

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:

Tehovnik, D., 2015. Izdelava računske energetske izkaznice dvostanovanjske stavbe in analiza upravičenosti priporočil za energetske sanacije. Diplomski nalogi. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Košir, M.): 57 str.

Datum arhiviranja: 16-12-2015

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:

Tehovnik, D., 2015. Izdelava računske energetske izkaznice dvostanovanjske stavbe in analiza upravičenosti priporočil za energetske sanacije. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Košir, M.): 57 pp.

Archiving Date: 16-12-2015

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

VISOKOŠOLSKI ŠTUDIJSKI
PROGRAM GRADBENIŠTVO
SMER OPERATIVNO
GRADBENIŠTVO

Kandidat:

DOMEN TEHOVNIK

**IZDELAVA RAČUNSKE ENERGETSKE IZKAZNICE
DVOSTANOVANJSKE STAVBE IN ANALIZA
UPRAVIČENOSTI PRIPOROČIL ZA ENERGETSKO
SANACIJO**

Diplomska naloga št.: 522/SOG

**CALCULATED ENERGY PERFORMANCE
CERTIFICATE OF A DUPLEX HOUSE AND ENERGY
RENOVATION ANALYSIS**

Graduation thesis No.: 522/SOG

Mentor:
doc. dr. Mitja Košir

Ljubljana, 01. 12. 2015

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako	Vrstica z napako	Namesto	Naj bo
-----------------------	-------------------------	----------------	---------------

»Ta stran je namenoma prazna«.

IZJAVE

Podpisani Domen Tehovnik izjavljam, da sem avtor diplomskega dela z naslovom »Izdelava računske energetske izkaznice dvostanovanjske stavbe in analiza upravičenosti priporočil za energetske sanacije«.

Izjavljam, da je tiskana različica povsem enaka elektronski različici.

Dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Medvode, 1. 6. 2015

Domen Tehovnik

»Ta stran je namenoma prazna«.

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 620.91:697:699.8:728(043.2)
Avtor: Domen Tehovnik
Mentor: doc. dr. Mitja Košir
Naslov: Izdelava računske energetske izkaznice dvostanovanjske stavbe in analiza upravičenosti priporočil za energetske sanacije
Tip dokumenta: Dip. nal. – VSŠ
Obseg in oprema: 57 str., 46 pregl., 27 sl., 7 graf.
Ključne besede: energetska izkaznica stavbe, učinkovita raba energije, odvisnost Evropske unije od uvoza energije, priporočila za energetske sanacije, učinkovitost ukrepov energetske sanacije

Izvodček

V diplomski nalogi je predstavljena izdelava računske energetske izkaznice s poudarkom na priporočilih za energetske sanacije dvostanovanjske stavbe, locirane v Medvodah. Stavba je bila zgrajena leta 1985. V tem obdobju se je začela uporabljati toplotna izolacija, saj so se že pojavljala vprašanja o energetske učinkovitosti stavb. Energetska izkaznica stavb je potrebna pri prodaji in najemu stavbe, če je obdobje najema daljše od enega leta. Obvezna je tudi pri novogradnji kot del projekta izvedenih del. V uvodnem delu sem predstavil veljavno zakonodajo, ki ureja področje učinkovite rabe energije v stavbah. Potem sem s pomočjo programa TEDI in TOST izdelal računsko energetske izkaznico za obravnavani objekt v obstoječem stanju, nato pa sem se osredotočil na učinkovitost posameznega ukrepa energetske sanacije. Pri vsakem ukrepu sem komentiral dobljene rezultate in se odločil o smiselnosti njegove izvedbe v odvisnosti od tehnične zahtevnosti in posledičnega prihranka energije. Pri obravnavani stavbi se največ energije, potrebne za ogrevanje z menjavo transparentnega dela in mehanskim prezračevanjem, prihrani z vračanjem toplote odpadnega zraka, in sicer blizu 50 %. Z izborom vseh ukrepov, za katere menim, da so smiselni, pa se prihrani preko 80 % potrebne letne toplote za ogrevanje stavbe. Tudi koeficient specifičnih transmisijskih izgub se zmanjša za 60 %. Poveča pa se potreba po hlajenju, kar je tipična stranska škoda zelo dobro toplotno izoliranih stavb. V zaključnem delu so predstavljene ugotovitve, nastale tekom diplomske naloge.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 620.91:697:699.8:728(043.2)
Author: Domen Tehovnik
Supervisor: Assist. Prof. Mitja Košir, Ph. D.
Title: Calculated energy performance certificate of a duplex house and energy renovation analysis
Document type: Graduation Thesis – Higher professional studies
Scope and tools: 57 p., 46 tab., 27 fig., 7 graph.
Keywords: building energy performance certificate, energy efficiency, energy import dependence of the European Union (EU), energy renovation recommendations, viability of energy-efficiency measures

Abstract

In the undergraduate thesis, the production of the calculated energy performance certificate for the specific building is undertaken. This is done with the emphasis on recommendations for energy renovation of the duplex residential building, which is located in Medvode, Slovenia and was built in 1985. When the building was constructed, energy efficiency was already gaining importance. Consequently many buildings constructed in this period were moderately thermally insulated. An energy performance certificate is legally required when a building is offered for purchase and when it is leased for a period longer than one year. Furthermore the certificate is mandatory for newly built properties, as a basic requirement for the project plan. The thesis initially examines the current legislation, which regulates the area of energy efficiency in buildings. Next the energy performance for the considered building will be produced. This will be done with TEDI and TOST computer software. After that, individual technical measures will be analysed. The viability of these measures will be assessed in consideration of technical complexity and estimated energy savings potential. For the considered building, the greatest energy savings can be realised with exterior joinery renovation and installation of heat recovery ventilation. The implementation of both measures accounts for about 50% of energy savings. With the comprehensive renovation, more than 80% of the annual heat required for the building would be preserved. In this case the specific heat transfer coefficient would decrease by about 60 %. On the contrary the requirements for cooling would increase, which is the common downside of a well-insulated building.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Mitji Koširju za pomoč in strokovna navodila pri izdelavi te diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi Nini Mencigar za lektoriranje diplomske naloge.

»Ta stran je namenoma prazna«.

KAZALO VSEBINE

Izjave.....	III
Bibliografsko-dokumentacijska stran in izvleček.....	V
Bibliographic-documentalistic information and abstract.....	VI
Zahvala.....	VII
1 UVOD.....	1
1.1 Namen diplomske naloge	6
1.2. Struktura diplomske naloge	6
2 ZAKONODAJA NA PODROČJU ENERGETSKIH IZKAZNIC	7
2.1 Direktiva 2010/31/eu evropskega parlamenta in sveta o energetska učinkovitosti stavb	7
2.2 Energetska zakon (EZ-1).....	7
2.3 Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2010)	8
2.4 Tehnična smernica za graditev TSG-1-004 Učinkovita raba energije.....	8
2.5 Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetska izkaznic stavb	9
3 ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE	10
3.1 Kaj je energetska izkaznica stavbe.....	10
3.1.1 Računska energetska izkaznica stavbe	10
3.1.2 Merjena energetska izkaznica stavbe.....	11
3.2 Kdaj potrebujemo energetska izkaznico stavbe oz. kdaj energetska izkaznica stavbe ni potrebna.....	12
3.3 Izdajatelji energetska izkaznic	12
4 OPIS OBRAVNAVANE STAVBE.....	14
4.1 Splošno	14
4.2 Lega stavbe.....	14
5 RAČUNSKA ENERGETSKA IZKAZNICA ZA OBSTOJEČE STANJE	16
5.1 Razdelitev stavbe na temperaturne cone.....	16
5.2 Karakteristike netransparentnega zunanega ovoja stavbe	20
5.3 Karakteristike stavbnega pohištva	25
5.4 Karakteristike predelnih elementov med posameznimi conami	25
5.5 Cona 1 (kondicionirana cona).....	28
5.6 Cona 2 (ogrevana cona s kondicionirano kletjo)	31
5.7 Cona 3 (neogrevana cona z nekondicionirano kletjo)	32
5.8 Rezultati energetska učinkovitosti brez in z upoštevanjem osenčenosti stavbe	33
5.9 Računska energetska izkaznica po pravilniku o metodologiji izdelave in izdaji energetska izkaznic stavb.....	34
6 ANALIZA UČINKOVITOSTI UKREPOV ZA ENERGETSKO IZBOLJŠANJE	39
6.1 Ukrep 1 (dodatna izolacija fasade)	39
6.2 Ukrep 2 (sanacija toplotnega mostu – balkoni)	39
6.3 Ukrep 3 (dodatna izolacija stropa proti neogrevanemu podstrešju).....	41
6.4 Ukrep 4 (transparentni del)	41
6.5 Ukrep 5 (izolacija cokla)	43
6.6 Ukrep 6 (izolacija stene proti terenu in cokla)	44
6.7 Ukrep 7 (izolacija tal proti terenu)	45
6.8 Ukrep 8 (izolacija stene proti neogrevani coni 3)	46
6.9 Ukrep 9 (izolacija medetažne konstrukcije proti neogrevani coni 3).....	48
6.10 Ukrep 10 (mehansko prezračevanje z vračanjem toplote odpadnega zraka)	48

