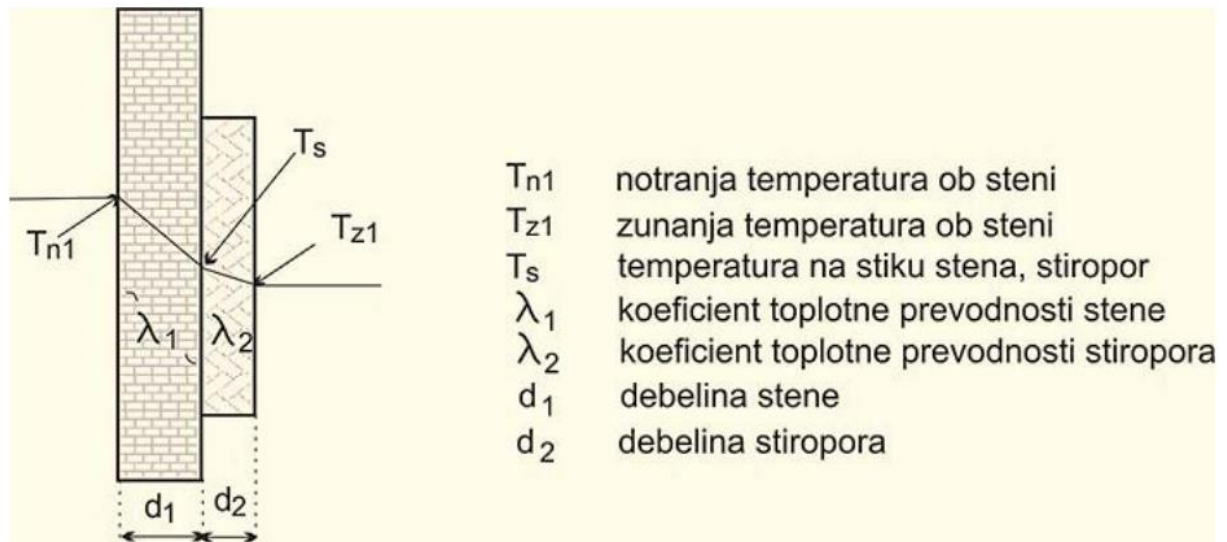
Za pridobitev toplotne prehodnosti sklopa uporabimo nasprotno vrednost upornosti sklopa.

$$U_{SKLOPA} = \frac{1}{R_{SKUPNA}}$$

Celotno proces računanja pa lahko nekoliko poenostavimo z združitvijo obeh enačb.

$$U_{SKLOPA} = \frac{1}{\frac{1}{h_{notranja}} + \sum_{k=1}^i \frac{d_{gradnik}}{\lambda_{gradnik}} + \frac{1}{h_{zunanja}}}$$

Slika 3: Prehod toplote skozi dva različna gradnika



Vir: (Lavrič, 2012)

Vsak posamezni gradnik zgradbe ima svojo največjo dovoljeno toplotno prehodnost. Te vrednosti nam določa: Pravilnik o Učinkoviti Rabi Energije v Stavbah (v nadaljevanju PURES). Pravilnik je v veljavi že od leta 2022. Spodnja Tabela št. 5 nam prikazuje maksimalne vrednosti, za vsak posamezni gradnik.

Tabela 5: Maksimalne prehodnosti po PURES

	Vrsta gradbene konstrukcije ali gradnika ovoja stavbe	U_{dov} (W/(m ² K))
1	zunanje stene in stene proti prostorom s stalno temperaturo pod lediščem	0,18
2	stene proti neogrevanim prostorom	0,28
3	del zunanje stene ali stene proti neogrevanim prostorom, površina katere ne presega 10 % površine preostalega dela zunanje stene proti neogrevanim prostorom	0,60
4	stene, ki mejijo na ogrevane sosednje stavbe	0,50
5	stene in stropi med stanovanji; stene proti hodnikom in drugim manj ogrevanim prostorom	0,7
6	zunanje stene ogrevanih prostorov proti terenu	0,35
7	tla proti terenu, tla nad neogrevano kletjo ali neogrevanim prostorom	0,35
8	tla proti zunanosti	0,30
9	tla ali stene s ploskovnim ogrevanjem proti zunanosti	0,20
10	tla na terenu in tla proti neogrevanemu prostoru pri ploskovnem gretju	0,30
11	strop proti neogrevanemu prostoru	0,15
12	strop proti terenu	0,35
13	ravne in poševne strehe	0,15
14	del terase, ki ne presega 5 % površine strehe	0,60
15	okna, vgrajena v zunanji zid; balkonska vrata, zastekljene fasade z okvirjem iz lesa ali umetnih mas	1,0
16	okna, vgrajena v zunanji zid; balkonska vrata, zastekljene fasade s kovinskim okvirjem	1,0
17	strešna okna, svetlobne kupole in steklene strehe	1,4
18	transparentni del svetlobne kupole	2,4
19	vhodna vrata v ogrevane prostore, vetrolovi	1,6
20	garažna vrata, vrata v neogrevane prostore	2,0
21	dovoljeno povečanje specifičnega koeficienta transmisijskih toplotnih izgub H_T zaradi toplotnih prehodnosti toplotnih mostov za nove in rekonstruirane energetske manj zahtevne stavbe $\Delta\Psi_{tb}$	0,04
22	dovoljeno povečanje specifičnega koeficienta transmisijskih toplotnih izgub H_T zaradi toplotnih prehodnosti toplotnih mostov za energetske prenovljene energetske manj zahtevne stavbe $\Delta\Psi_{tb}$	0,06

Vir: (Republika Slovenija, 2022)

3.2.1 Koeficienti toplotne prevodnosti za obstoječe stanje

Po izračunih toplotnih prehodnosti gradnikov zgradbe smo ugotovili naslednje.

3.2.1.1 Zunanje stene ogrevanih prostorov proti terenu

$$R_{SKUPNA, zun. stena} = \frac{1}{h_{notranja}} + \frac{d_{panel}}{\lambda_{panel}} + \frac{1}{h_{zunanja}}$$

$$R_{SKUPNA, zun. stena} = \frac{1}{8} + \frac{0,05 \text{ m}}{0,030 \frac{W}{mK}} + \frac{1}{23} = 1,835 \frac{m^2K}{W}$$

$$U_{zun. stena} = \frac{1}{1,835 \frac{m^2K}{W}} = 0,545 \frac{W}{m^2K}$$

Trenutno stanje ne ustreza podanim zahtevam PURES ($U < 0,35 \text{ Wm}^2/\text{K}$), zato bo potrebna dodatna izolacija sten (stiropor ali mineralna volna).

3.2.1.2 Tla proti terenu

$$R_{SKUPNA,tla} = \frac{1}{h_{notranja}} + \frac{d_{beton}}{\lambda_{beton}} + \frac{1}{h_{zunanja}}$$

$$R_{SKUPNA,zun. stena} = \frac{1}{8} + \frac{0,15 \text{ m}}{1,1 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + \frac{1}{23} = 0,304 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$U_{zun. stena} = \frac{1}{0,304 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}} = 3,29 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

Trenutno stanje ne ustreza trenutnim zahtevam PURES ($U < 0,35 \text{ Wm}^2/\text{K}$), potrebna bo sanacija stanja (stiropor – stirodur XPS)

3.2.1.3 Ostrešje (neizolirano – samo sendvič paneli)

$$R_{SKUPNA,zun. stena} = \frac{1}{h_{notranja}} + \frac{d_{panel}}{\lambda_{panel}} + \frac{1}{h_{zunanja}}$$

$$R_{SKUPNA,zun. stena} = \frac{1}{8} + \frac{0,10 \text{ m}}{0,030 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + \frac{1}{23} = 3,502 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$U_{zun. stena} = \frac{1}{3,502 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}} = 0,285 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

Obstoječe stanje je neustrezno glede na PURES zahteve ($U < 0,35 \text{ Wm}^2/\text{K}$), potrebna bo dodatna izolacija (mavčne plošče in mineralna volna).

3.2.1.4 Vrata

Običajna vhodna vrata iz plastične mase z zasteklitvijo:

$$U_{vhodna vrata} = 3,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

Vrata, ki so postavljena na vhod, ne izpolnjujejo PURES-zahtev. Potrebna bo njihova menjava z novejšim in bolje izoliranim modelom.

»(2) Toplotna prehodnost zunanjih vrat ne sme biti večja od $1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ «. (Uradni list RS, 2008)

3.2.1.5 Novejša PVC-okna z dvojno zasteklitvijo

$$U_{zasteklitve} = 1,6 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

$$U_{okvirja} = 1,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

»V ogrevanih stanovanjskih in poslovnih prostorih stavbe se smejo uporabljati okna s toplotno prehodnostjo zasteklitve največ 1,1 W/m²K. Toplotna prehodnost celotnega okna (stekla in nosilnega okvirja) sme biti največ 1,3 W/m²K« (Uradni list RS, 2008).

Trenutno stanje je nekoliko pod zahtevanim stanjem po PURES-pravilniku. Pravilnik zapoveduje prehodnost 1,3 – 1,6 $\frac{W}{m^2K}$. Za ustreznost bo potrebna menjava za okna z manjšimi izgubami.

