

ŠOLSKI CENTER MARIBOR
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA
STROJNIŠTVO

Denis VERLE

**ENERGETSKA SANACIJA REVITALIZIRANE
STARE GOSTILNE**

DIPLOMSKO DELO

Višješolski strokovni študij

Maribor, 2020

ŠOLSKI CENTER MARIBOR
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA
STROJNIŠTVO

Denis VERLE

**ENERGETSKA SANACIJA REVITALIZIRANE STARE
GOSTILNE**

DIPLOMSKO DELO
Višješolski strokovni študij

ENERGETIC RESTORATION OF REVITALIZED OLD INN

GRADUATION THESIS
Higher vocational studies

Maribor, 2020

ZAHVALA

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

Zahvaljujem se tudi ostalim profesorjem za znanje, ki mi bo pomagalo na moji službeni poti.

Posebej bi se rad zahvalil moji družini, ki me je podpirala in mi omogočila študij.

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani *Denis VERLE*, rojen 24. 09. 1996 v *Mariboru*, študent Šolskega centra Maribor, Višje strokovne šole, programa *strojništvo*, izjavljam, da je diplomsko delo, z naslovom *Energetska sanacija revitalizirane stare gostilne*, avtorsko delo.

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

Diplomsko delo je lektorirala *Marija Šauperl*, univ. dipl. org., *PU SLO*, ključno dokumentacijsko informacijo sem prevedel *Denis Verle*.

Kraj in datum:

Lastnoročni podpis študenta/-ke:

MENTORSTVO

Diplomski izpit je zaključek višješolskega strokovnega študija, smer strojništvo, opravljen je bil na Šolskem centru Maribor, Višji strokovni šoli.

Študijska komisija 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 revitalizirane stare gostilne, se nanaša na načrtovanje energetske obnove več kot 100 let starega objekta. Dokument v uvodnih poglavjih najprej navede namen diplomskega dela ter podrobno zastavi predvidene cilje. Z začetnimi poglavji dokument opisuje nekaj teoretičnih tem o trenutni zakonodaji na področju racionalne rabe energije, pripravi tople sanitarne vode in ogrevanju z lončenimi pečmi.

Sledi praktični del poglavja, kjer je uvodno predstavljena zgodovina objekta v smislu njegove gradnje, izolacije, ogrevalnega sistema, itd., temu pa sledi načrt zelenega stanja stavbe po prenovi. Praktični del je tematsko razdeljen na štiri glavne dele.

Prvi se ukvarja z načrtovanjem obnove stavbnega ovoja, kjer so najprej prikazani izračuni toplotnih prehodnosti različnih tipov izolacij za vse gradnike stavbnega ovoja.

Drugi del se ukvarja z zasnovo oskrbovanja stavbe s toplo sanitarno vodo. Z upoštevanjem različnih standardov so izvedeni preračuni za določitev količine tople sanitarne vode, ki je potrebna v stavbi. V tem poglavju je izražena tudi problematika nihajočih potreb tople sanitarne vode zaradi obratovanja gostilne.

Tretji del opisuje še načrt centralnega ogrevalnega sistema stavbe. Za potrebe določitve kurilne peči je najprej narejen popolni preračun transmisijskih in prezračevalnih izgub prostorov.

V četrtem delu je opisan še ekonomski vidik celotnega projekta. V tem podpoglavju je iz rezultatov, pridobljenih iz vseh prejšnjih poglavij, navedena tabela vseh gradnikov, ki so potrebni za celotno obnovo. Navedeni so tudi stroški, z upoštevanjem nepovratnih finančnih sredstev iz eko sklada. Na koncu pa je izvedena še analiza povrnitve finančnih sredstev z novo, obujeno gostilniško obrtjo.

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	699.86:728.5:697:624(043.2)
KG	energetska sanacija/zaščita stavbnega ovoja/ogrevanje/renoviranje stare hiše
AV	VERLE, Denis
SA	ARBITER, Beno (mentor)
KZ	SI-2000 Maribor, Zolajeva ulica 2
ZA	Šolski center Maribor, Višja strokovna šola
LI	2020
IN	<i>ENERGETSKA SANACIJA REVITALIZIRANE STARE GOSTILNE</i>
TD	Diplomsko delo (višješolski strokovni študij)
OP	XII, 49 str., 16 sl., 20 tab., 32 vir., 21 pril.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	<i>Diplomsko delo Energetska sanacija revitalizirane stare gostilne se nanaša na načrtovanje energetske obnove več kot 100 let starega objekta. Dokument najprej navede glavne smernice in cilje za prenovo. Nato se skozi praktični del osredotoči na načrtovanje novega stavbnega ovoja stavbe, načrt oskrbe stavbe s toplo sanitarno vodo ter načrt namestitve novega centralnega ogrevalnega sistema. Opisane so različne kratkoročne oz. dolgoročne možnosti obnov, ki bi reševale zadane probleme. Na podlagi pridobljenih ugotovitev je na koncu obravnavan še finančni vidik in ekonomska upravičenost projekta.</i>

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC 699.86:728.5:697:624(043.2)
CX energetic restoration/heat insulation/heating system/renovation of an old house
AU VERLE, Denis
AA ARBITER, Beno (mentor)
PP SI-2000 Maribor, Zolajeva ulica 2
PB School Centre Maribor, Higher Vocational College
PY 2020
TI *ENERGETIC RESTORATION OF REVITALIZED OLD INN*
DT Graduation Thesis (Higher vocational studies)
NO XII, 49 p., 16 fig., 20 tab., 32 ref., 21 add.
LA sl
AL sl/en
AB *Bachelor graduation work titled energetic restoration of revitalized old inn addresses the planning of energetic restorations of more than 100 years old building. The document starts with fundamental directions for proper energetic sanitation. Main practical part of the document sequentially addresses planning of insulation of outer walls, roof and floor, plan for sustainable hot sanitary water, and a plan of central heat generation system. The document compares different solutions and its pros and cons while also discussing which solution contributes better result on the long run. Later, the document also analyses the financial aspect and worth of investment.*

KAZALO VSEBINE

ZAHVALA	II
IZJAVA O AVTORSTVU	III
MENTORSTVO	IV
POVZETEK.....	V
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	VI
KEY WORDS DOCUMENTATION	VII
KAZALO VSEBINE	IX
KAZALO SLIK	X
KAZALO TABEL	XI
KAZALO PRILOG	XII

1 UVOD Z OPREDELITVIJO PROBLEMA	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA	1
1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA	2
2 PREGLED STANJA	4
2.1 ZAKONODAJNE ZAHTEVJE ZA RACIONALNO RABO ENERGIJE V STAVBAH IN UPORABO OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE	4
2.2 PRIPRAVA TOPLE SANITARNE VODE V GOSTINSKIH, PRENOČITVENIH, STANOVANJSKIH OBJEKTIH	6
2.3 ZNAČILNOSTI LONČENIH PEČI	8
3 ZASNOVA SISTEMA OGREVANJA	9
3.1 OPIS IN PREDSTAVITEV OBJEKTA	9
3.2 DOLOČITEV IZHODIŠČ ZA OBNOVO TOPLOTNEGA OVOJA STAVBE... 13	
3.2.1 Prenos toplote	13
3.2.2 Pregled predlogov in ukrepov sanacije stavbnega ovoja	18
3.2.2.1 Zunanja stena ogrevanih prostorov proti terenu	19
3.2.2.2 Tla na terenu	19
3.2.2.3 Ostrešje (neizolirano, prekrito samo z opečnatimi strešniki, deb. 5 cm). 19	
3.2.2.4 Vrata.....	19
3.2.2.5 Okna.....	20
3.2.3 Predlogi ukrepov za sanacijo zunanjih sten	20
3.2.3.1 Stanje toplotnih prehodnosti zunanjih sten, izoliranih z stiropornimi EPS-F ploščami pri različnih debelinah	20
3.2.3.2 Stanje toplotnih prehodnosti zunanjih sten, izoliranih z mineralno volno pri različnih debelinah	21
3.2.4 Predlogi ukrepov za sanacijo tal proti terenu.....	22
3.2.5 Predlogi ukrepov za sanacijo ostrešja	23

3.2.6	Predlog ukrepov zunanjih sten, tal in ostrešja	24
3.2.7	Predlogi ukrepov za sanacijo vhodnih vrat	25
3.2.8	Predlogi ukrepov za sanacijo oken	25
3.3	ZASNOVA OSKRBE S TOPLO SANITARNO VODO	26
3.3.1	Preračun potreb tople sanitarne vode	26
3.4	ZASNOVA OSKRBE S TOPLOTO	31
3.4.1	Določitev transmisijskih in prezračevalnih izgub	31
3.4.1.1	Določitev transmisijskih izgub prostorov pritličja	33
3.4.1.2	Določitev transmisijskih izgub nadstropja	37
3.4.2	Potrebna moč peči	37
3.5	OCENA EKON. UPRAVIČENOSTI ENERGIJSKE SANACIJE OBJEKTA	38
3.5.1	Energenti	40
3.5.1.1	Peleti	40
3.5.1.2	Drva	40
3.5.1.3	Kurilno olje	40
3.5.2	Ekonomsko upravičenost	41
3.5.2.1	Izolacija ostrešja	42
3.5.2.2	Izolacija zunanjih sten	42
3.5.2.3	Izolacija tal	42
3.5.2.4	Zamenjava oken	43
4	ZAKLJUČEK	45
5	VIRI	47

PRILOGE

KAZALO SLIK

Slika 1: Sistem ogrevanja in priprave tople vode s toplotno črpalko	7
Slika 2: Stara lončena peč.....	9
Slika 3: Tloris pritličja stavbe na začetku.....	10
Slika 4: Fotografija zgradbe iz leta 1925.....	11
Slika 5: Tloris pritličja stavbe po prenovi	12
Slika 6: Tloris nadstropja stavbe po prenovi	12
Slika 7: Prenos toplote in vplivni parametri	14
Slika 8: Prenos toplote čez dva različna materiala	15
Slika 9: Prenos toplote čez dva različna materiala	15
Slika 10: Toplotne prehodnosti v odvisnosti od različnih materialov in debelin	17
Slika 11: Zgradba z novim stavbnim ovojem.....	26
Slika 16: Tehnične specifikacije kotla na pelete	44

KAZALO TABEL

Tabela 1: Toplotne prehodnosti za različne gradbene elemente.....	16
Tabela 2: Podatki o toplotnih prevodnostih različnih materialov.....	18
Tabela 3: Toplotne prehodnosti zunanjih sten zgradbe proti terenu	21
Tabela 4: Toplotne prehodnosti tal na terenu	23
Tabela 5: Toplotne prehodnosti ostrešja.....	24
Tabela 6: Potreba tople vode za turistične objekte v L na dan na osebo	26
Tabela 7: Potrebe tople vode za stanovanjske površine v L na dan na osebo	27
Tabela 8: Dnevna poraba količine in energije za pripravo sanitarne vode pri segrevanju na 60°C za prenočitvene sobe.....	28
Tabela 9: Dnevna poraba količine in energije za pripravo sanitarne vode pri segrevanju na 60°C za gostilniški prostor.....	28
Tabela 10: Izsek tabele - Standardne temperature ogrevanih prostorov (po standardu DIN4701-T2)	32
Tabela 11: Korektura zunanje temperature zaradi masivnosti stene	32
Tabela 12: Računski koef. prehoda toplote za zunanja in notranja vrata (DIN 4701 T2).....	32
Tabela 13: Računski koeficienti prehoda toplote za zasteklitve kV, okna in okenska vrata z njihovimi okvirji kF (DIN 4108 T4).....	33
Tabela 14: Evidenca gradnikov prostora Soba 1	33
Tabela 15: Izračun masivnosti zunanje stene	34
Tabela 16: Transmisijske izgube za pritličje	36
Tabela 17: Prezračevalne izgube za pritličje	36
Tabela 18: Transmisijske izgube za nadstropje	37
Tabela 19: Prezračevalne izgube za pritličje	37
Tabela 20: Investicijski stroški	39

KAZALO PRILOG

PRILOGA A - Transmisijske izgube pritličja

- PRILOGA A¹: Evidenca gradnikov prostora Kopalnica 1
- PRILOGA A²: Evidenca gradnikov prostora Soba 2
- PRILOGA A³: Evidenca gradnikov prostora Kopalnica 2
- PRILOGA A⁴: Evidenca gradnikov prostora Soba 3
- PRILOGA A⁵: Evidenca gradnikov prostora Kopalnica 3
- PRILOGA A⁶: Evidenca gradnikov prostora Soba 4
- PRILOGA A⁷: Evidenca gradnikov prostora Kopalnica 4
- PRILOGA A⁸: Evidenca gradnikov prostora Večji hodnik
- PRILOGA A⁹: Evidenca gradnikov prostora Manjši hodnik
- PRILOGA A¹⁰: Evidenca gradnikov prostora Kurilnica
- PRILOGA A¹¹: Evidenca gradnikov prostora Gostilna (večji)
- PRILOGA A¹²: Evidenca gradnikov prostora Gostilna (manjši)
- PRILOGA A¹³: Evidenca gradnikov prostora Kuhinja
- PRILOGA A¹⁴: Evidenca gradnikov prostora WC prostori (celotni)

PRILOGA B - Transmisijske izgube nadstropja

- PRILOGA B¹: Evidenca gradnikov prostora Soba 1
- PRILOGA B²: Evidenca gradnikov prostora Soba 2
- PRILOGA B³: Evidenca gradnikov prostora Soba 3
- PRILOGA B⁴: Evidenca gradnikov prostora Soba 4
- PRILOGA B⁵: Evidenca gradnikov prostora Hodnik
- PRILOGA B⁶: Evidenca gradnikov prostora Dnevna soba/Kuhinja
- PRILOGA B⁷: Evidenca gradnikov prostora Kopalnica

1 UVOD Z OPREDELITVIJO PROBLEMA

V Slovenskih goricah se nahaja starejša zgradba, v kateri se je več kot 50 let odvijala gostilniška dejavnost. V pritličju je bil gostilniški prostor s kuhinjo in večji prostor, ki je služil zadrugi in kasneje trgovini.

Etaža je služila kot stanovanje za lastnike lokala. Čisto pitno vodo, ki so jo potrebovali v kuhinji in v sanitarnih prostorih, so črpali iz bližnjega vodnjaka. Ob hladnih dnevih skozi celotno leto pa so s pomočjo lončene in kuhinjske peči ogrevali le gostilniški prostor.

Po določenem času obratovanja gostilne in rabi ostalih prostorov je zgradba dotrajala, zadrugo, trgovino in gostinsko obrt pa so počasi opustili. Za stanovanjske namene smo zgradbo sicer sproti, v majhnem obsegu obnavljali. Kljub temu pa je brez temeljite prenove in pravilne ideje o popolni sanaciji postajala vedno bolj energetska zastarela in energetska neučinkovita.

Z razvojem tehnologije in višanjem zahtev človeka se je v zimskem času pojavila potreba po ogrevanju vseh prostorov. Skozi celotno leto pa tudi potreba po topli sanitarni vodi ter boljši izolaciji.

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Zastavljen problem je renoviranje celotne zgradbe, uvedba prenočitvenih prostorov in obnova stanovanjskih površin kot tudi gostilniškega prostora skupaj s kuhinjo ter priprava stavbe na obuditev stare krčmarske dejavnosti. V smislu tega dokumenta se oziramo predvsem na energetske vidike stavbe.

Zgradbo je potrebno energetsko posodobiti, tako da bi uvedli sodobni način oskrbovanja stavbe z ogrevanjem. Poskrbeti moramo za sanitarno toplo vodo v vseh prostorih, kot tudi pripraviti načrt za novo izolacijo stavbnega ovoja.

Problematika je zagotovo v izbiri najboljše oz. najučinkovitejše možnosti energetske obnove v smislu načina ogrevanja stavbe. Trenutno je na tržišču razširjenih nekaj različnih možnosti ogrevanja, ki so se v zadnjih letih tehnološko razvile in širše uveljavile pri novogradnji stanovanjskih površin npr. talno gretje. Medtem ko poznamo tudi starejše načine, ki so bolj preverjeni in zahtevajo manjšo začetno investicijo npr. opremljanje vseh prostorov zgradbe s klasičnimi radiatorji toplote.

Predhodno pa je nujno potrebno razmisliti tudi o toplotnem energetskega viru, ki ga želimo izkoriščati. Premisliti moramo če so vsi viri sploh enakovredno dostopni oz. da uporaba le-teh ni predraga, glede na velikost omenjene zgradbe.

Za izkoriščanje različnih virov potrebujemo različne naprave, ki omogočajo pretvorbo iz energetskega vira v toplotno energijo. Nekatere naprave z opremo pa so lahko neugodne v smislu čiščenja, servisiranja, montaže kot tudi zaradi velikosti, saj smo prostorsko omejeni z dimenzijami kurilnega prostora v zgradbi.

Z ogrevanjem in učinkovitostjo ogrevanja je neposredno povezana tudi izolacija stavbe. S toplotno izolacijo zmanjšamo toplotne izgube ter povečamo toplotni izkoristek. S povečanjem izkoristka pa zmanjšamo tudi količino potrebnega kurilnega elementa.

Potrebno bo premisliti o velikosti površine, ki jo je potrebno izolirati ter vrsti izolacije, kot tudi izračunati in primerjati toplotne izgube, pri različnih debelinah izolacijskega materiala.

Na podlagi izbrane izolacije in izračunanih podatkih o toplotnih izgubah skozi zidove in okna, pa bomo lahko ustrezno dimenzionirali ogrevalno napravo.

Zaradi spomeniškega varstva stavbe je treba opozoriti na to, da gradbene konstrukcije, dimenzij, pozicije dimniške poti, vodovoda, itd., ne moremo spreminjati. Zaradi želje po ohranitvi tradicionalnega izgleda gostilniškega prostora pa želimo ohraniti tudi staro lončeno peč, ki je simbol tradicije gostilne in jo vključujemo v energetske načrte.

Pri snovanju energetskega načrta za prenovo pa želimo upoštevati tudi finančni vidik. Razmišljati moramo o začetni investiciji in stroških, ki se spreminjajo glede na izbiro različnih načrtov.

Zanima nas primerjava investicij, pri čemer pa ne ciljamo samo na najugodnejšo opcijo. Ampak razmišljamo tudi o dolgoročni prednosti varčne energetske obnove.

1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA

Priprava sodobnega načrta za energetske sanacije stare zgradbe in obuditev tradicionalne gostilniške obrti.

- Pregled trenutnega stanja:
 - opis objekta,
 - opis lončene peči,
 - pregled zakonodaje o pravilni in racionalni rabi energije v stavbah.
- Zasnova načrta izolacije stavbnega ovoja:
 - določitev izhodišč,
 - izračun toplotnih izgub,
 - primerjava različnih stavbnih izolacij in vpliv na toplotne izgube.

- Zasnova načrta ogrevanja:
 - primerjava in izbira načina ogrevanja,
 - primerjava in izbira kurilne naprave,
 - izbira realne kurilne naprave iz kataloga.

- Zasnova načrta za oskrbo s sanitarno vodo:
 - opis opcij,
 - izbira ustrezne opcije,
 - izračun učinkovitosti.

- Ocena ekonomske upravičenosti energetske sanacije objekta:
 - izračun stroškov,
 - primerjava stroškov investicije pri različnih načinih ogrevanja,
 - ekonomska upravičenost,
 - izračun novih prilivov iz obnovljene gostilne,
 - izračun časa povrnitve stroškov.

2 PREGLED STANJA

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

Pri novogradnji ali rekonstrukciji obstoječe zgradbe je potrebno pridobiti gradbeno dovoljenje. Med pogoje za pridobitev gradbenega dovoljenja med drugimi šteje tudi priloga o projektni dokumentaciji, v katero je vključen izkaz energijskih lastnosti stavbe. Izkaz energijskih lastnosti stavbe izpolnjujemo po pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah, izdan v Uradnem listu Republike Slovenije.

»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 /.../«. (Uradni list RS, 2010)

Za učinkovito rabo energije v stavbi upoštevamo več dejavnikov. Pomembni dejavniki, ki vplivajo na rezultat energijske učinkovitosti stavbe, so: življenjska doba stavbe, podnebje v katerem se nahaja, materiali konstrukcije, stavbni ovoj, lega in orientiranost, uporaba obnovljivih virov... Vseh dejavnikov (npr. namemba zgradbe) ni mogoče matematično opisati in zajeti v obliki parametra, ki bi ga uporabili v enačbi za določanje energijske učinkovitosti. Kljub temu pa uradni list določa enačbe za izračun mejnih vrednosti učinkovite rabe energije.

Energijska učinkovitost stavbe je zagotovljena, če so doseženi naslednji pogoji:

- a. Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub skozi površino toplotnega ovoja zadošča neenačbi:

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

Pri čemer za brez dimenzijsko razmerje med površino gradbenih odprtín in površino toplotnega ovoja stavbe oziroma t.i. faktor oblike privzemamo naslednji 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 $f_0 = 1,0$.
- b. Dovoljena letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe Q_{NH} , preračunana na enoto kondicionirane površine A_u oz. prostornine V_e stavbe zadošča naslednjim neenačbam:
 - za stanovanjske stavbe: $Q_{NH} / A_u \leq 56 + 60 f_0 - 4,5 T_L$ (kWh/(m²a)),
 - za nestanovanjske 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)).
 - c. Dovoljeni potrebni letni hlad za hlajenje Q_{NH} stavbe, preračunan na enoto hlajene površine stavbe $A(u)$, zadošča neenačbi:
 - za stanovanjske stavbe: $Q_{NH} / A_u \leq 70$ kWh/(m²a).

d. 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: $Q_p / A_u = 275 + 1,1 (60 f_0 - 4,4 T_L)$ kWh/(m²a).

Pri gradnji energijsko učinkovite stavbe je potrebno že v fazi arhitekturne zasnove ciljati na ustrezno razmerje med površino toplotnega ovoja in kondicionirano prostornino stavbe. Z predhodnim načrtovanjem prostorov v stavbi, materialov konstrukcije ter načrtovanjem celotne zunanje površine stavbe poskušamo doseči optimalno in učinkovito upravljanje z energijskimi tokovi.

S stavbnim ovojem in načinom uporabe zgradbe je potrebno skrbeti za zmanjšani prehod energije skozi površino toplotnega ovoja, zmanjšati podhlajevanje ali pregrevanja stavbe, doseči gradbeno konstrukcijo, brez škodljivih vplivov zaradi difuzijskega prehoda vodne pare, nadzorovati je potrebno zrakotesnost zgradbe in upoštevati vpliv toplotnih mostov.

