

Proračun energetske obnove stambene zgrade te učinci implementacija mjera poboljšanja

Brlić, Edo

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:834183>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-23**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





Sveučilište Sjever

Završni rad br. 490/GR/2024

Proračun energetske obnove stambene zgrade te učinci implementacija mjera poboljšanja

Edo Brlić, 0336043766

Varaždin, rujan 2024. godine



Sveučilište Sjever

Odjel za Graditeljstvo

Završni rad br. 490/GR/2024

Proračun energetske obnove stambene zgrade te učinci implementacija mjera poboljšanja

Student

Edo Brić, 0336043766

Mentor

Doc. dr. sc. Željko Kos

Varaždin, rujan 2024. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za graditeljstvo

STUDIJ preddiplomski stručni studij Graditeljstvo

PRISTUPNIK Edo Brlić

MATIČNI BROJ 0336043766

DATUM 20.9.2024

KOLEGIJ Zgradarstvo II

NASLOV RADA Proračun energetske obnove stambene zgrade te učinci implementacija mjera poboljšanja

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Calculation of the energy renovation of a residential building and the effects of implementing improvement measures

MENTOR doc.dr.sc. Željko Kos

ZVANJE Docent

ČLANOVI POVJERENSTVA

- izv.prof.dr.sc. Bojan Đurin
- doc.dr.sc. Željko Kos
- doc.dr.sc. Anđelko Crnoja
- Dalibor Kramarić, predavač
-

Zadatak završnog rada

BROJ 490/GR/2024

OPIS

Pristupnik u radu treba prikazati utjecaj energetske obnove stambene zgrade na uštedu energije, smanjenje emisije štetnih plinova te povratni period investicije. Potrebno je provesti detaljnu analizu postojećeg stanja zgrade prije provođenja mjera obnove, kao i procjenu ušteta nakon primjene tri specifične mjere energetske obnove. Poseban naglasak stavlja se na proračun i analizu učinka izolacije ravnog krova, s ciljem prikazivanja doprinosa ove mjere ukupnoj energetskej učinkovitosti zgrade.

ZADATAK URUČEN 4.6.2024.



Sažetak

U završnom radu obrađena je tema proračuna energetske obnove stambene zgrade. Višestambene zgrade imaju značajan udio u ukupnoj potrošnji energije, a mnoge od njih nemaju zadovoljavajuću toplinsku izolaciju, što stvara veliki potencijal za energetske uštede. Povećanje energetske učinkovitosti stambenih zgrada postaje prioritet, kako u Europskoj uniji, tako i u Hrvatskoj, s ciljem smanjenja potrošnje energije i smanjenja emisije štetnih plinova.

Glavni cilj ovog rada je naglasiti važnost energetske obnove zgrada, prikazati detaljan postupak obnove, analizirati postojeće stanje te uštedu energije prije i nakon primjene tri konkretne mjere. Na kraju, rad će procijeniti isplativost primijenjenih mjera te brzinu povrata investicije.

Ključne riječi: energetska obnova, smanjenje emisija, energetska učinkovitost, ušteda energije, povrat investicije

Abstract

The thesis addresses the topic of the energy renovation budget for a residential building. Multi-apartment buildings account for a significant share of total energy consumption, and many of them lack adequate thermal insulation, which creates great potential for energy savings. Improving the energy efficiency of residential buildings has become a priority, both in the European Union and in Croatia, with the goal of reducing energy consumption and lowering harmful emissions.

The main objective of this paper is to highlight the importance of building energy renovation, present a detailed renovation process, analyze the current state, and assess energy savings before and after the implementation of three specific measures. Finally, the paper will evaluate the cost-effectiveness of the implemented measures and the payback period.

Keywords: energy renovation, emission reduction, energy efficiency, energy savings, return on investment

Popis korištenih kratica

| | |
|---------------------|-------------------------------------|
| Low E staklo | low emissivity staklo niske emisije |
| MK | međukatna konstrukcija |
| EPS | ekspandirani polistiren |
| XPS | ekstrudirani polistiren |
| MJ | mjerilo |
| PVC | polivinil-klorid |

Sadržaj

| | |
|--|----|
| 1. Uvod | 1 |
| 1.2. Opis problema..... | 2 |
| 1.3 Cilj rada..... | 2 |
| 1.4. Hipoteza rada | 3 |
| 2. Nacrti zgrade..... | 4 |
| 2.1. tlocrti..... | 4 |
| 2.2. Pročelja | 6 |
| 3. Definiranje zona | 9 |
| 3.1. Proračun geometrijskih podataka..... | 11 |
| 3.2. Unos korisne površine | 12 |
| 3.3. Unos bruto površine i neto obujma grijanog zraka „V“ | 12 |
| 3.4. Unos načina grijanja i hlađenja zgrade | 13 |
| 4. Definiranje građevnih dijelova zgrade | 13 |
| 4.1. Građevni dijelovi zgrade, slojevi i obrada | 15 |
| 4.2. Proračun površina građevnih dijelova: | 20 |
| 5. Prijenos topline prema tlu..... | 27 |
| 6. Toplinski mostovi..... | 29 |
| 7. Otvori..... | 29 |
| 7.1. Definiranje otvora: | 32 |
| 8. Transmisijski gubici | 33 |
| 8.1. Toplinski gubici kroz građevne dijelove koji graniče s vanjskim prostorom HD | 33 |
| 8.2. Gubici kroz tlo Hg | 33 |
| 8.3. Gubici kroz negrijane prostore Hu..... | 34 |
| 8.4. Gubici kroz susjedne zgrade HA | 34 |
| 9. Toplinski gubici..... | 35 |

| | |
|---|----|
| 10. Toplinski dobici..... | 36 |
| 11. Zaštita od Sunčevog zračenja | 38 |
| 12. Rezultati proračuna (prvobitno stanje) | 40 |
| 13. Rezultati proračuna 1. mjere (prvobitno stanje sa ugrađenom novom stolarijom) | 41 |
| 14. Rezultati proračuna 2. mjere (prvobitno stanje sa ETICS sustavom)..... | 42 |
| 15. Rezultati proračuna 3. mjere (prvobitno stanje sa izolacijom ravnog krova)..... | 43 |
| 16. Rezultati proračuna (energetski obnovljena zgrada) | 44 |
| 17. Rezultati proračuna..... | 45 |
| 18. Plan povrata investicije..... | 48 |
| 18.1. Plan povrata investicije za 1. mjeru (ugradnja nove stolarije)..... | 48 |
| 18.2. Plan povrata investicije za 2. mjeru (ugradnja ETICS sistema) | 48 |
| 18.3. Plan povrata investicije za 3. mjeru (izolacija ravnog krova)..... | 49 |
| 18.4. Plan povrata investicije energetske obnove zgrade | 49 |
| 19. Utjecaj ravnog krova na toplinske gubitke | 50 |
| 20. Zaključak | 54 |
| 21. Literatura | 56 |
| 22. Popis slika..... | 57 |
| 23. Popis tablica..... | 61 |
| 24. Popis grafova | 64 |

1. Uvod

Energetska učinkovitost, održiva gradnja i primjena obnovljivih izvora energije postali su ključni prioriteti u Europskoj uniji, a time i u Hrvatskoj. Ovi izazovi proizlaze iz nekoliko faktora, uključujući ograničene resurse, nesigurnost u opskrbi energijom, stalni rast troškova energenata te prijetnje klimatskih promjena i zagađenja uzrokovano neodgovornim korištenjem energije. Osim toga, rastuća potrošnja energije, posebice zbog širenja klimatizacijskih sustava, zahtijeva ozbiljne mjere kako bi se razvile strategije za poboljšanje energetske učinkovitosti. To znači postići isti ili bolji rezultat koristeći manje energije.

Pojam "energetska obnova" uključuje brojne aktivnosti poput poboljšanja izolacije zgrada, zamjene vanjske stolarije te modernizacije sustava grijanja. Ovaj proces također može uključivati upotrebu obnovljivih izvora energije, poboljšanje unutarnje rasvjete i implementaciju centraliziranih sustava za kontrolu grijanja i hlađenja.

Energetska obnova predstavlja veliku priliku za smanjenje potrošnje energije u postojećim objektima, dok istovremeno modernizira infrastrukturu. Ovi projekti često donose povrat ulaganja kroz uštede u energiji, a dodatno povećavaju kvalitetu života i vrijednost nekretnina. Zgrade s visokim energetske standardima pružaju bolje uvjete za život, a njihova tržišna cijena često premašuje one koje nisu prošle obnovu.

Loša toplinska izolacija može uzrokovati brojne probleme, kao što su veći gubici topline zimi, hladni zidovi, vlaga i kondenzacija, te pretjerano zagrijavanje prostora ljeti. Ove pojave mogu dovesti do oštećenja građevine, neugodnih i nezdravih uvjeta za stanovanje, kao i povećanja troškova za grijanje i hlađenje, što negativno utječe na okoliš.

Energetski učinkovite kuće omogućuju značajne uštede na računima za energiju, koje se mogu kretati od 30% do 60%, a istovremeno smanjuju emisije ugljičnog dioksida i drugih štetnih tvari, što pozitivno utječe na zaštitu okoliša i zdravlje ljudi.

U Hrvatskoj je 2014. godine započet program energetske obnove višestambenih zgrada za razdoblje do 2020. godine, s ciljem analize potrošnje energije, povećanja energetske

učinkovitosti te identificiranja mjera koje mogu potaknuti obnovu postojećih zgrada i smanjenje potrošnje energije.

1.2. Opis problema

Energetska učinkovitost u zgradama postaje sve važnija tema u Hrvatskoj, ponajviše zbog visokih troškova energije i utjecaja na okoliš. Većina višestambenih zgrada, posebno onih izgrađenih prije 1987. godine, troši između 200 i 250 kWh/m² za grijanje godišnje, što je vrlo neučinkovito. S obzirom na to da postoji čak 50 milijuna kvadratnih metara korisne površine u višestambenim zgradama u Hrvatskoj, značajne uštede su moguće kroz sustavnu obnovu i modernizaciju tih objekata. Primjenom mjera kao što su bolja izolacija, zamjena prozora i modernizacija sustava grijanja, potrošnja energije može se smanjiti i do pet puta, na samo 50 kWh/m²

Energetska obnova ne samo da doprinosi smanjenju potrošnje energije, već također podiže kvalitetu stanovanja i tržišnu vrijednost zgrada. Programi energetske obnove, koje podržavaju vlada i fondovi EU, posebno su usmjereni na višestambene zgrade, a cilj im je drastično smanjiti emisije stakleničkih plinova i povećati udio obnovljivih izvora energije u stambenom sektoru. Na taj način, energetska obnova postaje ključni alat u borbi protiv klimatskih promjena i osigurava dugoročnu održivost.

Ovi naponi usmjereni su na postizanje energetske neovisnosti, smanjenje troškova za građane te poboljšanje uvjeta života kroz zdravije i ugodnije unutarnje okruženje.

1.3 Cilj rada

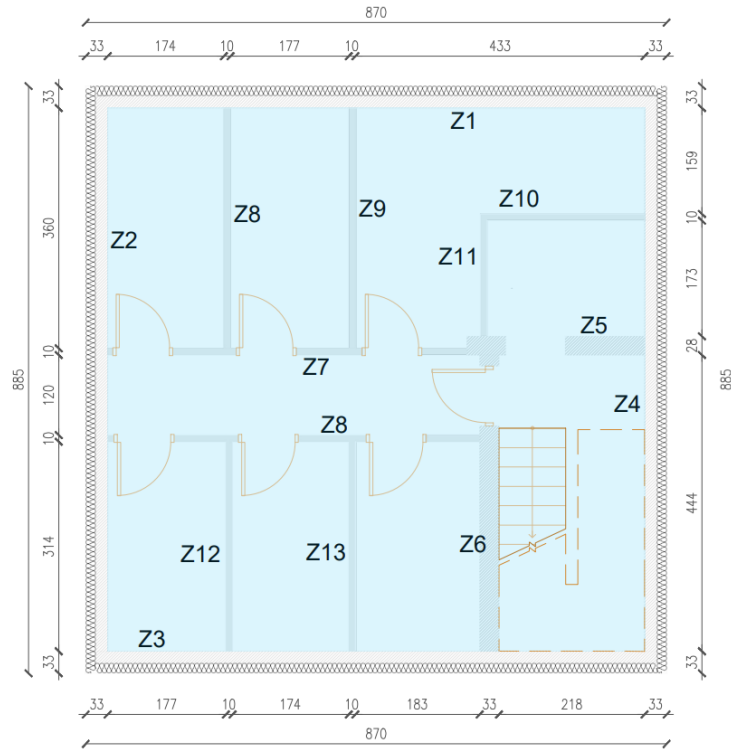
Svrha ovog rada je naglasiti ključnu ulogu energetske obnove višestambenih zgrada u postizanju veće energetske učinkovitosti i smanjenju štetnih utjecaja na okoliš. Fokus je na izradi i analizi konkretnog primjera energetske obnove, kako bi se prikazale potencijalne uštede u potrošnji energije koje se mogu postići nakon provođenja mjera energetske obnove.

1.4. Hipoteza rada

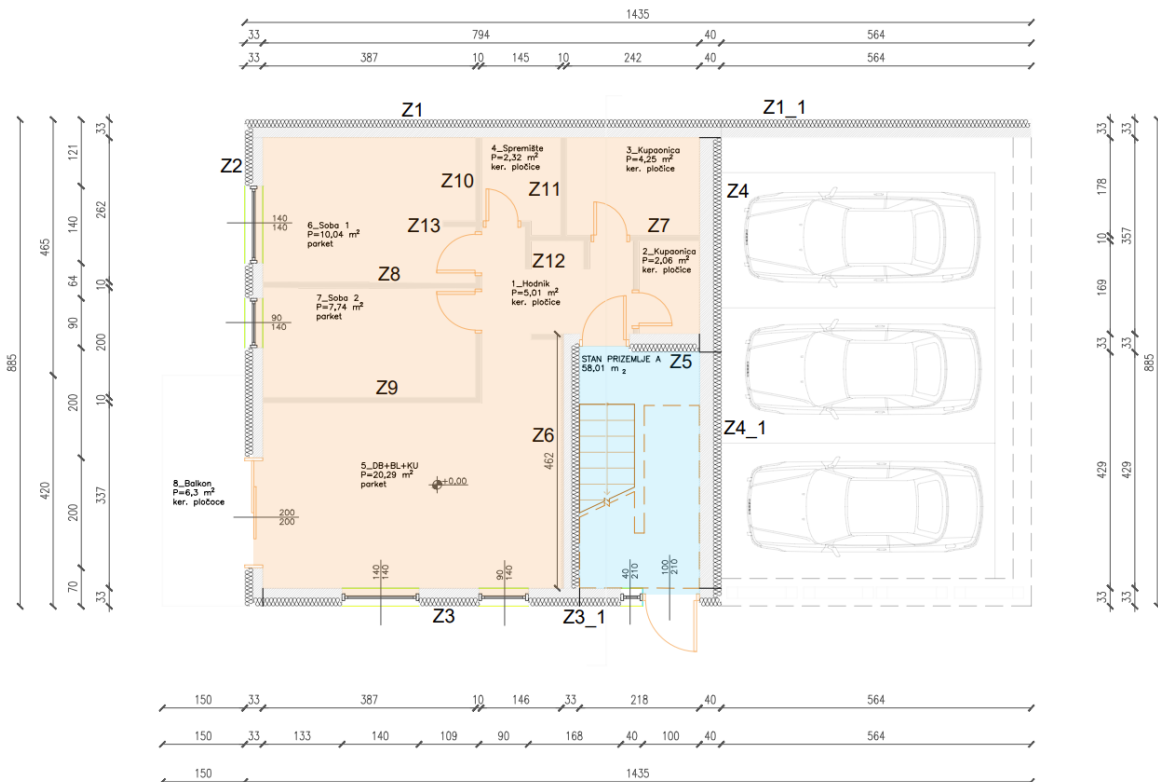
Energetska obnova zgrada donosi značajne prednosti, uključujući niže troškove stanovanja, poboljšanu kvalitetu života i povećanje vrijednosti nekretnine. Osim toga, ove mjere doprinose smanjenju emisija ugljičnog dioksida i smanjuju negativan utjecaj na okoliš. Povećanjem energetske učinkovitosti, stanari ne samo da ostvaruju financijske uštede, već i žive u ugodnijem, ekološki prihvatljivijem prostoru, što dugoročno doprinosi održivosti i zdravijoj okolini.

2. Nacrti zgrade

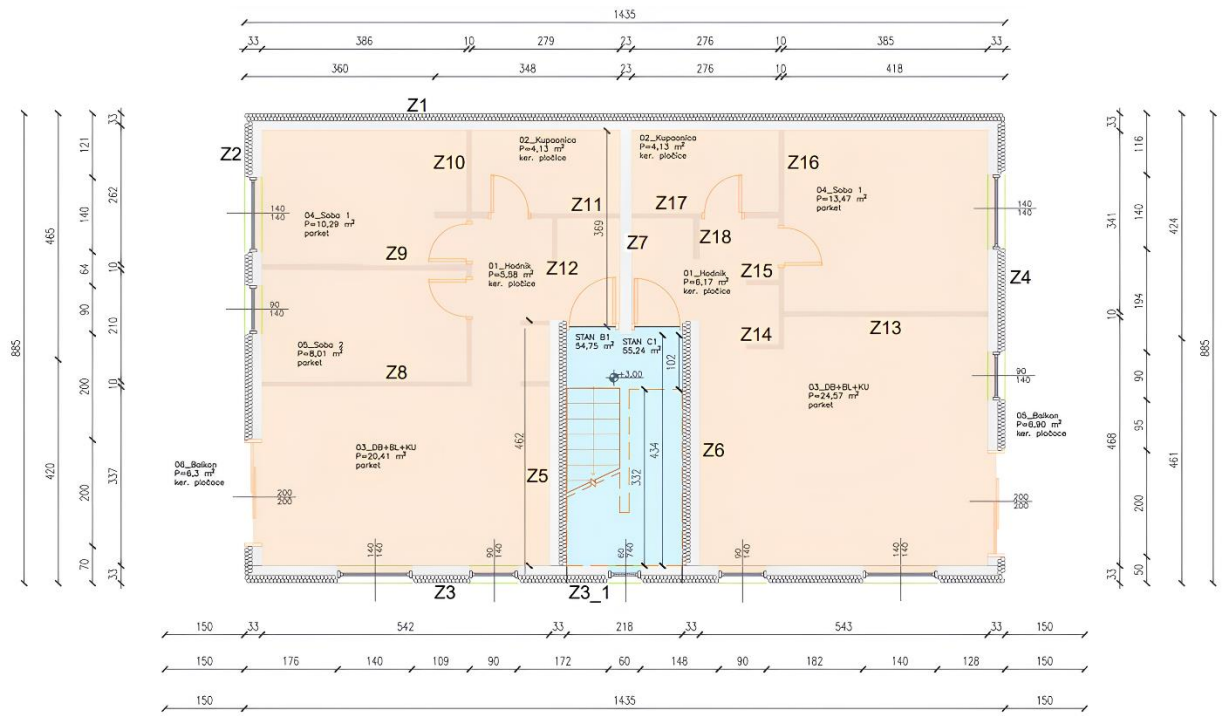
2.1. tlocrti



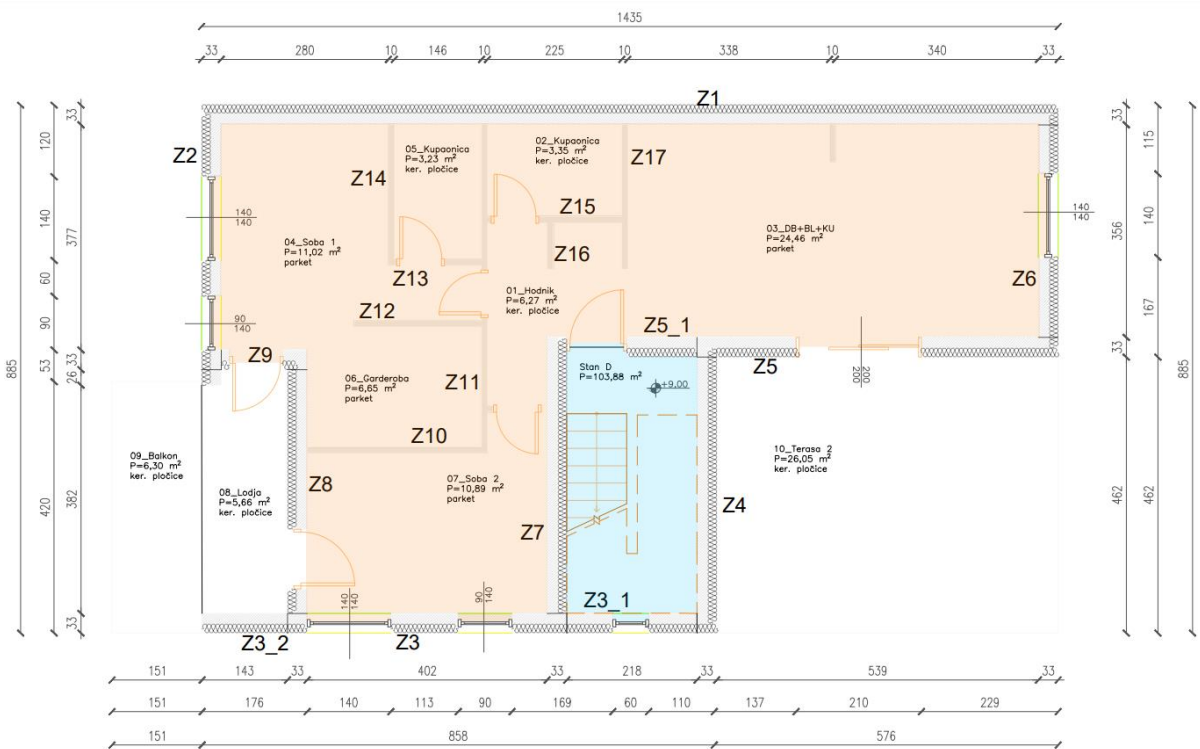
Slika 1. tlocrt negrijanog podruma stambene zgrade



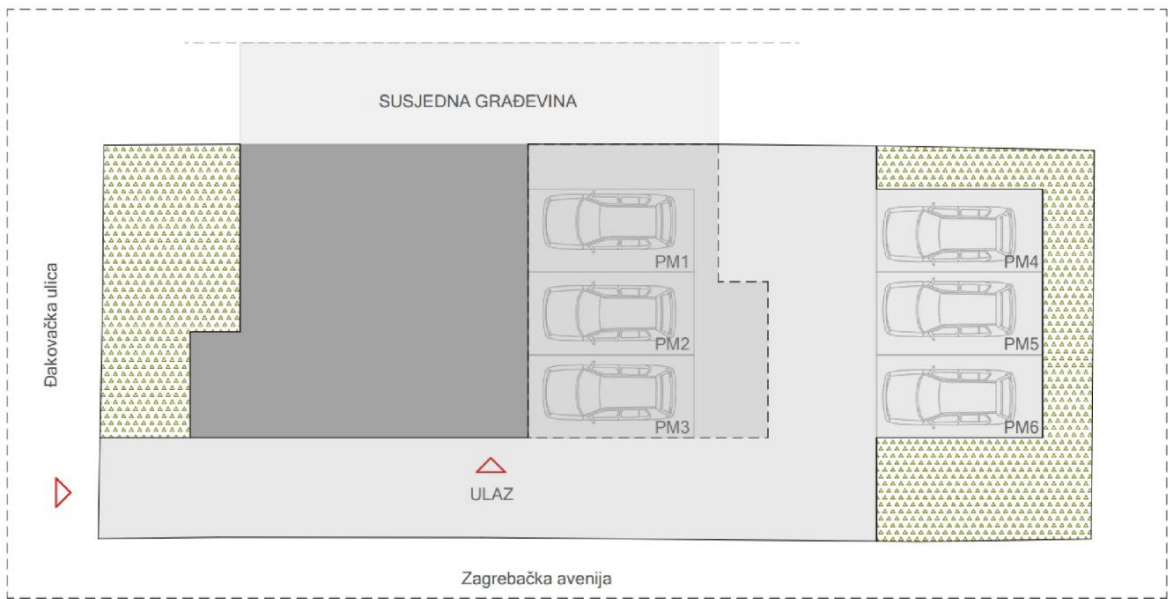
Slika 2. tlocrt prizemlja stambene zgrade



