

**VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA  
MARIBOR**

**DIPLOMSKO DELO**  
**ENERGETSKA SANACIJA ENODRUŽINSKE  
HIŠE**

Kandidat: Mario Kuronja

Vrsta študija: Študent izrednega študija

Številka indeksa: 11190060127

Študijski program: Gradbeništvo

Mentor: univ. dipl. inž. gradb. Bojan Dapčević

Maribor, april 2015

# IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Mario Kuronja, z vpisno št. 11190060127, izjavljam, da sem avtor diplomskega dela z naslovom **ENERGETSKA SANACIJA ENODRUŽINSKE HIŠE**, ki sem ga napisal pod mentorstvom univ. dipl. inž. gradb. Bojana Dapčevića.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predložena projektna naloga izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, kot moje lastne, kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah; UL št. 16/2007; (v nadaljevanju ZASP), prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32. členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Maribor, april 2015

Podpis študenta:

# **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju univ. dipl. inž. gradb. Bojanu Dapčeviću za pomoč in vodenje pri izdelavi diplomskega dela.

Prav tako se zahvaljujem staršem za podporo in pomoč v času študija ter sestri za pomoč pri izdelavi diplomskega dela.

## POVZETEK

Toplotna izolacija ovoja stavbe je eden izmed najučinkovitejših in najcenejših posegov za zmanjšanje porabe potrebne energije. Stavbe, ki so slabo toplotno izolirane, porabijo veliko več energije kot dobro izolirane. Toplotno izoliran objekt ne varčuje samo z energijo, ampak uporabnikom nudi ugodne bivalne pogoje. Z učinkovito toplotno sanacijo in manjšimi toplotnimi izgubami pripomoremo tudi k zmanjšanju onesnaževanja okolja.

V diplomskem delu sem izbral domačo hišo, ki je že toplotno zaščiten, ampak po PURES 2010 vseeno ne dosega potrebnih toplotnih standardov. Izračune in predlog sanacije prikažem na primeru hiše.

**Ključne besede:** toplotne izgube, energetska sanacija, ovoj stavbe, energetska učinkovitost, toplotna izolacija

# **ZUSAMMENFASSUNG**

## **ENERGY RENEWAL OF SINGLE-FAMILY HOUSE**

Wärmedämmung der Gebäudehülle ist eines der wirksamsten und billigsten Eingriffe um den Energieverbrauch zu reduzieren. Wärmedämmte Gebäude verbrauchen viel weniger Energie für die Heizung und Kühlung als nicht isolierte Gebäude. Ein isoliertes Objekt spart nicht nur Energie, sondern bietet dem Bewohner günstige Lebensbedingungen. Durch eine effektive Wärmerückgewinnung und geringem Wärmeverlust, tragen wir zur Reduzierung der Umweltbelastung bei.

In der Diplomarbeit habe ich mein Haus gewählt, das Wärmegeschützt ist, jedoch nach PURES 2010 nicht den erforderlichen Wärmestandards entspricht. Am Beispiel des Hauses sind die Berechnungen des Energieverbrauchs und die Vorschläge für die Rehabilitation dargestellt.

**Schlüsselwörter:** Wärmeverlust, Energiewiederherstellung, Gebäudehülle , Energieeffizienz, Wärmedämmung

# KAZALO VSEBINE

|          |                                                                  |           |
|----------|------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>UVOD .....</b>                                                | <b>10</b> |
| 1.1      | OPIS PODROČJA IN OPREDELITEV PROBLEMA.....                       | 10        |
| 1.2      | NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE .....                            | 10        |
| 1.3      | PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE .....                                   | 10        |
| 1.4      | UPORABLJENE RAZISKOVALNE METODE .....                            | 11        |
| <b>2</b> | <b>TOPLOTNO UGODJE V PROSTORU.....</b>                           | <b>12</b> |
| 2.1      | DOLOČITEV GRELNH TELES.....                                      | 12        |
| 2.2      | TEMPERATURA OBODNIH POVRŠIN .....                                | 12        |
| <b>3</b> | <b>ZRAČENJE IN PREZRAČEVANJE.....</b>                            | <b>14</b> |
| 3.1      | VIRI ONESNAŽEVANJA ZRAKA V PROSTORU.....                         | 14        |
| 3.1.1    | <i>Vonjave .....</i>                                             | <i>14</i> |
| 3.1.2    | <i>Vlaga.....</i>                                                | <i>15</i> |
| 3.1.3    | <i>Mikroorganizmi.....</i>                                       | <i>15</i> |
| 3.1.4    | <i>Organske spojine .....</i>                                    | <i>15</i> |
| 3.1.5    | <i>Radon.....</i>                                                | <i>15</i> |
| 3.1.6    | <i>Ostali viri onesnaževanja.....</i>                            | <i>16</i> |
| 3.2      | NAČINI PREZRAČEVANJA .....                                       | 16        |
| 3.2.1    | <i>Naravno prezračevanje.....</i>                                | <i>16</i> |
| 3.2.2    | <i>Kanalsko prezračevanje.....</i>                               | <i>17</i> |
| 3.2.3    | <i>Prisilno prezračevanje.....</i>                               | <i>17</i> |
| 3.3      | VPLIV PREZRAČEVANJA NA UČINKOVITOST RABE ENERGIJE V OBJEKTU..... | 17        |
| <b>4</b> | <b>ENERGETSKA UČINKOVITOST PRI OBNOVI OVOJA STAVBE.....</b>      | <b>19</b> |
| 4.1      | ENERGETSKO VARČEVALNI POTENCIAL V STAVBAH .....                  | 19        |
| 4.2      | EKONOMSKI VIDIK ENERGETSKE OBNOVE OVOJA STAVBE .....             | 20        |
| 4.3      | PRISTOP K ENERGETSKI SANACIJI OVOJA ZGRADB.....                  | 20        |
| 4.4      | UKREPI ZA ENERGETSKO UČINKOVITO SANACIJO OVOJA STAVBE .....      | 21        |
| 4.4.1    | <i>Tesnenje in zamenjava oken.....</i>                           | <i>21</i> |
| 4.4.2    | <i>Toplotna zaščita zunanjih sten .....</i>                      | <i>21</i> |
| 4.4.3    | <i>Toplotna izolacija podstrešja .....</i>                       | <i>23</i> |
| 4.4.4    | <i>Toplotna izolacija poševne strehe.....</i>                    | <i>25</i> |
| 4.4.5    | <i>Toplotna zaščita talnih konstrukcij.....</i>                  | <i>28</i> |

|          |                                                         |           |
|----------|---------------------------------------------------------|-----------|
| <b>5</b> | <b>PRAKTIČNI PRIMER SANACIJE HIŠE.....</b>              | <b>30</b> |
| 5.1      | OBSTOJEČE STANJE.....                                   | 30        |
| 5.1.1    | <i>Lokacija .....</i>                                   | 30        |
| 5.1.2    | <i>Splošno.....</i>                                     | 30        |
| 5.1.3    | <i>Obdelava konstrukcij .....</i>                       | 30        |
| 5.1.4    | <i>Obdelave .....</i>                                   | 31        |
| 5.1.5    | <i>Seznam prostorov in kvadratur.....</i>               | 32        |
| 5.2      | IZRAČUN TOPLOTNIH PREHODNOSTI ZA OBSTOJEČE STANJE ..... | 33        |
| 5.2.1    | <i>Ugotovitve in potek sanacije.....</i>                | 34        |
| 5.3      | IZRAČUN TOPLOTNIH PREHODNOSTI PO SANACIJI.....          | 37        |
| 5.4      | IZRAČUN PORABLJENE ENERGIJE ZA OGREVANJE .....          | 42        |
| 5.5      | STROŠKI OGREVANJA.....                                  | 48        |
| 5.6      | ČASOVNA ANALIZA SANACIJE- TERMINSKI PLAN .....          | 51        |
| 5.7      | STROŠKOVNA ANALIZA SANACIJE.....                        | 51        |
| <b>6</b> | <b>ZAKLJUČEK.....</b>                                   | <b>53</b> |
| <b>7</b> | <b>UPORABLJENA LITERATURA IN VIRI .....</b>             | <b>55</b> |
| 7.1      | LITERATURA .....                                        | 55        |
| 7.2      | VIRI.....                                               | 55        |
| 7.3      | INTERNETNI VIRI .....                                   | 55        |
|          | <b>PRILOGE.....</b>                                     | <b>58</b> |

## KAZALO SLIK

|                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| SLIKA 1: DOSEGANJE UGODJA BIVANJA V ODVISNOSTI OD SREDNJIH TEMPERATUR POVRŠIN IN ZRAKA .....                                 | 12 |
| SLIKA 2: TEMPERATURA NOTRANJIH POVRŠIN PROSTORA V ODVISNOSTI TOPLOTNE PREVODNOSTI STEN IN ZUNANJE<br>TEMPERATURE ZRAKA ..... | 13 |
| SLIKA 3: UČINKOVITOST RAZLIČNIH NAČINOV NARAVNEGA PREZRAČEVANJA.....                                                         | 16 |
| SLIKA 4: PRIMER ENERGIJSKIH POTREB OBJEKTA .....                                                                             | 18 |
| SLIKA 6: KONČNA PORABA ENERGIJE PO NAMENIH, GOSPODINJSTVA, SLOVENIJA, 2012.....                                              | 19 |
| SLIKA 7: EKSPANDIRANI POLISTIREN, KAMENA VOLNA, CELULOZNI KOSMIČI, LESENI KOSMIČI, STEKLENA VOLNA,<br>OVČJA VOLNA .....      | 23 |
| SLIKA 8: IZOLACIJA NEPOHODNEGA PODSTREŠJA .....                                                                              | 24 |
| SLIKA 9: IZOLACIJA POHODNEGA PODSTREŠJA .....                                                                                | 25 |
| SLIKA 10: PREČNI PREREZ FASADE DEMIT .....                                                                                   | 35 |
| SLIKA 11: SANACIJA OBSTOJEČE STREHE - POSEG Z NOTRANJE STRANI.....                                                           | 35 |
| SLIKA 12: TOPLOTNA IZOLACIJA KLETNE PLOŠČE .....                                                                             | 36 |
| SLIKA 13: IZOLACIJA PRED IN PO SANACIJI – ZUNANJE STENE .....                                                                | 39 |
| SLIKA 14: IZOLACIJA PRED IN PO SANACIJI – KLET .....                                                                         | 40 |
| SLIKA 15: IZOLACIJA PRED IN PO SANACIJI – POŠEVNA STREHA.....                                                                | 41 |
| SLIKA 16: ČASOVNA ANALIZA SANACIJE - TERMINSKI PLAN .....                                                                    | 51 |

## KAZALO GRAFIKONOV

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| GRAFIKON 1: TOPLOTNI TOK SKOZI ZUNANJE STENE NA DAN .....        | 46 |
| GRAFIKON 2: TOPLOTNI TOK SKOZI KLETNO PLOŠČO NA DAN .....        | 46 |
| GRAFIKON 3: TOPLOTNI TOK SKOZI POŠEVNO STREHO NA DAN .....       | 47 |
| GRAFIKON 4: TOPLOTNI TOK SKOZI OVOJ KONSTRUKCIJE NA DAN .....    | 47 |
| GRAFIKON 5: CENE RABLJENIH ENERGENTOV ZA ENO KURILNO SEZONO..... | 50 |

# KAZALO TABEL

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABELA 1: TEHNIČNA SMERNICA TSG-01-004:2010.....                                          | 22 |
| TABELA 2: TEHNIČNA SMERNICA TSG-01-004:2010.....                                          | 26 |
| TABELA 3: TEHNIČNA SMERNICA TSG-01-004:2010.....                                          | 28 |
| TABELA 4: SEZNAM PROSTOROV IN KVADRATUR .....                                             | 32 |
| TABELA 5: SESTAVA OBSTOJEČE ZUNANJE STENE .....                                           | 33 |
| TABELA 6: SESTAVA OBSTOJEČE TALNE PLOŠČE .....                                            | 33 |
| TABELA 7: SESTAVA OBSTOJEČE POŠEVNE STREHE .....                                          | 34 |
| TABELA 8: SESTAVA ZUNANJE STENE PO SANACIJI .....                                         | 37 |
| TABELA 9: SESTAVA POŠEVNE STREHE PO SANACIJI .....                                        | 37 |
| TABELA 10: SESTAVA TALNE PLOŠČE PO SANACIJI .....                                         | 38 |
| TABELA 11: TOPLOTNI TOK SKOZI DELE KONSTRUKCIJE NA DAN .....                              | 45 |
| TABELA 12: KURILNOST ZA RAZLIČNE VRSTE GORIV.....                                         | 48 |
| TABELA 13: CENE ENERAGENTOV NA TRGU .....                                                 | 48 |
| TABELA 14: KOLIČINA POTREBNIH ENERAGENTOV ZA ZAGOTAVLJANJE DNEVNE POTREBE OGREVANJA ..... | 49 |
| TABELA 15: CENA RABLJENIH ENERAGENTOV ZA EN DAN.....                                      | 49 |
| TABELA 16: CENA RABLJENIH ENERAGENTOV ZA ENO KURILNO SEZONO.....                          | 49 |
| TABELA 17: STROŠKOVNA ANALIZA SANACIJE.....                                               | 52 |

# **1 UVOD**

V Sloveniji je večina gradenj energijsko neučinkovitih. Vsako kurilno sezono gospodinjstva namenijo precejšnji del svojih prihodkov za ogrevanje stavbe in pri tem večinoma ne razmislijo, da bi z vložkom v energetske sanacije zmanjšali stroške ogrevanja in prispevali k ohranjanju vrednosti njihove nepremičnine.

## ***1.1 Opis področja in opredelitev problema***

Izvedba učinkovitih varčnih ukrepov ni omejena le na novogradnje, ampak se ti izvajajo tudi v že obstoječih zgradbah. Te zgradbe v večini primerov niti niso tako zastarele, kajti obsežni toplotno zaščitni ukrepi se pri novogradnjah izvajajo komaj zadnje desetletje. Največji energetski prihranek je mogoče doseči s kakovostno sanacijo ovoja stavbe (oken, vrat, fasade in strehe). Kakovostna in energijsko učinkovita sanacija upošteva izkušnje s področja gradnje pasivnih hiš in ponuja ustrezne rešitve za celotno zgradbo.

## ***1.2 Namen, cilji in osnovne trditve***

Namen diplomske naloge je prikazati zahteve, ki jih izpolnjuje dobro toplotno izolirana stavba. Seznanjen s Pravilnikom o učinkoviti rabi energije, PURES 2010, bom izračunal toplotne karakteristike in izgube, ki jih dosega stavba pred sanacijo. Po opravljeni sanaciji z izbranimi materiali bom znova izračunal toplotne karakteristike in izgube ter primerjal dobljene rezultate.

## ***1.3 Predpostavke in omejitve***

Energetsko učinkovita sanacija je tista, s katero dosežemo vsaj 30 odstotkov zmanjšanje rabe energije. Menim, da te številke ne bom dosegel, saj se osredotočam samo na sanacijo ovoja stavbe, v katero nisem vključil zamenjave oken in vrat, ki so pri starejših stavbah velik toplotni prevodnik.

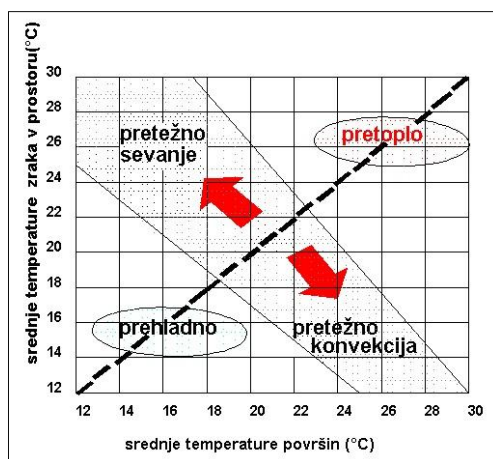
## ***1.4 Uporabljene raziskovalne metode***

Pri izdelavi diplomskega dela sem uporabil naslednje metode:

- zbiranje podatkov,
- analiza objekta,
- predlog sanacije.

## 2 TOPLOTNO UGODJE V PROSTORU

Toplotno ugoden prostor je, ko večini ljudem v njem ni prehladno in ne pretoplo. Doseči to je naloga izbranega ogrevalnega sistema, ki pa je odvisna od pravilno izračunanih toplotnih potreb. Ugodnost je odvisna tudi od temperatur površin, vlažnosti in svežega zraka.