Projektirani ogrevalni sistem stavbe mora ob minimalnih toplotnih izgubah zagotavljati raven notranjega toplotnega udobja, ki je predpisan oz. je določen v projektni nalogi, če je zahteva strožja od predpisane. Energijsko učinkovitost ogrevalnega sistema določimo z ustreznim izborom energijsko učinkovitega generatorja toplote, z načrtovanjem energijskega cevne razvoda, z izborom nizke projektne temperature ogrevalnega sistema in pripadajočega uravnoteženja in regulacije temperature zraka v stavbi.

Energijsko učinkovitost sistema, ki zagotavlja pripravo tople vode, dosežemo z ustreznim izborom energijsko učinkovitih hranilnikov tople vode, energijsko učinkovitim razvodom ter s primerno regulacijo sistema po stavbi.

Skupna energijska učinkovitost stavbe pa je dosežena tudi, če stavba pridobiva več kot 25 odstotkov celotne potrebne energije iz obnovljivih energetskih virov. Pri različni oz. mešani rabi energetskih virov je učinkovitost odvisna od izkoriščenega obnovljivega vira. Delež končne energije za ogrevanje stavbe ali pripravo tople vode, ki ga je potrebno pridobiti, da ostane stavba energetsko učinkovita, je naslednji:

- najmanj 25 odstotkov iz sončnega obsevanja,
- najmanj 30 odstotkov iz plinaste biomase,
- najmanj 50 odstotkov iz trdne biomase,
- najmanj 70 odstotkov iz geotermalne energije,
- najmanj 50 odstotkov iz toplote okolja. (*Uradni list RS, 2010*)

2.2 PRIPRAVA TOPLE SANITARNE VODE V GOSTINSKIH, PRENOČITVENIH, STANOVANJSKIH OBJEKTIH

V obstoječih stavbah pogosto uporabljamo pripravo tople sanitarne vode s pomočjo električnih bojlerjev ali pa tudi s plinskimi grelniki vode. Vendar pa sta oba sistema neprimerna z vidika učinkovitosti rabe energije. Za večje potrebe tople vode bi bilo primerno zagotavljati toplo vodo s sončno energijo oz. drugimi sistemi, ki izrabljajo obnovljive energijske vire. Eden izmed načinov priprave tople vode je tudi uporaba centralne toplotne črpalke (hranilnik toplote), s katero lahko vzporedno rešimo tudi problem ogrevanja stavbe.

Iz slike 9 o deležih energetskih stroškov v gospodinjstvu iz poglavja 3.2, lahko razberemo, da priprava tople sanitarne vode v povprečnem gospodinjstvu predstavlja približno 17 % vseh energijskih potreb, zato je pri pripravi tople sanitarne vode vredno razmišljati o učinkoviti izrabi energije.

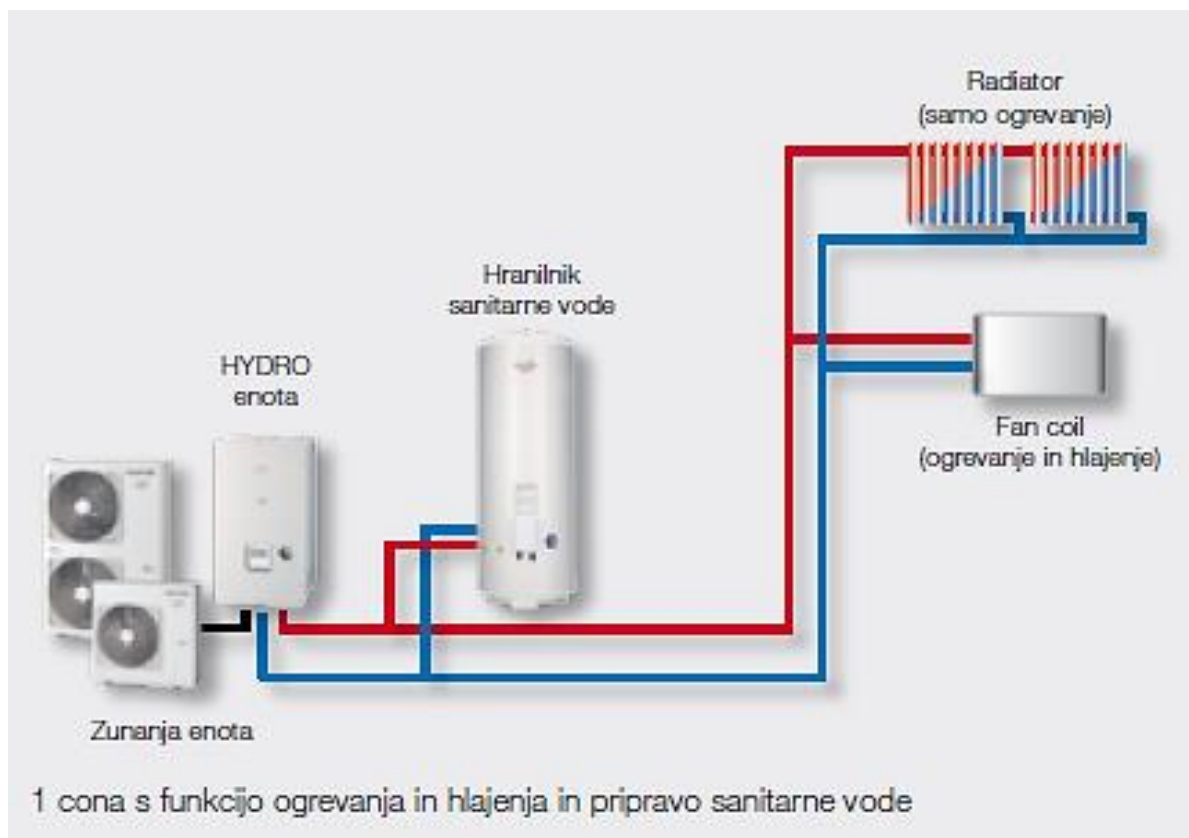
Dnevne potrebe tople vode v gospodinjstvih so odvisne od števila družinskih članov in njihovih osebnih potreb (povprečna štiričlanska družina potrebuje v enem letu za pripravo tople vode od 2.500 do 3.200 kWh energije). V večini domov za pripravo tople sanitarne vode uporabljajo isti toplotni vir, ki služi tudi za ogrevanje ali pa ločeni električni grelnik (bojler).

Pri načrtovanju sistema za oskrbo s toplo sanitarno vodo je potrebno upoštevati:

- potrebne količine tople vode (količinsko porabo),
- število in lokacijo iztočnih mest in porabnikov,
- časovne potrebe po topli vodi,
- želeno temperaturo tople vode,
- razpoložljive vire energije,
- možnost uporabe obnovljivih virov energije,
- sistem vgrajenega ogrevalnega sistema.

Za manjše število mest, kjer je potrebna topla voda, je primernejša lokalna priprava tople vode. Pri večjem številu velikih porabnikov, ki med seboj niso preveč oddaljeni, pa je primernejši centralni način. Pri enakomerno porazdeljenih potrebah skozi ves dan je potrebna manjša akumulacija tople vode, pri manjših količinah pa je bolj primerna uporaba pretočnih grelnikov. Kot vir energije za pripravo tople vode lahko uporabimo vse vrste fosilnih goriv, električno energijo, daljinsko toploto in obnovljive vire energije. (*Trajnostna energija, 2019*)

Če bi za ogrevanje objekta izbrali toplotno črpalčko, bi lahko za ogrevanje vode uporabili napravo, ki jo namestimo zraven toplotne črpalke, ki greje vodo in jo shranjuje v svojem hranilniku. S tem bi naredili centralno ogrevanje sanitarne vode, kar bi pomenilo, da bi morali napeljati razvod do prostorov po stavbi. Glede na to, da je v pritličju kar veliko prostorov, razporejenih na vseh koncih stavbe, ki bi potrebovali sanitarno vodo, je to lahko problematično. Res je, da bi bil takšen sistem najbolj učinkovit in bi se na dolgi rok najbolj izplačal.



Slika 1: Sistem ogrevanja in priprave tople vode s toplotno črpalko

Vir: Klima tehnik, 2019

Lahko bi namestili tudi sončne celice. S tem bi izkoriščali naravni, obnovljiv, ekološki, prijazen vir. Problem sončnih celic je zagotavljanje konstantnega delovanja. Ob padcu jakosti svetlobe pozimi oz. zjutraj, proti mraku in ponoči se proizvodnja elektrike znatno zmanjša. To bi pomenilo, da včasih ne bi imeli zagotovljene tople vode, kar pa je zelo pomembno pri turistični in gostilniški dejavnosti.

Obstajajo rešitve za shranjevanje električne energije, vendar pa so takšni sistemi dragi in neučinkoviti. V primerjavi s toplotno črpalko in napajanjem toplotne črpalke z elektriko iz omrežja je to finančno boljša rešitev. Najboljša rešitev pa bi bila kvečjemu kombinacija obeh možnosti. Toplotna črpalka je priklopljena na omrežje in sončne celice. Primanjkljaj energije, ki ga dobi toplotna črpalka zaradi opisane slabosti sončnih celic, lahko nadomesti z električno energijo iz omrežja. Toplotni črpalci dodamo omenjeni hranilnik vode, ki skrbi za pripravo tople vode, ki pa jo nato z razvodom pošiljamo po stavbi.

» /.../ Običajno se vgradi rezervoar iz legiranega nerjavečega jekla, velikosti med 250 do 300 litrov, kar zadošča za povprečno 6-člansko gospodinjstvo. /.../« (Klima tehnik, 2019)

Za zgradbo bi bilo primerno uporabiti tudi decentralizirane električne grelnike vode, ki bi bili lokalno nameščeni po stavbi, kjer je potrebno. Namestitev je enostavna, saj lahko izberemo velikost hranilnika za vsako posamezno sobo posebej, odvisno od naših zahtev v prostoru. V kuhinji gostilne bi potrebovali npr. večjega, medtem ko bi drugje po kopalnicah sob in stanovanja namestili manjše. Čeprav možnost deluje, ni preveč energetska učinkovita in sodobna. Veliko bolj aktualne so trenutno možnosti izkoriščanja naravnih, obnovljivih virov.

2.3 ZNAČILNOSTI LONČENIH PEČI

Lončene peči so izdelane iz materialov, kot so keramika oz. različne vrste kamnov. Za notranjo oz. zunanjo plast peči po navadi uporabljajo različne materiale. Pomembno je da je v notranjosti oplaščena z materialom, ki je sposoben zadostne akumulacije toplote (npr. šamot). Šamot optimalno akumulira toploto, ko je debel od 3 do 6 cm. Zunanji del plašča peči pa je obložen z keramičnimi ploščicami ali ometom.

Značilni opečnati in kamniti materiali pri lončenih pečeh so veliko bolj ugodni za ogrevanje v primerjavi s kovino. Nekatere jeklene peči oz. kamini so narejeni iz različnih jeklenih zlitin, ki so boljše v smislu hitrejšega gretja, saj je kovina odličen toplotni prevodnik, vendar to pomeni tudi hitrejšo ohladitev, ko prekinemo dovod toplote. Lončene peči sicer potrebujejo več časa, da se segrejejo, vendar pa zadržujejo toploto dalj časa.

Konstruktivsko so lončene peči po navadi izdelane tako, da vsebujejo kurišče in kurilna vrata. Izjemnega pomena so dimenzije in dolžina dimnih kanalov, ki morajo ustrezati dinamiki dimnih plinov pri izgorevanju. Z optimizacijo dimnih kanalov v veliki meri vplivamo na izkoristek peči. Za dimenzije kurišča je najbolje ostati v mejah 1000 cm². Pri pravilno dimenzioniranem kurišču lahko pri isti količini goriva, povečamo toplotno moč. Dimenzije kurišča pa morajo ustrezati tudi po višini, saj se lahko ob visokih plamenih na oblogah znotraj peči pojavijo razpoke. Velik del sistema lončene peči je grajen iz labirinta dimnih kanalov, katerih namen je, da tople pline čim več časa zadržujejo v peči, da kamen počasi absorbira toploto.

Energetski izkoristek pri optimiziranih lončenih pečeh je od 80 do 90 %, medtem ko je pri kovinskih pečeh zaradi prej omenjenega ozadja izkoristek le okoli 45 %. Najslabši izkoristek imajo kamini, kjer ni pametne zasnove dimnih poti in večina toplote uhaja skozi dimnik. Takšni kamini imajo izkoristek le 15 %.

Problem, ki se pojavi pri jeklenih pečeh, kaminih, radiatorjih, itd., je učinek balona. Konvekcija povzroča nenehno gibanje zraka po hiši. Toplejši zrak se raztegne in gostota zračne mase se zmanjša. Topla zračna masa se zato začne dvigati nad gost hladni zrak in kopičiti pri stropu.

Namen ogrevanja je, da sobo segrejemo na višini, kjer se nahajajo ljudje. Zaradi dviganja zraka moramo sobo ogrevati dalj časa, da topli zrak pokrije celotno prostornino sobe. Problem je tudi v kroženju zraka po celotni stavbi. Zrak, ki se ogreje okoli grelne naprave, namreč ne kroži. To se zgodi zaradi dvigovanja zraka proti stropu, ki poteka hitreje kot pa mešanje s hladnim zrakom iz sosednje sobe. Posledično je zato v sobi, kjer je grelno telo, pretoplo. V sosednjih sobah pa je prehladno.

Lončene peči nimajo omenjenih slabosti, saj se zunanja površina oz. zunanji plašč ne segreje do velikih temperatur. Keramični material, kamen... se segreje zmerno in oddaja toploto počasi. Vendar pa ima sposobnost akumuliranja velike količine toplote. Zaradi tega sobe ne segreje pretirano, ampak jo ogreva počasi. Zaradi počasnega ogrevanja ima zrak čas, da se pomeša s hladnim, preden pobegne k stropu, zato se soba enakomerno in postopoma ogreva. (*Moj mojster, 2019a in Knibbe, 2009*)

3 ZASNOVA SISTEMA OGREVANJA

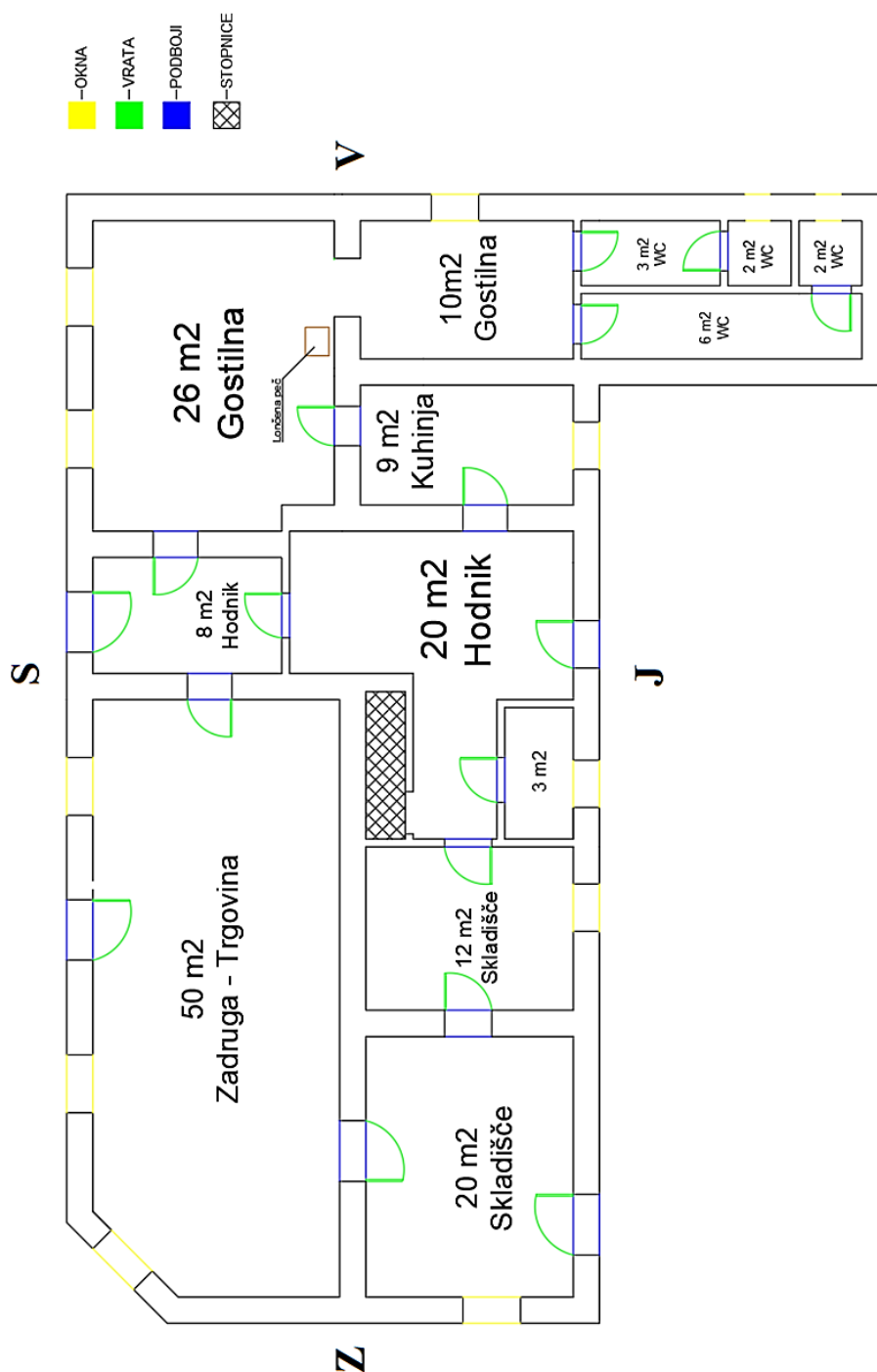
3.1 OPIS IN PREDSTAVITEV OBJEKTA

Tema dokumenta obravnava energetska obnovo stare zgradbe, ki je vrsto let služila različnim namenom. Zgradba je bila zgrajena okoli leta 1890 z materiali in konstrukcijo, ki je bila popularna za takratni čas. Stavba ima klet, pritličje ter eno nadstropje, ki je deloma mansardno. Zidovi so grajeni iz starih glinastih opek in so različno debeli. Nosilne stene so bile zgrajene po starih normah, zato so debelejše od sodobnih in merijo 500 mm. Stene, ki niso nosilne, so pa tanjše in so debele 150 mm.

Prvotno je bilo pritličje zgradbe razdeljeno na dva dela. V prvem delu je bil gostilniški prostor, skupaj z kuhinjo in je bil ločen od drugega dela z velikim hodnikom. V drugem delu pa so se nahajali trije večji prostori. Ob hodniku v pritličju je bil tudi manjši prostor za drva. Nadstropje je imelo več sob, ki so se uporabljale za stanovanjske namene. V glavnem gostilniškem prostoru je bila vgrajena lončena peč, ki je v stavbi že od vsega začetka in danes velja za tradicionalni simbol stavbe.



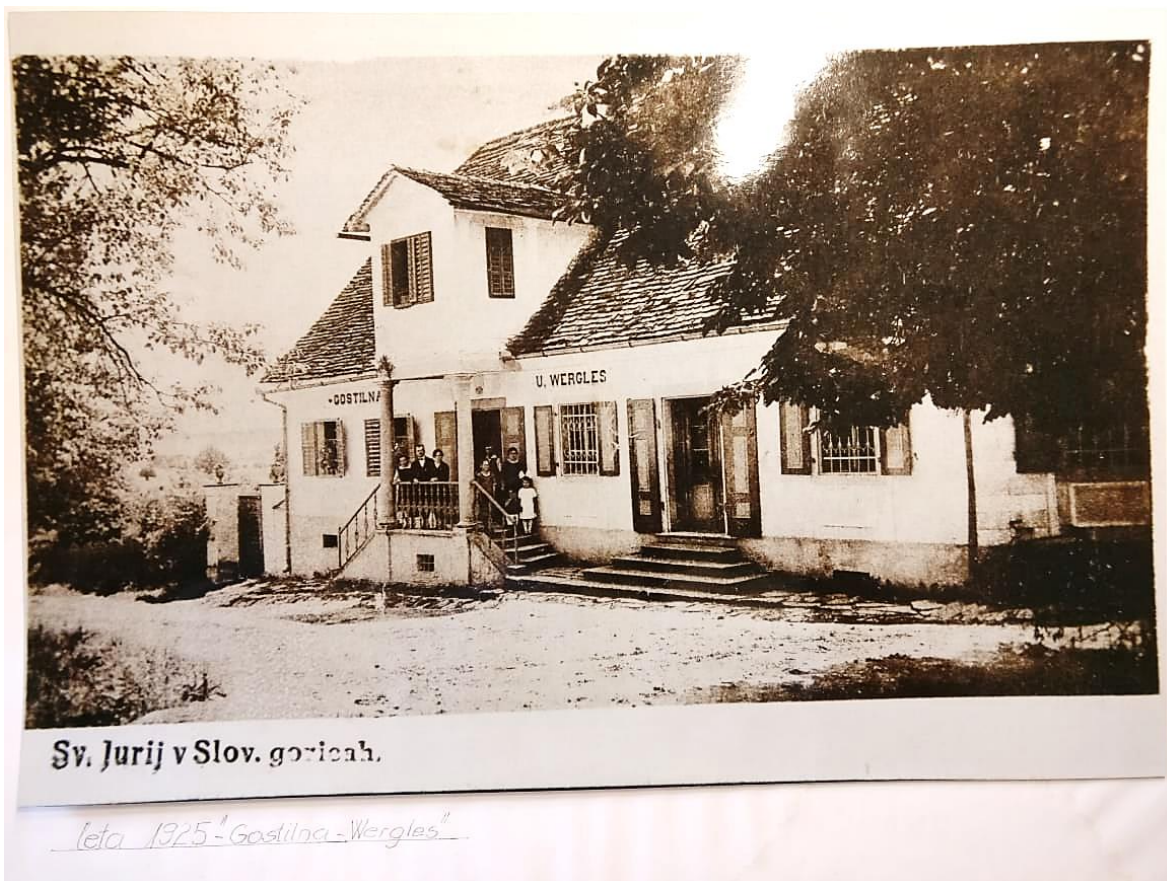
Slika 2: Stara lončena peč
Vir: Verle, 2019



Slika 3: Tloris pritličja stavbe na začetku

Vir: Verle, 2019

V pritličju so zidovi višji kot v nadstropju in merijo v višino 380 cm. Nadstropje je grajeno tako, da so zidovi na sredini hiše visoki 250 cm, ob straneh nadstropja pa so mansardne sobe, ki dajejo zgradbi značilno zunanjo obliko. Starejše fotografije nakazujejo, da je bilo nadstropje prvotno dimenzijsko in konstrukcijsko drugačno. Sredinski del nadstropja je bil še ožji, mansardni del pa širši.