6.11	Rezultati energetske učinkovitosti po izvedbi smiselnih ukrepov in senčenja stavbe	50
6.12	Računska energetska izkaznica po Pravilniku o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb po izvedbi smiselnih ukrepov.....	51
7	ZAKLJUČEK.....	54
VIRI.....		55

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Proizvodnja, uvoz, izvoz in oskrba z energijo, Slovenija	4
Preglednica 2:	Klimatski podatki, vezani na lokacijo obravnavane stavbe	15
Preglednica 3:	Zunanja stena.....	21
Preglednica 4:	Zunanja stena – cokel	22
Preglednica 5:	Zunanja stena proti terenu	22
Preglednica 6:	Strop proti neogrevanemu podstrešju	23
Preglednica 7:	Tla na terenu (parket)	24
Preglednica 8:	Tla na terenu (ploščice)	24
Preglednica 9:	Površine posameznih konstrukcijskih sklopov tal proti terenu v coni 2 (m ²).....	25
Preglednica 10:	Stena proti stopnišču (med cono 1 in 2).....	26
Preglednica 11:	Stena proti garaži (med cono 2 in 3).....	26
Preglednica 12:	Medetažna konstrukcija	27
Preglednica 13:	Površine predelnih elementov med cono 1 in cono 2.....	28
Preglednica 14:	Površine predelnih elementov med cono 1 in cono 3.....	28
Preglednica 15:	Površine ovoja KS cone 1.....	29
Preglednica 16:	Razdelitev transparentnega dela cone 1 na okna in vrata po smereh neba	29
Preglednica 17:	Površine ovoja KS cone 2.....	32
Preglednica 18:	Razdelitev transparentnega dela cone 2 na okna in vrata po smereh neba	32
Preglednica 19:	Površine ovoja KS cone 3.....	33
Preglednica 20:	Razdelitev transparentnega dela cone 3 na okna in vrata po smereh neba	33
Preglednica 21:	Faktorji osenčenosti objekta zaradi zunanjih ovir.....	34
Preglednica 22:	Kazalniki energetske učinkovitosti brez in z upoštevanjem osenčenosti stavbe.....	34
Preglednica 23:	Toplotna prehodnost obstoječega ter predpisanega stanja in stanja po energetske sanaciji zunanje stene (W/m ² K)	39
Preglednica 24:	Prihranek energije zaradi dodatne izolacije fasade	39
Preglednica 25:	Prihranek energije zaradi sanacije toplotnih mostov	40
Preglednica 26:	Toplotna prehodnost obstoječega ter predpisanega stanja in stanja po energetske sanaciji stropa proti neogrevanemu podstrešju (W/m ² K).....	41
Preglednica 27:	Prihranek energije zaradi dodatne izolacije stropa proti neogrevanemu podstrešju	41
Preglednica 28:	Prihranek energije zaradi zamenjave transparentnega dela stavbe	42
Preglednica 29:	Prihranek energije zaradi nočne izolacije transparentnega dela stavbe	42
Preglednica 30:	Toplotna prehodnost obstoječega ter predpisanega stanja in stanja po energetske sanaciji cokla (W/m ² K).....	43
Preglednica 31:	Prihranek energije zaradi izolacije zunanje stene – cokel (cono 2)	43
Preglednica 32:	Prihranek energije zaradi izolacije zunanje stene – cokel (cono 3)	44
Preglednica 33:	Toplotna prehodnost obstoječega ter predpisanega stanja in stanja po energetske sanaciji stene proti terenu (W/m ² K)	44
Preglednica 34:	Prihranek energije zaradi izolacije stene proti terenu in zunanje stene – cokel (cono 2)	44
Preglednica 35:	Prihranek energije zaradi izolacije stene proti terenu in zunanje stene – cokel (cono 3)	45
Preglednica 36:	Toplotna prehodnost obstoječega ter predpisanega stanja in stanja po energetske sanaciji tal proti terenu v coni 2 (W/m ² K)	45
Preglednica 37:	Prihranek energije zaradi izolacije tal proti terenu (cono 2).....	46
Preglednica 38:	Toplotna prehodnost obstoječega ter predpisanega stanja in stanja po energetske sanaciji stene proti neogrevani garaži (W/m ² K)	47
Preglednica 39:	Prihranek energije zaradi izolacije stene proti neogrevani garaži.....	48

Preglednica 40: Toplotna prehodnost obstoječega ter predpisanega stanja in stanja po energetske sanaciji medetažne konstrukcije proti garaži (W/m^2K).....	48
Preglednica 41: Prihranek energije zaradi izolacije tal proti garaži	48
Preglednica 42: Lastnosti in učinkovitost sistema mehanskega prezračevanja za celotno stavbo	49
Preglednica 43: Dodatni podatki za mehansko prezračevanje.....	49
Preglednica 44: Prihranek energije zaradi mehanskega prezračevanja z vračanjem toplote odpadnega zraka	49
Preglednica 45: Prihranek energije zaradi izbranih ukrepov energetske sanacije.....	50
Preglednica 46: Prihranek energije po izvedbi zunanjih žaluzij (t. i. krpanke)	50

KAZALO SLIK

Slika 1:	Razredi energetske učinkovitosti stavb v Sloveniji	11
Slika 2:	Fotografija obravnavane stavbe	14
Slika 3:	Lokacija obravnavane stavbe.....	15
Slika 4:	Tloris kleti z označenimi conami.....	16
Slika 5:	Tloris pritličja z označenimi conami	17
Slika 6:	Tloris prvega nadstropja.....	18
Slika 7:	Prerez 1-1 z označenimi conami	19
Slika 8:	Prerez 2-2 z označenimi conami	20
Slika 9:	Prerez zunanje stene	21
Slika 10:	Prerez zunanje stene – cokel.....	21
Slika 11:	Prerez zunanje stene proti terenu	22
Slika 12:	Prerez stropa proti neogrevanemu podstrešju.....	23
Slika 13:	Prerez tal na terenu	24
Slika 14:	Prerez stene proti stopnišču (cona 2) in garaži (cona 3).....	26
Slika 15:	Prerez medetažne konstrukcije	27
Slika 16:	Toplotni most – balkon.....	30
Slika 17:	Tloris pritličja z označeno dolžino toplotnega mostu.....	30
Slika 18:	Tloris prvega nadstropja z označeno dolžino toplotnega mostu	31
Slika 19:	Energetska izkaznica stavbe – obstoječe stanje (list 1/4).....	35
Slika 20:	Energetska izkaznica stavbe – obstoječe stanje (list 2/4).....	36
Slika 21:	Energetska izkaznica stavbe – obstoječe stanje (list 3/4).....	37
Slika 22:	Energetska izkaznica stavbe – obstoječe stanje (list 4/4).....	38
Slika 23:	Možnost sanacije toplotnega mostu – balkon.....	40
Slika 24:	Sprememba pozicije vrat v kletni etaži	47
Slika 25:	Energetska izkaznica stavbe – novo stanje (list 1/4)	51
Slika 26:	Energetska izkaznica stavbe – novo stanje (list 2/4)	52
Slika 27:	Energetska izkaznica stavbe – novo stanje (list 4/4)	53