Slika 1: Doseganje ugodja bivanja v odvisnosti od srednjih temperatur površin in zraka

Vir: [http://www.dom.si21.com/Splosno/Toplotno\\_ugodje\\_v\\_prostoru/](http://www.dom.si21.com/Splosno/Toplotno_ugodje_v_prostoru/)

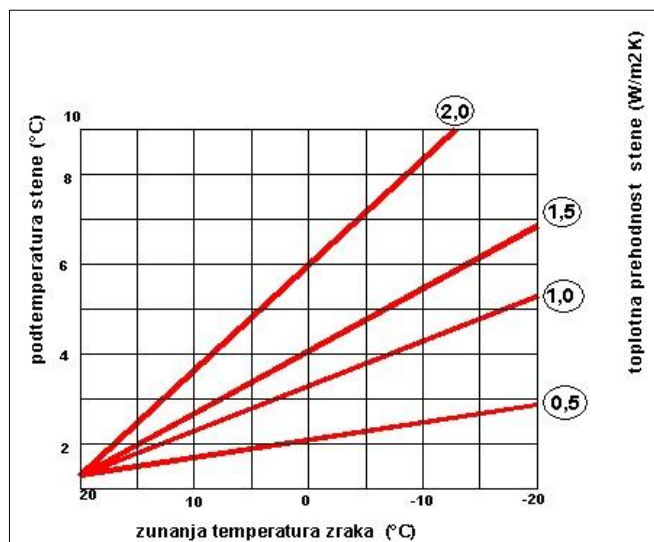
### 2.1 Določitev grelnih teles

Grelna telesa se izračunajo glede na izgube toplote v prostoru. Predpisane izgube se z leti zmanjšujejo; včasih so znašale 100 do 130 W/m<sup>2</sup>, sedaj pa že 35 do 40 W/m<sup>2</sup>.

### 2.2 Temperatura obodnih površin

Temperature površin so pomembne pri doseganju toplotnega ugodja, zato morajo biti temperature obodnih površin toplejše od zunanjih.

Pri nižjih temperaturah obodnih površin občutimo prepih, zato je priporočljivo, da temperatura obodnih površin ni nižja od 18 °C.



Slika 2: Temperatura notranjih površin prostora v odvisnosti toplotne prevodnosti sten in zunanje temperature zraka

Vir.: [http://www.dom.si21.com/Splosno/Toplotno\\_ugodje\\_v\\_prostoru/](http://www.dom.si21.com/Splosno/Toplotno_ugodje_v_prostoru/)

### 3 ZRAČENJE IN PREZRAČEVANJE

Ugodno počutje in koncentracija v bivalnem ali delovnem prostoru sta odvisni od več dejavnikov, kot so gibanje zraka, osvetljenost, temperatura, hrup in drugi. Med vsemi naštetimi je eden najbolj vplivnih dejavnikov kakovost zraka. V prostoru mora biti zadostna količina kisika, ugodna zračna vlaga, minimalna količina vonjav in minimalna količina človeku škodljivih snovi (to so snovi, ki nastanejo zaradi bivanja človeka v prostoru (vonjave, vlaga), pri pripravi in kuhi hrane, kajenju, in snovi, kot so zaščitni premazi in laki pohištva, naravni plin radon, mikroorganizmi, prah, živali), da človekovo zdravje ni ogroženo.

Zadovoljivo kakovost zraka je možno doseči z zračenjem, saj tako odstranjujemo vonjave in škodljive snovi.

Pomen kakovosti zraka večkrat zanemarjamo. Ljudje mislimo, da z odpiranjem oken skrbimo za zadostno količino svežega zraka. Za dihanje nam zadošča že količina zraka, ki v prostor pride zaradi netesnosti (v večini pripire pri oknih in zunanjih vratih). Pogoj za naravno prezračevanje sta razlika v temperaturi in veter. Ko je temperatura znotraj višja kot zunanja, nastane zaradi različnih gostot tlačna razlika, ki povzroča gibanje zraka. Veter omogoča močnejši prodor zraka v prostor.

#### 3.1 *Viri onesnaževanja zraka v prostoru*

##### 3.1.1 *Vonjave*

Najbolj obremenjujoče vonjave zraka so tiste, ki jih oddaja človek. Za ocenjevanje kakovosti zraka uporabljamo dve enoti: olf, ki nam podaja raven izvora onesnaževalca in decipol, ki vrednoti občuteno onesnaževanje zraka. Maksimalna vrednost CO<sub>2</sub> je 0,1 %. Da to vrednost dosežemo, je potrebno zagotoviti 25 m<sup>3</sup>/h na osebo svežega zraka.

### **3.1.2 Vlaga**

Glavni viri vlage so:

- osebe, ki oddajajo vlago,
- vlaga, ki nastaja pri opravilih, kot so kuhanje, kopanje, pomivanje ...,
- vlaga, ki jo oddajajo rastline, ki so v prostoru.

Relativna vlaga v prostoru naj bi znašala med 35 in 80 %. Nižja količina vlage v prostoru pomeni suh zrak. ta pa lahko vsebuje več prahu, kar povzroča različne alergije in bolezni. Preveč vlage pa pomeni soparno podnebje, kar povzroča nastanek kondenzata in plesni.

### **3.1.3 Mikroorganizmi**

Zrak v prostorih lahko vsebuje tudi viruse, različne bakterije, ki so lahko ob ugodnih pogojih za njihov razvoj povzročitelji različnih bolezni.

### **3.1.4 Organske spojine**

V prostorih imamo veliko snovi, ki vsebujejo organske spojine. Te se lahko leta in leta izločajo iz lakov, premazov, barv, smol in drugih snovi. Najbolj pogost onesnaževalec zraka je formaldehid, potem najdemo še nekatere, kot so pentaclorofenol, različni benezoli, akrilati, vinilkloridi. Zaradi teh snovi je pomembno zračenje prostorov, še posebej, ko kupimo novo pohištvo, barvamo prostore, lakiramo lesene površine in podobno.

### **3.1.5 Radon**

Radon je naravni žlahtni plin, ki nastane pri naravnem razpadanju radioaktivnih snovi, ki so prisotne v kamninah. Ta v zgradbe prodira največ iz tal, v majhnih količinah pa tudi iz gradbenih materialov (opeka, mavec, kamen, glina in podobno). V telo vdira skozi dihalne poti, se nalaga v pljučih in povzroča poškodbe na tkivu, ki lahko vodijo do rakavih sprememb. Koncentracijo radona v prostoru ugotavljamo z ustreznimi meritvami.

### 3.1.6 Ostali viri onesnaževanja

Med te največkrat štejemo cigaretni dim. V prostorih, kjer živijo kadilci, zvišamo količino svežega zraka z  $25 \text{ m}^3/\text{h}$  na  $30 \text{ m}^3/\text{h}$  na osebo. Drugi viri so še različni plini in primesi, prah, snovi, ki se sproščajo pri delovanju različnih aparatov, in drugi.

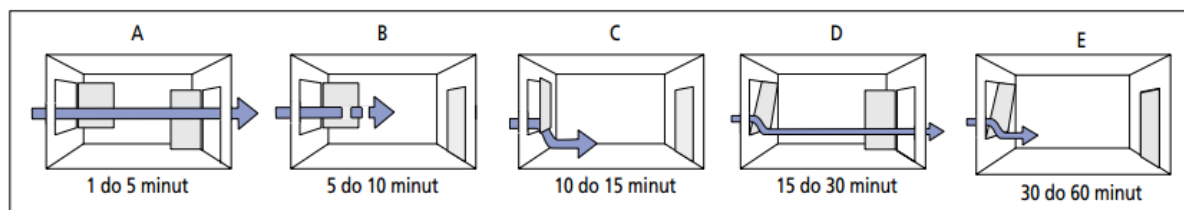
## 3.2 Načini prezračevanja

Ločimo:

- naravno,
- prisilno in
- kanalsko prezračevanje.

### 3.2.1 Naravno prezračevanje

Zadostno količino svežega zraka v hiši omogočimo z odpiranjem oken. Poznamo dolgotrajno zračenje (priprta okna) in kratkotrajno zračenje. S priprtimi okni omogočimo od 1- do 4-kratno izmenjavo zraka. Ker pa ta način v hladnejših dneh povzroča velike izgube, je bolj primerno kratkotrajno zračenje, kjer večkrat na dan odpremo okna na stežaj za nekaj minut.



Slika 3: Učinkovitost različnih načinov naravnega prezračevanja

A. Zračenje z odpiranjem oken in vrat na strežaj

B. Zračenje z odpiranjem oken na strežaj

C. Zračenje s priprtimi okni

D. Zračenje s "skipanim" oknom in odprtimi vrati

E. Zračenje s "skipanim" oknom

Slika 3: Učinkovitost različnih načinov naravnega prezračevanja

Vir: [http://www.aure.gov.si/eknjiznica/IL\\_1-11.PDF](http://www.aure.gov.si/eknjiznica/IL_1-11.PDF)

### ***3.2.2 Kanalsko prezračevanje***

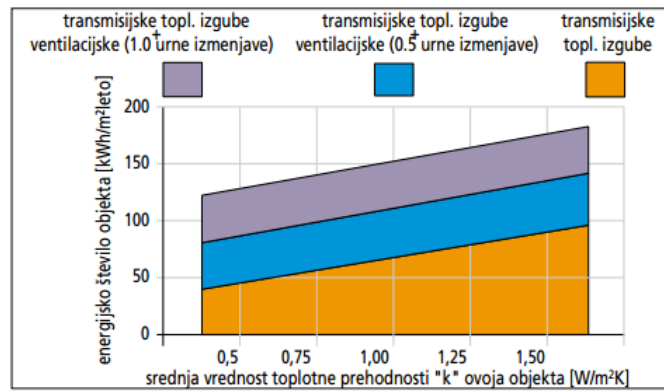
To prezračevanje se uporablja največ v večstanovanjskih zgradbah, kjer v sanitarijah in kopalnicah ni vgrajenih oken. Zrak doteka iz okolice, odteka pa skozi kanale, ki so na strehi. Zadeva deluje optimalno, ko je temperaturna razlika ravno pravišnja.

### ***3.2.3 Prisilno prezračevanje***

V energetsko učinkovitih hišah je prisilno prezračevanje edini učinkovit način prezračevanja. Prvi pogoj za to je učinkovito tesnjenje oken v stavbi. Tako prezračevanje omogoča energijsko varčno in učinkovito zračenje bivalnih prostorov. Za prisilno zračenje potrebujemo kanalski razvod od prostorov do osrednje odvodne enote, kjer je vgrajen odvodni ventilator. Svež zrak ogrejemo, ogretega na višjo temperaturo kot je v prostorih pa vpihujemo. Zrak je mogoče pred vpihovanjem filtrirati in tako učinkovito preprečujemo razvoj bolezni in alergij. S sistemi regulacije lahko prilagajamo količino potrebnega zraka različnim potrebam v prostorih (npr. med kuhanjem povečamo količino zraka, ki prihaja v prostor).

## ***3.3 Vpliv prezračevanja na učinkovitost rabe energije v objektu***

Prezračevanje ne vpliva samo na kakovost bivanja, velik vpliv ima tudi na rabo energije za ogrevanje stavbe. Z ogrevanjem dovajamo v stavbo enako količino toplote kot je toplotnih izgub. Toplotne izgube delimo na transmisijske toplotne izgube (tukaj toplota prehaja skozi ovoj stavbe) in ventilacijske toplotne izgube (zaradi naravnega in prisilnega prezračevanja). Na sliki so prikazane spremembe potreb po toploti za ogrevanje stavbe. Z naraščanjem toplotne prehodnosti skozi ovoj stavbe se večja transmisijski del izgub. Slabša je toplotna zaščita, večja je toplotna prehodnost skozi ovoj stavbe. Ventilacijski del je odvisen samo od števila izmenjav zraka. V primeru slabo izolirane stavbe z zmanjšanjem urne izmenjave z 1 na 0,5 dosežemo 1/4 toplotni prihranek proti prejšnji rabi, v primeru z dobro toplotno izolacijo pa 1/3.



Slika 4: Primer energijskih potreb objekta

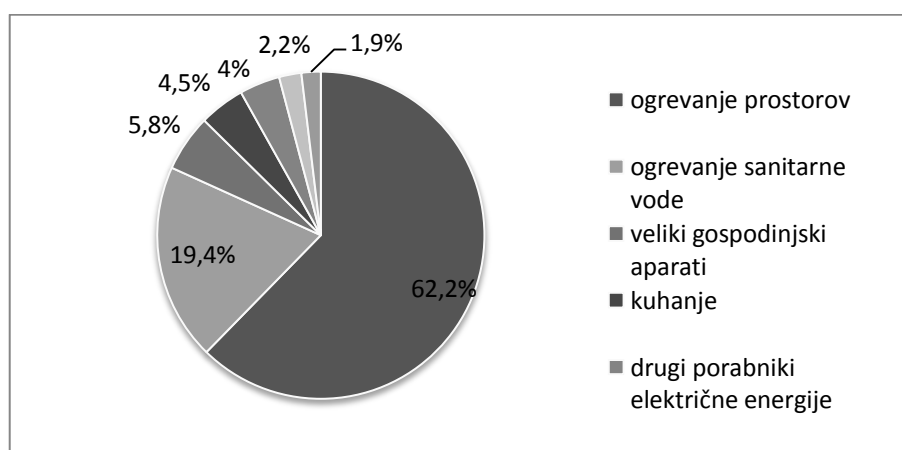
Vir: [http://www.aure.gov.si/eknjiznica/IL\\_1-11.PDF](http://www.aure.gov.si/eknjiznica/IL_1-11.PDF)

## 4 ENERGETSKA UČINKOVITOST PRI OBNOVI OVOJA STAVBE

Saniranje ovoja predstavlja veliko naložbo za lastnika, zato mora biti izvedena in zasnovana optimalno. Možnosti za prihranek z energijo in stroški za ogrevanje so velike, a smo jih v preteklosti zanemarjali, bodisi zaradi nepoznavanja tehnologije ali pomanjkanja sredstev.

### 4.1 Energetsko varčevalni potencial v stavbah

Z energetske obnovo zgradb, zgrajenih pred 1980, je mogoče s pravimi ukrepi (menjava stavbnega pohištva, toplotna izolacija ovoja, posodobitev ogrevalnega sistema) prihraniti preko 60 % potrebne energije za ogrevanje. Ogrevanje predstavlja preko 60 % potrebne energije, drugo predstavlja kuhanje, osvetlitev prostorov, električni aparati, priprava tople vode. Prihranki so odvisni od kakovosti in tehnologije gradnje, let stavbe in vzdrževanja. Večino pričakovanih prihrankov je mogoče doseči s sanacijo toplotnega ovoja stavbe, saj s tem vplivamo na glavne potrošnike energije. Manjši, ampak pomemben del predstavlja tudi obnova ogrevalnega sistema. Dodatno lahko prihranimo z varčnimi električnimi aparati in pravilno izbrano razsvetljavo. Z izobraževanjem vzdrževalcev in stanovalcev lahko zmanjšamo rabo energije še za 5-10 %.



Slika 5: Končna poraba energije po namenih, gospodinjstva, Slovenija, 2012

Vir: SURS, preračun Institut "Jožef Stefan" - Center za energetske učinkovitost

## **4.2 *Ekonomski vidik energetske obnove ovoja stavbe***

Analize so pokazale, da se nam naložba v energetska sanacijo povrne v 25 letih, če zajamemo delo kot gradbeni del v celoti. Zaradi tega v povprečju velikega stroška se nam zdi energetska sanacija ovoja stavbe neugodna, glede na prvi pogled nizke cene energije.

Stroški preprostejših posegov, kot na primer toplotna sanacija podstrešja, se nam povrnejo v 3-4 letih oz. že v prvem letu, če ne upoštevamo stroškov izvedbe. Stroški sanacije so lahko različni in so večinoma odvisni od izbrane rešitve in materialov.

Obstoječe stavbe, ki so najbolj potratne, so starejši objekti, ki poleg manjših sanacij v večini potrebujejo že zamenjavo elementov, kar pomeni dodatne naložbe. Če obnavljamo fasado, ki je dotrajana, razmislimo tudi o nakupu toplotnoizolacijske obloge, kar dodatno stane od 20 do 40 % celotne sanacije fasade. Če to upoštevamo, ugotovimo, da se nam naložba povrne v 10 do 15 letih.

Ko se odločimo za sanacijo ovoja stavbe, povežemo delo še z drugimi predvidenimi deli na zgradbi. Za področje Slovenije je grobo ocenjeno, da energetska obnova predstavlja 40 % celotne naložbe, kar skrajša vračilno dobo s 26 na 10 let. Študije kažejo, da je s sanacijo ovoja stavbe mogoče potrebno energijo za ogrevanje zmanjšati za kar 30 %.

## **4.3 *Pristop k energetska sanaciji ovoja zgradb***

Ko se odločamo za energetska sanacijo zgradbe, moramo prvo poiskati kritična mesta. Pri tem nam lahko pomagajo svetovalci, pri večstanovanjskih zgradbah pa je potreben energetski pregled. Energetski pregled je študija, ki odkrije vzroke za previsoko rabo energije, predlaga ukrepe, kako jih zmanjšati in kako pristopiti k sanaciji, da stroški le te niso previsoki.

Na podlagi študije investitor oblikuje načrt energetske sanacije, kjer so najprej na vrsti organizacijski ukrepi (ta ureja spremembo odnosa uporabnikov do rabe energije). Po tem sledijo ukrepi s kratko vračilno dobo (cenejši ukrepi, ki se izvajajo pri vzdrževanju stavbe) in ukrepi z daljšo vračilno dobo.

