

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta  
za gradbeništvo  
in geodezijo



Jamova cesta 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

**DRUGG** – Digitalni repozitorij UL FGG  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Šušteršič, M., 2015. Izdelava računske energetske izkaznice za izbran objekt. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentorica Dovjak, M., somentor Kunič, R.): 42 str.

Datum arhiviranja: 08-10-2015

University  
of Ljubljana

Faculty of  
Civil and Geodetic  
Engineering



Jamova cesta 2  
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

**DRUGG** – The Digital Repository  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Šušteršič, M., 2015. Izdelava računske energetske izkaznice za izbran objekt. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Dovjak, M., co-supervisor Kunič, R.): 42 pp.

Archiving Date: 08-10-2015

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta za  
*gradbeništvo in  
geodezijo*



Jamova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI  
PROGRAM PRVE STOPNJE  
GRADBENIŠTVO

Kandidat:

**MATIC ŠUŠTERŠIČ**

**IZDELAVA RAČUNSKE ENERGETSKE IZKAZNICE ZA  
IZBRAN OBJEKT**

Diplomska naloga št.: 220/B-GR

**THE MAKING OF A CALCULATED ENERGETIC  
PERFORMANCE CERTIFICATE FOR THE SELECTED  
BUILDING**

Graduation thesis No.: 220/B-GR

**Mentorica:**

doc. dr. Mateja Dovjak

**Somentor:**

doc. dr. Roman Kunič

Ljubljana, 24. 09. 2015

## **STRAN ZA POPRAVKE**

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

## **IZJAVE**

Podpisani Matic Šušteršič izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom »Izdelava računske energetske izkaznice za izbran objekt«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, 1. 9. 2015

Matic Šušteršič

## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

<b>UDK:</b>	<b>620.9:697:699.8:728(043.2)</b>
<b>Avtor:</b>	<b>Matic Šušteršič</b>
<b>Mentorica:</b>	<b>doc. dr. Mateja Dovjak</b>
<b>Somentor:</b>	<b>doc. dr. Roman Kunič</b>
<b>Naslov:</b>	<b>Izdelava računske energetske izkaznice za izbran objekt</b>
<b>Tip dokumenta:</b>	<b>Dip. nal. – UNI</b>
<b>Obseg in oprema:</b>	<b>42 str., 30 pregl., 8 graf., 6 sl.</b>
<b>Ključne besede:</b>	<b>Računska energetska izkaznice, stanovanjska stavba, KI Energija, energetska prenova, energetska učinkovitost, poraba energije v stavbah</b>

### **Povzetek**

V diplomski nalogi je predstavljena tematika računskih energetske izkaznic. Navedena in povzeta je zakonodaja s tega področja, ki ureja sistem energetskega certificiranja stavb. Izdelana je računska energetska izkaznica za starejši in energetske neučinkovit objekt. Izračun je izdelan s pomočjo programa KI Energija 2014, v skladu z veljavno zakonodajo. Opisani so energetske kazalniki, dobljene vrednosti pa primerjane s predpisanimi. Navedeni so razlogi za visoko porabo energije in naštetni ter opisani možni ukrepi za izboljšanje obstoječega stanja. Podrobneje sta predstavljena dva primera ukrepov: primer A, pod katerega spadajo zmanjšanje toplotne prehodnosti skozi zunanji stavbni ovoj, sanacija toplotnih mostov in zamenjava oken in vrat, ter primer B, ki se od primera A razlikuje po debelejšem sloju toplotnega ovoja stavbe. Oba primera ukrepov, glede na specifično letno potrebno toploto za ogrevanje, zvišata energetske učinkovitost stavbe iz razreda G v razred C, kljub temu pa z ukrepi A ne uspemo zadostiti zahtevam po pravilniku PURES 2010. Pri ukrepih B, kjer je debelina toplotnega ovoja stavbe nekoliko večja, je poraba energije v stavbi še nekoliko nižja s čimer uspemo doseči zakonske predpisane vrednosti.

## **BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT**

<b>UDC:</b>	<b>620.9:697:699.8:728(043.2)</b>
<b>Author:</b>	<b>Matic Šušteršič</b>
<b>Supervisor:</b>	<b>Assist. Prof. Mateja Dovjak, Ph. D.</b>
<b>Cosupervisor:</b>	<b>Assist. Prof. Roman Kunič, Ph. D.</b>
<b>Title:</b>	<b>The making of a calculated energetic performance certificate for the selected building</b>
<b>Document type:</b>	<b>Dip. nal. – UNI</b>
<b>Scope and tools:</b>	<b>42 p., 30 tab., 8 diag., 6 fig.</b>
<b>Keywords:</b>	<b>Calculated energetic performance certificate, Single-family residential building, KI Energija, energy renovation, energy efficiency, buildings energy consumption</b>

### **Abstract**

The thesis presents the role and use of the calculated energetic performance certificate. Legislation, in which the energetic certification is regulated on this subject, is discussed and listed. A calculated energetic performance certificate is made for an older building that consumes a lot of energy. Calculations are made with a computer program KI Energija 2014 in accordance to the valid legislation. Energetic indicators are shown and the values are compared with the one prescribed by the legislation. Reasons for the high energy consumption are listed and possible actions for improvements are described. Furthermore, two main actions (A and B) are described. Action A includes reducing the heat transfer through the outer building envelope, eliminating thermal bridges and replacing windows and doors, while action B is very similar to action A, except it has thicker thermal insulation. Both of them increase the buildings energetic efficiency from class G to class C, based on specific annual power needed for heating. Nonetheless, with action A we cannot reach values determined by PURES 2010. On the other hand we can reach them with action B, where the thermal insulation is thicker and energy consumption is lower.

## **ZAHVALA**

Za strokovno pomoč pri izdelavi diplomske naloge se zahvaljujem mentorici doc. dr. Mateji Dovjak in somentorju doc. dr. Romanu Kuniču, ki sta mi bila v obdobju nastajanja diplomskega dela ves čas na razpolago.

Zahvala gre tudi moji družini, vsem prijateljem in Karin za podporo in vzpodbudo v času študija.

## KAZALO VSEBINE

<b>STRAN ZA POPRAVKE</b> .....	<b>I</b>
<b>IZJAVE</b> .....	<b>II</b>
<b>BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK</b> .....	<b>III</b>
<b>BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT</b> .....	<b>IV</b>
<b>ZAHVALA</b> .....	<b>V</b>
<b>KAZALO VSEBINE</b> .....	<b>VI</b>
<b>KAZALO PREGLEDNIC</b> .....	<b>VIII</b>
<b>KAZALO GRAFIKONOV</b> .....	<b>IX</b>
<b>KAZALO SLIK</b> .....	<b>X</b>
<b>LISTA SIMBOLOV IN RAZLAGA NEZNANK</b> .....	<b>XI</b>
<b>1 UVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1 Namen in cilji diplomske naloge .....	2
<b>2 ZAKONODAJA NA PODROČJU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI STAVB IN ENERGETSKIH IZKAZNIC</b> .....	<b>4</b>
2.1 Energetski zakon (EZ-1), Ur.l.RS, št. 17/2014 [8].....	5
2.2 Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaje energetskih izkaznic, Ur.l.RS, št. 92/2014 [9].....	5
2.3 Pravilnik o usposabljanju, licencah in registru licenc neodvisnih strokovnjakov za izdelavo energetskih izkaznic, Ur.l.RS, št. 6/10, 23/13 in 17/14 – EZ-1 [10] ter Pravilnik o spremembi Pravilnika o usposabljanju, licencah in registru licenc neodvisnih strokovnjakov za izdelavo energetskih izkaznic, Ur.l.RS, št. 23/13 [11].....	6
2.4 Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2010), Ur.l.RS, št. 52/2010 [12].....	6
2.4.1 Mejne vrednosti učinkovite rabe energije določene v pravilniku PURE S 2010 [12] .....	7
2.5 Tehnična smernica TSG-1-004:2010 [13].....	7



<b>3</b>	<b>METODA .....</b>	<b>9</b>
3.1	Predstavitev objekta.....	9
3.2	PROGRAM KI ENERGIJA 2014 .....	15
3.3	VHODNI PODATKI ZA IZRAČUN IN RAZDELITEV OBJEKTA NA TEMPERATURNE CONE .....	16
3.3.1	Osnovni in meteorološki podatki.....	16
3.3.2	Temperaturne cone .....	17
3.4	Toplotni mostovi.....	22
3.5	Ogrevanje, hlajenje in priprava tople vode .....	23
3.6	Razsvetljava .....	24
<b>4</b>	<b>REZULTATI IN KOMENTAR REZULTATOV RAČUNSKE ENERGETSKE IZKAZNICE PRVOTNEGA STANJA .....</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>UKREPI ZA IZBOLJŠANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI .....</b>	<b>28</b>
5.1	Ukrepi A.....	28
5.2	Ukrepi B.....	30
<b>6</b>	<b>REZULTATI PO UPOŠTEVANJU UKREPOV ZA IZBOLJŠANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI.....</b>	<b>31</b>
6.1	Rezultati ukrepov A.....	31
6.2	Rezultati ukrepov B.....	33
<b>7</b>	<b>PRIMERJAVA REZULTATOV.....</b>	<b>35</b>
<b>8</b>	<b>RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI .....</b>	<b>37</b>
<b>VIRI .....</b>		<b>39</b>

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Vrednosti toplotne prehodnosti različnih elementov stavbe [13].....	8
Preglednica 2: Bruto in neto tlorisna površina posameznih etaž.....	10
Preglednica 3: višine in višinske kote etaž .....	14
Preglednica 4: Podatki o podnebj.....	16
Preglednica 5: Podatki o temperaturi, vlažnosti in obsevanju po posameznih mesecih.....	17
Preglednica 6: Osnovni podatki o coni .....	18
Preglednica 7: Primer sestave konstrukcijskega sklopa stropa proti neogrevani coni.....	18
Preglednica 8: Elementi zunanjega ovoja neogrevane cone .....	18
Preglednica 9: Osnovni podatki o geometriji .....	19
Preglednica 10: Podatki o temperaturi in vlažnosti zraka ter prezračevanju .....	19
Preglednica 11: Površine transparentnega in netransparentnega ovoja cone .....	20
Preglednica 12: Vrednosti temperaturne prevodnosti konstrukcijskih sklopov .....	20
Preglednica 13: Osnovni podatki o geometriji .....	20
Preglednica 14: Podatki o temperaturi in vlažnosti zraka ter prezračevanju .....	21
Preglednica 15: Površine transparentnega in netransparentnega ovoja cone .....	21
Preglednica 16: Vrednosti temperaturne prevodnosti konstrukcijskih sklopov .....	22
Preglednica 17: Prikaz karakteristik toplotnih mostov zaradi treh balkonov in treh medetažnih plošč.....	22
Preglednica 18: Podatki o ogrevalnem sistemu.....	23
Preglednica 19: Vrednosti toplotne prehodnosti konstrukcijskih sklopov in primerjava s predpisanimi vrednostmi .....	25
Preglednica 20: Splošni podatki o stavbi, ki jih predloži program ob izračunu .....	25
Preglednica 21: Kazalniki energetske učinkovitosti stavbe.....	25
Preglednica 22: Konstrukcijski sklop zunanje stene .....	28
Preglednica 23: Konstrukcijski sklop stropa proti podstrehi .....	29
Preglednica 24: Konstrukcijski sklop tla v vkopani kleti .....	29
Preglednica 25: Konstrukcijski sklop stene v vkopani kleti .....	29
Preglednica 26: Vrata .....	29
Preglednica 27: Okna .....	30
Preglednica 28: Ukrepi B .....	30
Preglednica 29: Kazalniki energetske učinkovitosti stavbe.....	31
Preglednica 30: Kazalniki energetske učinkovitosti stavbe.....	33

## KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Prikaz izgub in dobitkov .....	26
Grafikon 2: Dovedena energija za delovanje stavbe .....	27
Grafikon 3: Prikaz izgub in dobitkov .....	32
Grafikon 4: Dovedena energija za delovanje stavbe .....	32
Grafikon 5: Prikaz izgub in dobitkov .....	33
Grafikon 6: Dovedena energija za delovanje stavbe .....	34
Grafikon 7.1: Primerjava rezultatov $Q_{NH}/A_u$ , $Q_p/A_u$ , $Q_i/A_u$ .....	35
Grafikon 7.2: Primerjava rezultatov $H't$ .....	35
Grafikon 7.3: Primerjava rezultatov $CO_2$ .....	35
Grafikon 8: Primerjava vrste dovedene energije.....	36

## KAZALO SLIK

Slika 1: Lokacija stanovanjske hiše na Planinškovi ulici 1 v Ljubljani. Na sliki so označene tudi parcelne številke [18].....	10
Slika 2: Slika severozahodne in jugozahodne fasade (lasten vir, 2015) .....	11
Slika 3: Tloris kleti [16] .....	11
Slika 4: Tloris pritličja [16] .....	12
Slika 5: Tloris nadstropja [16].....	13
Slika 6: Prerezi [16].....	14

## LISTA SIMBOLOV IN RAZLAGA NEZNANK

**HVAC** – so sistemi naprav za klimatizacijo, gretje in hlajenje (ang. heating, ventilation, and air conditioning). Slovenska kratica je **KGH** (klimatizacija, gretje in hlajenje).

$H_T$  [W/K] – količnik transmisijskih toplotnih izgub stavbe, določen po standardu SIST EN ISO 13790:2008 [24].

$A$  [m<sup>2</sup>] – celotna zunanja površina stavbe – je zunanja površina stavbe, skozi katero toplota prehaja v zunanje okolje, določena po SIST EN ISO 13790:2008 [24].

$A_u$  [m<sup>2</sup>] – uporabna površina stavbe – je kondicionirana zaprta uporabna površina stavbe v skladu s standardoma SIST EN ISO 13789:2008 in SIST EN ISO 9836:2011 [13] [25] [26].

$H'_T$  [W/(m<sup>2</sup> K)] – količnik specifičnih transmisijskih toplotnih izgub – je razmerje med količnikom transmisijskih toplotnih izgub  $H_T$  in celotno zunanjo površino stavbe  $A$  [12] [13].

$T_L$  [°C] – povprečna letna temperatura zunanjega zraka - je za posamezno lokacijo določena s karto povprečne letne temperature zraka [13].

$f_o$  [m<sup>-1</sup>] – faktor oblike stavbe – razmerje med površino zunanjega ovoja stavbe  $A$  in neto ogrevano prostornino stavbe  $V_e$  [12].

$z$  – razmerje med transparentno in netransparentno površino zunanjega ovoja [12].

$U$  [W/(m<sup>2</sup> K)] – toplotna prehodnost – je celotna toplotna prehodnost, ki upošteva prehod toplote skozi element ovoja stavbe in vključuje prevajanje, konvekcijo in sevanje [13].

**Temperaturni primanjkljaj** [K dan] – temperaturni primanjkljaj je vsota razlike med dnevnimi temperaturami znotraj (20°C) in povprečnimi dnevnimi temperaturami zunaj v kurilni sezoni, ki so odvisne od lokacije [20].

**Projektna temperatura** [°C] – definirana je kot dolgoletno povprečje najnižje letne vrednosti tridnevnega povprečja minimalne dnevne temperature. Prostorska spremenljivost projektne minimalne temperature je zelo velika in močno odvisna od mikrolokacije [20].

$\lambda$  [W/(m K)] – toplotna prevodnost – je snovna lastnost materiala določena pri delovni temperaturi in vlažnosti materiala [13].

$\psi$  [W/(m K)] – linijska (dolžinska) toplotna prevodnost, določena po standardi SIST EN ISO 14683:2007 [13] [22].

$Q_{NH}$  [kW h] – letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe, določena po standardu SIST EN ISO 13790:2008 [24] – je potreba po energiji, ki jo je potrebno v enem letu dovesti v stavbo za doseganje projektnih notranjih temperatur v obdobju ogrevanja, oziroma pomeni toplotno potrebo stavbe zaradi transmisijskih in ventilacijskih toplotnih izgub, zmanjšana za dobitke sončnega sevanja in notranjih toplotnih virov [12].

$Q_{NC}$  [kW h] – letna potrebna toplota za hlajenje stavbe, določena po standardu SIST EN ISO 13790:2008 [24] – je potreba po energiji, ki jo je potrebno v enem letu dovesti v stavbo za doseganje projektnih notranjih temperatur v obdobju hlajenja [12].

$Q_p$  [kW h] – letna primarna energija za delovanje stavbe; energija primarne energije, ki še ni bila podvržena nobeni tehnični pretvorbi – energija potrebna za ogrevanje, hlajenje, prezračevanje (v primeru mehanskega prezračevanja), pripravo tople vode in razsvetljava [12].

$Q_f$  [kW h] – je končna energija dovedena sistemom v stavbi za pokrivanje potreb za ogrevanje, pripravo tople vode, hlajenje, prezračevanje, klimatizacijo in razsvetljava, izračunana po Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah, Ur.l.RS, št. 52/2010 [9] [12].

## 1 UVOD

Med aktualnimi cilji Evropske unije (in s tem tudi Slovenije kot njene članice) je zmanjševanje porabljene energije [27] [28]. Ob poudarjanju trajnostnega razvoja, vplivu globalnega segrevanja, zviševanju emisij v zemeljskem ozračju in višanjem cen energentov, prihaja ta cilj vse bolj v ospredje.

Po navedbah Evropske komisije so stavbe v Evropski uniji (v nadaljevanju EU) odgovorne za kar 40 % porabljene energije in 36 % proizvedenega plina CO<sub>2</sub> [1]. Trenutno je v EU okoli 35 % stavb starejših od 50 let, ki so energetske zelo neučinkovite in porabijo ogromno energije za svoje delovanje [1]. Po ocenah bi z izboljšanjem energetske učinkovitosti lahko izboljšali celotno porabo energije v EU za 5 % do 6 % in zmanjšali izpuste CO<sub>2</sub> za okoli 5 % [1].

Kar se tiče energetske učinkovitosti stavb, se stanje v Sloveniji ne razlikuje bistveno od povprečja EU. Izsledki raziskave REUS iz leta 2011 kažejo, da 59 % enodružinskih in 75 % večstanovanjskih stavb sodi po debelini izolacije fasade med energetske neučinkovite [2].

Energetsko učinkovita okna so vgrajena v 31 % enodružinskih stavb in 39 % večstanovanjskih stavb [2].