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1:	Globalni bruto družbeni proizvod skozi čas (leto 0 – sedanost)	1
Grafikon 2:	Spremembe globalnih temperatur v zadnjih 11.300 letih	2
Grafikon 3:	Projekcija odvisnosti EU od uvoza primarne energije do leta 2030	3

»Ta stran je namenoma prazna«.

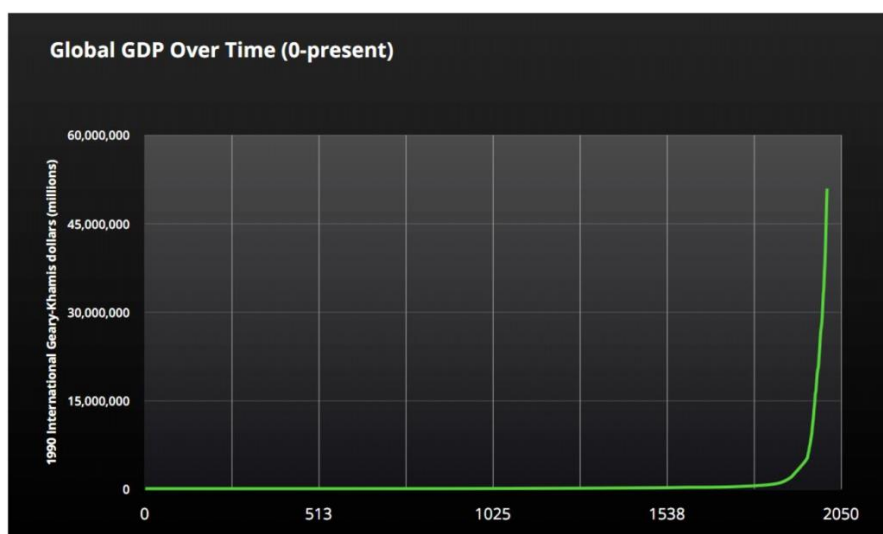
1 UVOD

»Vsak dan se začne z energijo. Energija je povsod okoli nas. Glavni vir energije za naš planet je Sonce. Energija, ki jo sonce seva na Zemljo, je 15.000 krat večja od energije, ki jo porabi človek. To je energija, ki se obnavlja, ne onesnažuje okolja in je hkrati brezplačna. Številni neobnovljivi viri energije, kot sta premog in nafta, pa poleg moči, ki jo dajeta različnim strojem in napravam, v okolje oddajata tudi škodljive pline, ki povzročajo nastanek kislega dežja, povečujejo učinek tople grede in prispevajo k širjenju ozonske luknje. Vse te pojave skupno imenujemo globalno segrevanje ozračja. Ker v zadnjih 100 letih povprečna letna temperatura vztrajno narašča, se vedno bolj nagibamo k izrabi obnovljivih virov energije, ki okolja ne onesnažujejo v tako veliki meri, predvsem pa so cenejši.«
(Janežič, L., Energija – nekoč in danes, str. 3)

Hitra rast svetovnega gospodarstva je sodoben fenomen. Skozi zgodovino človeštva je skupni bruto družbeni proizvod (BDP) ostajal na istem nivoju, kar nakazuje tudi grafikon 1. Podobno se je dogajalo tudi s številom prebivalstva, ki se je spreminjalo le ob večjih katastrofah (vojne, lakote, kuge ...). Ta dva faktorja sta s svojo eksponentno rastjo začela šele v 18. stoletju, ko se je začela industrijska revolucija na območju današnje Velike Britanije. Silovita rast prebivalstva in družbenega proizvoda sta se od tega leta dalje vztrajno širili in se bosta glede na trende tudi v prihodnje [2].

Izum parnega stroja je človeku prvič v zgodovini omogočil izkoriščanje takrat relativno neomejenih virov fosilne energije. Dostop do te poceni energije je omogočil hiter razvoj gospodarstva. To je glavni predpogoj za eksponentno naraščajoče število prebivalstva, ki za svoj obstoj potrebuje eksponentno naraščajočo proizvodnjo dobrin [2].

Ekonomski razvoj je človeštvu prinesel ogromno pozitivnih učinkov. Med drugim je izboljšal kvaliteto življenja, omogočil razvoj znanosti in obstoj tako številni množici ljudi, ki ji v zgodovini tega planeta še nismo bili priča. Ob tem pa je treba omeniti tudi negativne učinke, trende in skrbi, ki jih prinaša tako vsestranski razvoj človeške družbe. Gospodarska rast se je začela s koriščenjem fosilnih goriv, ki pa ob izgorevanju oddajajo različne emisije toplogrednih plinov. Z eksponentno rastjo prebivalstva in BDP-ja so se te emisije tako povečale in se še vztrajno povečujejo, da so po izsledkih znanosti začele vplivati na naše okolje in na srednje-dolgi rok ogrožajo naš obstoj [2].

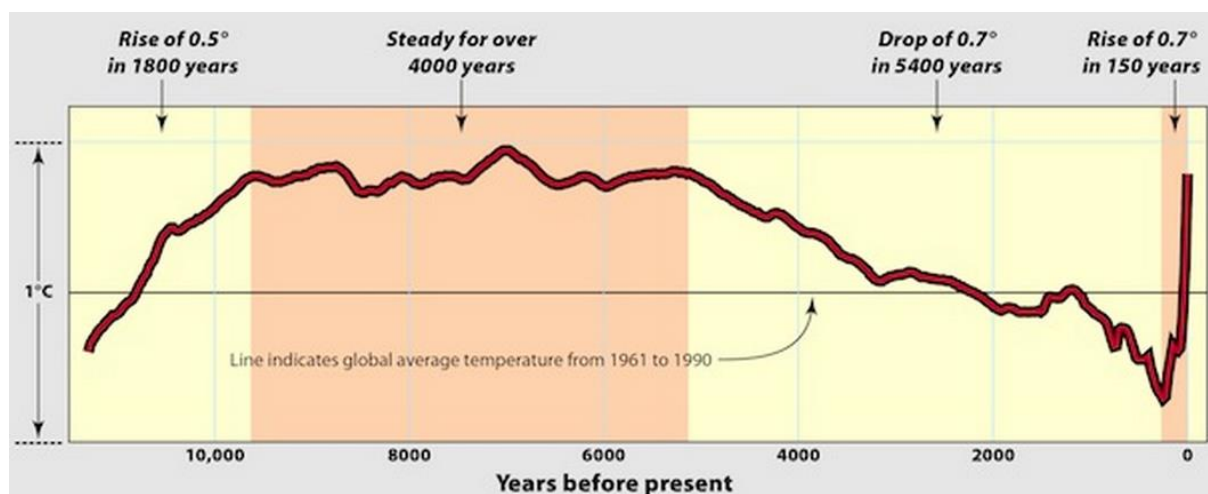


Grafikon 1: Globalni bruto družbeni proizvod skozi čas (leto 0 – sedanost) (Sachs, 2015, str. 73.)