3.2.2 Izhodišča za sanacijo toplotnega ovoja

3.2.2.1 Izhodišča za sanacijo zunanjih sten ogrevanih prostorov

Pri zunanjih stenah bomo preverjali dve možnosti izolacije:

- ekspanzirane stiroporne plošče EPS + mavčne plošče,
- mineralno volno + mavčne plošče.

Fasadne plošče iz ekspandiranega stiropora (EPS-F) so ena najpogosteje uporabljenih vrst izolacije. Stiropor je lahek in dobro izolativen material, ki ne prepušča vode in je odporen na plesen in gnitje. Toplotna prevodnost našega izbranega stiropora je 0,039 $\frac{W}{mK}$. (Stireks d.o.o., 2018)

EPS plošče, debeline 50 mm, **že ustrezajo**:

$$U_{zun. stena} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,0125 m}{0,21 \frac{W}{mK}} + \frac{0,05 m}{0,039 \frac{W}{mK}} + \frac{0,05 m}{0,030 \frac{W}{mK}} + \frac{1}{23}} = 0,315 \frac{W}{m^2K}$$

EPS plošče, debeline 100 mm, **ustrezajo**:

$$U_{zun. stena} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,0125 m}{0,21 \frac{W}{mK}} + \frac{0,10 m}{0,039 \frac{W}{mK}} + \frac{0,05 m}{0,030 \frac{W}{mK}} + \frac{1}{23}} = 0,224 \frac{W}{m^2K}$$

EPS plošče, debeline 150 mm, **ustrezajo**:

$$U_{zun. stena} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,0125 m}{0,21 \frac{W}{mK}} + \frac{0,15 m}{0,039 \frac{W}{mK}} + \frac{0,05 m}{0,030 \frac{W}{mK}} + \frac{1}{23}} = 0,174 \frac{W}{m^2K}$$

EPS plošče, debeline 200 mm, **ustrezajo**:

$$U_{zun. stena} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,0125 m}{0,21 \frac{W}{mK}} + \frac{0,20 m}{0,039 \frac{W}{mK}} + \frac{0,05 m}{0,030 \frac{W}{mK}} + \frac{1}{23}} = 0,142 \frac{W}{m^2K}$$

Mineralne volne so negorljivi materiali, ki se termično ne spreminjajo (se na raztezajo in se ne krčijo pod toplotnimi vplivi). Njihova montaža je dokaj nezahtevna.

Imajo nizko prevodnost toplote (0,040–0,030 W/mK) in so dober zvočni izolator. V našem primeru smo izbrali kakovostno volno z najnižjo toplotno prevodnostjo (Stireks d.o.o., 2021).

Debelina mineralne volne 5 cm **že ustreza:**

$$U_{zun. stena} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,0125 m}{0,21 \frac{W}{mK}} + \frac{0,05 m}{0,036 \frac{W}{mK}} + \frac{0,05 m}{0,030 \frac{W}{mK}} + \frac{1}{23}} = 0,304 \frac{W}{m^2K}$$

Debelina mineralne volne 10 cm **ustreza:**

$$U_{zun. stena} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,0125 m}{0,21 \frac{W}{mK}} + \frac{0,10 m}{0,036 \frac{W}{mK}} + \frac{0,05 m}{0,030 \frac{W}{mK}} + \frac{1}{23}} = 0,214 \frac{W}{m^2K}$$

Debelina mineralne volne 15 cm **ustreza:**

$$U_{zun. stena} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,0125 m}{0,21 \frac{W}{mK}} + \frac{0,15 m}{0,036 \frac{W}{mK}} + \frac{0,05 m}{0,030 \frac{W}{mK}} + \frac{1}{23}} = 0,165 \frac{W}{m^2K}$$

Debelina mineralne volne 20 cm **ustreza:**

$$U_{zun. stena} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,0125 m}{0,21 \frac{W}{mK}} + \frac{0,20 m}{0,036 \frac{W}{mK}} + \frac{0,05 m}{0,030 \frac{W}{mK}} + \frac{1}{23}} = 0,134 \frac{W}{m^2K}$$

Izračunane vrednosti so zbrane v spodnji Tabeli 6:

Tabela 6: Toplotne prehodnosti zunanjih sten

Debelina izolacijskega materiala [cm]	Neizolirana stavba [W/m ² K]	Odstopanje od maksimalne vrednosti po PURES [%]	Izolacija z EPS 70 [W/m ² K]	Odstopanje od maksimalne vrednosti po PURES [%]	Izolacija z mineralno volno [W/m ² K]	Odstopanje od maksimalne vrednosti po PURES [%]
0	0,545	+55,7				
5			0,315	-10	0,304	-13,1
10			0,224	-36	0,214	-38,9
15			0,174	-50,3	0,165	-52,9
20			0,142	-59,4	0,134	-61,7

Kot vidimo, so že minimalne spremembe prinesle izboljšave glede izolacije stavbe, in bi pripomogle pri manjših toplotnih izgubah.

3.2.2.2 Izhodišča za sanacijo ostrešja

Pri ostrešju bomo preverjali izolacijo z mineralnimi volnami ter končnim zapiranjem z mavčnimi ploščami.

Debelina mineralne volne 5 cm **ne ustreza**:

$$U_{zun. stena} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,0125 m}{0,21 \frac{W}{mK}} + \frac{0,05 m}{0,036 \frac{W}{mK}} + \frac{0,1 m}{0,030 \frac{W}{mK}} + \frac{1}{23}} = 0,202 \frac{W}{m^2K}$$

Debelina mineralne volne 10 cm **ne ustreza**:

$$U_{zun. stena} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,0125 m}{0,21 \frac{W}{mK}} + \frac{0,10 m}{0,036 \frac{W}{mK}} + \frac{0,1 m}{0,030 \frac{W}{mK}} + \frac{1}{23}} = 0,158 \frac{W}{m^2K}$$

Debelina mineralne volne 15 cm **že ustreza**:

$$U_{zun. stena} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,0125 m}{0,21 \frac{W}{mK}} + \frac{0,15 m}{0,036 \frac{W}{mK}} + \frac{0,1 m}{0,030 \frac{W}{mK}} + \frac{1}{23}} = 0,129 \frac{W}{m^2K}$$

Debelina mineralne volne 20 cm **ustreza**:

$$U_{zun. stena} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,0125 m}{0,21 \frac{W}{mK}} + \frac{0,20 m}{0,036 \frac{W}{mK}} + \frac{0,1 m}{0,030 \frac{W}{mK}} + \frac{1}{23}} = 0,109 \frac{W}{m^2K}$$

Podatki primerjave z maksimalno vrednostjo so zbrani v Tabeli 7.

Tabela 7: Toplotne prehodnosti ostrešja

Debelina izolacijskega materiala [cm]	Neizolirano ostrešje [W/m ² K]	Odstopanje od maksimalne vrednosti po PURES [%]	Izolacija z mineralno volno [W/m ² K]	Odstopanje od maksimalne vrednosti po PURES [%]
0	0,285	+90		
5			0,202	+34,7
10			0,158	+5,3
15			0,129	-13,7
20			0,109	-27,3

3.2.2.3 Izhodišča za sanacijo tal proti terenu

Pri sanaciji tal bomo preverjali izolacijo s stirodurom – ekstrudirani polistiren (XPS), finalni tlak pa bodo keramične ploščice.

XPS-plošče, debeline 50 mm, **ne ustrezajo**:

$$U_{tla} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,15 m}{1,1 \frac{W}{mK}} + \frac{0,05 m}{0,035 \frac{W}{mK}} + \frac{0,01 m}{1,1 \frac{W}{mK}} + \frac{0,005 m}{1,2 \frac{W}{mK}} + \frac{1}{23}} = 0,572 \frac{W}{m^2K}$$

XPS-plošče, debeline 100 mm, **že ustrezajo:**

$$U_{tla} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,15 m}{1,1 \frac{W}{mK}} + \frac{0,10 m}{0,035 \frac{W}{mK}} + \frac{0,01 m}{1,1 \frac{W}{mK}} + \frac{0,005 m}{1,2 \frac{W}{mK}} + \frac{1}{23}} = 0,315 \frac{W}{m^2K}$$

XPS-plošče, debeline 150 mm, **ustrezajo:**

$$U_{tla} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,15 m}{1,1 \frac{W}{mK}} + \frac{0,15 m}{0,035 \frac{W}{mK}} + \frac{0,01 m}{1,1 \frac{W}{mK}} + \frac{0,005 m}{1,2 \frac{W}{mK}} + \frac{1}{23}} = 0,217 \frac{W}{m^2K}$$

XPS-plošče, debeline 200 mm, **ustrezajo:**

$$U_{tla} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,15 m}{1,1 \frac{W}{mK}} + \frac{0,20 m}{0,035 \frac{W}{mK}} + \frac{0,01 m}{1,1 \frac{W}{mK}} + \frac{0,005 m}{1,2 \frac{W}{mK}} + \frac{1}{23}} = 0,166 \frac{W}{m^2K}$$