Slika 3. tlocrt 1. i 2. etaže stambene zgrade

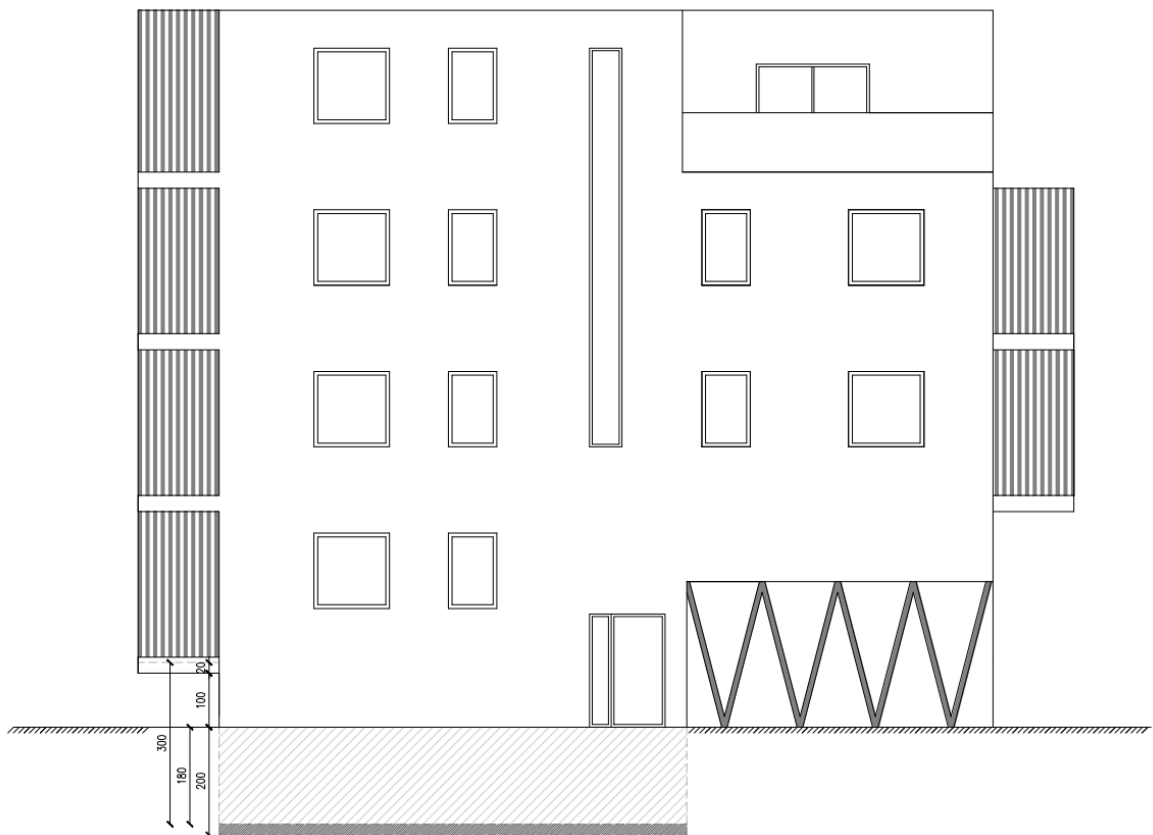


Slika 4. tlocrt 3. etaže stambene zgrade

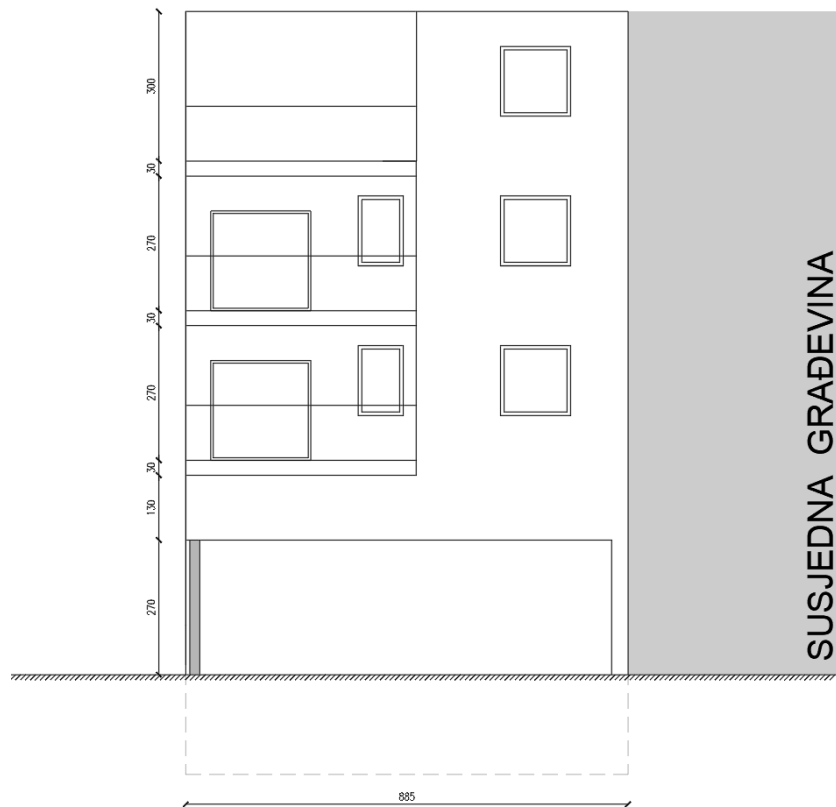


Slika 5. tlocrtni prikaz smještaja zgrade [2]

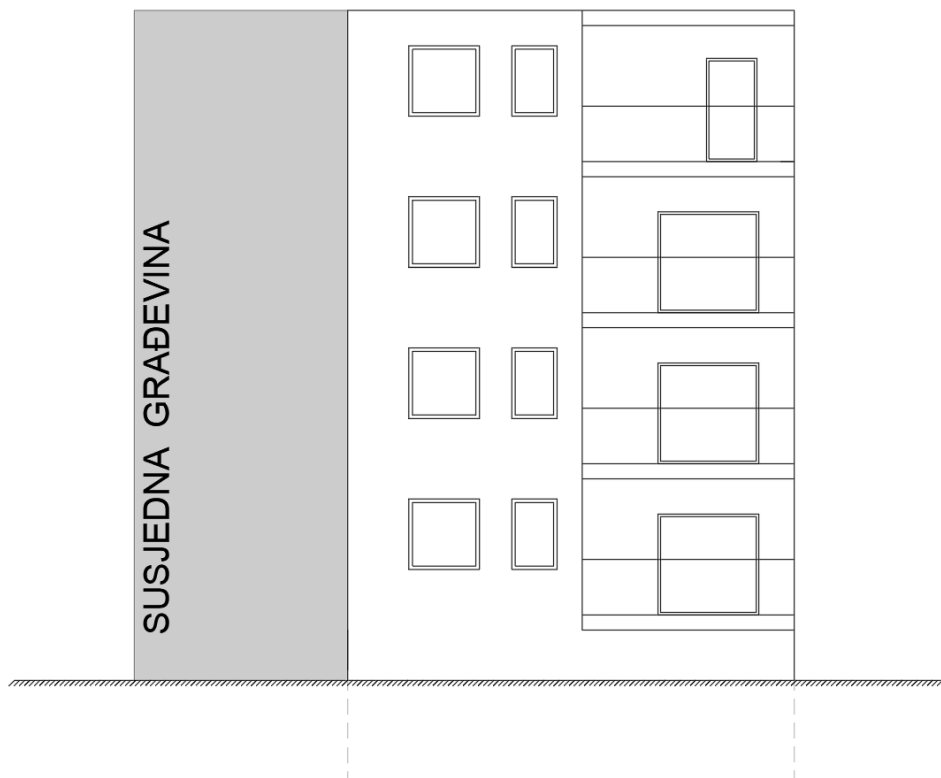
2.2. Pročelja



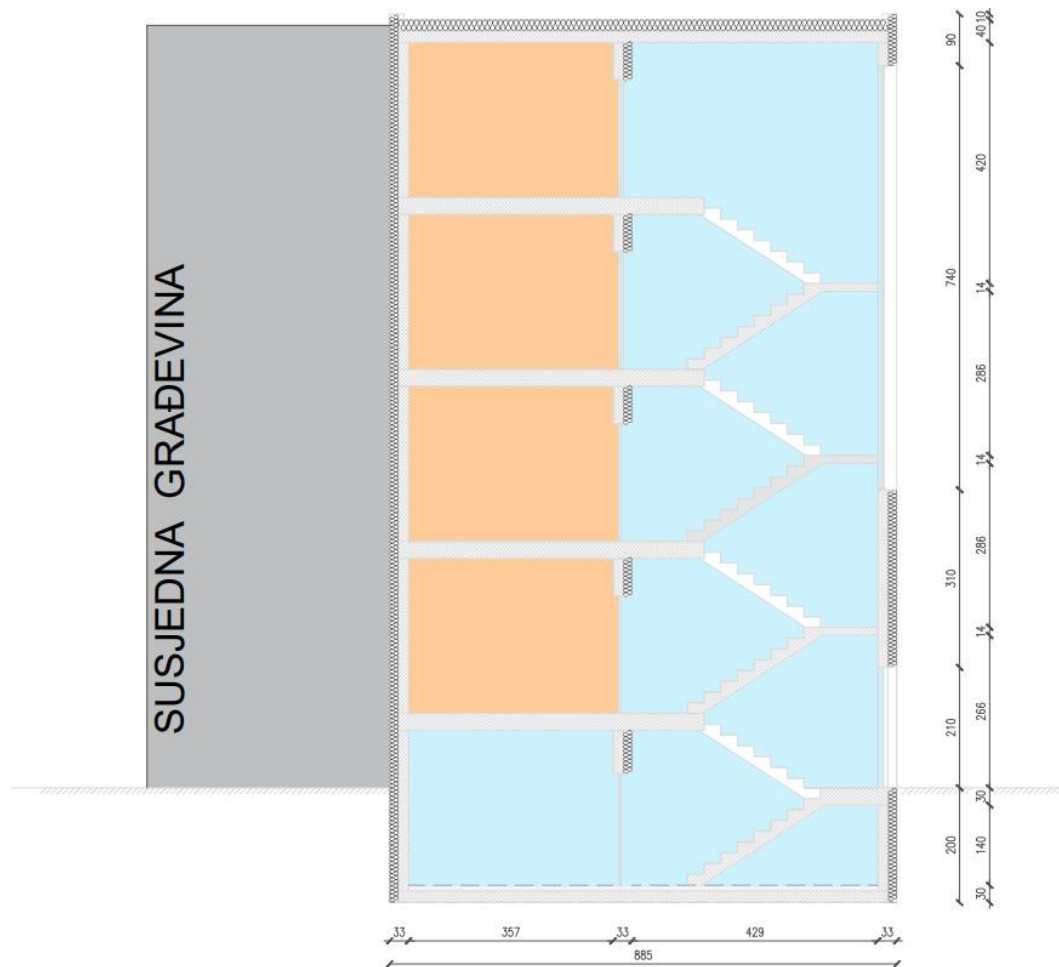
Slika 6. Južno pročelje stambene zgrade



Slika 7. Istočno pročelje stambene zgrade



Slika 8. Zapadno pročelje stambene zgrade



Slika 9. Poprečni presjek A-A stambene zgrade

3. Definiranje zona

Ukoliko se projektira zgrada s više različitih zona (temperaturne razlike unutarnjih projektnih temperatura između zona više od 4K (°C), različita namjena korištenja, uporabljeni termotehnički sustav, režim uporabe termotehničkog sustava.), tada se prema uvjetima Propisa rade odvojeni proračuni za svaku zonu. U ispisu će biti obrađena svaka zona za sebe s pripadajućim Iskaznicama potrebne topline za grijanje koje će se nalaziti na kraju Projekta u odnosu a toplinsku zaštitu i uštedu energije. Pri tome je važno ne zaboraviti imenovati zone kako bi se kasnije lakše snalazilo u projektu [1].

Oplošje grijanog dijela zgrade A (m²) je ukupna ploština građevnih dijelova koji razdvajaju grijani dio zgrade od vanjskog prostora, tla ili negrijanih dijelova zgrade (omotač grijanog dijela zgrade), uređena prema HRN EN ISO 13789:20XX [1].

Prilikom definiranja svakog građevnog dijela potrebno je definirati da li se radi o građevnom dijelu koji čini oplošje ili ne. Ova opcija služi i kao dodatna kontrola jesu li označeni svi građevni dijelovi (ili postoji „višak“) koji čine ovojnici grijanog dijela [1].

Af je površina kondicionirane (grijane i hladene) zone zgrade računate s vanjskim dimenzijama. Drugim riječima, ono što Ak predstavlja neto, Af, predstavlja bruto [1].

Ploština korisne površine zgrade Ak (m²) je ukupna ploština neto podne površine grijanog dijela zgrade [1].

Kod zgrade ili zone visine kata veće od 4,20 metara može se izraditi **proračunski iskaz Ak'** kao računске vrijednosti za provjeru zadovoljavanja uvjeta tablica Propisa, na način da se zgrada ili dio zgrade visine kata veće od 4,20 metara podijeli na horizontalne odsječke visine po 4,2 m i za broj odsječaka visine 4,20 se multiplicira stvarni Ak tog dijela zgrade [1].

Iz tog razloga se u programu traži unos za svaku pojedinu etažu gdje se posebno traži unos ploštine, a posebno visine kao što je prikazano na slici [1]. Ukoliko se dvije ili više etaža podudara po ploštini i visini, može se odmah unijeti broj takvih etaža i izbjeći pojedinačno nabranje [1].

Slika 10. definiranje etaža zgrade

Obujam grijanog dijela zgrade V_e (m³) predstavlja bruto obujam, obujam grijanog dijela zgrade kojemu je oplošje A ; vrijednost koju unosi korisnik temeljem izmjere [1].

Obujam grijanog zraka V (m³) predstavlja neto obujam, obujam grijanog dijela zgrade u kojem se nalazi zrak. Taj se obujam određuje koristeći unutarnje dimenzije ili prema približnom izrazu $V = 0,76 V_e$ za zgrade do tri etaže, odnosno $V = 0,8 V_e$ u ostalim slučajevima [1].

Programom je omogućen unos vlastite, točne vrijednosti koristeći se „korisničkim unosom“ kojom će se, samim time i postići točniji proračun ventilacijskih gubitaka zgrade, odnosno zone.

| | |
|---------------------|-------------|
| V_e | 0,00 |
| V | 0,00 |
| A_k | 0,00 |
| A_k' | 0,00 |
| Broj etaža | 1 |
| Prosječna visina e | 0,00 |
| A_f | 0,00 |
| f_0 | 0,00 |
| Korisnički unos V | Da |
| Bruto površina | 0.00 |

slika 11. Korisnički unos neto obujma zgrade

3.1. Proračun geometrijskih podataka

Podrum

$$A_f = 0 \text{ (nije dio kondicionirane površine zgrade)}$$

$$A_k = 0 \text{ (nije dio kondicionirane površine zgrade)}$$

$$V_e = 0$$

$$V = 0$$

$$\text{Bruto površina} = 8,4 \cdot 8,65 = 72,66 \text{ [m}^2\text{]}$$

Prizemlje

$$A_f = 8,67 \cdot 8,85 - (2,58 \cdot 4,62) = 64,81 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$A_k = 51,71 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$V_e = A_f \cdot \text{visina etaže} = 64,81 \text{ m}^2 \cdot 3\text{m} = 194,43 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$V = A_k \cdot \text{svjetla visina etaže} = 51,71\text{m}^2 \cdot 2,7\text{m} = 139,62 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$\text{Bruto površina} = 8,67 \cdot 8,85 = 76,73 \text{ [m}^2\text{]}$$

Prva i druga etaža (jednake)

$$A_f = (14,35 \cdot 8,85) - (2,18 \cdot 4,62) = 116,93 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$A_k = (54,75 + 55,24) - (6,3 + 6,9) = 96,8 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Bruto površina} = 14,35 \cdot 8,85 = 127 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$V_e = A_f \cdot \text{visina etaže} = 116,93 \cdot 3\text{m} = 350,8 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$V = A_k \cdot \text{svjetla visina etaže} = 96,8 \text{ m}^2 \cdot 2,7 \text{ m} = 261,36 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$\text{Broj etaža} = 2 \text{ (dvije identične etaže) (n=2)}$$

Treća etaža

$$A_f = 8,85 \cdot 14,35 - (8,23 \cdot 4,62) = 88,97 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$A_k = 103,88 - (26,05 + 5,66 + 6,3) = 65,87 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$V_e = A_f \cdot 3\text{m} = 88,97 \cdot 3 = 266,92 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$V = A_k \cdot 2,7 = 65,87 \cdot 2,7 = 177,85 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$\text{Bruto površina} = 14,35 \cdot 8,85 - 32,78 \text{ (lođa/terasa)} = 94,22 \text{ [m}^2\text{]}$$

Tablica 1. geometrijski podaci potrebni za proračun

| Potrebni podaci | Zona 1 |
|--|---------|
| Oplošje grijanog dijela zgrade – A [m ²] | 765,49 |
| Obujam grijanog dijela zgrade – V _e [m ³] | 1162,95 |
| Obujam grijanog zraka – V [m ³] | 840,19 |
| Faktor oblika zgrade - f ₀ [m ⁻¹] | 0,66 |
| Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade – A _κ [m ²] | 311,18 |
| Proračunska korisna površina grijanog dijela zgrade – A _κ ' [m ²] | 311,18 |
| Ukupna ploština pročelja – A _{uk} [m ²] | 650,40 |
| Ukupna ploština prozora – A _{wuk} [m ²] | 75,88 |

3.2. Unos korisne površine

| # | Naziv | MinVisina | MaxVisina | A _{κ_1} | A _{κ_2} | A _{κ_ortano} | n |
|---|---------------|-----------|-----------|------------------|------------------|-----------------------|---|
| 1 | prizemlje | 3,00 | 3,00 | 51,71 | 0,00 | 51,71 | 1 |
| 2 | 1. i 2. etaža | 3,00 | 3,00 | 96,80 | 0,00 | 96,80 | 2 |
| 3 | 3. etaža | 3,00 | 3,00 | 65,87 | 0,00 | 65,87 | 1 |

Naziv etaže: 3. etaža

Minimalna visina etaže (h): 3,00

Maksimalna visina etaže (h): 3,00

A_κ [m²] grijanog dijela etaže visine h ≤ 4,2 m: 65,87

A_κ [m²] grijanog dijela etaže visine h > 4,2 m: 0,00

Broj etaža (n): 1

Dodaj Obriši

Slika 12. definiranje etaže zone i korisne površine „Ak“

3.3. Unos bruto površine i neto obujma grijanog zraka „V“

| | |
|------------------------------|---------------------|
| Namjena zone | Stambeni dio |
| Obiteljska kuća | Ne |
| Zgrada gotovo nulte energije | Da |
| Vrsta zgrade | Višestambene zgrade |
| A | 0,00 |
| Ve | 266,92 |
| V | 840,19 |
| A _κ | 311,18 |
| A _κ ' | 311,18 |
| Broj etaža | 4 |
| Prosječna visina etaže | 3,00 |
| A _f | 387,64 |
| f ₀ | 0,00 |
| Korisnički unos V | Da |
| Bruto površina | 530,39 |

Slika 13. Unos bruto površine i neto obujma grijanog zraka „V“

3.4. Unos načina grijanja i hlađenja zgrade

| | |
|--------------------|------------------|
| Način grijanja | Centralno |
| Način grijanja PTV | Lokalno |
| Način hlađenja | Etažno |

Slika 14. Unos načina grijanja i hlađenja zgrade

4. Definiranje građevnih dijelova zgrade

Nakon odabira će se uvrstiti građevni dio sa slojevima kojem trebati prilagoditi debljinu toplinske izolacije i pridodati pripadne ploštine prema stranama svijeta. Radi se o NETO ploštinama, odnosno ploštinama građevnih dijelova BEZ OTVORA [1].

Potrebno je imenovati građevni dio, definirati vrstu, te unijeti pripadne ploštine (ploštinu): kod građevnih dijelova vanjske ovojnice zgrade koji su izloženi Sunčevom zračenju (dobicima topline), potrebno unijeti ploštine prema stranama svijeta [1].

Osnovni podaci o građevnom dijelu

| 01. Osnovni podaci | |
|---|-------------------------|
| # | 3 |
| Naziv | Z1 - vanjski zid |
| Vrsta | Vanjski zidovi |
| Zona | Stambeni dio |
| HD | Da |
| Debljina | 0,00 |
| U | 0,00 |
| Definiran U(max) | Da |
| U (max) | 0,35 |
| U zadovoljava | Ne zadovoljava |
| fRsi (max) | - |
| fRsi | - |
| Difuzija | Nije definirana |
| Din. karakteristike | Ne zadovoljava |
| Korisnički unos $\Theta_{int,set,H,gd}$ | Ne |
| $\Theta_{int,set,H,gd}$ | 20,00 |

Slika 15. Prikaz tablice gdje se unose osnovni podaci o građevnom djelu

Ukoliko građevni dio čini oplošje grijanog dijela zgrade i razdvaja grijani prostor od VANJSKOG, tada obavezno oznaka HD mora biti DA. Primjer vanjskog zida negrijanog stubišta (definira se kao vanjski zid, ali nije na granici između grijanog i vanjskog prostora – ulazi u proračun H_u [1]. U tom slučaju uz HD treba konstatirati NE) [1]:

HD Ne

Slika 16. Prikaz definiranja grijanog građevnog dijela koji ne graniči sa vanjskim prostorom HD

Definiran U(max) – ukoliko je uz parametar DA – tada se radi o građevnom dijelu za koji je propisom definirana najviša dozvoljena vrijednost koeficijenta prolaska topline U (W/m^2K) [1].

U nekim slučajevima imamo građevne dijelove za koje nije potrebno zadovoljiti najviše vrijednosti koeficijenta prolaska topline (ali je potrebno voditi računa o toplinskim mostovima!) – npr. atike ravnih krovova, građevni dijelovi negrijanih prostora. Za takve slučajeve se označi odabire NE i tada nema uspoređivanja izračunate vrijednosti. Na taj način se izbjegavaju mogući prijevori glede zadovoljavanja uvjeta [1]:

Definiran U(max) Ne

Slika 17. Prikaz definiranja koeficijenta prolaska topline „U“

Ukoliko definiramo dio oplošja za na primjer zid negrijanog prostora, jasno je da isti neće činiti oplošje grijanog dijela zgrade, te je samim time važno ispraviti postavnu vrijednost s “da” u “ne” [1].