Slika 4: Fotografija zgradbe iz leta 1925

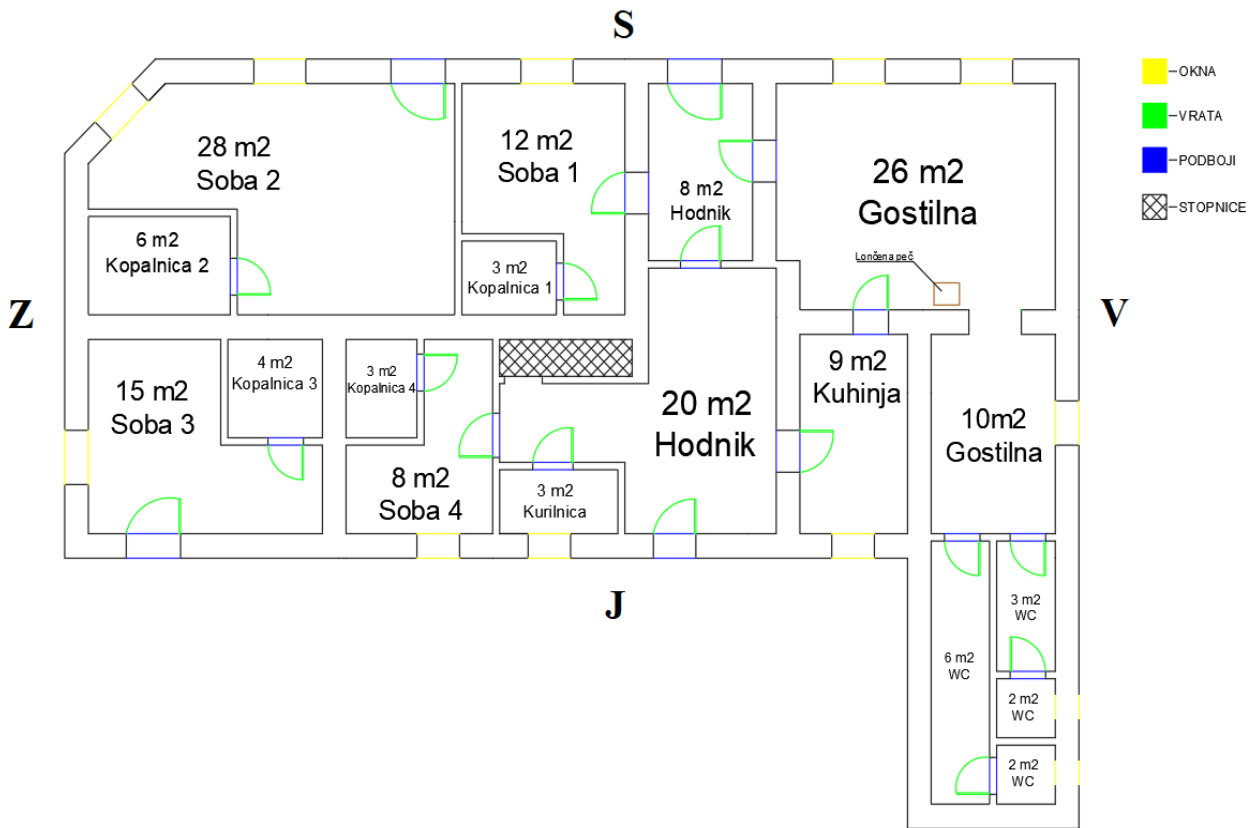
Vir: Verle, 2019

Namembnost zgradbe se je spreminjala. Prvotno je bila zgradba namenjena krčmarski obrti v pritličju in stanovanjskim površinam v zgornjem nadstropju. Večje sobe v drugi polovici pritličja so preoblikovali tako, da so zadoščale potrebam kmetijske zadruge. Sčasoma je zadruga prenehala obratovati in prostore so dalje preoblikovali v manjšo trgovino s skladiščem. Tudi trgovina je zaprla svojo dejavnost in ostala je samo gostilna, do zaprtja leta 2007. Nadstropje je vedno služilo stanovanjski rabi, ker so tam živeli lastniki zgradbe.

Gledano s konstrukcijskega in energetskega vidika je bila zgradba primerna svojemu času. Ovoj zgradbe, ki je ščitil zidake, je bil omet, ki ni imel posebne energetske funkcije. Čisto pitno vodo so pridobivali iz bližnjega vodnjaka. Ob tehnološkem napredku in pojavu vodovoda pa so zgradbo priključili na občinsko vodovodno omrežje. Zgradbo so prvotno ogrevali z lončeno pečjo v gostilni in s kuhinjskimi štedilniki oz. pečmi. Preden je bilo nameščeno centralno ogrevanje, pa so uporabljali tudi manjše oljne peči.

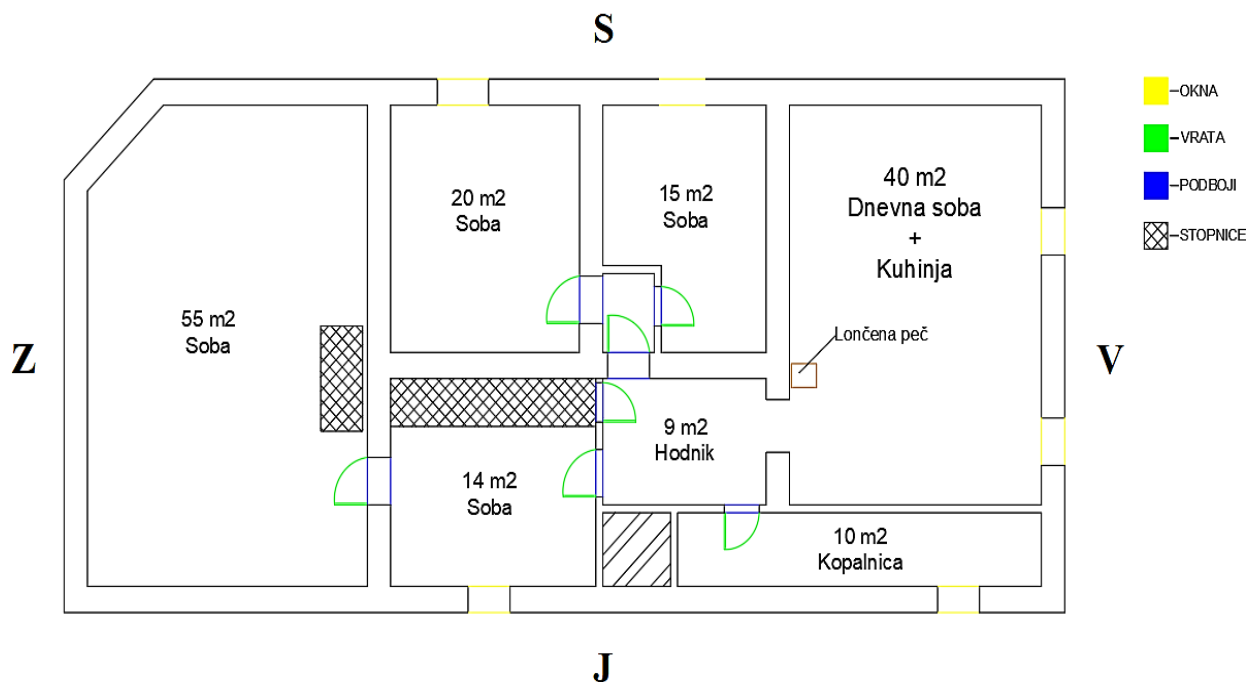
Dimenzije zgradbe so še danes enake, brez konstrukcijskih sprememb, saj je spomeniško varovana. Prostori so bili posamično posodobljeni le znotraj hiše, brez spreminjanja notranjih ali zunanjih zidov. Od opustitve gostinske dejavnosti je bila zgradba predvsem v stanovanjski rabi. Pred dvema letoma pa so se lastniki odločili, da stavbo temeljito obnovijo. Dokument se nanaša na načrtovanje energetske obnove stavbe.

Predviden tloris pritličja in nadstropja zgradbe ter površine posameznih prostorov po potencialni prenovi so prikazane na naslednjih slikah.



Slika 5: Tloris pritličja stavbe po prenovi

Vir: Verle, 2019



Slika 6: Tloris nadstropja stavbe po prenovi

Vir: Verle, 2019

3.2 DOLOČITEV IZHODIŠČ ZA OBNOVO TOPLOTNEGA OVOJA STAVBE

3.2.1 Prenos toplote

Pod stavbni ovoj prištevamo vse tiste elemente stavbe, ki toplotno varujejo notranjost stavbe pred zunanjimi vplivi. To so: tla na terenu, zunanje stene, strop oz. streha ter okna in vrata. Dokler med dvema snovema obstaja temperaturna razlika, začne toplota iz snovi z večjo temperaturo prehajati proti snovi z nižjo temperaturo. Prehajanje imenujemo prenos toplote. Prenos toplote traja, dokler se temperaturi obeh snovi ne izenačita.

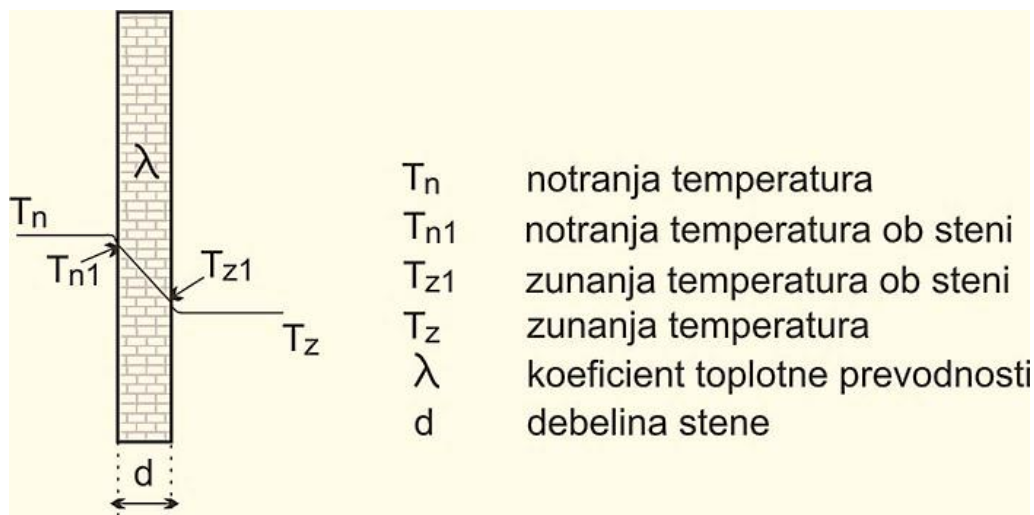
Na podlagi prenosa toplote izračunavamo toplotne izgube zgradbe, ki bi se jih želeli idealno znebiti. Realno pa to ni mogoče, zato se trudimo, da jih čim bolj zmanjšamo s pomočjo primerne toplotne izolacije. Zaradi izolacije se zgradba počasneje ohlaja, zato ni potrebno tako pogosto ogrevanje v primerjavi z zgradbo, ki je brez toplotne izolacije. Toplotna izolacija zmanjša toplotne izgube, zato je za ogrevanje in vzdrževanje določene temperature potrebno manj kurjave. Manjša poraba kurjave pa prinaša finančni prihranek.

Toplotne izgube, ki se pojavijo pri zgradbi, so različne po stavbnem ovoju. Ostrešje stavbe predstavlja 15 % celotnih toplotnih izgub, medtem ko tla oz. kletni zidovi do 10 %. Konstrukcijske odprtine, kot so npr. okna in vrata, predstavljajo četrtno celotnih izgub. Zunanje stene pa so najvplivnejše in so odgovorne za kar polovico vseh toplotnih izgub.

Kakovost toplotne izolacije zgradbe je opisana s t.i. toplotno prehodnostjo konstrukcijskega sklopa. Toplotno prehodnost označujemo z veliko črko U in pove, koliko toplote se prenese skozi en kvadratni meter površine, če je razlika med temperaturama dveh različnih snovi 1 K. Toplotna prehodnost ima zato enoto W/m^2K . Za različne materiale je različna, saj je odvisna od karakteristike kot tudi debeline materiala. V literaturi se ponekod imenuje tudi toplotna prevodnost.

Pri izračunih pogosto govorimo o koeficientu toplotne prevodnosti, ki je lastnost vsake snovi in pomeni, koliko je snov zmožna prevajati toploto. Toplotno prevodnost označimo z malo grško črko lambda λ in jo izražamo v enotah W/mK . Na podlagi meritev vir navaja, da ima beton v povprečju za 50-krat večjo toplotno prevodnost od klasičnih toplotno izolacijskih materialov, kot so npr. ekspanziran polistiren v EPS ploščah ali mineralna volna.

Pri zasnovi sistema ogrevanja in izračunih z enačbami sem si pomagal s *Krautovim strojniškim priročnikom* ter s spletnim virom. (*Kraut, 2011 & CLEAR, 2019*)



Slika 7: Prenos toplote in vplivni parametri

Vir: Lavrič, 2012

Na osnovi Newtonovega zakona ohlajevanja lahko izpeljemo enačbo za izračun toplotnega toka P:

$$P = \frac{dQ}{dt}$$

Toplotni tok je definiran kot sprememba toplote v nekem času. Za Q lahko razpišemo:

$$P = \frac{dQ}{dt} = \frac{\lambda * A}{d} (T_{n1} - T_{z1}) = h_n * A (T_n - T_{n1}) = h_z * A (T_{z1} - T_z)$$

Pri tem velja:

A - površina obravnavanega gradbenega elementa ovoja

h_n - notranji koefficient toplotne prestopnosti

h_z - zunanji koefficient toplotne prestopnosti

Koefficient toplotne prestopnosti je hitro spreminjajoča se veličina, saj je odvisen od parametrov, kot so temperatura zraka, naravna konvekcija, veter... in ga je realno vsekakor težko natančno določiti. Delo si poenostavimo tako, da uporabimo standard SIST EN ISO 6946 : 2008, ki določa vrednosti koefficientov:

$$h_n = 8 \text{ W/m}^2$$

$$h_z = 23 \text{ W/m}^2$$

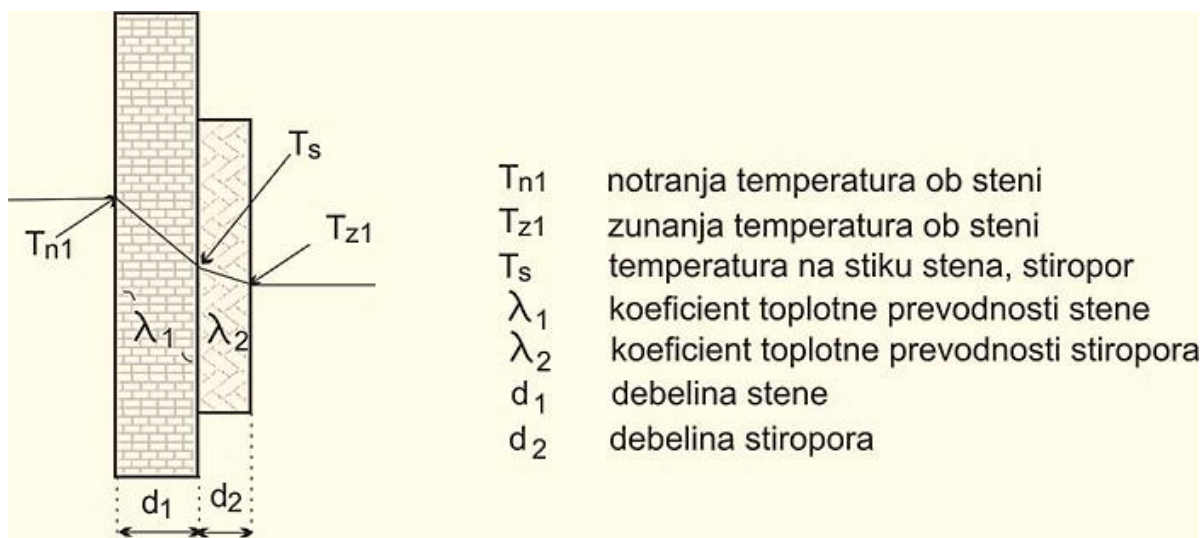
Skupno toplotno upornost lahko izračunamo kot vsoto korekturnih faktorjev zaradi prestopnosti z upornostmi vsakega posameznega gradnika (i – št. gradnikov):

$$R_{skupna} = \frac{1}{h_n} + \sum_{k=1}^i \frac{d_k}{\lambda_k} + \frac{1}{h_z}$$

Skupna toplotna prehodnost oz. prevodnost sklopa pa je nasprotna vrednost skupne upornosti, (Lavrič, 2012):

$$U_{sklopa} = \frac{1}{R_{skupna}}$$

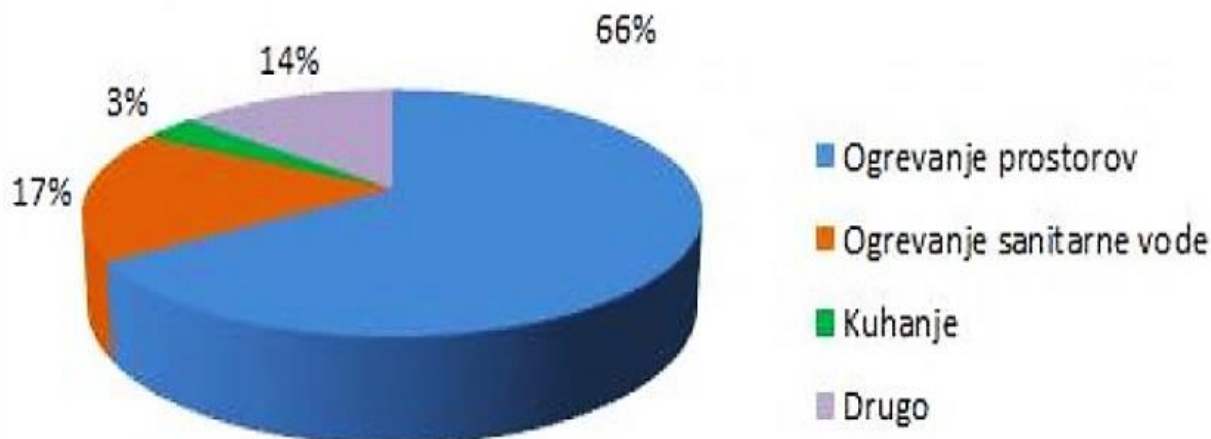
Za izračun toplotne prehodnosti sklopa, ki ima več slojev iz različnih materialov, moramo upoštevati koeficient toplotne prevodnosti in debelino za vsak posamezni sloj.



Slika 8: Prenos toplote skozi dva različna materiala

Vir: Lavrič, 2012

Stroški ogrevanja po hišah v Sloveniji v povprečju predstavljajo 66 % celotnih finančnih stroškov, ki nastanejo zaradi porabe energije. Izračuni toplotnih izgub kažejo, da že minimalna izolacijska zaščita stavbnega ovoja reducira ogrevalne stroške vsaj za 40 %. Trenutne cene fasad in stroški, ki nastanejo pri toplotni zaščiti stavbnega ovoja predstavljajo visoko začetno investicijo, vendar pa izračuni kažejo, da se stroški povrnejo že v petih do šestih letih. (Energetska izkaznica, 2019)



Slika 9: Deleži energetskih stroškov v gospodinjstvu

Vir: Energetska izkaznica, 2019

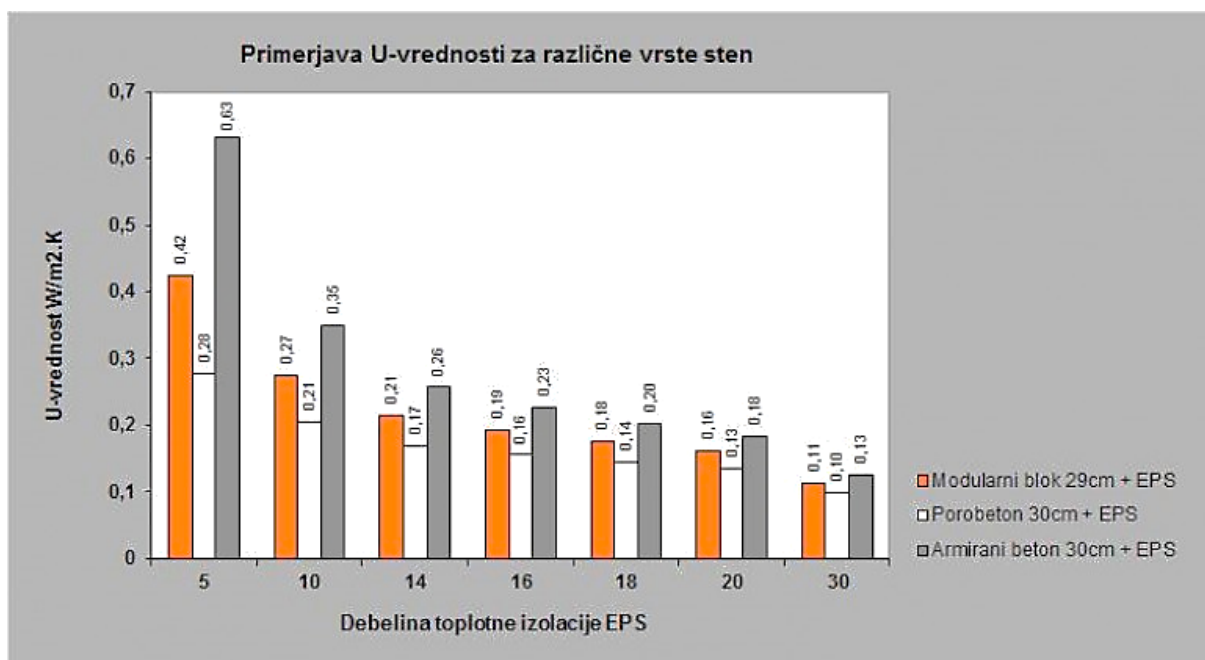
Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah vsebuje člene zakona, ki natančno določajo parametre učinkovitega ogrevanja. Zakoni stremijo k čim manjšim toplotnim izgubam kot tudi čim manjšemu onesnaževanju in porabi energetskih virov. V pravilniku se nahaja tudi tabela, ki točno določa maksimalne vrednosti toplotne prehodnosti za vsak posamezni gradbeni element, ki omejuje ogrevane prostore.