Tabela 8: Toplotne prehodnosti tal proti terenu

Debelina izolacijskega materiala [cm]	Neizoliran tlak [W/m ² K]	Odstopanje od maksimalne vrednosti po PURES [%]	Izolacija z EPS 150 + Keramične plošče [W/m ² K]	Odstopanje od maksimalne vrednosti po PURES [%]
0	3,29	+840		
5			0,572	+63,4
10			0,315	-10
15			0,217	-38
20			0,166	-52,6

3.2.3 Predlog ukrepov tal, ostrejšja in zunanjih sten

Po pregledu naših rezultatov za zunanje stene smo ugotovili, da sta oba materiala odlična izolatorja, ki ima dobre lastnosti. Mineralne volne so nekoliko boljši izolator, vendar je njihova namestitvev potrebna na notranji strani stavbe, kar nam nekoliko zmanjša prostornino notranjih prostorov. Ob računanju smo opazili, da za zunanje stene zadostuje že minimalni dodatek 50 mm obeh materialov. Vendar moramo ob tem upoštevati nek faktor naše napake pri posplošenem izračunu. V tem primeru bi bilo primerno pri projektiranju obnove izbrati material, ki je za eno stopnjo debelejši, torej debeline 100mm. S takšno debelino izolacije bi pridobili minimalno ustreznost stavbe po pravilniku PURES. Uporabnik pa lahko izbira tudi večje debeline materialov za prispevek k večjim prihrankom za ogrevanje in hlajenje na dolgi rok, vendar je v tem primeru investicija dražja, pomemben faktor pri izbiri debeline so tudi EKO-sklad zahteve. Kar si tiče izbire materiala za obnovo, je pa stvar uporabnika.

3.2.3.1 Predlogi ukrepov za sanacijo ostrejša

Za izolacijo strehe smo izbrali mineralne volne, ki so najbolj primeren in splošno uporabljen material za izolacije podstrešij. Pri preverjanju smo ugotovili, da manjše, debeline (50 in 100 mm), ne presežejo praga pravilnika PURES. Zato izbiramo med debelinama 150 in 200 mm. Ob upoštevanju možnosti napak pri posplošenem računanju pa je najboljša izbira mineralne volne debeline 200 mm ter finalno zapiranje z mavčnimi ploščami.

3.2.3.2 Predlogi ukrepov za sanacijo tal

Izoliranje tal smo preverjali z ekspandiranim polistirenom – stirodur XPS. Ker naša stavba ni predvidena za večje obremenitve (težki stroji, vozila itd.), je takšen tip izolacije zadosten ter trajnosten. Naša neizolirana vrednost ima veliko odstopanje od minimalne vrednosti po pravilniku. Za izbiro nam pride v poštev debelina 150 ali 200 mm.

3.2.3.3 Predlogi ukrepov za sanacijo vhodnih vrat

Ob sanaciji vhodnih vrat se predlaga menjava vrat z novejšimi bolj inovativnimi modeli. Material, širine profila, zasteklitev, okrasitve, tesnila itd. vse vplivajo na toplotno prevodnost vrat in okvirja vrat, prav tako pa vplivajo na ceno. Uporabnik naj sam izbere model, ki po proizvajalčevih podatkih ne presega maksimalne dovoljene vrednosti po PURES-pravilniku – $1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

3.2.3.4 Predlogi ukrepov za sanacijo oken

Pri saniranju problematike oken bo potrebna menjava z novejšim, bolj varčnim modelom. Pri izbiri oken se priporoča okna, ki ustrezajo PURES-zahtevam, torej okna s prehodnostjo, manjšo od $1,3 - 1,6 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$. Pri izbiri oken se priporočajo naslednje:

- Izbira pasivnih oken s prehodnostjo $0,8 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$ ali manj,
- Troslojna zasteklitev – pogosto je prostor med stekli polnjen z argonom,
- Okvirji z več komorami,
- Kakovostna tesnila med okvirjem in krilom okna,
- Kakovostna montaža (ob slabi montaži okno izgubi svojo izolativnost ne glede na kakovost materialov.)

3.3 ZASNOVA OSKRBE S TOPLO SANITARNO VODO

Po izračunih smo ugotovili, da v primeru mesečne špice potrebujemo 370 litrov vode, segrete na $60 \text{ }^\circ\text{C}$ v enem dnevu. Za shranjevanje te vode bomo izbrali zalogovnik tople sanitarne vode z dvojno tuljavo. Saj nam le ta omogoča izbiro dveh različnih virov segrevanja vode. Naš glavni vir bodo kolektorji sončne toplote, nameščeni na strehi. Rezervni vir v primeru slabega vremena itd. bo električni grelec.

Za dimenzioniranje našega zalogovnika bomo izbrali porabo ob največji špici, torej 370 litrov vode na dan. Pri izbiri prostornine se predlaga vsaj 20–30 % večja kapaciteta, kot jo

potrebujemo. Potemtakem bi potrebovali zalogovnik med 440 in 480 litri. Zalogovnik takšnih kapacitet je dokaj velik in cenovno nedostopen.

$$Q = \frac{450 \text{ kg} \times 4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \times (60 - 10) \text{ K}}{3600} = 26.250 \text{ Wh}$$

Velikost našega zalogovnika lahko znatno zmanjšamo, če temperaturo vode dvignemo z 60 °C na 90 °C. To lahko storimo, če enačbo nekoliko obrnemo.

$$m = \frac{Q_{sv} \times 3600}{c_p \times (T_{končna} - T_{začetna})} = \frac{26.250 \text{ Wh} \times 3600}{4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \times (90 - 10) \text{ K}} = 281.25 \text{ kg oz L}$$

Z višanjem temperature na mak. 90 °C smo zmanjšali zalogovnik s 450 l na 300 l.

Za načrtovanje sistema ogrevanja tople sanitarne vode potrebujemo samo še moč našega grelca. Moč je definirana kot opravljeno delo oz. porabljena energija v določenem času. V našem primeru želimo, da nam se celoten bojler segreje v petih urah.

$$P = \frac{V \times (T_{končna} - T_{začetna}) \times c_p}{t}$$

Kjer je:

$P = \text{moč [kW]}$

$V = \text{volumen [L]}$

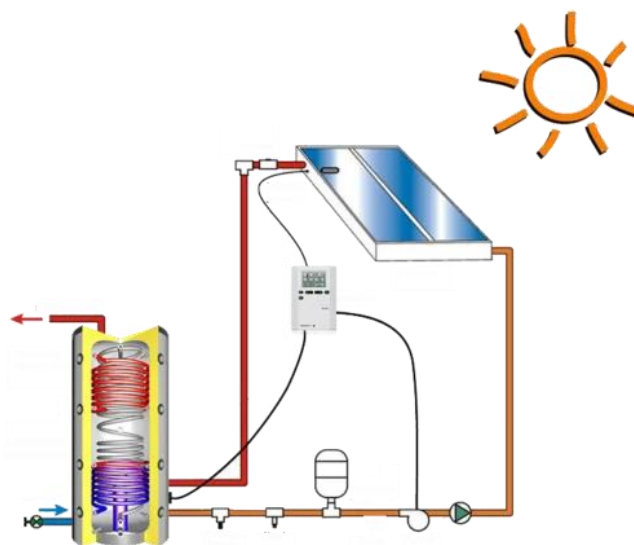
$T_{začetna} = \text{začetna temperatura [°C]}$

$T_{končna} = \text{končna temperatura [°C]}$

$t = \text{čas [s]}$

$$P = \frac{V \times (T_{končna} - T_{začetna}) \times c_p}{t} = \frac{300 \text{ L} \times (90 - 10) \text{ K} \times 4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}}{5 \times 3600 \text{ s}} = 5.5 \text{ kW}$$

Slika 4: Sistem ogrevanja vode s solarnimi paneli



Vir: (SELTRON d.o.o., 2025)

Po našem izračunu smo ugotovili, da za gretje vode potrebujemo električni grelec, moči približno 6 kW. Pri izbiri kolektorjev pa moramo upoštevati še njihov izkoristek. Trenutno najboljša opcija so vakuumski kolektorji, ki imajo realno učinkovitost približno 60 %. Pomemben podatek pri računanju potrebne površine kolektorjev je tudi povprečno obsevanje sonca:

»Povprečno sončno obsevanje na kvadratni meter horizontalne površine je v Sloveniji večje od 1000 kWh/m². Desetletno merjeno povprečje (1993–2003) letnega globalnega obsevanja je med 1053 in 1389 kWh/m², pri čemer polovica Slovenije prejme med 1153 in 1261 kWh/ m².« (PV portal, 2025)

Za izkoristek kolektorjev po m² možimo našo povprečno moč obsevanja z izkoristkom naših kolektorjev:

$$P_{izkoristek} = 1200 \frac{W}{m^2} \times 0,6 = 720 \frac{W}{m^2}$$

Po izračunanem izkoristku naš izkoristek delimo z močjo in dobili smo potrebno površino kolektorjev.

$$A = \frac{P}{P_{izkoristek}} = \frac{6000 W}{720 \frac{W}{m^2}} = 8,3 m^2$$

Kot zaključek smo ugotovili, da za načrtovanje sistema oskrbe s toplo sanitarno vodo potrebujemo zalogovnik s prostornino 300 l. V zalogovnik sta nameščeni dve spirali. Glavni vir našega segrevanja vode so sončni kolektorji, ki so nameščeni na strehi. Kot rezervni vir za segrevanje se bo uporabil električni grelec z močjo 6 kW.