Najpogostejši ukrepi, ki jih strokovnjaki priporočajo na ovoju so toplotna izolacija in dodatna toplotna izolacija podstrešja, tesnjenje oken, zamenjava oken in zasteklitve, toplotna izolacija

strehe in tal. Večina teh ukrepov je z ekonomskega vidika velik zalogaj. Za stanovalce so pri odločanju odločilni podatki, kot je vračilna doba, pričakovani prihranek in višina naložbe.

#### **4.4 *Ukrepi za energetske učinkovito sanacijo ovoja stavbe***

##### **4.4.1 *Tesnjenje in zamenjava oken***

Z dobrim tesnjenjem je možno pri starejših zgradbah privarčevati od 10-15 % energije, ki jo potrebujemo za ogrevanje. Okna saniramo s kakovostnimi tesnili, kot so silikonska ali iz EPDM gume. Naložba se nam povrne v povprečju v dveh let. Toplotne izgube zaradi prezračevanja znašajo okoli 1/3 potrebne energije, zato jih želimo omejiti. Okna, ki učinkovito tesnijo, je potrebno aktivno prezračevati z odpiranjem.

Pri zamenjavi oken je dobro, če se odločimo za energetske učinkovita okna, z izoliranimi okviri in učinkovito zasteklitvijo. Zamenjava oken z energetsko učinkovitimi nam stroške ogrevanje zmanjša do 20 %. Strošek nakupa učinkovitejših oken pa je samo 10 do 15 % višji od navadnih termopan oken. Razlika v ceni se nam povrne v času treh let.

##### **4.4.2 *Toplotna zaščita zunanjih sten***

Skozi zunanje stene izgubimo do 35 % toplote, ki jo potrebujemo za ogrevanje prostorov. Tako s sanacijo ovoja zgradbe ne zmanjšamo samo toplotne izgube, ampak izboljšamo tudi energetske učinkovitost zgradbe, povečamo toplotno ugodje v stavbi, izboljšamo toplotno stabilnost in tudi zaščitimo konstrukcijo.

9. člen Pravilnika PURES postavlja zahteve, ki so potrebne pri načrtovanju sestave zunanjih sten. Tako je potrebno s toplotno zaščitno ovojo stavbe zmanjšati prehod energije skozi ovoj, zmanjšati pregrevanje in podhlajevanje zgradbe, uravnavati zrakotesnost stavbe in zagotoviti tako sestavo, da zaradi prehoda vodne pare ne prihaja do poškodb in škodljivih vplivov.

Da zagotovimo vse te pogoje, moramo izbrati in določiti toplotno zaščito tako, da:

- je toplotna prevodnost sten nizka,

- izberemo in razporedimo materiale tako, da ne pride do kondenzacije,
- bo enakomeren ovoj sten in povezan z drugimi deli ovoja.

Največje dovoljene vrednosti ovoja stavbe, izračunane po standardih SIST EN ISO 2011 in SIST EN ISO 6946, so:

Tabela 1: Tehnična smernica TSG-01-004:2010

| Tip zunanje stene                                                                                                        | $U_{max} (W/m^2K)$ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Zunanje stene proti neogrevanim prostorom                                                                                | 0,28               |
| Zunanje stene proti neogrevanim prostorom – manjše površine, ki skupaj ne presegajo 10 % neprozornega dela zunanje stene | 0,60               |
| Stene, ki mejijo na ogrevane sosednje stavbe                                                                             | 0,50               |
| Zunanja stena ogrevanih prostorov proti terenu                                                                           | 0,35               |

Vir: <http://energetskaizkaznica.si/nasveti/toplotna-zascita-zunanjih-sten/>

Z materiali za gradnjo zunanjih sten teh vrednosti ne dosegamo, zato se konstrukciji dodajo sloji toplotno izolativnih materialov.

Toplotno izolativne materiale lahko dodamo na zunanji strani, notranji strani, v jedru in kombinacija na zunanji in notranji strani.

Materiala, ki se najpogosteje uporabljata za toplotno zaščito zunanjih sten sta ekspanzirani polistiren v ploščah in kamena volna (plošče ali lamele). V lahki gradnji pa najpogosteje uporabljamo izolacijske polnilne materiale, kot so celulozni kosmiči, leseni kosmiči, ovčja volna, kamena in steklena volna, lesene vlaknene plošče.



Slika 6: Ekspandirani polistiren, kamena volna, celulozni kosmiči, leseni kosmiči, steklena volna, ovčja volna

Vir: <http://energetskaizkaznica.si/nasveti/toplotno-izolacijski-materiali-za-zascito-stavbnega-ovoja/>

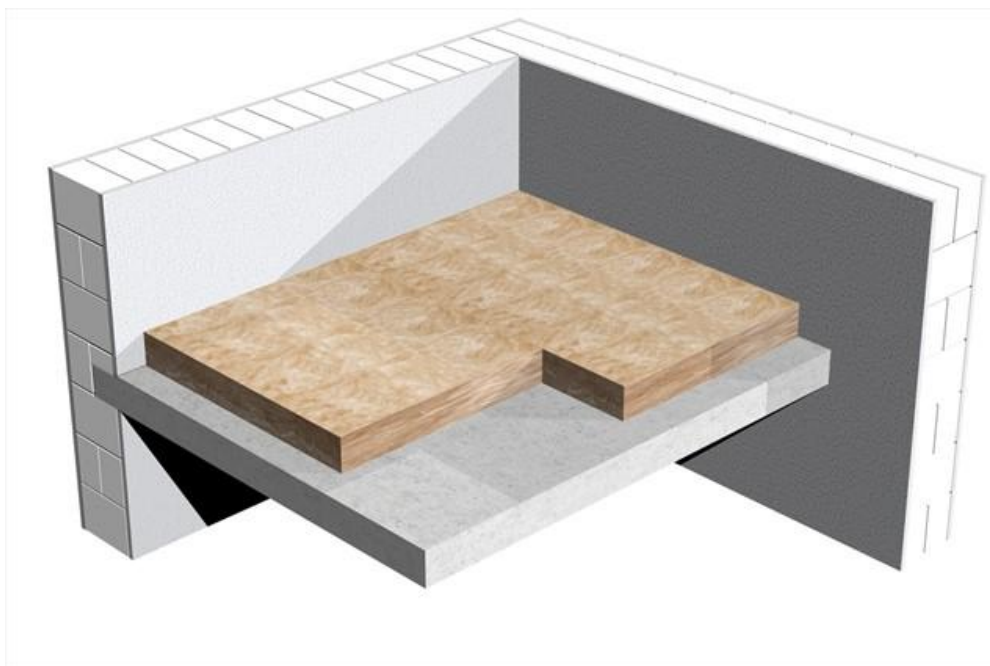
Tehnična smernica TSG-1-001:2010, Požarna varnost v stavbah, določa smernice za izbor materialov za toplotno izolacijo zunanjih sten. Za stavbe visoke do 10 m so dovoljeni normalno gorljivi materiali, za višje pa moramo uporabiti težko gorljive materiale razreda B-d1, kjer je nujna požarna ločitev med etažami stavbe z negorljivim materialom. Za stavbe višje od 22 m veljajo specifična določila.

#### ***4.4.3 Toplotna izolacija podstrešja***

Toplotna izolacija podstrešja prihrani 7-12 % energije, ki jo porabimo za ogrevanje. Izvedemo lahko nepohodno toplotno izolacijo stropa. Ta se nam povrne v treh do štirih letih, pohodna toplotna izolacija je pa zaradi rabe drugih materialov nekoliko dražja.

V mansardah večstanovanjskih objektov največkrat razmišljamo o notranji toplotni izolaciji. Pri tem moramo nujno namestiti parno zaporo na notranji strani izolacije. S tem se izognemo utekočinjanju vodne pare in posledično plesni.

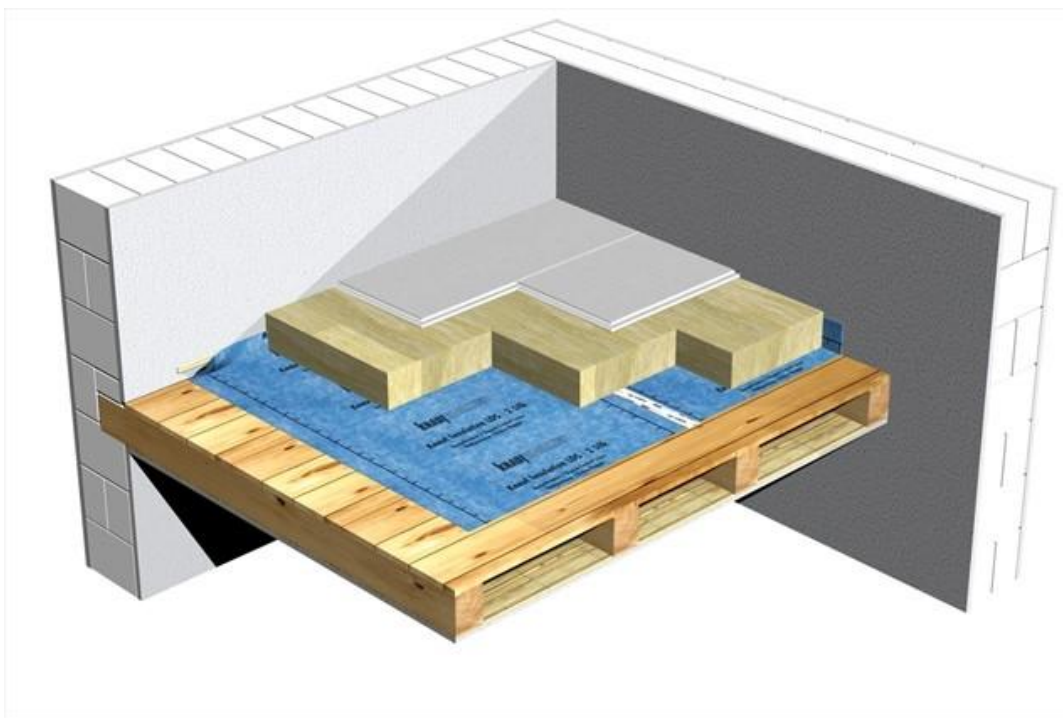
Za nepohodno podstrešje je zadosti, da pod izolacijo položimo mehki izolativni filc, nanj pa kameno ali stekleno volno. Če polagamo izolacijo na les, pod izolacijo položimo parno zaporo, če pa na beton, pa ta ni potrebna.



Slika 7: Izolacija nepohodnega podstrešja

Vir:[http://www.siol.net/trendi/dom/topel\\_dom/2014/09/ste\\_naredili\\_vse\\_da\\_bi\\_preprecili\\_prevelike\\_toplotne\\_izgube.aspx?hide\\_hf=1&mob=1](http://www.siol.net/trendi/dom/topel_dom/2014/09/ste_naredili_vse_da_bi_preprecili_prevelike_toplotne_izgube.aspx?hide_hf=1&mob=1)

Če je podstrešje pohodno, položimo na tla parno zaporo, nanjo pa trde izolacijske plošče (npr. iz kamene volne). Na plošče položimo suhomontažne pohodne plošče.



Slika 8: Izolacija pohodnega podstrešja

Vir: [http://www.siol.net/trendi/dom/topel\\_dom/2014/09/ste\\_naredili\\_vse\\_da\\_bi\\_preprecili\\_prevelike\\_toplotne\\_izgube.aspx?hide\\_hf=1&mob=1](http://www.siol.net/trendi/dom/topel_dom/2014/09/ste_naredili_vse_da_bi_preprecili_prevelike_toplotne_izgube.aspx?hide_hf=1&mob=1)

#### **4.4.4 Toplotna izolacija poševne strehe**

Skozi streho izgubimo do 25 % toplote, ki jo potrebujemo za ogrevanje prostorov. Tako nam sanacija izolacije strehe pomaga:

- zmanjšati toplotne izgube,
- regulirati pregrevanje in podhlajevanje podstrešnih prostorov,
- izboljšati energijsko učinkovitost stavbe,
- povečati toplotno ugodje v prostorih,
- zaščititi nosilno konstrukcijo.

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2, 2010) v 9. členu določa smernice, ki jih je treba upoštevati pri načrtovanju sestave ravnih in poševnih streh. Tako je potrebno s toplotno zaščitno ovoja stavbe zmanjšati prehod energije skozi ovojo, zmanjšati pregrevanje in

podhlajevanje zgradbe, uravnavati zrakotesnost stavbe in zagotoviti tako sestavo, da zaradi prehoda vodne pare ne prihaja do poškodb in škodljivih vplivov.

Da zagotovimo vse te pogoje, moramo poiskati toplotno zaščito tako, da:

- je toplotna prevodnost strehe nizka,
- izberemo in razporedimo materiale tako, da ne pride do kondenzacije vodne pare,
- bo ovoj sten enakomeren, brez oslabitev in povezan s toplotno zaščito drugih delov ovoja.

Največje dovoljene vrednosti ravnih in poševnih streh, izračunane po standardih SIST EN ISO 2011 in SIST EN ISO 6946, so:

Tabela 2: Tehnična smernica TSG-01-004:2010

| Tip strehe                                                                                                 | $U_{max} (W/m^2K)$ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Strop proti neogrevanemu prostoru, stropi pri sestavi ravnih ali poševnih streh (ravne ali poševne strehe) | 0,20               |
| Terase manjše velikosti, ki skupaj ne presegajo 5 % površine strehe                                        | 0,60               |
| Strop proti terenu                                                                                         | 0,35               |

Vir: <http://energetskaizkaznica.si/nasveti/toplotna-zascita-ravnih-in-posevnih-streh/>

Z materiali za gradnjo zunanjih sten teh vrednosti ne dosegamo, zato se konstrukciji dodajo sloji toplotno zaščitnih materialov.

#### 4.4.4.1 Poševne strehe

Toplotno izolacijo lahko pri poševnih strehah namestimo nad, pod ali med škarnike, lahko pa tudi kombinacijo pod in nad.

Posebni zaščitni sloj sta tudi drugotna kritina, ki varuje toplotno izolacijo pred zunanjimi vremenskimi pojavi in pred konvekcijskim hlajenjem, ter parno-vetrna zapora na notranji strani.

Za izolacijo med in pod škarniki se uporabljajo mehkejši, sipki, bolj kompaktni materiali, ki dobro zapolnijo vsak mali prostor. Trenutno se največ uporabljajo kamena volna, steklena volna, celulozni kosmiči in lesni kosmiči.

Za izolacijo nad škarniki se lahko uporabijo togi, trši materiali v ploščah, kot so polistiren, poliuretan ali lesne izolacijske plošče. Izvedba nad škarniki je najboljša glede odprave toplotnih mostov v polju strehe.

#### 4.4.4.2 Ravne strehe

Ravne strehe so najpogostejše v masivni izvedbi, redko jih najdemo v lahki. V osnovi jih delimo na pohodne (z izkoriščeno površino) in nepohodne.

»Razvrstitev in osnovna shema ravnih streh glede na tip toplotne zaščite:

- Topla (ne prezračevana): nosilna konstrukcija, toplotna izolacija, hidroizolacija.
- Hladna (prezračevana): nosilna konstrukcija, toplotna izolacija, zračni sloj, hidroizolacija.
- Obrnjena (prezračevana): nosilna konstrukcija, hidroizolacija, toplotna izolacija (v enem sloju).
- Plus (pogosta pri energijskih sanacijah): nosilna konstrukcija, toplotna izolacija, hidroizolacija, toplotna izolacija.

- Posebna oblika – zelena streha: Navadno v osnovi kot topla ali obrnjena streha z nujnim dodatnim slojem, protikoreninsko zaščito« (<http://energetskaizkaznica.si/nasveti/toplotna-zascita-ravnih-in-posevnih-streh/>).

Pri topli ravni strehi je izrednega pomena brezhibno izvedena parna zapora pod slojem toplotne zaščite.

#### 4.4.5 Toplotna zaščita talnih konstrukcij

Zgradba preko tal izgubi v povprečju 15 % toplote. Z dodatno toplotno zaščito talne konstrukcije izboljšamo energijsko učinkovitost stavbe, zmanjšamo toplotne izgube, povečamo toplotno ugodje v prostorih ipd.

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2, 2010) v 9. členu določa smernice, ki jih je treba upoštevati pri načrtovanju sestave talnih konstrukcij. Tako je potrebno s toplotno zaščitno ovoja stavbe zmanjšati prehod energije skozi ovoj, zmanjšati pregrevanje in podhlajevanje zgradbe, uravnavati zrakotesnost stavbe in zagotoviti tako sestavo, da zaradi prehoda vodne pare ne prihaja do poškodb in škodljivih vplivov.

Torej je treba toplotno zaščito načrtovati tako, da je toplotna prevodnost talne konstrukcije najnižja možna.