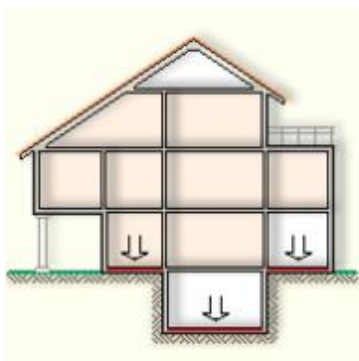
02. Površina građevnog dijela
Dio oplošja Da

Slika 18. Prikaz definiranja građevnog dijela kao dijela oplošja

4.1. Građevni dijelovi zgrade, slojevi i obrada

Tablica 2. slojevi građevnog elementa „Pod na tlu“

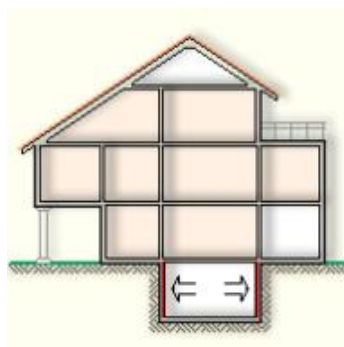
| R.b. | Materijal | d [cm] | λ [W/mK] | μ [-] | sd [m] | ρ [kg/m ³] |
|------|---|--------|------------------|-------------|--------|-----------------------------|
| 1 | Keramičke pločice | 2,200 | 1,300 | 200,00 | 4,40 | 2300,00 |
| 2 | Cementni estrih | 6,000 | 1,600 | 50,00 | 3,00 | 2000,00 |
| 3 | HOMESEAL LDS 100 AluPlus parna brana | 0,020 | 0,500 | 350000,00 | 20,00 | 450,00 |
| 4 | Ekstrudirana polistir. pjena | 15,000 | 0,036 | 140,00 | 21,00 | 37,50 |
| 5 | Pjenasta guma | 0,500 | 6,000 | 7000,00 | 35,00 | 60,00 |
| 6 | Bitum. traka s uloškom stakl. voala | 1,000 | 0,230 | 50000,00 | 500,00 | 1100,00 |
| 7 | Beton | 10,000 | 2,000 | 100,00 | 10,00 | 2400,00 |
| 8 | Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac) | 30,000 | 0,810 | 3,00 | 0,90 | 1700,00 |



Slika 19. prikaz „pod na tlu“

Tablica 3. slojevi građevnog elementa „Zidovi prema tlu“

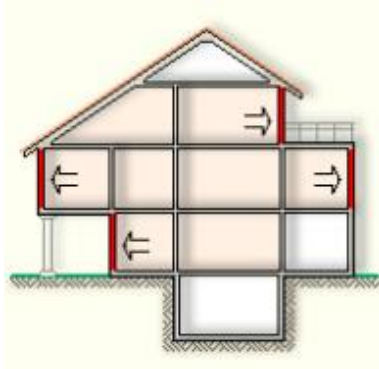
| R.b. | Materijal | d [cm] | λ [W/mK] | μ [-] | sd [m] | ρ [kg/m ³] |
|------|---|--------|------------------|-------------|--------|-----------------------------|
| 1 | Vapneno-cementna žbuka | 2,000 | 1,000 | 20,00 | 0,40 | 1800,00 |
| 2 | Armirani beton | 18,000 | 2,600 | 110,00 | 19,80 | 2500,00 |
| 3 | Bitum. traka s uloškom stakl. voala | 0,800 | 0,230 | 50000,00 | 400,00 | 1100,00 |
| 4 | Ekstrudirana polistir. pjena (XPS) | 15,000 | 0,034 | 140,00 | 21,00 | 30,00 |
| 5 | Čepičasta traka (zaštita hidroizolacije) | 0,200 | 0,200 | 500000,00 | 200,00 | 1200,00 |



Slika 20. prikaz „zidovi prema tlu“

Tablica 4. slojevi građevnog „Vanjski zidovi“

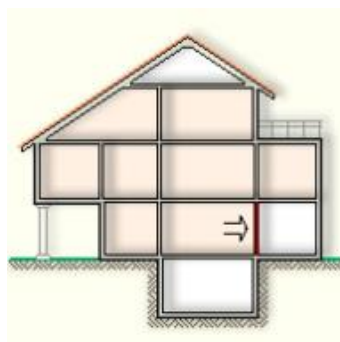
| R.b. | Materijal | d [cm] | λ [W/mK] | μ [-] | sd [m] | ρ [kg/m ³] |
|------|--|--------|------------------|-----------|--------|-----------------------------|
| 1 | Vapneno-cementna žbuka | 2,000 | 1,000 | 20,00 | 0,40 | 1800,00 |
| 2 | Armirani beton | 18,000 | 2,600 | 110,00 | 19,80 | 2500,00 |
| 3 | Polimerno-cementno ljepilo | 0,500 | 0,900 | 14,00 | 0,07 | 1650,00 |
| 4 | Knauf Insulation ploča za kontaktne fasade FKD-S Thermal | 15,000 | 0,035 | 1,10 | 0,17 | 100,00 |
| 5 | Polimerno-cementno ljepilo | 0,500 | 0,900 | 14,00 | 0,07 | 1650,00 |
| 6 | Impregnacijski predpremaz | 0,002 | 1,600 | 30,00 | 0,00 | 1100,00 |
| 7 | Silikatna žbuka | 0,200 | 0,900 | 60,00 | 0,12 | 1800,00 |



Slika 21. prikaz „vanjski zidovi“

Tablica 5. slojevi građevnog elementa „Zidovi prema negrijanim prostorijama“

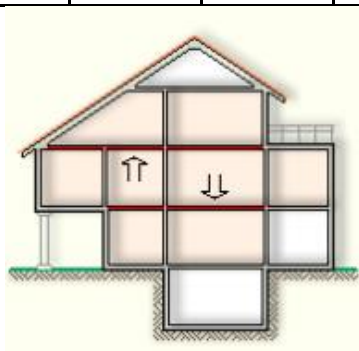
| R.b. | Materijal | d [cm] | λ [W/mK] | μ [-] | sd [m] | ρ [kg/m ³] |
|------|--|--------|------------------|-----------|--------|-----------------------------|
| 1 | Vapneno-cementna žbuka | 2,000 | 1,000 | 20,00 | 0,40 | 1800,00 |
| 2 | Armirani beton | 18,000 | 2,600 | 110,00 | 19,80 | 2500,00 |
| 3 | Polimerno-cementno ljepilo | 0,500 | 0,900 | 14,00 | 0,07 | 1650,00 |
| 4 | Knauf Insulation ploča za kontaktne fasade FKD-S Thermal | 15,000 | 0,035 | 1,10 | 0,17 | 100,00 |
| 5 | Polimerno-cementno ljepilo | 0,500 | 0,900 | 14,00 | 0,07 | 1650,00 |
| -6 | Impregnacijski predpremaz | 0,002 | 1,600 | 30,00 | 0,00 | 1100,00 |
| 7 | Vapneno-cementna žbuka | 0,200 | 1,000 | 20,00 | 0,04 | 1800,00 |



Slika 22. prikaz „zidovi prema negrijanim prostorijama“

Tablica 6. slojevi građevnog elementa „Stropovi između grijanih dijelova različitih korisnika“

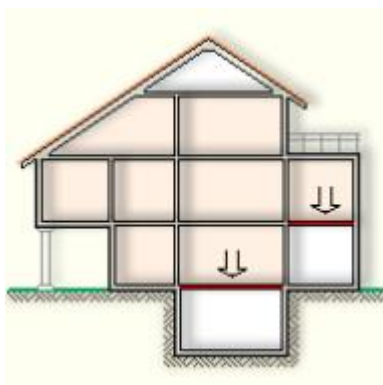
| R.b. | Materijal | d [cm] | λ [W/mK] | μ [-] | sd [m] | ρ [kg/m ³] |
|------|---|--------|------------------|-----------|--------|-----------------------------|
| 1 | Drvo - meko - crnogorica | 2,200 | 0,130 | 50,00 | 1,10 | 500,00 |
| 2 | Cementni estrih | 5,000 | 1,600 | 50,00 | 2,50 | 2000,00 |
| 3 | Knauf Insulation LDS 35 parna | 0,020 | 0,500 | 205000,00 | 20,00 | 500,00 |
| 4 | Knauf Insulation podna ploča NaturBoard TPT | 5,000 | 0,036 | 1,10 | 0,06 | 130,00 |
| 5 | Knauf Insulation LDS 35 parna | 0,020 | 0,500 | 205000,00 | 20,00 | 500,00 |
| 6 | Armirani beton | 20,000 | 2,600 | 110,00 | 22,00 | 2500,00 |



Slika 23. prikaz „stropovi između grijanih dijelova različitih korisnika“

Tablica 7. slojevi građevnog elementa „Strop prema negrijanim prostorijama“ (podrum/prizemlje)

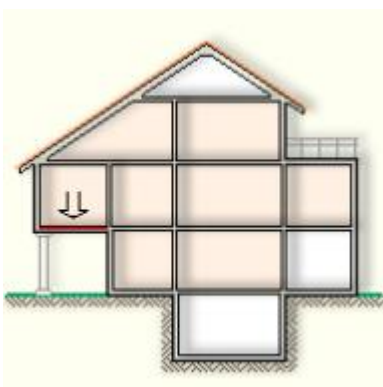
| R.b. | Materijal | d [cm] | λ [W/mK] | μ [-] | sd [m] | ρ [kg/m ³] |
|------|---|--------|------------------|-----------|--------|-----------------------------|
| 1 | Drvo - meko - crnogorica | 2,200 | 0,130 | 50,00 | 1,10 | 500,00 |
| 2 | Cementni estrih | 5,000 | 1,600 | 50,00 | 2,50 | 2000,00 |
| 3 | Knauf Insulation LDS 35 parna | 0,020 | 0,500 | 205000,00 | 20,00 | 500,00 |
| 4 | Knauf Insulation podna ploča NaturBoard TPT | 8,000 | 0,036 | 1,10 | 0,09 | 130,00 |
| 5 | Knauf Insulation LDS 35 parna | 0,020 | 0,500 | 205000,00 | 20,00 | 500,00 |
| 6 | Armirani beton | 20,000 | 2,600 | 110,00 | 22,00 | 2500,00 |



Slika 24. prikaz „Strop prema negrijanim prostorijama“

Tablica 8. slojevi građevnog elementa „Stropovi iznad vanjskog zraka, iznad garaže“

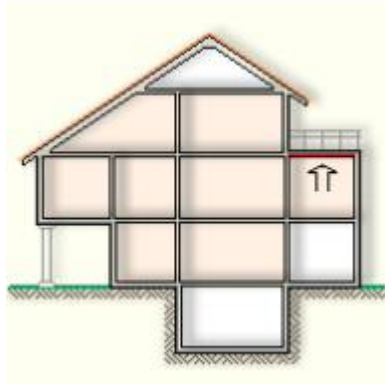
| R.b. | Materijal | d [cm] | λ [W/mK] | μ [-] | sd [m] | ρ [kg/m ³] |
|------|---|--------|------------------|-------------|--------|-----------------------------|
| 1 | Drvo - meko - crnogorica | 2,200 | 1,300 | 200,00 | 4,40 | 2300,00 |
| 2 | Cementni estrih | 5,000 | 1,600 | 50,00 | 2,50 | 2000,00 |
| 3 | Knauf Insulation LDS 35 parna | 0,020 | 0,500 | 205000,00 | 20,00 | 500,00 |
| 4 | Knauf Insulation podna ploča NaturBoard TPT | 5,000 | 0,036 | 1,10 | 0,06 | 130,00 |
| 5 | Knauf Insulation LDS 35 parna | 0,020 | 0,500 | 205000,00 | 20,00 | 500,00 |
| 6 | Armirani beton | 20,000 | 2,600 | 110,00 | 22,00 | 2500,00 |



Slika 25. prikaz „stropovi iznad vanjskog zraka, iznad garaže“

Tablica 9. slojevi građevnog elementa „Ravni krov iznad grijanog prostora“ (terasa)

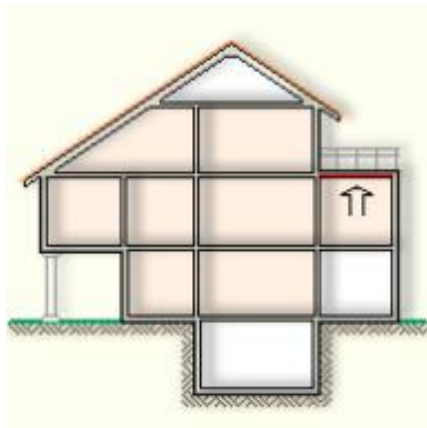
| R.b. | Materijal | d [cm] | λ [W/mK] | μ [-] | sd [m] | ρ [kg/m ³] |
|------|-----------------------------------|--------|------------------|-------------|--------|-----------------------------|
| 1 | 4.03 Keramičke pločice | 1,000 | 1,300 | 200,00 | 2,00 | 2300,00 |
| 2 | 3.19 Cementni estrih | 5,000 | 1,600 | 50,00 | 2,50 | 2000,00 |
| 3 | Knauf Insulation LDS 35 parna | 0,020 | 0,500 | 205000,00 | 20,00 | 500,00 |
| 4 | 7.03 Ekstrudirana polistir. pjena | 15,000 | 0,034 | 140,00 | 21,00 | 30,00 |
| 5 | 2.01 Armirani beton | 20,000 | 2,600 | 110,00 | 22,00 | 2500,00 |



Slika 26. prikaz „ravni krov iznad grijanog prostora“

Tablica 10. slojevi građevnog elementa „Ravni krov iznad grijanog prostora“

| R.b. | Materijal | d [cm] | λ [W/mK] | μ [-] | sd [m] | ρ [kg/m ³] |
|------|--|--------|------------------|-------------|--------|-----------------------------|
| 1 | Armirani beton | 20,000 | 2,600 | 110,00 | 22,00 | 2500,00 |
| 2 | Knauf Insulation ploča za ravne krovove SmartRoof TOP | 20,000 | 0,038 | 1,10 | 0,22 | 135,00 |
| 3 | Knauf Insulation ploča u nagibu za ravne krovove SmartRoof | 5,000 | 0,040 | 1,10 | 0,06 | 135,00 |
| 4 | Geotekstil 150-200 g/m ² | 0,020 | 0,200 | 1000,00 | 0,20 | 900,00 |
| 5 | Polim. hidro. traka na bazi | 0,020 | 0,140 | 100000,00 | 20,00 | 1200,00 |



Slika 27. prikaz „ravni krov iznad grijanog prostora“

4.2. Proračun površina građevnih dijelova

Otvori:

$$\text{prozor O1: } 140 \cdot 140 = 1,96 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{prozor O2: } 90 \cdot 140 = 1,26 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{prozor O3: } 40 \cdot 140 = 0,84 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{klizna vrata O4: } 200 \cdot 200 = 4 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Vrata zgrade O5: } 100 \cdot 210 = 2,1 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Vrata O6: } 90 \cdot 205 = 1,85 \text{ [m}^2\text{]}$$

Negrijani podrum:

$$\text{Podrum_Z1_ prema tlu: } 8,4 \cdot 1,8 = 15,12 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Podrum_Z2_ prema tlu: } 8,65 \cdot 1,8 = 15,57 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Podrum_Z3_ prema tlu: } 8,4 \cdot 1,8 = 15,12 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Podrum_Z4_ prema tlu: } 8,65 \cdot 1,8 = 15,57 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Podrum_Z1_ vanjski : } 8,4 \cdot 1,2 = 10,08 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Podrum_Z2_ vanjski: } 8,65 \cdot 1,2 = 10,38 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Podrum_Z3_ vanjski: } 8,4 \cdot 1,2 = 10,08 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Podrum_Z4_ vanjski: } 8,65 \cdot 1,2 = 10,38 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Podrum_Z5+Z6: } (2,66 + 4,44) \cdot 2,8 - (0,9 \cdot 2,05 \cdot 2) = 16,19 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Podrum_Z7-Z12: } 28,68 \cdot 2,8 - (0,9 \cdot 2,05 \cdot 6) = 69,23 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Međukatna konstrukcija_podrum_prizemlje: } 8,19 \cdot 8,04 - 4,29 \cdot 2,18 \text{ (stubište)} = 56,49 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Međukatna konstrukcija_podrum_prizemlje (negrijano): } 2,18 \cdot 1,02 = 2,22 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Podrum_pod na tlu: } 8,4 \cdot 8,65 = 72,66 \text{ [m}^2\text{]}$$

| Građevinski dijelovi : | Vrsta : | Površina [m2] | Dio oplošja: | HD : |
|------------------------------------|--|---------------|--------------|------|
| Podrum_Z1_ prema tlu | Zid prema tlu | 15,12 | Ne | Ne |
| Podrum_Z2_ prema tlu | Zid prema tlu | 15,57 | Ne | Ne |
| Podrum_Z3_ prema tlu | Zid prema tlu | 15,12 | Ne | Ne |
| Podrum_Z4_ prema tlu | Zid prema tlu | 15,57 | Ne | Ne |
| | | | | |
| Podrum_Z1_ vanjski zid | Vanjski zid | 10,08 | Ne | Ne |
| Podrum_Z2_ vanjski zid | Vanjski zid | 10,38 | Ne | Ne |
| Podrum_Z3_ vanjski zid | Vanjski zid | 10,08 | Ne | Ne |
| Podrum_Z4_ vanjski zid | Vanjski zid | 10,38 | Ne | Ne |
| | | | | |
| Podrum_Z5+Z6 | Zid prema ne grijanom prostoru | 16,19 | Ne | Ne |
| Podrum_Z7-Z12 | Zid prema ne grijanom prostoru | 69,23 | Ne | Ne |
| | | | | |
| M.K_ podrum_ prizemlje | Stropovi između grijanih dijelova različitih korisnika | 56,49 | Da | Ne |
| M.K_ podrum_ prizemlje (negrijano) | Stropovi prema negrijanim prostorijama | 2,22 | Ne | Ne |
| | | | | |
| Podrum_ pod na tlu | Podovi na tlu | 72,66 | Ne | Ne |

Tablica 11. Negrijani podrum – građevni elementi

Prizemlje:

$$\text{prizemlje_Z1: } 8,67 \cdot 3 = 26,01 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{prizemlje_Z2: } 8,52 \cdot 3 - (O1+O2+O4) = 18,34 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{prizemlje_Z3: } 5,76 \cdot 3 - (O1+O2) = 14,06 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{prizemlje_Z3_1: } 2,58 \cdot 3 - (O3+O5) = 4,8 \text{ [m}^2\text{]}$$

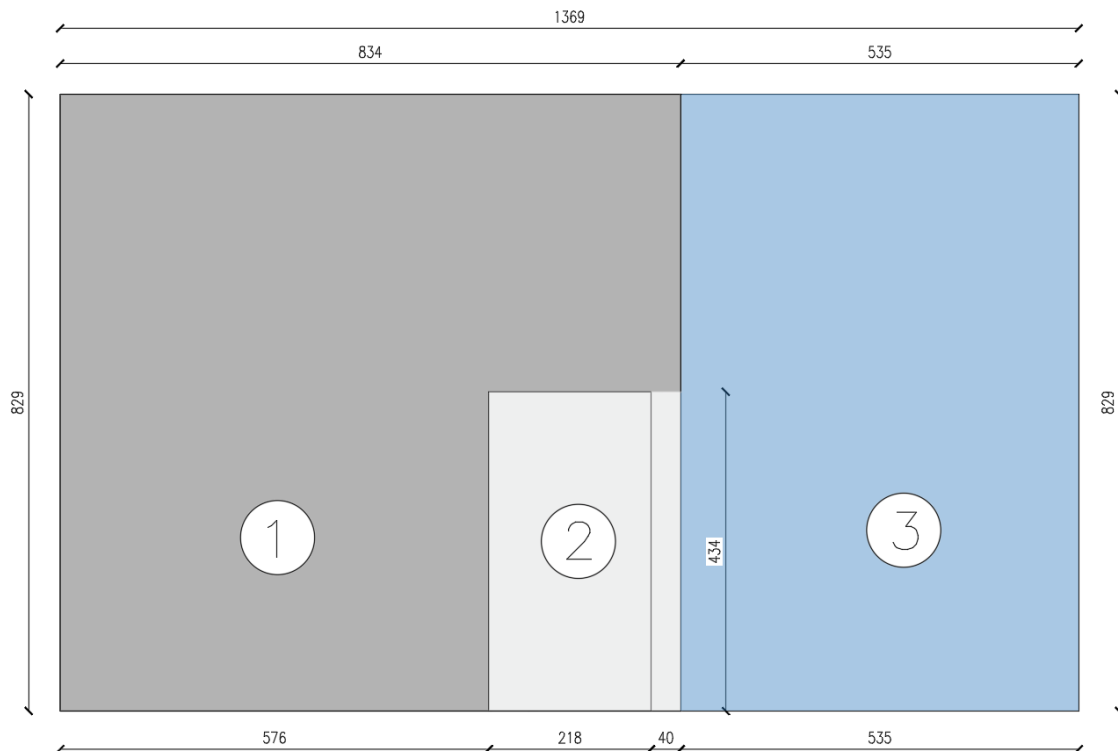
$$\text{prizemlje_Z4: } 3,9 \cdot 3 = 11,7 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{prizemlje_Z4_1: } 4,29 \cdot 3 = 12,87 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{prizemlje_Z5: } 2,18 \cdot 2,8 - O6 = 4,25 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{prizemlje_Z6: } 4,62 \cdot 2,8 = 12,94 \text{ [m}^2\text{]}$$

prizemlje_Z7-Z13: pregradni zidovi



Slika 28. Podjela međukatne konstrukcije između prizemlja i 1. etaže

Gdje su:

1. Međukatna konstrukcija (grijani prostor)
2. Međukatna konstrukcija (negrijani prostor)
3. Međukatna konstrukcija (vanjski prostor)

Međukatna konstrukcija_prizemlje_etaža (grijani prostor): $13,69 \cdot 8,29 - 2,18 \cdot 4,34$
 (negrijani prostor) – $5,35 \cdot 8,29$ (vanjski prostor) = 59,67 [m²]

Međukatna konstrukcija_prizemlje_etaža (negrijani prostor): $2,18 \cdot 1,02 = 2,22$ [m²]

Međukatna konstrukcija_prizemlje_etaža (vanjski prostor): $5,35 \cdot 8,29 = 44,35$ [m²]

| Građevni dijelovi : | Vrsta : | Površina [m ²] | Dio oplošja: | HD : |
|--|--|----------------------------|--------------|------|
| prizemlje_Z1 | Vanjski zid | 26,01 | Da | Ne |
| prizemlje_Z2 | Vanjski zid | 18,34 | Da | Da |
| prizemlje_Z3 | Vanjski zid | 14,06 | Da | Da |
| prizemlje_Z3_1 | Vanjski zid | 4,8 | Ne | Ne |
| prizemlje_Z4 | Vanjski zid | 11,7 | Da | Da |
| prizemlje_Z4_1 | Vanjski zid | 12,87 | Ne | Ne |
| prizemlje_Z5 | Zidovi prema negrijanim prostorijama | 4,25 | Da | Ne |
| prizemlje_Z6 | Zidovi prema negrijanim prostorijama | 12,94 | Da | Ne |
| M.K_ prizemlje_etaža (grijani prostor) | Stropovi između grijanih dijelova različitih korisnika | 59,67 | Ne | Ne |
| M.K_ prizemlje_etaža (negrijani prostor) | Stropovi prema negrijanim prostorijama | 2,22 | Ne | Ne |
| M.K_ prizemlje_etaža (Vanjski prostor) | Stropovi iznad vanjskog zraka | 44,35 | Da | Da |

Tablica 12. Prizemlje – građevni dijelovi

1. etaža:

Prva etaža_Z1: $14,35 \cdot 3 = 43,05$ [m²]

Prva etaža_Z2: $8,29 \cdot 3 - (O1+O2+O4) = 17,65$ [m²]

Prva etaža_Z3: $12,17 \cdot 3 - (2 \cdot (O1 + O2)) = 30,07$ [m²]