3.4 ZASNOVA OSKRBE S TOPLOTO ZA OGREVANJE PROSTOROV

3.4.1 Določitev transmisijskih in prezračevalnih izgub objekta

Ko se lotevamo izdelave načrta sistema ogrevanja, nas zanima, kolikšne so transmisijske izgube. Do transmisijskih izgub prihaja, kadar toplota prehaja iz notranjih prostorov skozi gradnike zgradbe (zidovi, okna, vrata itd.) ven proti zunanosti zgradbe, poleti pa toplota obratno prehaja navznoter v hlajen prostor.

Kadar se lotevamo problematike določitve transmisijskih izgub, potrebujemo slednje podatke o zgradbi:

- dimenzije sob,
- velikost in material oken,
- velikost in material vrat,
- materiali sten ter njihovega izolacijskega ovoja,
- lokacija stavbe (geografska lokacija narekuje podnebne razmere – projektno temperaturo).

Ob snovanju sistema ogrevanja nam transmisijske izgube niso edini faktor, ki narekuje potrebno moč inštalacije. Zelo pomemben faktor so izgube s prezračevanjem. Te lahko nastanejo namensko, kadar prostor prezračujemo in s tem izmenjujemo segret zrak s hladnim zrakom iz zunanosti ali pa obratno, ko poleti izmenjamo hlajen zrak s toplim zunanjim zrakom. Pri objektih, ki nimajo sistema prezračevanja z rekuperacijo, so te izgube dokaj velike.

Do prezračevalnih izgub lahko prihaja tudi nenamensko, največkrat je to infiltracija zraka iz zunanosti skozi netesna okna, vrata in ostale spoje. Ker je naša zgradba dokaj nova, bomo te izgube zanemarili.

Izgube toplote bodo izračunane za prodajalno, skladišče in kopalnico. Naši vhodni podatki za računanje so:

- Normalne vetrovne razmere.
- Projektna temperatura je $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Debelina zunanjih sten je 100 mm, notranjih 50 mm. Grajene so iz sendvič panelov ($\lambda = 0,030\text{ W/mK}$), nobena stena ni dovolj masivna, da bi morali upoštevati korekturo temperature.
- Streha oz. strop je grajen iz strešnih sendvič panelov debeline 100 mm ($\lambda = 0,030\text{ W/mK}$).
- Tla so iz armirane betonske plošče debeline 150 mm s tankim premazom iz epoksidnih smol.
- Okna so iz umetnih mas z dvojno zasteklitvijo ($U = 1,3\text{ W/m}^2\text{K}$).
- Višina prostor 3,5 do 5 m, razen kopalnice, kjer je višina 2 m.
- Vhodna vrata so standardnih dimenzij, vrata v skladišče so visoka 2 m in široka 1,5 m. ($U = 1,3\text{ W/m}^2\text{K}$)
- Notranja vrata so standardna iz umetnih materialov ($U = 1,3\text{ W/m}^2\text{K}$).

Planirane temperature za posamezne prostore so naslednje:

- Prodajalna ... 20 °C
- Skladišče ... 18 °C
- Kopalnica ... 24 °C

3.4.2 Določitev prezračevalnih izgub objekta

Prezračevalne izgube računamo po splošni enačbi:

$$Q_p = V \times \eta \times \rho_{zraka} c_{p,zraka} \times (T_z - T_d)$$

V = volumen zraka ki prehaja [m³]

η = urna izmenjava zraka $\left[\frac{1}{h}\right]$

ρ_{zraka} = gostota zraka $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

$c_{p,zraka}$ = specifična toplota zraka [kJ/kgK]

Ker sta gostota zraka in specifična toplotna kapaciteta zraka konstanti, saj se temperatura zraka ne spreminja preveč. Produkt obeh količin je enak 0,34.

Enačbo lahko nato poenostavimo, kjer je prezračevalna izguba odvisna od volumna zraka v prostoru, števila zračenj na uro in razlike temperature med prostoroma zračenja.

$$Q_p = 0,34 \times V \times \eta \times (T_z - T_d)$$

Izračun prezračevalnih izgub za prodajalno:

$$Q_p = 0,34 \times 671 \text{ m}^3 \times 1 \times (20 \text{ °C} - (-13 \text{ °C})) = 7.528 \text{ W}$$

Izračun prezračevalnih izgub za skladišče:

$$Q_p = 0,34 \times 161 \text{ m}^3 \times 1 \times (18 \text{ °C} - (-13 \text{ °C})) = 848 \text{ W}$$

Izračun prezračevalnih izgub za kopalnico:

$$Q_p = 0,34 \times 8,8 \text{ m}^3 \times 1 \times (24 \text{ °C} - (-13 \text{ °C})) = 166 \text{ W}$$

V tabeli številka 9 je prikazan skupek prezračevalnih izgub za celotno trgovino:

Tabela 9: Prezračevalne izgube po prostorih

PROSTOR	Prezračevalne izgube Q _p [W]	∑ Q _p [W]
Prodajalna	7.528	8.543
Skladišče	848	
Kopalnica	166	

3.4.3 Določitev transmisijskih izgub objekta

Za izračun transmisijskih izgub uporabimo enačbo kjer množimo toplotno prehodnost gradnika z površino stene oz. elementa in z razliko temperatur na vsaki strani gradnika.

$$Q_T = \sum_{k=1}^n U_k \times A_k \times (T_{žk} - T_{dk})$$

Spodaj je prikazan primer za gradnik 1 – zunanja stena prodajalne :

$$Q_T = U \times A \times (T_{ž} - T_d) =$$

$$Q_T = 0,285 \frac{W}{K} \times 76 m^2 \times (20 \text{ °C} - (-13 \text{ °C})) = 715 W$$

V tabelah 10, 11, 12 so prikazane izračunane vrednosti za prodajalno, skladišče in kopalnico:

Tabela 10: Transmisijske izgube prodajnega prostora

SME R NEB A	VRSTA GRADN IKA	DOLŽINA B [M]	VIŠIN A H [M]	POVRŠI NA A [M2]	TŽ [°C]	TD [°C]	RAZLI KA TŽ - TD	U [W/ K]	Qt [W]
S	Zunanja stena	16	5	80	20	-13	33	0,28 5	714
S	Okna – skupno	9	1,5	13,5	20	-13	33	1,3	579
V	Zunanja stena	10	5 3,5	41,7	20	-13	33	0,28 5	392
V	Vhodna vrata	0,8	2	1,6	20	-13	33	1,8	95
V	Okno	3	1,5	4,5	20	-13	33	1,3	193
Z	Notranja stena	10	5 3,5	37,7	20	18	2	0,54 5	41
Z	Notranja vrata	0,8	2	1,6	20	18	2	2	6
J	Zunanja stena	16	3,5	56	20	-13	33	0,28 5	526
	Strop			116,6	20	-13	33	0,12 9	688
	Tla			156	20	-13	33	0,31 5	1.621
Σ									4.858

Tabela 11: Transmisijske izgube kopalnice

SME R NEB A	VRSTA GRADNIK A	DOLŽIN A B [M]	VIŠIN A H [M]	POVRŠIN A A [M2]	TŽ [°C]	TD [°C]	RAZLIK A TŽ - TD	U [W/K]	Qt [W]
S	Zunanja stena	2	2	4	24	-13	37	0,285	42
S	Okno	0,5	0,5	0,25	24	-13	37	1,3	12
V	Notranja stena	2	2	4	24	20	4	0,545	8
Z	Notranja stena	2	2	4	24	20	4	0,545	13
J	Notranja stena	2	2	4	24	20	4	0,545	8
J	Vrata notranja	0,8	2	1,6	24	20	4	2	12
	Tla			4	24	-13	37	0,315	46
	Strop			4	24	20	4	0,545	8
Σ									15 3

Tabela 12: Transmisijske izgube skladišča

SME R NEB A	VRSTA GRADNI KA	DOLŽIN A B [M]	VIŠIN A H [M]	POVRŠIN A A [M2]	TŽ [°C]	TD [°C]	RAZLIK A TŽ - TD	U [W/ K]	Qt [W]
S	Zunanja stena	4	5	20	18	-13	31	0,28 5	176
S	Vhodna vrata	1,5	2	3	18	-13	31	1,8	167
V	Notranja stena	10	5 3,5	41,7	18	20	-2	0,54 5	-45
V	Notranja vrata	0,8	2	1,6	18	20	-2	2	-6
Z	Zunanja stena	10	5 3,5	37,3	18	-13	31	0,28 5	333
Z	Okno	3	1,5	4,5	18	-13	4	1,3	181
J	Zunanja stena	4	3,5	14	18	-13	31	0,28 5	123
	Tla			36	18	-13	31	0,31 5	351
	Strop			44	18	-13	31	0,12 9	175
Σ									1.45 8

3.4.4 Določitev moči generatorja toplote

Za določitev moči vira toplote seštejemo transmisijske in prežračevalne izgube.

$$Q_{skupna} = Q_{T,p} + Q_{P,p} + Q_{T,s} + Q_{P,s} + Q_{T,k} + Q_{P,k} =$$

$$Q_s = 4.857,93 + 7.528,62 + 1.457,87 + 848,47 + 152,86 + 166,06 = 15.011 \text{ W}$$

Izračun nam je podal minimalno moč generatorja toplote, ki znaša 15 kW.