Največje dovoljene vrednosti talnih konstrukcij, izračunane po standardih SIST EN ISO 2011 in SIST EN ISO 6946, so:

Tabela 3: Tehnična smernica TSG-01-004:2010

| Tip talne konstrukcije                                                                                                           | $U_{max} (W/m^2K)$ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Tla na terenu                                                                                                                    | 0,35               |
| Tla nad neogrevano kletjo, neogrevanim prostorom ali garažo                                                                      | 0,35               |
| Tla nad zunanjim zrakom                                                                                                          | 0,30               |
| Tla na terenu in tla nad neogrevano kletjo, neogrevanim prostorom ali garažo pri panelnem – talnem ogrevanju (ploskovnem gretju) | 0,30               |

Vir: <http://energetskaizkaznica.si/nasveti/toplotna-zascita-talnih-konstrukcij/>

Ker z materiali za gradnjo talnih konstrukcij teh vrednosti ne moremo doseči, dodamo konstrukciji dodatni sloj toplotno zaščitnih materialov.

Najpogosteje uporabljeni toplotno zaščitni materiali pri talnih konstrukcijah so:

- ekspandirani polistiren, kamena volna, steklena volna (nad talno ploščo),
- ekstrudirani polistiren, penjeno steklo (pod talno ploščo).

Toplotno izolacijo talnih konstrukcij je drago in zamudno sanirati, zato je točna izvedba že prvič nujna za brezhibno obratovanje.

## **5 PRAKTIČNI PRIMER SANACIJE HIŠE**

### **5.1 Obstoječe stanje**

#### **5.1.1 Lokacija**

Obravnavani objekt je lociran v katastrski občini Nuskova s parcelno številko 38. Objekt se nahaja v severovzhodni Sloveniji, natančneje v pokrajini Goričko, na 246 m nadmorske višine.

Objekt se bo gradbeno saniral tako, da bo ustrezal Pravilniku o učinkoviti rabi energije PURES 2010. Sanirali bomo toplotno izolacijo sten, strehe in talne plošče.

#### **5.1.2 Splošno**

Projekt obravnava enodružinsko podkleteno stanovanjsko hišo, z možnostjo ureditve mansarde v bivalne prostore. Predvidena tlorisna velikost je 15 x 8 m in 6 x 7 m. Objekt je klasične masivno opečne betonske izvedbe z dvokapno strešno konstrukcijo z večjim naklonom (35°). Projekt je izdelan v soglasju s predpisi in standardi. Objekt je postavljen po predhodno odobreni lokacijski dokumentaciji in lokacijskim dovoljenjem z vsemi soglasji. ([https://api.turnitin.com/dv?student\\_user=1&o=442915261&u=1030112454&lang=en\\_us&session-id=2e4eec9fbc8cf8d336759bb9c51](https://api.turnitin.com/dv?student_user=1&o=442915261&u=1030112454&lang=en_us&session-id=2e4eec9fbc8cf8d336759bb9c51)).

#### **5.1.3 Obdelava konstrukcij**

- Temelji na pasovnih temeljih, dimenzij iz glavnega projekta. Vsi temelji so betonirani v MB15, strojno po predpisih. Globina temeljenja je razvidna in predloženih načrtov, dokončno pa jo določi geolog in statik po pregledu izvršenih izkopov pred betoniranjem.
- Kletne obodne stene so zidane z betonskimi bloki širine 30 cm.

- Notranji zidovi v kleti, kakor tudi vsi ostali zidovi v pritličju in podstrešju, so zidani z modularno opeko s podaljšano cementno malto. Vse tanke predelne stene so debeline 10 cm.
- Vertikalne in horizontalne vezi se betonirajo in armirajo po predpisih iz armaturnega načrta. Vse horizontalne vezi so višine 20 cm.
- Stropne plošče kleti in pritličja so polmontažni strop Norma 14 + 5 cm. Tlačno ploščo je treba armirati z mrežo R131 in betonirati z betonom MB30.
- Streha je simetrična dvokapnica z opečno kritino. Strešna konstrukcija je lesena, prilagojena za opečno kritino. Naklon strešine je 35°. Oblika strešne konstrukcije in dimenzije so razvidne iz tlorisa strehe in prereza. Smer slemen je ob cesti SZ-JV, v notranjosti parcele pa SV-JZ.
- Toplotna izolacija sten je izvedena s stiroporom predpisanih debelin po prilogi toplotnih izračunov konstrukcij.
- Inštalacije in obrtniška dela je treba izvesti po obstoječih predpisih in standardih.
- Fekalije se odvajajo po ločeni kanalski mreži v greznico po določitih sanitarnega soglasja.
- Objekt z okolico se uredi po določitih lokacijskega soglasja in predloženih projektih.

#### **5.1.4 Obdelave**

- Objekt je v celoti zaščiten s hidroizolacijo.
- Tlaki v prostorih so narejeni glede na vrsto rabe.
- Stene so obdelane glede na funkcijo prostora. Vse zidane stene so ometane in prepleskane. V kopalnici je v vsej višini položena keramika, na stranišču pa do polovice.
- Stavbno pohištvo je plastično. Vsa okna so plastična z zunanjimi senčili – rolete. Vhodna vrata so plastična.
- Fasada je izolirana z 10 cm stiroporom in zaključena s tankoslojno fasado.

### 5.1.5 Seznam prostorov in kvadratur

Tabela 4: Seznam prostorov in kvadratur

| KLET      |                         |                        | m <sup>2</sup> |
|-----------|-------------------------|------------------------|----------------|
| 1         | Garaža                  | Fina cementna prevleka | 26.28          |
| 2         | Kotlovnica 1            | Fina cementna prevleka | 7.15           |
| 3         | Kotlovnica 2            | Keramika               | 13.01          |
| 4         | Hodnik                  | Keramika               | 21.42          |
| 5         | Hobi                    | Linolej                | 25.35          |
| 6         | Garderoba               | Keramika               | 17.20          |
| 7         | Shramba                 | Keramika               | 8.03           |
| 8         | Stopnišče               | Keramika               | 7.25           |
|           | SKUPAJ KLET:            |                        | 125.69         |
| PRITLIČJE |                         |                        |                |
| 1         | Spalnica 1              | Laminat                | 13.97          |
| 2         | Spalnica 2              | Laminat                | 12.83          |
| 4         | Kopalnica               | Keramika               | 5.23           |
| 5         | WC                      | Keramika               | 1.78           |
| 6         | Hodnik                  | Keramika               | 16.21          |
| 7         | Dnevna soba + jedilnica | Keramika               | 39.55          |
| 9         | Kuhinja                 | Keramika               | 8.48           |
| 10        | Otroška soba            | Laminat                | 8.37           |
| 11        | Shramba                 | Keramika               | 2.21           |
| 13        | Terasa                  | Keramika               | 18.83          |
|           | SKUPAJ PRITLIČJE:       |                        | 127.46         |
| MANSARDA  |                         |                        |                |
|           | SKUPAJ MANSARDA:        |                        | 117.82         |

Vir: Lasten

## 5.2 Izračun toplotnih prehodnosti za obstoječe stanje

V skladu z zahtevami Pravilnika o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, ki je bil izdan 1. 7. 2010 – PURES 2010, bomo izračunali toplotne karakteristike obstoječega objekta.

### – ZUNANJA STENA

Tabela 5: Sestava obstoječe zunanje stene

| MATERIAL                      | DEBELINA<br>d (cm) | TOPLOTNA PREVODNOST<br>$\lambda$ (W/mK) |
|-------------------------------|--------------------|-----------------------------------------|
| Podaljšana apnena malta       | 2,5                | 0,99                                    |
| Opeka                         | 29                 | 0,61                                    |
| Toplotna izolacija - stiropor | 10                 | 0,04                                    |
| Tankoslojna fasada            | 1                  | 0,80                                    |

Vir: Lasten, Toplotna prevodnost iz <http://knauf.voipex.si/tehnichni-listi/pozarna-zascita/slike/pozarna.pdf>

Za steno smo izračunali toplotno prevodnost  $U_{stena} = 0,3167 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Po PURES 2010 znaša ta vrednost  $U_{min} = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ , torej po standardu ta prerez ne ustreza.

### – TALNA PLOŠČA

Tabela 6: Sestava obstoječe talne plošče

| MATERIAL                      | DEBELINA<br>d (cm) | TOPLOTNA PREVODNOST<br>$\lambda$ (W/mK) |
|-------------------------------|--------------------|-----------------------------------------|
| Talna obloga                  | 1,3                | 1,05                                    |
| Armirani cementni estrih      | 5                  | 1,51                                    |
| PVC folija                    | 0,01               | 0,19                                    |
| Toplotna izolacija - stirodur | 7                  | 0,04                                    |
| Hidroizolacija                | 0,01               | 0,19                                    |
| Podložni beton MB15           | 10                 | 2,04                                    |
| Uvaljan gramoz                | 15                 | -                                       |

Vir: Lasten

Za ploščo smo izračunali toplotno prevodnost  $U_{plošča} = 0,4863 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Po PURES 2010 znaša ta vrednost  $U_{min} = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ , torej po standardu ta prerez ne ustreza.

– POŠEVNA STREHA

Tabela 7: Sestava obstoječe poševne strehe

| MATERIAL                            | DEBELINA<br>d (cm) | TOPLOTNA PREVODNOST<br>$\lambda$ (W/mK) |
|-------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------|
| Mavčno kartonasta plošča            | 1,25               | 0,21                                    |
| Parna ovira                         | 0,05               | 0,19                                    |
| Toplotna izolacija – steklena volna | 12                 | 0,035                                   |
| Paroprepustna folija                | 0,04               | 0,15                                    |

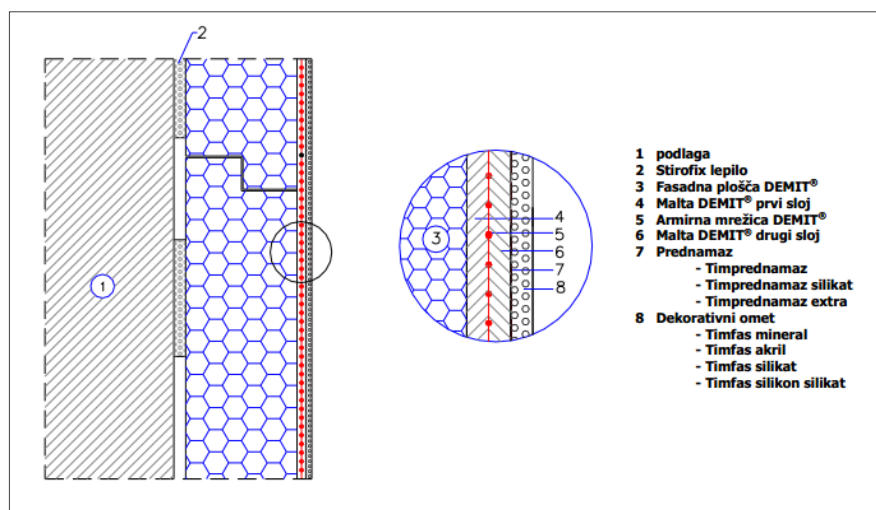
Vir: Lasten

Za streho smo izračunali toplotno prevodnost  $U_{streha} = 0,275 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Po PURES 2010 znaša ta vrednost  $U_{min} = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ , torej po standardu ta prerez ne ustreza.

### 5.2.1 Ugotovitve in potek sanacije

Po preverjanju gradbeno-fizikalnih lastnosti ovoja ugotovimo, da vsi elementi ovoja stavbe ne ustrezajo veljavnemu pravilniku PURES 2010 in da je potrebna sanacija. Posvetili smo se ovojju stavbe, notranja razporeditev ostane ista, prav tako ne bomo spreminjali položaja oken in vrat.

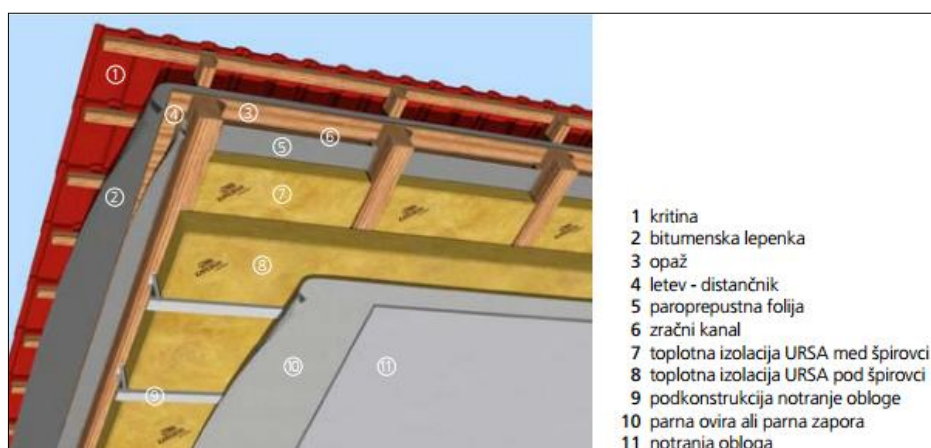
Za sanacijo zunanjih zidov smo se odločili za tako imenovano tankoslojno kontaktno fasado. Ker je trenutna fasada izolirana z ekspandiranim polistirenom debeline 10 cm, se za sanacijo odločimo za isti material. Fasado saniramo z dodatnim slojem ekspandiranega polistirena debeline 10 cm in izolacijo obdelamo z DEMIT fasado. ESP plošče z lepilom prilepimo na podlago, prevlečemo s slojem DEMIT malte, kamor položimo armirno mrežico. Nad to plast prevlečemo še drugi sloj malte, kamor naneseemo dekorativni omet.



Slika 9: Prečni prerez fasade DEMIT

Vir: [http://www.demit.si/images/stories/navodila\\_za\\_vgradnjo/DEMIT%20ORIGINAL.pdf](http://www.demit.si/images/stories/navodila_za_vgradnjo/DEMIT%20ORIGINAL.pdf)

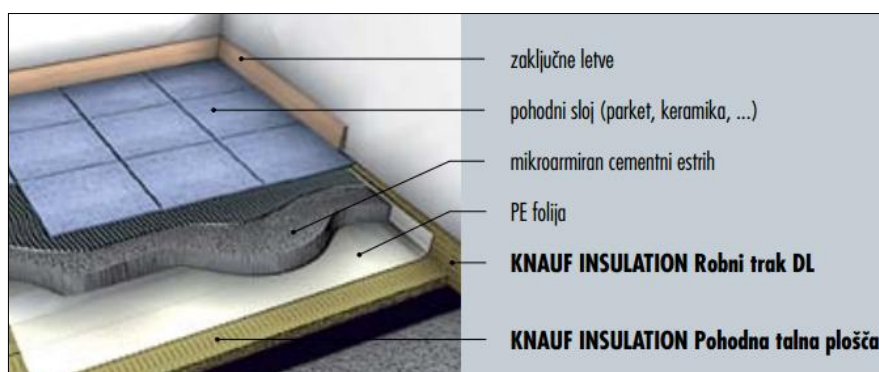
Za sanacijo poševne strehe izberemo sanacijo z notranje strani. Kot obstoječa drugotna kritina je uporabljena bituminizirana strešna lepenka, ki je paroprepusten sloj. Zaradi njene neprepustnosti lahko prihaja znotraj do utekočinjanja. Med deskami in izolacijo moramo izvesti prezračevalni kanal. Izvedemo ga tako, da med škarnike napnemo paroprepustno folijo z odmikom 4-5 cm od lesenega opaža. Že izvedena 12 cm toplotna izolacija, ki je iz steklene volne, je nameščena med škarniki. V poteku sanacije pa namestimo dodatni 12 cm sloj steklene volne pod škarnike. V poteku sanacije pa namestimo dodatni 12 cm sloj steklene volne pod škarnike.



Slika 10: Sanacija obstoječe strehe - poseg z notranje strani

Vir: [http://www.topdom.si/files/www.topdom.si/01\\_ponudba/katalogi/katalog\\_ursa\\_isolacija\\_posevnih\\_streh.pdf](http://www.topdom.si/files/www.topdom.si/01_ponudba/katalogi/katalog_ursa_isolacija_posevnih_streh.pdf)

Obstoječa kletna plošča ni zadosti toplotno izolativna, da bi zadoščala standardom, zato se odločimo za sanacijo. Predhodnih 7 cm toplotne izolacije in 5 cm cementnega estriha izoliramo z dodatnimi 5 cm toplotne izolacije. Za sanacijo kletne plošče izberemo ekstrudiran polistiren, ki je tlačno bolj odporen kot ekspandiran polistiren. Zaradi večje trdnosti je delo z njim tudi lažje, ker pri hoji po njem ne ostanejo udrnine. Na izolacijo položimo PE folijo in 5 cm cementnega estriha. Tako je tlak pripravljen na zaključni sloj. Izbrali smo keramične ploščice.



Slika 11: Toplotna izolacija kletne plošče

Vir: <http://www.knaufinsulation.si/izolacija-poda-na-terenu-izvedba>

### 5.3 Izračun toplotnih prehodnosti po sanaciji

Izračun toplotnih prehodnosti po opravljeni sanaciji.