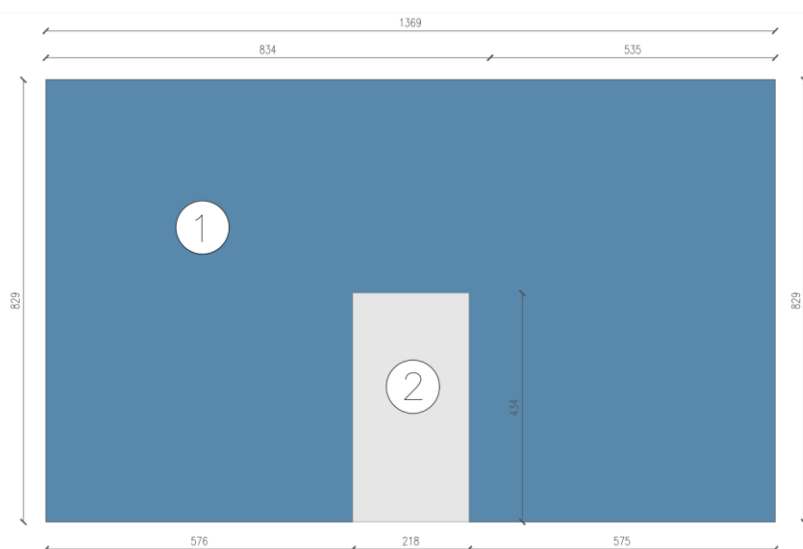
Prva etaža_Z3_1: $2,18 \cdot 3 - (7,4/3 \cdot 0,6)$ (prozor podijeljen u 3 djela) = 5,06 [m²]

Prva etaža_Z4: $8,85 \cdot 3 - (O1+O2+O4) = 19,33$ [m²]

Prva etaža_Z5: $4,62 \cdot 2,8 = 12,94$ [m²]

Prva etaža_Z6: $4,62 \cdot 2,8 = 12,94$ [m²]

Prva etaža_Z7: $3,69 \cdot 2,8 = 10,33$ [m²]



Slika 29. Podjela međukatne konstrukcije između 1. i 2. etaže

Gdje su:

1. Međukatna konstrukcija (grijani prostor)
2. Međukatna konstrukcija (negrijani prostor)

Međukatna konstrukcija 1. etaža_2. etaža (grijani dio): $13,69 \cdot 8,29 - 2,18 \cdot 4,34$ (negrijani prostor) = 104,03 [m²]

Međukatna konstrukcija 1 etaža_2 etaža (negrijani dio) : $2,18 \cdot 1,02 = 2,22$ [m²]

| Građevni dijelovi : | Vrsta : | Površina [m2] | Dio oplošja: | HD : |
|---------------------------------------|--|---------------|--------------|------|
| Prva etaža_Z1 | Vanjski zid | 43,05 | Da | Ne |
| Prva etaža_Z2 | Vanjski zid | 17,65 | Da | Da |
| Prva etaža_Z3 | Vanjski zid | 30,07 | Da | Da |
| Prva etaža_Z3_1 | Vanjski zid | 5,06 | Ne | Ne |
| Prva etaža_Z4 | Vanjski zid | 19,33 | Da | Da |
| Prva etaža_Z5 | Zidovi prema negrijanim prostorijama | 12,94 | Da | Ne |
| Prva etaža_Z6 | Zidovi prema negrijanim prostorijama | 12,94 | Da | Ne |
| Prva etaža_Z7 | Zidovi između grijanih dijelova različitih korisnika | 10,33 | Ne | Ne |
| M.K_1. etaža_2. etaža (grijani dio) | Stropovi između grijanih dijelova različitih korisnika | 104,03 | Ne | Ne |
| M.K_1. etaža_2. etaža (negrijani dio) | Stropovi prema negrijanim prostorijama | 2,22 | Ne | Ne |

Tablica 13. prva etaža – građevni dijelovi

2. etaža:

Druga etaža_Z1: $14,35 \cdot 3 = 43,05$ [m²]

Druga etaža_Z2: $8,29 \cdot 3 - (O1+O2+O4) = 17,65$ [m²]

Druga etaža_Z3: $12,17 \cdot 3 - (2 \cdot (O1 + O2)) = 30,07$ [m²]

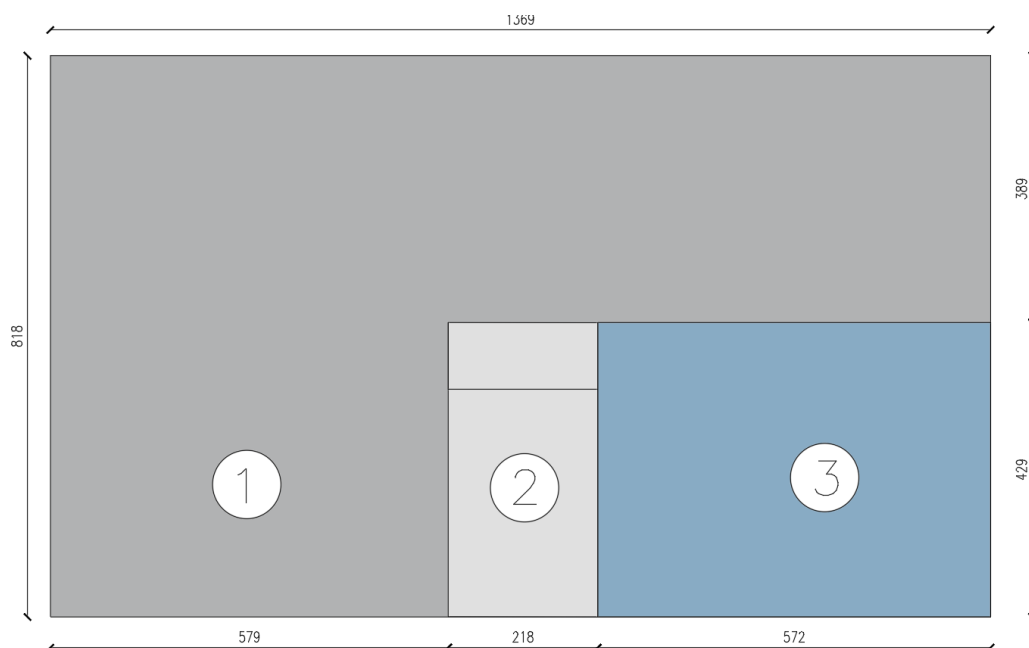
Druga etaža_Z3_1: $2,18 \cdot 3 - (7,4/3 \cdot 0,6)$ (prozor podijeljen u 3 djela) = [m²]

Druga etaža_Z4: $8,85 \cdot 3 - (O1+O2+O4) = 19,33$ [m²]

Druga etaža_Z5: $4,62 \cdot 2,8 = 12,94$ [m²]

Druga etaža_Z6: $4,62 \cdot 2,8 = 12,94$ [m²]

Druga etaža_Z7: $3,69 \cdot 2,8 = 10,33$ [m²]



Slika 30. Podjela međukatne konstrukcije između 2. i 3. etaže

Međukatna konstrukcija 2_3 etaža (grijani dio): $13,69 \cdot 8,18 - (2,18 + 5,72) \cdot 4,29 = 78,09$ [m²]

Međukatna konstrukcija 2_3 etaža (negrijani dio): $2,18 \cdot 1,02 = 2,22$ [m²]

Međukatna konstrukcija 2_3 etaža (vanjski dio): $5,72 \cdot 4,29 = 24,54$ [m²]

| Građevni dijelovi : | Vrsta : | Površina [m2] | Dio oplošja: | HD : |
|---------------------------------------|--|---------------|--------------|------|
| Druga etaža_Z1 | Vanjski zid | 43,05 | Da | Ne |
| Druga etaža_Z2 | Vanjski zid | 17,65 | Da | Da |
| Druga etaža_Z3 | Vanjski zid | 30,07 | Da | Da |
| Druga etaža_Z3_1 | Vanjski zid | 5,06 | Ne | Ne |
| Druga etaža_Z4 | Vanjski zid | 19,33 | Da | Da |
| Druga etaža_Z5 | Zidovi prema negrijanim prostorijama | 12,94 | Da | Ne |
| Druga etaža_Z6 | Zidovi prema negrijanim prostorijama | 12,94 | Da | Ne |
| Druga etaža_Z7 | Zidovi između grijanih dijelova različitih korisnika | 10,33 | Ne | Ne |
| M.K_2. etaža_3. etaža (grijani dio) | Stropovi između grijanih dijelova različitih korisnika | 78,09 | Ne | Ne |
| M.K_2. etaža_3. etaža (negrijani dio) | Stropovi prema negrijanim prostorijama | 2,22 | Ne | Ne |
| M.K_2. etaža_3. etaža (vanjski dio) | ravni krovovi iznad grijanog prostora | 24,54 | Da | Da |

Tablica 14. druga etaža – građevni dijelovi

3. etaža

$$\text{Treća etaža_Z1: } 14,35 \cdot 3 = 43,05 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Treća etaža_Z2: } 4,43 \cdot 3 - O1 - O2 = 10,07 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Treća etaža_Z3: } 4,68 \cdot 3 - O1 - O2 = 10,92 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Treća etaža_Z3_1: } 2,18 \cdot 3 - (7,4/3 \cdot 0,6) = 5,06 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Treća etaža_Z3_2: } 1,43 \cdot 3 = 4,29 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Treća etaža_Z4: } 4,62 \cdot 3 = 13,86 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Treća etaža_Z5: } 6,05 \cdot 3 - O4 = 14,15 \text{ [m}^2\text{]}$$

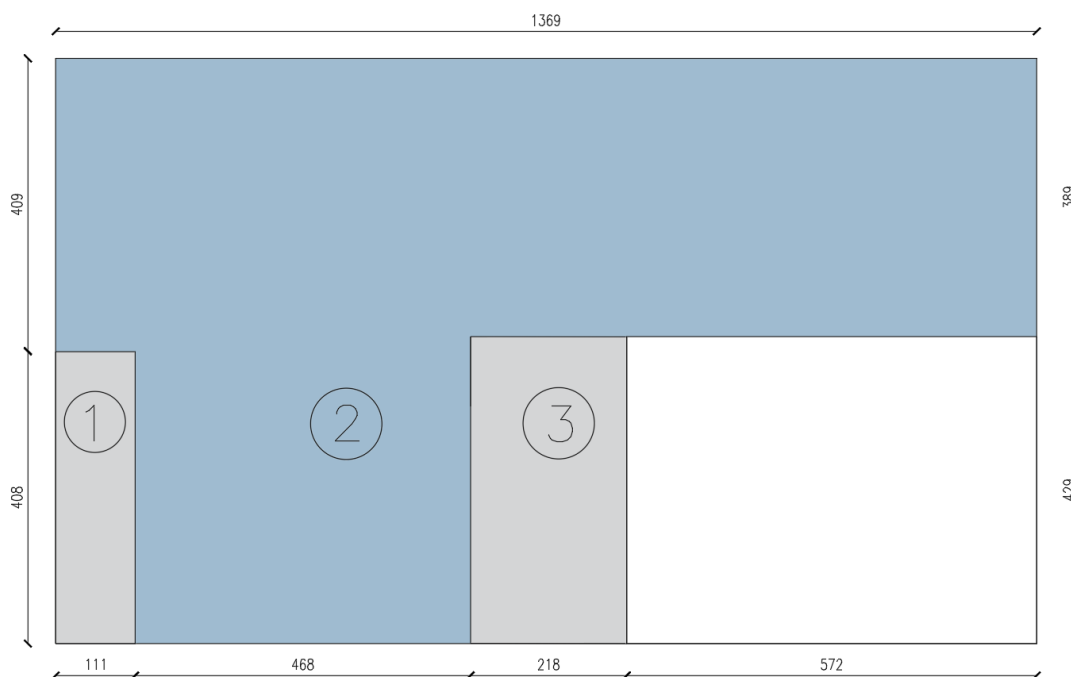
$$\text{Treća etaža_Z5_1: } 2,18 \cdot 2,8 - (1 \cdot 2,05) = 4,05 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Treća etaža_Z6: } 3,56 \cdot 3 - O1 = 8,72 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Treća etaža_Z7: } 4,62 \cdot 2,8 = 12,94 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Treća etaža_Z8: } 4,08 \cdot 2,8 - (1 \cdot 2,05) = 9,37 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Treća etaža_Z9: } 1,44 \cdot 2,8 - (0,9 \cdot 2,05) = 2,2 \text{ [m}^2\text{]}$$



Slika 31. Podjela međukatne konstrukcije između 3. etaže

$$\text{Ravni krov 3 etaža (grijani dio): } 73,56 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Ravni krov 3 etaža (vanjski dio): } 1,11 \cdot 4,08 = 4,53 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Međukatna konstrukcija 3 etaža (negrijani dio) : } 2,18 \cdot 4,29 = 9,35 \text{ [m}^2\text{]}$$

| Građevni dijelovi : | Vrsta : | Površina [m2] | Dio oplošja: | HD : |
|--|--|---------------|--------------|------|
| Treća etaža_Z1 | Vanjski zid | 43,05 | Da | Ne |
| Treća etaža_Z2 | Vanjski zid | 10,07 | Da | Da |
| Treća etaža_Z3 | Vanjski zid | 10,92 | Da | Da |
| Treća etaža_Z3_1 | Vanjski zid | 5,06 | Ne | Ne |
| Treća etaža_Z3_2 | Vanjski zid | 4,29 | Ne | Ne |
| Treća etaža_Z4 | Vanjski zid | 13,86 | Ne | Ne |
| Treća etaža_Z5 | Vanjski zid | 14,15 | Da | Da |
| Treća etaža_Z5_1 | Zidovi prema negrijanim prostorijama | 4,05 | Da | Ne |
| Treća etaža_Z6 | Vanjski zid | 8,72 | Da | Da |
| Treća etaža_Z7 | Zidovi prema negrijanim prostorijama | 12,94 | Da | Ne |
| Treća etaža_Z8 | Vanjski zid | 9,37 | Da | Da |
| Treća etaža_Z9 | Vanjski zid | 2,2 | Da | Da |
| Ravni krov 3 etaža (grijani dio) | Stropovi između grijanih dijelova različitih korisnika | 73,56 | Da | Da |
| Ravni krov 3 etaža (Vanjski dio) | Stropovi prema negrijanim prostorijama | 4,53 | Ne | Ne |
| Ravni krov 3 etaža (negrijani prostor) | ravni krovovi iznad grijanog prostora | 9,35 | Ne | Ne |

Tablica 15. treća etaža – građevni elementi

5. Prijenos topline prema tlu

Potrebno je definirati način prijenosa topline prema tlu – radi li se o podu položenom direktno na tlo, uzdignutom (izdignutom) podu, ili o (ne)grijanom podrumu [1].

Da bismo mogli izvršiti proračun gubitaka poda na tlu, potrebno je prethodno definirati taj pod u Građevnim dijelovima i provjeriti zadovoljava li koeficijent prolaska topline. Također je potrebno definirati i zid koji omeđuje predmetni građevni dio (pod na tlu). Izloženi opseg P predstavlja duljinu spoja poda i vanjskog zida (linijski gubitak – toplinski most) [1].

Definiranje prijenosa topline prema tlu:

Odabrana je stavka **negrijani podrumi** gdje su definirani građevni dijelovi:

| | |
|---------------------|--|
| Vrsta tla | Pijesak, šljunak |
| Zid | podrum_Z1-Z4_prema tlu |
| Pod | Podrum_pod na tlu |
| Strop | Međukatna konstrukcija_podrum_prizemlje |
| Zid iznad nivoa tla | podrum_Z1-Z4_vanjski zid |

Slika 32. Definiranje podataka za prijenos topline prema tlu

$$A = 8,04 \cdot 8,29 = 66,65 \text{ [m}^2\text{]} \text{ (ne uključuje debljinu zida)}$$

$$P = 8,04 \cdot 2 + 8,29 \cdot 2 = 32,66 \text{ [m]} \text{ (ne uključuje debljinu zida)}$$

$$Z = 2 \text{ [m]}$$

Gdje su:

A - Površina poda na tlu [m²]

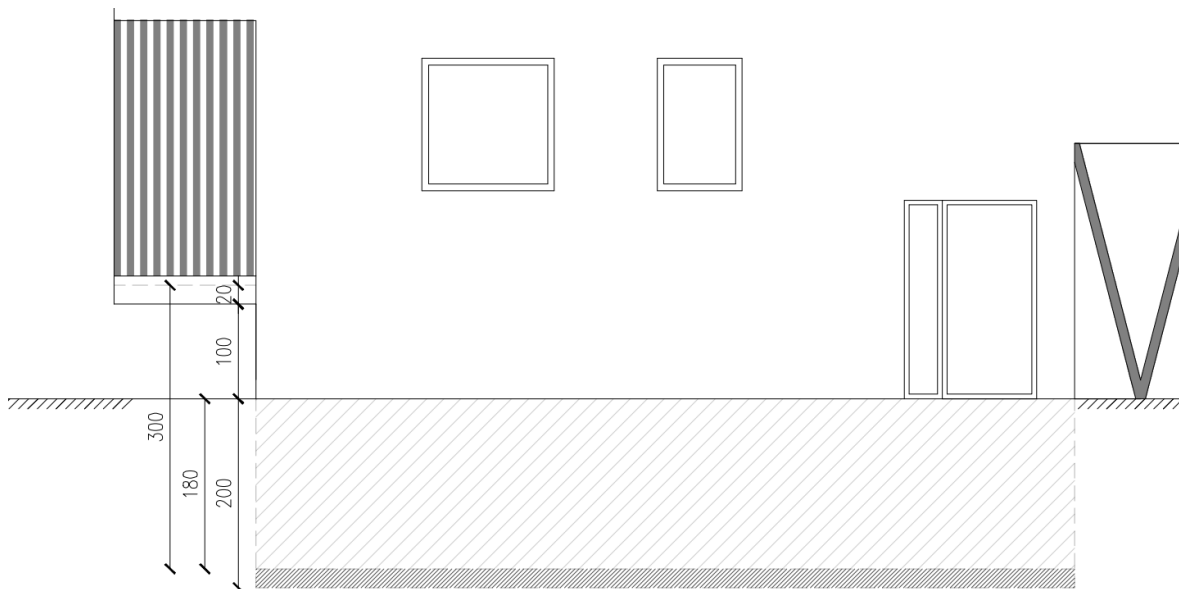
P - izloženi opseg poda [m]

Z - dubina podruma ispod razine tla [m]

Kod negrijanih podruma potrebno je dodati podatke za visinu zida iznad nivoa zemlje, broj izmjena zraka te volumen zraka podruma.

| 03. Vrsta podruma | |
|-------------------|------------------|
| Vrsta podruma | Negrijani podrum |
| n | 0,00 |
| V | 177,79 |
| H | 1,30 |

Slika 33. Definiranje podataka o vrsti podruma potrebnih za prijenos topline prema tlu



Slika 34. dio južnog pročelja potreban za očitavanje podataka potrebnih za gubitke prema tlu

6. Toplinski mostovi

Odabirom tipa toplinskog mosta iz kataloga iz HRN EN ISO 14683:2000 i unosom duljine istog, kumulativno se izračunavaju duljinski gubici za predmetni objekt [1].

Ukoliko ne želimo izračunavati duljinske gubitke prema katalogu detalja, iako se isti javljaju na objektu, ili nemamo katalogizirane detalje, vodeći se čl. Propisa, možemo izbjeći proračun duljinskih gubitaka na taj način, da će program automatski povećanu vrijednost izračunatog koeficijenta prolaska topline (za 0,01; 0,02; 0,05, odnosno 0,1 W/m²K) građevnog dijela uvrstiti u proračun toplinskih (transmisijskih) gubitaka. To je naravno nepreciznija metoda, ali je ponuđena kao alternativa, posebno korisna prilikom izrade energetske certifikata zgrada [1].

Paušalni dodatak UTM=0,10 [W/(m²K)]

Paušalni dodatak UTM=0,02 [W/(m²K)]

Paušalni dodatak UTM=0,05 [W/(m²K)]

Paušalni dodatak UTM=0,01 [W/(m²K)]

Paušalni dodatak u iznosu od UTM = 0,05 [W/(m²K)] se koristi kod novih i rekonstruiranih zgrada ukoliko su toplinski mostovi izrađeni u skladu s prijedlozima iz Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, prilog D, te za to postoji dokumentacija kojom se prikazuju rješenja. U slučaju da rješenja toplinskih mostova nisu izrađena prema „prilogu D“, potrebno je provesti izračun točkastih toplinskih mostova i barem jednostavni izračun toplinskih mostova (svi linijski toplinski mostovi), te priložiti dokaze o izračunu.

Slika 35. Definiranje paušalnog dodatka za toplinske mostove zgrade

7. Otvori

Program omogućuje dvije opcije unosa parametara otvora potrebnih za proračun toplinskih dobitaka i gubitaka. Vrijednost U_g (W/m²K) unosi se isključivo radi provjere zadovoljenja uvjeta Propisa i taj parametar se ne koristi nigdje u samom proračunu, za razliku od vrijednosti U_w (W/m²K) [1].

Unos projektnih vrijednosti deklariranih od strane proizvođača (dobavljača)

U ovom slučaju unose se samo deklarirane (računske) vrijednosti koeficijenta prolaska topline čitavih otvora (prozora, vratiju, kupola,..) s pripadnim plošinama. Pri tome treba paziti na maksimalno dozvoljene vrijednosti istih, a koje su definirane propisom [1].

Na početku se definira tip otvora (prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja, vanjska vrata s neprovidnim krilom, krovne kupole,...), materijal okvira i tip ostakljenja [1].

Broj otvora istog tipa podrazumijeva otvore s istovjetnim karakteristikama. Pri tome se ne misli samo na dimenzije, već i na usmjerenost prema stranama svijeta, utjecaju susjednih objekata itd [1].

Glede ploštine otvora, uglavnom se pretpostavlja da na ploštinu ostakljenog dijela otpada približno 70 ili 80% ploštine otvora. Time se pojednostavnjuje izračun. Moguć je unos i pojedinačnih ploština ostakljenja i okvira [1].

Ukoliko vrijednosti otvora nisu poznate, može se poslužiti tablicom danom u Algoritmu ili propisu, ili pratiti proračun ponuđen programom [1].

The screenshot shows a software interface with two main panels. The left panel, titled 'Brzi unos', contains input fields for defining a window. It includes buttons for 'Novi otvor' and 'Novi otvor - proračun'. The 'Naziv' field is set to 'prozor 140x140'. Below it, 'Aw' is 1,96, 'Ug' is 0,70, and 'Uw' is 1,00. The 'Broj otvora' section has a grid of input fields for various orientations: I: 3,00, Z: 4,00, S: 0,00, J: 6,00, SI: 0,00, SZ: 0,00, JI: 0,00, JZ: 0,00. The right panel, titled 'Deklarirani otvor', shows a list of properties for the selected window. The properties are: Id: 1, Naziv: prozor 140x140, Tip otvora: Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, p, Materijal okvira: PVC, Tip ostakljenja: Trostruko izolirajuće staklo s dva s, e: 0,20, g+: 0,50, Kut nagiba: 90, Približna plošna masa: 37,50, Uf: 2,20, Ug (max): 1,10, Ug: 0,70, Uw (max): 1,60, Uw: 1,00.

Slika 36. Definiranje osnovnih podataka otvora zgrade

Osim toga, treba voditi računa i o usmjerenosti otvora, budući je to vrlo bitan podatak kod provjere prozirnih elemenata glede zaštite od Sunčeva zračenja, kao i toplinskih (Sunčevih) dobitaka [1].

Kod prozirnih elemenata koji nisu sastavni dio pročelja zgrade (otvori unutar objekta, prema negrijanim prostorima i sl.) obavezno treba isključiti opciju „**Otvor je na pročelju zgrade**“ kako se isti ne bi koristio kod provjere zaštite od Sunčeva zračenja, kao i kod transmisijskih dobitaka kroz vanjski omotač zgrade [1].

U slučaju da je otvor na pročelju negrijanog dijela, obavezno ga moramo označiti, iz istog razloga kao i otvor koji nije na pročelju, ali s time da u ovom slučaju taj prozor ulazi u ploštinu pročelja. Za njega se treba provjeriti zaštita od Sunčevog zračenja, kao i Sunčevi dobici [1].