3.4.5 Izbira generatorja toplote

Po našem izračunu potrebujemo vir ogrevanja v moči 15 kW. V naslednjem delu diplomske naloge so obravnavane različne možnosti ogrevanja ter njihove prednosti in slabosti.

Kotli na biomaso:

Pri kotlih so najbolj pogoste 3 izvedbe kotlov: drva, sekanci ali peleti.

Kotli na drva:

Kotli na drva so že od nekdaj priljubljen vir toplotne energije, še posebej na podeželju. Kotli se

večinoma nalagajo ročno s sušenimi cepanicami. Njihova učinkovitost se giblje med 75 in 90 %. Njihova prednost je dokaj nizka cena, ki se giblje od 60–70 EUR po kvadratnem metru. (KGS Krajnc d.o.o., 2024).

Slabosti kotlov na drva so potreba po velikem prostoru za shranjevanje, niso avtomatizirane, v prostor in okolje sproščajo dim, saje in ogljikov dioksid. Prav tako je potrebno pogosto čiščenje pepela v notranjosti kotla. Ena od slabosti je tudi višina začetne investicije.

Kotli na lesne sekance:

Kotli na lesne sekance so primerne za velike objekte, kot so šole, kmetije ter večje hiše. Lesni sekanci kot energent so zelo ugodni. Njihova cena se giblje okrog 130 EUR na tono. (KGS Krajnc d.o.o., 2024) Prednost kotlov na sekance je, da so navadno popolnoma ali vsaj delno avtomatizirane. Takšni kotli imajo svojo učinkovitost med 80 in 95 %.

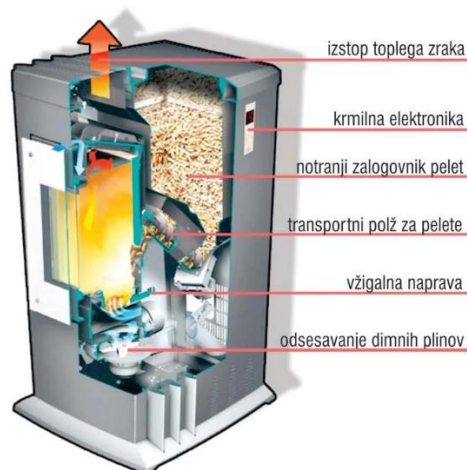
Slabosti pa so podobne kot pri kotlih na drva. Sekanci zavzamejo veliko prostora, v okolje in prostor oddajajo toplogredne pline in drobne delce, prav tako pa je potrebno njihovo pogosto čiščenje.

Kotli na pelete:

Peleti so bili v zadnjih nekaj letih zelo pogost energent za ogrevanje hiš. Peleti so stisnjen lesni material enotne velikosti, navadno iz odpadnega lesa. Odlikuje jih visoka avtomatizacija – samodejni vžig, samodejno dovajanje ter regulacija temperature. Kotli na pelete so navadno najučinkovitejši kotli na lesno biomaso z učinkovitostjo 85 – 95 %.

Slabost kotlov na pelete pa se odraža v stalno večji ceni peletov (200 – 250 EUR na tono) ter v višini začetne investicije. (Gozdarski Inštitut Slovenije, 2025)

Slika 5: Kotel na lesne pelete



Vir: (Varčevanje-Energije.si, 2021)

Kondenzacijski plinski kotli:

So eden najbolj učinkovitih sistemov ogrevanja, saj njihova učinkovitost lahko preseže 100 %.

To dosegajo z gorenjem plina in s kondenziranjem vodne pare in izpušnih plinov po gorenju. Temperaturo izpuhov in pare spustijo na temperaturo rosišča in tako poberejo še prestalo energijo, ki bi drugače skozi dimnik odšla v okolje. Dobra lastnost je tudi njihova nizka poraba plina in tiho delovanje.

Slabosti so dokaj visoka začetna investicija. Potrebna je dodatna infrastruktura – plinovod ali plinski silos ob zgradbi. Izvedba dimnika mora biti posebna – odporen proti kondenzatu. Prav tako pa je potrebno posebno odvajanje kondenzata.

Daljinsko ogrevanje:

Sistem daljinskega ogrevanja je navadno na voljo v večjih mestih, kjer toplarne proizvajajo in distribuirajo toploto za porabnike. Dobra lastnost je, da za ogrevanje ne potrebujejo nobenih kotlov. Dobava toplote iz teh sistemov je navadno stabilna.

Slabost je, da ta izbira ni na voljo izven večjih mest.

Kotli na kurilno olje:

Kotli na ekstra lahko kurilno olje se lahko uporabljajo za segrevanje prostorov in sanitarne vode. Delujejo tako, da gorenje olja segreva vodo v sistemu ogrevanja. Odlikuje jih visoki izkoristek 80–90 % pri klasičnih ter do 97 % pri kondenzacijskih pečeh.

Slabosti pa preobrnejo njihovo prednost, saj je kurilno olje dokaj drago okrog 1,1 EUR na liter za shranjevanje potrebujemo velik rezervoar, v tem primeru od 2000–5000 l. Potreba po servisiranju je velika. Podpora v prihodnosti pa se zmanjšuje – EU politika vodi v smer zmanjševanja rabe fosilnih goriv. (PETROL d.d., 2025)

Električni kotli:

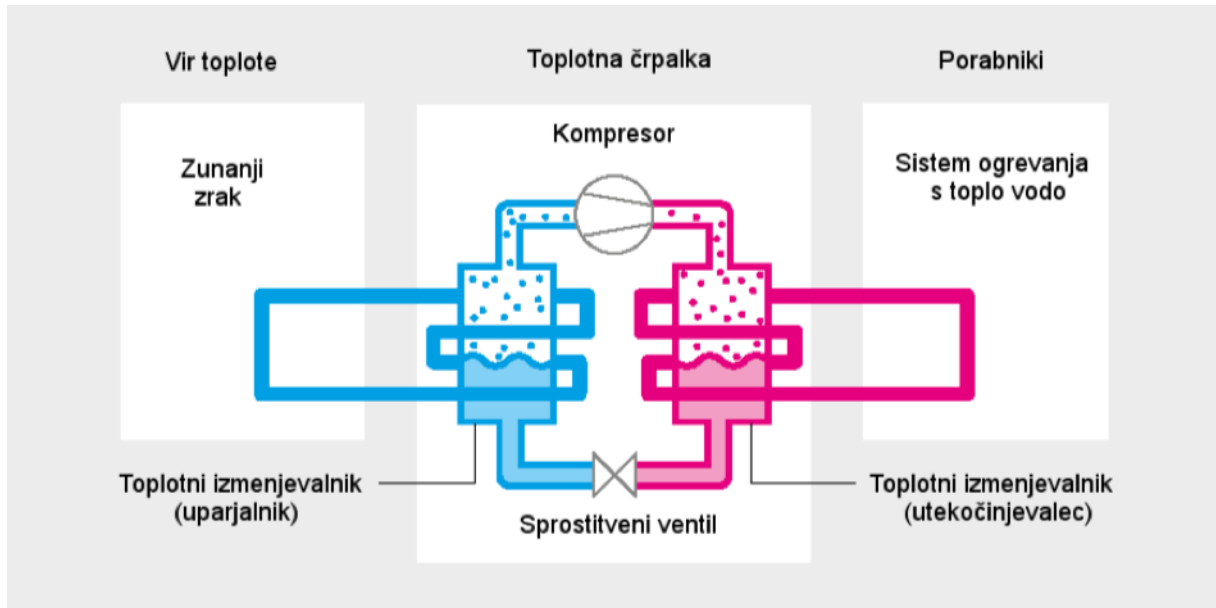
Električni kotli so odlična izbira za zgradbe s svojo fotonapetostno elektrarno. Delujejo na principu električnega upora, ki se ustvari v grelcu, ta se segreje in predaja temperaturo na vodo v sistemu. Njihov izkoristek je med 99 in 100 %. Njihovo delovanje je neslišno, inštalacija pa preprosta.

Slabost je visoka cena elektrike (če objekt ni opremljen z elektrarno). Močnejši sistemi potrebujejo trifazni tok (400 V). Ob izpadu elektrike ne delujejo.