#### – ZUNANJA STENA

Tabela 8: Sestava zunanje stene po sanaciji

| MATERIAL                      | DEBELINA<br>d (cm) | TOPLOTNA PREVODNOST<br>$\lambda$ (W/mK) |
|-------------------------------|--------------------|-----------------------------------------|
| Podaljšana apnena malta       | 2,5                | 0,99                                    |
| Opeka                         | 29                 | 0,61                                    |
| Toplotna izolacija - stiropor | 10                 | 0,04                                    |
| Tankoslojna fasada            | 1                  | 0,80                                    |
| Toplotna izolacija – stiropor | 10                 | 0,04                                    |
| Tankoslojna fasada            | 1                  | 0,80                                    |

Vir: Lasten, Toplotna prevodnost iz Gradbenega priročnika, 2004

$U_{stena} = 0,1756 \text{ W/m}^2\text{K}$  je manjša od največje dovoljene toplotne prehodnosti, ki znaša  $U_{min} \leq 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

#### – POŠEVNA STREHA

Tabela 9: Sestava poševne strehe po sanaciji

| MATERIAL                            | DEBELINA<br>d (cm) | TOPLOTNA PREVODNOST<br>$\lambda$ (W/mK) |
|-------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------|
| Mavčno kartonasta plošča            | 1,25               | 0,21                                    |
| Parna ovira                         | 0,05               | 0,19                                    |
| Toplotna izolacija – steklena volna | 12                 | 0,035                                   |
| Toplotna izolacija – steklena volna | 12                 | 0,035                                   |
| Paroprepustna folija                | 0,04               | 0,15                                    |

Vir: Lasten, Toplotna prevodnost iz Gradbenega priročnika, 2004

$U_{streha} = 0,1416 \text{ W/m}^2\text{K}$  je manjša od največje dovoljene toplotne prehodnosti, ki znaša  $U_{min} \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

– TALNA PLOŠČA

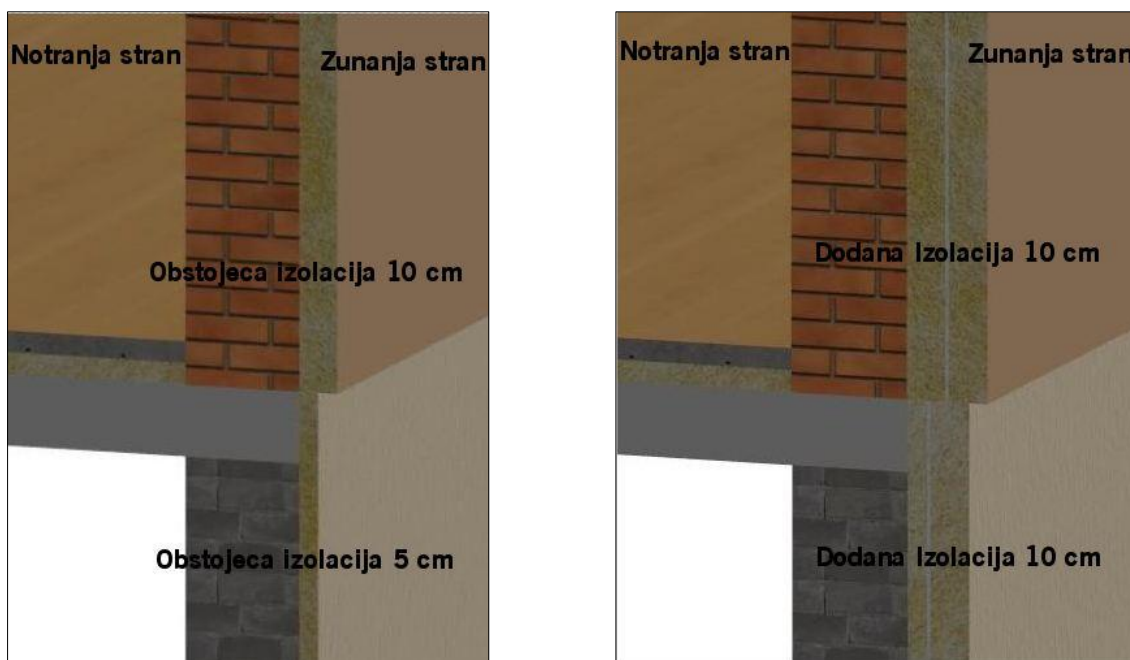
Tabela 10: Sestava talne plošče po sanaciji

| MATERIAL                      | DEBELINA<br>d (cm) | TOPLOTNA PREVODNOST<br>$\lambda$ (W/mK) |
|-------------------------------|--------------------|-----------------------------------------|
| Talna obloga                  | 1,3                | 1,05                                    |
| Armirani cementni estrih      | 5                  | 1,51                                    |
| Toplotna izolacija - stirodur | 5                  | 0,04                                    |
| Talna obloga                  | 1,3                | 1,05                                    |
| Armirani cementni estrih      | 5                  | 1,51                                    |
| PVC folija                    | 0,01               | 0,19                                    |
| Toplotna izolacija - stirodur | 7                  | 0,04                                    |
| Hidroizolacija                | 0,01               | 0,19                                    |
| Podložni beton MB15           | 10                 | 2,04                                    |
| Uvaljan gramoz                | 15                 | -                                       |

Vir: Lasten, Toplotna prevodnost iz Gradbenega priročnika, 2004

$U_{plošča} = 0,297 \text{ W/m}^2\text{K}$  je manjša od največje dovoljene toplotne prehodnosti, ki znaša  $U_{min} \leq 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

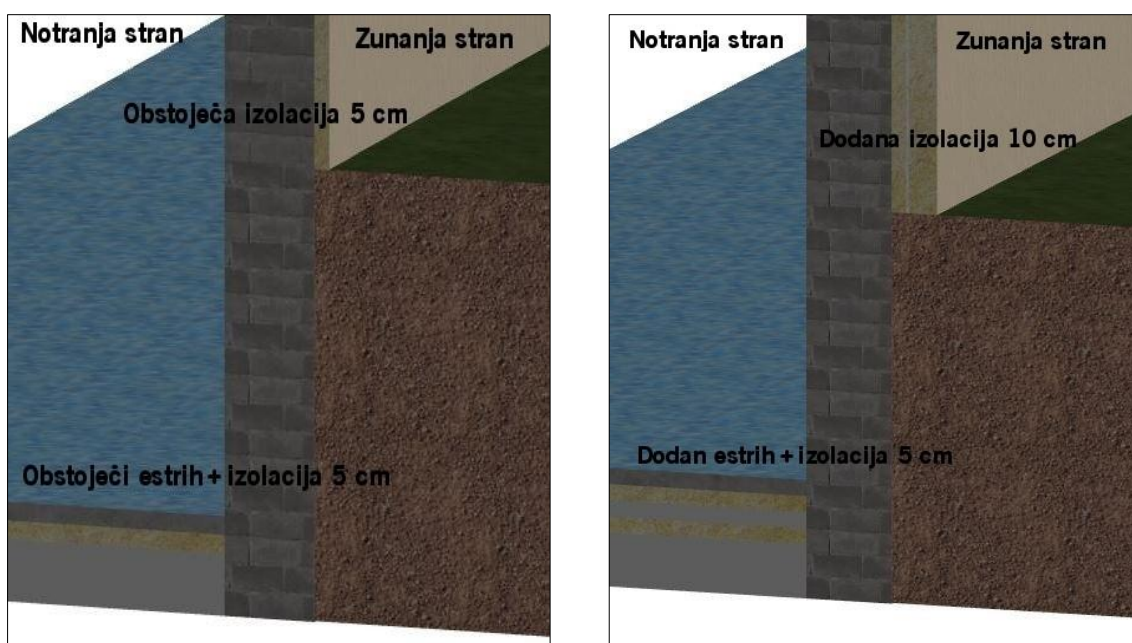
Na spodnji sliki je prikazana fasada pred in po sanaciji. Na prvi sliki lahko vidimo toplotno izolacijo debeline 10 cm. Stena s tako izolacijo ima toplotno prevodnost  $U_{stena} = 0,3167 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Po dodatnih 10 cm izolacije in na novo nanese tankoslojni kontaktni fasadi se prevodnost zmanjša na  $U_{stena} = 0,1756 \text{ W/m}^2\text{K}$ .



Slika 12: Izolacija pred in po sanaciji – zunanje stene

Vir: Lasten, ArchiCad 2014

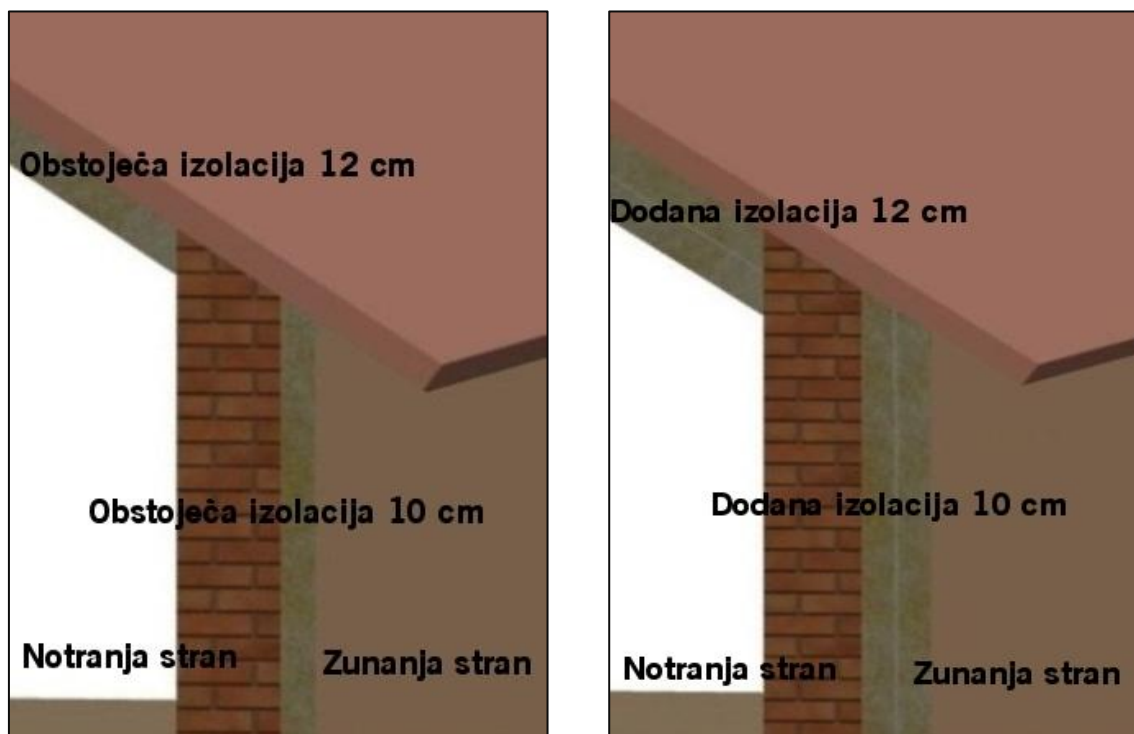
Prav tako lahko razliko opazimo pri naslednji sliki, kjer je predstavljena kletna plošča pred in po sanaciji. V kleti imamo položeno 7 cm toplotno izolacijo in 5 cm cementnega estriha. Toplotna prehodnost kletne plošče je tako  $U_{plošča} = 0,4863 \text{ W/m}^2\text{K}$ , kar po PURES-u ne ustreza. Kletno ploščo saniramo z dodatnimi 5 cm toplotne izolacije in 5 cm cementnega estriha. S tem zadostimo standardom pravilnika PURES in dosežemo prevodnost  $U_{plošča} = 0,297 \text{ W/m}^2\text{K}$ .



Slika 13: Izolacija pred in po sanaciji – klet

Vir: Lasten, ArchiCad 2014

Poševna streha je izolirana z 12 cm toplotne izolacije, kar nanese  $U_{streha} = 0,275 \text{ W/m}^2\text{K}$  toplotne prevodnosti. Po PURES 2010 ta znaša  $U_{min} \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ , torej naša izolacija ne ustreza standardom. Med sanacijo streho izoliramo z dodatnimi 12 cm toplotne izolacije pod škarnike in tako dobimo toplotno prevodnost  $U_{streha} = 0,1416 \text{ W/m}^2\text{K}$ .



Slika 14: Izolacija pred in po sanaciji – poševna streha

Vir: Lasten, ArchiCad 2014

## 5.4 Izračun porabljene energije za ogrevanje

6,26 °C

– povprečna temperatura tal na globini 1 m za Mursko Soboto od nov do mar, med leti 1971 – 2000

2,2 °C

– povprečna zimska temperatura za Mursko Soboto od nov do mar, med leti 1991 – 2000

24 °C

– povprečna temperatura v bivališčih

Stene pred sanacijo:

$$S_{stene} = 262,83 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{\Delta T}{R} \quad (4.1)$$

kjer je:

$S$  - površina skozi katero prehaja toplota ( $\text{m}^2$ )

$P$  - toplotni tok ali moč (W)

$\Delta T$  - temperaturna razlika (K)

$R$  - toplotni upor (K/W)

$$P = \frac{\Delta T}{R} = \frac{21,8 \text{ K}}{0,01211 \frac{\text{K}}{\text{W}}} = 1800 \text{ W}$$

Pri računanju upoštevamo tudi steklo in vrata.

$$S_{oken} = 37,9 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{\Delta T}{R} = \frac{21,8 \text{ K}}{0,00474 \frac{\text{K}}{\text{W}}} = 4600,36 \text{ W}$$

$$S_{g.vrata} = 5,25 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{\Delta T}{R} = \frac{21,8 \text{ K}}{0,0367 \frac{\text{K}}{\text{W}}} = 572,16 \text{ W}$$

$$S_{vh.vrata} = 3,99 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{\Delta T}{R} = \frac{21,8 \text{ K}}{0,0543 \frac{\text{K}}{\text{W}}} = 401,5 \text{ W}$$

$$\Sigma P = 1800 \text{ W} + 4600,36 \text{ W} + 572,16 \text{ W} + 401,5 \text{ W} = 7374,02 \text{ W}$$

$$Q = P * t(4.2)$$

kjer je:

$Q$  - toplota (kWh)

$t$  - čas (h)

$$Q = P * t = 7374,02 \text{ W} * 24 \text{ h} = 176976,48 \text{ Wh} \cong 177 \text{ kWh}$$

Stene po sanaciji:

$$P = \frac{\Delta T}{R} = \frac{21,8 \text{ K}}{0,0217 \frac{\text{K}}{\text{W}}} = 1006 \text{ W}$$

Pri računanju upoštevamo tudi steklo in vrata.

$$S_{oken} = 37,9 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{\Delta T}{R} = \frac{21,8 \text{ K}}{0,00474 \frac{\text{K}}{\text{W}}} = 4600,36 \text{ W}$$

$$S_{g.vrata} = 5,25 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{\Delta T}{R} = \frac{21,8 \text{ K}}{0,0367 \frac{\text{K}}{\text{W}}} = 572,16 \text{ W}$$

$$S_{vh.vrata} = 3,99 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{\Delta T}{R} = \frac{21,8 \text{ K}}{0,0543 \frac{\text{K}}{\text{W}}} = 401,5 \text{ W}$$

$$\Sigma P = 1006 \text{ W} + 4600,36 \text{ W} + 572,16 \text{ W} + 401,5 \text{ W} = 6580,02 \text{ W}$$

$$Q = P * t = 6580,02 \text{ W} * 24 \text{ h} = 157920,48 \text{ Wh} \cong 158 \text{ kWh}$$

Klet pred sanacijo:

$$S_{klet} = 125,69 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{\Delta T}{R} = \frac{17,74 \text{ K}}{0,0146 \frac{\text{K}}{\text{W}}} = 1211,82 \text{ W}$$

$$Q = P * t = 1211,82 \text{ W} * 24 \text{ h} = 29083,56 \text{ Wh} \cong 29 \text{ kWh}$$

Klet po sanaciji:

$$P = \frac{\Delta T}{R} = \frac{17,74 \text{ K}}{0,0249 \frac{\text{K}}{\text{W}}} = 711,13 \text{ W}$$

$$Q = P * t = 711,13 \text{ W} * 24 \text{ h} = 17067,01 \text{ Wh} \cong 17 \text{ kWh}$$

Poševna streha pred sanacijo:

$$S_{streha} = 201,5 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{\Delta T}{R} = \frac{17,74 \text{ K}}{0,018 \frac{\text{K}}{\text{W}}} = 983,82 \text{ W}$$

$$Q = P * t = 983,82 \text{ W} * 24 \text{ h} = 23611,71 \text{ Wh} \cong 24 \text{ kWh}$$

Poševna streha po sanaciji:

$$P = \frac{\Delta T}{R} = \frac{17,74 \text{ K}}{0,035 \frac{\text{K}}{\text{W}}} = 506,18 \text{ W}$$

$$Q = P * t = 506,18 \text{ W} * 24 \text{ h} = 12148,27 \text{ Wh} \cong 12 \text{ kWh}$$

Tabela 11: Toplotni tok skozi dele konstrukcije na dan

|                | Dovedena energija pred sanacijo [kWh] | Dovedena energija po sanaciji [kWh] |
|----------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Zunanje stene  | 177                                   | 158                                 |
| Kletna plošča  | 29                                    | 17                                  |
| Poševna streha | 24                                    | 12                                  |
| Skupno:        | 230                                   | 187                                 |

Vir: Lasten

Po izračunu stanja pred in po sanaciji opazimo precejšnje razlike v toplotnih izgubah posameznih delov konstrukcije. Precejšnjo razliko opazimo tudi, če pogledamo zunanje stene proti kletni plošči in poševni strehi. Zaradi potratnega stavbnega pohištva so stene velik porabnik toplote, ki jo dovajamo. Na podlagi teh izračunov bi bilo primerno, da čez čas vse zamenjamo in s tem prihranimo ogromno energije, ki prehaja skozi okna.