Od celotne porabljene energije v gospodinjstvih naj bi, po podatkih Statističnega Urada Republike Slovenije leta 2012, kar 62,2 % energije porabili za ogrevanje prostorov, 19,4 % pa za ogrevanje sanitarne vode [3].

Ker so stavbe velik porabnik energije in s tem »proizvajalec« toplogrednih plinov (predvsem CO<sub>2</sub>) [1], je pomembno, da lahko energetske učinkovitost stavbe čim bolj enotno ovrednotimo. Govorimo o energetske certifikiranju stavb oziroma o tako imenovanih energetske izkaznicah. S tem stavbi dodamo lastnost, ki je bila do sedaj skrita med drugimi parametri stavbe [4].

Kot nam narekuje Evropska direktiva o energetske učinkovitosti stavb [29], smo kot članica EU morali vpeljati energetske izkaznice. To smo določili v Energetske zakon EZ-1, Ur.l.RS, št. 17/2014 [8]. Energetske izkaznice je dokument, ki nam pove, kako energetske učinkovit je objekt za katerega je le-ta izdelana. Pove nam, kakšna je raba energije ter kakšni so predlogi za izboljšanje obstoječega stanja in zmanjšanje porabe energije (če je to potrebno) [30].

Energetska izkaznica je v obstoječi obliki primarno namenjena trgu nepremičnin. Torej kupcem in prodajalcem, ki z energetske izkaznice nepremični priložijo tudi podatek o njeni energetske učinkovitosti. Temu podatku do sedaj ni bilo namenjene veliko pozornosti. Stavba je porabnik energije, zato je smiselno, da pri nakupu ali najemu lahko izvemo, kako energetske varčna ali potratna je. Poleg zneska, ki ga odštejemo za nakup nepremičnine, nas priložena energetska izkaznica posredno informira o stroških, ki jih bomo imeli za normalno delovanje stavbe in nas obvesti o možnostih izboljšav.

Kljub temu, da je sam pojem energetske izkaznice v Sloveniji že precej uveljavljen, njen vpliv pri nas še ni poznan. Raziskave v tujini [5] [31] kažejo, da energetska izkaznica ne vpliva bistveno na odločitev o nakupu nepremičnine. Raziskava, ki jo je opravila Lorraine Murphy na Nizozemskem, kaže, da je vpliv energetske izkaznice še daleč od političnih teženj [5]. V rezultatih raziskave navaja, da je energetska izkaznica le v 10 % vplivala na odločitev o nakupu nepremičnine, od teh 10 % pa je le 6 % kupcev uporabilo energetske izkaznice za pogajanja o ceni. Kljub temu pa so tisti kupci, ki so imeli vpogled v energetske izkaznice, razmišljali o nadaljnjih ukrepih za energetske učinkovitost stavbe ali stanovanja, medtem ko tisti, ki niso imeli podatka o energetske učinkovitosti, o tem niso razmišljali. Slednje kaže na to, da energetska izkaznica ozavešča kupce o energetske učinkovitosti.

## **1.1 Namen in cilji diplomske naloge**

Namen diplomske naloge je, da izdelam energetske izkaznice starejše in energetske neučinkovite stavbe, ter da izdelam predloge, s katerimi bi izboljšal razred energijske učinkovitosti. Ker sam živim v hiši, ki nekako ustreza zgornjim navedbam (je starejša in energetske neučinkovita), bom za namen diplomske naloge izbral kar domačo hišo, ki je bila zgrajena leta 1973 v Ljubljani.

S tem želim pokazati, da je stavbam, ki so starejše ter energetske neučinkovite in jih je v Sloveniji kar precej (kot je navedeno že v uvodu), možno z enostavnimi ukrepi zmanjšati porabo energije in izboljšati razred učinkovitosti. Kot enostavne ukrepe pri izboljšanju energetske učinkovitosti bom pri izdelavi energetske izkaznice upošteval sanacijo zunanjega stavbnega ovoja (toplotna izolacija zunanjih sten) ter zamenjavo transparentnih delov stavbe.

Energetske izkaznice bom izdelal s programom podjetja Knauf Insulation, d.o.o., to je KI Energija 2014. Dobljene rezultate bom primerjal z veljavno zakonodajo s tega področja, ki je opisana v nadaljevanju.



**Cilji diplomske naloge so:**

- izdelati računsko energetske izkaznice za obstoječ objekt s programom KI Energija 2014;
- primerjati energetske kazalnike s predpisanimi vrednostmi in stavbo umestiti v pripadajoč razred energetske učinkovitosti;
- raziskati možne ukrepe, jih izvesti in s tem posledično izboljšati energetske učinkovitost;
- izdelati računsko energetske izkaznice za objekt z upoštevanjem možnih ukrepov;
- ugotoviti, če je mogoče izvesti takšne ukrepe, da so rezultati računske energetske izkaznice v skladu z zahtevanimi vrednostmi;
- primerjati rezultate računskih energetske izkaznic.

## 2 ZAKONODAJA NA PODROČJU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI STAVB IN ENERGETSKIH IZKAZNIC

Zmanjševanje porabe energije in odpadkov sta le dva izmed glavnih ciljev Evropske unije [6]. EU podpira izboljšave na področju energetske učinkovitosti in dogovore, iz Kjotskga protokola, ki je začel veljati februarja 2005. Pri zmanjševanju toplogrednih plinov v ozračju je velik potencial ravno pri stavbah, ki porabijo 40 % energije [1], kot je že bilo omenjeno v uvodu.

V ta namen je Evropska komisija že leta 2002 sprejela Direktivo o energetske učinkovitosti stavb (2002/91/ES) [29] (v nadaljevanju EPBD (Energy performance of building directive)) [29].

S to direktivo je državam članicam naročeno, da predpišejo način za izračun energijske bilance stavbe in določijo minimalne zahteve za energetske učinkovitost (pri novogradnji in večji prenovi).

Poleg tega je direktiva uvedla energetske izkaznice najkasneje do leta 2006 oziroma do leta 2009, če v državi primanjkuje neodvisnih strokovnjakov.

Ta direktiva je bila leta 2010 prenovljena - EPBD (2010/31/EU) [7] [27]. Glavno vodilo te direktive so cilji 20-20-20 do leta 2020, ki so pravzaprav cilji evropske podnebno energetske politike. S tem naj bi se do leta 2020 za 20 % zmanjšali toplogredni plini, za 20 % povečala energetska učinkovitost in za 20 % povečal delež energije iz obnovljivih virov.

Najbolj znano določilo prenovljene direktive je zahteva po skoraj nič-energetskih stavbah. Do leta 2020 morajo biti vse nove stavbe skoraj nič-energetske, nove javne stavbe pa že do leta 2018.

Prenovljena direktiva tudi razširi uporabo energetske izkaznice in določi obvezno navedbo razreda učinkovitosti pri trgu z nepremičninami.

Vsebino teh dveh direktiv na področju energetske učinkovitosti smo v slovensko zakonodajo vpeljali z naslednjimi zakoni in s tem omogočili enotno energetske certificiranje stavb:

- Energetski zakon (EZ-1), Ur.l.RS, št. 17/2014 [8];
- Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaje energetske izkaznic, Ur.l.RS, št. 92/2014 [9];
- Pravilnik o usposabljanju, licencah in registru licenc neodvisnih strokovnjakov za izdelavo energetske izkaznic Ur.l.RS, št. 6/10, 23/13 in 17/14 – EZ-1 [10];
- Pravilnik o spremembi Pravilnika o usposabljanju, licencah in registru licenc neodvisnih strokovnjakov za izdelavo energetske izkaznic Ur.l.RS, št. 23/13 [11];
- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2010), Ur.l.RS, št. 52/2010 [12];

- Tehnična smernica TSG-1-004:2010 [13];
- Uredba o določitvi najvišjih cen za izdajo energetske izkaznice Ur.I.RS, št. 15/2014 [14].

Spodaj sem na kratko povzel vsebino nekaterih zakonov in jih povezal z energetskimi izkaznicami.

## **2.1 Energetski zakon (EZ-1), Ur.I.RS, št. 17/2014 [8]**

Energetski zakon je v veljavi od 22. marca 2014. V njem so zajeta področja desetih evropskih direktiv, nanaša pa se predvsem na področje energije ter spodbuja rabo učinkovitih virov in obnovljivih virov energije.

Usmerjen je v prihodnost in načrtuje razvoj na področju rabe in oskrbe z energijo za naslednjih 20 ter okvirno tudi 40 let. Predvideva racionalno, trajnostno in konkurenčno oskrbo z energijo. Zaradi spodbujanja k obnovljivim virom energije, prispeva k nacionalnim ciljem znižanja emisij toplogrednih plinov.

Zakon med drugim tudi predvideva vsakoletno saniranje treh odstotkov površin javnih stavb, kar bi prineslo prihranke v javnih izdatkih.

Energetskih izkaznic se zakon dotakne v petem delu: »Energetska učinkovitost in obnovljivi viri energije«, bolj natančno v njegovem 3. oddelku o energetski učinkovitosti stavb. Tu zakon postavi osnovna določila o energetski izkaznici. Med drugim je zapisano, da mora energetska izkaznica vsebovati referenčne vrednosti, ki omogočajo primerjavo in oceno energetske učinkovitosti. Določena je veljavnost energetske izkaznice, in sicer 10 let. Predpisane so tudi dolžnosti, povezane z energetsko izkaznico. Mednje spada obveza po izdaji energetske izkaznice za nepremičnine, ki se prodajajo ali oddajajo (za obdobje daljše od enega leta) ter za vse javne stavbe. Za javno stavbo večjo od 250 m<sup>2</sup> mora biti energetska izkaznica javno izobešena. Določene so tudi osnove za izdajo energetske izkaznice in licence neodvisnih strokovnjakov.

## **2.2 Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaje energetskih izkaznic, Ur.I.RS, št. 92/2014 [9]**

V tem pravilniku je podrobneje določena vsebina in oblika energetske izkaznice. Definirani sta računsko in merjena energetska izkaznica. Za vsako posebej so določeni energetski kazalniki stavbe, le-te pa so razdeljeni v razrede, ki so navedeni v nadaljevanju diplomske

naloge. Pravilnik vsebuje še osnovna določila v zvezi z metodologijo in postopke pri izdelavi energetske izkaznice ter druga splošna določila v zvezi z izdajo le-te.

Med prilogami k pravilniku so navedeni tudi primeri priporočil za stroškovno upravičene izboljšave energetske učinkovitosti stavbe [15]. Tu so navedeni različni ukrepi. V sklopu ukrepov za izboljšanje ovoja stavbe, so med drugim naštet tudi toplotna zaščita zunanjih sten, stropa proti podstrešju, stropa nad kletjo, menjava oken. Drugi sklopi zajemajo še ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti sistemov HVAC, ukrepe za povečanje izrabe obnovljivih virov energije in organizacijske ukrepe.

Energetski kazalniki za računsko energetske izkaznico:

- $Q_{NH}/A_u$  [kW h/m<sup>2</sup>] – letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe izražena na enoto kondicionirane površine;
- $Q_f/A_u$  [kW h/m<sup>2</sup>] – končna letna dovedena energija za delovanje stavbe na enoto kondicionirane površine;
- $Q_p/A_u$  [kW h/m<sup>2</sup>] – letna primarna energija potrebna za delovanje stavbe na enoto kondicionirane površine;
- letne emisije CO<sub>2</sub> zaradi delovanja stavbe na enoto kondicionirane površine [kg/m<sup>2</sup>].

### **2.3 Pravilnik o usposabljanju, licencah in registru licenc neodvisnih strokovnjakov za izdelavo energetskih izkaznic, Ur.I.RS, št. 6/10, 23/13 in 17/14 – EZ-1 [10] ter Pravilnik o spremembi Pravilnika o usposabljanju, licencah in registru licenc neodvisnih strokovnjakov za izdelavo energetskih izkaznic, Ur.I.RS, št. 23/13 [11]**

Ta pravilnik vsebuje določila glede usposabljanja, preizkusa znanja in licence za neodvisne strokovnjake. Vsebine tega pravilnika ne bom podrobneje opisoval, saj za razumevanje moje diplomske naloge nima večjega pomena.

### **2.4 Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2010), Ur.I.RS, št. 52/2010 [12]**

Ta pravilnik določa tehnične zahteve, ki morajo biti izpolnjene za učinkovito rabo energije v stavbah na področju toplotne zaščite, ogrevanja, hlajenja, prezračevanja, priprave tople vode in razsvetljave v stavbah. Prav tako določa metodologijo za izračun energijskih lastnosti v skladu z Direktivo 31/2010/EU [27].

Ta pravilnik se uporablja pri gradnji novih objektov in rekonstrukciji starih, pri čemer se posega v vsaj 25 % toplotnega ovoja.

Tu je potrebno še dodati, da je pri uporabi tega pravilnika obvezna uporaba Tehnične smernice TSG-1-004:2010 [13].

Energetska učinkovitost stavbe je dosežena, če so izpolnjeni kriteriji, navedeni v naslednjem podpoglavju, in če je vsaj 25 % celotne končne energije za delovanje sistemov v stavbi zagotovljenih iz obnovljivih virov energije.

#### **2.4.1 Mejne vrednosti učinkovite rabe energije določene v pravilniku PURES 2010 [12]**

Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub skozi površino toplotnega ovoja stavbe ne sme presegati naslednje vrednosti:

$$H'_{T} \leq 0,28 + \frac{T_L}{300} + \frac{0,04}{f_0} + \frac{z}{4}$$

Za stanovanjske stavbe dovoljena letna potrebna toplota za ogrevanje  $Q_{NH}$  preračunana na enoto kondicionirane površine [kW h/m<sup>2</sup>], ne sme presegati:

$$\frac{Q(NH)}{A(u)} \leq 45 + 60f_0 - 4,4 T_L \text{ (kW/m}^2\text{)},$$

letni potrebni hlad za hlajenje  $Q_{NC}$  ne sme presegati:

$$\frac{Q(NC)}{A(u)} \leq 50 \text{ (kW/m}^2\text{)},$$

letna primarna energija za delovanje stavbe  $Q_p$  pa ne sme presegati:

$$\frac{Q_p}{A(u)} \leq 200 + 1,1(60f_0 - 4,4 T_L) \text{ (kW/m}^2\text{)}.$$

Stavbo ogrevamo ali hladimo na primerne temperature notranjega okolja, ki so določene s standardom SIST EN ISO 13790:2008 [24].

#### **2.5 Tehnična smernica TSG-1-004:2010 [13]**

PURES je pravni okvir za delovanje te smernice, ki določa rešitve oziroma gradbene ukrepe, s katerimi zagotovimo gradnjo v skladu s prej omenjenim pravilnikom.

Z vidika moje diplomske naloge je v Tehnični smernici (v nadaljevanju TSG4) pomembna predvsem tabela 1 iz poglavja 3.1.1. V njej so navedene mejne vrednosti toplotne prehodnosti zunanjih elementov stavbe:

Preglednica 1: Vrednosti toplotne prehodnosti različnih elementov stavbe [13]

	Gradbeni elementi stavb, ki omejujejo ogrevane prostore	$U_{max}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]
1	Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom	0,28
2	Tla nad neogrevano kletjo, neogrevanim prostorom ali garažo	0,35
3	Strop proti neogrevanem prostoru, strop v sestavi ravnih ali poševnih streh	0,2
4	Vhodna vrata	1,6
5	Garažna vrata	2,0
6	Vertikalna okna ali balkonska vrata	1,3

V preglednici so naštet le gradbeni elementi, ki so pomembni za mojo diplomsko nalogo.

### 3 METODA

Na kratko sem opisal obravnavan objekt in okolje, v katerem leži. Pridobil sem ustrezne podatke, ki jih potrebujem za izdelavo računske energetske izkaznice. Le-te sem črpal iz projekta tipske stanovanjske hiše [16]. Za izračun sem si pripravil ustrezno programsko orodje – program KI Energija 2014, ki je prosto dostopno na spletu. Objekt sem razdelil na ustrezne temperaturne cone, glede na njihovo uporabo. Določil sem potrebne podatke o kondicionirani površini in prostornini con, sestavo konstrukcijskih sklopov stavbe, projektne notranje temperature, lastnosti stavbnega pohištva, vrsto ogrevanja in drugo. Rezultat izračuna je računski energetska izkaznica. Ta energetska učinkovitost stavbe določi z energetskimi kazalniki, ki so navedeni v poglavju 2.2. Rezultate sem primerjal z vrednostmi, določenimi s pravilnikom PURES 2010, ki so navedene v poglavju 2.4.1. Nato sem izvedel dve vrsti ukrepov, in sicer ukrepe A in B. Obe varianti ukrepov vključujeta vgradnjo sloja toplotne izolacije, sanacijo toplotnih mostov in menjavo stavbnega pohištva. Zmanjšal sem toplotno prehodnost zunanjih elementov stavbe in s tem poskušal izboljšati rezultate. Rezultate sem med sabo primerjal in jih ovrednotil.

#### 3.1 Predstavitev objekta

Objekt je stanovanjska hiša na obrobju Ljubljane, bolj natančno na Brodu pod Šmarno goro. Zgrajena je bila leta 1973. Leži v naselju s podobnimi stanovanjskimi hišami, na zemljišču parcelne številke 729/11 katastrske občine Vižmarje 1753, kot je prikazano na sliki 1 [16].

Koordinate objekta so [17]:

- GKY: 458662
- GKX: 107464

Dostop do objekta je urejen s severozahodne smeri, vhod je na jugozahodni strani. Sleme poteka iz smeri severozahod proti smeri jugovzhod. Višina objekta je 8,5 m, tlorisni gabariti pa so 10 m x 8,85 m.

Objekt je enonadstropen in v celoti podkleten. Niveleta pritličja je na višini 1,2 m nad urejenim terenom.

Klet je napol vkopana, pritličje je dvignjeno. Vetrolov je v medetaži. V kleti so garaža, kurilnica ter kletni prostori (shramba, delavnica). V stavbi sta urejeni dve ločeni manjši stanovanji, eno v pritličju in drugo v 1. nadstropju. Razlika je le v tem, da je v pritličju en spalni prostor, v 1. nadstropju pa dva.

Podstreha in klet sta neogrevani, prav tako je praktično neogrevano stopnišče.

Konstrukcijski sklop zunanje stene je opečni zid debeline 40 cm. Toplotne izolacije ni.