Toplotne črpalke:

Toplotne črpalke so postrojenja, ki iz okolice pridobivajo toploto (zrak, voda ali zemlja). Nato s pomočjo kompresorja višajo temperature, prenesene na toplote. Ta se nato prenese v zaprt sistem ogrevanja (radiatorji ali talno gretje) ali pa v zrak. Prednost toplotnih črpalk je njihova visoka učinkovitost tudi do 500 %. Pri toplotnih črpalkah učinkovitost podajamo v COP (Coefficient of Performance), kar nam narekuje, koliko toplote proizvede toplotna črpalka iz ene enote elektrike. Primer toplotna črpalka, ki ima $COP = 4$, proizvede iz 1 kW električne energije, 4 kW toplotne energije. Dobra lastnost vseh toplotnih črpalk so ničelni izpusti CO₂. Na njih lahko priključimo tudi sistem za segrevanje sanitarne vode. Velikokrat se uporabljajo v kombinaciji s solarnimi paneli.

Slika 6: Sheme delovanja TČ



Vir: (KLIMIT d.o.o., 2025)

Toplotne črpalke zrak – voda:

Te toplotne črpalke črpajo toploto iz zraka in jo predajo na tekoči medij – vodo. Ta voda nato kroži po sistemu ogrevanja (radiatorji ali talno gretje). Njihov COP se giblje med 3 in 4. So najpogostejši tip toplotnih črpalk. K njihovi popularnosti pa pripomorejo številne subvencije, ki jih trenutno ponuja RS. Cene toplotne črpalke zrak-voda za hišo se gibljejo med 6000 in 10.000 EUR (brez subvencij)

Slabost teh črpalk je, da njihovo delovanje postane manj učinkovito v nizkih temp. (pod $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$) (Orca Energija d.o.o., 2025)

Toplotna črpalka zemlja – voda

Toplotne črpalke zemlja voda črpajo toploto iz geotermalne energije. S pomočjo vrtine v zemljo izkoriščajo konstantno temperaturo zemlje ($10\text{--}12\text{ }^{\circ}\text{C}$). Primerne so za celoletno delovanje, tudi za hlajenje poleti. Imajo zelo visoko učinkovitost, njihov COP je med 4 in 5.

Slabost je velika začetna investicija (10.000 – 16.000 EUR). Za njihovo delovanje potrebujemo vrtino, kar zavzema prostor in pridobitev posebnih dovoljenj.

Toplotna črpalka voda – voda

Tip toplotne črpalke voda – voda deluje na podoben princip kot zemlja – voda, le da ta toploto črpa iz podtalnice (stalna temperatura med $8\text{ in }12\text{ }^{\circ}\text{C}$). Med vsemi črpalkami so najbolj učinkovite s COP med 5 in 6. Primerne so za velike objekte in industrijo.

Slabost je cena, saj zahtevajo velike začetne investicije (tudi prek 20.000 EUR). Za njihovo postavitve potrebujemo razna dovoljenja, saj posegamo v podtalnico.

Toplotna črpalka zrak – zrak

Zrak – zrak toplotne črpalke delujejo kot klimatske naprave, zrak v prostoru segrevajo z zrakom iz zunanosti. So najcenejši sistem toplotnih črpalk. So dobra izbira za manjše prostore, vikende itd. Slabost se pokaže v nizki učinkovitosti – COP je med 2 in 4. Pozimi je njihovo delovanje omejeno, še posebej ob nizkih temperaturah. Z njimi ne moremo segrevati sanitarne vode.

3.4.6 Zasnova distribucije toplote

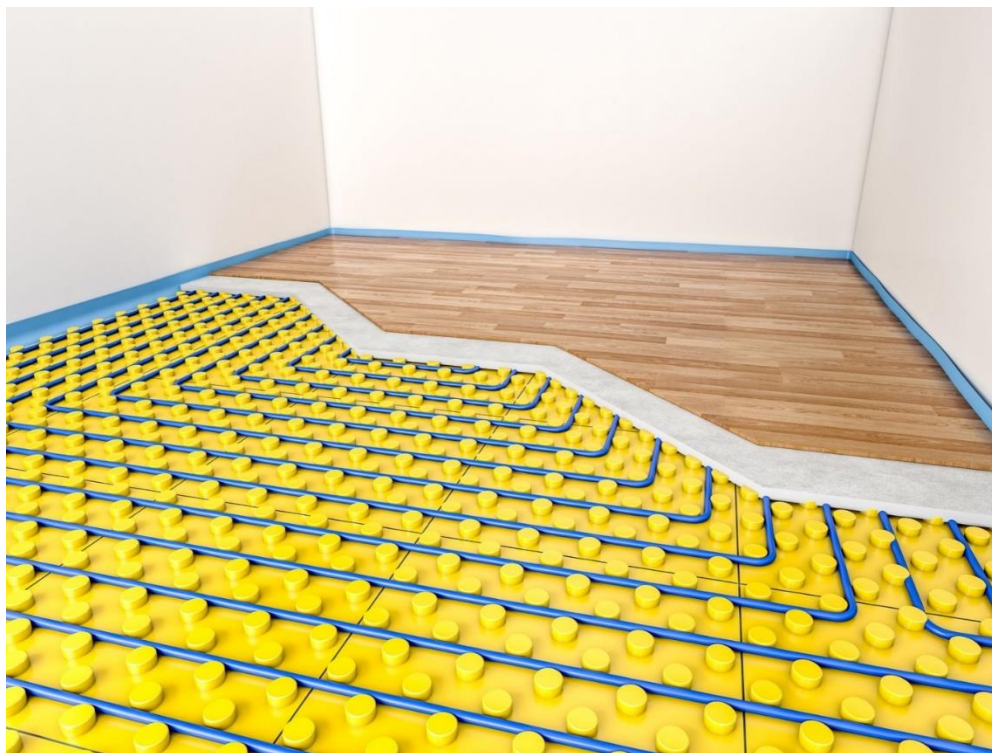
Za distribucijo toplote iz toplotne črpalke v prostor je najpogosteje uporabljen sistem talnega ogrevanja. Sistem deluje po principu transmisije skozi cev, ki je položena v tla. Sistem je odlična izbira za toplotne črpalke zaradi nizke temperature medija – vode (med 29 in 32 °C).

Enakomerna porazdelitev toplote po prostoru je velika prednost pred radiatorji, ki oddajajo toploto samo z ene ploskve. Prav tako je veliko boljše iz vizualnega vidika – sistema ne vidimo. Toplota, ki jo oddaja sistem, se prenaša najprej v estrih na tleh, skozi njega pa v prostor, prednost ravno tega je, da tla akumulirajo toploto in jo nato počasi oddajajo v prostor, kar prinaša počasnejše ohlajanje. Slabost pa je, da je za segretje prostora potrebno več časa kot pri tradicionalnih radiatorjih.

Po posameznih prostorih potrebujemo slednje moči ogrevanja za doseganje zelenih temperatur:

- Prodajalna: 12,5 kW za temperaturo 20 °C.
- Skladišče: 2,4 kW za temperaturo 18 °C.
- Kopalnica: 0,35 kW za temperaturo 24 °C.

Slika 7: Sistem talnega ogrevanja



Vir: (Mojmojster, 2025)

3.5 ZASNOVA OSKRBE Z ELEKTRIČNO ENERGIJO IZ FOTONAPETOSTNE ELEKTRARNE

Ob zasnovi oskrbe z električno energijo iz fotonapetostne elektrarne se moremo najprej ozreti na našo priključno moč. Po slovenski zakonodaji lahko pridobimo dovoljenje za 0.8 kratnik naše priključne moči. Poslovni objekt trgovine je trenutno opremljen s tremi faznimi varovalkami 35 A.

Na podlagi naših varovalk lahko izračunamo našo priključno moč. Priključno moč lahko izračunamo po slednji enačbi:

$$P = \sqrt{3} \times I \times U$$

P = priključna moč

I = tok varovalke

U = napetost med fazami

$$P = \sqrt{3} \times 35 \text{ A} \times 400 \text{ V} = 24,2 \text{ kW}$$

$$24,2 \text{ kW} \times 0,8 = 19,4 \text{ kW (AC)}$$

Naša maksimalna moč elektrarne na inverterju je 19,4 kW, pri določitvi moči fotonapetostnih panelov se navadno uporablja razmerje AC/DC = 1,1 ali 1,2. Tako dobimo nazivno moč panelov 22 kW_p (DC).