Posamezne dobljene rezultate bom predstavil v diagramih.



Grafikon 1: Toplotni tok skozi zunanje stene na dan

Vir: Lasten, Excel 2014



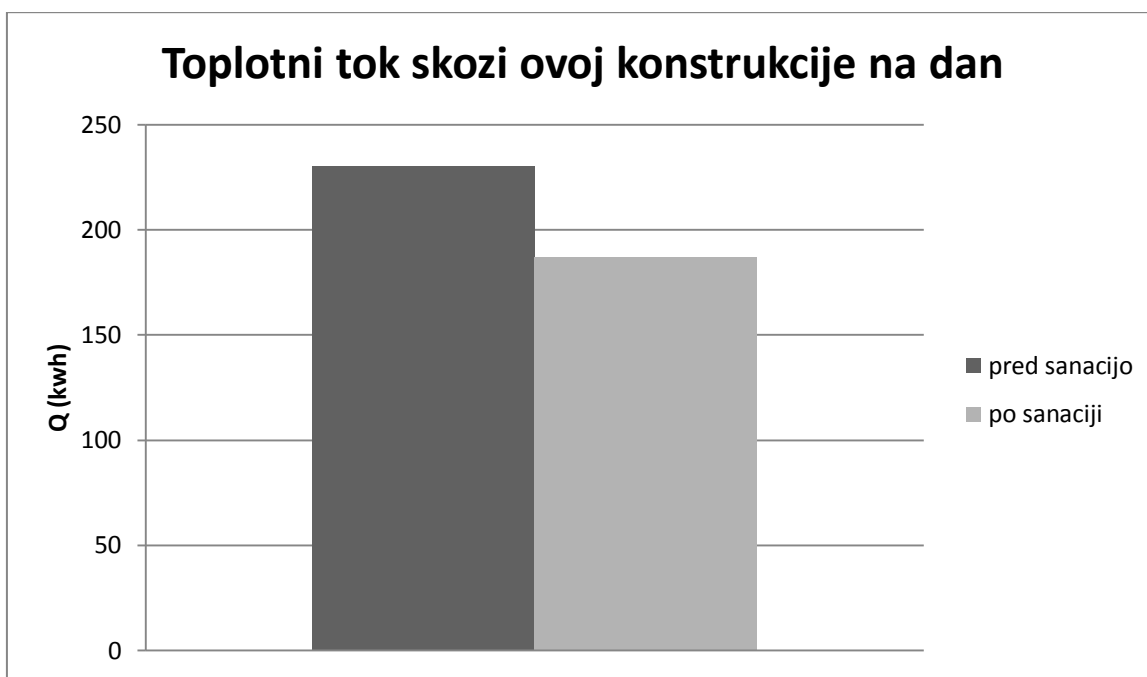
Grafikon 2: Toplotni tok skozi kletno ploščo na dan

Vir: Lasten, Excel 2014



Grafikon 3: Toplotni tok skozi poševno streho na dan

Vir: Lasten, Excel 2014



Grafikon 4: Toplotni tok skozi ovoj konstrukcije na dan

Vir: Lasten, Excel 2014

## 5.5 Stroški ogrevanja

V tabeli so predstavljeni energenti, ki jih najpogosteje uporabljamo za ogrevanje prostorov.

»Energente označujemo glede na količino toplote, ki jo vsebujejo. Z izrazom kurilnost označujemo količino toplote, ki jo dobimo z zgorevanjem goriva, če dimne pline ohlajamo samo do temperature rosišča vodne pare, ki jo vsebujejo dimni plini« (<http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Publikacije.URE/URE1-01.htm>).

Tabela 12: Kurilnost za različne vrste goriv

| Energent       | Gostota ( $kg/m^3$ ) | Kurilnost $H_i$        |
|----------------|----------------------|------------------------|
| Kurilno olje   | 830                  | 10,0 kWh/l             |
| Zemeljski plin | 0,7                  | 9,5 kWh/m <sup>3</sup> |
| Rjavi premog   | 650                  | 3,9 kWh/kg             |
| Bukov les      | 570                  | 4,2 kWh/kg             |

Vir: <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/PDFknjiznjicaAURE/IL1-01.PDF>

Pri izračunu si bom pomagal s trenutnimi cenami energentov na trgu (januar 2015).

Tabela 13: Cene energentov na trgu

| Energent     | Cena                  |
|--------------|-----------------------|
| Kurilno olje | 0,8510 €/l            |
| Drva         | 50,0 €/m <sup>3</sup> |
| Elektrika    | 0,07293 €/kWh         |

Vir: Lasten

Ko poznamo kurilnost energentov in dnevne količine potrebne dovedene energije za ogrevanje stavbe, lahko izračunamo količino potrebnih energentov.

Tabela 14: Količina potrebnih energentov za zagotavljanje dnevne potrebe ogrevanja

| Poraba energentov | Pred sanacijo<br>(230 kWh)                  | Po sanaciji<br>(187 kWh)                   |
|-------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Kurilno olje      | 23 l/dan                                    | 18,7 l/dan                                 |
| Drva              | 54,76 kg/dan ali 0,0961 m <sup>3</sup> /dan | 44,52 kg/dan ali 0,078 m <sup>3</sup> /dan |
| Elektrika         | 230 kWh/dan                                 | 187 kWh/dan                                |

Vir: Lasten

Količine iz prejšnje tabele pomnožimo s ceno energentov in dobimo naslednjo tabelo. V njej sem prikazal koliko denarja dnevno porabimo za dovajanje energije, da vzdržujemo temperaturo v stavbi 24 °C.

Tabela 15: Cena rabljenih energentov za en dan

| Stroški ogrevanja na dan | Pred sanacijo<br>(230 kWh) | Po sanaciji<br>(187 kWh) |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Kurilno olje             | 19,57 €                    | 15,91 €                  |
| Drva                     | 4,805 €                    | 3,91 €                   |
| Elektrika                | 16,78 €                    | 13,64 €                  |

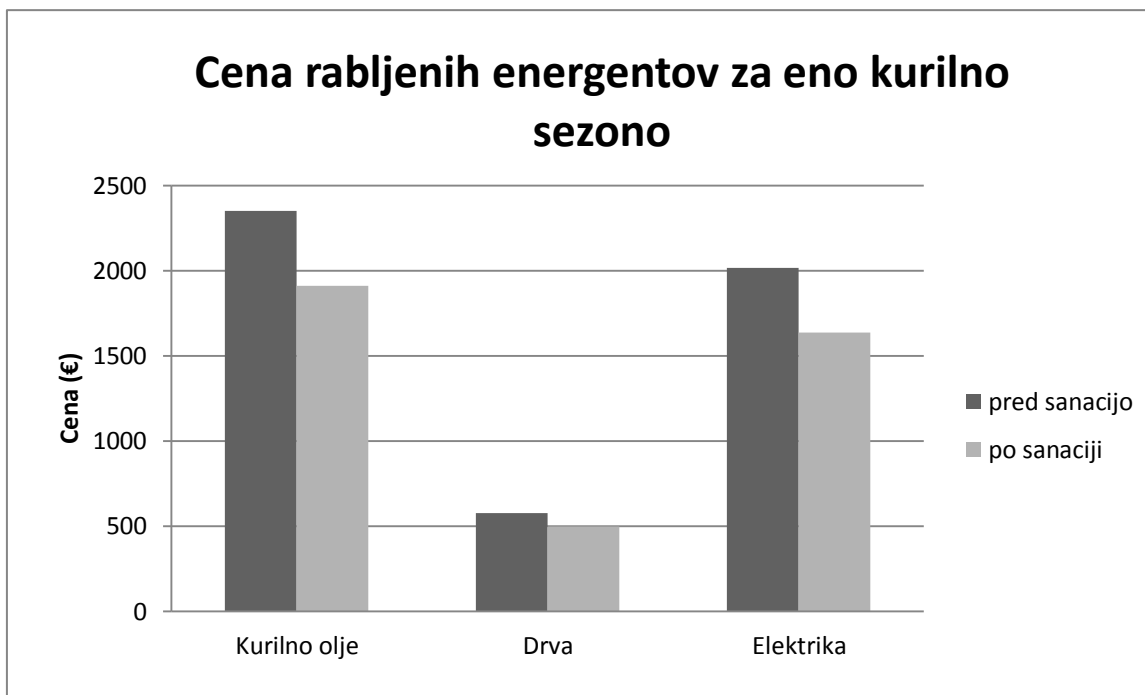
Vir: Lasten

Ker kurilna sezona traja štiri mesece, dobljene rezultate preračunamo.

Tabela 16: Cena rabljenih energentov za eno kurilno sezono

| Stroški ogrevanja za 120 dni | Pred sanacijo<br>(230 kWh) | Po sanaciji<br>(187 kWh) | Razlika (€) |
|------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------|
| Kurilno olje                 | 2348,4 €                   | 1909,2 €                 | 439,2 €     |
| Drva                         | 576,6 €                    | 469,2 €                  | 107,2 €     |
| Elektrika                    | 2013,6 €                   | 1636,8 €                 | 376,8 €     |

Vir: Lasten

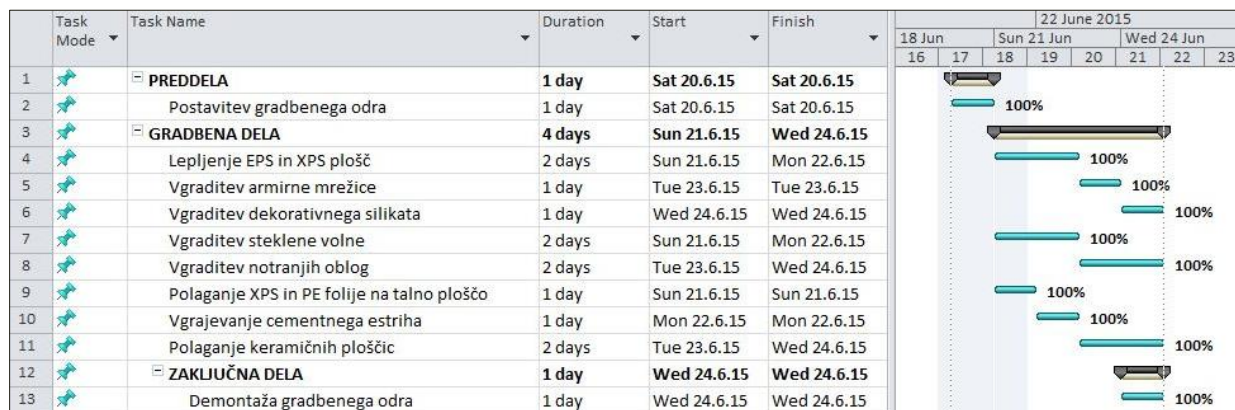


Grafikon 5: Cene rabljenih energentov za eno kurilno sezono

Vir: Lasten, Excel 2014

Iz tabel razberemo, da je dnevna poraba energije za ogrevanje  $230 \text{ kWh}$ , kar za celo kurilno sezono nanese  $28060 \text{ kWh}$ . Po prenovi po Pravilniku PURES 2010, bi se ta zmanjšala na  $187 \text{ kWh}$  oziroma na  $22814 \text{ kWh}$  za štiri mesece. Ukrepi, ki so potrebni, da to razliko dosežemo, bi bila dodatna izolacija zunanjih sten, dodatna izolacija kletne plošče in dodatna izolacija poševne strehe. Obodne stene bi z zdajšnjih 10 cm toplotne izolacije povečali na 20 cm. Kletno ploščo bi dodatno izolirali s 5 cm ekstrudiranega polistirena in ulili 5 cm estriha. V delo zajamemo tudi polaganje novih keramičnih ploščic. Poševno streho bi izolirali z dodatnim slojem 12 cm mineralne volne.

## 5.6 Časovna analiza sanacije – terminski plan



Slika 15: Časovna analiza sanacije – terminski plan

Vir: Lasten, MS Project 2014

Vsa dela, od montaže do demontaže gradbenega odra, bi v našem primeru opravili v štirih dneh, z zadostnim številom delavcev na gradbišču. V našem primeru smo izbrali 6 delavcev, ki delajo po parih na posameznih delih konstrukcije, ki jih saniramo.

## 5.7 Stroškovna analiza sanacije

Stroškovna analiza zajema stroške dela in materialov, ki so bili potrebni za predlagano energetska sanacijo. Sanacija je zajemala dodatno izolacijo kletne plošče, cementni estrih in nove tlake v pritličju, dodatno izolacijo strehe, izolacijo sten in DEMIT fasado. Davek na dodano vrednost ni upoštevan.

Tabela 17: Stroškovna analiza sanacije

|           | Opis postavke                                                                                                                                                                  | Merska enota | Količina | Cena (€) | Skupaj (€)         |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|----------|--------------------|
| <b>1.</b> | <b>Izdelava podlog finalnih tlakov z vsemi preddeli – dodatna izolacija na tleh</b>                                                                                            |              |          |          |                    |
| 1.1       | Dobava in polaganje keramičnih ploščic, ki se lepijo na strojno izdelani armirano cementni estrih.                                                                             | $m^2$        | 138,30   | 40,00    | 5532,00            |
| 1.3       | Armirano cementni estrih debeline 5 cm.                                                                                                                                        | $m^2$        | 125,69   | 7,50     | 942,68             |
| 1.4       | PE folija                                                                                                                                                                      | $m^2$        | 125,69   | 0,88     | 110,61             |
| 1.5       | Toplotna izolacija (Ekstrudiran polistiren) debeline 5 cm.                                                                                                                     | $m^2$        | 130,00   | 8,50     | 1105,00            |
|           |                                                                                                                                                                                |              |          |          | 7690,29            |
| <b>2.</b> | <b>Dodatna izolacija strehe</b>                                                                                                                                                |              |          |          |                    |
| 2.1       | Dobava in polaganje toplotne izolacije (Steklena volna) debeline 12 cm, komplet z vsemi potrebnimi pomožnimi deli.                                                             | $m^2$        | 201,50   | 12,00    | 2418,00            |
|           |                                                                                                                                                                                |              |          |          | 2418,00            |
| <b>3.</b> | <b>Tankoslojna kontaktna fasada – dobava materiala in izvedba fasade v sestavi:</b>                                                                                            |              |          |          |                    |
| 3.1       | Toplotna izolacija (ekstrudiran polistiren) debeline 10 cm, plošče so lepljene (prvi sloj lepilne malte, armirna mrežica, drugi sloj lepilne malte, zaključni silikatni omet). | $m^2$        | 262,83   | 38,00    | 9987,54            |
| 3.2       | Lahki fasadni oder iz cevi, višine do 10 metrov, montaža, amortizacija, demontaža in čiščenje.                                                                                 | $m^2$        | 310,00   | 6,00     | 1860,00            |
|           |                                                                                                                                                                                |              |          |          | 11.847,54          |
|           | <b>SKUPAJ</b>                                                                                                                                                                  |              |          |          | <b>21.955,83 €</b> |

Vir: Lasten

## 6 ZAKLJUČEK

Okrog 40 % proizvedene energije je proizvedene za potrebe stavb, kar lahko z energetske varčno gradnjo zmanjšamo. Izvedba ukrepov za zmanjšanje energije za ogrevanje pa ni omejena le na novogradnje, učinkovito se lahko izvajajo tudi na obstoječih, starih stavbah. Največje energetske prihranke je možno doseči s kakovostno sanacijo ovoja stavbe. Z uporabo pravih ukrepov za zmanjšanje porabe energije se lahko vsaka stavba približa energetske varčnim hišam. Med prednosti energijsko učinkovite stavbe lahko štejemo višjo kakovost bivanja v sanirani stavbi, višjo kakovost zraka v stavbi, sploh če pri gradnji uporabljamo ekološke materiale, manjšo porabo energije za ogrevanje in s tem tudi manjše stroške ter zmanjšanje emisij  $CO_2$ .

V diplomski nalogi sem raziskal težavo potratne stavbe, kjer je kljub narejeni toplotni izolaciji ogrevanje največji porabnik energije. Ker z leti narašča skrb za okolje in odvisnost od neobnovljivih virov energije, se države borijo proti temu z zviševanjem standardov, ki jih morajo stavbe dosegati. Tako je 1. julija 2010 v Sloveniji stopil v veljavo nov Pravilnik, ki ureja področje projektiranja, gradnje in vzdrževanja stavb – PURES 2010. Pravilnik je bil sprejet na osnovi zahtev, ki jih predpisuje evropska direktiva o energetske učinkovitosti stavb. Direktiva državam članicam nalaga, da določijo minimalne zahteve, ki jih morajo nove in obstoječe stavbe dosegati, uredijo izračun energetske učinkovitosti stavb, energetske certificirajo stavbe, uredijo redne preglede kotlov, podnebnih sistemov itd.