Negativen vpliv človeka na okolje

Človeštvo se je razvilo v geološki dobi imenovani holocen. Za to dobo je značilno, da se je prej nestabilno klimatsko okolje na zemlji umirilo, kar je človeku omogočilo razvoj. Trenutno pa vstopamo v novo geološko dobo imenovano antropocen, ki pomeni doba človeka. V tej dobi se je človek in njegov vpliv na okolje tako povečal, da ogroža zemeljski ekosistem [2].

Klimatske spremembe, ki so postale že znanstveno sprejeto dejstvo, so le eden od negativnih učinkov človeka na okolje. Naraščajoče koncentracije toplogrednih plinov (TGP) imajo neposreden vpliv na segrevanje ozračja. TGP vključujejo ogljikov dioksid, metan, nitro oksid in druge. Njihova značilnost je, da imajo učinek izolativne plasti v atmosferi. TGP so sicer nujno potrebni za normalno delovanje atmosfere, a prekomerne emisije le-teh povzročajo neto ogrevanje zemlje. Raven CO_2 se je glede na ravni pred industrijsko revolucijo povečala za 40 %. To je tudi eden izmed glavnih faktorjev, ki povzročajo dvigovanje globalne temperature (grafikon 2). Le majhen delež dodane toplote se shranjuje v ozračju, saj večina le-te preide v morje (okoli 90 %). Zaradi termalne ekspanzije morja in taljenja ledenikov se med drugim povečuje gladina morja. V zadnjem desetletju smo bili priča naraščajočemu številu vročinskih valov in temperaturnim ekstremom, ki so posledica klimatskih sprememb [2] in [3].



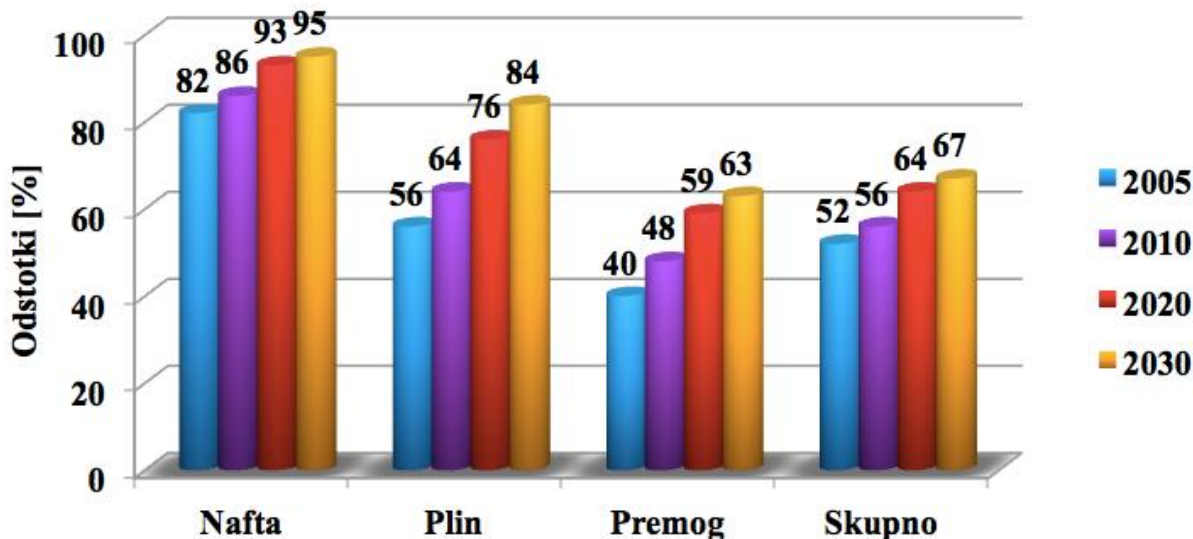
Grafikon 2: Spremembe globalnih temperatur v zadnjih 11.300 letih (Marcott et al., 2013)

Poleg klimatskih sprememb pa človek povzroča tudi druge negativne okoljske spremembe. Posledica povečanja izpustov CO_2 je tudi kisanje oceanov. S tem je ogrožen morski ekosistem, saj se mnogi organizmi (npr. korale, lupinarji, plankton itd.) niso sposobni prilagoditi tako hitrim spremembam. Človek vpliva tudi na izumiranje mnogih kopenskih živalskih vrst. V znanstveni literaturi se celo omenja, da človeštvo povzroča naslednje svetovno izumrtje živalskih vrst. Med drugim se v ozračje nalagajo aerosoli, ki so v nekaterih delih sveta tako narasli, da je ozračje postalo strupeno oz. škodljivo. Opozorila znanosti se nanašajo tudi na kemijsko onesnaženje, tanjšanje plasti ozona, prekomerno uporabo sladke vode itd. [2] in [4].

Resnična problematika in skrb pa se pojavita šele, ko pogledamo projekcije nadaljnje gospodarske rasti, rasti prebivalstva, rasti porabe energije in posledično rasti človeškega negativnega vpliva na okolje. Svetovno gospodarstvo se je razvilo na temeljih izkoriščanja fosilnih goriv in če se bo ta odvisnost nadaljevala, bo to povzročilo ogromno škodo našemu okolju. Prihodnji tehnološki razvoj in viri energije, ki jih koristimo, bodo igrali ključno vlogo v nadaljnjem razvoju človeštva [2].

Energetska odvisnost Evropske unije

Iz grafikona 3 vidimo, da se odvisnost Evropske unije (EU) od uvoza energije konstantno povečuje. EU pokriva več kot 50 % energetskih potreb z uvozom, kar nas uvršča v sam svetovni vrh. Če se ne bodo uvedli in upoštevali določeni ukrepi, bi se delež lahko do leta 2030 povečal na 70 %. Energetska odvisnost predstavlja ekonomsko, socialno in ekološko tveganje [5].



Grafikon 3: Projekcija odvisnosti EU od uvoza primarne energije do leta 2030 (<http://www.energetska-ucinkovitost.si/energetska-odvisnost/evropska-odvisnost/#>)

EU izvaja mnogotere aktivnosti, ki naj bi pripomogle k zmanjšanju energetske odvisnosti in k manjšemu onesnaževanju okolja. Ena od teh aktivnosti je strategija Evropa 2020. To je desetletna strategija EU za gospodarsko rast in delovna mesta, ki se je začela izvajati leta 2010. Strategija ni namenjena zgolj premagovanju krize in postopnemu okrevanju našega gospodarstva, ampak se loteva pomanjkljivosti našega modela gospodarske rasti in ustvarja pogoje za razvoj, ki bo temeljil na pametnih tehnologijah, trajnostni naravnosti in socialni vključenosti [6].

»Stavbe obsegajo 40 % skupne porabe energije v EU. Sektor se veča, zaradi česar bi morale priti tudi do večje porabe energije. Zaradi tega predstavljata zmanjšanje porabe energije in raba energije iz obnovljivih virov v stavbnem sektorju pomembna ukrepa, potrebna za zmanjšanje energetske odvisnosti Unije in emisij toplogrednih plinov.«
(Direktiva 2010/31/EU. Ur. l. EU, 18. 6. 2010)

Energetska odvisnost Slovenije

V letu 2014 je Slovenija z lastnimi viri zadovoljila kar 56 % potreb po energiji. K temu sta prispevali izredna hidrologija in s tem povezana proizvodnja električne energije v hidroelektrarnah v tem letu. Ta je bila rekordno visoka, saj je bila za 32 % višja kot v letu 2013 in kar dvakrat višja kot v sušnem letu 2003. Hkrati je neprekinjeno stabilno delovala tudi nuklearna elektrarna Krško, ki je tako v letu 2014 proizvedla za 20 % več električne energije kot v letu 2013 [8].