Svakom otvoru potrebno je pridružiti građevni dio na kojem se otvor nalazi. To je bitan podatak radi proračuna površinske kondenzacije. Naime, pretpostavlja se da su uvjeti u pogledu relativne vlažnosti jednaki za čitavu zgradu (zonu). Usprkos tome, program omogućuje u svrhu veće točnosti i definiranje različitih uvjeta vlažnosti unutarnjih prostora. U tom slučaju postoje i različiti uvjeti kojima su otvori izloženi i to je potrebno uzeti u obzir. Osim toga, pridruživanjem otvora određenim građevnim dijelovima, u ispisima će proračuni površinskih kondenzacija otvora biti vezani uz pojedine građevne dijelove čime se znatno povećava preglednost projekta [1].

Ukoliko se otvor ne veže ni uz jedan građevni dio (staklene stijene po čitavoj površini pročelja) tada se taj otvor izdvoji i ispiše u sklopu prvog definiranog građevnog dijela za koji je potreban proračun površinske vlažnosti. Budući da se otvor ne veže niti uz jedan građevni dio za koji su definirani uvjeti unutarnje vlažnosti, potrebno je definirati te uvjete za dotični otvor [1].

7.1. Definiranje otvora:

Prvobitno ostakljenje definirali smo kao dvostruko ostakljenje (4mm), debljine okvira 5,00 mm i debljinom zračnog sloja između ostakljenja od 6,00 mm. Koeficijent prolaska topline kroz otvor jednak je $U_w = 3,6$.

Svi **novi** otvori izrađeni su od PVC materijala te se koristi trostruko izolirajuće staklo s dva stala niske emisije (dvije Low-E obloge).

Ulazna vrata zgrade 100x210 : dio oplošja-ne; dio negrijanog pročelja-da;

Prozor 40x210 : dio oplošja-ne; dio negrijanog pročelja-da;

Prozor 60x740 : dio oplošja-ne; dio negrijanog pročelja-da;

Prozor 90x140: dio oplošja-da; dio negrijanog pročelja-ne;

Prozor 140x140: dio oplošja-da; dio negrijanog pročelja-ne;

Klizna vrata 200x200: dio oplošja-da; dio negrijanog pročelja-ne;

Vrata stana 205x100 : dio oplošja-da; dio pročelja-ne; dio negrijanog pročelja-ne;

Vrata na lođu 100x205 : dio oplošja -da; dio pročelja-da; dio ne grijanog pročelja-ne

Vrata na lođu 90x205 : dio oplošja -da; dio pročelja-da; dio ne grijanog pročelja-ne

Tablica 16. definirani otvori zgrade

| Naziv otvora | U_w [W/m ² K] | Orijentacija | A_w [m ²] | n |
|-----------------------|----------------------------|--------------|-------------------------|------|
| prozor 140x140 | 1,00 | Istok | 1,96 | 3,00 |
| | 1,00 | Zapad | 1,96 | 4,00 |
| | 1,00 | Jug | 1,96 | 6,00 |
| prozor 90x140 | 1,00 | Istok | 1,26 | 2,00 |
| | 1,00 | Zapad | 1,26 | 4,00 |
| | 1,00 | Jug | 1,26 | 6,00 |
| klizna vrata 200x200 | 1,00 | Istok | 4,00 | 2,00 |
| | 1,00 | Zapad | 4,00 | 3,00 |
| | 1,00 | Jug | 4,00 | 1,00 |
| ulazna vrata zgrade | 1,00 | Jug | 2,10 | 1,00 |
| prozor 210x40 | 1,00 | Jug | 0,84 | 1,00 |
| prozor 60x740 | 1,00 | Jug | 4,44 | 1,00 |
| vrata stana | 2,00 | Jug | 2,05 | 6,00 |
| vrata na lođu 100x205 | 1,00 | Zapad | 2,05 | 1,00 |
| vrata na lođu 90x205 | 1,00 | Jug | 1,85 | 1,00 |

8. Transmisijski gubici

8.1. Toplinski gubici kroz građevne dijelove koji graniče s vanjskim prostorom HD

U proračun ulaze građevni dijelovi kroz koje prolazi toplinski tok prema vanjskom prostoru. U kvadratićima potvrđujemo građevne dijelove koji čine taj vanjski omotač. U sumu su već uključeni gubici kroz vanjske otvore. Potvrda je potrebna zbog toga jer program ne može „razumjeti“ koji građevni dijelovi čine vanjski omotač, a koji su vanjska pregrada negrijanih prostora. Radi toga je bitno prilikom definiranja svakog građevnog dijela naznačiti da li isti spada u gubitke „HD“ [1].

| Ukupni transmisijski gubici | | | | | | | |
|---|--|---------------|-------|-------|---------|---------|-------------------------------------|
| Gubici HD | | | | | | | |
| Gubici HG | | | | | | | |
| Gubici HU | | | | | | | |
| Gubici HA | | | | | | | |
| Toplinski gubici kroz građevne dijelove koji graniče s vanjskim prostorom | | | | | | | |
| # | Naziv | Agd | U | K | Gubitak | Označen | |
| 3 | podrum_Z1-Z4_prema tlu | | 61,38 | 4,27 | 0,05 | 265,362 | <input type="checkbox"/> |
| 4 | podrum_Z1-Z4_vanjski zid | | 40,92 | 3,65 | 0,05 | 151,382 | <input type="checkbox"/> |
| 7 | podrum_Z5+Z6 | | 16,19 | 2,45 | 0,05 | 40,521 | <input type="checkbox"/> |
| 8 | Međukatna konstrukcija_podrum_prizemlje_stubiste | | 2,22 | 0,53 | 0,05 | 1,280 | <input type="checkbox"/> |
| 9 | Međukatna konstrukcija_podrum_prizemlje | | 56,49 | 0,52 | 0,05 | 31,987 | <input type="checkbox"/> |
| 10 | Podrum_pod na tlu | | 72,66 | 0,40 | 0,05 | 32,798 | <input type="checkbox"/> |
| 11 | prizemlje_Z1 (susjedna zgrada) | | 26,01 | 0,56 | 0,05 | 15,821 | <input type="checkbox"/> |
| 12 | prizemlje_Z2 | | 18,34 | 0,22 | 0,05 | 4,940 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 13 | prizemlje_Z3 | | 14,06 | 0,22 | 0,05 | 3,787 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 14 | prizemlje_Z3_1 (ne grijani dio zida) | | 4,80 | 0,22 | 0,05 | 1,293 | <input type="checkbox"/> |
| 15 | prizemlje_Z4 | | 11,70 | 0,22 | 0,05 | 3,137 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 16 | prizemlje_Z4_1 (ne grijani dio zida) | | 12,87 | 0,22 | 0,05 | 3,450 | <input type="checkbox"/> |
| 17 | prizemlje_Z5 | | 4,25 | 0,22 | 0,05 | 1,127 | <input type="checkbox"/> |
| 18 | prizemlje_Z6 | | 12,94 | 0,31 | 0,05 | 4,666 | <input type="checkbox"/> |
| 19 | M_K_prizemlje_etaža (grijano) | | 59,67 | 0,52 | 0,05 | 33,787 | <input type="checkbox"/> |
| 20 | M_K_prizemlje_etaža (negrijano) | | 2,22 | 0,56 | 0,05 | 1,355 | <input type="checkbox"/> |
| * Označite građevne dijelove koji su vezani uz gubitke kroz vanjski omotač zgrade, a nisu uključeni u proračun gubitaka kroz tlo i preko negrijanih prostora. | | | | | | | |
| Toplinski gubici kroz vanjske otvore | | | | | | | |
| # | Naziv | $\Sigma(A_w)$ | A_w | U_w | n | Gubitak | |
| 1 | prozor 140x140 | | 25,48 | 1,96 | 1,00 | 13,00 | 25,480 |
| 3 | prozor 90x140 | | 15,12 | 1,26 | 1,00 | 12,00 | 15,120 |
| 4 | klizna vrata 200x200 | | 24,00 | 4,00 | 1,00 | 6,00 | 24,000 |
| 10 | vrata na lođu 100x205 | | 2,05 | 2,05 | 1,00 | 1,00 | 2,050 |
| 11 | vrata na lođu 90x205 | | 1,85 | 1,85 | 1,00 | 1,00 | 1,850 |

Slika 37. definiranje gubitaka građevnih elemenata koji graniče s vanjskim prostorom

8.2. Gubici kroz tlo Hg

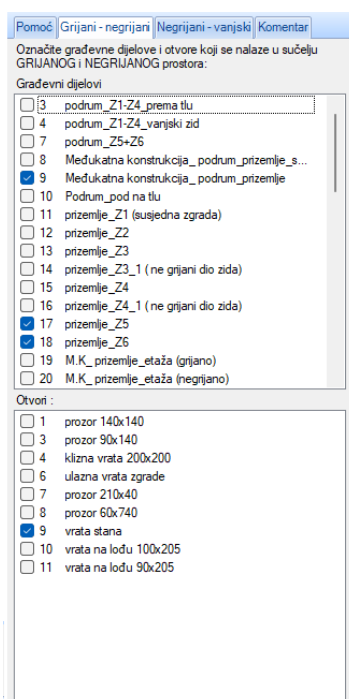
U te gubitke automatski ulaze svi gubici izračunati u dijelu „Prijenos topline preko tla“.

| Gubici kroz tlo | | | | |
|-----------------|-----------------------------|-------------------|------|-------|
| # | Tip gubitka | Pod | U | Hg |
| 1 | Grijani i negrijani podrumi | Podrum_pod na tlu | 0,46 | 52,68 |

Slika 38. gubici prema tlu

8.3. Gubici kroz negrijane prostore Hu

Ovdje je bitno točno odrediti koji građevni dijelovi čine pregrade između grijanog i negrijanog prostora, a koji između negrijanog i vanjskog. Odabirom jedne od opcija „Zrakonepropusnosti“ određujemo broj izmjena zraka n, a obujam negrijanog prostora V moramo izračunati i unijeti sami. U proračun posebno unosimo građevne dijelove, a posebno otvore koji ulaze u gubitke [1].



Slika 39. Definiranje gubitaka kroz negrijane prostorije

8.4. Gubici kroz susjedne zgrade HA

Važno je definirati građevni dio koji razdvaja prostore, te unutarnju projektnu temperaturu susjedne zone (prostora) „ Θ_a “ koja je u ovom slučaju 21 stupanj.

| Gubici kroz susjedne zgrade | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------|-------|------|-------|------------|-------|-------|---|--|
| # | Građevni dio | A | U | Hia | Θ_a | b | Ha | | |
| 2 | prizemlje_Z1 (susjedna zgrada) | 26,01 | 0,56 | 15,82 | 21,00 | -0,08 | -1,23 | ✓ | |
| 3 | prva etaža_Z1 | 43,05 | 0,56 | 26,19 | 21,00 | -0,08 | -2,04 | ✓ | |
| 4 | druga etaža_Z1 | 43,05 | 0,56 | 26,19 | 21,00 | -0,08 | -2,04 | ✓ | |
| 5 | treća etaža_Z1 | 43,05 | 0,22 | 11,41 | 21,00 | -0,08 | -0,89 | ✓ | |

Slika 40. Definiranje gubitaka kroz susjedne zgrade

| Gubitak kroz susjednu zgradu | |
|------------------------------|--------------------------------|
| 01. Osnovni podaci | |
| # | 2 |
| Građevni dio | prizemlje_Z1 (susjedna zgrada) |
| A | 26,01 |
| U | 0,22 |
| Θa | 21,00 |
| Θi | 20,00 |
| Θe,avg,gnj | 7,17 |
| B | -0,08 |
| Hia | 7,01 |
| Ha | -0,55 |

Slika 41. Definiranje unutarnje projektne temperature susjedne zgrade

9. Toplinski gubici

Ventilacijski gubici

Ventilacijski gubici u proračunu potrebne energije sastoje se iz tri dijela: infiltracije, provjetravanja (otvaranje prozora) i mehaničke ventilacije. Odabirom pojedine opcije (klikom na odgovarajući ikonu u traci s ribonima) pristupa se pojedinom dijelu proračuna u koji je potrebno unijeti proračunske podatke [1].

Infiltracija

Odabirom ikone Infiltracija otvara se proračunska tablica gubitaka topline infiltracijom. Infiltracija podrazumijeva izmjenu zraka zbog zrakopropusnosti otvora na vanjskoj ovojnici zgrade. Ovisi o položaju zgrade te o kvaliteti ugrađene stolarije. Također ovisi da li je mehanička ventilacije u zoni prisutna ili nije. Osnovna karakteristika zrakopropusnosti prostora je broj izmjena zraka pri narinutoj razlici tlaka od 50 Pa (n50).

U izbornik „Protok zraka ventilacijom“ potrebno je unijeti nekoliko nužnih podataka za proračun infiltracije [1]:

Kategorija zrakopropusnosti gdje odabirom kategorije zgrade s obzirom na zrakopropusnost definira se prema Algoritmu karakteristični broj izmjena zraka uslijed infiltracije kada bi narinuta razlika tlaka između unutarnjeg i vanjskog prostora iznosila 50 Pa. Moguće je također, umjesto odabira kategorije zgrade prema Algoritmu, unijeti proizvoljnu vrijednost za n50 za što je prethodno potrebno odabrati „Korisnički unos n 50“ [1].

Klasa zaklonjenosti gdje odabirom između tri klase zaklonjenosti definiraju se faktori e_{wind} i f_{wind} potrebni za proračun infiltracije [1].

Klasa izloženosti gdje odabirom između dvije klase izloženi definiraju se parametri e_{wind} i f_{wind} potrebni za proračun infiltracije [1].

| Kategorije za općenito određivanje zrakopropusnosti zgrade | Proračunske vrijednosti za n_{50} [h ⁻¹] |
|--|--|
| I | a) 2 ; b) 1 |
| II | 4 |
| III | 6 |
| IV | 10 |

Tablica 17. (DIN V 18599-2 (4)) Proračunske vrijednosti n_{50} za neispitane zgrade [3]

| | |
|--|---|
| 02. Kategorija zrakopropusnosti | |
| Korisnički unos n_{50} | Ne |
| Kategorija zrakopropusnosti n_{50} | I a - Testiranje zrakopropusnosti nakon završetka zgrade (bez GViK) |
| | 2,00 |
| 03. Klasa zaklonjenosti | |
| Klasa zaklonjenosti | Srednje zaklonjene |
| Klasa izloženosti | Izloženo više od jedne fasade |
| e_{wind} | 0,07 |
| f_{wind} | 15,00 |

Slika 42. Definiranje infiltracije zgrade

10. Toplinski dobici

Solarni dobici (dobici od Sunčeva zračenja)

Da bismo definirali dobitke od Sunčeva zračenja kroz prozirne elemente, potrebno je osim točnih ploština i vrsta ostakljenja i okvira definirati određene parametre. U prvom redu, jedan od osnovnih parametara je orijentacija, te, što je naročito bitno radi proračuna energije za hlađenje – utjecaja zaslona (pomičnih i nepomičnih) [1].

Otvaranjem odabranog otvora ulazimo u prozor u kojem dodatno definiramo utjecaje na prozirne elemente: kut obzora (utjecaj susjednih objekata, drveća,..), utjecaj nadstrešnice i bočnog zaslona kojima se definira vrijednost faktora zasjenjenja F_s [1].

Ukoliko se radi o otvorima koji se nalaze duboko unutar zgrade ili u prostoru jakog zasjenjenja, moguće je naznačiti te otvore i isti neće ulaziti u bilancu toplinskih dobitaka [1]:

Ukupni toplinski dobici | Unutarnji dobici | **Solarni toplinski dobici** | Dobici preko staklenika | Ostali toplinski dobici

Postavke proračuna | Solarni dobici (satni) | Mjesečne vrijednosti

Označite otvore koji ne ulaze u proračun solarnih toplinskih dobitaka.

| Naziv | Tip otvora | I | Z | S | J | SI | SZ | JI | JZ | Σ | Nagib | Kut osj. | Kut h. s. | Kut v. s. |
|---|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|----------|-----------|-----------|
| <input checked="" type="checkbox"/> prozor 140x140 | Prozori, balkonska vrata... | 3,00 | 4,00 | 0,00 | 6,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 13,00 | 90 | 0 | 0 | 0 |
| <input type="checkbox"/> prozor 90x140 | Prozori, balkonska vrata... | 2,00 | 4,00 | 0,00 | 6,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12,00 | 90 | 0 | 0 | 0 |
| <input type="checkbox"/> klizna vrata 200x200 | Prozori, balkonska vrata... | 2,00 | 3,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,00 | 90 | 0 | 0 | 0 |
| <input checked="" type="checkbox"/> ulazna vrata zgrade | Prozori, balkonska vrata... | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 90 | 0 | 0 | 0 |
| <input checked="" type="checkbox"/> prozor 210x40 | Prozori, balkonska vrata... | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 90 | 0 | 0 | 0 |
| <input checked="" type="checkbox"/> prozor 60x740 | Prozori, balkonska vrata... | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 90 | 0 | 0 | 0 |
| <input checked="" type="checkbox"/> vrata stana | Vanjska vrata s neprovi... | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,00 | 90 | 0 | 0 | 0 |
| <input type="checkbox"/> vrata na lođu 100x205 | Prozori, balkonska vrata... | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 90 | 0 | 0 | 0 |
| <input type="checkbox"/> vrata na lođu 90x205 | Prozori, balkonska vrata... | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 90 | 0 | 0 | 0 |

Označite građevne dijelove koji ne ulaze u proračun solarnih toplinskih dobitaka.

| Naziv | Vrsta | I | Z | S | J | SI | SZ | JI | JZ | Σ | Nagib |
|--|--|---|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> prizemlje_Z1 (susjedna zgrada) | Vanjski zidovi | | 0,00 | 0,00 | 26,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 26,01 | 90 |
| <input type="checkbox"/> prizemlje_Z2 | Vanjski zidovi | | 0,00 | 18,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 18,34 | 90 |
| <input type="checkbox"/> prizemlje_Z3 | Vanjski zidovi | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 14,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 14,06 | 90 |
| <input checked="" type="checkbox"/> prizemlje_Z3_1 (ne grijani dio zida) | Vanjski zidovi | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,80 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,80 | 90 |
| <input type="checkbox"/> prizemlje_Z4 | Vanjski zidovi | | 11,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 11,70 | 90 |
| <input checked="" type="checkbox"/> prizemlje_Z4_1 (ne grijani dio zida) | Vanjski zidovi | | 12,87 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12,87 | 90 |
| <input checked="" type="checkbox"/> prizemlje_Z5 | Zidovi prema negrijanim prostorijama | | 12,87 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,25 | 90 |
| <input checked="" type="checkbox"/> prizemlje_Z6 | Zidovi prema negrijanim prostorijama | | 12,87 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12,94 | 90 |
| <input checked="" type="checkbox"/> M.K. prizemlje_etaža (grijano) | Stropovi između grijanih dijelova različi... | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 59,67 | 0 |
| <input checked="" type="checkbox"/> M.K. prizemlje_etaža (negrijano) | Stropovi prema negrijanim prostorijama | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,22 | 0 |
| <input checked="" type="checkbox"/> M.K. prizemlje_etaža (vanjski dio) | Stropovi iznad vanjskog zraka, iznad ... | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 44,35 | 0 |
| <input checked="" type="checkbox"/> prva etaža_Z1 | Vanjski zidovi | | 0,00 | 0,00 | 43,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 43,05 | 90 |
| <input type="checkbox"/> prva etaža_Z2 | Vanjski zidovi | | 0,00 | 17,65 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 17,65 | 90 |
| <input type="checkbox"/> prva etaža_Z3 | Vanjski zidovi | | 0,00 | 30,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 30,07 | 90 |
| <input checked="" type="checkbox"/> prva etaža_Z3_1 | Vanjski zidovi | | 0,00 | 5,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,06 | 90 |

Slika 43. definiranje otvora koji ne ulaze u proračun solarnih toplinskih dobitaka

Unutarnji dobici

Prema uvjetima propisa, unutarnji dobici Q_i računaju se s vrijednošću 5 W/m^2 ploštine korisne površine zgrade i program ih uračunava automatski. Prema novom Algoritmu, tih 5 W/m^2 vrijedi za stambene zgrade, dok se za nestambene zgrade pretpostavlja 6 W/m^2 [1].

Ukupni dobici | Solarni dobici | Dobici kroz staklenike | Unutarnji dobici | Ostali dobici | Zatvori

Proračun prema propisu

Unos vrijednosti

Proračun prema HR/EN 13790

Proračun unutarnjih dobitaka

Proračun solarnih dobitaka

Solarni dobici

Proračun sta

Ukupni toplinski dobici | **Unutarnji dobici** | Solarni toplinski dobici | Dobici preko staklenika | Ostali toplinski dobici

Unutarnji dobici

| Vrsta proračuna | Proračun unutarnjih dobitaka prema tehničkom propisu | |
|---------------------------------------|--|------------------------|
| Ak [m ²] | 311,18 | |
| q _{spec} [W/m ²] | 5,00 | |
| Mjesec | t [h] | Q _{int} [kWh] |
| Siječanj | 744 | 1.157,59 |
| Veljača | 672 | 1.045,57 |
| Ožujak | 744 | 1.157,59 |
| Travanj | 720 | 1.120,25 |
| Svibanj | 744 | 1.157,59 |
| Lipanj | 720 | 1.120,25 |
| Srpanj | 744 | 1.157,59 |
| Kolovoz | 744 | 1.157,59 |
| Rujan | 720 | 1.120,25 |
| Listopad | 744 | 1.157,59 |
| Studeni | 720 | 1.120,25 |
| Prosinac | 744 | 1.157,59 |
| Ukupni unutarnji dobici [kWh] | 8760 | 13.629,68 |

Slika 44. rezultati unutarnjih dobitaka

11. Zaštita od Sunčevog zračenja

Ovom opcijom provjerava se da li pojedine prostorije zgrade zadovoljavaju po pitanju opasnosti od prekomjernog zagrijavanja tijekom ljetnog perioda [1].

Prvo je potrebno unijeti promatranu prostoriju. „Kritične“ prostorije su one kod kojih je relativni udio ostakljenih ploština u odnosu na neprozirne dijelove najveći. Naravno, „kritične“ strane su najviše jug, zapad, istok, a najmanje sjever. Moguće je, radi sigurnosti unijeti pojedine prostorije za svaku stranu svijeta [1].