Tlorisne površine posameznih etaž so navedene v preglednici 2. Vetrolov, ki je v spodnji medetaži, je vštet v tlorisno površino visokega pritličja, zgornja medetaža pa je všteta v tlorisno površino prvega nadstropja.

Preglednica 2: Bruto in neto tlorisna površina posameznih etaž

Etaža	Bruto površina [m <sup>2</sup> ]	Neto površina [m <sup>2</sup> ]
Kletna etaža	88,5	67,1
Visoko pritličje	88,5	64,9
Prvo nadstropje	88,5	63,9
Podstrešje	88,5	0
Skupaj	345	195,9

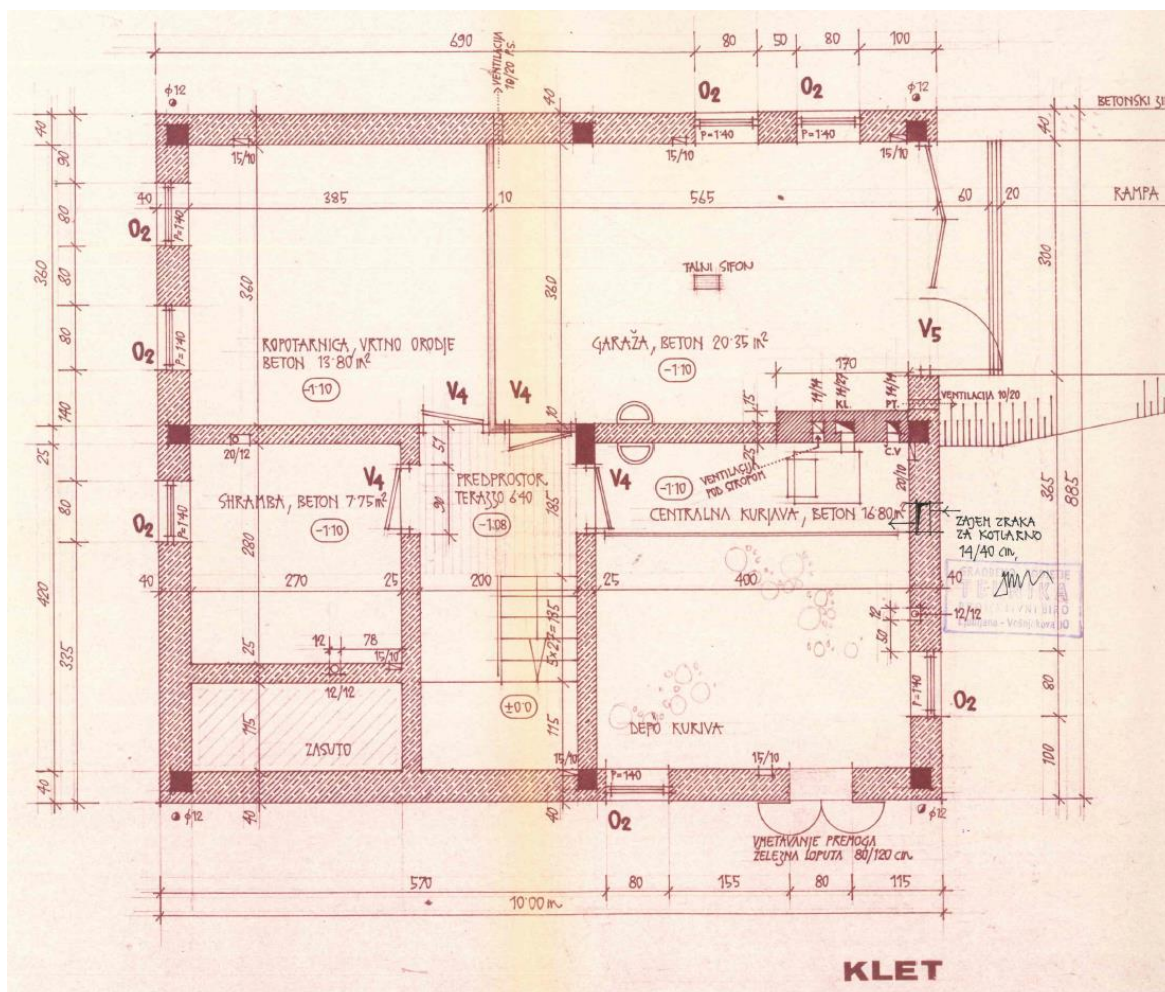


Slika 1: Lokacija stanovanjske hiše na Planinškovi ulici 1 v Ljubljani. Na sliki so označene tudi parcelne številke [18]

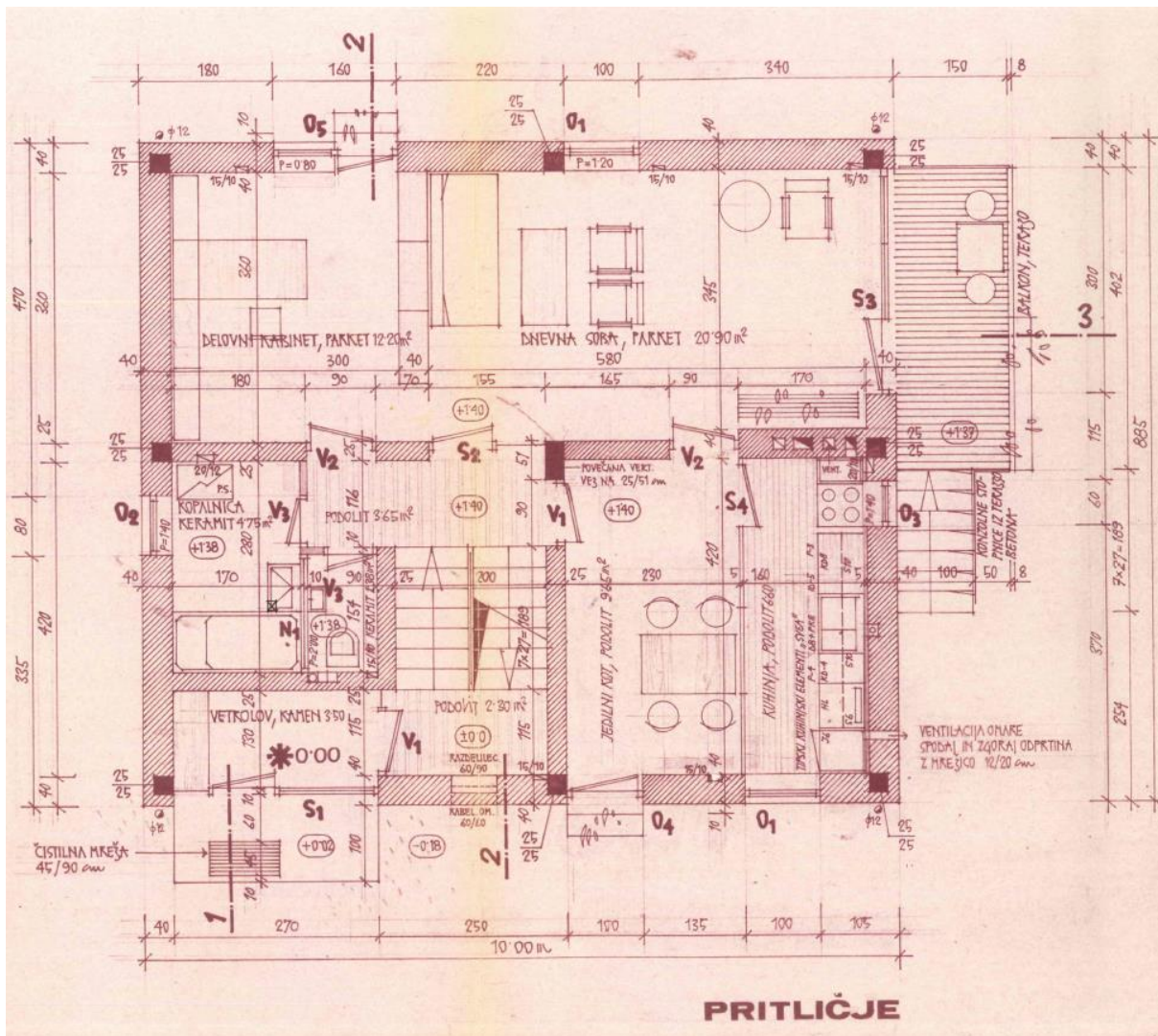




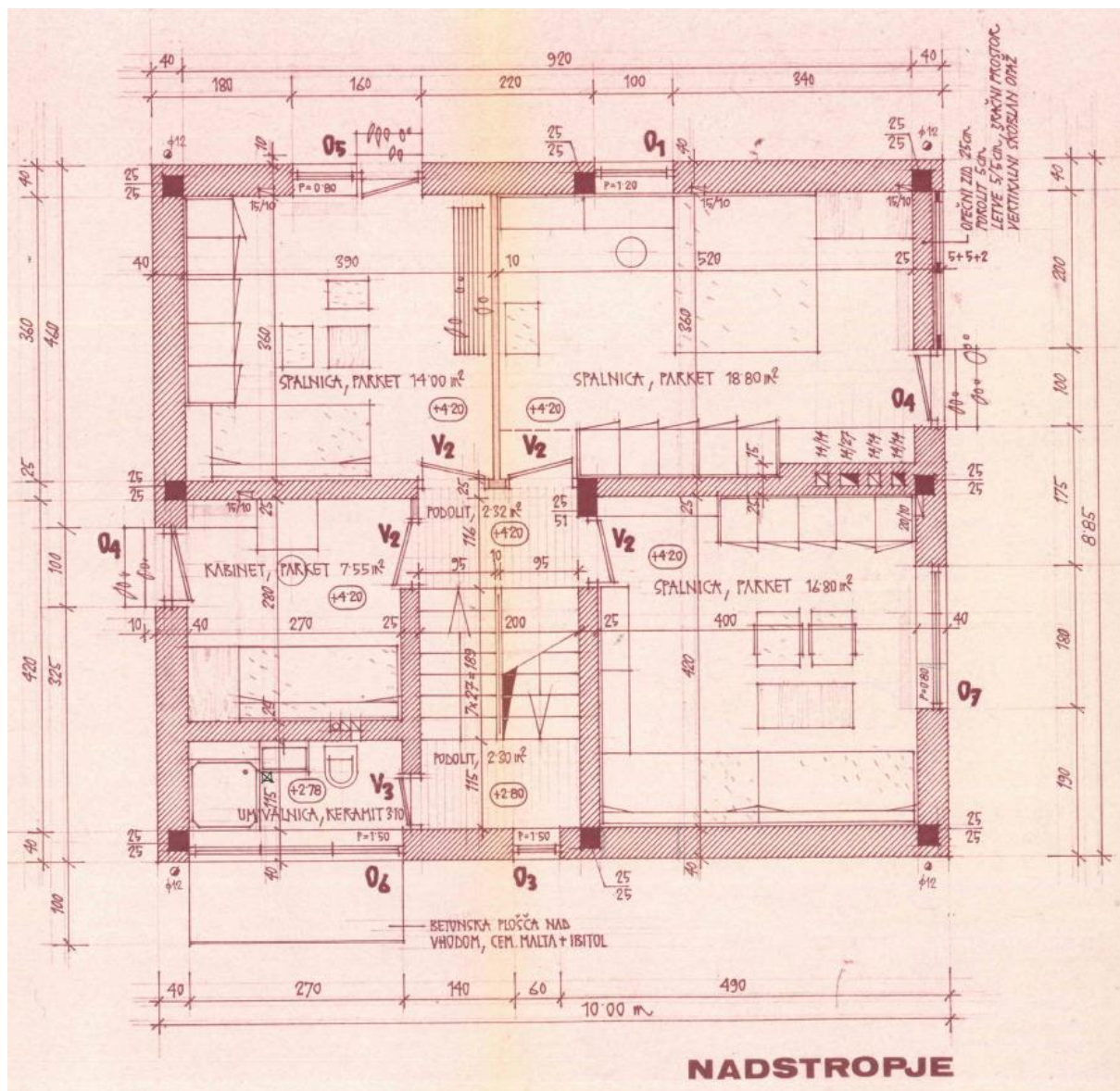
Slika 2: Slika severozahodne in jugozahodne fasade (lasten vir, 2015)



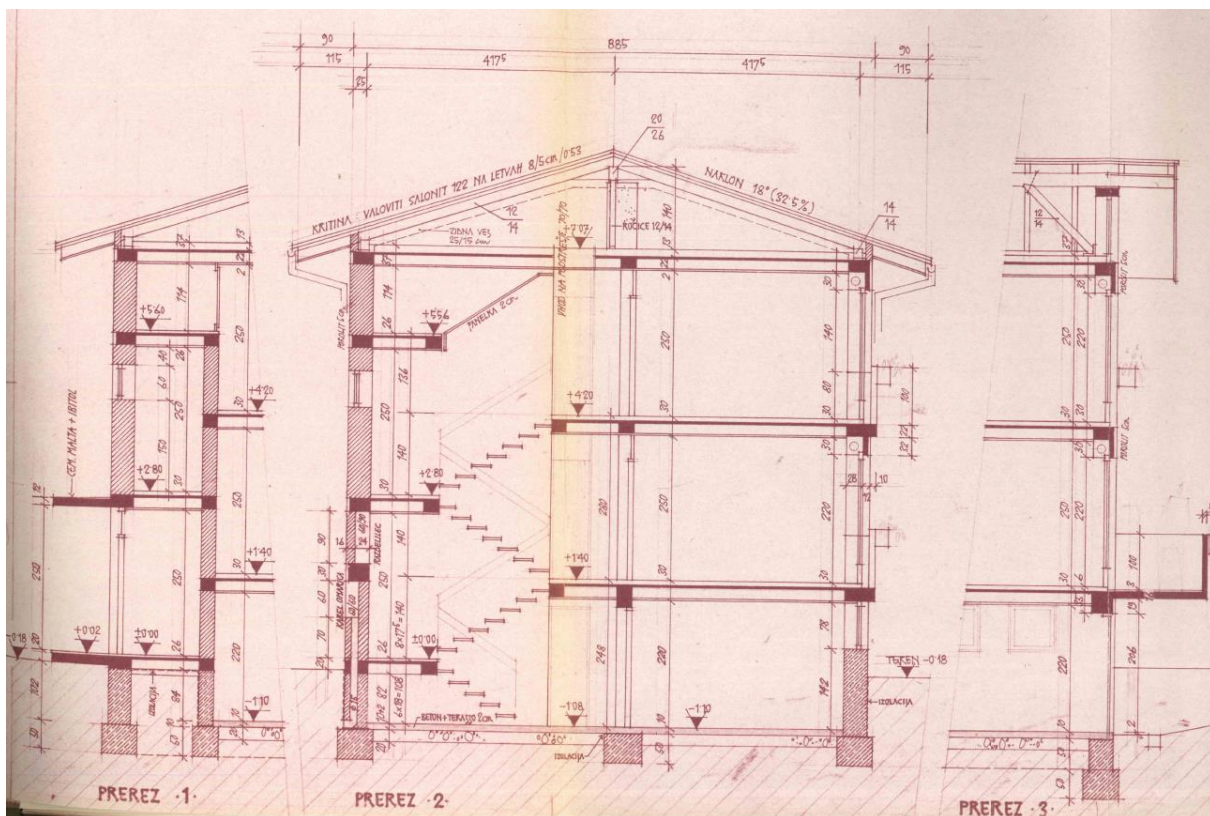
Slika 3: Tloris kleti [16]



Slika 4: Tloris pritličja [16]



Slika 5: Tloris nadstropja [16]



Slika 6: Prerezi [16]

Preglednica 3: višine in višinske kote etaž

Etaža	Kota etaže [m]	Svetla višina etaže [m]
Klet	-1,1	2,2
Pritličje	1,4	2,5
Nadstropje	4,2	2,5
Podstreha	7,07	1,4 (v slemenu)

### **3.2 PROGRAM KI ENERGIJA 2014**

Program je izdelalo podjetje Knauf Insulation d.o.o. Je prosto dostopen na njihovi spletni strani, kjer sem ga tudi sam pridobil [19]. Kot je navedeno v kratkih navodilih programa, je ob njegovi uporabi potrebno imeti dostop in biti seznanjen z dvema dokumentoma, ki sem ju že opisal v poglavju 2.4 in 2.5:

- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2010), Ur.l.RS, št. 52/2010 in
- Tehnična smernica TSG-1-004:2010.

Poleg teh dveh dokumentov je potrebno poznati tudi Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaje energetskih izkaznic, Ur.l.RS, št. 92/2014.

Program deluje tudi po napotkih zgoraj omenjenih dokumentov in je v skladu s predpisi.

### 3.3 VHODNI PODATKI ZA IZRAČUN IN RAZDELITEV OBJEKTA NA TEMPERATURNE CONE

#### 3.3.1 Osnovni in meteorološki podatki

Za projekt izdelave računske energetske izkaznice je potrebno najprej navesti osnovne podatke. Med te spadajo:

- podatki o lokaciji objekta (naslov in koordinate), katastrska občina, parcelna številka in ID oznaka stavbe, podatek o številu etaž;
- ime investitorja, projektanta, projektantskega podjetja, št. elaborata ter kdo je elaborat izdelal;
- ime odgovornega izdajatelja energetske izkaznice, ime njenega izdelovalca ter št. pooblastila;
- na koncu je potrebno izbrati še vrsto projekta (novogradnja, večja prenova), status projekta (za PGD, izvedeno ali merjena energetska izkaznica) in št. con (ena ali več).

Med zgoraj naštetimi podatki sem vnesel lokacijo objekta, katastrsko občino in parcelno številko ID oznako stavbe, podatek o številu etaž. Pod vrsto projekta sem izbral večjo prenovo, status projekta kot izvedeno in število con več kot eno.

Nato sledijo meteorološki podatki. Le ti so odvisni od naše lokacije, ki se jo v programu navede že med osnovnimi podatki ter od tipov podnebja. Tu lahko izbiramo med alpskim, celinskim in primorskim. Na naši lokaciji je podnebje celinsko. Program nato že sam pridobi klimatske podatke potrebne za izračun (preglednici 4 in 5). Te podatki so sicer na voljo tudi na spletni strani Agencije Republike Slovenije za Okolje (podatki za Pravilnik o učinkoviti rabi energije) [20].