Preglednica 1: Proizvodnja, uvoz, izvoz in oskrba z energijo, Slovenija

	2013	2014	2013/14
	toe (1.000)		%
Domača proizvodnja	3.564	3.735	4,8
Uvoz	4.879	5.144	5,4
Izvoz	-1.693	-2.230	31,7
Oskrba z energijo	6.797	6.629	-2,5

Iz preglednice 1 je razvidno, da je celotna proizvodnja primarne energije v Sloveniji v letu 2014 znašala 3,735 toe (tonne of oil equivalent/tona naftnega ekvivalenta), kar je za 5 % več kot v letu 2013. Poleg proizvodnje hidroenergije in jedrske energije se je zvišala tudi proizvodnja energije iz obnovljivih virov [8].

V strukturi oskrbe z energijo so tudi v letu 2014 prevladovali naftni proizvodi, katerih delež je znašal 33 %, delež jedrske energije je znašal 24 %, delež energije iz obnovljivih virov 19 %, delež premoga 15 % in delež zemeljskega plina 9 % [8].

Obstoječe stavbe predstavljajo sektor z največjim potencialom za doseganje prihrankov energije. Za doseganje cilja bo treba do leta 2020 četrtno sektorja energetske obnoviti, kar predstavlja približno 22 milijonov m² stavbnih površin. S tem se bo raba energije v stavbah zmanjšala skoraj za 10 %. Poleg tega pa se bo s temi ukrepi pospešila tudi gospodarska rast, saj se z njimi generirajo investicije v višini 500 milijonov EUR letno. Učinki teh investicij pa so poleg visokih prihrankov pri stroških energije in posledično manjšem uvozu energije tudi v delovnih mestih, in sicer na ravni 10.000 zaposlitev [9].

Veliko energije porabijo stanovanja oziroma zgradbe, v katerih živimo. Ker nas je na našem planetu iz dneva v dan več in ker se le-ta žal ne veča sorazmerno s prebivalstvom, da bi zadostil vsem našim vedno večjim potrebam po energiji, je v prihodnosti še toliko bolj pomembna energetska učinkovitost stanovanjskih stavb. Trenutno največ energije pridobimo iz fosilnih goriv (premog, nafta, zemeljski plin), ki pa so zelo obremenjujoča za okolje in posledice čutimo že danes v obliki podnebnih sprememb in ekstremnih vremenskih pojavov.

Energetsko učinkovite zgradbe so pomemben dejavnik, ki vodi k zmanjšanju obremenjevanja okolja in klimatskih sprememb. Kajti če ne bomo sami začeli pravočasno živeti v sožitju z naravo, bomo v prihodnosti odgovarjali za vsa leta nevestnega oz. nespametnega ravnanja in posledice bodo občutile še mnoge naslednje generacije.

Varčujmo z energijo

Pozimi potrebujemo ustrezne temperature v bivalnih prostorih, zato prostore ogrevamo. Velik del porabljene energije gre na račun toplotnih izgub v okolico. Izgube toplote so povezane s številnimi dejavniki. Fizikalni zakoni dokazujejo, da lahko izgube toplote kvečjemu zmanjšamo, povsem preprečiti pa jih ne moremo. Izgube toplote in energija, ki jo potrošimo za ogrevanje, so povezane z lokalno klimo. Raba energije je močno odvisna tudi od lege stavbe [1].

Učinkovito ravnanje z energijo pomeni zmanjšati porabo energije ob upoštevanju tehničnih in ekonomskih pogojev. To pa pomeni, da je treba večji del energije proizvesti s pomočjo obnovljivih virov energije, hkrati pa energijo racionalno porabljati. Največjo učinkovitost pri zmanjšanju porabe energije lahko dosežemo pri ogrevanju prostorov. Z uporabo primernih gradbenih materialov, ustrezno izolacijo, izboljšanimi toplotnimi regulatorji in ogrevalnimi napravami, povečano uporabo toplotnih črpalk, daljinskim ogrevanjem, izkoriščanjem sončne energije lahko prihranimo neizmerne količine energije [1].

Nove in učinkovitejše energetske tehnologije bodo ključnega pomena tudi za uspešen boj proti podnebnim spremembam, saj je ta tehnologija deloma podrejena tudi varovanju okolja [1].

Aktivnosti na področju prenove stanovanjskega fonda v Sloveniji

V Sloveniji je bilo v preteklosti premalo pozornosti posvečene nekaterim pomembnim vidikom, kot je vključevanje stanovalcev v proces prenove, doseganje energetskih in okoljskih ciljev trajnostnega razvoja in socialni problematiki v večstanovanjskih objektih. V okviru boja proti podnebnim spremembam, zmanjševanju CO₂ izpustov in doseganju energetske neodvisnosti predstavlja v EU celovita trajnostna prenova obstoječega stavbnega fonda enega najpomembnejših strateških ciljev. V Sloveniji pa zaradi visokega zasebnega lastniškega deleža prenova stanovanjskih stavb ostaja v večji meri na nivoju parcialnih posegov, ki ne pomenijo bistvenih prihrankov pri porabi energije. Na osnovi statističnih podatkov je ugotovljeno, da je v Sloveniji 70 % obstoječega stavbnega fonda potrebnega prenove. Vzpostaviti bo treba celovit in voden proces prenove večstanovanjskih objektov v okviru ustreznih prostorskih načrtov, kar bi omogočalo doseganje ciljev, določenih v smernicah EU [10].

Od leta 2008 v Sloveniji poteka program Eko sklada za sofinanciranje ukrepov energetske učinkovitosti. Zaradi velikih finančnih vložkov se občani niso odločali za celovito prenovo stanovanjskih objektov v tolikšni meri, kot je bilo pričakovano, zato je bilo ob popravku razpisa možno pridobivati nepovratna sredstva tudi za posamezne ukrepe. Eko sklad spodbuja prenovo večstanovanjskih objektov pri socialno šibkih občanah s 100 % priznanimi stroški. Prav tako subvencionira nakupe stanovanjskih enot v večstanovanjskih objektih, ki so bili zgrajeni ali prenovljeni kot nizkoenergijske stavbe [10].

Energetska izkaznica

S pomočjo energetske izkaznice se lastniki, najemodajalci, najemniki, kupci in prodajalci seznanijo z energetsko učinkovitostjo stavbe. Seznanijo se s trenutnim stanjem in ukrepi, s katerimi bi lahko izboljšali izkoristek dovedene energije in s tem posledično znižali stroške ter prispevali svoj delež k manjšemu obremenjevanju okolja. Namen energetskih izkaznic je tudi vzpostavitev javne listine s podatki o energetski učinkovitosti stavb, na podlagi katerih lahko država lažje sprejme primerne (dolgoročne, srednjeročne in kratkoročne) ukrepe, ki bodo zajeli čim večji delež lastnikov nepremičnin in ki jih bo s primernimi spodbudami motivirala k energetski prenovi. Prav tako bo verjetno nekoč ta listina podlaga za sankcioniranje energetske neučinkovitih stavb.

Energetska izkaznica je v teoriji zelo dobrodošla stvar, ki bo v prihodnosti praktično nepogrešljiva, kajti družba bo težila k vedno večji učinkovitosti stavb. Težave pri verodostojnosti podatkov pa se še vedno lahko pojavijo na več področjih:

- kvaliteta izkaznice je odvisna od posameznega izvajalca,
- starejše stavbe imajo pomanjkljivo gradbeno dokumentacijo, zato je izračun energetske izkaznice težji,
- marsikatera stavba je izvedena drugače, kot je bilo predvideno z načrti,
- kvaliteta gradnje (npr. nepravilna oz. površna montaža oken, vrat, izolacije) vpliva na dejansko porabo energije, kar pa se ne odraža na izračunu, kjer se uporabljajo standardni podatki.