Definiranje ukupne površine građevnog dijela „Agd“ [m²] (bez ploštine otvora) :

Stan A

$$Z3: 6,09 \times 2,8 - O1 - O2 = 13,83 \text{ (Jug)}$$

$$Z2: 8,85 \times 2,8 - O1 - O2 - O4 = 17,56 \text{ (Zapad)}$$

Stan B1 i B2

$$Z3 : 6,08 \times 2,8 - O1 - O2 = 13,8 \text{ (Jug)}$$

$$Z2: 8,85 \times 2,8 - O1 - O2 - O4 = 17,56 \text{ m}^2 \text{ (Zapad)}$$

Stan C1 i C2

$$Z3: 6,09 \times 2,8 - O1 - O2 = 13,83 \text{ (Jug)}$$

$$Z4: 8,85 \times 2,8 - O1 - O2 - O4 = 17,56 \text{ m}^2 \text{ (Istok)}$$

Stan D

$$Z3: 4,68 \times 2,8 - O1 - O2 = 9,98 \text{ m}^2 \text{ (Jug)}$$

$$Z5 : 5,76 \times 2,8 - O4 = 12,13 \text{ m}^2 \text{ (Jug)}$$

$$Z9: 1,11 \times 2,8 - (0,9 \times 2,05) = 1,26 \text{ m}^2 \text{ (Jug)}$$

$$Z6 : 4,22 \times 2,8 - O1 = 11,81 \text{ m}^2 \text{ (Istok)}$$

$$Z2: 4,43 \times 2,8 - O1 - O2 = 9,18 \text{ m}^2 \text{ (Zapad)}$$

$$Z8 : 4,08 \times 2,8 - (1 \times 2,05) = 9,37 \text{ (Zapad)}$$

| Zaštita od Sunčevog zračenja | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------|--------------|---------------------|----------------------|------|--------------------|--------------------------|---|
| Prostorije | | | | | | | | |
| # | Naziv prostorije | Orijentacija | A [m ²] | Ag [m ²] | f | g _{tot} f | g _{tot} f (max) | |
| 3 | Stan A (Jug) | Jug | 17,28 | 2,58 | 0,15 | 0,07 | 0,20 | ✓ |
| 4 | Stan A (Zapad) | Zapad | 25,56 | 5,78 | 0,23 | 0,10 | 0,20 | ✓ |
| 5 | Stan B1/B2 (Jug) | Jug | 16,30 | 2,58 | 0,16 | 0,07 | 0,20 | ✓ |
| 6 | Stan B1/B2 (Zapad) | Zapad | 24,78 | 5,78 | 0,23 | 0,10 | 0,20 | ✓ |
| 7 | Stan C1/C2 (Jug) | Jug | 17,05 | 2,58 | 0,15 | 0,07 | 0,20 | ✓ |
| 8 | Stan C1/C2 (Istok) | Istok | 24,78 | 5,78 | 0,23 | 0,10 | 0,20 | ✓ |
| 9 | Stan D Z3 (jug) | Jug | 13,20 | 2,58 | 0,20 | 0,09 | 0,20 | ✓ |
| 10 | Stan D Z5 (jug) | Jug | 16,13 | 3,20 | 0,20 | 0,09 | 0,20 | ✓ |
| 11 | Stan D Z9 (jug) | Jug | 3,11 | 1,48 | 0,48 | 0,21 | 0,20 | ✗ |
| 12 | Stan D Z6 (Istok) | Istok | 13,77 | 1,57 | 0,11 | 0,05 | 0,20 | ✓ |
| 13 | Stan D Z2 (Zapad) | Zapad | 13,29 | 2,58 | 0,19 | 0,09 | 0,20 | ✓ |
| 14 | Stan D Z8 (Zapad) | Zapad | 11,42 | 1,64 | 0,14 | 0,06 | 0,20 | ✓ |

| Otvori prostorije | | | | | | | | |
|-------------------|----------------|------|------|------|----------------|---|---|--|
| # | Naziv Otvora | Fc | Aw | Ag | g _± | n | | |
| 3 | prozor 140x140 | 1,00 | 1,96 | 1,57 | 0,50 | 1 | ✓ | |
| 6 | prozor 90x140 | 1,00 | 1,26 | 1,01 | 0,50 | 1 | ✓ | |

Slika 45. Prikaz definiranih otvora

Odabirom opcije „Prikaži kritične prostorije“ može se vidjeti da li svi kritični građevni dijelovi zgrade zadovoljavaju.

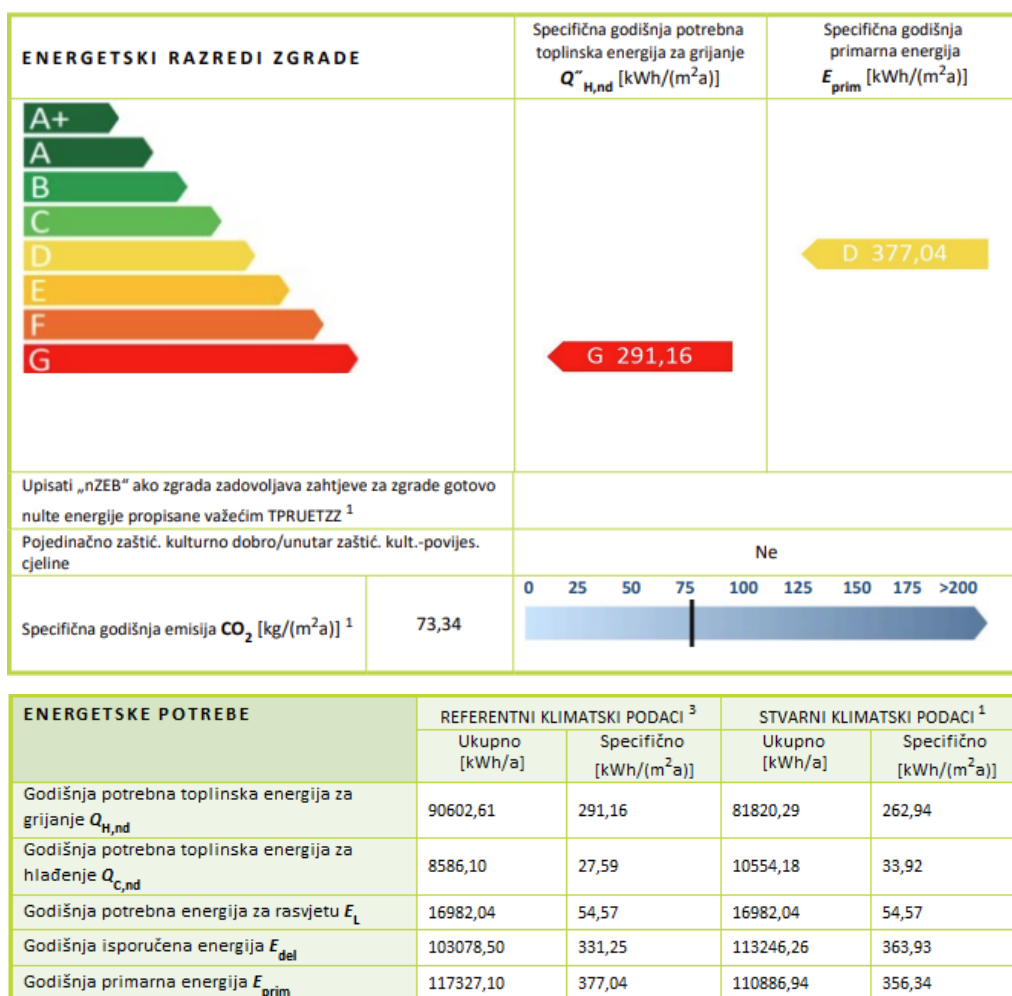
| Zaštita od Sunčevog zračenja | | | | | | | | |
|--|--------------------|--------------|---------------------|----------------------|------|--------------------|--------------------------|---|
| Prostorije (Prikazuju se samo kritične prostorije) | | | | | | | | |
| # | Naziv prostorije | Orijentacija | A [m ²] | Ag [m ²] | f | g _{tot} f | g _{tot} f (max) | |
| 8 | Stan C1/C2 (Istok) | Istok | 24,78 | 5,78 | 0,23 | 0,10 | 0,20 | ✓ |
| 6 | Stan B1/B2 (Zapad) | Zapad | 24,78 | 5,78 | 0,23 | 0,10 | 0,20 | ✓ |
| 11 | Stan D Z9 (jug) | Jug | 3,11 | 1,48 | 0,48 | 0,21 | 0,20 | ✗ |

| Otvori prostorije | | | | | | | | |
|-------------------|---------------------|------|------|------|----------------|---|---|--|
| # | Naziv Otvora | Fc | Aw | Ag | g _± | n | | |
| 17 | kizna vrata 200x200 | 1,00 | 4,00 | 3,20 | 0,50 | 1 | ✓ | |
| 18 | prozor 90x140 | 1,00 | 1,26 | 1,01 | 0,50 | 1 | ✓ | |
| 19 | prozor 140x140 | 1,00 | 1,96 | 1,57 | 0,50 | 1 | ✓ | |

Slika 46. Prikaz kritičnih prostorija

„Stan D Z9 (jug)“ prikazuje da ne zadovoljava, što je u pravilu ispravno ali pošto na južnoj strani postoji građevni dio „Z3_2“ koji zaklanja većinu sunca koje može dospjeti do zida „Z9 (jug)“ može se zanemariti utjecaj sunca na isti zid.

12. Rezultati proračuna (prvobitno stanje)



Slika 47. Energetski certifikat zgrade u prvobitnom stanju

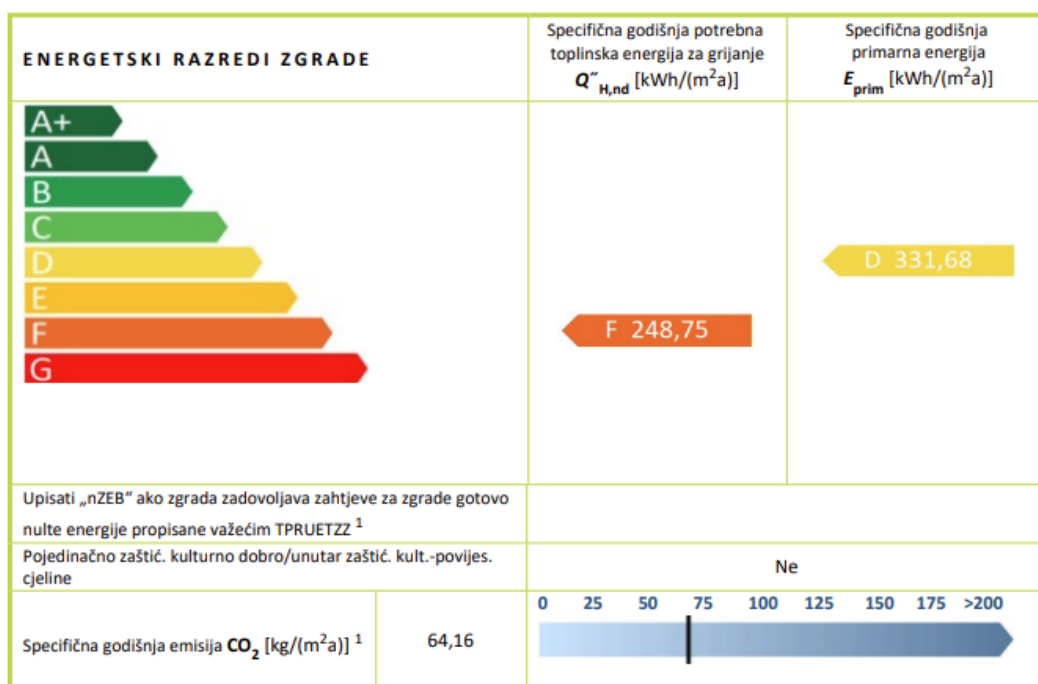
Tablica 18. Rezultati proračuna potrošnje i cijene energenata

| Energent | E_{del} [kWh] | Ogrijevna vrijednost | Godišnja potrošnja | Jedinica mjere | Cijena [eur/kWh] | Ukupna cijena [eur] |
|---------------------|-----------------|----------------------|--------------------|----------------|------------------|---------------------|
| Prirodni plin | 85710,04 | 9,5937 | 8933,95 | m ³ | 0,039 | 3342,69 |
| Električna energija | 10554,18 | 1,0000 | 10554,18 | kWh | 0,11 | 1120,62 |

Tablica 19. Rezultati proračuna godišnje emisije CO₂

| Energent | E_{del} [kWh] | Faktor CO ₂ [kg/kWh] | Godišnja emisija CO ₂ [kg] |
|---------------------|-----------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| Prirodni plin | 85710,04 | 0,2202 | 18873,35 |
| Električna energija | 10554,18 | 0,2348 | 2478,23 |

13. Rezultati proračuna 1. mjere (prvobitno stanje sa ugrađenom novom stolarijom)



| ENERGETSKE POTREBE | REFERENTNI KLIMATSKI PODACI ³ | | STVARNI KLIMATSKI PODACI ¹ | |
|---|--|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| | Ukupno [kWh/a] | Specifično [kWh/(m ² a)] | Ukupno [kWh/a] | Specifično [kWh/(m ² a)] |
| Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ | 77405,23 | 248,75 | 69739,76 | 224,11 |
| Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$ | 8794,55 | 28,26 | 10779,33 | 34,64 |
| Godišnja potrebna energija za rasvjetu E_L | 16982,04 | 54,57 | 16982,04 | 54,57 |
| Godišnja isporučena energija E_{del} | 90089,53 | 289,51 | 101390,88 | 325,83 |
| Godišnja primarna energija E_{prim} | 103212,40 | 331,68 | 98022,15 | 315,00 |

Slika 48. Energetski certifikat zgrade nakon implementacije 1. mjere

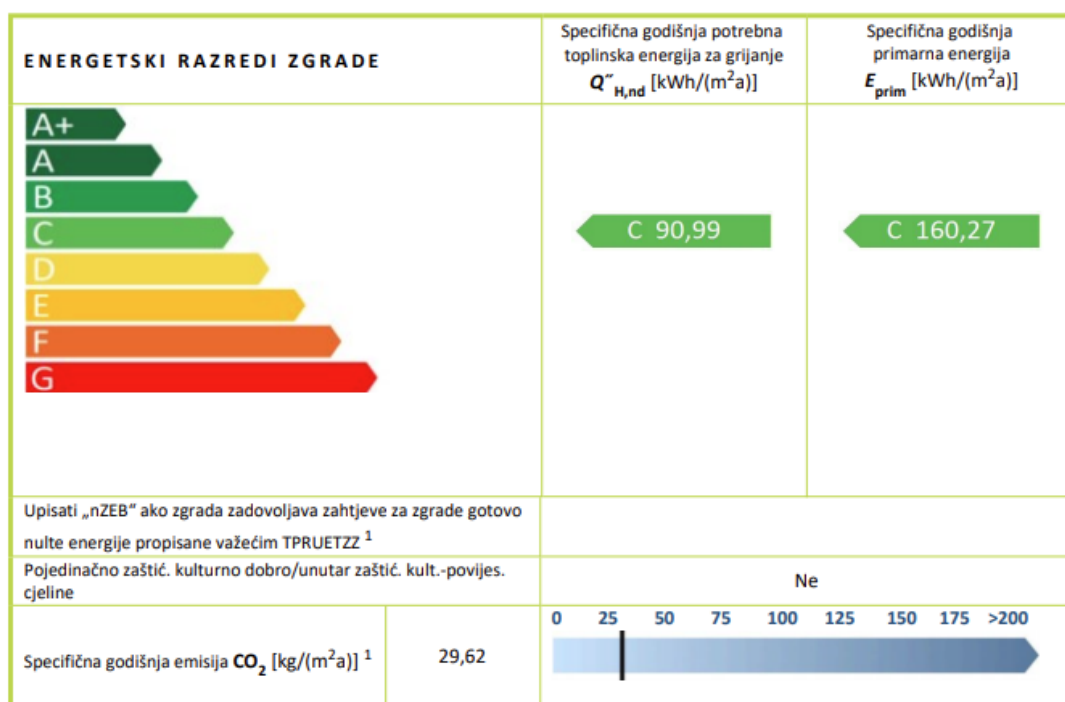
Tablica 20. Rezultati proračuna potrošnje i cijene energenata.

| Energent | E_{del} [kWh] | Ogrijevna vrijednost | Godišnja potrošnja | Jedinica mjere | Cijena [eur/kWh] | Ukupna cijena [eur] |
|---------------------|-----------------|----------------------|--------------------|----------------|------------------|---------------------|
| Prirodni plin | 73629,51 | 9,5937 | 7674,74 | m ³ | 0,039 | 2871,55 |
| Električna energija | 10779,33 | 1,0000 | 10779,33 | kWh | 0,11 | 1185,73 |

Tablica 21. Rezultati proračuna godišnje emisije CO₂

| Energent | E_{del} [kWh] | Faktor CO ₂ [kg/kWh] | Godišnja emisija CO ₂ |
|---------------------|-----------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Prirodni plin | 73629,51 | 0,2202 | 16213,22 |
| Električna energija | 10779,33 | 0,2348 | 2531,09 |

14. Rezultati proračuna 2. mjere (prvobitno stanje sa ETICS sustavom)



| ENERGETSKE POTREBE | REFERENTNI KLIMATSKI PODACI ³ | | STVARNI KLIMATSKI PODACI ¹ | |
|---|--|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| | Ukupno [kWh/a] | Specifično [kWh/(m ² a)] | Ukupno [kWh/a] | Specifično [kWh/(m ² a)] |
| Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ | 28313,50 | 90,99 | 24718,31 | 79,43 |
| Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$ | 9052,77 | 29,09 | 10717,30 | 34,44 |
| Godišnja potrebna energija za rasvjetu E_L | 16982,04 | 54,57 | 16982,04 | 54,57 |
| Godišnja isporučena energija E_{del} | 41256,03 | 132,58 | 56307,41 | 180,95 |
| Godišnja primarna energija E_{prim} | 49873,74 | 160,27 | 48623,56 | 156,26 |

Slika 49. Energetski certifikat zgrade nakon implementacije 2. mjere

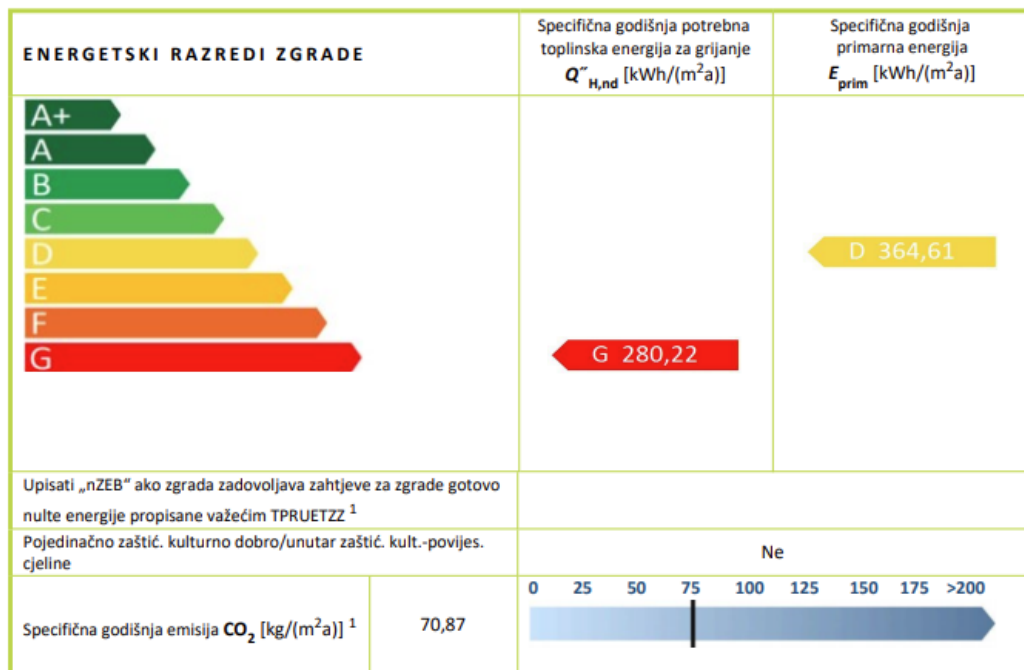
Tablica 22. Rezultati proračuna potrošnje i cijene energenata.

| Energent | E_{del} [kWh] | Ogrijevna vrijednost | Godišnja potrošnja | Jedinica mjere | Cijena [eur/kWh] | Ukupna cijena [eur] |
|---------------------|-----------------|----------------------|--------------------|----------------|------------------|---------------------|
| Prirodni plin | 28608,06 | 9,5937 | 2981,95 | m ³ | 0,039 | 1115,71 |
| Električna energija | 10717,30 | 1,0000 | 10717,30 | kWh | 0,11 | 1178,9 |

Tablica 23. Rezultati proračuna godišnje emisije CO₂

| Energent | E_{del} [kWh] | Faktor CO ₂ [kg/kWh] | Godišnja emisija CO ₂ |
|---------------------|-----------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Prirodni plin | 28608,06 | 0,2202 | 6299,50 |
| Električna energija | 10717,30 | 0,2348 | 2516,53 |

15. Rezultati proračuna 3. mjere (prvobitno stanje sa izolacijom ravnog krova)



| ENERGETSKE POTREBE | REFERENTNI KLIMATSKI PODACI ³ | | STVARNI KLIMATSKI PODACI ¹ | |
|---|--|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| | Ukupno [kWh/a] | Specifično [kWh/(m ² a)] | Ukupno [kWh/a] | Specifično [kWh/(m ² a)] |
| Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ | 87197,56 | 280,22 | 78680,13 | 252,84 |
| Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$ | 8500,25 | 27,32 | 10473,02 | 33,66 |
| Godišnja potrebna energija za rasvjetu E_L | 16982,04 | 54,57 | 16982,04 | 54,57 |
| Godišnja isporučena energija E_{del} | 99587,57 | 320,03 | 110024,95 | 353,57 |
| Godišnja primarna energija E_{prim} | 113460,00 | 364,61 | 107317,48 | 344,87 |

Slika 50. Energetski certifikat zgrade nakon implementacije 3. mjere

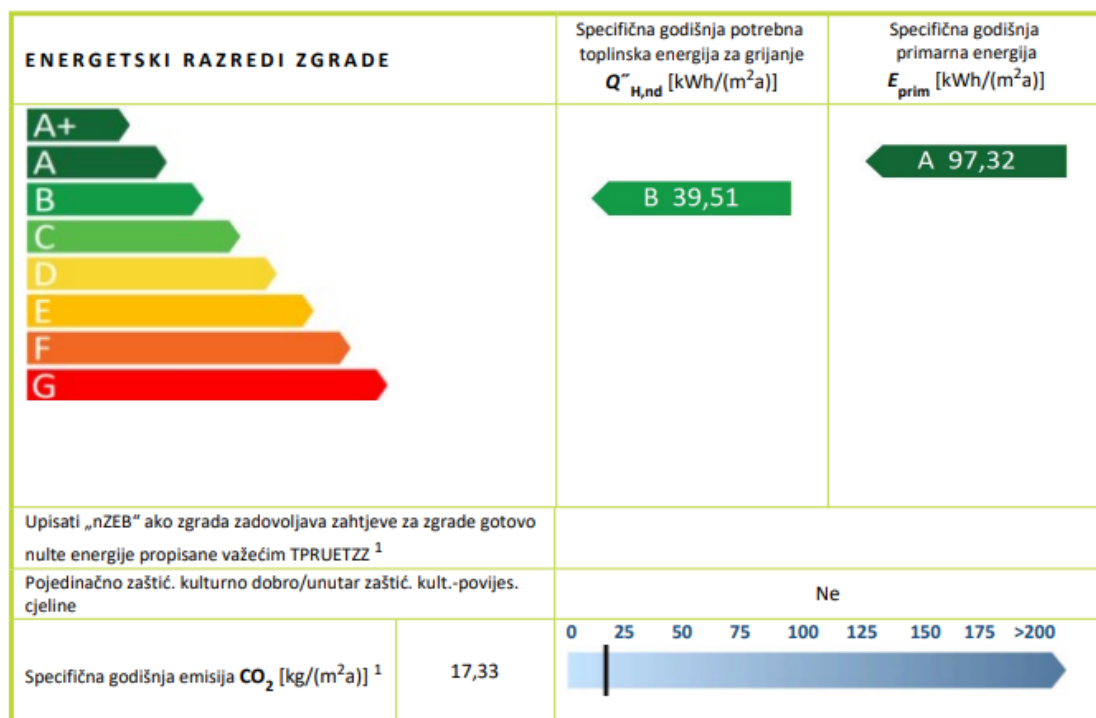
Tablica 24. Rezultati proračuna potrošnje i cijene energenata.

| Energent | E_{del} [kWh] | Ogrijevna vrijednost | Godišnja potrošnja | Jedinica mjere | Cijena [eur/kWh] | Ukupna cijena [eur] |
|---------------------|-----------------|----------------------|--------------------|----------------|------------------|---------------------|
| Prirodni plin | 82569,88 | 9,5937 | 8606,64 | m ³ | 0,039 | 3220,23 |
| Električna energija | 10473,02 | 1,0000 | 10473,02 | kWh | 0,11 | 1152,03 |