Slika 8: Specifikacije modula Canada Solar

ELECTRICAL DATA STC*							MECHANICAL DATA	
CS6W	530MS	535MS	540MS	545MS	550MS	555MS	Specification	Data
Nominal Max. Power (P _{max})	530 W	535 W	540 W	545 W	550 W	555 W	Cell Type	Mono-crystalline
Opt. Operating Voltage (V _{mp})	40.9 V	41.1 V	41.3 V	41.5 V	41.7 V	41.9 V	Cell Arrangement	144 [2 x (12 x 6)]
Opt. Operating Current (I _{mp})	12.96 A	13.02 A	13.08 A	13.14 A	13.20 A	13.25 A	Dimensions	2261 x 1134 x 30 mm (89.0 x 44.6 x 1.18 in)
Open Circuit Voltage (V _{oc})	48.8 V	49.0 V	49.2 V	49.4 V	49.6 V	49.8 V	Weight	27.6 kg (60.8 lbs)
Short Circuit Current (I _{sc})	13.80 A	13.85 A	13.90 A	13.95 A	14.00 A	14.05 A	Front Cover	3.2 mm tempered glass with anti-reflective coating
Module Efficiency	20.7%	20.9%	21.1%	21.3%	21.5%	21.6%	Frame	Anodized aluminium alloy
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C						J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)						Cable	4 mm ² (IEC), 12 AWG (UL)
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 61730 1500V) or TYPE 2 (UL 61730 1000V) or CLASS C (IEC 61730)						Cable Length (Including Connector)	410 mm (16.1 in) (+) / 290 mm (11.4 in) (-) or customized length*
Max. Series Fuse Rating	25 A						Connector	T6 or MC4-EVO2
Application Classification	Class A						Per Pallet	35 pieces
Power Tolerance	0 ~ + 10 W						Per Container (40' HQ)	700 pieces

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

Vir: (CSI Solar Co., Ltd., 2022)

V našem primeru bomo izbrali panel proizvajalca Canadian Solar, model »HiCu mono PERC 550W«. Vsak posamezni panel ima po specifikaciji moč 550 W. Za določitev potrebne števila panelov delimo našo maksimalno dopuščeno moč z močjo posameznih panelov.

$$\text{št. panelov} = 21,5 \text{ kW} \div 0,55 \text{ kW} = 40$$

Naš dokončni izračun nam dokazuje, da bi potrebovali 40 panelov. Za dodatno lajšanje finančnega bremena iz plačevanja električne energije lahko podjetje postavi shranjevalno baterijo nazivne moči med 10 in 25 kWh. Postavitev bi omogočila podjetju, da razliko med

letno proizvedeno energijo in porabljeno energijo dopolnjuje iz baterije, ki se napolni s cenejšim nočnim tokom in ga porabi med dnevom, kadar trgovina obratuje. S koriščenjem nočnega toka, bi trgovina dodatno prihranila dokaj zajetno količino sredstev čez poslovno leto.

3.6 OCENA EKONOMSKE UPRAVIČENOSTI ENERGETSKE SANACIJE OBJEKTA

Ob snovanju energetske prenove objekta trgovine se poraja vprašanje ekonomske upravičenosti. Da upravičenost energetske prenove lahko zagovarjamo, moramo pregledati stroške, ki jih bo nanese prenova, in stroške, ki bodo po prenovi znatno nižji.

Ker so stroški prenove energetskega ovoja zgradbe, postavitve sistema za samooskrbo z el. energijo, sanacijo sistema ogrevanja ter sistema priprave tople sanitarne vode dokaj visoki iščemo možnosti zmanjšanja finančnega zalogaja.

Stroške, ki bodo nastali lahko zmanjšujemo s pomočjo EKO sklada Republike Slovenije. EKO-sklad ponuja številne nepovratne finančne spodbude. Ponuja pa tudi ugodne EKO-kredite z nizko fiksno obrestno mero. Finančne spodbude lahko črpamo, kadar zadovoljujemo določene kriterije, ki so podani ob vsaki spodbudi.

EKO-sklad ponuja številne subvencije za podjetja, ki se dodeljujejo ob energetske sanaciji ostrejša in tal. Ponuja tudi subvencije za postavitev fotonapetostnih elektrarn in sistema ogrevanja sanitarne vode z energijo sonca ter pri postavitvi toplotnih črpalk.

Za sanacijo podstrešja je potrebno izpolnjevanje pogoja, da je gradbeno dovoljenje bilo izdano pred 1. 7. 2010. Pogoj, ki ga moramo izpolnjevati, je, da razmerje med toplotno prevodnostjo in debelino mineralne volne ne sme presegati $0,15 \frac{W}{m^2K}$. Debelina dosedanjega sloja izolacije tukaj nima vpliva. Pri snovanju izberemo mineralno volno proizvajalca URSA, ki ima toplotno prevodnost 0,037. Tako pridemo do izračuna, da za zadovoljitev pogojev potrebujemo debelino izolacije vsaj 26.5 cm.

Ob vseh izpolnjenih pogojih EKO-sklad ponuja do 20 % povrnjene investicije, brez maksimalnega zneska po m².

EKO-sklad ponuja za sanacijo tal proti terenu subvencijo za podjetja. Subvencija nima specifično dodeljenih posebnih tehničnih pogojev, kot so debelina izolacije ipd. Za sanacijo tal je mogoče pridobiti do 30 % nepovratnih stroškov, vendar je maksimalna spodbuda 25 EUR/m². Sistem talnega ogrevanja se ne zajema med sanacijo tal proti terenu ter zanj ni podane nikakršne subvencije iz strani EKO sklada.

Za sanacijo oken in vrat EKO-sklad trenutno podjetjem ne ponuja subvencij, podaja pa možnost ugodnih EKO-kreditov.

Pri vgradnji nove toplotne črpalke ali zamenjavi starega sistema ogrevanja z TČ nam EKO sklad ponuja finančno pomoč do 30 % nabavne vrednosti. Moč toplotne črpalke nima vpliva na

podelitev pomoči. Edini pogoj je, da mora črpalka ustrezati veljavni evropski zakonodaji.

Sistemi ogrevanja sanitarne vode s solarnimi kolektorji trenutno niso sofinancirani iz EKO-sklada, za zmanjšanje stroškov pa se lahko sistem priklopi na toplotno črpalko.

Subvencije za postavitve fotonapetostnih elektrarn trenutno podeljuje BORZEN. Za podjetja velja trenutni razpis, ki podeljuje do 250 EUR/kW ali pa do 20 % vrednosti investicije. Kadar gre za mikropodjetja (do 10 zaposlenih), kot je naše podjetje, pa ponuja BORZEN celo do 65% subvencij v primeru, da se izvaja postavitve elektrarne z dodano baterijo oz. hranilnikom električne energije.

Tabela 13: Predvideni investicijski stroški energetske obnove

Tip investicij	Subvencija (EKO-sklad/BORZEN) v %	Strošek s subvencijo
Izoliranje zunanjih sten	0	11.500 EUR
Izoliranje strehe	20	5000 EUR
Izoliranje tal proti terenu	30	3500 EUR
Toplotna črpalka	30	7000 EUR
Talno gretje	0	5500 EUR
Elektrarna s hranilnikom el. energije	65	15.800 EUR
Sistem ogrevanja sanitarne vode	30	4700 EUR
Okna in vrata	0	2500 EUR
Skupna cena		55.500 EUR

Tabela 14: Predvideni letni prihranki ob nakupu energentov

Poraba el. energije	Količina porabljene el. energije	Letni strošek el. energije
Pred energetske sanacije	39.700 kWh	6750 EUR
Po energetske sanaciji (upoštevamo, da elektrarna proizvede 26500 kWh letno)	6800 kWh	1150 EUR

4 ZAKLJUČEK

Zastavljen cilj energetske obnove neživilske trgovine se na zunaj zdi kratek, lahek in postopen proces, ki sledi naprej zastavljenim kriterijem, vendar ni tako. Izkaže se, da je za zadostovanje primerni energetski obnovi potrebno veliko načrtovanja in računanja, da bi zadostili kriterije za vsak gradnik posebej. Za dobro izveden načrt je potreben podroben pregled vseh možnosti materialov in izvedb, ki jih ponujajo trenutno aktualni proizvajalci.

Vsak objekt ima svoje posebne karakteristike, kot so gradbeni materiali, lokacija namen uporabe, starost itd. Te karakteristike pa lahko vplivajo tudi na ceno izvedbe dela, ceno materiala in podobno. Vse to je na koncu treba povezati, da bi vse delovalo kot celota.

Izračuni za toplotne izgube s transmisijo in prezračevanjem so nam podali trenutno stanje objekta in njegovih gradnikov. Z dodatnim računanjem smo prišli do določenih debelin različnih materialov, da bi ugodili trenutni zakonodaji. Natančne analize po posameznih prostorih pa nam dajejo realno sliko toplotnih izgub, ki nastajajo ob ogrevanju.

Za sanacijo posameznih gradnikov smo izbirali najmanjšo debelino za zadostitev pravilniku. Vendar za doseganje kriterijev za financiranje je v primeru izolacije potrebna izolacija strehe z minimalno 26,5 cm mineralne volne. Za primerno sanacijo tal proti terenu so bile izbrane EPS-plošče, debeline 15 cm, za sanacijo zunanjih sten je predvidena fasada z debelino EPS-plošč 15 cm. Sanacija oken in vrat predvideva zamenjavo z novejšimi, ki ustrezajo zakonodaji.

Povprečna poraba tople vode skozi dan nam je bila osnova za snovanje sistema za pripravo tople sanitarne vode. Izračunana je bila potrebna temperatura, ki znaša 90 °C. Za ogrevanje vode je podana opcija ogrevanja prek toplotne črpalke ali pa s solarnimi kolektorji skupne moči 6 kW. Segreta voda bi se shranjevala v zalogovniku volumna 300 l.