Ogrevanje predstavlja do 60 % energije, preostalo energijo porabimo za segrevanje sanitarne vode, kuhanje, razsvetlavo in gospodinjske aparate. Izgub pri ogrevanju stavbe ne moremo ustaviti, lahko pa jih z izboljšanjem toplotne izolacije znatno zmanjšamo, kar smo dokazali tudi na našem primeru. Pri načrtovanju doma si prizadevamo oblikovati prostor, ki bo ob čim manjši rabi energije za ogrevanje dosegal toplotno bivalno ugodje.

Tako bi s sanacijo ovoja stavbe, ki sem ga analiziral, zmanjšali letno porabo energije za ogrevanje za 23 %. Z izračuni pred in po sanaciji sem izračunal, da zastavljenega cilja, ki je bil 30 %, nisem dosegel. Kljub nedoseženemu cilju sem se številki precej približal in dokazal zmanjšanje potrebne energije za ogrevanje stavbe in s tem tudi stroške dobave energentov. Na kurilno sezono porabi naša stavba 28060  $kWh$  energije, za vzdrževanje stalne temperature v prostorih (24°C). To številko sem s prikazano sanacijo znižal na 22814  $kWh$  in tako dobil

razliko 5246 kWh. Če to razliko podelimo z dnevno porabo energije, lahko izračunamo številko dni, za katere nam ta razlika zadostuje, da vzdržujemo stalno temperaturo v stavbi. Tako ob porabi 230 kWh dobimo 23 dni, ob porabi 187 kWh pa 28 dni. Dobimo razliko 5 dni, kar pomeni, da v primerjavi s starim stanjem lahko po sanaciji 5 dni živimo v hiši z zastonj ogrevanjem.

Izračunal sem, da bi bil prihranek pri znižanju potrebne energije z 230 kWh na 187 kWh od 110 € do 440 € na sezono. Strošek za nabavo kurilnega olja bi se nam povrnil v 50 letih, za nakup drv pa v 200 letih. Ta številka je res ogromna, vendar v našem primeru, kjer kurimo z domačim lesom, torej ga dobimo zastonj, bi se tudi ta prihranek poznal. To število bi sicer lahko bilo večje, če bi k sanaciji pristopili z gradbenimi ukrepi – zamenjavo oken, vrat in podobno. Za boljšo izrabo sončne energije bi lahko povečali okenske površine na sončni strani in s tem pripomogli tudi k segrevanju bivalnih prostorov.

Energenti so vedno dražji, zato smo primorani razmišljati o čim večji energetski neodvisnosti. Tako bi lahko ob sanaciji ovoja razmišljali tudi o vgradnji nove centralne peči na lesno biomaso. Ker je Slovenija tretja najbolj gozdnata država, bi morali razmišljati v tej smeri in izkoriščati dobrine, ki nam jih domovina ponuja. Kljub veliki gozdnatosti imamo v Sloveniji še vedno eno najnižjih stopenj izkoriščenosti lesne biomase za proizvodnjo energije.

Tudi obnovljivi viri so pomemben vir energije. So okolju prijazni in pridobivanje energije z njih za sabo ne pušča nobenih odpadkov, zato se dandanes veliko razmišlja tudi v tej smeri. Pri energetski sanaciji lahko uporabimo enega od obnovljivih virov energije. Najprimernejše se mi zdi uporabiti sončno energijo. Ker živimo na Goričkem, kjer je veliko sončnih dni, lahko to izkoristimo in na streho namestimo sončne kolektorje. S pomočjo fotovoltaike in ostalih elementov lahko zelo učinkovito uporabimo sončno energijo za ogrevanje in hlajenje prostorov, dnevno svetlobo, kuhanje in toplo vodo.

Analize so pokazale, da vračilni roki vloženega denarja presegajo 25 let, zato se mnogim sanacije ne zdijo ugodne. Seveda se preprosti ukrepi, kot je toplotna izolacija podstrešja, povrnejo že v nekaj letih, če ne upoštevamo stroška sanacije. Slednja predstavlja za lastnike velik strošek, vendar opazimo tudi precejšnji prihranek pri dobavi potrebne energije. Zato je energetsko sanacijo smiselno presojati z vidika dodatne naložbe za izboljšanje toplotne zaščite stavbe.

## **7 UPORABLJENA LITERATURA IN VIRI**

### **7.1 Literatura**

1. Kraut, B. (2011). *Krautov strojniški priročnik*. Ljubljana: LitteraPicta.
2. Berdajs, A. ... [et al.] (2004). *Gradbeniški priročnik*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.

### **7.2 Viri**

1. Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah, Uradni list RS, št. 0071-101/2009 z dne 22.6.2010
2. Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, Uradni list RS, št. 351-07-11/99 z dne 16.4.2002

### **7.3 Internetni viri**

1. AURE (2005). Pridobljeno 11. 12. 2014 s spletne strani:  
[http://www.aure.gov.si/eknjiznica/IL\\_2-05.PDF](http://www.aure.gov.si/eknjiznica/IL_2-05.PDF)
2. AURE (2011). Pridobljeno 11. 12. 2014 s spletne strani:  
[http://www.aure.gov.si/eknjiznica/IL\\_1-11.PDF](http://www.aure.gov.si/eknjiznica/IL_1-11.PDF)
3. AURE (2001). Pridobljeno 12. 12. 2014 s spletne strani:  
[http://www.aure.gov.si/eknjiznica/IL\\_2-01.PDF](http://www.aure.gov.si/eknjiznica/IL_2-01.PDF)
4. Dom.si21 (2007). Pridobljeno 9. 12. 2014 s spletne strani:  
[http://www.dom.si21.com/Splosno/Toplotno\\_ugodje\\_v\\_prostoru/](http://www.dom.si21.com/Splosno/Toplotno_ugodje_v_prostoru/)
5. ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE (2010). Pridobljeno 15. 12. 2014 s spletne strani: <http://energetskaizkaznica.si/nasveti/toplotna-zascita-talnih-konstrukcij/>

6. ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE (2010). Pridobljeno 15. 12. 2014 s spletne strani:  
<http://energetskaizkaznica.si/nasveti/toplotna-zascita-ravnih-in-posevnih-streh/>
7. ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE (2010). Pridobljeno 15. 12. 2014 s spletne strani:  
<http://energetskaizkaznica.si/nasveti/toplotno-izolacijski-materiali-za-zascito-stavbnega-ovoja/>
8. ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE (2010). Pridobljeno 15. 12. 2014 s spletne strani:  
<http://energetskaizkaznica.si/nasveti/toplotna-zascita-zunanjih-sten/>
9. Doc.dr. Arkar C. (2014). Gradbena fizika – gradivo računskih in eksperimentalnih vaj, pridobljeno 13. 12. 2014 s spletne strani:  
[http://www.ee.fs.uni-lj.si/GradbenaFizika/vajeGF\\_2014\\_gradivo.pdf](http://www.ee.fs.uni-lj.si/GradbenaFizika/vajeGF_2014_gradivo.pdf)
10. Jelovica (2009). Pridobljeno 19. 12. 2014 s spletne strani:  
<http://www.jelovica-okna.si/prednosti-prenove-oken.html>
11. Portal Siol.net (2014). Pridobljeno 19. 12. 2014 s spletne strani:  
[http://www.siol.net/trendi/dom/topel\\_dom/2014/09/ste\\_naredili\\_vse\\_da\\_bi\\_preprecili\\_prevelike\\_toplotne\\_izgube.aspx?hide\\_hf=1&mob=1](http://www.siol.net/trendi/dom/topel_dom/2014/09/ste_naredili_vse_da_bi_preprecili_prevelike_toplotne_izgube.aspx?hide_hf=1&mob=1)
12. Topdom (2009). Pridobljeno 18. 12. 2014 s spletne strani:  
[http://www.topdom.si/files/www.topdom.si/01\\_ponudba/katalogi/katalog\\_ursa\\_izolacija\\_posevnih\\_streh.pdf](http://www.topdom.si/files/www.topdom.si/01_ponudba/katalogi/katalog_ursa_izolacija_posevnih_streh.pdf)
13. DEMIT (2007). Pridobljeno 8. 12. 2014 s spletne strani:  
[http://www.demit.si/images/stories/navodila\\_za\\_vgradnjo/DEMIT% 20ORIGINAL.pdf](http://www.demit.si/images/stories/navodila_za_vgradnjo/DEMIT%20ORIGINAL.pdf)
14. Statistični urad Republike Slovenije (2013). Pridobljeno 16. 12. 2014 s spletne strani:  
[http://www.stat.si/novica\\_prikazi.aspx?id=5803](http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=5803)
15. Knaufinsulation (2012). Pridobljeno 18. 12. 2014 s spletne strani:  
<http://www.knaufinsulation.si/izolacija-poda-na-terenu-izvedba>
16. Energetskabilanca.si (2010). Pridobljeno 20. 12. 2014 s spletne strani:  
<http://www.energetskabilanca.si/Izdelava-energetskih-izracunov-v-skladu-s-PURES>
17. Splošno o energiji (2007). Pridobljeno 11. 12. 2014 s spletne strani: <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Publikacije.URE/URE1-01.htm>

18. Knaufinsulation (2010). Pridobljeno 18. 12. 2014 s spletne strani:  
<http://knauf.voipex.si/tehnici-listi/pozarna-zascita/slike/pozarna.pdf>

## **PRILOGE**

Priloga 1: Tloris kleti – obstoječe stanje

Priloga 2: Tloris pritličja – obstoječe stanje

Priloga 3: Tloris mansarde – obstoječe stanje

Priloga 4: Prerez – obstoječe stanje

Priloga 5: Tloris kleti – novo stanje

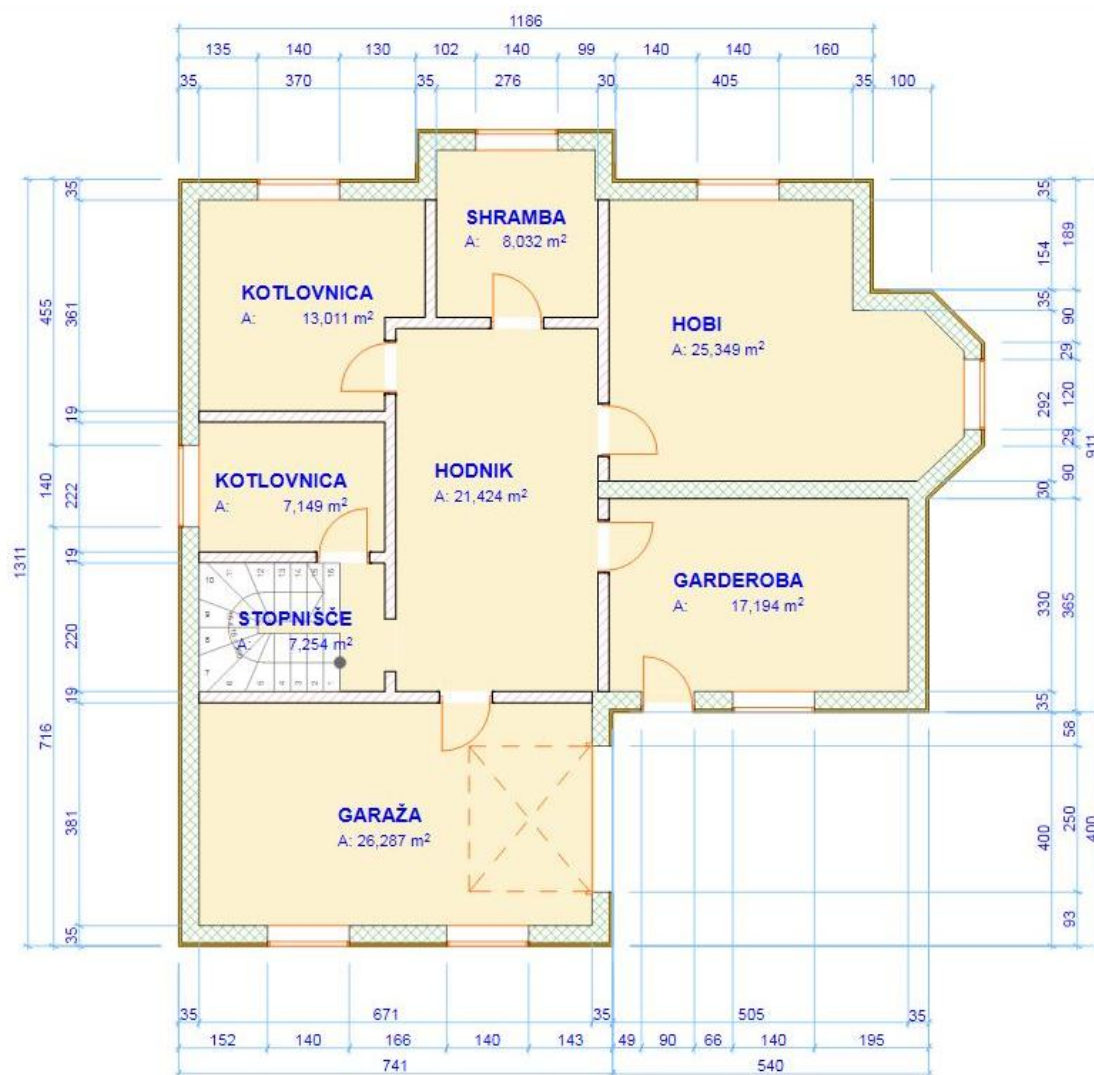
Priloga 6: Tloris pritličja – novo stanje