Tablica 25. Rezultati proračuna godišnje emisije CO₂

| Energent | E_{del} [kWh] | Faktor CO ₂ [kg/kWh] | Godišnja emisija CO ₂ |
|---------------------|-----------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Prirodni plin | 82569,88 | 0,2202 | 18181,89 |
| Električna energija | 10473,02 | 0,2348 | 2459,17 |

16. Rezultati proračuna (energetski obnovljena zgrada)



| ENERGETSKE POTREBE | REFERENTNI KLIMATSKI PODACI ³ | | STVARNI KLIMATSKI PODACI ¹ | |
|---|--|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| | Ukupno [kWh/a] | Specifično [kWh/(m ² a)] | Ukupno [kWh/a] | Specifično [kWh/(m ² a)] |
| Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ | 12294,74 | 39,51 | 10685,35 | 34,34 |
| Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$ | 7782,46 | 25,01 | 9131,68 | 29,35 |
| Godišnja potrebna energija za rasvjetu E_L | 16982,04 | 54,57 | 16982,04 | 54,57 |
| Godišnja isporučena energija E_{del} | 23966,95 | 77,02 | 40688,82 | 130,76 |
| Godišnja primarna energija E_{prim} | 30282,91 | 97,32 | 30698,26 | 98,65 |

Slika 51. Energetski certifikat zgrade nakon implementacije svih mjera

Tablica 26. Proračun potrošnje i cijene energenata

| Energent | E_{del} [kWh] | Ogrijevna vrijednost | Godišnja potrošnja | Jedinica mjere | Cijena [eur/kWh] | Ukupna cijena [eur] |
|---------------------|-----------------|----------------------|--------------------|----------------|------------------|---------------------|
| Prirodni plin | 14575,10 | 9,5937 | 1519,23 | m ³ | 0,039 | 568,43 |
| Električna energija | 9131,68 | 1,0000 | 9131,68 | kWh | 0,11 | 1004,48 |

Tablica 27. Rezultati proračuna godišnje emisije CO₂

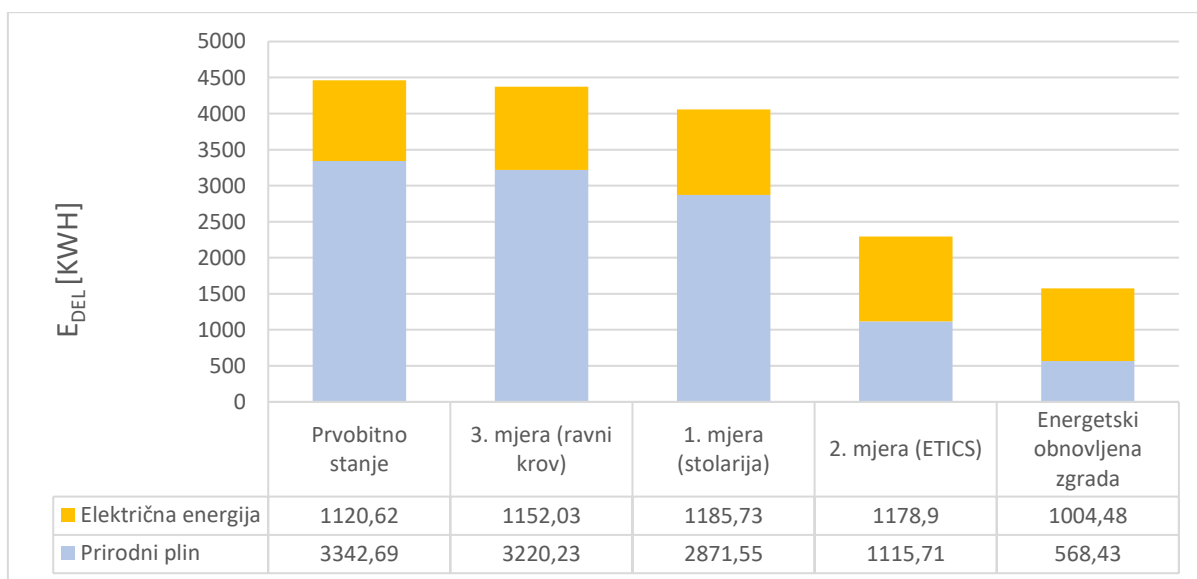
| Energent | E_{del} [kWh] | Faktor CO ₂ [kg/kWh] | Godišnja emisija CO ₂ |
|---------------------|-----------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Prirodni plin | 14575,10 | 0,2202 | 3209,44 |
| Električna energija | 9131,68 | 0,2348 | 2144,21 |

17. Rezultati proračuna

Tablica 28. Proračun godišnje potrošnje i cijene energenata

| Mjera energetske obnove | Energent | E_{del} [kWh] | Ogrijevna vrijednost | Godišnja potrošnja | Jedinica mjere | Cijena [eur/kWh] | Ukupna cijena [eur] |
|------------------------------|---------------|-----------------|----------------------|--------------------|----------------|------------------|---------------------|
| Prvobitno stanje | Prirodni plin | 85710,04 | 9,5937 | 8933,95 | m3 | 0,039 | 3342,69 |
| 1. mjera (stolarija) | Prirodni plin | 73629,51 | 9,5937 | 7674,74 | m3 | 0,039 | 2871,55 |
| 2. mjera (ETICS) | Prirodni plin | 28608,06 | 9,5937 | 2981,95 | m3 | 0,039 | 1115,71 |
| 3. mjera (ravni krov) | Prirodni plin | 82569,88 | 9,5937 | 8606,64 | m3 | 0,039 | 3220,23 |
| Energetski obnovljena zgrada | Prirodni plin | 14575,10 | 9,5937 | 1519,23 | m3 | 0,039 | 568,43 |

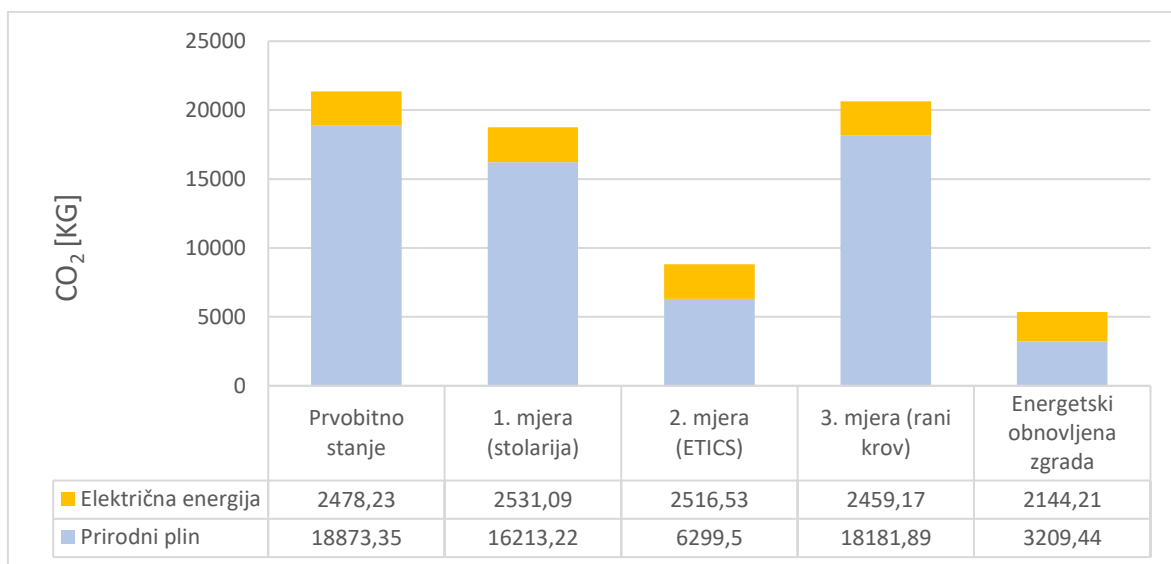
| | | | | | | | |
|------------------------------|---------------------|----------|--------|----------|-----|------|---------|
| Prvobitno stanje | Električna energija | 10554,18 | 1,0000 | 10554,18 | kWh | 0,11 | 1120,62 |
| 1. mjera (stolarija) | Električna energija | 10779,33 | 1,0000 | 10779,33 | kWh | 0,11 | 1185,73 |
| 2. mjera (ETICS) | Električna energija | 10717,30 | 1,0000 | 10717,30 | kWh | 0,11 | 1178,9 |
| 3. mjera (ravni krov) | Električna energija | 10473,02 | 1,0000 | 10473,02 | kWh | 0,11 | 1152,03 |
| Energetski obnovljena zgrada | Električna energija | 9131,68 | 1,0000 | 9131,68 | kWh | 0,11 | 1004,48 |



Graf 1. utjecaj energetske obnove na godišnju cijenu energenata

Tablica 29. Rezultati proračuna godišnje emisije CO₂

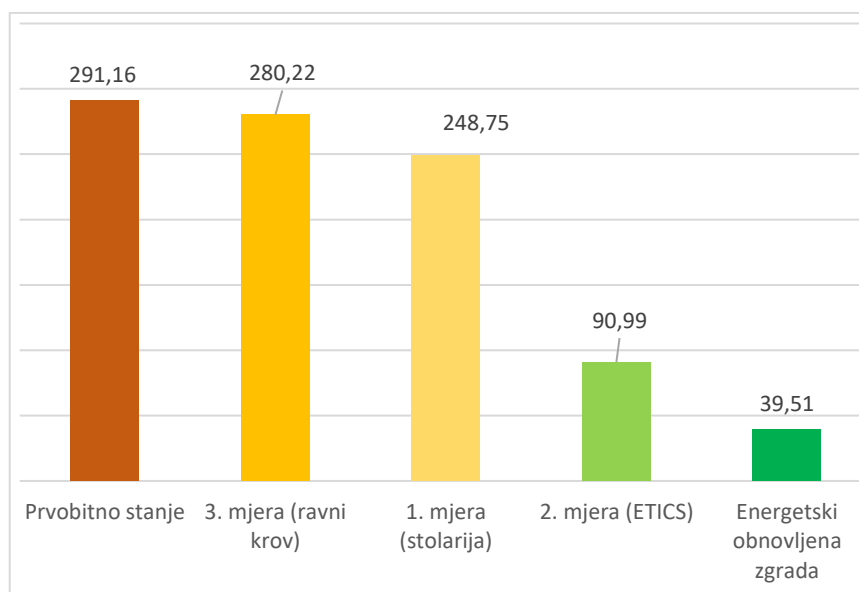
| Mjera energetske obnove | Energent | E _{del} [kWh] | Faktor CO ₂ [kg/kWh] | Godišnja emisija CO ₂ [kg] |
|------------------------------|---------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| Prvobitno stanje | Prirodni plin | 85710,04 | 0,2202 | 18873,35 |
| | Električna | 10554,18 | 0,2348 | 2478,23 |
| 1. mjera (stolarija) | Prirodni plin | 73629,51 | 0,2202 | 16213,22 |
| | Električna | 10779,33 | 0,2348 | 2531,09 |
| 2. mjera (ETICS) | Prirodni plin | 28608,06 | 0,2202 | 6299,50 |
| | Električna | 10717,30 | 0,2348 | 2516,53 |
| 3. mjera (rani krov) | Prirodni plin | 82569,88 | 0,2202 | 18181,89 |
| | Električna | 10473,02 | 0,2348 | 2459,17 |
| Energetski obnovljena zgrada | Prirodni plin | 14575,10 | 0,2202 | 3209,44 |
| | Električna | 9131,68 | 0,2348 | 2144,21 |



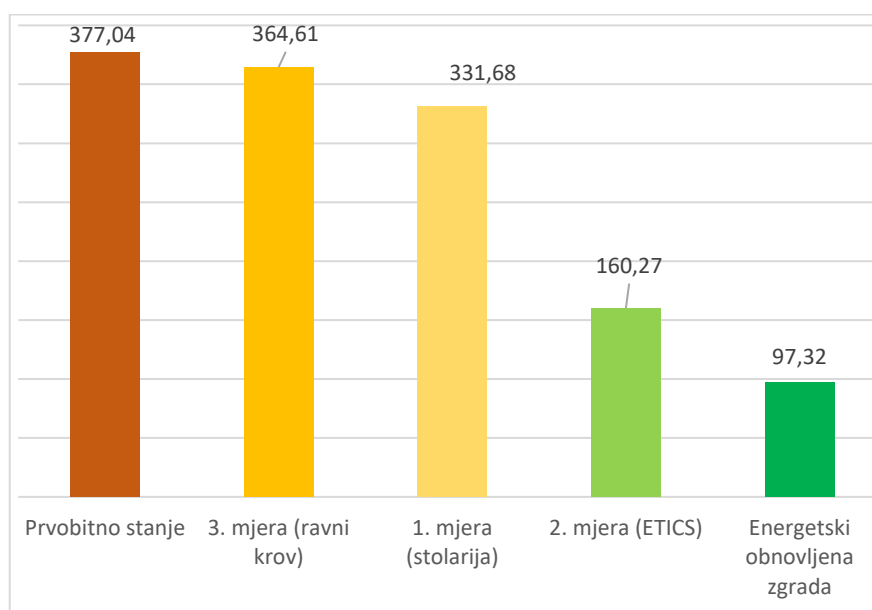
Graf 2. utjecaj energetske obnove na godišnju emisiju CO₂ [kg]

Tablica 30. Rezultati proračuna potrebne godišnje specifične energije za grijanje $Q_{H,nd}$ i specifične primarne energije E_{prim}

| Mjera energetske obnove | $Q_{H,nd}$ [kWh/m ² a] | E_{prim} [kWh/m ² a] |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Prvobitno stanje | 291,16 | 377,04 |
| 1. mjera (stolarija) | 248,75 | 331,68 |
| 2. mjera (ETICS) | 90,99 | 160,27 |
| 3. mjera (ravni krov) | 280,22 | 364,61 |
| Energetski obnovljena zgrada | 39,51 | 97,32 |



Graf 3. Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ [kWh/m²a]



Graf 4. Specifična godišnja primarna energija E_{prim} [kWh/m²a]

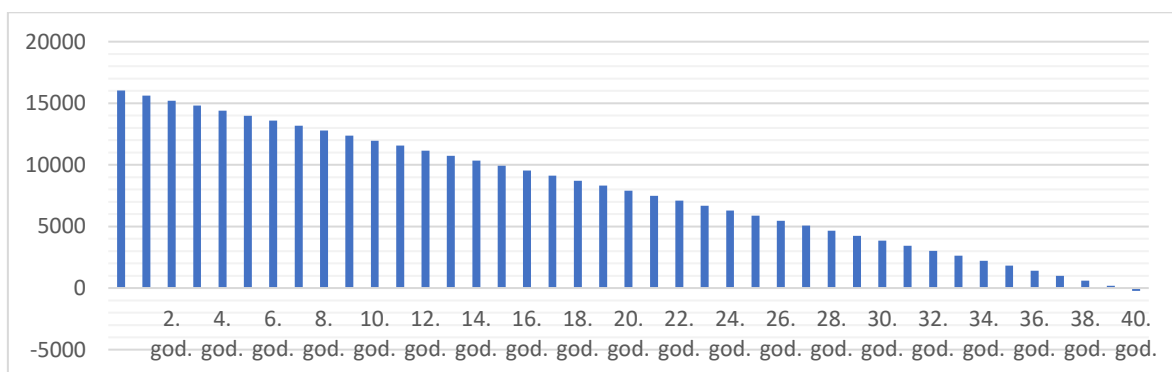
18. Plan povrata investicije

18.1. Plan povrata investicije za 1. mjeru (ugradnja nove stolarije)

Ukupni procijenjeni troškovi za implementaciju 1. mjere iznose 16.024,10 € uključujući ugradnju stolarije.

Prema rezultatima vidimo da je godišnja ušteda prilikom implementacije 1. mjere prema potrošnji i cijeni energenata iznosila $\Delta = 406,03$ eura

Graf 5. povratni period prve mjere



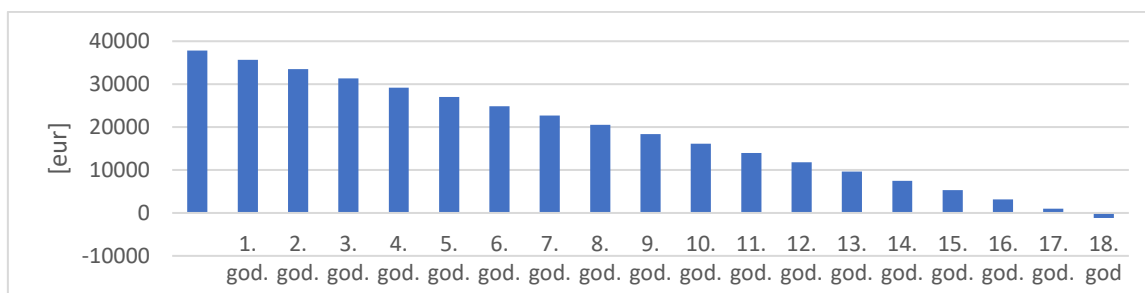
Prema prikazanom planu povrata investicije, zamjena postojeće drvene stolarije novom PVC stolarijom s troslojnim staklima, koja uključuju dvije Low-E obloge za smanjenje emisije, postaje isplativa nakon 39,5 godina.

18.2. Plan povrata investicije za 2. mjeru (ugradnja ETICS sistema)

Ukupni procijenjeni troškovi za implementaciju 2. mjere iznose 37850 € uključujući rad.

Prema rezultatima vidimo da je godišnja ušteda prilikom implementacije 2. mjere prema potrošnji i cijeni energenata iznosila $\Delta = 2168,7$ eura.

Graf 6. povratni period druge mjere



Prema prikazanom planu povrata investicije, izoliranjem fasade EPS-om debljine 15 cm postaje isplativo nakon 17,5 godina.

18.3. Plan povrata investicije za 3. mjeru (izolacija ravnog krova)

Ukupni procijenjeni troškovi za implementaciju 3. mjere iznose 4500 € uključujući rad. Prema rezultatima vidimo da je godišnja ušteda prilikom implementacije 3. mjere prema potrošnji i cijeni energenata iznosila $\Delta = 91,05$ eura.

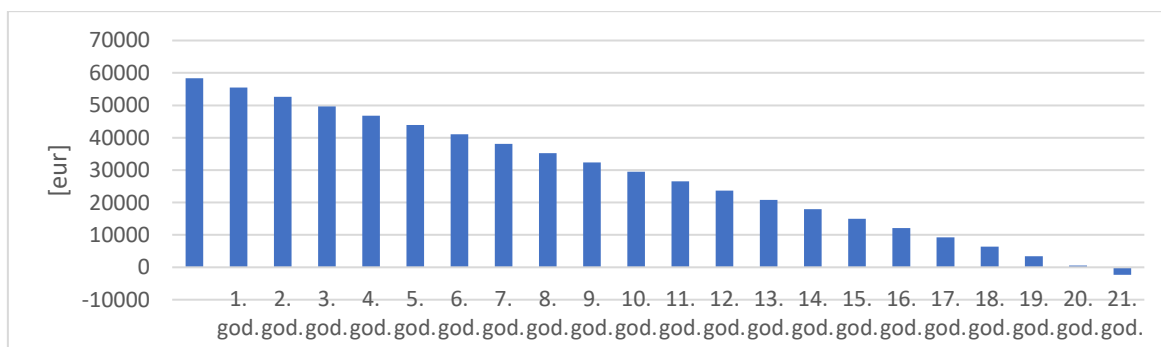
Prema planu povrata investicije, izoliranjem ravnog krova sa prvobitnih 5cm na 25cm postaje isplativo nakon 49,5 godina.

18.4. Plan povrata investicije energetske obnove zgrade

Ukupni procijenjeni troškovi za energetska obnovu zgrade iznose 58.374,00 € uključujući rad.

Prema rezultatima vidimo da je godišnja ušteda prilikom energetske obnove prema potrošnji i cijeni energenata iznosila $\Delta = 2890.4$ eura.

Graf 7. povratni period treće mjere



Prema planu povrata investicije prikazanu grafom, energetsom obnovom zgrade implementacijom triju mjera, investicija postaje isplativa unutar 21. godine.

19. Utjecaj ravnog krova na toplinske gubitke

Provođenjem ove mjere želi se istaknuti važnost kvalitetne izolacije ravnog krova kada je riječ o energetske učinkovitosti, kao i prikazati koliko je financijski isplativo uvesti tu promjenu. Proračun se vrši u stanju bez toplinske izolacije te sa implementacijom od 5, 10, 15 i 20 cm kako bi se prikazala isplativost mjere na površini od 50 m².