Tabela 1: Toplotne prehodnosti za različne gradbene elemente

GRADBENI ELEMENTI STAVB, KI OMEJUJEJO OGREVANE PROSTORE		U_{\max} [W/m ² K]
1	Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom	0,28 W/m ² K
2	Zunanje stene proti neogrevanim prostorom – manjše površine, ki skupaj ne presegajo 10% površine neprozornega dela zunanje stene	0,60 W/m ² K
3	Stene, ki mejijo na ogrevane sosednje stavbe	0,50 W/m ² K
4	Stene med stanovanji in stene proti stopniščem, hodnikom in drugim manj ogrevanim prostorom	0,70 W/m ² K
5	Notranje stene in medetažne konstrukcije med ogrevanimi prostori različnih enot, različnih uporabnikov ali lastnikov v nestanovanjskih stavbah	0,90 W/m ² K
6	Zunanja stena ogrevanih prostorov proti terenu	0,35 W/m ² K
7	Tla na terenu (ne velja za industrijske stavbe)	0,35 W/m ² K
8	Tla nad neogrevano kletjo, neogrevanim prostorom ali garažo	0,35 W/m ² K
9	Tla nad zunanjim zrakom	0,30 W/m ² K
10	Tla na terenu in tla nad neogrevano kletjo, neogrevanim prostorom ali garažo pri panelnem - talnem ogrevanju (ploskovnem gretju)	0,30 W/m ² K
11	Strop proti neogrevanemu prostoru, stropi v sestavi ravnih ali poševnih streh (ravne ali poševne strehe)	0,20 W/m ² K
12	Terase manjše velikosti, ki skupaj ne presegajo 5% površine strehe	0,60 W/m ² K
13	Strop proti terenu	0,35 W/m ² K
14	Vertikalna okna ali balkonska vrata in greti zimski vrtovi z okvirji iz lesa ali umetnih mas	1,30 W/m ² K
15	Vertikalna okna ali balkonska vrata in greti zimski vrtovi z okvirji iz kovin	1,60 W/m ² K
16	Strešna okna, steklene strehe	1,40 W/m ² K
17	Svetlobniki, svetlobne kupole (do skupno 5% površine strehe)	2,40 W/m ² K
18	Vhodna vrata	1,60 W/m ² K
19	Garažna vrata	2,00 W/m ² K

Iz naslednje slike je lepo razvidno, kako pomembna je izolacija stavbnega ovoja. Slika 10 prikazuje različne debeline toplotnih izolacij z EPS ploščami, ki so nameščene na površine, grajene iz materialov, ki se v gradbeništvu najpogosteje uporabljajo.

Graf prikazuje toplotne prehodnosti (W/m^2) v odvisnosti od debeline in vrste izolacije. Hitro lahko razberemo, da ima armiran beton kljub izolaciji veliko višjo toplotno prehodnost v primerjavi z modularnim blokom. Lahko pa tudi vidimo, da se ob povečanju debeline izolacije razlike manjšajo in material, na katerega izoliramo, ni več toliko pomemben oz. vlogo toplotnega tesnjenja prevzame izolacijski material. Zanimivo je tudi, da se toplotne prehodnosti najbolj znižajo pri prvih 10 cm dodane izolacije.



Slika 10: Toplotne prehodnosti v odvisnosti od različnih materialov in debelin

Vir: Energetska izkaznica, 2019

Na podlagi opisanih enačb iz podpoglavja 3.2.1 lahko izračunamo toplotne prehodnosti za vsak gradbeni element ovoja stavbe. Za primerjavo vrst izolacij bom izračunal vrednost toplotne prehodnosti stavbe brez zaščitene stavbnega ovoja oz. stanje stare neučinkovite stavbe, nato pa še toplotne prehodnosti za različne predlagane ukrepe.

V primerjavi se bom osredotočal na izolacijo s stiropornimi EPS ploščami in izolacijo z mineralno volno, saj sta ti dve vrsti izolacije zaradi dobrih lastnosti v praksi tudi najpogosteje uporabljeni. Na podlagi pridobljenih rezultatov bom določil potrebne ukrepe, da bi toplotne prehodnosti padle pod maksimalne vrednosti zakonika, ki določa energetska učinkovitost stavb (PURES).

Za preračune bomo uporabili prej omenjene enačbe. Podatke o toplotnih prevodnostih pa bomo vzeli iz tabele 2.

Tabela 2: Podatki o toplotnih prevodnostih različnih materialov

MATERIAL	λ [W/mK]
Zrak (nepremikajoč)	0.023
Purpen	0.025-0.04
Poliuretanska trda pena - PUR/PIR	0.023-0.028
Grafitni EPS	0.032
XPS (stirodur)	0.033-0.035
Celulozna izolacija	0.039
EPS 50	0.043
EPS 70	0.039
EPS 100	0.036
EPS 150	0.034
Lesno vlaknena plošča	0.039-0.09
Suh sneg	0.05-0.25
Ytong (300 kg/m ³)	0.086
Ytong (350 kg/m ³)	0.1
OSB	0.15
Les (vlažnost 12%)	0.13-0.4
Parket	0.17-0.27
Opeka Porotherm+Dryfix	0.15
Opeka Porotherm+termomalta	0.20
Opeka Porotherm+malta	0.23
Opeka Goro term 39 - termomalta	0.22
Goriške opekarne MB 25-19 - termomalta	0.24
Modularna opeka, malta	0.5-0.6
Gips plošča	0.21
Polna opeka	1-1.3
Suha mivka	0.33
Voda	0.56
Zemlja	0.52
Peščena zemlja	1.07
Vlažna mivka	1.1
Beton	0.8-1.28
Armiran beton	2.1
Steklo	0.8
Kamen	1.7
Ilovnata zemlja	1.28
Led	1.6-2.22
Nerjaveče jeklo	16-24
Jeklo	36-54
Železo	71-80
Aluminij	237
Baker	350-400

Vir: Pasivna hiša, 2014

3.2.2 Pregled predlogov in ukrepov sanacije stavbnega ovoja

Izračunal sem stanje toplotnih prehodnosti pri neizolirani stari stavbi.

3.2.2.1 Zunanja stena ogrevanih prostorov proti terenu

$$\begin{aligned}
 R_{skupna,z.zid} &= \frac{1}{h_n} + \frac{d_{opeke}}{\lambda_{opeke}} + \frac{d_{n.omet}}{\lambda_{n.omet}} + \frac{d_{z.omet}}{\lambda_{z.omet}} + \frac{1}{h_z} \\
 &= \frac{1}{8} + \frac{0,5 \text{ m}}{1,2 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + \frac{0,015 \text{ m}}{0,70 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + \frac{0,02 \text{ m}}{0,87 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + \frac{1}{23} \\
 &= 0,630 \text{ m}^2\text{K/W} \\
 U_{z.zid} &= \frac{1}{R_{skupna}} = 1,588 \text{ W/m}^2\text{K}
 \end{aligned}$$

Obstoječe stanje ne ustreza PURES (0,35 W/m²K), zato so potrebni ukrepi – dodatna izolacija zunanje stene.

3.2.2.2 Tla na terenu

$$\begin{aligned}
 R_{skupna} &= \frac{1}{8} + \frac{0,4}{1,1 \text{ W/mK}} + \frac{0,02 \text{ m}}{0,20 \text{ W/mK}} + \frac{1}{23} = 0,632 \text{ W/m}^2\text{K} \\
 U_{tla} &= \frac{1}{R_{skupna}} = 1,582 \text{ W/m}^2\text{K}
 \end{aligned}$$

Obstoječe stanje ne ustreza PURES (0,35 W/m²K), zato so potrebni ukrepi – dodatna izolacija tal.

3.2.2.3 Ostrešje (neizolirano, prekrito samo z opečnatimi strešniki debeline 5 cm)

$$U_{ostrešje} = \frac{\lambda}{d} = \frac{1,15 \text{ W/mK}}{0,05 \text{ m}} = 23 \text{ W/m}^2$$

Obstoječe stanje ne ustreza PURES (0,35 W/m²K), zato so potrebni ukrepi – dodatna izolacija proti ostrešju.

3.2.2.4 Vrata

Običajna vhodna vrata iz umetne mase:

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

Obstoječe stanje ne ustreza PURES (1,8 W/m²K), zato so potrebni ukrepi – zamenjava vrat s sodobnimi.

»(2) Toplotna prehodnost zunanjih vrat ne sme biti večja od 1,8 W/m²K«. (Uradni list RS, 2008)

3.2.2.5 Okna

Običajna lesena okna, z enojno zasteklitvijo.

$$U_{zasteklitve} = 5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

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

Obstoječe stanje ne ustreza PURES (1,3 – 1,6 W/m²K), zato so potrebni ukrepi – zamenjava oken s sodobnimi in bolj izolativnimi.

»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)

3.2.3 Predlogi ukrepov za sanacijo zunanjih sten

Preverjamo dve različni možnosti izolacije – z EPS ter z mineralno volno.

3.2.3.1 Stanje toplotnih prehodnosti zunanjih sten, izoliranih z stiropornimi EPS-F ploščami pri različnih debelinah

»Fasadsna plošča iz stiropora (EPS-F) je največkrat uporabljena izolacijska plošča v fasadnih sistemih. Plošča je lahka, slabo absorbira vodo in je odporna na plesni in gnitje. Njena toplotna prevodnost $\lambda > 0,040 \text{ W/mK}$. Fasadni stiropor EPS-F je primeren tako za novogradnje kot tudi za toplotne obnove objektov.« (Fasaderstvo Oblak, 2019)

Debelina EPS plošče 5 cm ne ustreza:

$$U_{z.stene} = \frac{1}{R_{zid} + \frac{d_{EPS}}{\lambda_{EPS}}} = \frac{1}{0,630 \text{ m}^2\text{K/W} + \frac{0,05 \text{ m}}{0,040 \text{ W/mK}}} = 0,532 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Debelina EPS plošče 10 cm že **ustreza**:

$$U_{z.stene} = \frac{1}{R_{zid} + \frac{d_{EPS}}{\lambda_{EPS}}} = \frac{1}{0,630 \text{ m}^2\text{K/W} + \frac{0,10 \text{ m}}{0,040 \text{ W/mK}}} = 0,319 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Debelina EPS plošče 12 cm **ustreza**:

$$U_{z.stene} = \frac{1}{R_{zid} + \frac{d_{EPS}}{\lambda_{EPS}}} = \frac{1}{0,630 \text{ m}^2\text{K/W} + \frac{0,12 \text{ m}}{0,040 \text{ W/mK}}} = 0,275 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Debelina EPS plošče 18 cm **ustreza**:

$$U_{z.stene} = \frac{1}{R_{zid} + \frac{d_{EPS}}{\lambda_{EPS}}} = \frac{1}{0,630 \text{ m}^2\text{K/W} + \frac{0,18 \text{ m}}{0,040 \text{ W/mK}}} = 0,195 \text{ W/m}^2\text{K}$$

3.2.3.2 Stanje toplotnih prehodnosti zunanjih sten, izoliranih z mineralno volno pri različnih debelinah

Mineralne volne »/.../ so mineralne sestave, negorljive in se termično ne spreminjajo (raztezajo oz. krčijo). Njihova toplotna prevodnost je 0,036 W/mK, paroprepustnost pa $\mu < 10$. Fasadni sistem iz mineralne volne imajo dobre fizikalne lastnosti ter odlično zvočno karakteristiko«. (Fasaderstvo Oblak, 2019)

Debelina mineralne volne 5 cm ne ustreza:

$$U_{z.stene} = \frac{1}{R_{zid} + \frac{d_{MV}}{\lambda_{MV}}} = \frac{1}{0,630 \text{ m}^2\text{K/W} + \frac{0,05 \text{ m}}{0,036 \text{ W/mK}}} = 0,495 \text{ W/m}^2\text{K}$$

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

$$U_{z.stene} = \frac{1}{R_{zid} + \frac{d_{MV}}{\lambda_{MV}}} = \frac{1}{0,630 \text{ m}^2\text{K/W} + \frac{0,10 \text{ m}}{0,036 \text{ W/mK}}} = 0,293 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Debelina mineralne volne 12 cm **ustreza**:

$$U_{z.stene} = \frac{1}{R_{zid} + \frac{d_{MV}}{\lambda_{MV}}} = \frac{1}{0,630 \text{ m}^2\text{K/W} + \frac{0,12 \text{ m}}{0,036 \text{ W/mK}}} = 0,252 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Debelina mineralne volne 18 cm **ustreza**:

$$U_{z.stene} = \frac{1}{R_{zid} + \frac{d_{MV}}{\lambda_{MV}}} = \frac{1}{0,630 \text{ m}^2\text{K/W} + \frac{0,18 \text{ m}}{0,036 \text{ W/mK}}} = 0,178 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Izračuni so zbrani v tabeli 3, kjer jih primerjamo z maksimalno dopustno vrednostjo iz zakonika.

Tabela 3: Toplotne prehodnosti zunanjih sten zgradbe proti terenu

Debelina izolacijskega materiala [cm]	Neizolirana stavba [W/m ²]	Odstopanje od maksimalne vrednosti [%]	Izolacija z stiropornimi EPS-F ploščami [W/m ² K]	Odstopanje od maksimalne vrednosti [%]	Izolacija z mineralno volno [W/m ² K]	Odstopanje od maksimalne vrednosti [%]
0	1,588	+343	-	-	-	-
5	-	-	0,532	+52	0,495	+41
10	-	-	0,319	-12	0,293	-16
12	-	-	0,275	-21	0,252	-28
18	-	-	0,195	-44	0,178	-49

Vir: Verle, 2019

3.2.4 Predlogi ukrepov za sanacijo tal proti terenu

Ukrep: Izolacija s stiroporom + 2 cm parketa:

Pri debelini stiropora 5 cm **ne ustreza**:

$$\begin{aligned}
 U_{tla} &= \frac{1}{0,125 + R_{plošča} + R_{stiropor} + R_{parket} + 0,043} \\
 &= \frac{1}{0,125 + \frac{0,4 \text{ m}}{1,10 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + \frac{0,05 \text{ m}}{0,040 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + \frac{0,02 \text{ m}}{0,20 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + 0,043} \\
 &= 0,531 \text{ W/m}^2\text{K}
 \end{aligned}$$

Debelina stiropora 10 cm **ustreza**:

$$\begin{aligned}
 U_{tla} &= \frac{1}{0,125 + R_{plošča} + R_{stiropor} + R_{parket} + 0,043} \\
 &= \frac{1}{0,125 + \frac{0,4 \text{ m}}{1,10 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + \frac{0,10 \text{ m}}{0,040 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + \frac{0,02 \text{ m}}{0,20 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + 0,043} \\
 &= 0,319 \text{ W/m}^2\text{K}
 \end{aligned}$$

Pri debelini stiropora 15 cm **ustreza**:

$$\begin{aligned}
 U_{tla} &= \frac{1}{0,125 + R_{plošča} + R_{stiropor} + R_{parket} + 0,043} \\
 &= \frac{1}{0,125 + \frac{0,4 \text{ m}}{1,10 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + \frac{0,15 \text{ m}}{0,040 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + \frac{0,02 \text{ m}}{0,20 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + 0,043} \\
 &= 0,228 \text{ W/m}^2\text{K}
 \end{aligned}$$

Ukrep: Izolacija z mineralno volno + 2 cm parketa:

Pri debelini mineralne volne 5 cm **ne ustreza**:

$$\begin{aligned}
 U_{tla} &= \frac{1}{0,125 + R_{plošča} + R_{MV} + R_{parket} + 0,043} \\
 &= \frac{1}{0,125 + \frac{0,4 \text{ m}}{1,10 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + \frac{0,05 \text{ m}}{0,036 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + \frac{0,02 \text{ m}}{0,20 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + 0,043} \\
 &= 0,495 \text{ W/m}^2\text{K}
 \end{aligned}$$

Pri debelini mineralne volne 10 cm **ustreza**:

$$U_{tla} = \frac{1}{0,125 + R_{plošča} + R_{MV} + R_{parket} + 0,043}$$

$$= \frac{1}{0,125 + \frac{0,4 \text{ m}}{1,10 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + \frac{0,10 \text{ m}}{0,036 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + \frac{0,02 \text{ m}}{0,20 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + 0,043}$$

$$= 0,293 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Pri debelini mineralne volne 15 cm **ustreza**:

$$U_{tla} = \frac{1}{0,125 + R_{plošča} + R_{MV} + R_{parket} + 0,043}$$

$$= \frac{1}{0,125 + \frac{0,4 \text{ m}}{1,10 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + \frac{0,15 \text{ m}}{0,036 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + \frac{0,02 \text{ m}}{0,20 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + 0,043}$$

$$= 0,208 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Sledi tabela 4 s primerjavami obeh predlaganih izolacij glede na maksimalno dopustno vrednost.

Tabela 4: Toplotne prehodnosti tal na terenu

Debelina izolacijskega materiala [cm] Neizolirana stavba	$[W/m^2K]$	Odstopanje od maksimalne vrednosti [%]	Izolacija z stiroporom $[W/m^2K]$	Odstopanje od maksimalne vrednosti [%]	Izolacija z mineralno volno $[W/m^2K]$	Odstopanje od maksimalne vrednosti [%]
0	1,582	+342	-	-	-	-
5	-	-	0,531	+50	0,495	+40
10	-	-	0,319	-8	0,293	-16
15	-	-	0,228	-34	0,208	-39

Vir: Verle, 2019

3.2.5 Predlogi ukrepov za sanacijo ostrešja

Ukrep: Ostrešje z notranjo izolacijo mineralne volne. Ostrešje, prekrito samo z opečnatimi strešniki debeline 5 cm in izolacija na notranji strani z mineralno volno različnih debelin.

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

$$U_{ostrešje} = \frac{1}{R_{strešniki} + R_{MV}} = \frac{1}{\frac{d_s}{\lambda_s} + \frac{d_{MV}}{\lambda_{MV}}} = \frac{1}{\frac{0,05 \text{ m}}{1,15 \text{ W/mK}} + \frac{0,05 \text{ m}}{0,036 \text{ W/mK}}} = 0,69 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Debelina sloja mineralne volne 10 cm. Vrednost je na meji maksimalne:

$$U_{\text{ostrešje}} = \frac{1}{R_{\text{strešniki}} + R_{MV}} = \frac{1}{\frac{d_s}{\lambda_s} + \frac{d_{MV}}{\lambda_{MV}}} = \frac{1}{\frac{0,05 \text{ m}}{1,15 \text{ W/mK}} + \frac{0,10 \text{ m}}{0,036 \text{ W/mK}}} = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Debelina sloja mineralne volne 12 cm **ustreza:**

$$U_{\text{ostrešje}} = \frac{1}{R_{\text{strešniki}} + R_{MV}} = \frac{1}{\frac{d_s}{\lambda_s} + \frac{d_{MV}}{\lambda_{MV}}} = \frac{1}{\frac{0,05 \text{ m}}{1,15 \text{ W/mK}} + \frac{0,12 \text{ m}}{0,036 \text{ W/mK}}} = 0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$$

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

$$U_{\text{ostrešje}} = \frac{1}{R_{\text{strešniki}} + R_{MV}} = \frac{1}{\frac{d_s}{\lambda_s} + \frac{d_{MV}}{\lambda_{MV}}} = \frac{1}{\frac{0,05 \text{ m}}{1,15 \text{ W/mK}} + \frac{0,15 \text{ m}}{0,036 \text{ W/mK}}} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Debelina sloja mineralne volne 20 cm **ustreza:**

$$U_{\text{ostrešje}} = \frac{1}{R_{\text{strešniki}} + R_{MV}} = \frac{1}{\frac{d_s}{\lambda_s} + \frac{d_{MV}}{\lambda_{MV}}} = \frac{1}{\frac{0,05 \text{ m}}{1,15 \text{ W/mK}} + \frac{0,20 \text{ m}}{0,036 \text{ W/mK}}} = 0,179 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Debelina sloja mineralne volne 30 cm **ustreza:**

$$U_{\text{ostrešje}} = \frac{1}{R_{\text{strešniki}} + R_{MV}} = \frac{1}{\frac{d_s}{\lambda_s} + \frac{d_{MV}}{\lambda_{MV}}} = \frac{1}{\frac{0,05 \text{ m}}{1,15 \text{ W/mK}} + \frac{0,30 \text{ m}}{0,036 \text{ W/mK}}} = 0,119 \text{ W/m}^2\text{K}$$

In še tabela 5, v kateri so primerjave toplotnih prehodnosti skozi ostrešje. Maksimalno vrednost za toplotno prehodnost skozi ostrešje lahko obravnavamo kot strop proti terenu in znaša tudi 0,35 W/m²K.

Tabela 5: Toplotne prehodnosti ostrešja

Debelina izolacijskega materiala [cm] Neizolirana stavba	[W/m ² K]	Odstopanje od maksimalne vrednosti [W/m ² K]	Izolacija z mineralno volno [W/m ² K]	Odstopanje od maksimalne vrednosti [%]
0	23	+22,65	-	-
5	-	-	0,690	+97
10	-	-	0,350	0
12	-	-	0,290	-17
15	-	-	0,240	-31
20	-	-	0,179	-48
30	-	-	0,119	-66

Vir: Verle, 2019

3.2.6 Predlog ukrepov zunanjih sten, tal in ostrešja

Iz pridobljenih rezultatov lahko razberemo, da sta stiropor kot tudi mineralna volna zelo dobra izolacijska materiala. Mineralna volna je zaradi manjšega koeficienta toplotne prevodnosti za malenkost boljša v smislu toplotne izolacije. Za učinkovito izolacijo zunanjih sten proti terenu bi bilo dovolj, če bi na zgradbo namestili EPS plošče ali mineralne volne, debeline vsaj 10 cm.

Zaradi poenostavljenega izračuna je vrednost okvirna oz. ima neko napako, zato bi bilo še bolj primerno izbrati debelino 12 cm. Z višanjem debeline izolacije pa ne pridobimo več toliko kot pri prehodu iz neizolirane stavbe do minimalne izolacije, energetska učinkovitost je pa že zagotovljena. Višanje debeline stavbnega ovoja je v nadaljevanju stvar uporabnika, ki bi bil pripravljen vložiti še več finančnih sredstev.

Kljub temu da manjšanje toplotnih izgub ni več tako znatno kot je z začetnimi debelinami ovoja, pa se toplotne izgube kljub temu za neko vrednost zmanjšajo, kar pa se vsekakor odraža v daljšem časovnem obdobju. Zato lahko uporabnik sam presodi, ali se mu izplača povečati začetno investicijo, da bi trajno privarčeval pri nabavi kurjave.

Kar zadeva izolacije tal na terenu, imamo spet možnosti izolacije s stiroporom ali mineralno volno, ki ju namestimo pod parket. Iz pridobljenih rezultatov vidimo, da je za energetska učinkovitost potrebna izolacija debeline 10 cm. Pri ostrejši se prav tako obnese mineralna volna debeline vsaj 12 cm na notranji strani, pod opečnatimi strešniki.