Skozi izračunane toplotne izgube s transmisijo in prezračevanjem smo dobili smernice za izbiro sistema ogrevanja. Izbire za sistem ogrevanja so številne, vendar smo izbrali ekološko najprijaznejšo možnost, ki je toplotna črpalka voda – zrak. Toplotno energijo iz črpalke se bo distribuiralo s pomočjo sistema talnega gretja. Toplotna črpalka bo sofinancirana iz EKO-skлада, v vrednosti 30 % celotne investicije, razen talnega ogrevanja, ki ni sofinancirano.

Z izračunom priključne moči objekta, ki se nanaša na moč inštaliranih glavnih varovalk, smo pridobili maksimalno moč fotonapetostne elektrarne za samooskrbo. Izračunati je bilo treba število izbranih modulov. Podan je bil predlog za nabavo shranjevalnika električne energije. S postavitvijo elektrarne in hranilnika bi mikropodjetje ustrezalo pogojem za BORZEN-subvencijo do 65 %

Skozi pregled ekonomske upravičenosti smo ugotovili, kje in kako lahko pridemo do nepovratnih finančnih sredstev iz raznih skladov. Kljub vsem skladom bi bila kompletna energetska sanacija konkreten zalogaj, ki bi znašal približno 55.000 EUR za celostno energetsko obnovo in postavitev elektrarne, vendar bi se povrnil v 9–10 letih.

5 VIRI

CSI Solar Co., Ltd. 2022. CS Datasheet HiKu6 . *CS Datasheet HiKu6* . [Elektronski] CSI Solar Co., Ltd., junij 2022. [Navedeno: 28. maj 2025.] <https://solarprojekt.hr/wp-content/uploads/2023/10/530-555W.pdf>.

EKO sklad. 2024. *EKO sklad - slovenski okoljski javni sklad*. Ljubljana : EKO sklad, 2024.
— **2025.** EKO sklad - slovenski okoljski javni sklad. *Izolacija kleti ali tal: Subvencija*. [Elektronski] EKO sklad, 6. junij 2025. [Navedeno: 23. junij 2025.] <https://www.ekosklad.si/gospodarstvo/pridobite-spodbudo/seznam-spodbud/izolacija-kleti-ali-tal/izolacija-kleti-ali-tal-subvencija-2>.

— **2025.** EKO sklad - slovenski okoljski javni sklad. [Elektronski] EKO sklad, 6. junij 2025. [Navedeno: 23. junij 2025.] <https://www.ekosklad.si/gospodarstvo/pridobite-spodbudo/seznam-spodbud/izolacija-fasade-v-vestanovanjski-stavbi/izolacija-fasade-v-vecstanovanjski-stavbi-subvencija-913>.

— **2025.** EKO sklad - slovenski okoljski javni sklad. <https://www.ekosklad.si/gospodarstvo/pridobite-spodbudo/seznam-spodbud/izolacija-strehe-ali-stropa-proti-neogrevanemu-prostoru-2/izolacija-strehe-ali-stropa-proti-neogrevanemu-prostoru-subvencija-914>. [Elektronski] EKO sklad, 6. junij 2025. [Navedeno: 23. junij 2025.] <https://www.ekosklad.si/gospodarstvo/pridobite-spodbudo/seznam-spodbud/izolacija-strehe-ali-stropa-proti-neogrevanemu-prostoru-2>.

— **2025.** EKO sklad - Slovenski okoljski javni sklad. *EKO sklad - Slovenski okoljski javni sklad*. [Elektronski] EKO sklad, 2025. [Navedeno: 15. april 2025.] <https://www.ekosklad.si/>.

EKO Sklad. 2025. EKO sklad - slovenski okoljski javni sklad. *Seznam aktualnih spodbud za gospodarstvo*. [Elektronski] EKO Sklad, 2025. [Navedeno: 14. april 2025.] <https://www.ekosklad.si/gospodarstvo/pridobite-spodbudo/seznam-spodbud>.

ENERGETSKA IZKAZNICA. 2025. ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE. [Elektronski] ENERGETSKA IZKAZNICA , 2025. [Navedeno: 29. april 2025.] <https://energetskaizkaznica.si/>.

Gozdarski Inštitut Slovenije. 2025. Gozdarski Inštitut Slovenije. *Cene lesnih goriv*. [Elektronski] Gozdarski Inštitut Slovenije, 2025. [Navedeno: 28. maj 2025.] <https://wcm.gozdis.si/sl/podatki/cene/podatki/2021100415210921/cene-lesnih-goriv/>.

Hermann, Recknagel, Eberhard, Sprenger in Ernst-Rudolf., Schramek. 2009. *Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik: einschließlich Warmwasser- und Kältetechnik*. Oldenbourg : Industrieverlag, 2009.

KGS Krajnc d.o.o. 2024. KGS Krajnc d.o.o. *Sveža bukova drva dolžine 33 cm.* [Elektronski] KGS Krajnc d.o.o., 2024. [Navedeno: 23. april 2025.] <https://www.kgskrajnc.si/produkt/bukova-drva-dolzine-33-cm/>.

—. **2024.** KGS Krajnc d.o.o. *Lesna biomasa.* [Elektronski] KGS Krajnc d.o.o., 2024. [Navedeno: 28. april 2025.] <https://www.kgskrajnc.si/lesna-biomasa-bukova-drva-sekanci/>.

KLIMIT d.o.o. 2025. Klimit heating solutions. *Kaj je toplotna črpalka.* [Elektronski] KLIMIT d.o.o., 2025. [Navedeno: 17. maj 2025.] <https://toplotna.com/kaj-je-toplotna-crpalka/>.

LAVRIČ, ANDREJ. 2012. Satcitananda - inštrukcije RIki. *Varčno ogrevanje 3. del.* [Elektronski] Satcitananda, 2012. [Navedeno: 14. maj 2025.] <https://xn--intrukcije-19b.net/2012/04/varcno-ogrevanje-2-del/>.

Mojmojster. 2025. Mojmojster. *Sistemske plošče za talno gretje.* [Elektronski] Daibau, 2025. [Navedeno: 15. junij 2025.] https://www.mojmojster.net/clanek/353/Sistemske_plosce_za_talno_ogrevanje.

Orca Energija d.o.o. 2025. Orca . *TOPLOTNE ČRPALKE ZA OGREVANJE.* [Elektronski] Orca Energija d.o.o., 2025. [Navedeno: 14. maj 2025.] <https://si.orcaenergy.eu/toplotna-crpalka-za-ogrevanje/>.

PETROL d.d. 2025. PETROL d.d. *Kurilno olje KOEL-GK.* [Elektronski] PETROL d.d., 2025. [Navedeno: 23. maj 2025.] <https://www.petrol.si/za-dom/energenti/kurilno-olje>.

PV portal. 2025. PV portal - Slovenski portal za fotovoltaiiko. *Sončno sevanje in obsevanje.* [Elektronski] PV portal, 2025. [Navedeno: 18. april 2025.] <http://pv.fe.uni-lj.si/sl/fotovoltaiika/soncno-sevanje/#:~:text=Son%C4%8Dno%20sevanje%20v%20Sloveniji,1153%20in%201261%20kWh%2Fm2>.

Republika Slovenija. 2022. PISRS. *Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah.* [Elektronski] 22. maj 2022. [Navedeno: 25. avgust 2025.] <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=PRAV14331>.

SELTRON d.o.o. 2025. Seltron. *Solarni sistemi.* [Elektronski] SELTRON d.o.o., 2025. [Navedeno: 2. junij 2025.] <https://www.seltron.si/solarni-sistem/>.

SODO d.o.o. 2025. SODO . *Tipizacija elektrodistribucijskega sistema.* [Elektronski] SODO d.o.o., 2025. [Navedeno: 12. april 2025.] <https://sodo.si/sl/o-omrezju/tipizacija-elektrodistribucijskega-sistema>.

—. **2025.** SODO . *DISTRIBUCIJA ELEKTRIČNE ENERGIJE.* [Elektronski] SODO d.o.o., 2025. [Navedeno: 12. april 2025.]

Stireks d.o.o. 2021. Stireks d.o.o. *Kamena volna – Cenik & karakteristike kamene volne.* [Elektronski] Stireks d.o.o., 27. april 2021. [Navedeno: 13. maj 2025.] <https://stireks.si/kamena-volna-karakteristike-in-cenik-kamene-volne/>.

—. **2018.** Stireks d.o.o. *Stiropor za fasade.* [Elektronski] Stireks d.o.o., 13. februar 2018. [Navedeno: 13. maj 2025.] <https://stireks.si/stiropor-za-fasade/>.

Varčevanje-Energije.si. 2021. Varčevanje energije. *Kaminska peč na drva ali pelete za zanesljivo ogrevanje.* [Elektronski] Varčevanje-Energije.si, 11. oktober 2021. [Navedeno: 3. junij 2025.] <https://www.varcevanje-energije.si/kamini/kamin-in-kaminska-pec-zanesljiva-in-uporabna/>.

Vlada Republike Slovenije. 2022. Uradni list Republike Slovenije. *Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije.* [Elektronski] 25. marec 2022. [Navedeno: 17. april 2025.] <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2022-01-0867/uredba-o-samooskrbi-z-elektricno-energijo-iz-obnovljivih-virov-energije>.