Priloga 7: Tloris mansarde – novo stanje

Priloga 8: Prerez – novo stanje

## PRILOGA 1

### TLORIS KLETI – OBSTOJEČE STANJE



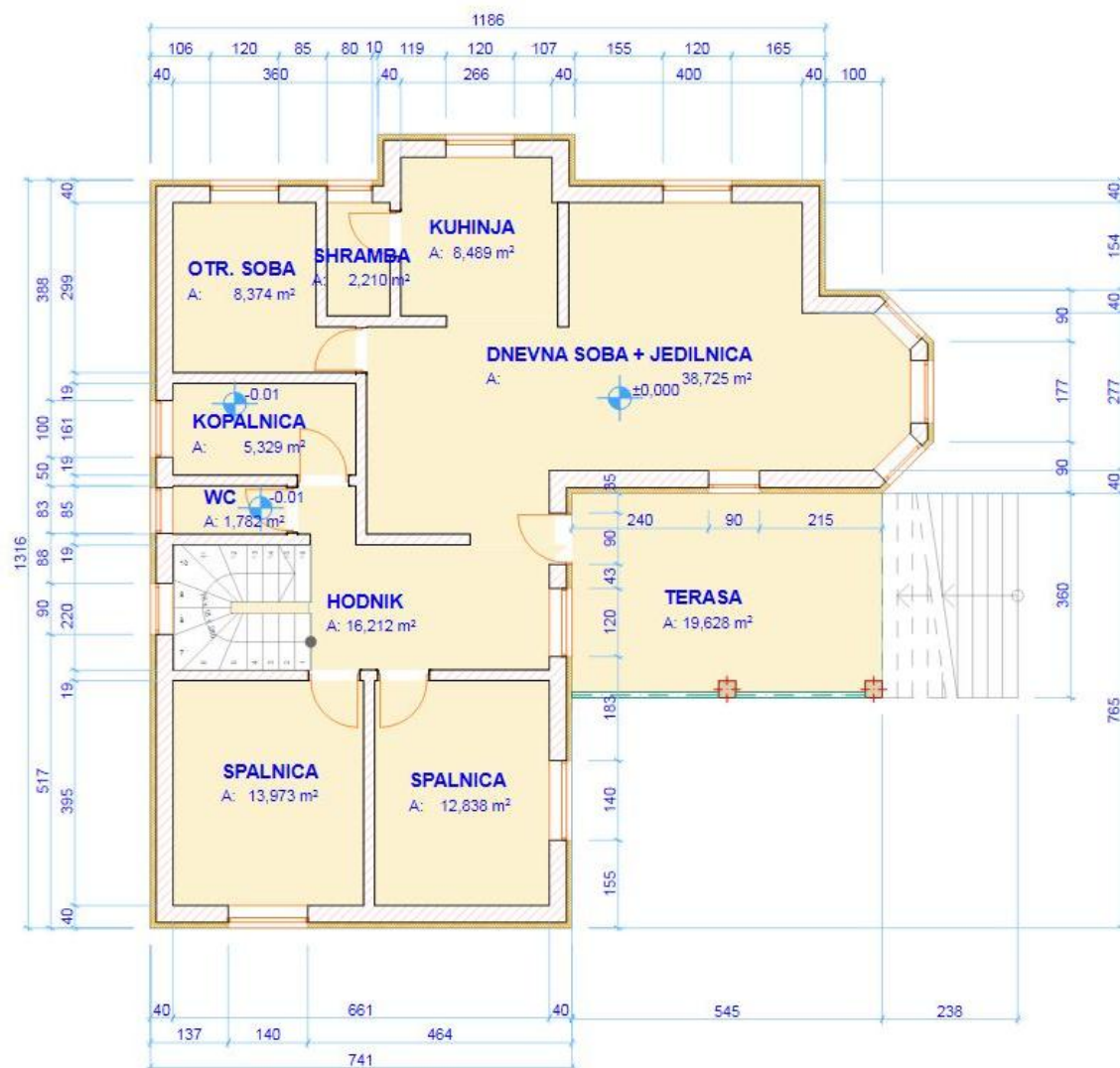
TLORIS KLETI – OBSTOJEČE STANJE

NARISAL: MARIO KURONJA

MERILO 1:50

## PRILOGA 2

### TLORIS PRITLIČJA – OBSTOJEČE STANJE



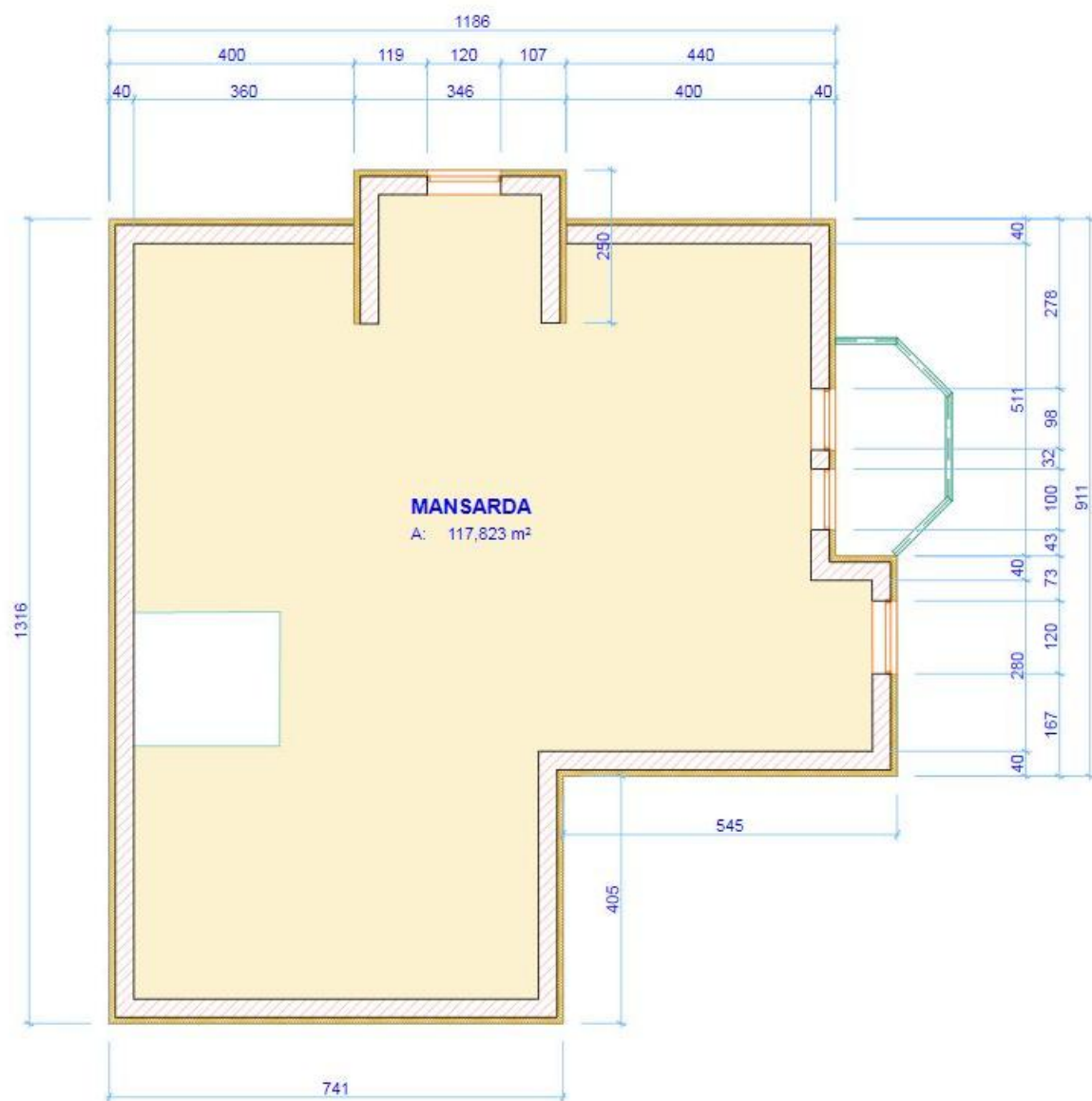
**TLORIS PRITLIČJA – OBSTOJEČE STANJE**

**NARISAL: MARIO KURONJA**

**MERILO 1:50**

### PRILOGA 3

#### TLORIS MANSARDE – OBSTOJEČE STANJE



**TLORIS MANSARDE – OBSTOJEČE STANJE**

**NARISAL: MARIO KURONJA**

**MERILO 1:50**

## PRILOGA 4

### PREREZ – OBSTOJEČE STANJE



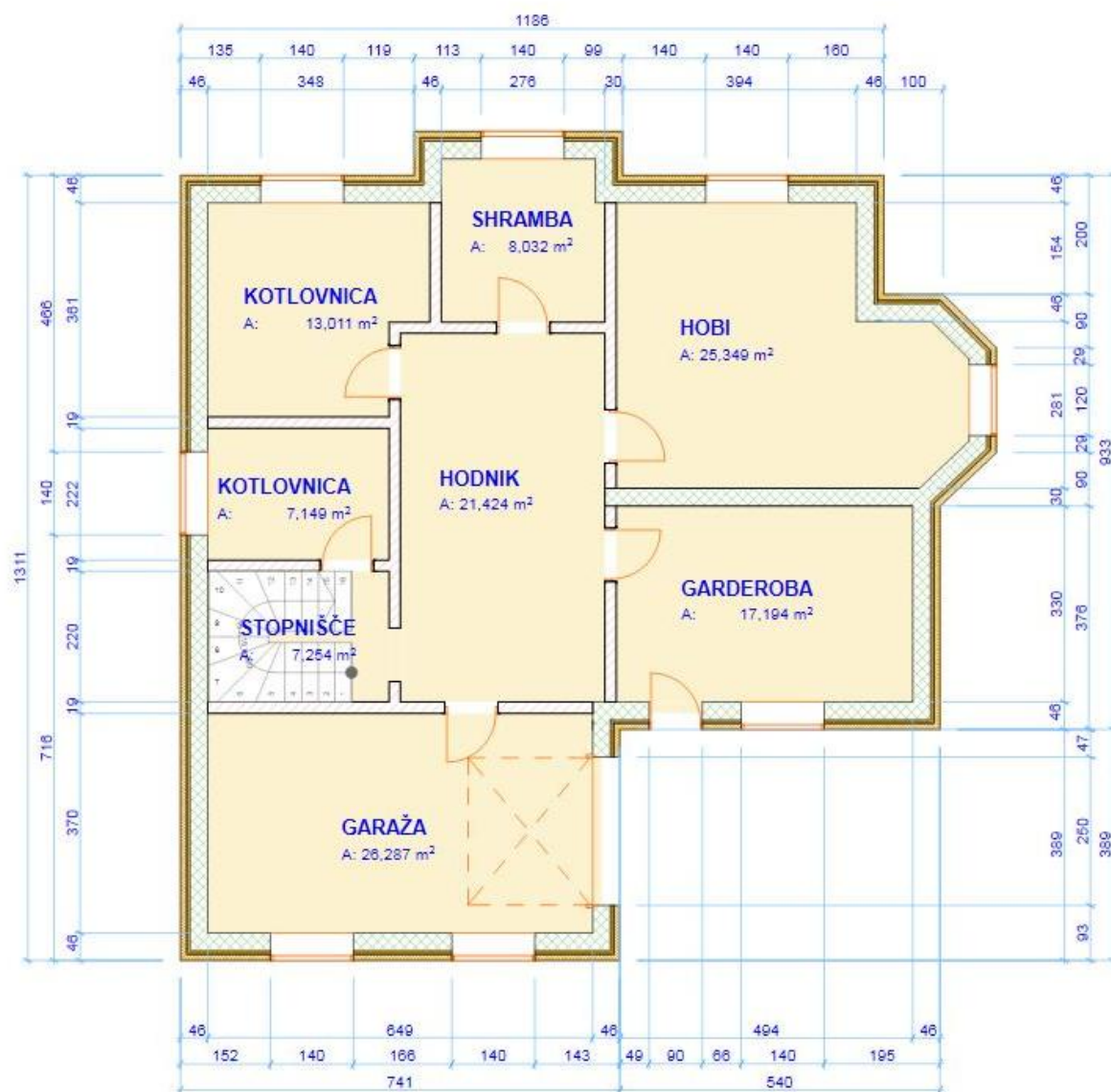
**PREREZ – OBSTOJEČE STANJE**

**NARISAL: MARIO KURONJA**

**MERILO 1:50**

## PRILOGA 5

### TLORIS KLETI– NOVO STANJE



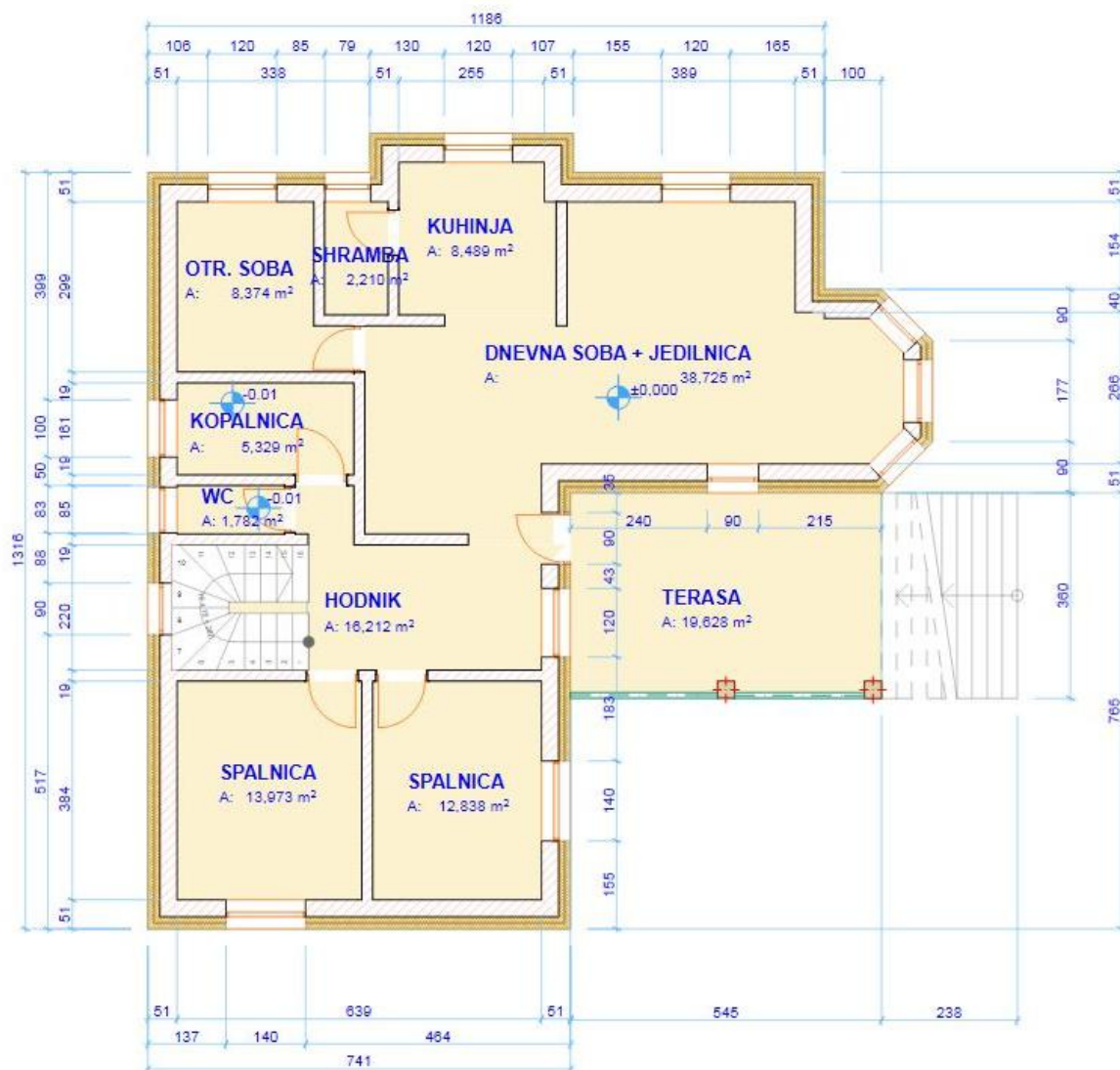
**TLORIS KLETI – NOVO STANJE**

**NARISAL: MARIO KURONJA**

**MERILO 1:50**

## PROLOGA 6

### TLORIS PRITLIČJA – NOVO STANJE



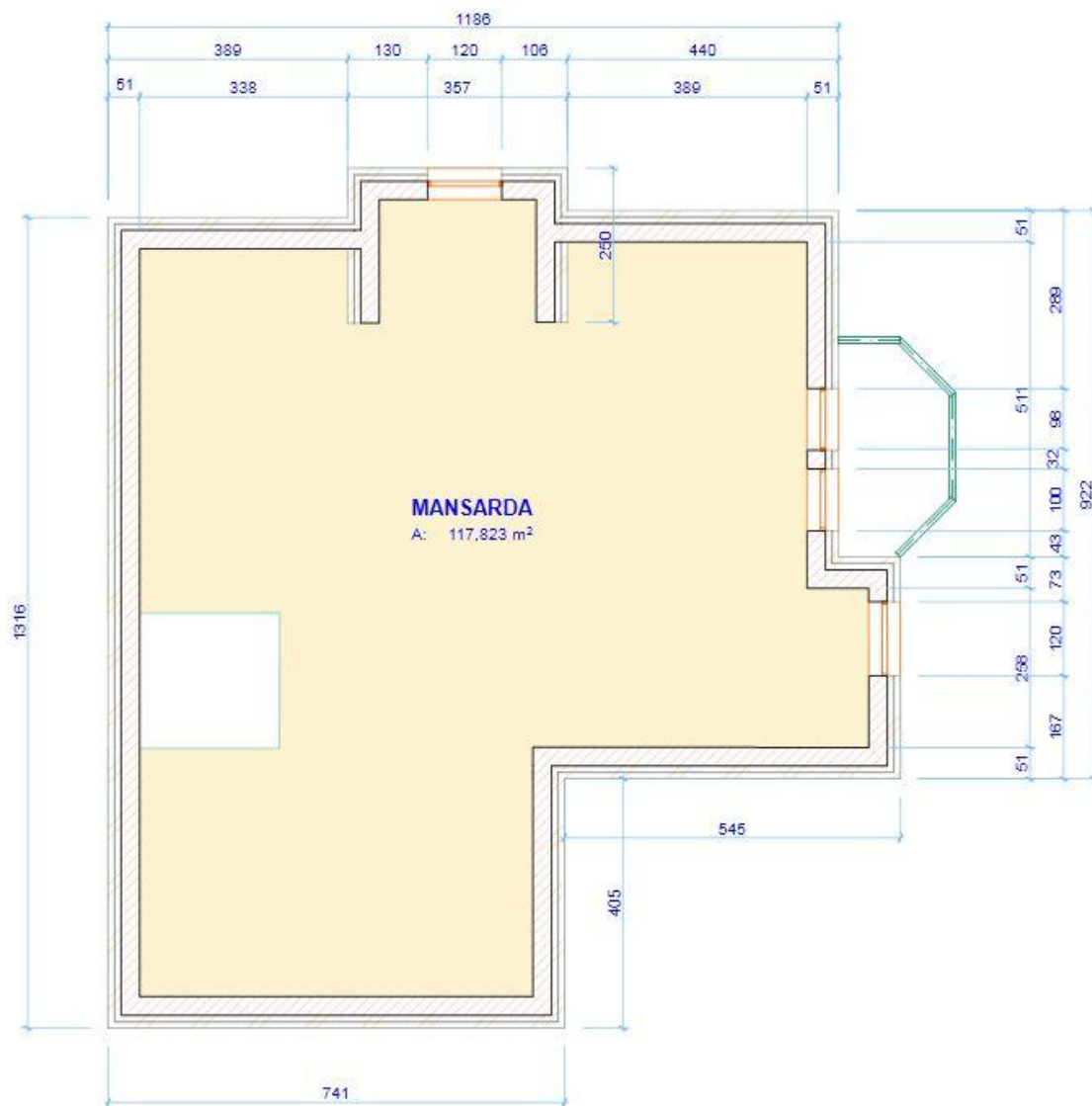
TLORIS PRITLIČJA – NOVO STANJE

NARISAL: MARIO KURONJA

MERILO 1:50

## PRILOGA 7

### TLORIS MANSARDE – NOVO STANJE



**TLORIS MANSARDE – NOVO STANJE**

**NARISAL: MARIO KURONJA**

**MERILO 1:50**

## PRILOGA 8

### PREREZ – NOVO STANJE



**PREREZ – NOVO STANJE**

**NARISAL: MARIO KURONJA**

**MERILO 1:50**