3.2.7 Predlogi ukrepov za sanacijo vhodnih vrat

Če želimo imeti energetska učinkovita vhodna vrata, je potrebno izbrati vrata, ki uporabljajo sodobno tehniko izolacije (npr. širina profila, profil vrat, izdelan iz številnih komor). Na tržišču je veliko ponudnikov, ki zagotavljajo nizko toplotno prehodnost svojih izdelkov. Prav tako pa imajo različna vrata še druge funkcije (npr. odpornost na izkrivljanje, večtočkovno zaklepanje, pragovi..., kot tudi estetika – ornamenta, križi, kljuke). Izolativnost, kvaliteta in ostale funkcije pa vplivajo na ceno vrat, kar pa privede do osebne odločitve uporabnika in njegovih želja. Tako zunanja vrata **ustrezajo** glede na maksimalno dovoljeno, (*Jelovica, 2013*):

$$U_{zunanja\ vrata} \leq 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

3.2.8 Predlogi ukrepov za sanacijo oken

Predlog sanacije oken je zamenjava za sodobnejša okna, ki so izdelana na sodoben način. Pri oknih obravnavamo toplotno prehodnost okvirjev ter zasteklitve. Toplotna prehodnost okvirja je pogojena z materialom profila in načinom izdelave. Pri toplotni prehodnosti zasteklitve pa je pomembno število stekel ter veličina prostora med stekli.

Veliko proizvajalcev na tržišču ponuja okna s toplotno prehodnostjo, ki ustreza zakoniku PURES. Predlog rešitve je zato izbira takšnih oken, za katere proizvajalec jamči, da padajo pod omenjeno maksimalno vrednost toplotne prehodnosti, (*Matjaž, 2019*):

$$U_{oken} \leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$$



Slika 11: Zgradba z novim stavbnim ovojem
Vir: Verle, 2019

3.3 ZASNOVA OSKRBE S TOPLO SANITARNO VODO

3.3.1 Preračun potreb tople sanitarne vode

Potreba tople sanitarne vode je odvisna od različnih lastnosti objekta, za katerega poskušamo določiti dnevno porabo. Ob velikosti in namembnosti objekta je pomemben tudi podatek o številu oseb, njihove potrebe, kot tudi podatek o špici porabe vode, ki se lahko zgodi ob določenem dogodku in zahteva odstopajočo vrednost tople sanitarne vode. Pri objektu, kot je gostilna, pa je značilen naraščaj tudi čez vikend in še bolj med poletno sezono. Preko preračunov želimo ugotoviti, kakšne so potrebe tople vode v litrih na dan, kot tudi moč, ki jo potrebujemo za gretje vode.

Vrednosti o porabi bo mogoče razbrati iz tabel 6 in 7.

Tabela 6: Potreba tople vode za turistične objekte v litrih na dan na osebo

PROSTOR, KJER PORABIIMO ENERGIJO	LITRI NA DAN NA OSEBO [L/DAN/OSEBO]		POTREBE PO TOPLOTNI ENERGIJI [WH/DAN/OSEBO]
	60°C	45°C	
Gostilna	4 do 20	12 do 30	500 do 1200
Hotel			
Soba s kadjo	100 do 150	140 do 220	6000 do 9000
Soba s tušem	50 do 100	70 do 120	3000 do 6000
Soba z umivalnikom	10 do 15	15 do 20	600 do 900
Apartma	25 do 50	35 do 70	1500 do 3000

Vir: Recknagel & Sprenger & Schramek, 2009

Tabela 7: Potrebe tople vode za stanovanjske površine v litrih na dan na osebo

PROSTOR, KJER RABIMO ENERGIJO	ENKRATNA PORABA [L]	TEMPERATURA [°C]	TRAJANJE [MIN]
Izhodni ventili			
DN 10, pol odprt	5	40	1
DN 10, polno odprt	10	40	1
DN 15, pol odprt	10	40	1
DN 15, polno odprt	18	40	1
DN 20, pol odprt	25	40	1
DN 20, polno odprt	45	40	1
Mize z umivalnikom			
Enodelne	30	55	5
Dvodelne	50	55	5
Umivalnik			
Manjši	5	35	1,5
Srednji	10	35	2
Večji	15	40	3
Dvodelni	25	40	3
Kad			
Manjša	100	40	15
Srednja	150	40	15
Velika	250	40	20
Tuš	50	40	6
Bide	25	40	8
POVPREČNA SKUPNA PORABA V LITRIH NA DAN NA OSEBO	30 DO 60		

Vir: Recknagel & Sprenger & Schramek, 2009

Za potrebe pritličja bomo prostore obravnavali kot gostilniške prostore, zato bodo vrednosti odčitane iz tabele 6. Primer: za sobe s kopalnicami, ki jih uporabljamo kot sobe za prenočitev, bo uporabljena vrednost 75 L, ki je povprečna vrednost podatka iz tabele 6, ki znaša od 50 do 100 L na dan na osebo za tuš. Sobi 2 in 3 sta večji in sta mišljeni za dve osebi, zato bo ta vrednost dvakratna. Na porabo bomo gledali tudi iz energijskega vidika, zato nas zanima vrednost porabe v Wh. Vrednost lahko določimo z naslednjo enačbo, ki opisuje, koliko energije je potrebno zagotoviti, da se ogreje določena masa vode iz začetne temperature na željeno končno.

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

m - masa tekočine [kg]

c_p - specifična toplota [J/kgK]

$T_{začetna}$ - začetna temperatura [°C]

$T_{končna}$ - končna temperatura [°C]

Za kuhinjo v gostilni bo privzeto, da preko dneva gostilno obiše 100 ljudi, ki naročajo hrano in pijačo. Za delo v kuhinji za vsakega obiskovalca porabimo nekaj tople vode. Vrednost o porabi tople vode 12 L na osebo je določena po omenjeni enačbi. Za ogrevanje 12 L vode je potrebno 700 Wh.

Tabela 8: Dnevna poraba količine in energije za pripravo sanitarne vode pri segrevanju na 60°C za prenočitvene sobe

IME PROSTORA	ŠTEVILO OSEB	PORABA PO OSEBI NA DAN [L/OSEBA/DAN]	PORABA PO OSEBI NA DAN [WH/OSEBA/DAN]	DNEVNA PORABA VODE [L]	DNEVNA PORABA ENERGIJE [WH]
Soba 1	1	75	4.375	75	4.375
Soba 2	2	75	4.375	150	8.750
Soba 3	2	75	4.375	150	8.750
Soba 4	1	75	4.375	75	4.375
Σ				450	26.250

Vir: Verle, 2019

Tabela 9: Dnevna poraba količine in energije za pripravo sanitarne vode pri segrevanju na 60°C za gostilniški prostor

IME PROSTORA	ŠTEVILO OSEB	PORABA NA OBROK [L/OBROK]	PORABA ENERGIJE PO OBROKU [WH/OBROK]	DNEVNA PORABA VODE [L]	DNEVNA PORABA ENERGIJE [WH]
Gostilna - čas kosila	15	12	700	180	10.500
Gostilna - čas večerje	15	12	700	180	10.500
Gostilna - ostali čas	10	12	700	120	7.000
Σ				480	28.000

Vir: Verle, 2019

V nadstropju stavbe živijo 4 osebe, kjer toplo vodo potrebujejo v kopalnici in kuhinji. Glede na tabelo 7, za eno osebo na dan porabimo 30 – 60 L. Za izračun bomo vzeli povprečno vrednost porabe 45L. Zanima nas, koliko energije bi torej potrebovali za segrevanje 45L vode iz 10°C na 60°C. Zato uporabimo enačbo:

$$Q = m * c_p * (T_{tople} - T_{hladne}) / 3600 \quad [\text{Wh}]$$

$$Q = \frac{45 \text{ kg} * 4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} * (60 - 10) \text{ K}}{3600} = 2625 \text{ Wh}$$

Ker v stanovanju živijo 4 osebe, pomnožimo rezultat s 4 in dobimo rezultat za porabo v stanovanju, ki znaša 10,5 kWh. Skupna energijska poraba z gostilno in prenočitvenimi prostori je torej:

$E = E_{sob} + E_{gostilna} + E_{stanovanje} = 26,25 \text{ kWh} + 28,0 \text{ kWh} + 10,5 \text{ kWh} = 64,75 \text{ kWh}$
ter poraba vode, ogrevane na 60°C v litrih na dan. Pri tem je potrebno omeniti, da je poraba zelo velika v času kosila in večerje, ko se zbere več gostov (do maksimalno 15).

$$\begin{aligned} \text{Skupna dnevna poraba vode} &= \text{poraba sob} + \text{poraba gostilne} + \text{poraba stanovanje} \\ &= 450 \text{ L} + 480 \text{ L} + 4 * 45 \text{ L} = 1110 \text{ L} \end{aligned}$$

Pomemben je podatek o špici v času kosila ali večerje. V takšnem času dneva je potrebna velika količina ogrevane vode. Za dimenzioniranje zalogovnika in ogrevanja bomo predpostavili praktično situacijo.

V času večerje so v stanovanju doma 4 osebe, v gostilni je 15 gostov, v prenočitvenih sobah pa biva 6 oseb. Ker opazujemo stanje v času večerje, bomo dnevno porabo vode za vsakega porabnika prepolovili. Tako lahko predpostavimo:

$$\begin{aligned} \text{poraba prenočitvenih sob} &= \frac{450 \text{ L}}{2} = 225 \text{ L} \\ \text{poraba gostilne} &= 12 \frac{\text{L}}{\text{osebo}} * 15 \text{ oseb} = 180 \text{ L} \\ \text{poraba stanovanja} &= \frac{45 \text{ L}}{2} * 4 = 90 \text{ L} \\ \text{skupna poraba} &= 225 \text{ L} + 180 \text{ L} + 90 \text{ L} = \mathbf{495 \text{ L}} \end{aligned}$$

V takšni situaciji bi bilo torej dovolj, da bi obnovili zaloge tople sanitarne vode v času pred večerjo, npr. 5ur pred začetkom večerje. Za segretje 495 L vode iz 10°C na 60°C lahko izračunamo potrebno energijo po znani enačbi:

$$\begin{aligned} Q &= m * c_p * (T_{\text{tople}} - T_{\text{hladne}}) / 3600 = \frac{495 \text{ kg} * 4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} * (60 - 10) \text{ K}}{3600} = 29,2 \text{ Wh} \\ &\doteq 30 \text{ kWh} \end{aligned}$$

V petih urah bi zato potrebovali dodatno moč ogrevanja sanitarne vode:

$$Q_{sv} = \frac{30 \text{ kWh}}{5 \text{ h}} = 6 \text{ kWh}$$

Sedaj bomo poskušali izračunati stanje ekstremnejše situacije, če bi gostilna lahko gostovala napovedan dogodek zaključene družbe za praznovanje npr. poroke, abrahama, krsta... Predpostavimo obisk 50 gostov, t.j. 35 gostov več. Vsak gost porabi 12 L vode, kar pomeni, da bi potrebovali dodatnih 420 L ogrevane sanitarne vode.

$$Q_{sv} = \frac{420 \text{ kg} * 4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} * (60 - 10) \text{ K}}{3600} = 24,5 \text{ kWh}$$

Pomeni, dodatna poraba 24,5 kWh energije, t.j. skupno 53,7 kWh, oz. 920 L. Da ne bi zaradi takšnih redkejših situacij predimenzionirali volumna zalogovnika, ostane opcija segrevanja sanitarne vode na višjo temperaturo. Na tak način shranimo več toplotne energije.

Glede na to, da bi večjo skupino ljudi pričakovali, bi lahko ob najavi skupine sanitarno vodo predčasno ustrezno segreti. Predpostavimo, da nabavimo zalogovnik vode s prostornino 500 L, ker nam v prej omenjenih pogostih situacijah takšna veličina ustreza. V ekstremnejši situaciji predpostavimo, da 500 L vode segrejemo na 85 °C.

$$Q_{SV} = \frac{500 \text{ kg} * 4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} * (85 - 10) \text{ K}}{3600} = 43,75 \text{ kWh}$$

Če obrnemo enačbo, si lahko izračunamo kolikšni količini vode segrete na 60°C, je ekvivalentna količina vode 500 L, segrete na 85°C.

$$m = \frac{Q_{SV} * 3600}{c_p * (T_{tople} - T_{hladne})} = \frac{43750 \text{ Wh} * 3600}{4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} * (60 - 10) \text{ K}} = 750 \text{ kg oz. L}$$

Glede na to, da je skupna potreba 920 L, še manjka 170 L ogrevane vode. Nekaj tople sanitarne vode pridobimo tudi v času dogodka. Med dogodkom vklopimo dodatno gretje, t.j. 43,75 kWh/5 = 8,75 kWh. Od trenutka, ko bi začeli vodo uporabljati, bi se nam tako vsako uro na 60°C ogrelo še:

$$m = \frac{8750 \text{ Wh} * 3600}{4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} * (60 - 10) \text{ K}} = 150 \text{ kg oz. L}$$

170 L/ 150 L = 1,13, v dobri uri bi tako pokrili primanjkljaj.

V tretji situaciji bo izračunano, koliko tople sanitarne vode lahko največ priskrbimo z omenjenim 500-litrskim zalogovnikom, oz. koliko je maksimalno število gostov, ki jih lahko gostimo. Predpostavimo, da zalogo 500 L vode segrejemo na 90°C (tik pod maksimalnih 100°C).

$$Q_{SV} = \frac{500 \text{ kg} * 4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} * (90 - 10) \text{ K}}{3600} = 46\,666 \text{ Wh}$$

$$m = \frac{46\,666 \text{ Wh} * 3600}{4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} * (60 - 10) \text{ K}} = 800 \text{ kg oz. L}$$

500 L vode, ogrevane na 90°C, je energijsko ekvivalentno 800 L vode, segrete na 60°C. Če bi, enako kot pri prejšnji situaciji, vodo segrevali v 5 urah, bi pomenilo, da na uro porabimo 46,7 kWh/5 = 9,43 kWh, kar pomeni, da se nam na uro ogreje še 161 L. Če dogodek traja 6 ur, imamo skupaj 800 L na začetku, vsako uro pa se ogreje še 161 L, kar skupno zneso 1766 L tople sanitarne vode. Za goste v gostilni ostane na voljo 1450 L, kar je dovolj za 120 gostov.

Glede na rezultate, je razvidno, da je izbira 500-litrskega zalogovnika ustrezna, z obremenitvijo 6 kW na uro, v ekstremnejših situacijah pa tudi do 9,43 kW na uro. Sanitarno vodo bomo ogrevali na 60°C oz. do 90°C, če bo ob povečani obiskanosti ali pa napovedani družbi to potrebno. Glede na izračune, je zato lahko dodan električni grelnik 6 kW oz. upoštevamo večjo porabo pri dimenzioniranju kotla 12 kW dodatne potrebne moči za ogrevanje sanitarne vode.

3.4 ZASNOVA OSKRBE S TOPLOTO

Pri snovanju načrta ogrevanja nas zanima, kako velike so transmisijske izgube. Transmisijske izgube so izgube, ki se zgodijo zaradi prehoda toplote skozi gradnike stavbnega ovoja (notranje in zunanje stene, okna, vrata, tla, strop).

Za določitev transmisijskih izgub potrebujemo podatke o objektu (dimenzije sob, velikosti oken, vrat, material gradnikov, lastnosti zaščitnega ovoja, itd.). Prav tako pa moramo tudi upoštevati geografsko lokacijo stavbe tamkajšnje podnebne razmere, ki bodo določale projektno temperaturo.

3.4.1 Določitev transmisijskih in prezračevalnih izgub

Transmisijske izgube bodo izračunane za prostore pritličja in nadstropja. Vhodni podatki za izračun so naslednji: vetrovne razmere so normalne, projektna temperatura, glede na lokacijo, znaša -13 °C. Dimenzije gradnikov stavbe lahko povzamemo iz poglavja 3.1.:

- Debelina nosilnih sten je enaka 500 mm, debelina ostalih sten znaša 150 mm. Stene so grajene iz polne opeke ($\rho = 1600 \text{ kg/m}^3$, $\lambda = 1,2 \text{ W/mK}$). Na notranji strani so stene ometane z mavčnim ometom debeline 15 mm ($\rho = 1400 \text{ kg/m}^3$, $\lambda = 0,70 \text{ W/mK}$), na zunanji pa z apnenastim ometom debeline 20 mm ($\rho = 1800 \text{ kg/m}^3$, $\lambda = 0,87 \text{ W/mK}$). Celotna stavba pa je zaščitena s stiroporastimi EPS ploščami debeline 10 cm.
- Tla so izolirana z 10 cm mineralne volne ter pokrita s parketom debeline 2 cm ($U = 0,293 \text{ W/m}^2\text{K}$).
- Ostrešje je pod opečnatimi strešniki izolirano z 12 cm mineralne volne ($U = 0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$).
- Višina prostorov je v pritličju 380 cm, v nadstropju pa 250 cm.
- Okna imajo okvir iz umetne mase ($U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$), steklo je toplotno izolirano s 14 mm med šipama. Okna imajo dimenzije 1,3 x 1,1 m v pritličju ter 1,0 x 1,4 v nadstropju.
- Zunanja vrata imajo prag, notranja so brez praga, obojne pa merijo 1,2 x 2,0 m.

UPORABLJENI SIMBOLI V TABELI 14 IN PRILOGAH.

ZS – Zunanja stena,
 NS – Notranja stena,
 S – Strop,
 T – Tla,
 NV – Notranja vrata,
 O – Okno,
 $T_{\dot{z}}$ – Želena temperatura (določena s standardom),
 T_d – Standardna temperatura sosednjega prostora,
 U – Toplotna prehodnost gradnika,
 Q_T – Transmisijske izgube skozi gradnik

Manjkajoči podatki bodo odčitani iz tabel 10 – 13.

Tabela 10: Izsek tabele - Standardne temperature ogrevanih prostorov (po standardu DIN4701-T2)

VRSTA PROSTORA	TEMPARATURA / °C
1. STANOVANJSKI OBJEKTI:	
dnevne sobe, spalnice, kuhinje, stranišča	20
kopalnice	24
hodniki, stranski prostori	15
stopnišča	10

Vir: Verle, 2019

Tabela 11: Korektura zunanje temperature zaradi masivnosti stene

MASIVNOST ELEMENTA OVOJA	ΔU_a
kg/m ²	K
< 600	0
600 ÷ 1.400	2
> 1.400	4

Vir: Verle, 2019

Tabela 12: Računski koeficienti prehoda toplote za zunanja in notranja vrata (DIN 4701 T2)

VRATA	k [W/m ² K]
Zunanja vrata	
Lesena, iz umetnih mas	3,5
Kovinska, toplotno izolirana	4,0
Kovinska, brez toplotne izolacije	5,5
Notranja vrata	2,0

Vir: Verle, 2019

Tabela 13: Računski koeficienti prehoda toplote za zasteklitve k_V , okna in okenska vrata z njihovimi okvirji k_F (DIN 4108 T4)

	opis vrste stekla 1-10: normalna stekla 11: specialna stekla	k_V [W/m^2K] za zasteklitve	k_F [W/m^2K] za okna in okenska vrata po vrstah okvirja**				
			1	2.1	2.2	2.3	3
1	enojna zasteklitvev	5,8	5,2				
2	izolacijsko steklo z 6÷8 mm med šipama	3,4	2,9	3,2	3,3	3,6	4,1
3	izolacijsko steklo z 8+10 mm med šipama	3,2	2,8	3,0	3,2	3,4	4,0
4	izolacijsko steklo z 10+16 mm med šipama	3,0	2,6	2,9	3,1	3,3	3,8
5	izolacijsko steklo z dvakrat 6+8 mm med šipama	2,4	2,2	2,5	2,6	2,9	3,4
6	izolacijsko steklo z dvakrat 8+10 mm med šipama	2,2	2,1	2,3	2,5	2,7	3,3
7	izolacijsko steklo z dvakrat 10+16 mm med šipama	2,1	2,0	2,3	2,4	2,7	3,2
8	dvojna zasteklitvev z 20+100 mm med šipama	2,8	2,5	2,7	2,9	3,2	3,7
9	trojna zasteklitvev iz enojnega stekla in izolacijskega stekla z 10+16 mm med šipama	2,0	1,9	2,2	2,4	2,6	3,1
10	dvojna zasteklitvev iz dveh enot izolacijskega stekla (4kratno steklo) z 10+16 mm med šipama	1,4	1,5	1,8	1,9	2,2	2,7
11	toplotno izlacijsko steklo z 14 mm med šipama	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,7

* delež okvirja v površini <5%
**
skupina okvirjev

1 okna z okvirji iz lesa ali umetnih mas, koef. prehoda toplote okvirja $k_R \leq 2,0 W/m^2K$
2.1 kovinski ali betonski okvirji $k_R = 2,0 + 2,8 W/m^2K$
2.2 kovinski ali betonski okvirji $k_R = 2,8 + 3,5 W/m^2K$
2.3 kovinski ali betonski okvirji $k_R = 3,5 + 4,5 W/m^2K$
3 ostala okna

Vir: TŠC Maribor, 2019

3.4.1.1 Določitev transmisijskih izgub prostorov pritličja

Pritličje vsebuje prostore, ki so označeni na sliki načrta v začetnem poglavju (Soba 1, Kopalnica 1, Soba 2, Kopalnica 2, Soba 3, Kopalnica 3, Soba 4, Kopalnica 4, Večji hodnik, Manjši hodnik, Kurilnica, Gostilna (večji), Gostilna (manjši), Kuhinja, WC prostor (celota).

Tabela 14: Evidenca gradnikov prostora Soba 1

SMER NEBA	VRSTA GRADNIKA	DOLŽINA B [M]	VIŠINA H [M]	POVRŠINA A [M ²]	T_Z [°C]	T_D [°C]	RAZLIKA $T_Z - T_D$	U [W/M ² K]	Q_T [W]
S	ZS	3,0	3,8	11,4	20	-13	31	0,319	112,73
S	O	1,3	1,1	1,4	20	-13	33	1,300	106,26
V	NS	4,0	3,8	15,2	20	15	5	2,392	181,79
V	NV	1,2	2,0	2,4	20	15	5	2,000	24,00
Z	NS	2,5	3,8	9,5	20	20	0	2,392	0
Z	NS	1,5	3,8	5,7	20	24	-4	2,392	-54,54
Z	NV	1,2	2,0	2,4	20	24	-4	2,000	-19,20
J	NS	2,0	3,8	7,6	20	15	5	2,392	90,89
J	NS	1,5	3,8	5,7	20	15	5	2,392	68,17
	T			12,0	20	-13	33	0,293	116,03
	S			12,0	20	20	0	0	0
Σ									626,13

Vir: Verle, 2019

Pri zunanjih stenah je potrebno upoštevati dodatek masivnosti stene. Masivna stena namreč akumulira nekaj toplote, ter tako pripomore k nižjim transmisijskim izgubam prostora. Akumulacijo toplote lahko upoštevamo tako, da prištejemo določeno vrednost k projektni temperaturi.