Tablica 31. Slojevi građevnog elementa (strop prema negrijanom tavanu)

| R.b. | Materijal | d [cm] | λ [W/mK] | μ [-] | sd [m] | ρ [kg/m ³] |
|--|------------------------------------|--------|----------|-----------|--------|------------------------|
| 1 | Cementni estrih | 5,000 | 1,600 | 50,00 | 2,50 | 2000,00 |
| 2 | Knauf Insulation LDS 35 parna | 0,020 | 0,500 | 205000,00 | 20,00 | 500,00 |
| 3 | Ekstrudirana polistir. pjena (XPS) | 5,000 | 0,034 | 140,00 | 21,00 | 30,00 |
| 4 | Armirani beton | 20,000 | 2,600 | 110,00 | 22,00 | 2500,00 |
| Definirana ploština [m ²]: | | | | | 50 | |

Toplinski otpor jednog sloja

$$R_{\text{cementni estrih}} = \frac{d_1}{\lambda_1} = \frac{0,05}{1,6} = 0,0313 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$R_{\text{parna brana}} = \frac{d_2}{\lambda_2} = \frac{0,002}{0,5} = 0,004 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$R_{\text{izolacija(25cm)}} = \frac{d_{3,25}}{\lambda_3} = \frac{0,25}{0,034} = 7,353 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$R_{\text{izolacija(20cm)}} = \frac{d_{3,20}}{\lambda_3} = \frac{0,20}{0,034} = 5,88 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$R_{\text{izolacija(15cm)}} = \frac{d_{3,15}}{\lambda_3} = \frac{0,15}{0,034} = 4,412 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$R_{\text{izolacija(10cm)}} = \frac{d_{3,10}}{\lambda_3} = \frac{0,10}{0,034} = 2,941 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$R_{\text{izolacija(5cm)}} = \frac{d_{3,5}}{\lambda_3} = \frac{0,05}{0,034} = 1,471 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$R_{\text{Armirani beton}} = \frac{d_4}{\lambda_4} = \frac{0,2}{2,6} = 0,077 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

Toplinski otpor svih slojeva građevnog elementa

$$\Delta R(0 \text{ cm}) = R_1 + R_2 + R_4 = 0,1123 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$\Delta R(5 \text{ cm}) = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 1,5833 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$\Delta R(10 \text{ cm}) = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 3,0533 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$\Delta R(15 \text{ cm}) = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 4,5243 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$\Delta R(20 \text{ cm}) = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 5,9923 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$\Delta R(25 \text{ cm}) = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 7,4653 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

Koeficijent prolaska topline

$$U(0 \text{ cm}) = \frac{1}{R} = \frac{1}{0,1123} = 8,9 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

$$U(5 \text{ cm}) = \frac{1}{R} = \frac{1}{1,5833} = 0,632 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

$$U(10 \text{ cm}) = \frac{1}{R} = \frac{1}{3,0533} = 0,328 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

$$U(15 \text{ cm}) = \frac{1}{R} = \frac{1}{4,5243} = 0,221 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

$$U(20 \text{ cm}) = \frac{1}{R} = \frac{1}{5,9923} = 0,167 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

$$U(25 \text{ cm}) = \frac{1}{R} = \frac{1}{7,4653} = 0,134 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

Transmisijski gubici

$$H_{tr}(0 \text{ cm}) = U \cdot A = 8,9 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \cdot 50 \text{ m}^2 = 445 \frac{\text{W}}{\text{K}}$$

$$H_{tr}(5 \text{ cm}) = U \cdot A = 0,632 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \cdot 50 \text{ m}^2 = 31,6 \frac{\text{W}}{\text{K}}$$

$$H_{tr}(10 \text{ cm}) = U \cdot A = 0,328 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \cdot 50 \text{ m}^2 = 16,4 \frac{\text{W}}{\text{K}}$$

$$H_{tr}(15 \text{ cm}) = U \cdot A = 0,221 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \cdot 50 \text{ m}^2 = 11,05 \frac{\text{W}}{\text{K}}$$

$$H_{tr}(20 \text{ cm}) = U \cdot A = 0,167 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \cdot 50 \text{ m}^2 = 8,35 \frac{\text{W}}{\text{K}}$$

$$H_{tr}(25 \text{ cm}) = U \cdot A = 0,134 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \cdot 50 \text{ m}^2 = 6,7 \frac{\text{W}}{\text{K}}$$

Specifična potrebna godišnja energija za grijanje

$$Q_{H,nd}(0 \text{ cm}) = H \cdot \text{dan} = 445 \frac{\text{W}}{\text{K}} \cdot 2850\text{K} \cdot 24\text{h} = 30438000 \text{ Wh} = 30438 \text{ kWh}$$

$$Q_{H,nd}(5 \text{ cm}) = H \cdot \text{dan} = 31,6 \frac{W}{K} \cdot 2850K \cdot 24h = 2161440 \text{ Wh} = 2161,440 \text{ kWh}$$

$$Q_{H,nd}(10 \text{ cm}) = H \cdot \text{dan} = 16,4 \frac{W}{K} \cdot 2850K \cdot 24h = 1121760 \text{ Wh} = 1121,760 \text{ kWh}$$

$$Q_{H,nd}(15 \text{ cm}) = H \cdot \text{dan} = 11,05 \frac{W}{K} \cdot 2850K \cdot 24h = 755820 \text{ Wh} = 755,820 \text{ kWh}$$

$$Q_{H,nd}(20 \text{ cm}) = H \cdot \text{dan} = 8,35 \frac{W}{K} \cdot 2850K \cdot 24h = 571140 \text{ Wh} = 571,140 \text{ kWh}$$

$$Q_{H,nd}(25 \text{ cm}) = H \cdot \text{dan} = 6,7 \frac{W}{K} \cdot 2850K \cdot 24h = 458280 \text{ Wh} = 458,280 \text{ kWh}$$

Potrebna količina prirodnog plina za grijanje

$$\frac{Q_{H,nd}}{\text{ogrijevna vrijednost plina}} = \frac{30438 \text{ kWh}}{9,5937 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}} = 3172,71 \text{ m}^3 \text{ prirodnog plina (0 cm)}$$

$$\frac{Q_{H,nd}}{\text{ogrijevna vrijednost plina}} = \frac{2161,440 \text{ kWh}}{9,5937 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}} = 225,3 \text{ m}^3 \text{ prirodnog plina (5 cm)}$$

$$\frac{Q_{H,nd}}{\text{ogrijevna vrijednost plina}} = \frac{1121,760 \text{ kWh}}{9,5937 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}} = 116,93 \text{ m}^3 \text{ prirodnog plina (10 cm)}$$

$$\frac{Q_{H,nd}}{\text{ogrijevna vrijednost plina}} = \frac{755,820 \text{ kWh}}{9,5937 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}} = 78,78 \text{ m}^3 \text{ prirodnog plina (15 cm)}$$

$$\frac{Q_{H,nd}}{\text{ogrijevna vrijednost plina}} = \frac{571,140 \text{ kWh}}{9,5937 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}} = 59,53 \text{ m}^3 \text{ prirodnog plina (20 cm)}$$

$$\frac{Q_{H,nd}}{\text{ogrijevna vrijednost plina}} = \frac{458,280 \text{ kWh}}{9,5937 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}} = 47,77 \text{ m}^3 \text{ prirodnog plina (25 cm)}$$

Izračun cijene energenata za pojedinu debljinu izolacije:

$$\text{Bez izolacije} = 30438 \text{ kWh} \cdot 0,039 \text{ €/kWh} = 1187,08 \text{ €}$$

$$5 \text{ cm} = 2161,44 \text{ kWh} \cdot 0,039 \text{ €/kWh} = 84,3 \text{ €}$$

$$10 \text{ cm} = 1121,76 \text{ kWh} \cdot 0,039 \text{ €/kWh} = 43,75 \text{ €}$$

$$15 \text{ cm} = 755,820 \text{ kWh} \cdot 0,039 \text{ €/kWh} = 29,48 \text{ €}$$

$$20 \text{ cm} = 571,140 \text{ kWh} \cdot 0,039 \text{ €/kWh} = 22,27 \text{ €}$$

$$25 \text{ cm} = 458,280 \text{ kWh} \cdot 0,039 \text{ €/kWh} = 17,87 \text{ €}$$

Izračun cijena materijala za pojedinu debljinu izolacije:

$$5 \text{ cm} = 50 \text{ m}^2 \cdot 6,75 \text{ €/m}^2 = 337,5 \text{ €}$$

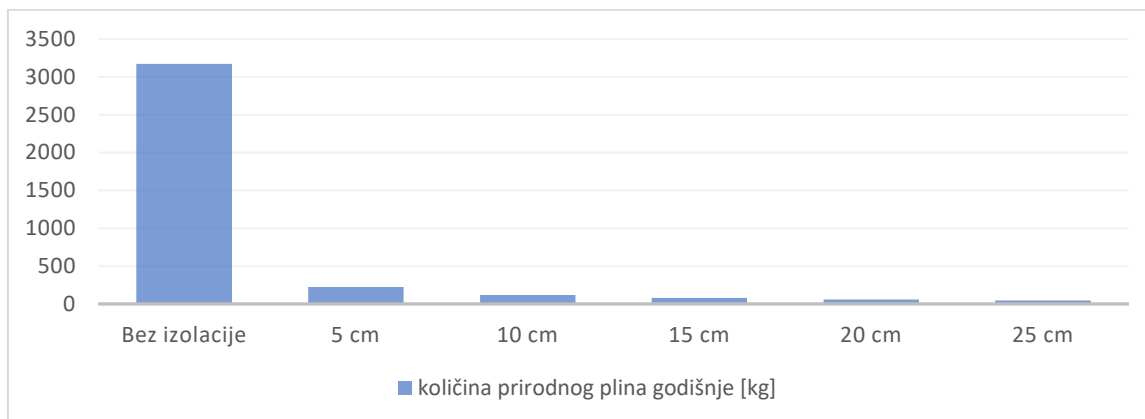
$$10 \text{ cm} = 50 \text{ m}^2 \cdot 14 \text{ €/m}^2 = 700 \text{ €}$$

$$15 \text{ cm} = 50 \text{ m}^2 \cdot 22,2 \text{ €/m}^2 = 1110 \text{ €}$$

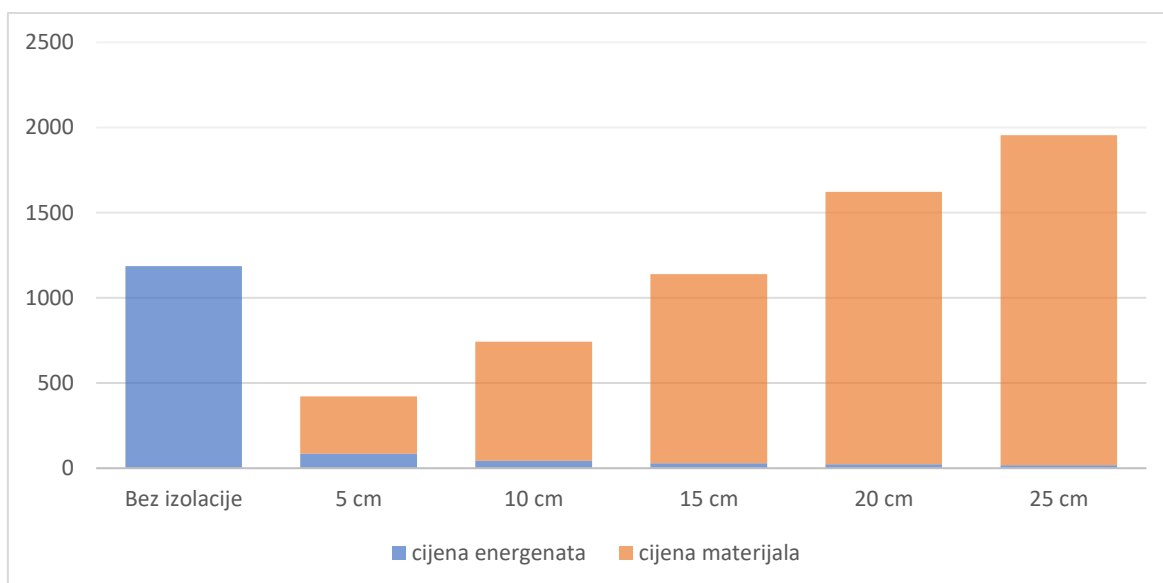
$$20 \text{ cm} = 50 \text{ m}^2 \cdot 32 \text{ €/m}^2 = 1600 \text{ €}$$

$$25 \text{ cm} = 50 \text{ m}^2 \cdot 38,75 \text{ €/m}^2 = 1937,5 \text{ €}$$

Graf 8. količina potrebnog energenta godišnje uz toplinsku izolaciju



Graf 9. cijena i isplativost toplinske izolacije tokom jedne godine



Izolacija neizoliranih ravnih krovova je od ključne važnosti, što potvrđuju i dobiveni rezultati. Ugradnjom toplinske izolacije na ravni krov, koji nije imao nikakvu početnu izolaciju, ostvareno je smanjenje gubitka topline za 92,9 % ugradnjom 5cm toplinske izolacije. Ova mjera dovela je do značajne uštede energije, smanjujući potrošnju prirodnog plina za 2947,41 m³, što izravno rezultira i financijskom uštedom od 1102,79 € godišnje s vrlo kratki povratnim periodom investicije od samo jedne godine.

Kvalitetna izolacija ne samo da smanjuje energetske gubitke, već pridonosi i smanjenju troškova grijanja, povećava energetske učinkovitost zgrade te smanjuje emisije stakleničkih plinova, što je važno s ekološkog i ekonomskog aspekta.

20. Zaključak

Energetska obnova zgrada kroz uvođenje kvalitetne izolacije predstavlja jedan od najefikasnijih načina za smanjenje potrošnje energije i poboljšanje energetske učinkovitosti objekta. U ovom radu, detaljno su obrađeni postupci toplinske izolacije vanjskih zidova, ravnog krova, stropova i podova, te je analiziran njihov utjecaj na ukupnu potrošnju energije. Rezultati pokazuju da izolacija značajno smanjuje gubitke topline, čime se smanjuju troškovi grijanja zimi, ali i hlađenja ljeti, što dugoročno doprinosi većoj udobnosti boravka i smanjenju operativnih troškova.

Izolacija ne samo da pomaže u očuvanju energije, već i poboljšava trajnost same zgrade, štiteći konstrukciju od vanjskih utjecaja poput vlage i temperaturnih promjena. Ovaj pristup ima pozitivne ekonomske efekte, jer se investicija u izolaciju kroz uštede energije vraća tijekom vremena, čineći ga održivim rješenjem.

Izolacija neizoliranog ravnog krova, što je najčešći slučaj u starijim obiteljskim kućama, predstavlja ključnu komponentu u postizanju energetske učinkovitosti objekta. Krov je jedan od glavnih izvora toplinskih gubitaka, a njegova adekvatna izolacija može drastično smanjiti potrošnju energije za grijanje i hlađenje. Ova mjera se istaknula kao iznimno učinkovita jer ne samo da doprinosi značajnim energetskim uštedama od 92,9% kao u prikazanom primjeru proračuna koristeći samo 5 cm izolacije, već ima i vrlo kratak period povrata investicije unutar jedne godine. Time se izolacija ravnog krova pokazala kao ekonomski isplativa i nužna investicija u dugoročno održivu energetska obnovu objekta.

Kada se provode sve mjere energetske obnove istovremeno, uključujući ugradnju nove stolarije, ETICS sustava za izolaciju vanjskih zidova i izolaciju krova, dolazi do sinergijskog učinka koji značajno smanjuje gubitke energije u cijeloj zgradi. Umjesto zbrajanja pojedinačnih perioda povrata investicije za svaku mjeru, kombiniranjem mjera ukupna energetska učinkovitost zgrade dramatično raste. To dovodi do bržeg smanjenja potrošnje energije i operativnih troškova, čime se povrat investicije značajno skraćuje. U primjeru u kojem je pojedinačna mjera izolacije krova imala povrat u 49,5 godina, a nova stolarija 39,5 godina, istovremena provedba svih mjera dovela je do povrata investicije već za 21 godinu.

Ovaj skraćeni povratni period rezultat je povećane ukupne energetske učinkovitosti, koja se postiže sinergijom mjera i smanjenjem marginalnih gubitaka kroz sve komponente zgrade. Time energetska obnova postaje isplativija kada se mjere provode zajedno, nego kada se provode zasebno.

Zaključno, provedena energetska obnova kroz izolaciju zgrade predstavlja važan korak prema smanjenju energetske potrošnje i postizanju ekološki prihvatljivijeg načina korištenja objekata. Iako jednostavna u svojoj osnovi, izolacija pruža dugoročne benefite, kako za vlasnike zgrada, tako i za širu zajednicu, smanjujući emisije stakleničkih plinova i doprinosi globalnim ciljevima energetske održivosti.

21. Literatura

[1]https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/Upute_za_rad_s_racunanim_programom_KI_Expert_Plus.pdf

[2] <https://dominvest-development.hr/projekti/stambena-zgrada-dakovacka/#tlocrt>

[3]<https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/EnergetskaUcinkovitost/Propisi/2017/Algoritam-ProracunPotrebneEnergije.pdf>

22. Popis slika

Slika 1. tlocrt negrijanog podruma stambene zgrade

Izvor: vlastiti rad

Slika 2. tlocrt prizemlja stambene zgrade

Izvor: vlastiti rad

Slika 3. tlocrt 1. i 2. etaže stambene zgrade

Izvor: vlastiti rad

Slika 4. tlocrt 3. etaže stambene zgrade

Izvor: vlastiti rad

Slika 5. tlocrtni prikaz smještaja zgrade

Izvor: <https://dominvest-development.hr/projekti/stambena-zgrada-dakovacka/#tlocrt>

Slika 6. Južno pročelje stambene zgrade

Izvor: vlastiti rad

Slika 7. Istočno pročelje stambene zgrade

Izvor: vlastiti rad

Slika 8. Zapadno pročelje stambene zgrade

Izvor: vlastiti rad

Slika 9. Poprečni presjek A-A stambene zgrade

Izvor: vlastiti rad

Slika 10. definiranje etaža zgrade

Izvor: vlastiti rad

slika 11. Korisnički unos neto obujma zgrade

Izvor: vlastiti rad

Slika 12. definiranje etaže zone i korisne površine „Ak“

Izvor: vlastiti rad

Slika 13. Unos bruto površine i neto obujma grijanog zraka „V“

Izvor: vlastiti rad

Slika 14. Unos načina grijanja i hlađenja zgrade

Izvor: vlastiti rad

Slika 15. Prikaz tablice gdje se unose osnovni podaci o građevnom djelu

Izvor: vlastiti rad

Slika 16. Prikaz definiranja grijanog građevnog dijela koji ne graniči sa vanjskim prostorom HD

Izvor: vlastiti rad

Slika 17. Prikaz definiranja koeficijenta prolaska topline „U“

Izvor: vlastiti rad

Slika 18. Prikaz definiranja građevnog dijela kao dijela oplošja

Izvor: vlastiti rad

Slika 19. prikaz „pod na tlu“

Izvor: računalni program ki expert plus

Slika 20. prikaz „zidovi prema tlu“

Izvor: računalni program ki expert plus

Slika 21. prikaz „vanjski zidovi“

Izvor: računalni program ki expert plus

Slika 22. prikaz „zidovi prema negrijanim prostorijama“

Izvor: računalni program ki expert plus

Slika 23. prikaz „stropovi između grijanih dijelova različitih korisnika“

Izvor: računalni program ki expert plus

Slika 24. prikaz „Strop prema negrijanim prostorijama“

Izvor: računalni program ki expert plus

Slika 25. prikaz „stropovi iznad vanjskog zraka, iznad garaže“

Izvor: računalni program ki expert plus

Slika 26. prikaz „ravni krov iznad grijanog prostora“

Izvor: računalni program ki expert plus

Slika 27. prikaz „ravni krov iznad grijanog prostora“

Izvor: računalni program ki expert plus

Slika 28. Podjela međukatne konstrukcije između prizemlja i 1. etaže

Izvor: vlastiti rad

Slika 29. Podjela međukatne konstrukcije između 1. i 2. etaže

Izvor: vlastiti rad

Slika 30. Podjela međukatne konstrukcije između 2. i 3. etaže

Izvor: vlastiti rad

Slika 31. Podjela međukatne konstrukcije između 3. etaže

Izvor: vlastiti rad

Slika 32. Definiranje podataka za prijenos topline prema tlu

Izvor: vlastiti rad

Slika 33. Definiranje podataka o vrsti podruma potrebnih za prijenos topline prema tlu

Izvor: vlastiti rad

Slika 34. dio južnog pročelja potreban za očitavanje podataka potrebnih za gubitke prema tlu

Izvor: vlastiti rad

Slika 35. Definiranje paušalnog dodatka za toplinske mostove zgrade

Izvor: vlastiti rad

Slika 36. Definiranje osnovnih podataka otvora zgrade

Izvor: vlastiti rad

Slika 37. definiranje gubitaka građevnih elemenata koji graniče s vanjskim prostorom

Izvor: vlastiti rad

Slika 38. gubici prema tlu

Izvor: vlastiti rad

Slika 39. Definiranje gubitaka kroz negrijane prostorije

Izvor: vlastiti rad

Slika 40. Definiranje gubitaka kroz susjedne zgrade

Izvor: vlastiti rad

Slika 41. Definiranje unutarnje projektne temperature susjedne zgrade

Izvor: vlastiti rad

Slika 42. Definiranje infiltracije zgrade

Izvor: vlastiti rad

Slika 43. definiranje otvora koji ne ulaze u proračun solarnih toplinskih dobitaka

Izvor: vlastiti rad

Slika 44. rezultati unutarnjih dobitaka

Izvor: vlastiti rad

Slika 45. Prikaz definiranih otvora

Izvor: vlastiti rad

Slika 46. Prikaz kritičnih prostorija

Izvor: vlastiti rad

Slika 47. Energetski certifikat zgrade u prvobitnom stanju

Izvor: vlastiti rad

Slika 48. Energetski certifikat zgrade nakon implementacije 1. mjere

Izvor: vlastiti rad

Slika 49. Energetski certifikat zgrade nakon implementacije 2. mjere

Izvor: vlastiti rad

Slika 50. Energetski certifikat zgrade nakon implementacije 3. mjere

Izvor: vlastiti rad

Slika 51. Energetski certifikat zgrade nakon implementacije svih mjera

Izvor: vlastiti rad

23. Popis tablica

Tablica 1. geometrijski podaci potrebni za proračun

Izvor: vlastiti rad

Tablica 2. slojevi građevnog elementa „Pod na tlu“

Izvor: vlastiti rad

Tablica 3. slojevi građevnog elementa „Zidovi prema tlu“

Izvor: vlastiti rad

Tablica 4. slojevi građevnog „Vanjski zidovi“

Izvor: vlastiti rad

Tablica 5. slojevi građevnog elementa „Zidovi prema negrijanim prostorijama“

Izvor: vlastiti rad

Tablica 6. slojevi građevnog elementa „Stropovi između grijanih dijelova različitih korisnika“

Izvor: vlastiti rad

Tablica 7. slojevi građevnog elementa „Strop prema negrijanim prostorijama“

(podrum/prizemlje)

Izvor: vlastiti rad

Tablica 8. slojevi građevnog elementa „Stropovi iznad vanjskog zraka, iznad garaže“

Izvor: vlastiti rad

Tablica 9. slojevi građevnog elementa „Ravni krov iznad grijanog prostora“ (terasa)

Izvor: vlastiti rad

Tablica 10. slojevi građevnog elementa „Ravni krov iznad grijanog prostora“

Izvor: vlastiti rad

Tablica 11. Negrijani podrum – građevni elementi

Izvor: vlastiti rad

Tablica 12. Prizemlje – građevni dijelovi

Izvor: vlastiti rad

Tablica 13. prva etaža – građevni dijelovi

Izvor: vlastiti rad

Tablica 14. druga etaža – građevni dijelovi

Izvor: vlastiti rad

Tablica 15. treća etaža – građevni elementi

Izvor: vlastiti rad

Tablica 16. definirani otvori zgrade

Izvor: vlastiti rad

Tablica 17. (DIN V 18599-2 (4)) Proračunske vrijednosti n_{50} za neispitane zgrade

Izvor: <https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/EnergetskaUcinkovitost/Propisi/2017/Algoritam-ProracunPotrebneEnergije.pdf>

Tablica 18. Rezultati proračuna potrošnje i cijene energenata

Izvor: vlastiti rad

Tablica 19. Rezultati proračuna godišnje emisije CO₂

Izvor: vlastiti rad

Tablica 20. Rezultati proračuna potrošnje i cijene energenata.

Izvor: vlastiti rad

Tablica 21. Rezultati proračuna godišnje emisije CO₂

Izvor: vlastiti rad

Tablica 22. Rezultati proračuna potrošnje i cijene energenata

Izvor: vlastiti rad

Tablica 23. Rezultati proračuna godišnje emisije CO₂

Izvor: vlastiti rad

Tablica 24. Rezultati proračuna potrošnje i cijene energenata.

Izvor: vlastiti rad

Tablica 25. Rezultati proračuna godišnje emisije CO₂

Izvor: vlastiti rad

Tablica 26. Proračun potrošnje i cijene energenata

Izvor: vlastiti rad

Tablica 27. Rezultati proračuna godišnje emisije CO₂

Izvor: vlastiti rad

Tablica 28. Proračun godišnje potrošnje i cijene energenata

Izvor: vlastiti rad

Tablica 29. Rezultati proračuna godišnje emisije CO₂

Izvor: vlastiti rad

Tablica 30. Rezultati proračuna potrebne godišnje specifične energije za grijanje $Q_{H,nd}$ i specifične primarne energije E_{prim}

Izvor: vlastiti rad

Tablica 31. Slojevi građevnog elementa (strop prema negrijanom tavanu)

Izvor: vlastiti rad

24. Popis grafova

Graf 1. utjecaj energetske obnove na godišnju cijenu energenata

Izvor: vlastiti rad

Graf 2. utjecaj energetske obnove na godišnju emisiju CO₂ [kg]

Izvor: vlastiti rad

Graf 3. Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ [kWh/m²a]

Izvor: vlastiti rad

Graf 4. Specifična godišnja primarna energija E_{prim} [kWh/m²a]

Izvor: vlastiti rad

Graf 5. povratni period prve mjere

Izvor: vlastiti rad

Graf 6. povratni period druge mjere

Izvor: vlastiti rad

Graf 7. povratni period treće mjere

Izvor: vlastiti rad

Graf 8. količina potrebnog energenta godišnje uz toplinsku izolaciju

Izvor: vlastiti rad

Graf 9. cijena i isplativost toplinske izolacije tokom jedne godine

Izvor: vlastiti rad

Sveučilište
SjeverSVEUČILIŠTE
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski/specijalistički rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Edo Brlić (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog/specijalističkog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Proračun energetske obnove stambene zgrade te učinci implementacija mjera poboljšanja (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:

(upisati ime i prezime)

(vlastoručni potpis)

Sukladno članku 58., 59. i 61. Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti završne/diplomske/specijalističke radove sveučilišta su dužna objaviti u roku od 30 dana od dana obrane na nacionalnom repozitoriju odnosno repozitoriju visokog učilišta.

Sukladno članku 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.