Preglednica 4: Podatki o podnebj

Podnebje	Celinsko
Temperaturni primanjkljaj	3300 K dan
Projektna temperatura	-13 °C
Energija sončnega obsevanja	1121 kW h/m <sup>2</sup>

Preglednica 5: Podatki o temperaturi, vlažnosti in obsevanju po posameznih mesecih

Mesec	Temperatura [°C]	Vlažnost [%]	Obsevanje [W h/m <sup>2</sup> ]
Januar	-1	81	917
Februar	1	77	1731
Marec	5	72	2759
April	10	71	4049
Maj	15	73	4894
Junij	18	75	5274
Julij	20	76	5469
Avgust	19	77	4739
September	15	81	3354
Oktober	10	83	1911
November	4	84	983
december	0	84	698

### 3.3.2 Temperaturne cone

Temperaturna cona je območje v stavbi, ki je ogrevano na enako temperaturo (v temperaturni coni se lahko nahaja več prostorov, ki se med seboj stikajo). V stavbi imamo lahko zaradi različnih dejavnosti območja, ki so ogrevana na različne temperature (npr. bivalni prostori, zimski vrtovi, kleti, garaže, podstrešja, tamponske cone itd...). Če je temperaturna razlika pri ogrevanih prostorih večja ali enaka 4 K, lahko pri računu upoštevamo različne temperaturne cone [24].

Posamezna cona obsega delež tlorisa stavbe oz. posamezne prostore. Za celotno stavbo se lahko privzame samo ena temperaturna cona, če le ta obsega volumen večji ali enak 80 % celotnega volumna stavbe [13]. Kadar prostornina neogrevanih in manj ogrevanih prostorov ne presega 20 % ogrevanega volumna stavbe, se lahko privzame ena cona, ki vključuje omenjene manj ogrevane ali neogrevane dele.

Za izračun energetske izkaznice bom izbran objekt razdelil na 3 temperaturne cone. Kletni prostori, ki se ne uporabljajo za bivanje, so manj ogrevani oziroma praktično neogrevani. Pri neogrevani temperaturni coni program ne zahteva natančne definicije glede konstrukcijskih sklopov in njihove lege, zato bom cono smatral kot ogrevano temperaturno cono. To mi bo omogočilo bolj natančno določitev vkopanih delov zunanjega ovoja stavbe. Pritličje in 1.

nadstropje sta bivalni del stavbe. Le ta se ogreva na 20 °C in tako bo to druga ogrevana cona. Podstrešje se ne ogreva in tako bo to neogrevana cona.

V TSG4 pod poglavjem 9.2.3 točka 3 piše, da če se v stavbi upošteva več toplotnih con, se na stiku toplotnih con upoštevajo adiabatne razmere. To v našem primeru pomeni, da se zanemari prehod toplote med dvema ogrevanima conama.

### 3.3.2.1 Neogrevana temperaturna cona (podstreha)

Pri neogrevani temperaturni coni so dovolj le grobi podatki. To so: neto prostornina cone, podatki o konstrukcijskih sklopih ter oknih in vratih. Ta temperaturna cona meji na bivalni del oz. ogrevano temperaturno cono.

Preglednica 6: Osnovni podatki o coni

Neto prostornina	70,8 m <sup>3</sup>	
Površina predelnega zidu med obema conama	80.1 m <sup>2</sup>	
Toplotna prehodnost predelnega zidu U	0,611 W/(m <sup>2</sup> K)	
Vrata med ogrevano in neogrevano temperaturno cono	Toplotna prehodnost U	4 W/(m <sup>2</sup> K)
	Površina	1,2 m <sup>2</sup>

Preglednica 7: Primer sestave konstrukcijskega sklopa stropa proti neogrevani coni

Sloji (od ogrevane proti neogrevani coni)	Debelina [cm]	$\lambda$ [W/(m K)]
Omet	2	0,87
Rapid plošča	18	0,58
Malton	10	0,09
Cementni estrih	3	1,4

Preglednica 8: Elementi zunanjega ovoja neogrevane cone

Element	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Površina [m <sup>2</sup> ]
Stene	1,6	14,1
streha	2	93,0
Okna	2,8	0,75



### 3.3.2.2 Prva ogrevana temperaturna cona – klet

Pri ogrevani coni so potrebni naslednji podatki:

Preglednica 9: Osnovni podatki o geometriji

Bruto ogrevana prostornina	212,5 m <sup>3</sup>
Neto ogrevana prostornina	147,6 m <sup>3</sup>
Neto uporabna površina	67,1 m <sup>2</sup>
Število etaž	1
Višina etaže	2,5 m
Širina	8,5 m
Dolžina	10 m

Preglednica 10: Podatki o temperaturi in vlažnosti zraka ter prezračevanju

Notranja temperatura pozimi	10 °C
Notranja temperatura poleti	20 °C
Notranji viri pozimi	4 W/m <sup>2</sup>
Notranji viri poleti	4 W/m <sup>2</sup>
Vlažnost zraka	65 %
Vrsta prezračevanja	naravno
Prezračevanje pozimi	0,2 h <sup>-1</sup>
Prezračevanje poleti	0,2 h <sup>-1</sup>

Zaradi nebivalnih prostorov je notranja temperatura pozimi v tej coni precej nižja kot v drugi ogrevani coni. Ogrevana se le na okoli 10 °C. Prispevek notranjih virov zaradi ljudi, razsvetljave, materialnih tokov in raznih procesov, ki oddajajo toploto po poenostavljeni metodi, znaša 4 W/m<sup>2</sup>.

Prezračevanje je naravno, kar pomeni z odpiranjem in zapiranjem oken. Ker v teh prostorih ljudje niso stalno prisotni, je potrebno ob njihovi odsotnosti zagotoviti stalno izmenjavo zraka 0,2 h<sup>-1</sup> za odstranitev emisij stavbe in drugih škodljivosti (na primer kondenzacije) [21].

Preglednica 11: Površine transparentnega in netransparentnega ovoja cone

Stranica cone	površina stranice [m <sup>2</sup> ]	od tega vkopano [m <sup>2</sup> ]	od tega nevkopano [m <sup>2</sup> ]	površina oken [m <sup>2</sup> ]	površina vrat [m <sup>2</sup> ]	površina fasade [m <sup>2</sup> ]
Severovzhod	25	10	15	1,9	0	13,1
Jugozahod	25	10	15	1,1	1,8	12,1
Severozahod	22,1	8,85	13,3	0,6	5	7,7
Jugovzhod	22,1	8,85	13,3	0,8	0	12,5

V zgornji preglednici so navedene površine ovoja kletne etaže. Zunanje stene kleti je potrebno razdeliti na dva dela: na vkopan in nevkopan del. Nevkopan del upoštevamo kot zunanjo konstrukcijo, vkopan pa kot steno proti terenu.

Preglednica 12: Vrednosti temperaturne prevodnosti konstrukcijskih sklopov

Konstrukcijski sklop	Toplotna prehodnost $U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]
Zunanje stene (opeka NF, 40cm)	1,384
Stene v vkopani kleti (nearmiran beton, 40cm)	1,116
Tla v vkopani kleti (nearmiran beton, 10cm)	0,595
Okna (dvojna zasteklitev, zrak)	2,77
Vhodna vrata (lesena, 5cm)	2,5
Garažna vrata	3

Zgoraj v preglednici so navedene toplotne prehodnosti različnih konstrukcijskih sklopov. Tu je potrebno dodati še prevodnost tal, za katero vzamemo vrednost 2 W/(m K).

### 3.3.2.3 Druga ogrevana temperaturna cona - bivalni del

Pri bivalnem delu so potrebni naslednji podatki:

Preglednica 13: Osnovni podatki o geometriji

Bruto ogrevana prostornina	522
Neto ogrevana prostornina	322 m <sup>3</sup>
Neto uporabna površina	128,8 m <sup>2</sup>
Število etaž	2
Višina etaže	2,8 m
Širina	8,5 m
Dolžina	10 m

Preglednica 14: Podatki o temperaturi in vlažnosti zraka ter prezračevanju

Notranja dnevna temperatura pozimi	21 °C
Notranja nočna temperatura pozimi	18 °C
Notranja temperatura poleti	26 °C
Notranji viri pozimi	4 W/m <sup>2</sup>
Notranji viri poleti	4 W/m <sup>2</sup>
Vlažnost zraka	65 %
Vrsta prezračevanja	naravno
Prezračevanje pozimi	0,5 h <sup>-1</sup>
Prezračevanje poleti	0,5 h <sup>-1</sup>

Bivalni prostori se pozimi v dnevnem času ogrevajo na višjo temperaturo kot ponoči. Prispevek notranjih virov zaradi ljudi, razsvetljave, materialnih tokov in raznih procesov, ki oddajajo toploto, po poenostavljeni metodi znaša 4 W/m<sup>2</sup>.

Prezračevanje je naravno, kar pomeni z odpiranjem in zapiranjem oken. V času prisotnosti ljudi v bivalnem okolju je potrebno zagotoviti izmenjavo zraka najmanj 0,5 h<sup>-1</sup> [21].

Preglednica 15: Površine transparentnega in netransparentnega ovoja cone

stranica cone	velikost stranice [m <sup>2</sup> ]	velikost okna [m]	površina okna [m <sup>2</sup> ]	število oken	površina oken [m <sup>2</sup> ]	skupna površina oken [m <sup>2</sup> ]	površina fasade [m <sup>2</sup> ]
severovzhod	59	1,6x1,4	2,24	2	4,48	4,48	54,52
jugozahod	59	0,6x0,6	0,36	2	0,72	6,22	52,78
		1,1x1	1,1	5	5,5		
severozahod	52,2	0,8x1,1	0,88	1	0,88	2,28	48,38
		1,4x1	1,4	1	1,4		
		vrata 0,7x2,2	1,54	1	1,54		
jugovzhod	52,2	1,1x1	1,1	1	1,1	7,1	42,02
		2x1,5	3	2	6		
		vrata 0,7x2,2	1,54	2	3,08		

V zgornji tabeli so navedene površine ovoja pritličja in prvega nadstropja oziroma bivalne cone.

Navedene so dimenzije okenskih odprtin, površina odprtin in površina fasadnega ovoja.

Preglednica 16: Vrednosti temperaturne prevodnosti konstrukcijskih sklopov

Konstrukcijski sklop	Toplotna prehodnost $U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]
Zunanje stene (opeka NF, 40cm)	1,384
Okna (dvojna zasteklitev, zrak)	2,77
Balkonska vrata	2,5

### 3.4 Toplotni mostovi

Toplotni mostovi so deli v zunanjem ovoju stavbe, kjer so spremenjene karakteristike (geometrija, material, debelina) konstrukcijskega sklopa oziroma deli, kjer je povečana toplotna prehodnost. Posledično tu prihaja do povečanega prehoda toplote [13].

Stavbe je potrebno projektirati tako, da se toplotnim mostovom izognemo. Toplotni mostovi povzročajo povečano potrebo po energiji za ogrevanje in hlajenje stavbe, poleg tega pa lahko povzročijo tudi kondenzacijo v sami konstrukciji in s tem močno pospešijo propadanje konstrukcije [13].

Toplotne mostove sem v izračunu računske energetske izkaznice upošteval po poenostavljeni metodi, ki je opisana v standardu SIST EN ISO 14683 [22]. Izračun po tej metodi dovoljuje tudi TSG4.

Pri izračunu energetske izkaznice sem upošteval dva izrazita toplotna mostova na mestih:

- balkonske plošče in
- medetažne plošče,

saj na teh dveh mestih prihaja do preboja plošče skozi steno konstrukcije.

Preglednica 17: Prikaz karakteristik toplotnih mostov zaradi treh balkonov in treh medetažnih plošč

Mesto toplotnega mostu	Dolžina [m]	$\Psi$ [W/m K]
Medetažna plošča	105,1	0,8
Balkonska plošča	12	0,8

V zgornji preglednici sta navedena parametra posameznega toplotnega mostu, to sta dolžina in linijska toplotna prevodnost ( $\Psi$ ). Manjše toplotne mostove sem pri računu zanemaril, saj menim in s tem predpostavljam, da na rezultate bistveno ne vplivajo.

### 3.5 Ogrevanje, hlajenje in priprava tople vode

Stavba ima nov ter učinkovit sistem ogrevanja in priprave tople vode. Za oboje se uporablja energent plin. Plinska peč ogreva tako vodo za ogrevanje prostorov (centralno ogrevanje) kot tudi toplo vodo, ki jo shrani v 120 litrskem hranilniku. Sistema za hlajenje stavba nima. Program na tem mestu ponuja veliko možnosti vnosa podatkov glede sistema ogrevanja, generatorja toplote, hranilnika toplote, razvodnega sistema in ogreval. Določene vrednosti predlaga po projektu. Ostale sem določil iz podatkov o ogrevalnem sistemu.

Preglednica 18: Podatki o ogrevalnem sistemu

Vrsta ogrevalnega sistema	Visoko temperaturni (70 °C)
Temperatura tople vode	55 °C
Temperatura hladne vode	10 °C
Vir energije	Zemeljski plin
Vrsta generatorja	Kotel z atmosferskim gorilnikom do 250 kW
Nazivna moč generatorja	24 kW
Namestitev kotla	Kotlovnica
Regulacija kotla	Temperaturna regulacija
Vrsta razvodnega sistema za ogrevanje	Enocevni
Ogrevanje hranilnika	Posredno ogrevan hranilnik
Cirkulacija tople vode	Ne
Vrsta sistema ogrevanja	Radiatorji
Regulacija temperature prostora	Preko referenčnega prostora
Način vgradnje ogreval	Ob zunanji steni, normalna okna
Izolirane cevi	Ne

Pri zgoraj naštetih parametrih bi bilo vredno omeniti parameter cirkulacije tople vode. Program nam ponudi le dve možnosti, in sicer »da« ali »ne«, kar pa se izkaže za precej veliko razliko pri rezultatih dovedene toplote za toplo vodo. Razlika je kar okoli 40 % (pri neizoliranih cevovodih) manj dovedene toplote pri izključeni cirkulaciji. Žal nam program ne omogoča, da bi pri cirkulaciji tople vode izbrali le določen interval (par ur na dan), zato bom v nadaljevanju pri računih upoštevala izključeno cirkulacijo.

### 3.6 Razsvetljava

Prostore v stavbi je potrebno ustrezno osvetliti. Vsi prostori imajo okna, zato so čez dan osvetljeni z dnevno svetlobo, ponoči pa za to skrbi razsvetljava. TSG4 omejuje maksimalno povprečno moč svetilk na enoto uporabne površine [ $\text{W}/\text{m}^2$ ] za posamezne vrste stavb. Za stanovanjske stavbe znaša ta vrednost  $8 \text{ W}/\text{m}^2$ .

Določiti je potrebno še uporabo prostorov podnevi in ponoči. Podnevi se za stanovanjske stavbe lahko privzame kar vrednost 0 ur na leto, saj so prostori dovolj osvetljeni z dnevno svetlobo, ponoči pa ta vrednost znaša 1500 ur na leto. Ti dve vrednosti sem določil le bivalnemu delu stavbe (drugi ogrevalni coni), medtem ko je pri podstrehi in kleti čas osvetljevanja zanemarljivo majhen.

#### 4 REZULTATI IN KOMENTAR REZULTATOV RAČUNSKE ENERGETSKE IZKAZNICE PRVOTNEGA STANJA

Preglednica 19: Vrednosti toplotne prehodnosti konstrukcijskih sklopov in primerjava s predpisanimi vrednostmi

Konstrukcijski sklop	$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	$U_{max}$ [W/(m <sup>2</sup> K)] (po TSG4)
Zunanja stena	1,384	0,28
Stena v vkopani kleti	1,116	0,35
Tla v vkopani kleti	0,595	0,35
Vhodna vrata	2,5	1,6
Garažna vrata	4	2
Vertikalna okna	2,77	1,3
Balkonska vrata	2,5	1,3

V preglednici 19 so navedene vrednosti toplotne prehodnosti konstrukcijskih sklopov ter maksimalne vrednosti dovoljene po TSG4. Kot lahko vidimo, noben konstrukcijski sklop in noben element stavbnega pohištva ne presega maksimalnih dovoljenih vrednosti.

Preglednica 20: Splošni podatki o stavbi, ki jih predloži program ob izračunu

Uporabna površina (in hkrati kondicionirana površina) $A_u$	195,9 m <sup>2</sup>
Neto ogrevana prostornina	469,6 m <sup>3</sup>
Površina ovoja	486 m <sup>2</sup>
$z$	0,074
Faktor oblike $f_0$	0,66 m <sup>-1</sup>

Preglednica 21: Kazalniki energetske učinkovitosti stavbe

Energetski kazalniki	Izračunane vrednosti	Dovoljene vrednosti po pravilniku PURES 2010
$H'_t$ – koeficient specifičnih transmisijskih izgub [W/m <sup>2</sup> K]	1,395	0,391
$Q_{NH}/A_u$ – specifična letna potrebna toplota za ogrevanje [kWh/m <sup>2</sup> ]	212,2	42,0
$Q_p A_u$ – potrebna primarna energija za delovanje stavbe na leto na enoto uporabne površine [kWh/m <sup>2</sup> ]	352,0	196,7
$Q_p$ – potrebna primarna energija za delovanje stavbe na leto [kWh]	68965	38534
$Q_p/A_u$ – skupna dovedena energija za delovanje stavbe [kWh/m <sup>2</sup> ]	307	/
Letni izpust CO <sub>2</sub> [kg]	12686	/

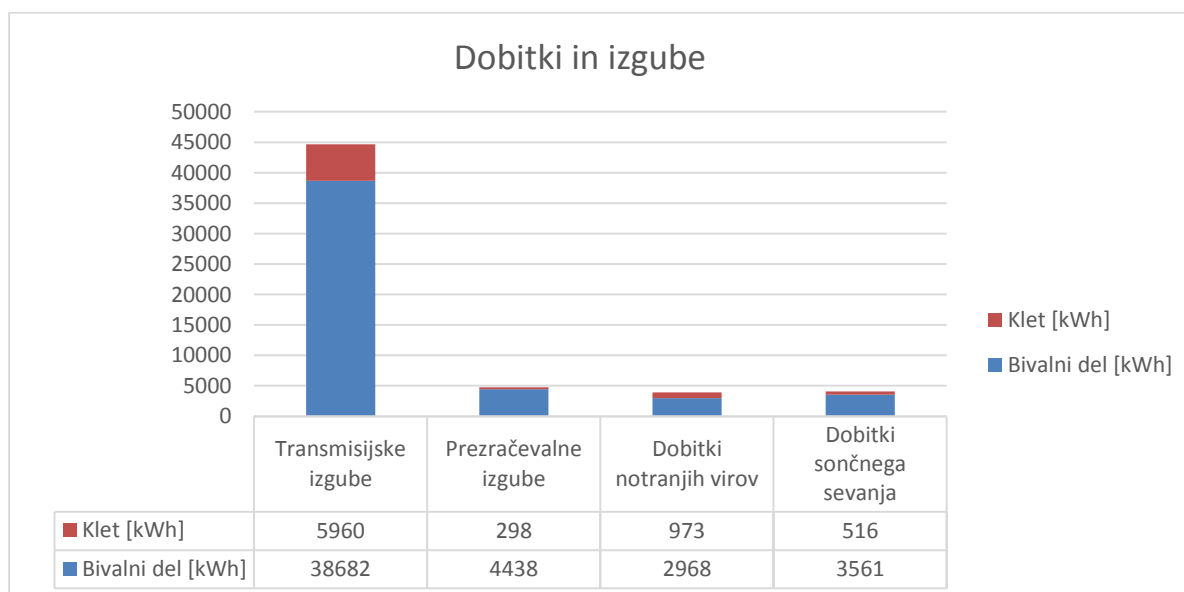
Glavni parameter v zgornji preglednici je specifična letna potrebna toplota za ogrevanje  $Q_{NH}/A_u$  in po njem tudi delimo stavbe v naslednje razrede [9]:

- A1: od 0 do vključno 10 kW h/m<sup>2</sup>,
- A2: nad 10 do vključno 15 kW h/m<sup>2</sup>,
- B1: nad 15 do vključno 25 kW h/m<sup>2</sup>,
- B2: nad 25 do vključno 35 kW h/m<sup>2</sup>,
- C: nad 35 do vključno 60 kW h/m<sup>2</sup>,
- D: nad 60 do vključno 105 kW h/m<sup>2</sup>,
- E: nad 105 do vključno 150 kW h/m<sup>2</sup>,
- F: nad 150 do vključno 210 kW h/m<sup>2</sup>,
- G: nad 210 kW h/m<sup>2</sup>.