Tabela 15: Izračun masivnosti zunanje stene

VRSTA GRADNIKA	DEBELINA d [m]	GOSTOTA ρ [kg/m ³]	$d \times \rho$
EPS	0,100	30	21
Zunanji omet	0,015	1.400	3
Polna opeka	0,500	1.600	800
Notranji omet	0,020	1.800	36
Σ			860

Vir: Verle, 2019

V primerjavi s tabelo 10 o korekturi zunanje temperature je razvidno, da gre za srednjo masivnost zunanje stene. To pomeni, da bo razlika temperatur skozi to steno manjša za 2 K.

Toplotne prehodnosti za določene gradnike so izračunane v prejšnjem poglavju pri načrtovanju zaščite stavbnega ovoja. Manjkajoče pa določimo z naslednjimi izračuni:

NOTRANJA STENA:

$$R_{skupna,n.stena} = \frac{1}{h_n} + \frac{d_{opeke}}{\lambda_{opeke}} + 2 \times \frac{d_{n.omet}}{\lambda_{n.omet}} + \frac{1}{h_n} = \frac{1}{8} + \frac{0,15 \text{ m}}{1,2 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + 2 \times \frac{0,015 \text{ m}}{0,70 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + \frac{1}{8}$$

$$= 0,418 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_{notranja \text{ stena}} = \frac{1}{R_{skupna}} = 2,392 \text{ W/m}^2\text{K}$$

NOTRANJA VRATA:

Prebrano iz zgornje tabele za vrata: $U_{notranja \text{ vrata}} = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

OKNA:

Razberemo iz zgornje tabele za okna. Prvi stolpec, četrta vrstica za naše okno, ki pove, da je toplotna prehodnost enaka 2,6 W/m²K. Če upoštevamo še korekturo koeficienta prehoda toplote skozi prosojne elemente zaradi sončnega sevanja, za normalno steklo odštejemo še 0,3 W/m²K

$$U_{okno} = 2,3 \text{ W/m}^2\text{K}$$

STROP:

$$\begin{aligned}
 R_{strop} &= \frac{1}{h_n} + \frac{d_{n.omet}}{\lambda_{n.omet}} + \frac{d_{plošča}}{\lambda_{plošča}} + \frac{d_{MV}}{\lambda_{MV}} + \frac{d_{parket}}{\lambda_{parket}} + \frac{1}{h_n} \\
 &= \frac{1}{8} + \frac{0,015 \text{ m}}{0,70 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} + \frac{0,25 \text{ m}}{1,10 \text{ W/mK}} + \frac{0,10 \text{ m}}{0,036 \text{ W/mK}} + \frac{0,02 \text{ m}}{0,20 \text{ W/mK}} + \frac{1}{8} \\
 &= 3,378 \text{ m}^2\text{K/W} \\
 U_{strop} &= \frac{1}{R_{strop}} = 0,296 \text{ W/m}^2\text{K}
 \end{aligned}$$

IZRAČUN TRANSMISIJSKIH IZGUB RAČUNAMO PO SPLOŠNI ENAČBI:

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

Primer za gradnik 1 – zunanja stena: $Q_T = U * A * (T_z - T_d) = 0,319 * 11,4 * 31 = 112,73$
Vsi rezultati so prikazani v tabelah vsakega prostora.

PREZRAČEVALNE IZGUBE RAČUNAMO PO SPLOŠNI ENAČBI:

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

V – volumen zraka, ki prehaja [m³]

η – urna izmenjava zraka [1/h]

ρ_{zraka} – gostota zraka [kg/m³]

c_p – specifična toplotna kapaciteta zraka [kJ/kgK]

Za gostoto zraka in specifično toplotno kapaciteto zraka lahko privzamemo, da sta konstanti, saj se temperatura zraka preveč ne spreminja. Tako je produkt obeh konstant enak 0,34.

Enačbo poenostavimo v naslednjo obliko, kjer so prezračevalne izgube odvisne od volumna zraka, število zračenja na uro ter razlike med prostoroma zračenja:

$$Q_P = 0,34 * V * \eta * (T_z - T_d)$$

Izračuni transmisijskih izgub za vsaki prostor bodo prikazani v priloženih prilogah. V naslednji tabeli so zbrani končni rezultati izračunov, kjer je prikazana vsota izgub.

Tabela 16: Transmisijske izgube za pritličje

PROSTOR	TRANSMISIJSKE IZGUBE PROSTORA Q_T [W]
Soba 1	626,13
Kopalnica 1	371,67
Soba 2	630,61
Kopalnica 2	467,06
Soba 3	595,58
Kopalnica 3	285,46
Soba 4	452,67
Kopalnica 4	237,06
Večji hodnik	-344,60
Manjši hodnik	-40,12
Kurilnica	371,77
Gostilna (večji)	960,29
Gostilna (manjši)	429,92
Kuhinja	617,70
WC prostor	589,81
Σ	6.250,98

Vir: Verle, 2019

Tabela 17: Prezračevalne izgube za pritličje

PROSTOR	FAKTO R	URNA IZMENJAVA ZRAKA [1/h]	POVRŠINA PROSTORA A [m ²]	VIŠINA PROSTORA h [m]	VOLUMEN PROSTORA V [m ³]	TEMPERA- TURNA RAZLIKA $T_z - T_d$	PREZRAČE- VALNE IZGUBE Q_p [W]
Soba 1	0,34	0,5	12,00	3,8	45,60	33	255,81
Kopalnica 1	0,34	1,5	3,00	3,8	11,40	37	215,11
Soba 2	0,34	0,5	28,00	3,8	106,40	33	596,90
Kopalnica 2	0,34	1,5	6,00	3,8	22,80	37	430,23
Soba 3	0,34	0,5	15,00	3,8	57,00	33	319,77
Kopalnica 3	0,34	1,5	4,00	3,8	15,20	37	286,82
Soba 4	0,34	0,5	9,00	3,8	34,20	33	191,86
Kopalnica 4	0,34	1,5	3,00	3,8	11,40	37	215,11
Večji hodnik	0,34	0,5	20,00	3,8	76,00	33	426,36
Manjši hodnik	0,34	0,5	6,00	3,8	22,80	33	127,91
Kurilnica	0,34	0,5	3,00	3,8	11,40	33	63,95
Gostilna (večji)	0,34	0,5	26,00	3,8	98,80	33	554,26
Gostilna (manjši)	0,34	2,5	15,75	3,8	59,85	33	1.678,79
Kuhinja	0,34	0,5	9,00	3,8	34,20	33	191,86
WC prostor	0,34	1,5	13,00	3,8	49,40	37	932,17
Σ							5.554,74

Vir: Verle, 2019

3.4.1.2 Določitev transmisijskih izgub nadstropja

Nadstropje vsebuje prostore, ki so označene na sliki načrta v začetnem poglavju (Soba 1, Soba 2, Soba 3, Soba 4, Hodnik, Dnevna soba/Kuhinja, Kopalnica). Na podlagi izračunov, ki so priloženi v prilogah, je predstavljena naslednja tabela vsote transmisijskih izgub za nadstropje stavbe.

Tabela 18: Transmisijske izgube za nadstropje

<i>PROSTOR</i>	<i>TRANSMISIJSKE IZGUBE PROSTORA</i> Q_T [W]
Soba 1	1.323,01
Soba 2	447,97
Soba 3	498,89
Soba 4	587,12
Hodnik	416,46
DS/Kuhinja	907,62
Kopalnica	1.204,80
Σ	5.385,90

Vir: Verle, 2019

Tabela 19: Prezračevalne izgube za pritličje

<i>PROSTOR</i>	<i>Faktor zraka</i>	<i>URNA IZMENJAVA ZRAKA</i> [1/h]	<i>POVRŠINA PROSTORA</i> A [m ²]	<i>VIŠINA PROSTORA</i> h [m]	<i>VOLUMEN PROSTORA</i> V [m ³]	<i>TEMPERATURNNA RAZLIKA</i> $T_z - T_d$	<i>PREZRAČEVALNE IZGUBE</i> Q_P [W]
Soba 1	0,34	0,5	55,0	3,8	209,00	33	1.172,49
Soba 2	0,34	0,5	20,0	3,8	76,00	33	426,36
Soba 3	0,34	0,5	15,0	3,8	57,00	33	319,77
Soba 4	0,34	0,5	14,0	3,8	53,20	33	298,45
Hodnik	0,34	0,5	7,5	3,8	28,50	33	159,88
DS/Kuhinja	0,34	0,5	40,0	3,8	152,00	33	852,72
Kopalnica	0,34	1,5	13,6	3,8	51,68	37	975,20
Σ							4.204,88

Vir: Verle, 2019

3.4.2 Potrebna moč peči

Namen ogrevalnega sistema je montaža centralne peči, ki bi ogrevala stavbo v zimskem času ter hkrati tudi skrbela za ogrevanje sanitarne vode. Pri nabavi peči nas zanima potrebna moč peči, ki jo določimo glede na porabnike.

Upoštevamo torej transmisijske in prezračevalne izgube ter izgubljeno moč za ogrevanje sanitarne vode v zalogovniku, ki zagotavlja določeno količino vode za ves dan.

$$Q_{skupne} = Q_{T,p} + Q_{P,p} + Q_{T,n} + Q_{P,n} + Q_{SV}$$

$Q_{T,p}$ –transmisijske izgube pritličja

$Q_{P,p}$ –prezračevalnih izgube pritličja

$Q_{T,n}$ – transmisijske izgube pritličja nadstropja

$Q_{P,n}$ – prezračevalnih izgube pritličja nadstropja

Q_{SV} – potrebna moč zaradi ogrevanja sanitarne vode

$$Q_{skupne} = 6250,98 W + 5554,74 W + 5385,90 W + 12\,000 W$$

$$Q_{skupne} = 29\,191,6 W \doteq 30 kW$$

Glede na izračun skupne porabe energije ter skupne potrebne moči, ugotovimo, da je potrebna centralna peč s potrebno močjo 30 kW.

3.5 OCENA EKONOMSKE UPRAVIČENOSTI ENERGETSKE SANACIJE OBJEKTA

Kot smo že omenili, stroški ogrevanja predstavljajo 66 % vseh stroškov, ki nastanejo zaradi rabe energij. Glede na ugotovitve, vidimo, da se že minimalna zaščita stavbnega ovoja vsekakor izplača. Nastali stroški pa se v nekaj letih tudi povrnejo. (*Energetska izkaznica, 2019*)

Pri energetski prenovi stavbe nastane veliko različnih stroškov, ki se pojavijo zaradi nabave potrebnega materiala, nakupa novih naprav, plačila delavcem, logistični stroški, itd. Za energetsko sanacije stavbe je bilo potrebno na novo urediti stavbni ovoj, zamenjati peč ter poskrbeti za ogrevano sanitarno vodo.

Stroški so nastali pri nakupu nove peči in hranilnika sanitarne vode ter plačila podjetju, ki je izvedlo vsa potrebna dela sanacije, montaže in prenove stavbnega ovoja. Vsi nastali stroški so zapisani v tabeli 20.

Tabela 20: Investicijski stroški

FAZE DELA	STROŠEK [€]
Zunanja dela	
Novi dimnik	2000
Stavbni ovoj - komplet	15.000 – 20 % ekosklad
Okna x16	6.750 – 20 % ekosklad
Sistem centralnega ogrevanja	
Kotel na palete Gorenje Ecologic 8,6-30,8 kW	3.280 - 20 % ekosklad
Kotlovski razdelilec HV60/125	135
Črpalka grundfus UPM3K 125-70 180 ZZZ 2x	216
Raztezna posoda	45
Varnostni ventili x6	72
Mešalni ventil za ogrevalno vejo	58
Proti povratni ventil, kroglični 4x	28
Regulator ogrevanja(WDC)	185
Regulator – diferenčni termostat	85
Sistem ogrevanja sanitarne vode	
Varnostni ventil x6	86
Raztezna posoda	50
Austria Email, 500 L - zalogovnik ogrevane vode	620
Cevi	742
Ostali material – vijaki, podloške, tesnila, spojke, reducirji, paste, itd.	1.765
Plačilo dela	
Namestitev nove instalacije	250
Namestitev omare za talno gretje	250
Namestitev cevi za talno gretje	250
Namestitev peči – odstranjevanje starega sistema, dimnika, hidravlične povezave	500
Namestitev boilerja in vezava na peč	140
Namestitev ventilov za zgornjo etažo	120
Σ	32.927 oz. 28.577

Vir: Verle, 2018 & eMundia, 2020

Pri izbiranju kurilne peči lahko izberemo med različnimi modeli, glede na energent, ki bi ga želeli uporabljati. Pri izbiri energenta je poleg cene pomembna kurilna vrednost energenta. Če bi upoštevali razmerje med kalorično vrednostjo in ceno, bi lahko ocenili, kateri energent je najugodnejši.

Res pa je, da tudi pri kupovanju energentov nastanejo dodatni stroški, kot npr. plačilo dobavitelju kurilnega olja za dostavo na dom ali pa dodatno delo s skladiščenjem energentov, npr. drv, peletov, itd.

Zato se nekateri raje odločijo za nakup kurilnega olja, saj so pripravljene plačati dodatno ceno v izogib skladiščenju. Za uspešno sanacijo je vsekakor zanimivo izdelati ekonomsko primerjavo med energenti ter posledično različnimi pečmi.

3.5.1 Energenti

3.5.1.1 Peleti

Peleti imajo gostoto od 600 – 650 kg/m³, odvisno od vrste lesa, iz katerih so izdelani. Njihova kurilna vrednost se giblje okoli 19 MJ/kg. Pri različnih ponudnikih se cene razlikujejo od 240 - 320 € za tono. Za primerjavo se bomo osredotočili na izdelek, ki ima trenutno dobro ceno in kakovost. Tona izdelka stane 241,33 € in ima energetska vrednost 19,89 MJ/kg. Zanima nas toplotna energija, ki jo dobimo iz določene količine energenta. Uporabimo pretvorbo MJ v kWh. 1 kWh je enak 3,6 MJ. Če tako zapišem toplotno energijo, ki jo da kilogram izbranih peletov, dobimo kurilno vrednost peletov 5,525 kWh/kg. *(Peleti ceneje, 2020 & ZGS, 2020 & Moj mojster, 2019b)*

3.5.1.2 Drva

Drva prodajajo po različnih cenah in v različnih oblikah. Lahko kupimo hlodovino, metrska drva ali pa že nasekana drva. Prav tako ima kupec na izbiro sveža, polsuha ali suha drva. Pri tem pa je pomembno tudi, iz kakšne vrste lesa so. Različne vrste lesa imajo različno kalorično vrednost. Vsak od naštetih dejavnikov vpliva na ceno. Za primerjavo bomo vzeli suha nasekana drva iz bukovega lesa, ki so že pripravljena za takojšnjo uporabo.

Tudi ko imamo izbrana drva, se cena med različnimi dobavitelji razlikuje od 60 € na 1 m³ pri manjših kmečkih prodajalcih in do 100 € pri večjih prodajalcih. Bukova drva imajo kurilno vrednost 14,84 MJ/kg. Za primerjavo bomo vzeli najnižjo ceno pri domačem kmečkem prodajalcu. Če pretvorimo vrednost, dobimo kurilno vrednost za drva, ki znaša 4,122 kWh/kg. *(Trajnostna Energija, 2020, & ZGS, 2020 & Moj mojster, 2019b)*

3.5.1.3 Kurilno olje

Kurilno olje lahko naročimo pri različnih ponudnikih. Za primerjavo bomo vzeli kurilno olje iz bencinske črpalke Petrol, ki trenutno ponuja kurilno olje po povprečni ceni 0,920 € za liter. Kurilno olje ima kurilno vrednost 9,7 kWh/L. Njeno dejansko vrednost na kg je težko oceniti, ker se razlikuje glede na različna kurilna olja z različnimi gostotami in viskoznostjo.

Da bi lahko izvedli primerjavo med energenti, moramo najprej določiti energijsko potrebo za gretje stavbe čez zimo. Ljudje, ki so nekoč živeli v stavbi, so stavbo ogrevali z bukovimi drvi, tudi v hujših zimah, brez prave izolacije. Čez zimo so skurili okoli 25 kubičnih metrov bukovih drv. Glede na prenovljeno stavbo z novo izolacijo, bomo zavoljo izračuna predpostavili, da bi potrebovali 20 kubičnih metrov bukovih drv. *(Petrol, 2020, & ZGS, 2020 & Moj mojster, 2019b)*

Glede na to, da ima kubični meter zloženih drv 25 % zraka, je lesa dejansko samo 15 kubičnih metrov. Gostota bukovine je okoli 700 kg/m^3 , zato lahko izračunamo, da bi potrebovali 10,5 tone bukovih drv. Z upoštevanjem kurilne vrednosti za bukova drva bi tako iz te količine lahko pridobili 43281 kWh energije. Za nakup 15 kubičnih metrov suhih bukovih drv pa bi zapravili 900 €.

Če bi želeli zagotoviti enako količino energije s peleti, bi morali glede na njegovo kurilno vrednost skuriti 7833 kg peletov. Za nakup 8 ton peletov bi porabili 1.930 €.

Če bi želeli uporabiti kurilno olje, bi morali nabaviti 4.462 L. Zaradi velike količine bi dobili liter kurilnega olja po ceni 0,918 €, skupni strošek bi torej znašal 4.096 €.

Očitno je, da so drva najugodnejša varianta, vendar je pri tem neugodno skladiščenje. Glede na vrto glave cene kurilnega olja v zadnjih obdobjih, je gretje s kurilnim oljem zelo draga varianta. Glede na energent, ki ga želimo uporabljati, moramo izbrati pravo peč. Peči za pelete stanejo od 2000 € naprej. Kurilne peči z dvojnimi kuriščem, ki so primerne za polena in pelete, pa so dražje in stanejo okoli 7.000 €. Za ogrevanje s kurilnim oljem potrebujem peč s kurilnim kotlom, ki stanejo od 2.500 € naprej.

3.5.2 Ekonomska upravičenost

Po opravljeni sanaciji se postavi vprašanje ekonomske upravičenosti prenavljanja objekta. Potrebno je primerjati stroške prenove s prihajajočimi stroški, ki bodo zaradi prenove manjši. Prav tako pa oceniti, koliko bodo pripomogli prilivi iz obujene gostilniške dejavnosti.

Gostilna na dan postreže do 40 ljudi z obrokom hrane in okoli 20 ljudi samo s pijačo. Če se ozremo na statistiko obratovanja gostilne, ki upošteva tudi stroške nabave hrane, plačila kuharjem, natakarjem in obratovalnih stroškov, lahko ocenimo povprečni profit gostilne. V povprečju en obrok hrane priskrbi 1€ ter pijača 0,4 € profita na enoto. V najslabšem dnevu gostilna postreže vsaj z 20 obroki čez dan ter 10 pijačami. Če letni profit izračunamo, glede na najslabši in najboljši scenarij, dobimo naslednje podatke:

$$\text{Letni profit, najslabši scenarij} = 356 * (20 * 1€ + 10 * 0,4€) = 8\,760 \text{ €}$$

$$\text{Letni profit, najboljši scenarij} = 356 * (40 * 1€ + 20 * 0,4€) = 17\,520 \text{ €}$$

$$\text{Povprečna vrednost} = \frac{8\,760 \text{ €} + 17\,520 \text{ €}}{2} = 13\,140 \text{ €}$$

Stroške, ki nastanejo pri investiranju v prenovo izolacije stavbe, ogrevalnega sistema in sanacijo ogrevalnega sistema za sanitarno vodo, se da zmanjšati s finančno spodbudo iz eko sklada. Eko sklad Republike Slovenije omogoča pridobitev nepovratnih finančnih sredstev, glede na priznane stroške naložbe. Za pridobitev pravice iz eko sklada je potrebno zagotoviti pogoje za pridobitev.

Eko sklad zajema veliko različnih gradnikov stavbe, ki pridajajo energetski učinkovitosti stavbe. Naša stavba bi lahko izkoriščala finančno spodbudo za izolacijo zunanjih sten, ostrešja, tal in zamenjavo oken. (Eko sklad, 2020a)

3.5.2.1 Izolacija ostrešja

Za izolacijo ostrešja je zahtevan pogoj, da mora razmerje med toplotno prevodnostjo in debelino mineralne volne znašati manj kot $0,140 \text{ W/m}^2\text{K}$, t.j. brez ostalih predhodnih izolacij oz. stene, ometov... Predpostavimo, da vzamemo mineralno volno proizvajalca Knauf insulation s toplotno prevodnostjo $0,037$.

$$d \geq \frac{0,037 \frac{W}{mK}}{0,14 \frac{W}{m^2K}} = 0,264 \text{ m} \doteq 26,5 \text{ cm}$$

Pomeni, za zadostitev pogoja je potrebna debelina vsaj $26,5 \text{ cm}$. Tako lahko iz eko sklada priskrbimo 20% subvencije za nakup mineralne volne. (Eko sklad, 2020a & Knauf Insulation, 2020a)

3.5.2.2 Izolacija zunanjih sten

Za izolacijo zunanjih sten je zahtevan pogoj, da mora biti razmerje med toplotno prevodnostjo in debelino stiropornih plošč manjše kot $0,230 \text{ W/m}^2\text{K}$, t.j. brez ostalih predhodnih izolacij oz. sten, ometov... Zunanje stene želimo izolirati s stiropornimi ploščami proizvajalca Fragmat, s toplotno prevodnostjo $0,036$.

$$d \geq \frac{0,036 \frac{W}{mK}}{0,230 \frac{W}{m^2K}} = 0,156 \text{ m} \doteq 16 \text{ cm}$$

Pomeni, za zadostitev pogoja je potrebna debelina vsaj 16 cm . Tako lahko iz eko sklada priskrbimo 20% subvencije. (Eko sklad, 2020b & Fragmat, 2020)

3.5.2.3 Izolacija tal

Za izolacijo tal je zahtevan pogoj, da mora biti razmerje med toplotno prevodnostjo in debelino talnih plošč iz mineralne volne manj kot $0,280 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tla želimo izolirati s kameno mineralno volno proizvajalca Knauf Insulation. Plošče imajo toplotno prevodnost $0,037$.

$$d \geq \frac{0,037 \frac{W}{mK}}{0,280 \frac{W}{m^2K}} = 0,132 \text{ m} \doteq 13 \text{ cm}$$

Za zadostitev pogoja je potrebna debelina vsaj 13 cm . Tako lahko iz eko sklada priskrbimo 20% subvencije. (Eko sklad, 2020c & Knauf Insulation, 2020b)

3.5.2.4 Zamenjava oken

Za pridobitev te subvencije bi morali izbrati lesena okna s toplotno prehodnostjo $U \leq 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Okna morajo biti lesena, imeti morajo trojno zasteklitev in energijsko učinkovit distančnik. Za pridobitev subvencije bi lahko zato izbrali okna pri ponudniku Okna KLI Logatec. Okna KLI Lignum 78 so lesena okna s trojno zasteklitvijo in izpolnjujejo pogoj toplotne prehodnosti celotnega stekla z okvirjem, ki znaša $U_w = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$. Prav tako imajo vgrajen toplotni rob, ki služi kot toplotni distančnik.