Verjetno bo do trenutka, ko bo imela večina stavb v Sloveniji energetsko izkaznico preteklo še veliko časa. Imamo veliko nepremičnin v zasebni lasti, lastniki pa jih ne nameravajo prodati. Verjetno bo energetska izkaznica v prihodnje nujna za vse stavbe, ki se ogrevajo. Država bo tako imela boljši vpogled v energetsko strukturo stavb in bo lažje sprejemala prave odločitve glede strategije Slovenije na področju energetskih sanacij.

1.1 Namen diplomske naloge

Glede na to, da se v EU porabi 40 % vse energije samo za delovanje stavb, je energetska učinkovitost le-teh zelo pomembna, tako iz ekonomskega kot okoljskega vidika. Obstoječi stavbni fond predstavlja sektor z največjim potencialom za zmanjšanje porabe energije. S pomočjo energetske izkaznice bo ustvarjen pregled nad energetske učinkovitostjo stavb, na podlagi katerega bo lahko država sprejemala razne ukrepe. Namen diplomskega dela je izdelati računsko energetske izkaznice za izbrano dvostanovanjsko stavbo, predlagati ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti in jih analizirati s poudarkom na učinkovitosti posameznega ukrepa. Menim, da lahko z energetske obnovo obstoječih objektov, predvsem starejših, prihranimo več kot 50 % potrebne toplote za ogrevanje in tako prispevamo svoj delež k manjšemu obremenjevanju okolja.

1.2. Struktura diplomske naloge

Najprej so predstavljeni pomembni predpisi in tehnične zahteve, ki se nanašajo na energetske učinkovitost stavb in urejajo področje energetske izkaznice v Sloveniji. Nato je predstavljena energetske izkaznice stavbe, tako računsko kot merjeno. Sledi opis obravnavane dvostanovanjske stavbe. S pomočjo programa TEDI [11] se izračuna toplotno prehodnost posameznih konstrukcijskih sklopov, ki se nato vnaša v program TOST [12], s katerim se izračuna računsko energetske izkaznice stavbe v skladu s Pravilnikom o učinkovitosti rabi energije v stavbah (PURES 2010) [13]. Nato je izvedena primerjava posameznih ukrepov s poudarkom na njihovi učinkovitosti. Sledi izbor smiselnih ukrepov in ponovna izdelava računske energetske izkaznice za stanje po izvedbi izbranih ukrepov energetske sanacije. Na koncu so predstavljene ugotovitve.

2 ZAKONODAJA NA PODROČJU ENERGETSKIH IZKAZNIC

Uvedbo energetske izkaznice je vpeljala že direktiva EPBD (2002/91/ES) [14], in sicer najkasneje do leta 2006 oz. do leta 2009, če v državi primanjkuje neodvisnih strokovnjakov s področja energetskega certificiranja stavb.

Energetsko izkaznico je pri nas uvedel Zakon o spremembah in dopolnitvah Energetskega zakona (EZ-B) [15] iz leta 2006 ter nadalje v letu 2012 novela EZ-E [16], ki prinaša določene dopolnitve Energetskemu zakonu iz leta 2006. Torej se energetska izkaznica stavbe ni uvedla šele s sedaj veljavnim Energetskim zakonom EZ-1 [17], objavljenim v Uradnem listu Republike Slovenije dne 7. 3. 2014.

2.1 Direktiva 2010/31/eu evropskega parlamenta in sveta o energetske učinkovitosti stavb

Gre za spremembo in dopolnitev direktive EPBD (2002/91/ES) Evropskega parlamenta in Sveta z dne 16. 12. 2002. Zaradi jasnosti so bile potrebne nekatere vsebinske spremembe, prav tako so se zaostri določeni pogoji. Prenovljena direktiva 2010/10/EU Evropskega parlamenta in Sveta o energetske učinkovitosti stavb [7] (v nadaljnjem besedilu: EPBD-r) predstavlja glavni zakonodajni instrument, ki ga morajo države članice prenesti v svojo zakonodajo. Uvedba energetske izkaznice je zadnji korak prenosa direktive EPBD-r.

EPBD-r zahteva, da države članice zaostrijo gradbene predpise na področju učinkovite rabe energije v stavbah, prav tako zahteva uvedbo enotnega energetskega certificiranja stavb in vzpostavitev javne listine s podatki o energetske učinkovitosti stavb (energetska izkaznica). Zahtevana je tudi večja razširjenost energetske izkaznice pri javnih stavbah, saj morajo biti le-te za zgled drugim. Poudarek je tudi na zagotavljanju kakovosti energetskega certificiranja stavb in navajanju energijskih kazalnikov pri trženju stavb.

EU želi z direktivo EPBD-r prispevati svoj delež k zmanjšanju neugodnih vplivov na klimatske spremembe in uravnavati povpraševanje po energiji ter s tem vplivati na zanesljivost oskrbe z energijo.

2.2 Energetski zakon (EZ-1)

Z Energetskim zakonom, objavljenim v Uradnem listu RS dne 7. 3. 2014, Slovenija v svojo zakonodajo prenaša več evropskih direktiv, med njimi tudi zgoraj omenjeno direktivo EPBD-r. Nov zakon smo potrebovali zato, ker je bil obstoječi zakon iz leta 1999 že petkrat dopolnjen in je postajal nepregleden.

Ključna novost, ki jo prinaša nov Energetski zakon (EZ-1), je obvezno navajanje razreda energetske učinkovitosti stavbe v primeru trženja stavbe za prodajo ali oddajo v najem za obdobje daljše od enega leta. Poleg tega uvaja tudi kazni v primeru trženja stavb brez veljavne energetske izkaznice.

Zakon preko okvira za spodbujanje energetske učinkovitosti in uporabo energije iz obnovljivih virov prispeva k nacionalnim ciljem znižanja emisij toplogrednih plinov in k spodbujanju zelene gospodarske rasti. Zaradi zagotavljanja dolgoročne vzdržne podporne sheme za električno energijo iz obnovljivih virov daje novi zakon vladi večja pooblastila pri odločanju o tem, katere tehnologije in v kakšnem obsegu se bodo spodbujale v prihodnje. Na področju energetske učinkovitosti prinaša zakon največ novosti na področju stavbnega sektorja, kjer so zelo veliki potenciali za zmanjšanje porabe energije in z njo povezanimi stroški. Posebej je izpostavljena vodilna vloga javnega sektorja, saj stroški z energijo bremenijo proračun države in lokalnih skupnosti [18].

Cilj zakona je skladno z evropsko zakonodajo urediti skupna pravila notranjega trga za elektriko in zemeljski plin. Zakon bo bistveno pripomogel h krepitvi konkurence in pravic potrošnikov, hkrati pa pomagal ustvarjati pogoje za večjo zanesljivost oskrbe [18].

2.3 Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2010)

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2010) [13] je začel veljati 1. januarja 2011, vzporedno z njim pa je potrebno upoštevati tudi tehnično smernico TSG-1-004 Učinkovita raba energije [19], ki je povzeta v naslednjem poglavju. Oba dokumenta obravnavamo v tesni povezavi.

PURES 2010 določa tehnične zahteve na področju toplotne zaščite, ogrevanja, hlajenja, prezračevanja, priprave tople pitne vode, razsvetljave, zagotavljanja lastnih obnovljivih virov za delovanje sistemov v stavbah. Določa tudi metodologijo za izračun energijskih lastnosti stavbe v skladu z direktivo EPBD-r [13].