Obravnavana stavba se po specifični letni potrebni toploti za ogrevanje uvršča povsem na rep razvrstitve, torej v zadnji razred G: nad 210 kW h/m<sup>2</sup>.

Kot lahko vidimo v zgornji preglednici 20, so rezultati računske energetske izkaznice pri vseh parametrih daleč od zahtev pravilnika PURES 2010. Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje ( $Q_{NH}/A_u$ ) kar 5-krat presega dovoljeno vrednost, koeficient specifičnih transmisijskih izgub ( $H'_t$ ) jo presega 4,6-krat, potrebna primarna energija za delovanje stavbe ( $Q_p$ ) pa skoraj 2-krat. Prevelik količnik  $H'_t$  nam pove, da so transmisijske toplotne izgube prevelike glede na površino toplotnega ovoja stavbe, za kar je kriva sestava zunanjih konstrukcijskih sklopov, ki je tudi razlog za visok faktor  $Q_{NH}/A_u$ . To bo bolj jasno vidno prid podatkih o ogrevalnih izgubah in dobitkih.

Grafikon 1: Prikaz izgub in dobitkov

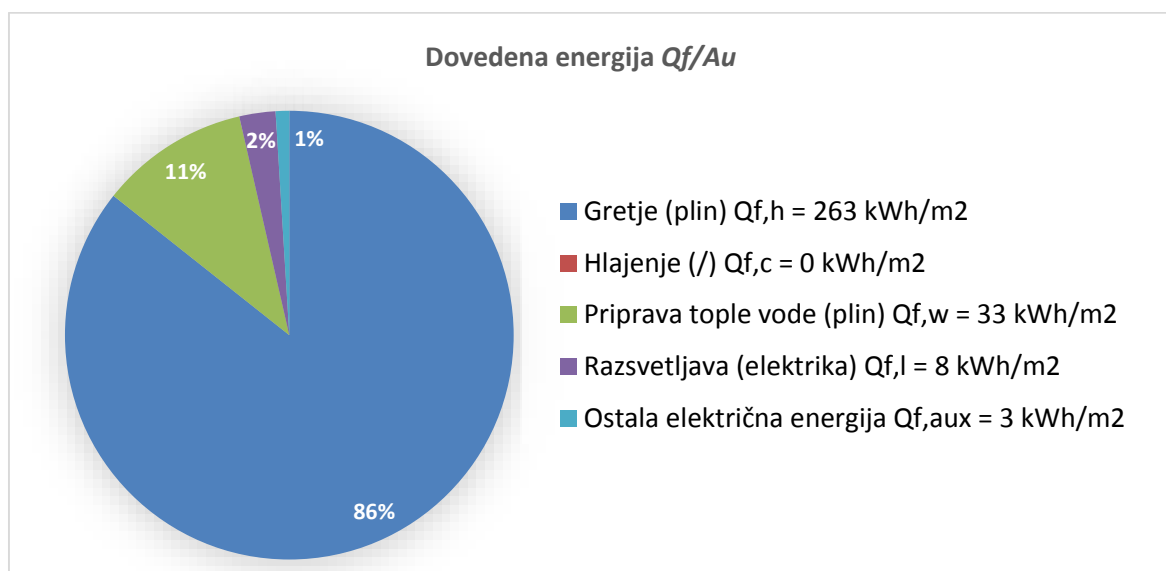




Prva dva stolpca v grafikonu 1 prikazujeta izgube, druga dva pa dobitke. Kar izstopa na grafikonu, so izredno velike transmisijske izgube. Te izgube je potrebno nadomestiti z ogrevanjem stavbe, da lahko dosežemo projektne notranje temperature. To je glavni razlog za visok koeficient specifičnih transmisijskih izgub, za slab razred energijskega kazalnika in nasploh za vse rezultate računske energetske izkaznice, ki so daleč od vrednosti zahtevanih po pravilniku PURES 2010.

K visokim transmisijskim izgubam pripomore visoka vrednost toplotne prehodnosti  $U$  vseh zunanjih konstrukcijskih sklopov, oken in vrat ter toplotni mostovi. Neogrevana podstreha zmanjša prehod toplote skozi medetažno ploščo med bivalnim delom in podstreho le za faktor 0,84.

Grafikon 2: Dovedena energija za delovanje stavbe



Zgornji grafikon nam pokaže različne deleže skupne dovedene energije za delovanje stavbe, ki znaša 307 kW h/m<sup>2</sup>. V oklepajih je napisan energent. Celo 86 % vse energije se porabi za ogrevanje. Če se navežem nazaj na podatke iz uvoda diplomske naloge, je to še precej več od slovenskega povprečja, ki je v letu 2011 znašalo 62,2 % [3]. Od tega se 11 % energije porabi za ogrevanje sanitarne vode, 2 % pa za razsvetljava. Stavba nima sistema za hlajenje, torej znaša ta delež 0 %. Delež ostale električne energije je približno 1 %, porabi pa se prav tako za ogrevanje in toplo vodo (delovanje peči, cirkulacija vode itd...).

## 5 UKREPI ZA IZBOLJŠANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

Pri ukrepih za izboljšanje energetske učinkovitosti sem si zadal dva ključna cilja:

- Ukrep A. Izboljšanje vseh elementov zunanje površine stavbe, da bodo le ti ustrezali maksimalnim vrednostim toplotne prehodnosti  $U_{max}$  določene po TSG4 in navedene v poglavju 2.5.
- Ukrep B. Izvedba ukrepov na elementih zunanje površine stavbe do te mere, da bodo rezultati računske energetske izkaznice izpolnjevali zahteve o energetski učinkovitosti stavbe, ki so zapisane v pravilniku PURES 2010.

### 5.1 Ukrepi A

Pod ukrepe A spadajo:

- toplotna zaščita zunanjih sten in zmanjšanje toplotne prevodnosti pod vrednost  $U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ ;
- toplotna zaščita stropa proti podstrehi in zmanjšanje toplotne prevodnosti pod vrednost  $U = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ ;
- toplotna zaščita sten v vkopani kleti in zmanjšanje toplotne prevodnosti pod vrednost  $U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ ;
- toplotna zaščita tal v vkopani kleti in zmanjšanje toplotne prevodnosti pod vrednost  $U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ ;
- zamenjava oken in zmanjšanje toplotne prevodnosti pod  $U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ ;
- zamenjava vhodnih vrat in zmanjšanje toplotne prevodnosti pod  $U = 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ ;
- zamenjava balkonskih vrat in zmanjšanje toplotne prevodnosti pod  $U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ ;
- zamenjava garažnih vrat in zmanjšanje toplotne prevodnosti pod  $U = 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ ;
- sanacija toplotnih mostov.

Spodaj so v preglednicah navedene sestave konstrukcijskih sklopov po izvedbi ukrepov, skupaj s pripadajočimi toplotnimi prehodnostmi ter lastnostmi stavbnega pohištva.

Preglednica 22: Konstrukcijski sklop zunanje stene

Sloji (od ogrevane proti neogrevani coni)	Debelina [cm]	$\lambda$ [ $\text{W}/(\text{m K})$ ]
Omet	2	0,87
Opeka, normalni format	40	0,79
EPS	12	0,04
Tankoslojni omet	1	0,87
Toplotna prehodnost	$U = 0,269 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$	

Preglednica 23: Konstrukcijski sklop stropa proti podstrehi

Sloji (od znotraj navzven)	Debelina [cm]	$\lambda$ [W/(m K)]
Omet	2	0,87
Rapid plošča	18	0,58
Malton	10	0,09
PE folija (parna ovira)	0,015	0,19
Kamena volna	15	0,04
Cementni estrih	7	1,4
Toplotna prehodnost	$U = 0,183 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$	

Preglednica 24: Konstrukcijski sklop tla v vkopani kleti

Sloji (od znotraj navzven)	Debelina [cm]	$\lambda$ [W/(m K)]
Cementni estrih	7	1,4
XPS + elastificiran polistiren (ZI)	5	0,035
Beton s kamnitega agregata	10	1,51
Toplotna prehodnost	$U = 0,307 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$	

Preglednica 25: Konstrukcijski sklop stene v vkopani kleti

Sloji (od znotraj navzven)	Debelina [cm]	$\lambda$ [W/(m K)]
Omet	2	0,87
Beton s kamnitega agregata	40	1,51
XPS	8	0,036
Bitumenska hidroizolacija	1	0,19
Toplotna prehodnost	$U = 0,299 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$	

Preglednica 26: Vrata

Element	$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]
Vhodna vrata	1,5
Balkonska vrata	1,25
Garažna vrata	1,8
Vrata proti podstrehi	1,3

Preglednica 27: Okna

Tip okvirja	Lesen (smreka)
Toplotna prehodnost stekla	1,1 W/(m <sup>2</sup> K)
Toplotna prehodnost okna	1,3 W/(m <sup>2</sup> K)
Zasteklitev	4-16-4

Pri določitvi toplotnih mostov TSG4 dopušča poenostavljen način upoštevanja le-teh pri izračunu toplotne prehodnosti celotnega stavbnega ovoja. Če imajo vsi toplotni mostovi v stavbi linijsko toplotno prehodnost manjšo od  $\Psi = 0,2 \text{ W/(m K)}$ , se lahko njihov vpliv upošteva na poenostavljen način, in sicer kot povečanje toplotne prehodnosti celotnega stavbnega ovoja za  $0,06 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ . Pri tem je potrebno zagotoviti, da se ustrezno izolira balkonske plošče, ki so še posebno neugoden toplotni most.

Poleg zgoraj naštetih ukrepov sem stavbi dodal tudi enostaven sistem hlajenja, ki pa zaradi majhne potrebe po hlajenju praktično ne vpliva na rezultate.

## 5.2 Ukrepi B

Za toplotne prehodnosti konstrukcijskih sklopov veljajo enaki kriteriji kot pri ukrepih A. Za zadostitev energetske učinkovitosti po pravilniku PURES 2010 pa se izkaže, da ustrezajo dodatni ukrepi navedeni v preglednici 28. Sestave konstrukcijskih sklopov, upoštevanje toplotnih mostov in elementi odprtih v zunanem stavbnem ovoju ostanejo enaki kot pri ukrepih A.

Preglednica 28: Ukrepi B

Konstrukcijski sklop	Vrsta toplotne izolacije	Debelina [cm]	$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Povečanje debeline izolacije glede na ukrepe A [%]
Zunanja stena	EPS	18	0,191	50 %
Strop proti podstrehi	Kamena volna	20	0,148	33 %
Tla v vkopani kleti	XPS	10	0,214	100 %
Stene v vkopani kleti	XPS	12	0,225	50 %

## 6 REZULTATI PO UPOŠTEVANJU UKREPOV ZA IZBOLJŠANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

### 6.1 Rezultati ukrepov A

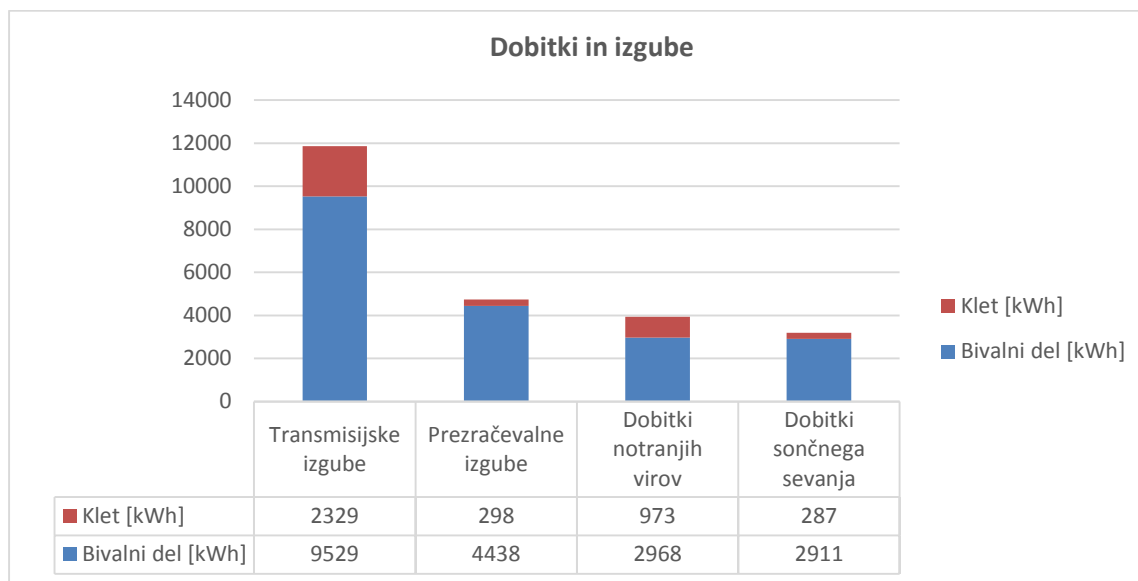
Preglednica 29: Kazalniki energetske učinkovitosti stavbe

Energetski kazalniki	Izračunane vrednosti	Dovoljene vrednosti po pravilniku PURES 2010
$H'_t$ – koeficient specifičnih transmisijskih izgub [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,403	0,391
$Q_{NH}/A_u$ – specifična letna potrebna toplota za ogrevanje [kW h/m <sup>2</sup> ]	50,8	42,0
$Q_p/A_u$ – potrebna primarna energija za delovanje stavbe na leto na enoto uporabne površine [kWh/m <sup>2</sup> ]	123,7	196,7
$Q_p$ – potrebna primarna energija za delovanje stavbe na leto [kW h]	24215	38534
$Q_i/A_u$ – skupna dovedena energija za delovanje stavbe [kW h/m <sup>2</sup> ]	101	/
Letni izpust CO <sub>2</sub> [kg]	4536	/

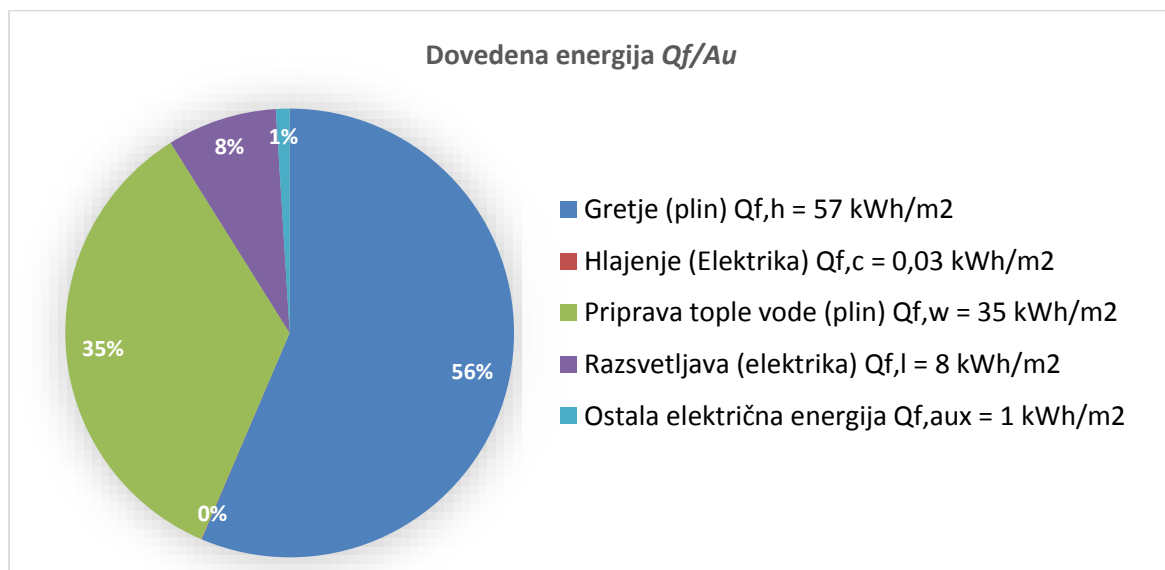
Kljub konstrukcijskim sklopom z zadostno količino toplotne izolacije, kazalniki energetske učinkovitosti še vedno ne dosegajo predpisanih vrednosti. Edini parameter, ki ustreza predpisom, je primarna energija za delovanje stavbe. Vidimo, da bo glavni kriterij za doseg predpisov specifična letna potrebna toplota za ogrevanje, saj najbolj odstopa od dovoljenih vrednosti. Ob upoštevanju ukrepov A, se stavba uvrsti v razred C.