Pri nabavi takšnih oken lahko iz eko sklada pridobimo finančno spodbudo za 20 % priznanih stroškov naložbe oz. največ 150 € na m^2 zamenjanih oken. (*Eko sklad, 2020d & Okna KLI, 2020*)

3.5.2.5 Kurilna naprava

Za pridobitev te subvencije je zahtevano, da izberemo kurilno napravo, ki zagotavlja toploto centralnemu sistemu ogrevanja stavbe. Kot takšna kurilna naprava šteje tudi peletna peč z vodnim toplotnim prenosnikom, ki bo priklopljen na centralno ogrevanje.

Zahtevani so še naslednji pogoji: izkoristek peči pri nazivni toplotni moči, ki mora biti vsaj 91,0 %, vrednosti emisij celotnega prahu morajo biti manjše od $18,0 \text{ mg/m}^3$, vrednosti emisij ogljikovega monoksida pa manjše od $250,0 \text{ mg/m}^3$.

Ustreznost kotla na leseno biomaso je preverjen tako, da se doda podatkovna dokumentacija. Glede na dokumentacijo in tehnične specifikacije o izbranem kotlu na pelete, lahko dokazujemo, da naš kotel izpolnjuje pogoje za pridobitev subvencije iz eko sklada. Višina spodbude, ki bi jo prejeli znaša 20 % priznanih stroškov naložbe. (*Eko sklad, 2020e*)

GORENJE ECOLOGIC kotel na pelete

Kotel na pelete Ecologic 30 (8,6 -30,8 kW z gorilnikom, zalogovnik 180 kg)

92% Izkoristek

- Proizvedeno v EU
- 5 letna garancija kotlovski blok
- Razred 5 po standardu EN 303-5: 2012

cena brez ddv	cena z ddv
2.690,00 €	3.281,80 €







Legenda:

- 1 Agregat toplotne črpalke
- 2 Upravljalna enota toplotne črpalke
- 3 Hranilnik sanitarne vode
- 4 Tripotni preklopni ventil
- 5 Peletni kotel Ecologic 30
- 6 Obtočna črpalka za sanitarno vodo
- 7 Obtočna črpalka za ogrevalno vodo
- 8 Hidravlična kretnica
- 9 Ekspanzijska posoda
- 10 Varnostni ventil
- 11 Plinska povezava
- 12 Ogrevalni sistem - radiatorji (talno ogrevanje, konvektorji)



↑↑↑
COP
= 75%
POVEČANJE



50-90 °C
VISOKO
TEMPERATURNO
RANGIRANJE



UPORABNIŠKI
PRIROČNIK
VSEKOPRISILNO



EU
KAKOVOST



↑↑↑
90 %
VISOKO
UČINKOVIT
SISTEM



ECO
SMART
LOGICA



Subvencija
EKO sklada

Tehnične specifikacije

Ogrevalna površina m² 80 - 450

Termična moč kW 30,8 (8,6 - 30,8)

Izkoristek % nad 92%

Odvod dimnih plinov Ø 80

Vsebnost vode l 74

Električno napajanje V/Hz 230/50

Zalogovnik pelet kg 180

Poraba pelet na uro kg/h min: 1,9 kg/h, max: 6,8 kg/h

Dimenzije V x Š x G mm 1400 x 910 x 660

Teža kg 240 kg



Slika 12: Tehnične specifikacije kotla na pelete
Vir: Verle, 2019

4 ZAKLJUČEK

Zastavljeni cilj energetske obnove se na zunaj in na hitro zdi postopno rešljiv z zaporednim sledenjem določenim postopkom. Izkaže pa se, da je za zagotovitev energetske učinkovitosti vseh gradnikov pomembno veliko razmišljanja in natančnih preračunov. Če želimo izdelati natančen načrt, se je potrebno spustiti v globino in ustrezno preveriti različne možnosti, ki se ponujajo pri različnih aktualnih proizvajalcih.

Prav tako je vsaki objekt drugačen, zato je potrebno preveriti in analizirati veliko dejavnikov - dimenzije, različne prednosti, slabosti gradnikov, možnost za vgradnjo, ustreznost glede na podnebje, aktualne cene, energetska učinkovitost, na koncu pa tudi primerjava stroškov dela, različnih materialov, cen energentov in estetiko. Za uspešno izvedbo pa je potrebno vse načrtovanje tudi uspešno združiti in povezati, da funkcionira kot celota.

Pri računanju transmisijskih in prezračevalnih izgub smo prišli do rezultatov, izračunanih glede na gradnike, ki s svojimi lastnostmi in toplotnimi prehodnostmi zadoščajo zakonu o energetske učinkovitosti stavbe. Natančna analiza po prostorih pokaže skupne toplotne izgube, ki nastanejo pri ogrevanju objekta.

K rezultatu je prišteta tudi toplotna moč, ki jo potrebujemo za ogrevanje tople sanitarne vode. Rezultati iz analize, ki znašajo zaokroženih 30 kW, ustrezajo glede na dano realno situacijo. Na podlagi rezultata je dimenzionirana 30 kW centralna peč na pelete.

Toplotne izgube so povezane s toplotno zaščito stavbnega ovoja. Pri računanju transmisijskih in prezračevalnih izgub smo privzeli manjše debeline izolacijskih materialov, saj nam nekaj izolacije priskrbijo tudi ometi, stene, opečnati strešniki, itd. Pomembno je, da smo izpolnili zakon o energetske učinkovitosti stavbe.

Za izolacijo zunanjih sten so bile načrtovane stiroporne plošče, debeline 10 cm, izolacija tal s kameno mineralno volno, debeline 10 cm, ter ostrežje z mineralno volno, debeline 12 cm. Po izračunih v poglavju o ekonomski upravičenosti, ugotovimo, da lahko debelino izolacijskih materialov kot tudi energetske kvalitete oken povečamo kljub višji ceni. Z določenimi izbirami gradnikov lahko namreč zagotovimo pogoj za pridobitev nepovratnih finančnih sredstev iz eko sklada.

Pri nabavi celotne izolacije EPS plošč oz. mineralne volne kot tudi nabavi oken nam krije 20 % nabavnih stroškov. To pomeni, da se nam stroški prenove stavbnega ovoja zmanjšajo za približno 3.000 €, saj bomo zaradi nakupa debelejšje izolaciji morali odšteti več denarja.

Za ogrevanje sanitarne vode je izračun o izbiri zalogovnika preračunan glede na porabe stanovanja, prenočitvenih sob ter gostilne. Z upoštevanjem predvidenih situacij obiskčnosti turističnih prostorov smo ugotovili, da je ustrezna izbira 500 litrskega zalogovnika sanitarne vode, ki ga bomo ogrevali s centralno pečjo na pelete.

Glede na ekonomsko upravičenost smo ugotovili, da se zaradi obujene gostilniške dejavnosti ob splošni obiskanosti letno povrne okoli 13.000 €. Dodatna praznovanja, prenočitve in zabavni dogodki bodo prinesli še nekaj pozitivnih denarnih sredstev, medtem ko bo pozitiven poslovni izid uporabljen tudi za plače zaposlenim.

Natančen profit je zato težko oceniti in bo ta podatek najbolje empirično analizirati, ko bo gostilna nekaj mesecev v teku. Kljub vsemu bi celotna obnova, ki vključuje stavbni ovoj, centralno peč, sistem ogrevanja sanitarne vode, plačilo dela za prenovo, znašala skupno okoli 25.000 € do maksimalnih 30.000 €.

5 VIRI

CLEAR. 2019. Transmittance or U-Value. *www.new-learn.info*. [Elektronski] Low Energy Architecture Research Unit, LEARN, London, Velika Britanija, 2019. [Navedeno: 5. 4 2019.] http://www.new-learn.info/packages/clear/thermal/buildings/building_fabric/properties/transmittance.html.

Eko sklad. 2020b. Izolacija fasade: Subvencija. *www.ekosklad.si*. [Elektronski] Eko sklad, Slovenski okoljski javni sklad, Ljubljana, Slovenija, 2020b. [Navedeno: 15. 5 2020.] <https://www.ekosklad.si/prebivalstvo/pridobite-spodbudo/seznam-spodbud/izolacija-fasade/izolacija-fasade-subvencija>.

— **2020c.** Izolacija kleti in tal. *www.ekosklad.si*. [Elektronski] Eko sklad, Slovenski okoljski javni sklad, Ljubljana, Slovenija, 2020c. [Navedeno: 15. 5 2020.] <https://www.ekosklad.si/prebivalstvo/pridobite-spodbudo/seznam-spodbud/izolacija-kleti-in-tal>.

— **2020a.** Izolacija strehe ali stropa proti neogrevanemu prostoru. *www.ekosklad.si*. [Elektronski] Eko sklad, Slovenski okoljski javni sklad, Ljubljana, Slovenija, 2020a. [Navedeno: 20. 5 2020.] <https://www.ekosklad.si/prebivalstvo/pridobite-spodbudo/seznam-spodbud/izolacija-strehe-ali-stropa-proti-neogrevanemu-prostoru>.

— **2020e.** Kurilne naprave na lesno biomaso: Subvencija. <https://ekosklad.si>. [Elektronski] Eko sklad, Slovenski okoljski javni sklad, Ljubljana, Slovenija, 2020e. [Navedeno: 15. 5 2020.] <https://ekosklad.si/prebivalstvo/pridobite-spodbudo/seznam-spodbud/kurilne-naprave-na-lesno-biomaso/kurilne-naprave-na-lesno-biomaso-subvencija>.

— **2020d.** Zunanje stavbno pohištvo: Subvencija. *www.ekosklad.si*. [Elektronski] Eko sklad, Slovenski okoljski javni sklad, Ljubljana, Slovenija, 2020d. [Navedeno: 20. 5 2020.] <https://www.ekosklad.si/prebivalstvo/pridobite-spodbudo/seznam-spodbud/zunanje-stavbno-pohistvo/zunanje-stavbno-pohistvo-subvencija>.

eMundia. 2020. AUSTRIA EMAIL HRANILNIK TOPLOTE PSR 500 (A34148). *www.emundia.si*. [Elektronski] EMUNDIA d. o. o., Ajdovščina, Slovenija, 2020. [Navedeno: 27. 4 2020.] <https://www.emundia.si/hranilnik-toplote-psr-500>.

Energetska izkaznica. 2019. Stavbni ovoj. *www.energetska-izkaznica.si*. [Elektronski] Legada d. o. o., Energetska izkaznica, Koper, Slovenija, 2019. [Navedeno: 26. 3 2019.] <http://www.energetska-izkaznica.si/energetska-ucinkovitost/stavbni-ovoj>.

Fasaderstvo Oblak. 2019. IZDELAVA FASADE POGOSTA VPRAŠANJA. *www.fasaderstvo-oblak.si*. [Elektronski] Gradnje Oblak d. o. o., Dobrova, Slovenija, 2019. [Navedeno: 10. 4 2019.] <http://www.fasaderstvo-oblak.si/fasade/pogosta-vprasanja>.

Fragmat. 2020. Gradbene EPS plošče. FRAGMAT EPS 120. *www.fragmat.si*. [Elektronski] FRAGMAT TIM d. o. o., Laško, Spodnja Rečica 77, Slovenija, 2020. [Navedeno: 5. 20 2020.] <http://www.fragmat.si/si/gradbeni-program/izdelki/termoizolacije-eps/gradbene-eps-plosce/649-fragmat-eps-120>.

Jelovica. 2013. Energetska varčnost oken . *www.jelovica-okna.si*. [Elektronski] Jelovica, Škofja Loka, Slovenija, 15. 2 2013. [Navedeno: 4. 8 2019.] <http://www.jelovica-okna.si/energetska-varcnost-oken-15-02-2013.html>.

- Klima tehnik. 2019.** TOPLOTNE ČRPALKE. <https://klimatehnik.si>. [Elektronski] KLIMATEHNIK d. o. o., Ljubljana-Črnuče, Slovenija, 2019. [Navedeno: 11. 4 2019.] <https://klimatehnik.si/toplotne-crpalke.html>.
- Knauf Insulation. 2020b.** Proizvodi. Pohodna talna plošča DF. www.knaufinsulation.si. [Elektronski] Knauf Insulation, d. o. o., Škofja Loka, Slovenija, 2020b. [Navedeno: 20. 5 2020.] <https://www.knaufinsulation.si/proizvodi/pohodna-talna-plosca-df>.
- . **2020a.** Proizvodi. Unifit 037. Specifikacije izolacijskega materiala. www.knaufinsulation.si. [Elektronski] Knauf Insulation, d. o. o., Skofja Loka, Slovenija, 2020a. [Navedeno: 20. 5 2020.] <https://www.knaufinsulation.si/proizvodi/unifit-037>.
- Knibbe, Remco. 2009.** Lončene peči in kamini: kot ogrevanje sonca. www.dnevnik.si. [Elektronski] Dnevnik, družba medijskih vsebin, d. d., Ljubljana, Slovenija, 30. 9 2009. [Navedeno: 10. 4 2019.] <https://www.dnevnik.si/1042640864>.
- Kraut, Bojan. 2011.** *Krautov strojniški priročnik*. Ljubljana : Littera picta, 2011. COBISS.SI ID 255856640.
- Lavrič, Andrej. 2012.** Varčno ogrevanje 2. in 3. del. . <https://xn--intrukcije-19b.net>. [Elektronski] Satcitananda, d.o.o., Instrukcije Riki, Podjetje za instrukcije, izobraževanje in svetovanje, Ljubljana, Slovenija, 4 2012. [Navedeno: 29. 3 2019.] <https://xn--intrukcije-19b.net/2012/04/varcno-ogrevanje-2-del/#.XJ4mjJhKiUl>.
- Matjaž. 2019.** Odlična toplotna izolacija vhodnih vrat. <https://matjaz.si>. [Elektronski] Matjaž d. o. o., Petrovče, Slovenija, 2019. [Navedeno: 4. 8 2019.] <https://matjaz.si/prednosti-vhodnih-vrat-hormann/odlicna-toplotna-izolacija.aspx>.
- Moj mojster. 2019b.** Cene energentov. www.mojmojster.net. [Elektronski] Spletna revija mojmojster.net, Maribor, Slovenija, 2019b. [Navedeno: 12. 11 2019.] https://www.mojmojster.net/clanek/725/Cene_energentov.
- . **2019a.** Lončena peč, cenik lončene peči. www.mojmojster.net. [Elektronski] Spletna revija mojmojster.net, Maribor, Slovenija, 2019a. [Navedeno: 10. 4 2019.] https://www.mojmojster.net/clanek/344/Loncena_pec.
- Okna KLI. 2020.** KLI Lignum 78. LESENA OKNA. www.oknakli.si. [Elektronski] OKNA KLI Logatec, Logatec, Slovenija, 2020. [Navedeno: 15. 5 2020.] <https://www.oknakli.si/ponudba/lesena-okna/kli-lignum-78>.
- Pasivna hiša. 2014.** Izračun skupne toplotne prehodnosti stene - U. www.ugodnagrada.com. [Elektronski] Spletna stran ugodnagrada.com, 28. 8 2014. [Navedeno: 29. 3 2019.] <http://www.ugodnagrada.com/index.php/izracuni/gradnja/izolativnost-stene>.
- Peleti ceneje. 2020.** Peleti ceneje - Cenik vseh dobaviteljev. www.peleti-ceneje.si. [Elektronski] Finančni center d. o. o., Maribor, Slovenija, 2020. [Navedeno: 4. 2 2020.] <https://www.peleti-ceneje.si/>.
- Petrol. 2020.** <https://www.petrol.si/za-dom/energenti/kurilno-olje>. www.petrol.si. [Elektronski] Petrol d. d., Ljubljana, Slovenija, 2020. [Navedeno: 4. 2 2020.] <https://www.petrol.si/za-dom/energenti/kurilno-olje>.

Recknagel, Hermann; Sprenger, Eberhard; Schramek, Ernst-Rudolf. 2009. *Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik : einschließlich Warmwasser- und Kältetechnik : mit über 2100 Abbildungen und über 350 Tafeln sowie 4 Einschlagtafeln / [Recknagel, Sprenger, Schramek] ; herausgegeben von Ernst-Rudolf Schramek.* München : Oldenbourg Industrieverlag, 2009. COBISS.SI ID 173499.

Trajnostna energija. 2019. Kako privarčevati. Priprava tople vode. *www.trajnostnaenergija.si.* [Elektronski] Portal trajnostnaenergija.si, 2019. [Navedeno: 10. 4 2019.] <http://www.trajnostnaenergija.si/Trajnostna-energija/Var%C4%8Dujte/Kako-privar%C4%8Devati/ArtMID/554/ArticleID/4/Priprava-tople-vode>.

Trajnostna Energija. 2020. Kurilna vrednost lesa. *www.trajnostnaenergija.si.* [Elektronski] Borzen d. o. o., Ljubljana, Slovenija, 2020. [Navedeno: 4. 2 2020.] <http://www.trajnostnaenergija.si/Trajnostna-energija/Ohranite-okolje-%C4%8Disto/Lesna-biomasa/Kurilna-vrednost-lesa>.

TŠC Maribor. 2019. Tabela: Računski koeficienti prehoda toplote za zasteklitve kV, okna in okenska vrata z njihovimi okvirji kF (DIN 4108 T4). Maribor : Tehniški šolski center Maribor, Višja strokovna šola, Maribor, Slovenija, 2019. Izv. Interno gradivo predavanj mag. Bena Arbitra pri predmetu energetika, Tabela je vključena v DD z dovoljenjem mentorja.

Uradni list RS. 2008. Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah, stran 12698. *www.uradni-list.si.* [Elektronski] Javno podjetje Uradni list Republike Slovenije, d. o. o., Ljubljana, Slovenija, 24. 9 2008. [Navedeno: 8. 10 2019.] <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2008-01-3939?sop=2008-01-3939>.

—. **2010.** Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah, stran 7840. *www.uradni-list.si.* [Elektronski] Uradni list Republike Slovenije, d. o. o., Ljubljana, Slovenija, 22. 6 2010. [Navedeno: 24. 3 2019.] <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina?urlid=201052&stevilka=2856>.

Verle, Denis. 2018. Investicijski stroški. *Računi raznih prenov obnove.* . Jurovski Dol, Slovenija : s.n., 2018. Izv. Interni dokumenti avtorja DD.

ZGS. 2020. Energijski ekvivalenti med različnimi gorivi. *www.zgs.si.* [Elektronski] Zavod za gozdove Slovenije, Ljubljana, Slovenija, 2020. [Navedeno: 4. 2 2020.] http://www.zgs.si/delovna_podrocja/lesna_biomasa/izracunajte_si_sami/energijski_ekvivalent_i_med_razlicnimi_gorivi/index.html.

PRILOGE

PRILOGA A - Transmisijske izgube pritličja

- PRILOGA A¹: Evidenca gradnikov prostora Kopalnica 1
- PRILOGA A²: Evidenca gradnikov prostora Soba 2
- PRILOGA A³: Evidenca gradnikov prostora Kopalnica 2
- PRILOGA A⁴: Evidenca gradnikov prostora Soba 3
- PRILOGA A⁵: Evidenca gradnikov prostora Kopalnica 3
- PRILOGA A⁶: Evidenca gradnikov prostora Soba 4
- PRILOGA A⁷: Evidenca gradnikov prostora Kopalnica 4
- PRILOGA A⁸: Evidenca gradnikov prostora Večji hodnik
- PRILOGA A⁹: Evidenca gradnikov prostora Manjši hodnik
- PRILOGA A¹⁰: Evidenca gradnikov prostora Kurilnica
- PRILOGA A¹¹: Evidenca gradnikov prostora Gostilna (večji)
- PRILOGA A¹²: Evidenca gradnikov prostora Gostilna (manjši)
- PRILOGA A¹³: Evidenca gradnikov prostora Kuhinja
- PRILOGA A¹⁴: Evidenca gradnikov prostora WC prostori (celotni)

PRILOGA B - Transmisijske izgube nadstropja

- PRILOGA B¹: Evidenca gradnikov prostora Soba 1
- PRILOGA B²: Evidenca gradnikov prostora Soba 2
- PRILOGA B³: Evidenca gradnikov prostora Soba 3
- PRILOGA B⁴: Evidenca gradnikov prostora Soba 4
- PRILOGA B⁵: Evidenca gradnikov prostora Hodnik
- PRILOGA B⁶: Evidenca gradnikov prostora Dnevna soba/Kuhinja
- PRILOGA B⁷: Evidenca gradnikov prostora Kopalnica

PRILOGA A¹: Evidenca gradnikov prostora Kopalnica 1

SMER NEBA	VRSTA GRADNIKA	DOLŽINA <i>b</i> [m]	VIŠINA <i>h</i> [m]	POVRŠINA <i>A</i> [m ²]	<i>T_z</i> [°C]	<i>T_d</i> [°C]	RAZLIKA <i>T_z - T_d</i>	<i>U</i> [W/m ² K]	<i>Q_T</i> [W]
S	NS	2,0	3,8	7,6	24	20	4	2,392	72,72
V	NS	1,5	3,8	5,7	24	20	4	2,392	54,54
V	NV	1,2	2,0	2,4	24	20	4	2,000	19,20
Z	NS	1,5	3,8	5,7	24	20	4	2,392	54,54
J	NS	2,0	3,8	7,6	24	15	9	2,392	163,60
	T			3,0	24	20	4	0,293	3,51
	S			3,0	24	20	4	0,296	3,55
Σ									371,67

Vir. Verle, 2020

PRILOGA A²: Evidenca gradnikov prostora Soba 2

SMER NEBA	VRSTA GRADNIKA	DOLŽINA <i>b</i> [m]	VIŠINA <i>h</i> [m]	POVRŠINA <i>A</i> [m ²]	<i>T_z</i> [°C]	<i>T_d</i> [°C]	RAZLIKA <i>T_z - T_d</i>	<i>U</i> [W/m ² K]	<i>Q_T</i> [W]
S	ZS	7,0	3,8	26,6	20	-13	31	0,319	263,05
S	ZV	1,2	2,0	2,4	20	-13	33	3,500	277,20
V	NS	2,5	3,8	9,5	20	20	0	2,392	0
V	NS	1,5	3,8	5,7	20	24	-4	2,392	-54,54
Z	ZS	2,0	3,8	7,6	20	-13	31	0,319	75,16
Z	NS	2,0	3,8	7,6	20	24	-4	2,392	-72,72
Z	NV	1,2	2,0	2,4	20	24	-4	2,000	-19,20
J	NS	3,0	3,8	11,4	20	24	-4	2,392	-109,08
J	NS	4,0	3,8	15,2	20	20	0	2,392	0
	T			28,0	20	-13	33	0,293	270,73
	S			28,0	20	20	0	0,296	0
Σ									630,61