»PURES 2010 uvaja na področju graditve stavb inštrumente, ki so potrebni, da bi lahko Slovenija sledila zahtevam prenovljene direktive o energetske učinkovitosti stavb (EPBD-r), ki ne zajema le strogo "energetsko-tehničnih vidikov rabe energije", ampak tudi področji zdravja in učinkovitosti, ki sta pomembna vidika trajnostne gradnje. Razumeti ga je treba predvsem kot oporo in tudi pomoč projektantom pri načrtovanju in obrambi pred tako imenovanim kavbojskim pristopom, ki razžira področje graditeljstva ne samo v Sloveniji, ampak tudi v drugih evropskih državah.«

(Krainer, A., Galonja S. 2010)

2.4 Tehnična smernica za graditev TSG-1-004 Učinkovita raba energije

Tehnična smernica za graditev TSG-1-004 Učinkovita raba energije (v nadaljnjem besedilu: tehnična smernica) določa gradbene ukrepe oziroma rešitve za doseganje zahtev iz pravilnika PURES 2010, določa pa tudi metodologijo izračuna energijskih lastnosti stavbe. Uporaba tehnične smernice je obvezna [13].

Za zagotavljanje učinkovite rabe energije v stavbah ta tehnična smernica na področju toplotne zaščite, ogrevanja, hlajenja, prezračevanja, klimatizacije, priprave tople pitne vode in razsvetljave v stavbah določa [19]:

- elemente arhitekturne zasnove, ki vplivajo na učinkovito rabo energije,
- dopustno toplotno prehodnost posameznih gradbenih elementov in sklopov,
- načine pasivnega zmanjševanja pregrevanja zaradi sončnega obsevanja,
- sestave takšnih gradbenih konstrukcij, da ne bo prišlo do poškodb ali drugih škodljivih vplivov zaradi difuzijskega prehoda vodne pare,
- ravni in tehnične rešitve primerne zrakotesnosti stavbe,
- energijske lastnosti generatorjev toplote in generatorjev hladu,
- zahteve načrtovanja in izvedbe cevovodnega razvoda ogrevanja, hlajenja, prezračevanja in klimatizacije stavbe,
- projektne temperature ogrevalnega sistema,
- načine uravnoveženja in regulacije sistema ogrevanja,
- energijske lastnosti klimatskih naprav in sistemov,
- načine regulacije sistema klimatizacije,
- ravni potrebnega vračanja toplote ali hladu odtočnega zraka,
- elemente zagotavljanja učinkovite priprave tople pitne vode,
- zahteve načrtovanja in izvedbe hranilnika in cevovodnega razvoda tople pitne vode,
- energijske lastnosti elementov razsvetljave,
- stavbe oziroma njihove dele, v katerih je treba razsvetljavo regulirati v odvisnosti od dnevne svetlobe in prisotnosti uporabnikov.

2.5 Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb

Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb določa podrobnejšo vsebino in obliko energetske izkaznice stavbe, metodologijo za izdelavo in izdajo energetske izkaznice ter vsebino podatkov, način vodenja registra energetskih izkaznic in način prijave izdane energetske izkaznice za vpis v register. Prav tako določa podrobnejšo vsebino, obliko, metodologijo in roke za nadzor nad izdanimi energetskimi izkaznicami [21].

Novosti, ki jih prinaša, so zahteve glede oglaševanja v tiskanih medijih, način nadzora nad izdanimi energetskimi izkaznicami in pa možnost izdelave energetske izkaznice za stanovanje v večstanovanjski stavbi, ki ima skupen ogrevalni sistem. Pravilnik poenostavlja metodologijo izračuna energetske izkaznice za posamezno stanovanje oz. posamezni del stavbe s skupnim ogrevalnim sistemom, s čimer se rešuje problem, da je izdelava izkaznice za stanovanje lahko predstavljala nesorazmerni strošek za posameznika. Z novim pravilnikom je torej rešen problem nesorazmernega stroška za izdelavo energetske izkaznice na posamezno stanovanje v primerih, ko stanovalci niso dosegli potrebnega 50 % soglasja o financiranju energetske izkaznice iz rezervnega sklada [22].

3 ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

3.1 Kaj je energetska izkaznica stavbe

Energetska izkaznica stavbe je listina s podatki o energijski učinkovitosti stavbe in s priporočili za povečanje energijske učinkovitosti. Namenjena je boljši informiranosti potrošnika, torej tistega, ki želi stavbo oz. stanovanje kupiti ali najeti. Stavba je porabnik energije, zato je pred nakupom ali najemom smiselno preveriti, kako energetske varčne oz. potratna je [23], saj to vpliva na stroške, ki so potrebni za delovanje stavbe. Priporočila za povečanje energijske učinkovitosti pa nas informirajo o tem, kakšni bodo potrebni ukrepi za izboljšanje stanja, iz katerih lahko ocenimo potrebne investicije. Prav tako se je treba zavedati povečanih škodljivih vplivov na okolje, ki jih povzročamo z neučinkovito rabo energije in pa odvisnosti od uvožene energije, ki predstavlja ekonomsko, socialno in ekološko tveganje.

Iz energetske izkaznice je jasno razvidno, v kateri razred energijske učinkovitosti spada stavba, in sicer glede na potrebno energijo za ogrevanje stavbe na enoto uporabne površine stavbe. Ločeno so prikazani tudi podatki o dovedeni energiji, ki je potrebna za delovanje stavbe. To je energija, ki jo porabimo za ogrevanje, hlajenje, pripravo tople sanitarne vode, prezračevanje, razsvetljavo, ovlaževanje, in električna energija za delovanje stavbe za naslednje sisteme v stavbi:

- za ogrevanje na tekoča in plinasta goriva ter biomaso,
- za toplotne črpalke,
- za toplotno podpostajo daljinskega ogrevanja, kjer je nosilec toplote v sekundarnem sistemu voda,
- za pripravo tople vode na tekoča in plinasta goriva, električno energijo, biomaso ali s sprejemniki sončne energije,
- za hlajenje,
- za prezračevanje,
- za razsvetljavo.

Vsebuje tudi podatek o primarni energiji in letnih izpustih emisij CO₂ v ozračje zaradi delovanja stavbe ter podatek o obnovljivi energiji, porabljeni na stavbi.

Pomemben del energetske izkaznice so tudi priporočila za izboljšanje energetske učinkovitosti, ki so podana v obliki priporočenih ukrepov za tisto stavbo, za katero je bila energetska izkaznica izdelana. Delimo jih na [23]:

- ukrepe za izboljšanje kakovosti ovoja zgradbe (npr. dodatna izolacija na zunanjem ovojju zgradbe, zamenjava transparentnega dela ovoja, dodatna toplotna izolacija sten, ki mejijo na neogrevane prostore, sanacija toplotnih mostov itd.),
- ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti sistemov (npr. prilagoditev moči sistema za pripravo toplote dejanskim potrebam, toplotna zaščita razvoda v nekondicioniranih prostorih, rekuperacija toplote, prilagoditev kapacitete prezračevanja dejanskim potrebam itd.),
- ukrepe za povečanje izrabe obnovljivih virov energije (npr. solarni sistemi za ogrevanje in hlajenje stavb in proizvodnjo električne energije s fotonapetostnimi sistemi, ogrevanje na biomaso itd.),
- organizacijske ukrepe (npr. analiza tarifnega sistema, ugašanje luči, zmanjšanje notranje projektne temperature, pravilno zračenje v poletnih in zimskih dneh itd.).

3.1.1 Računska energetska izkaznica stavbe

Računska energetska izkaznica se določi na podlagi izračunanih energijskih kazalnikov rabe energije stavbe. V računski energetske izkaznici se stavba uvrsti v razred energetske

učinkovitosti glede na letno potrebno toploto za ogrevanje stavbe na enoto uporabne površine stavbe – Q_{NH}/A_u (kWh/m²a) [24].