Transmisijske izgube še vedno predstavljajo največji delež tako izgub kot dobitkov. Dobitki sončnega sevanja se zaradi boljših oken nekoliko zmanjšajo, saj se z boljšimi okni zmanjša tudi energijska prehodnost zasteklitve (faktor g). Dobitki notranjih virov so pričakovano enaki kot pred ukrepi.

Grafikon 3: Prikaz izgub in dobitkov



Grafikon 4: Dovedena energija za delovanje stavbe



Gretje predstavlja 55 % vse porabljene energije, kar je pod slovenskim povprečjem. Na drugo mesto se s precej visokim odstotkom (34 %) uvršča priprava tople vode, nato sledi razsvetljava.

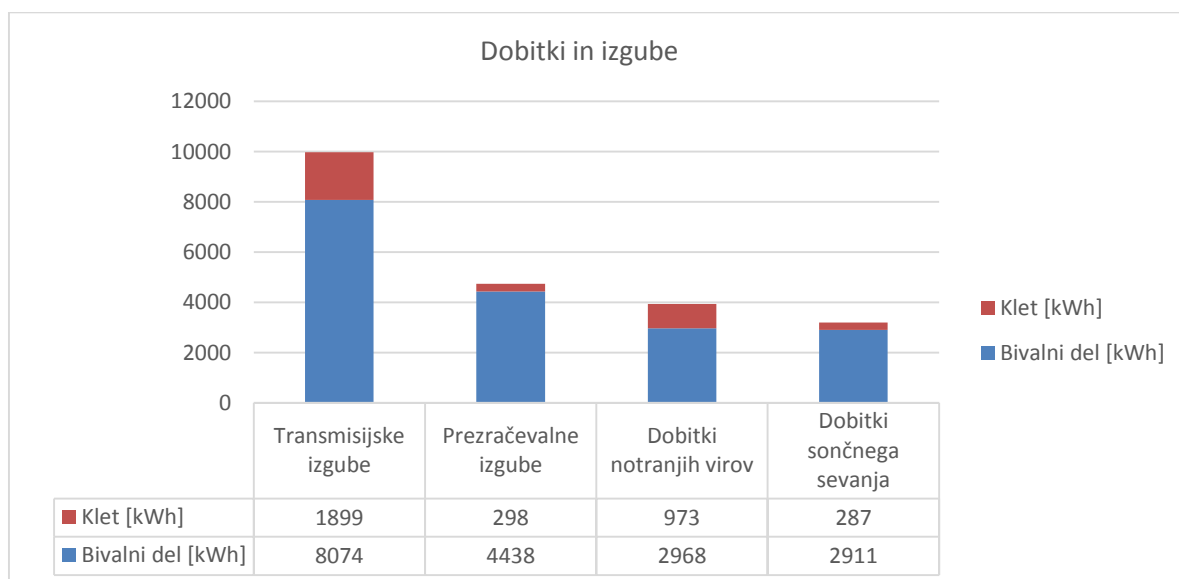
## 6.2 Rezultati ukrepov B

Preglednica 30: Kazalniki energetske učinkovitosti stavbe

Energetski kazalniki	Izračunane vrednosti	Dovoljene vrednosti po pravilniku PURES 2010
$H'_t$ – koeficient specifičnih transmisijskih izgub [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,337	0,391
$Q_{NH}/A_u$ – specifična letna potrebna toplota za ogrevanje [kW h/m <sup>2</sup> ]	41,6	42,0
$Q_p/A_u$ – potrebna primarna energija za delovanje stavbe na leto na enoto uporabne površine [kW h/m <sup>2</sup> ]	113,2	196,7
$Q_p$ – potrebna primarna energija za delovanje stavbe na leto [kW h]	22183	38534
$Q_i/A_u$ – skupna dovedena energija za delovanje stavbe [kW h/m <sup>2</sup> ]	92	/
Letni izpust CO <sub>2</sub> [kg]	4163	/

Po ukrepih B vsi izračunani energetski kazalniki ustrezajo predpisanim. Izračunana vrednost potrebne primarne energije za delovanje stavbe na enoto uporabne površine je zelo majhna in se zelo približa vrednosti, ki velja za skoraj nič-energijsko stavbo, in znaša 105 kW h/m<sup>2</sup>.

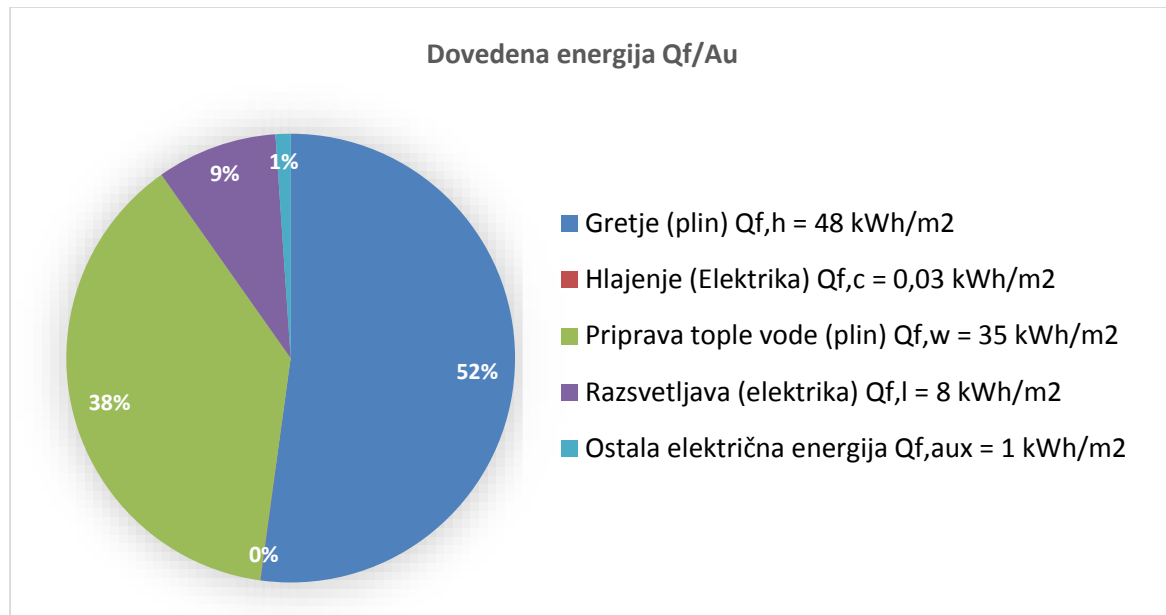
Grafikon 5: Prikaz izgub in dobitkov



Iz grafikona 5 je razvidno, da so transmisijske izgube le dvakrat večje od prezračevalnih izgub ter da dobitki sončnega sevanja in notranjih virov skupaj skoraj pokrijejo transmisijske

izgube. Z ukrepi B smo torej prehod toplote skozi zunanji ovoj stavbe močno zmanjšali, vrednost transmisijskih izgub pa sedaj znaša pod 10000 kW h oziroma le 50 kW h/m<sup>2</sup> na leto.

Grafikon 6: Dovedena energija za delovanje stavbe



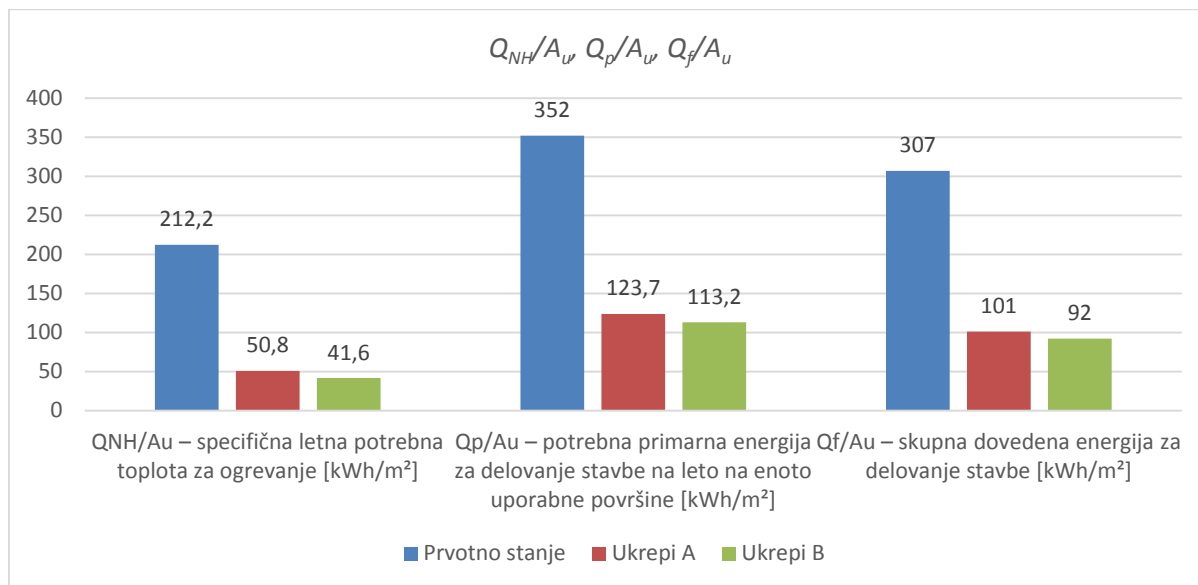
Energija za gretje predstavlja le še dobro polovico celotne dovedene energije v stavbo. Na drugem mestu je sedaj že s precej visokim odstotkom priprava tople vode. Če bi želeli še dodatno zmanjšati porabo energije v stavbi, bi naslednji ukrepi morali vključevati tudi učinkovitejši sistem priprave tople vode.

Če bi želeli stavbo v celoti sanirati v skladu s pravilnikom PURES 2010, bi morali 25 % celotne energije, ki jo porabi stavba, pridobiti iz obnovljivih virov energije ali upoštevati katero izmed alternativnih možnosti, ki so navedene v 16. členu pravilnika PURES 2010. Ker je energent za gretje in pripravo vode plin, je poraba elektrike v stavbi majhna in predstavlja le okoli 10 % porabljene energije, zato s sončnimi celicami ne bi uspeli pokriti zahtevanih 25 %. Možni ukrepi, s katerimi bi pokrili zahtevan delež energije z obnovljivimi viri, bi bili na primer sončni kolektorji za pripravo tople vode, zamenjava energenta z lesno ali plinsko biomaso in drugi.

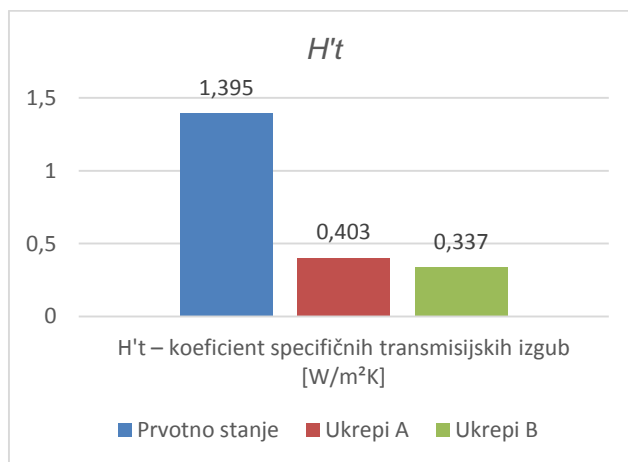


## 7 PRIMERJAVA REZULTATOV

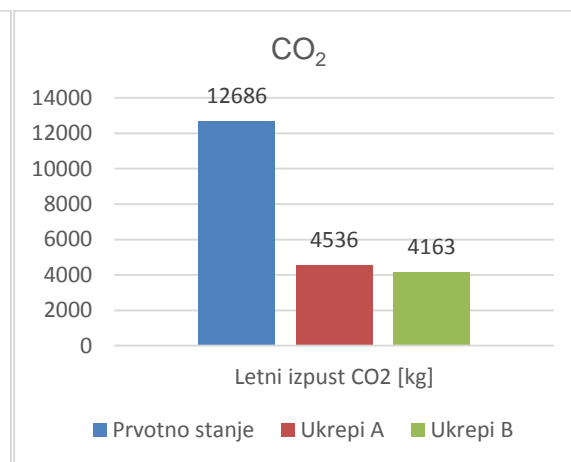
Grafikon 7.1: Primerjava rezultatov  $Q_{NH}/A_u$ ,  $Q_p/A_u$ ,  $Q_f/A_u$



Grafikon 7.2: Primerjava rezultatov  $H't$



Grafikon 7.3: Primerjava rezultatov CO<sub>2</sub>

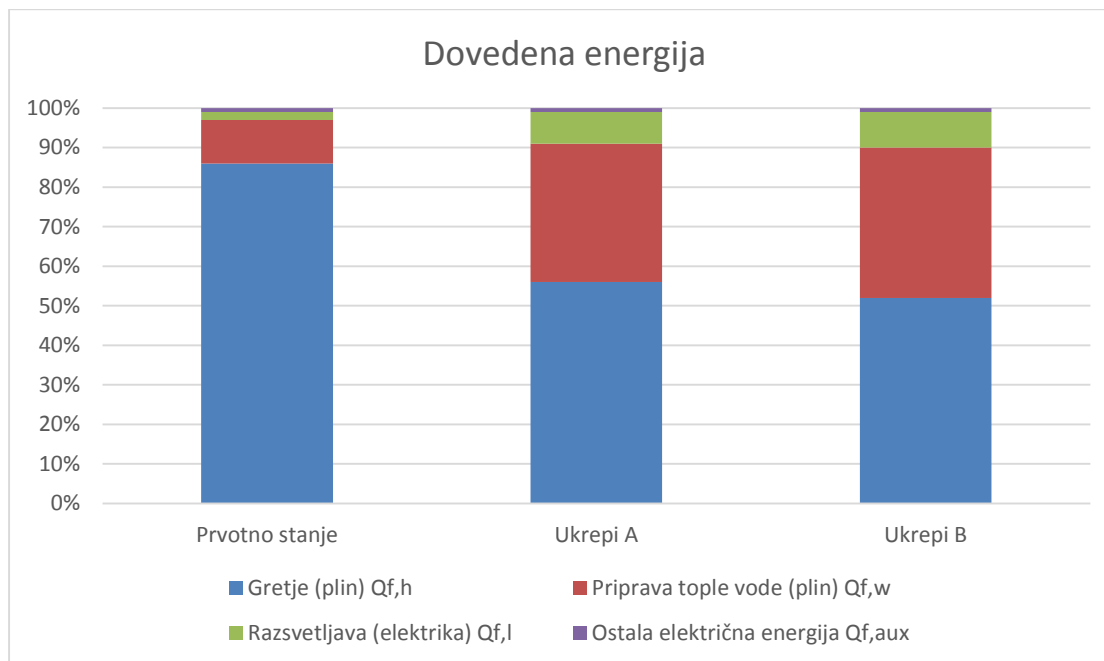


Iz grafikonov 7.1, 7.2 in 7.3 je dobro vidno močno izboljšanje vseh kazalnikov učinkovite rabe energije v stavbah. Najbolj od vseh se zniža specifična letna potrebna toplota za ogrevanje, ki je, po izvedenih ukrepih B, kar 5-krat nižja od trenutnega stanja. Za faktor 4 je nižji koeficient specifičnih transmissijskih izgub, ostali kazalniki pa se izboljšajo približno za faktor 3.

Največje izboljšanje prinesejo ukrepi A, razlika med ukrepi A in ukrepi B pa je relativno majhna. Kljub temu, da se debelina toplotne izolacije v primeru ukrepov B poveča za okoli 50 % glede na ukrepe A, se rezultati med računskima energetskima izkaznicama razlikujejo le za slabih 10 %. Iz tega je razvidno, da z večanjem debeline toplotne izolacije njen vpliv na

parametre učinkovite rabe energije v stavbah pada. Kljub majhnemu izboljšanju pri ukrepih B, pa so le te nujni za izpolnitev zahtev po pravilniku PURES 2010.

Grafikon 8: primerjava vrste dovedene energije



Grafikon 8 prikazuje spremembo deležev dovedene energije za posamezne porabnike. Ker pri prvotnem stanju od dovedene energije kar 85 % odpade na gretje, se po omenjenih ukrepih ta poraba energije močno zmanjša in s tem se zmanjša tudi njen delež. Na račun tega se poveča delež energije, ki odpade na pripravo pitne vode, čeprav količina porabljene energije ostane enaka kot v prvotnem stanju, saj ukrepi ne vplivajo na pripravo tople vode. Enako velja tudi za razsvetljava. Ostala električna energija, ki je potrebna za delovanje plinske peči in cirkulacijo vode, se z zmanjšanjem potrebe po ogrevanju zmanjša. Kljub temu njen delež ostane enak (okoli 1 %), saj se količina skupne dovedene energije močno zmanjša.

## 8 RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI

Evropska unija teži k zmanjševanju porabe energije. Želi biti čim bolj energetske neodvisna ter hkrati zmanjšati onesnaževanje okolja z neustrezno in neučinkovito izrabo virov. Ker stavbe porabijo slabo polovico celotne energije, je pri doseganju prej omenjenih ciljev nujno ovrednotiti energetske učinkovitost stavb. To je področje, kjer je veliko potenciala za zmanjševanje porabe energije in tega se zaveda tudi Evropska skupnost. S ciljem večjega osveščanja prebivalcev o varčevanju z energijo v stavbah in uveljavljanja smotrnih rešitev zmanjševanja porabe energije, je uvedla energetske certificiranje stavb. S tem je ovrednotila kako varčna ali potratna je stavba na zelo konstruktiven in širši javnosti razumljiv način. Uvedla je certificiranje z energetskimi izkaznicami in določila energetske kazalnike, ki nam sporočajo energetske učinkovitost stavb.