Vir. Verle, 2020

PRILOGA A³: Evidenca gradnikov prostora Kopalnica 2

SMER NEBA	VRSTA GRADNIKA	DOLŽINA <i>b</i> [m]	VIŠINA <i>h</i> [m]	POVRŠINA <i>A</i> [m ²]	<i>T_z</i> [°C]	<i>T_d</i> [°C]	RAZLIKA <i>T_z</i> - <i>T_d</i>	<i>U</i> [W/m ² K]	<i>Q_T</i> [W]
S	NS	3,0	3,8	11,4	24	20	4	2,392	109,070
V	NS	2,0	3,8	7,6	24	20	4	2,392	72,720
V	NV	1,2	2,0	2,4	24	20	4	2,000	19,200
Z	ZS	2,0	3,8	7,6	24	-13	35	0,319	84,850
J	NS	3,0	3,8	11,4	24	20	4	2,392	109,070
	T			6,0	24	-13	37	0,293	65,046
	S			6,0	24	20	4	0,296	7,104
Σ									467,060

Vir. Verle, 2020

PRILOGA A⁴: Evidenca gradnikov prostora Soba 3

SMER NEBA	VRSTA GRADNIK A	DOLŽINA <i>b</i> [m]	VIŠINA <i>h</i> [m]	POVRŠINA <i>A</i> [m ²]	<i>T_z</i> [°C]	<i>T_d</i> [°C]	RAZLIKA <i>T_z</i> - <i>T_d</i>	<i>U</i> [W/m ² K]	<i>Q_T</i> [W]
S	NS	3,25	3,8	12,35	20	24	-4	2,392	-118,160
S	NS	2,00	3,8	7,60	20	24	-4	2,392	-72,717
S	NV	1,20	2,0	2,40	20	24	-4	2,000	-19,200
V	NS	2,00	3,8	7,60	20	24	-4	2,392	-72,720
V	NS	2,00	3,8	7,60	20	20	0	2,392	0
Z	ZS	4,00	3,8	15,20	20	-13	31	0,319	150,310
Z	O	1,30	1,1	1,43	20	-13	33	1,300	108,530
J	ZS	5,25	3,8	19,95	20	-13	31	0,319	197,280
J	ZV	1,20	2,0	2,40	20	-13	33	3,500	277,200
	T			15,00	20	-13	33	0,293	145,030
	S			15,00	20	20	0	0,296	0
Σ									595,580

Vir. Verle, 2020

PRILOGA A⁵: Evidenca gradnikov prostora Kopalnica 3

SMER NEBA	VRSTA GRADNIKA	DOLŽINA <i>b</i> [m]	VIŠINA <i>h</i> [m]	POVRŠINA <i>A</i> [m ²]	<i>T_z</i> [°C]	<i>T_d</i> [°C]	RAZLIKA <i>T_z</i> - <i>T_d</i>	<i>U</i> [W/m ² K]	<i>Q_T</i> [W]
S	NS	2,0	3,8	7,6	24	20	4	2,392	72,720
V	NS	2,0	3,8	7,6	24	24	0	2,392	0
Z	NS	2,0	3,8	7,6	24	20	4	2,392	72,720
J	NS	2,0	3,8	7,6	24	20	4	2,392	72,720
J	NV	1,2	2,0	2,4	24	20	4	2,000	19,200
	T			4	24	-13	37	0,293	43,364
	S			4	24	20	4	0,296	4,736
Σ									285,460

Vir. Verle, 2020

PRILOGA A⁶: Evidenca gradnikov prostora Soba 4

SMER NEBA	VRSTA GRADNIKA	DOLŽINA <i>b</i> [m]	VIŠINA <i>h</i> [m]	POVRŠINA <i>A</i> [m ²]	<i>T_z</i> [°C]	<i>T_d</i> [°C]	RAZLIKA <i>T_z</i> - <i>T_d</i>	<i>U</i> [W/m ² K]	<i>Q_T</i> [W]
S	NS	1,5	3,8	5,7	20	24	-4	2,392	-54,53
S	NS	1,5	3,8	5,7	20	20	0	2,392	0
V	NS	2,0	3,8	7,6	20	15	5	2,392	90,89
V	NS	2,0	3,8	7,6	20	20	0	2,392	0
V	NV	1,2	2,0	2,4	20	15	5	2,000	24,00
Z	NS	2,0	3,8	7,6	20	24	-4	2,392	-72,72
Z	NV	1,2	2,0	2,4	20	24	-4	2,000	-19,20
Z	NS	2,0	3,8	7,6	20	20	0	2,392	0
J	ZS	3,0	3,8	11,4	20	-13	33	0,319	120,01
J	ZV	1,2	2,0	2,4	20	-13	33	3,500	277,20
	T			9,0	20	-13	33	0,293	87,02
	S			9,0	20	20	0	0,296	0
Σ									452,67

Vir. Verle, 2020

PRILOGA A⁷: Evidenca gradnikov prostora Kopalnica 4

<i>SMER NEBA</i>	<i>VRSTA GRADNIKA</i>	<i>DOLŽINA b [m]</i>	<i>VIŠINA h [m]</i>	<i>POVRŠINA A [m²]</i>	<i>T_z [°C]</i>	<i>T_d [°C]</i>	<i>RAZLIKA T_z - T_d</i>	<i>U [W/m²K]</i>	<i>Q_T [W]</i>
S	NS	1,5	3,8	5,7	24	20	4	2,392	54,540
V	NS	2,0	3,8	7,6	24	20	4	2,392	72,710
V	NV	1,2	2,0	2,4	24	20	4	2,000	19,200
Z	NS	2,0	3,8	7,6	24	24	0	2,392	0
J	NS	1,5	3,8	5,7	24	20	4	2,392	54,530
	T			3,0	24	-13	37	0,293	32,520
	S			3,0	24	20	4	0,296	3,552
Σ									237,060

Vir. Verle, 2020

PRILOGA A⁸: Evidenca gradnikov prostora Večji hodnik

<i>Smer neba</i>	<i>Vrsta gradnika</i>	<i>Dolžina b [m]</i>	<i>Višina h [m]</i>	<i>Površina A [m²]</i>	<i>T_z [°C]</i>	<i>T_d [°C]</i>	<i>Razlika T_z - T_d</i>	<i>U [W/m²K]</i>	<i>Q_T [W]</i>
S	NS	2,5	3,8	9,5	15	20	-5	2,392	-113,62
S	NS	2,5	3,8	9,5	15	15	0	2,392	0
S	NV	1,2	2,0	2,4	15	15	0	2,000	0
V	NS	5,5	3,8	20,9	15	20	-5	2,392	-249,96
V	NV	1,2	2,0	2,4	15	20	-5	2,000	-24,00
Z	NS	1,0	3,8	3,8	15	20	-5	2,392	-45,45
Z	NS	2,5	3,8	9,5	15	20	-5	2,392	-113,62
Z	NS	2,0	3,8	7,6	15	20	-5	2,392	-90,89
Z	NV	1,2	2,0	2,4	15	20	-5	2,000	-24,00
J	NS	2,5	3,8	9,5	15	20	-5	2,392	-113,62
J	NV	1,2	2,0	2,4	15	20	-5	2,000	-24,00
J	ZS	2,5	3,8	9,5	15	-13	28	0,319	84,85
J	ZV	1,2	2,0	2,4	15	-13	28	3,500	235,20
	T			20,0	15	-13	28	0,293	164,08
	S			20,0	15	20	-5	0,296	-29,60
Σ									-344,63

Vir. Verle, 2020

PRILOGA A⁹: Evidenca gradnikov prostora Manjši hodnik

SMER NEBA	VRSTA GRADNIKA	DOLŽINA <i>b</i> [m]	VIŠINA <i>h</i> [m]	POVRŠINA <i>A</i> [m ²]	<i>T</i> _z [°C]	<i>T</i> _d [°C]	RAZLIKA <i>T</i> _z - <i>T</i> _d	<i>U</i> [W/m ² K]	<i>Q</i> _T [W]
S	ZS	2,0	3,8	7,6	15	-13	26	0,319	63,04
S	ZV	1,2	2,0	2,4	15	-13	28	3,500	235,20
V	NS	3,0	3,8	11,4	15	20	-5	2,392	-136,34
V	NV	1,2	2,0	2,4	15	20	-5	2,000	-24,00
Z	NS	3,0	3,8	11,4	15	20	-5	2,392	-136,34
Z	NV	1,2	2,0	2,4	15	20	-5	2,000	-24,00
J	NS	2,0	3,8	7,6	15	15	0	2,392	0
J	NV	1,2	2,0	2,4	15	15	0	2,000	0
	T			6,0	15	20	-5	0,293	-8,79
	S			6,0	15	20	-5	0,296	-8,88
Σ									-40,12

Vir. Verle, 2020

PRILOGA A¹⁰: Evidenca gradnikov prostora Kurilnica

SMER NEBA	VRSTA GRADNIKA	DOLŽINA <i>b</i> [m]	VIŠINA <i>h</i> [m]	POVRŠINA <i>A</i> [m ²]	<i>T</i> _z [°C]	<i>T</i> _d [°C]	RAZLIKA <i>T</i> _z - <i>T</i> _d	<i>U</i> [W/m ² K]	<i>Q</i> _T [W]
S	NS	2,0	3,8	7,60	20	15	5	2,392	90,89
V	NS	1,5	3,8	5,70	20	15	5	2,392	68,17
Z	NS	1,5	3,8	5,70	20	20	0	2,392	0
J	ZS	2,0	3,8	7,60	20	-13	31	0,319	75,16
J	O	1,3	1,1	1,43	20	-13	33	1,300	108,54
	T			3,00	20	-13	33	0,293	29,01
	S			3,00	20	20	0	0,296	0
Σ									371,77

Vir. Verle, 2020

PRILOGA A¹¹: Evidenca gradnikov prostora Gostilna (večji)

SMER NEBA	VRSTA GRADNIKA	DOLŽINA <i>b</i> [m]	VIŠINA <i>h</i> [m]	POVRŠINA <i>A</i> [m ²]	<i>T</i> _z [°C]	<i>T</i> _d [°C]	RAZLIKA <i>T</i> _z - <i>T</i> _d	<i>U</i> [W/m ² K]	<i>Q</i> _T [W]
S	ZS	6,5	3,8	24,70	20	-13	31	0,319	244,26
S	O	1,3	1,1	1,43	20	-13	33	1,300	108,54
V	ZS	4,0	3,8	15,20	20	-13	31	0,319	150,31
Z	NS	4,0	3,8	15,20	20	15	5	2,392	181,79
Z	NV	1,2	2,0	2,40	20	15	5	2,000	24,00
J	NS	6,0	3,8	22,80	20	20	0	2,392	0
J	NV	1,2	2,0	2,40	20	20	0	2,000	0
J	NV	1,2	2,0	2,40	20	20	0	2,000	0
	T			26,00	20	-13	33	0,293	251,39
	S			26,00	20	20	0	0,296	0
Σ									960,29

Vir. Verle, 2020

PRILOGA A¹²: Evidenca gradnikov prostora Gostilna (manjši)

SMER NEBA	VRSTA GRADNIKA	DOLŽINA <i>b</i> [m]	VIŠINA <i>h</i> [m]	POVRŠINA <i>A</i> [m ²]	<i>T</i> _z [°C]	<i>T</i> _d [°C]	RAZLIKA <i>T</i> _z - <i>T</i> _d	<i>U</i> [W/m ² K]	<i>Q</i> _T [W]
S	NS	3,5	3,8	13,30	20	20	0	2,392	0
S	NV	1,2	2,0	2,40	20	20	0	2,000	0
V	ZS	4,5	3,8	17,10	20	-13	31	0,319	169,10
V	O	1,3	1,1	1,43	20	-13	33	1,300	108,54
Z	NS	4,5	3,8	17,10	20	20	0	2,392	0
J	NS	3,5	3,8	13,30	20	20	0	2,392	0
J	NV	1,2	2,0	2,40	20	20	0	2,000	0
J	NV	1,2	2,0	2,40	20	20	0	2,000	0
	T			15,75	20	-13	33	0,293	152,28
	S			15,75	20	20	0	0,296	0
Σ									429,92

Vir. Verle, 2020

PRILOGA A¹³: Evidenca gradnikov prostora Kuhinja

SMER NEBA	VRSTA GRADNIKA	DOLŽINA <i>b</i> [m]	VIŠINA <i>h</i> [m]	POVRŠINA <i>A</i> [m ²]	<i>T_z</i> [°C]	<i>T_d</i> [°C]	RAZLIKA <i>T_z - T_d</i>	<i>U</i> [W/m ² K]	<i>Q_T</i> [W]
S	NS	3,0	3,8	11,4	20	20	0	2,392	0
S	NV	1,2	2,0	2,4	20	20	0	2,000	0
V	NS	4,5	3,8	17,1	20	20	0	2,392	0
Z	NS	4,5	3,8	17,1	20	15	5	2,392	204,51
Z	NV	1,2	2,0	2,4	20	15	5	2,000	24,00
J	ZS	3,0	3,8	11,4	20	-13	33	0,319	120,01
J	O	1,2	2,0	2,4	20	-13	33	1,300	182,16
	T			9,0	20	-13	33	0,293	87,02
	S			9,0	20	20	0	0,296	0
Σ									617,70

Vir. Verle, 2020

PRILOGA A¹⁴: Evidenca gradnikov prostora WC prostori (celotni)

SMER NEBA	VRSTA GRADNIKA	DOLŽINA <i>b</i> [m]	VIŠINA <i>h</i> [m]	POVRŠINA <i>A</i> [m ²]	<i>T_z</i> [°C]	<i>T_d</i> [°C]	RAZLIKA <i>T_z - T_d</i>	<i>U</i> [W/m ² K]	<i>Q_T</i> [W]
S	NS	3,5	3,8	13,30	20	20	0	2,392	0
S	NV	1,2	2,0	2,40	20	20	0	2,000	0
S	NV	1,2	2,0	2,40	20	20	0	2,000	0
V	ZS	3,7	3,8	14,06	20	-13	33	0,319	148,01
V	O	0,5	0,6	0,30	20	-13	33	1,300	22,77
V	O	0,5	0,6	0,30	20	-13	33	1,300	22,77
Z	ZS	3,7	3,8	14,06	20	-13	31	0,319	139,04
J	ZS	3,5	3,8	13,30	20	-13	31	0,319	131,52
	T			13,00	20	-13	33	0,293	125,69
	S			13,00	20	20	0	0,296	0
Σ									589,81

Vir. Verle, 2020

PRILOGA B - Transmisijske izgube nadstropja

PRILOGA B¹: Evidenca gradnikov prostora Soba 1

SMER NEBA	VRSTA GRADNIKA	DOLŽINA <i>b</i> [m]	VIŠINA <i>h</i> [m]	POVRŠINA <i>A</i> [m ²]	<i>T_z</i> [°C]	<i>T_d</i> [°C]	RAZLIKA <i>T_z - T_d</i>	<i>U</i> [W/m ² K]	<i>Q_T</i> [W]
S	ZS	6,1	3,8	23,18	20	-13	31	0,319	229,23
V	NS	9,0	3,8	34,20	20	20	0	2,392	0
Z	ZS	9,0	3,8	34,20	20	-13	31	0,319	338,20
Z	NV	1,2	2,0	2,40	20	20	0	2,000	0
J	ZS	6,1	3,8	23,18	20	-13	31	0,319	229,23
	T			55,00	20	20	0	0,293	0
	S			55,00	20	-13	33	0,290	526,35
Σ									1.323,01

Vir. Verle, 2020

PRILOGA B²: Evidenca gradnikov prostora Soba 2

SMER NEBA	VRSTA GRADNIKA	DOLŽIN <i>A b</i> [m]	VIŠINA <i>h</i> [m]	POVRŠIN <i>A A</i> [m ²]	<i>T_z</i> [°C]	<i>T_d</i> [°C]	RAZLIKA <i>T_z - T_d</i>	<i>U</i> [W/m ² K]	<i>Q_T</i> [W]
	ZS	4,0	3,8	15,2	20	-13	31	0,319	150,31
S	O	1,0	1,4	1,4	20	-13	33	1,300	106,26
V	NS	5,0	3,8	19,0	20	20	0	2,392	0
V	NV	1,2	2,0	2,4	20	20	0	2,000	0
Z	NS	5,0	3,8	19,0	20	20	0	2,392	0
J	NS	4,0	3,8	15,2	20	20	0	2,392	0
	T			20,0	20	20	0	0,293	0
	S			20,0	20	-13	33	0,290	191,40
Σ									447,97

Vir. Verle, 2020

PRILOGA B³: Evidenca gradnikov prostora Soba 3

SMER NEBA	VRSTA GRADNIKA	DOLŽINA <i>b</i> [m]	VIŠINA <i>h</i> [m]	POVRŠINA <i>A</i> [m ²]	<i>T</i> _z [°C]	<i>T</i> _d [°C]	RAZLIKA <i>T</i> _z - <i>T</i> _d	<i>U</i> [W/m ² K]	<i>Q</i> _T [W]
S	ZS	3	3,8	11,4	20	-13	31	0,319	112,73
S	O	1	1,4	1,4	20	-13	33	1,300	106,26
V	NS	5	3,8	19,0	20	20	0	2,392	0
Z	NS	5	3,8	19,0	20	20	0	2,392	0
J	NS	3	3,8	11,4	20	15	5	2,392	136,34
					20		20		0
					20		20		0
	T			15,0	20	20	0	0,293	0
	S			15,0	20	-13	33	0,290	143,55
Σ									498,89

Vir. Verle, 2020

PRILOGA B⁴: Evidenca gradnikov prostora Soba 4

SMER NEBA	VRSTA GRADNIKA	DOLŽINA <i>b</i> [m]	VIŠINA <i>h</i> [m]	POVRŠINA <i>A</i> [m ²]	<i>T</i> _z [°C]	<i>T</i> _d [°C]	RAZLIKA <i>T</i> _z - <i>T</i> _d	<i>U</i> [W/m ² K]	<i>Q</i> _T [W]
S	NS	3,5	3,8	13,3	20	20	0	2,392	0
V	NS	4,0	3,8	15,2	20	15	5	2,392	181,79
V	NV	1,2	2,0	2,4	20	15	5	2,000	24,00
Z	NS	4,0	3,8	15,2	20	20	0	2,392	0
Z	NV	1,2	2,0	2,4	20	20	0	2,000	0
J	ZS	3,5	3,8	13,3	20	-13	31	0,319	131,52
J	O	1,0	1,4	1,4	20	-13	33	1,300	106,26
	T			14,0	20	20	0	0,293	0
	S			14,0	20	-13	33	0,290	143,55
Σ									587,12

Vir. Verle, 2020

PRILOGA B⁵: Evidenca gradnikov prostora Hodnik

SMER NEBA	VRSTA GRADNIKA	DOLŽINA b [m]	VIŠINA h [m]	POVRŠINA A [m ²]	$T_{\dot{z}}$ [°C]	T_d [°C]	RAZLIKA $T_{\dot{z}} - T_d$	U [W/m ² K]	Q_T [W]
S	NS	3,0	3,8	11,4	15	20	-5	2,392	-136,34
S	NV	1,2	2,0	2,4	15	20	-5	2,000	-24,00
V	NS	2,5	3,8	9,5	15	20	-5	2,392	-113,62
V	NV	1,2	2,0	2,4	15	20	-5	2,000	-24,00
Z	NS	2,5	3,8	9,5	15	20	-5	2,392	-113,62
Z	NV	1,2	2,0	2,4	15	20	-5	2,000	-24,00
J	NS	3,0	3,8	11,4	15	24	31	2,392	845,33
J	NV	1,2	2,0	2,4	15	24	-9	2,000	-43,20
	T			7,5	15	20	-5	0,293	-10,98
	S			7,5	15	-13	28	0,290	60,90
Σ									416,46

Vir. Verle, 2020

PRILOGA B⁶: Evidenca gradnikov prostora Dnevna soba/Kuhinja

SMER NEBA	VRSTA GRADNIKA	DOLŽINA b [m]	VIŠINA h [m]	POVRŠINA A [m ²]	$T_{\dot{z}}$ [°C]	T_d [°C]	RAZLIKA $T_{\dot{z}} - T_d$	U [W/m ² K]	Q_T [W]
S	ZS	5,3	3,8	20,14	20	-13	31	0,319	199,16
V	ZS	7,5	3,8	28,50	20	-13	31	0,319	281,83
V	O	1,0	1,4	1,40	20	-13	33	1,300	106,26
V	O	1,0	1,4	1,40	20	-13	33	1,300	106,26
Z	NS	5,0	3,8	19,00	20	20	0	2,392	0
Z	NS	2,5	3,8	9,50	20	20	0	2,392	0
Z	NV	1,2	2,0	2,40	20	15	5	2,000	24,00
J	NS	5,3	3,8	20,14	20	24	-4	2,392	-192,69
	T			40,00	20	20	0	0,293	0
	S			40,00	20	-13	33	0,290	382,80
Σ									907,62

Vir. Verle, 2020

PRILOGA B⁷: Evidenca gradnikov prostora Kopalnica

SMER NEBA	VRSTA GRADNIKA	DOLŽINA <i>b</i> [m]	VIŠINA <i>h</i> [m]	POVRŠINA <i>A</i> [m ²]	<i>T_z</i> [°C]	<i>T_d</i> [°C]	RAZLIKA <i>T_z - T_d</i>	<i>U</i> [W/m ² K]	<i>Q_T</i> [W]
S	NS	1,5	3,8	5,70	24	15	9	2,392	122,70
S	NS	5,3	3,8	20,14	24	20	4	2,392	192,69
S	NV	1,2	2,0	2,40	24	15	9	2,000	43,20
V	ZS	2,0	3,8	7,60	24	-13	35	0,319	84,85
Z	NS	2,0	3,8	7,60	24	20	4	2,392	72,71
J	ZS	6,8	3,8	25,84	24	-13	35	0,319	288,50
J	O	1,0	1,4	1,40	24	-13	37	1,300	119,14
J	O	1,0	1,4	1,40	24	-13	37	1,300	119,14
	T			13,60	24	20	4	0,293	15,93
	S			13,60	24	-13	37	0,290	145,92
Σ									1.204,83

Vir. Verle, 2020