V svoji diplomski nalogi sem izdelal energetske izkaznice za starejšo enodružinsko hišo z neučinkovitim toplotnim ovojem in prikazal možne izboljšave. Nato sem izdelal energetske izkaznice ob upoštevanju dveh tipov izboljšav. Poskušal sem izpolniti zakonske zahteve, kar mi je z enim od nabora ukrepov tudi uspelo. Pokazal sem, da je tudi z manjšo debelino toplotnega ovoja možno močno znižati porabo energije. Pri debelini toplotne izolacije, ki znaša 12 centimetrov pri zunanjih stenah, se je letna potrebna toplota za ogrevanje zmanjšala kar 5-krat. Kljub temu pa to ni dovolj za izpolnitev zakonskih zahtev. Zakonskim zahtevam sem uspel zadostiti pri 18 centimetrov debelemu toplotnemu ovoju zunanjih sten. Pri tem ne smemo pozabiti na še debelejšo plast toplotne izolacije stropa proti podstrehi in ustrezno izolirano klet.

Poleg do sedaj omenjenih ukrepov za zmanjševanje porabe energije bi bilo možno izvesti še druge ukrepe. V prvi vrsti bi bilo smotrno izbrati obnovljiv vir energije. V tem okviru bi v upoštevanje prišli ukrepi PSA in drugi bioklimatski ukrepi. Kot generator toplote bi lahko plinsko peč zamenjali s toplotno črpalko ali s pečjo na lesno biomaso. Pri prehodu na obnovljive vire energije bi se vrednosti potrebne primarne energije in emisije CO<sub>2</sub> še dodatno zmanjšali. Za zmanjšanje ventilacijskih toplotnih izgub pri naravnem prezračevanju pa bi lahko uporabili rekuperatorje. Ugotavljanje učinkovitosti teh ukrepov pa je predmet nadaljnjih analiz.

V diplomski nalogi sem se osredotočil le na gradbeno inženirske ukrepe, saj so ti med najbolj učinkovitimi in vodijo do višjih prihrankov, kot če bi izvedli npr. le strojniške ukrepe. To potrjuje tudi, študija izvedena na stavbah v Sloveniji [32], ki je dokazala, da ukrepi na področju stavbnega ovoja rezultirajo v kar do 6,25-krat večjih energijskih prihrankov, kot ukrepi na ravni učinkovitih mehanskih sistemov. Drži pa, da le celoviti ukrepi (kombinacija

enih in drugih), upoštevajoč principe bioklimatskega načrtovanja, vodijo k največjim prihrankom.

Kriteriji za doseg energetsko učinkovite stavbe so po trenutni zakonodaji zelo strogi, kar še posebej velja za obnovo obstoječih objektov. Vrednosti energetskih kazalcev, ki jim je potrebno zadostiti so postavljene zelo strogo in so zato pri obnovi starejših stavb težko dosegljive ter tako najverjetneje tudi ekonomsko vprašljive. Vsekakor pa toplotni ovoj stavbe bistveno zmanjša porabo energije. V kombinaciji z energetsko učinkovitimi elementi zunanjih odprtih in učinkovitim ogrevalnim sistemom, je lahko tudi starejša stavba energetsko varčna.

## VIRI

- [1] European comission, Energy efficiency of biuldings. 2015.  
<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings> (Pridobljeno 17. 8. 2015.)
- [2] 12 resnic o rabi energije v gospodinjstvih, strokovna interpretacija raziskave Reus 2011 – povzetek poročila. 2011  
[http://www.pozitivnaenergija.si/sites/www.pozitivnaenergija.si/files/porocilo\\_reus\\_2011\\_12resnic\\_povzetek\\_final.pdf](http://www.pozitivnaenergija.si/sites/www.pozitivnaenergija.si/files/porocilo_reus_2011_12resnic_povzetek_final.pdf) (Pridobljeno 18. 8. 2015.)
- [3] Poraba energije in goriv v gospodinjstvih, Slovenija, 2012 - končni podatki, Statistični urad Republike Slovenije.  
<http://www.stat.si/StatWeb/glavnanavigacija/podatki/prikazistaronovico?IdNovice=5803>  
(Pridobljeno 18. 8. 2015.)
- [4] Podrobnosti in zakonodaja o energetske izkaznici.  
<http://energetskaizkaznica.si/podrobnosti-o-izkaznici/> (Pridobljeno 18.8. 2015.)
- [5] Murphy, L. 2014. The influence of the Energy Performance Certificate: The Dutch case, Energy Policy, 67:664-672.
- [6] Concerted action, energy performance of buildings.  
<http://www.epbd-ca.eu/> (Pridobljeno 20. 8. 2015.)
- [7] Direktiva o energetske učinkovitosti stavb, 2011.  
<http://www.enforce-eeen.eu/slo/direktiva-epbd/direktiva-o-energetske-ucinkovitosti-stavb>  
(Pridobljeno 21. 8. 2015.)
- [8] Energetske zakon (EZ-1). Ur. l. RS, št. 17/2014: 1787.  
<https://www.uradni-list.si/1/content?id=116549#%21/Energetske-zakon-%28EZ-1%29>  
(Pridobljeno 22.8.2015.)
- [9] Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetske izkaznic stavb. Ur. l. RS, št. 92/2014: 10302.  
<https://www.uradni-list.si/1/content?id=119788> (Pridobljeno 22. 8. 2015.)

[10] Pravilnik o usposabljanju, licencah in registru licenc neodvisnih strokovnjakov za izdelavo energetskih izkaznic. Ur. l. RS, št. 6/2010: 577.

<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=20106&stevilka=204> (Pridobljeno 22. 8. 2015.)

[11] Pravilnik o spremembi Pravilnika o usposabljanju, licencah in registru licenc neodvisnih strokovnjakov za izdelavo energetskih izkaznic. Ur. l. RS, št. 23/2013: 2990.

<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=201323&stevilka=851> (Pridobljeno 22. 8. 2015.)

[12] Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. Ur. l. RS, št. 52/2010: 7840.

<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=201052&stevilka=2856> (Pridobljeno 23. 8. 2015.)

[13] Tehnična smernica TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije. Ministrstvo za okolje in prostor.

[http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/prostor/graditev/TSG-01-004\\_2010.pdf](http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/prostor/graditev/TSG-01-004_2010.pdf) (Pridobljeno 23. 8. 2015.)

[14] Uredba o določitvi najvišjih cen za izdajo energetske izkaznice. Ur. l. RS, št. 15/2014: 1672.

<https://www.uradni-list.si/1/content?id=116494> (Pridobljeno 23. 8. 2015.)

[15] PRILOGA 3: Primeri priporočil za stroškovno upravičene izboljšave energetske učinkovitosti stavbe. Priloga k pravilniku o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb. Ur. l. RS, št. 92/2014: 10302.

[https://www.uradni-list.si/files/RS\\_-2014-092-03699-OB~P003-0000.PDF#!/pdf](https://www.uradni-list.si/files/RS_-2014-092-03699-OB~P003-0000.PDF#!/pdf)

(Pridobljeno 23. 8. 2015.)

[16] Glavni projekt tipske stanovanjske hiše v soseski Vižmarje. 1966. Ljubljana, Projektni biro GP Tehnika.

[17] Atlas okolja. 2013.

[http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas\\_Okolja\\_AXL@Arso](http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso) (pridobljeno 25. 8. 2015.)

[18] Javni informacijski sistem prostorskih podatkov Mestne občine Ljubljana. 2013.

<https://srv3dgis.ljubljana.si/Urbinfo/web/profile.aspx?id=Urbinfo@Ljubljana> (Pridobljeno 25. 8. 2015.)

- [19] KI Energija – pogosto zastavljena vprašanja (FAQ). Knauf insulation, 2014.  
<http://www.knaufinsulation.si/sites/si.knaufinsulation.net/files/KI-Energija-Pogosto-zastavljena-vprasanja-FAQ.pdf> (Pridobljeno 26. 8. 2015.)
- [20] Podatki za pravilnik o učinkoviti rabi energije. Agencija Republike Slovenije za Okolje. 2015.  
<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/pravilnik-ucinkoviti-rabi-energije/>  
(Pridobljeno 27. 8. 2015.)
- [21] Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb. Ur. l. RS, št. 42/2002: 4139.  
<https://www.uradni-list.si/1/content?id=36371> (Pridobljeno 30. 8. 2015.)
- [22] SIST EN ISO 14683:2007. Toplotni mostovi v stavbah – Linearna toplotna prehodnost – Poenostavljena metoda in privzete vrednosti.
- [23] Polajnar, M. 2006. Vpliv starosti in vzdrževanosti stavbe in stanovanja na vrednost stanovanja. Diplomsko naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba M. Polajnar).  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/597/1/GEU\\_0690\\_Polajnar.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/597/1/GEU_0690_Polajnar.pdf) (Pridobljeno 6. 9. 2015.)
- [24] SIST EN ISO 13790:2008. Energijske lastnosti stavb - Račun rabe energije za ogrevanje in hlajenje prostorov.
- [25] SIST EN ISO 13789:2008. Toplotne značilnosti stavb - Toplotni koeficienti pri prenosu toplote in prezračevanja - Računska metoda (ISO 13789:2007).
- [26] SIST EN ISO 9836:2011 Standardi za lastnosti stavb - Definicija in računanje indikatorjev površine in prostornine.
- [27] Direktiva 2010/31/UE Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. maja 2010 o energetske učinkovitosti stavb. Uradni list evropske unije.  
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/HTML/?uri=URISERV:en0021&from=EN>  
(Pridobljeno 9. 9. 2015.)

[28] Direktiva 2012/27/EU Evropskega Parlamenta in Sveta z dne 25. oktobra 2012 o energetske učinkovitosti, spremembi direktiv 2009/125/ES in 2010/30/EU ter razveljavitvi direktiv 2004/8/ES in 2006/32/ES. Uradni list evropske unije.

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0027&from=EN>

(Pridobljeno 9. 9. 2015.)

[29] Direktiva 2002/91/ES Evropskega Parlamenta in Sveta z dne 16. decembra 2002 o energetske učinkovitosti stavb. Uradni list evropske unije.

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0091&from=EN>

(Pridobljeno 9. 9. 2015.)

[30] Energetska izkaznica stavbe - informacije za državljane. Ministrstvo za infrastrukturo in prostor, portal energetika.

<http://www.energetika-portal.si/podrocja/energetika/energetske-izkaznice-stavb/za-drzavljan/>

(Pridobljeno 9. 9. 2015.)

[31] Hermann Amecke, 2012. The impact of energy performance certificates: A survey of German home owners. Energy Policy, Volume 46 (julij 2012), str. 4-14

[32] M. Dovjak, M. Shukuya, B.W. Olesen, A. Krainer, Analysis on exergy consumption patterns for space heating in Slovenian buildings, Energy policy 38 (6) (2010) 2998–3007.



**»Ta stran je namenoma prazna«**

## KAZALO PRILOG

Priloga A: Energetska izkaznica obstoječega stanja	A
Priloga B: Energetska izkaznica ob upoštevanju ukrepov A	B
Priloga C: Energetska izkaznica ob upoštevanju ukrepov B	C

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

## Podatki o stavbi

Št. izkaznice: 1  
31.12.2015

Velja do:

## Vrsta izkaznice: računska

Vrsta stavbe: stanovanjska

Naziv stavbe: Izdelava računske energetske izkaznice - prvotno stanje

Identifikacijska oznaka stavbe,  
posameznega dela ali delov stavbe: 1427

Klasifikacija stavbe: 11100 Enostanovanjske stavbe

Leto izgradnje: 2015

Naslov stavbe: Planinškova ulica 1 1000 Ljubljana

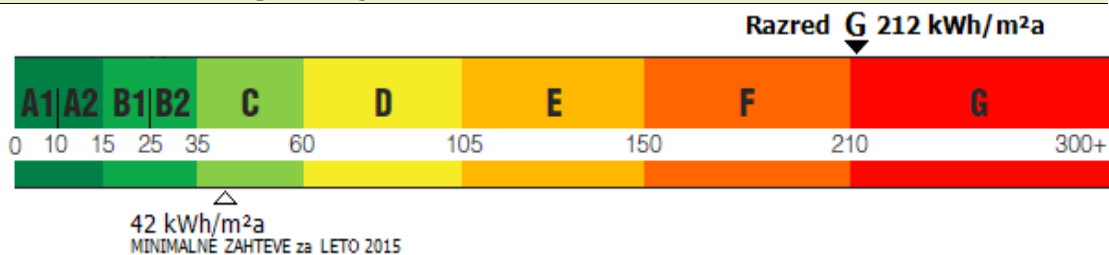
Kondicionirana površina stavbe  $A_u$  ( $m^2$ ): 196

Parcelna številka: 729/11

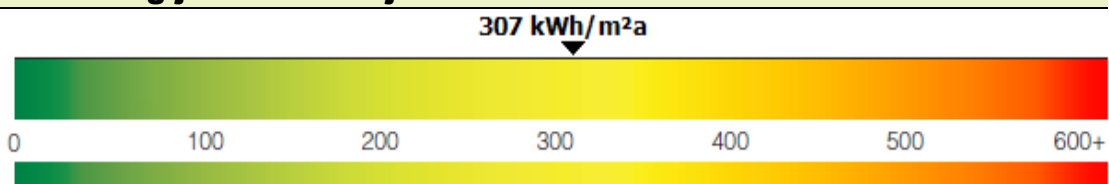
Katastrska občina: VIŽMARJE



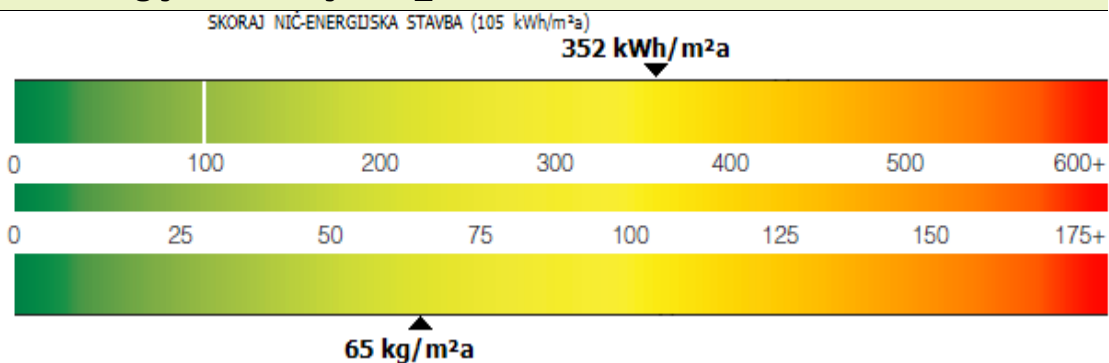
## Potrebna toplota za ogrevanje



## Dovedena energija za delovanje stavbe



## Primarna energija in emisije CO<sub>2</sub>



# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

## Podatki o stavbi

Št. izkaznice: 1      Velja do: 31.12.2015

## Vrsta izkaznice: računska

Vrsta stavbe: stanovanjska

## Podatki o velikosti stavbe

Kondicionirana prostornina stavbe $V_e$ (m <sup>3</sup> )	735
Celotna zunanja površina stavbe A (m <sup>2</sup> )	486
Faktor oblike $f_0 = A/V_e$ (m <sup>-1</sup> )	0,66
Koordinati stavbe (Y,X)	458662 , 107464

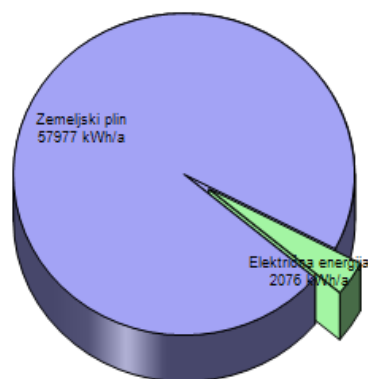
## Klimatski podatki

Povprečna letna temperatura  $T_{pop}$       9,7

## Dovedena energija za delovanje stavbe

Dovedena energija za delovanje stavbe	Dovedena energija	
	kWh/a	kWh/m <sup>2</sup> a
Gretje $Q_{f,h}$	51489	263
Hlajenje $Q_{f,c}$	0	0
Prezračevanje $Q_{f,v,aux}$	0	0
Ovlaževanje $Q_{f,st}$	0	0
Priprava tople vode $Q_{f,w}$	6488	33
Razsvetljava $Q_{f,l}$	1546	8
Električna energija $Q_{f,aux}$	530	3
<b>Skupaj dovedena energija za delovanje stavbe</b>	<b>60053</b>	<b>307</b>
Obnovljiva energija porabljena na stavbi (kWh/a)	0	0%
Primarna energija za delovanje stavbe (kWh/a)	68965	
Emisije CO <sub>2</sub> (kg/a)	12695	

Struktura rabe celotne energije za delovanje stavbe po virih energije in energentih



# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

## Podatki o stavbi

Št. izkaznice: 1

Velja do: 31.12.2015

## Priporočila za stroškovno učinkovite

izboljšave energetske učinkovitosti

## Ukrepi za izboljšanje kakovosti ovoja stavbe

- Toplotna zaščita zunanjih sten
- Toplotna zaščita stropa proti podstrešju
- Toplotna zaščita strehe-stropa v mansardi
- Menjava oken
- Menjava zasteklitve
- Toplotna zaščita stropa nad kletjo
- Odprava transmisijskih toplotnih mostov
- Odprava konvekcijskih toplotnih mostov in izboljšanje zrakotesnosti
- Drugo: (več opcij)

## Ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti sistemov KGH

- Toplotna zaščita razvoda v nekondicioniranih prostorih
- Vgradnja nadzornega sistema za upravljanje s toplotnimi pritoki
- Prilagoditev moči sistema za pripravo toplote dejanskim potrebam po toploti
- Vgradnja črpalk z zvezno regulacijo
- Hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema
- Rekuperacija toplote
- Prilagoditev kapacitete prezračevalnega sistema dejanski potrebam
- Optimiranje časa obratovanja
- Prilagoditev hladilne moči z izgradnjo hranilnika ledu
- Priklop na daljinsko ogrevanje ali hlajenje
- Optimiranje zagotavljanja dnevne svetlobe
- Drugo: (več opcij)

## Ukrepi za povečanje izrabe obnovljivih virov energije

- Vgradnja sistema SSE za pripravo tople vode
- Vgradnja fotovoltaičnih celic
- Ogrevanje na biomaso
- Prehod na geotermalne energije
- Drugo: (več opcij)

## Organizacijski ukrepi

- Ugašanje luči, ko so prostori nezasedeni
- Analiza tarifnega sistema
- Energetski pregled stavbe
- Drugo: (več opcij)

## Opozorilo

Nasveti so generični, oblikovani na podlagi ogleda stanja, rabe energije in izkušenj iz podobnih stavb.

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

## Podatki o stavbi

Št. izkaznice: 1  
31.12.2015

Velja do:

## Vrsta izkaznice: računska

Vrsta stavbe: stanovanjska

## Komentar in posebni robni pogoji

Več informacij lahko pridobite na spletnem naslovu: <http://www.energetika-portal.si/podrocja/energetika/energetske-izkaznice-stavb>

### Pravilnik o učinkoviti rabe energije v stavbah (PURES)

	dovoljeno	dejansko
Koeficient specifičnih transmisijskih izgub - $H'_T$	0,391 W/m <sup>2</sup> K	1,395 W/m <sup>2</sup> K
Letna potrebna toplota za ogrevanje - $Q_{NH}$	8228 kWh	41567 kWh
Letni potrebni hlad za hlajenje - $Q_{NC}$	9795 kWh	1378 kWh
Letna primarna energija - $Q_P$	38534 kWh	68965 kWh

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

## Podatki o stavbi

Št. izkaznice: 2  
31.12.2015

Velja do:

## Vrsta izkaznice: računska

Vrsta stavbe: stanovanjska

Naziv stavbe: Izdelava računske energetske izkaznice - Ukrepi A

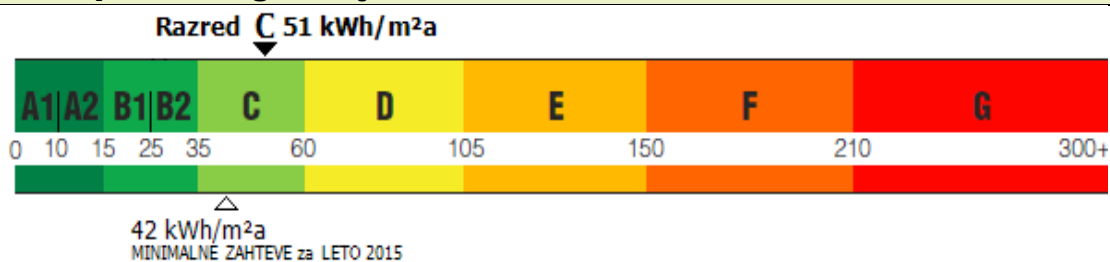
Identifikacijska oznaka stavbe,  
posameznega dela ali delov stavbe: 1427

Klasifikacija stavbe: 11100 Enostanovanjske stavbe  
Leto izgradnje: 2015  
Naslov stavbe: Planinškova ulica 1 1000 Ljubljana

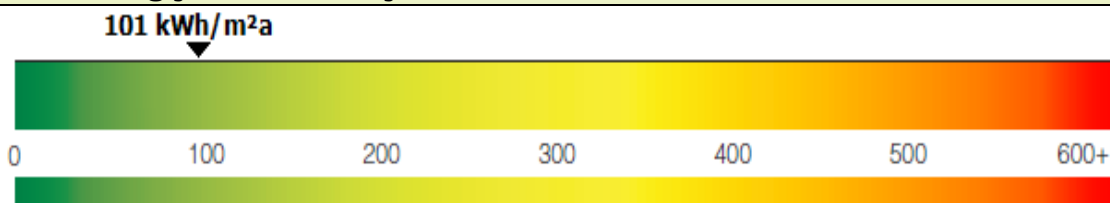
Kondicionirana površina stavbe  $A_u$  ( $m^2$ ): 196  
Parcelna številka: 729/11  
Katastrska občina: VIŽMARJE



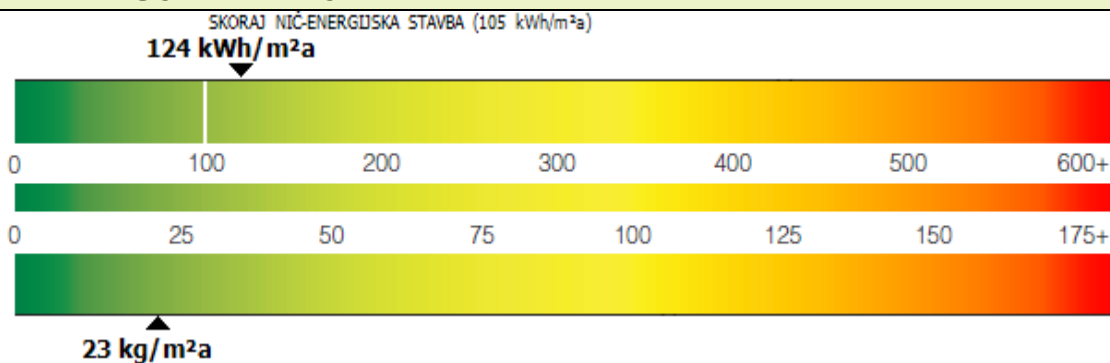
## Potrebna toplota za ogrevanje



## Dovedena energija za delovanje stavbe



## Primarna energija in emisije CO<sub>2</sub>



# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

## Podatki o stavbi

Št. izkaznice: 2      Velja do: 31.12.2015

## Vrsta izkaznice: računska

Vrsta stavbe: stanovanjska

## Podatki o velikosti stavbe

Kondicionirana prostornina stavbe $V_e$ (m <sup>3</sup> )	735
Celotna zunanja površina stavbe A (m <sup>2</sup> )	486
Faktor oblike $f_0 = A/V_e$ (m <sup>-1</sup> )	0,66
Koordinati stavbe (Y,X)	458662 , 107464

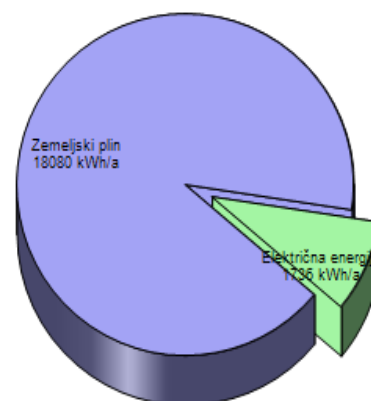
## Klimatski podatki

Povprečna letna temperatura  $T_{pop}$       9,7

## Dovedena energija za delovanje stavbe

Dovedena energija za delovanje stavbe	Dovedena energija	
	kWh/a	kWh/m <sup>2</sup> a
Gretje $Q_{f,h}$	11163	57
Hlajenje $Q_{f,c}$	5	0
Prezračevanje $Q_{f,v,aux}$	0	0
Ovlaževanje $Q_{f,st}$	0	0
Priprava tople vode $Q_{f,w}$	6916	35
Razsvetljava $Q_{f,l}$	1546	8
Električna energija $Q_{f,aux}$	185	1
<b>Skupaj dovedena energija za delovanje stavbe</b>	<b>19815</b>	<b>101</b>
Obnovljiva energija porabljena na stavbi (kWh/a)	0	0%
Primarna energija za delovanje stavbe (kWh/a)	24227	
Emisije CO <sub>2</sub> (kg/a)	4536	

Struktura rabe celotne energije za delovanje stavbe po virih energije in energentih





# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

## Podatki o stavbi

Št. izkaznice: 2

Velja do: 31.12.2015

## Priporočila za stroškovno učinkovite izboljšave energetske učinkovitosti

### Ukrepi za izboljšanje kakovosti ovoja stavbe

- Toplotna zaščita zunanjih sten
- Toplotna zaščita stropa proti podstrešju
- Toplotna zaščita strehe-stropa v mansardi
- Menjava oken
- Menjava zasteklitve
- Toplotna zaščita stropa nad kletjo
- Odprava transmisijskih toplotnih mostov
- Odprava konvekcijskih toplotnih mostov in izboljšanje zrakotesnosti
- Drugo: (več opcij)

### Ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti sistemov KGH

- Toplotna zaščita razvoda v nekondicioniranih prostorih
- Vgradnja nadzornega sistema za upravljanje s toplotnimi pritoki
- Prilagoditev moči sistema za pripravo toplote dejanskim potrebam po toploti
- Vgradnja črpalk z zvezno regulacijo
- Hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema
- Rekuperacija toplote
- Prilagoditev kapacitete prezračevalnega sistema dejanski potrebam
- Optimiranje časa obratovanja
- Prilagoditev hladilne moči z izgradnjo hranilnika ledu
- Priklop na daljinsko ogrevanje ali hlajenje
- Optimiranje zagotavljanja dnevne svetlobe
- Drugo: (več opcij)

### Ukrepi za povečanje izrabe obnovljivih virov energije

- Vgradnja sistema SSE za pripravo tople vode
- Vgradnja fotovoltaičnih celic
- Ogrevanje na biomaso
- Prehod na geotermalne energije
- Drugo: (več opcij)

### Organizacijski ukrepi

- Ugašanje luči, ko so prostori nezasedeni
- Analiza tarifnega sistema
- Energetski pregled stavbe
- Drugo: (več opcij)

### Opozorilo

Nasveti so generični, oblikovani na podlagi ogleda stanja, rabe energije in izkušenj iz podobnih stavb.

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

## Podatki o stavbi

Št. izkaznice: 2  
31.12.2015

Velja do:

## Vrsta izkaznice: računska

Vrsta stavbe: stanovanjska

## Komentar in posebni robni pogoji

Več informacij lahko pridobite na spletnem naslovu: <http://www.energetika-portal.si/podrocja/energetika/energetske-izkaznice-stavb>

### Pravilnik o učinkoviti rabe energije v stavbah (PURES)

	dovoljeno	dejansko
Koeficient specifičnih transmisijskih izgub - $H'_T$	0,391 W/m <sup>2</sup> K	0,403 W/m <sup>2</sup> K
Letna potrebna toplota za ogrevanje - $Q_{NH}$	8228 kWh	9947 kWh
Letni potrebni hlad za hlajenje - $Q_{NC}$	9795 kWh	1131 kWh
Letna primarna energija - $Q_P$	38534 kWh	24227 kWh

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

## Podatki o stavbi

Št. izkaznice: 3  
31.12.2015

Velja do:

## Vrsta izkaznice: računska

Vrsta stavbe: stanovanjska

Naziv stavbe: Izdelava računske energetske izkaznice - Ukrepi B

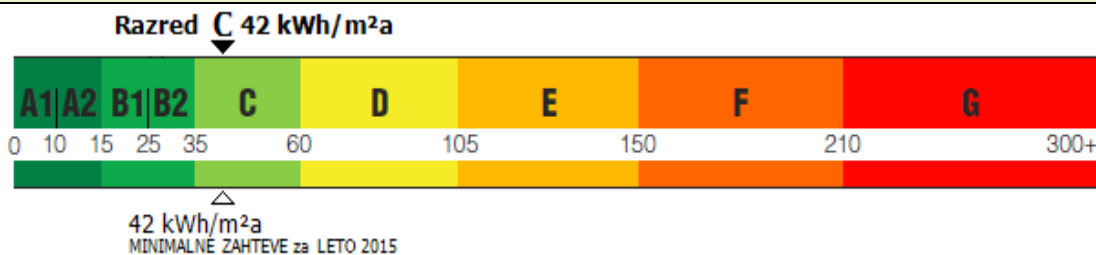
Identifikacijska oznaka stavbe,  
posameznega dela ali delov stavbe: 1427

Klasifikacija stavbe: 11100 Enostanovanjske stavbe  
Leto izgradnje: 2015  
Naslov stavbe: Planinškova ulica 1 1000 Ljubljana

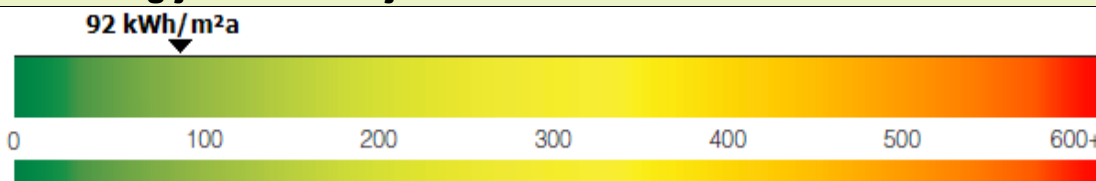
Kondicionirana površina stavbe  $A_u$  ( $m^2$ ): 196  
Parcelna številka: 729/11  
Katastrska občina: VIŽMARJE



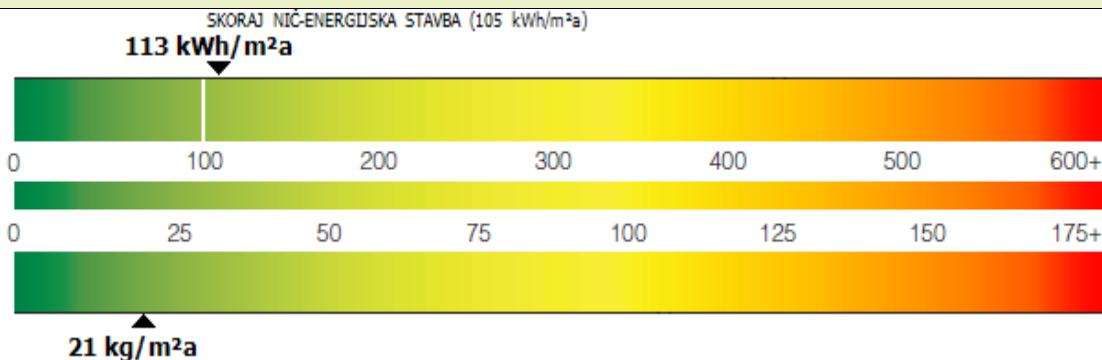
## Potrebna toplota za ogrevanje



## Dovedena energija za delovanje stavbe



## Primarna energija in emisije CO<sub>2</sub>



# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

## Podatki o stavbi

Št. izkaznice: 3      Velja do: 31.12.2015

## Vrsta izkaznice: računska

Vrsta stavbe: stanovanjska

## Podatki o velikosti stavbe

Kondicionirana prostornina stavbe $V_e$ (m <sup>3</sup> )	735
Celotna zunanja površina stavbe A (m <sup>2</sup> )	486
Faktor oblike $f_0 = A/V_e$ (m <sup>-1</sup> )	0,66
Koordinati stavbe (Y,X)	458662 , 107464

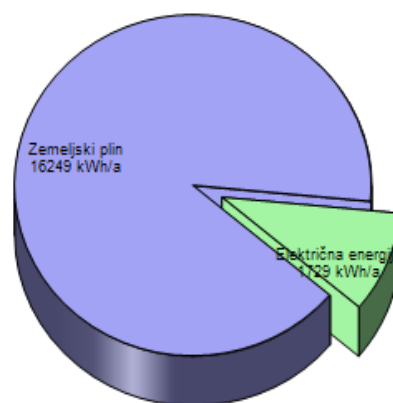
## Klimatski podatki

Povprečna letna temperatura  $T_{pop}$       9,7

## Dovedena energija za delovanje stavbe

Dovedena energija za delovanje stavbe	Dovedena energija	
	kWh/a	kWh/m <sup>2</sup> a
Gretje $Q_{f,h}$	9338	48
Hlajenje $Q_{f,c}$	6	0
Prezračevanje $Q_{f,V,aux}$	0	0
Ovlaževanje $Q_{f,st}$	0	0
Priprava tople vode $Q_{f,w}$	6911	35
Razsvetljava $Q_{f,l}$	1546	8
Električna energija $Q_{f,aux}$	178	1
<b>Skupaj dovedena energija za delovanje stavbe</b>	<b>17978</b>	<b>92</b>
Obnovljiva energija porabljena na stavbi (kWh/a)	0	0%
Primarna energija za delovanje stavbe (kWh/a)	22197	
Emisije CO <sub>2</sub> (kg/a)	4166	

Struktura rabe celotne energije za delovanje stavbe po virih energije in energentih



# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

## Podatki o stavbi

Št. izkaznice: 3 Velja do: 31.12.2015

## Priporočila za stroškovno učinkovite izboljšave energetske učinkovitosti

### Ukrepi za izboljšanje kakovosti ovoja stavbe

- Toplotna zaščita zunanjih sten
- Toplotna zaščita stropa proti podstrešju
- Toplotna zaščita strehe-stropa v mansardi
- Menjava oken
- Menjava zasteklitve
- Toplotna zaščita stropa nad kletjo
- Odprava transmisijskih toplotnih mostov
- Odprava konvekcijskih toplotnih mostov in izboljšanje zrakotesnosti
- Drugo: (več opcij)

### Ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti sistemov KGH

- Toplotna zaščita razvoda v nekondicioniranih prostorih
- Vgradnja nadzornega sistema za upravljanje s toplotnimi pritoki
- Prilagoditev moči sistema za pripravo toplote dejanskim potrebam po toploti
- Vgradnja črpalk z zvezno regulacijo
- Hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema
- Rekuperacija toplote
- Prilagoditev kapacitete prezračevalnega sistema dejanski potrebam
- Optimiranje časa obratovanja
- Prilagoditev hladilne moči z izgradnjo hranilnika ledu
- Priklop na daljinsko ogrevanje ali hlajenje
- Optimiranje zagotavljanja dnevne svetlobe
- Drugo: (več opcij)

### Ukrepi za povečanje izrabe obnovljivih virov energije

- Vgradnja sistema SSE za pripravo tople vode
- Vgradnja fotovoltaičnih celic
- Ogrevanje na biomaso
- Prehod na geotermalne energije
- Drugo: (več opcij)

### Organizacijski ukrepi

- Ugašanje luči, ko so prostori nezasedeni
- Analiza tarifnega sistema
- Energetski pregled stavbe
- Drugo: (več opcij)

### Opozorilo

Nasveti so generični, oblikovani na podlagi ogleda stanja, rabe energije in izkušenj iz podobnih stavb.

# ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

## Podatki o stavbi

Št. izkaznice: 31.12.2015  
Velja do:

## Vrsta izkaznice: računska

Vrsta stavbe: stanovanjska

## Komentar in posebni robni pogoji

Več informacij lahko pridobite na spletnem naslovu: <http://www.energetika-portal.si/podrocja/energetika/energetske-izkaznice-stavb>

### Pravilnik o učinkoviti rabe energije v stavbah (PURES)

	dovoljeno	dejansko
Koeficient specifičnih transmisijskih izgub - $H'_T$	0,391 W/m <sup>2</sup> K	0,337 W/m <sup>2</sup> K
Letna potrebna toplota za ogrevanje - $Q_{NH}$	8228 kWh	8157 kWh
Letni potrebni hlad za hlajenje - $Q_{NC}$	9795 kWh	1199 kWh
Letna primarna energija - $Q_P$	38534 kWh	22197 kWh