Slika 1: Razredi energetske učinkovitosti stavb v Sloveniji (<http://www.energap.si> (pridobljeno 12. 7. 2015))

Energijski kazalniki za računsko energetske izkaznice so [24]:

- **letna potrebna toplota** za ogrevanje stavbe na enoto kondicionirane površine stavbe Q_{NH}/A_u (kWh/m²a),
- **letna dovedena energija** za delovanje stavbe na enoto kondicionirane površine stavbe Q/A_u (kWh/m²a),
- **letna primarna energija** za delovanje stavbe na enoto kondicionirane površine stavbe Q_p/A_u (kWh/m²a),
- **letne emisije CO₂** zaradi delovanja stavbe na enoto kondicionirane površine stavbe (kg/m²a).

Računska energetska izkaznica se lahko izda za vsako stavbo, predpisana pa je za vse novogradnje, celovite obnove in za obstoječe stanovanjske stavbe, ki so namenjene prodaji ali oddaji v najem za obdobje, daljše od enega leta. Treba je poudariti, da pri računski energetske izkaznici uporabnik stavbe nima vpliva na porabo energije. To je pomembno zato, da lahko med seboj primerjamo energetske učinkovitost posameznih stavb in se tudi na podlagi energetske izkaznice odločamo o nakupu le-teh.

Primer računske energetske izkaznice je prikazan v prilogi A.

3.1.2 Merjena energetska izkaznica stavbe

Podlaga za izdelavo merjene energetske izkaznice so izmerjene vrednosti rabe energije v stavbi ali njenem posameznem delu. Podatke o dobavljeni energiji ter splošne podatke o stavbi posreduje naročnik, na primer v obliki računov ali drugih poročil. Neodvisni strokovnjak ob izdelavi merjene energetske izkaznice opravi pregled stavbe in naprav ter mest dobave energije v stavbo oziroma mest oddaje energije iz stavbe ter strokovno preveri smiselnost posredovanih podatkov. Za pravilnost in resničnost posredovanih podatkov o stavbi in rabi energije v njej je odgovoren naročnik merjene energetske izkaznice. Treba je posredovati splošne podatke o stavbi in o porabi energije v njej [25].

Če neodvisni strokovnjak oz. izdajatelj energetskih izkaznic oceni, da so podatki o stavbi in rabi energije pomanjkljivi, se lahko odloči za izdelavo računske energetske izkaznice.

Energijski kazalniki za merjeno energetske izkaznico so [25]:

- **letna dovedena energija** namenjena pretvorbi v toploto na enoto kondicionirane površine stavbe ($\text{kWh/m}^2\text{a}$),
- **letna poraba električne energije** zaradi delovanja stavbe na enoto kondicionirane površine stavbe ($\text{kWh/m}^2\text{a}$),
- **letna primarna energija** za delovanje stavbe na enote kondicionirane površine stavbe Q_p/A_u ($\text{kWh/m}^2\text{a}$),
- **letne emisije CO_2** zaradi delovanja stavbe na enoto kondicionirane površine stavbe ($\text{kg/m}^2\text{a}$).

Merjena energetska izkaznica se uporablja za obstoječe nestanovanjske objekte, kot so kulturne stavbe, šole, zdravstveni domovi, poslovne stavbe, hoteli itd. Pri teh stavbah tudi menjava lastnika bistveno ne spremeni porabe energije, saj so notranje temperature pri teh stavbah predpisane oz. regulirane, prav tako so znani urniki delovanja stavbe.

Primer merjene energetske izkaznice je prikazan v prilogi B.

3.2 Kdaj potrebujemo energetske izkaznice stavbe oz. kdaj energetska izkaznica stavbe ni potrebna

Energetska izkaznica je potrebna pri prodaji stavbe ali njenega posameznega dela in pri oddaji v najem za obdobje enega leta ali več. Energetski zakon (EZ-1) določa, da mora prodajalec najkasneje pred sklenitvijo kupoprodajne pogodbe prihodnjemu kupcu predložiti energetske izkaznice. S 1. 1. 2015 se je iztekel prehodni rok in inšpektorji bodo v primeru oglaševanja prodaje ali oddaje nepremičnine v najem brez navedbe energijskih kazalnikov začeli izrekat kazni [26]. Prav tako pa morajo energetske izkaznice pridobiti tudi investitorji v fazi pridobivanja uporabnega dovoljenja.

Tudi pri energetski izkaznici so javne stavbe zgled drugim. Zato zakon zahteva, da mora v stavbah s celotno uporabno tlorisno površino nad 250 m^2 , ki so v lasti ali uporabi javnega sektorja, upravljavec stavbe veljavno energetske izkaznice namestiti na vidno mesto [26].

Stavbe, ki energetske izkaznice ne potrebujejo, so [26]:

- stavbe, ki so varovane v skladu s predpisi o varstvu kulturne dediščine (po tolmačenju ministrstva izjema velja le za stavbno dediščino),
- stavbe za obredne namene ali verske dejavnosti,
- industrijske stavbe in skladišča,
- nestanovanjske kmetijske stavbe, če se te ne ogrevajo,
- enostavne in nezahtevne objekte,
- samostojne stavbe, katerih celotna uporabna tlorisna površina je manjša od 50 m^2 .

Iz obveznosti energetske izkaznice je izvzeta tudi [26]:

- oddaja stavbe ali njenega dela v najem za obdobje, krajše od enega leta,
- prodaja v primeru izkazane javne koristi za razlastitev,
- prodaja v postopku izvršbe ali v stečajnem postopku,
- prodaja ali oddaja nepremičnine, ki je v last Republike Slovenije ali lokalne skupnosti prešla na podlagi sklepa o dedovanju.

3.3 Izdajatelji energetskih izkaznic

Energetske izkaznice stavb na podlagi Energetskega zakona (EZ-1) izdelujejo neodvisni strokovnjaki z licenco (pooblastilo za izdajo energetske izkaznice stavbe jim podeli pristojni

minister po izvedenem javnem natečaju) kot pooblaščen pravne ali fizične osebe na zahtevo stranke [27].

Neodvisen strokovnjak za izdelavo energetskih izkaznic lahko postane vsak, ki izpolnjuje naslednje pogoje [28]:

- ima najmanj visoko strokovno izobrazbo ali izobrazbo po študijskem programu prve stopnje s študijskih področij, ki spadajo v ožje področje tehnika ali v ožje področje arhitektura, urbanizem in gradbeništvo ali v podrobno področje lesarska, papirniška, plastična, steklarska in podobna tehnologija, skladno s predpisi o visokem šolstvu,
- izdelava in predstavi predpisane primere računskih in merjenih energetskih izkaznic,
- ima najmanj dve leti ustreznih delovnih izkušenj od pridobitve izobrazbe iz prejšnje alineje na strokovnem področju učinkovite rabe energije in obnovljivih virov energije v stavbah,
- se je v zadnjih petih letih pred vložitvijo zahteve za izdajo licence udeležil usposabljanja za izdelavo energetskih izkaznic stavb ter opravil pisni in ustni izpit.

Ocenjevanje in certificiranje energijskih lastnosti stavb zahteva izkušnost in profesionalno etiko. Strokovnjaki, ki izpolnjujejo zahteve strokovne kvalifikacije in neodvisnosti, bodo po opravljenem obveznem strokovnem usposabljanju za izdelovanje energetskih izkaznic lahko pristopili k izpitu, po uspešno opravljenem izpitu pa oddali vlogo za pridobitev licence neodvisnega strokovnjaka na ministrstvo, pristojno za energijo [27].

4 OPIS OBRAVNAVANE STAVBE

4.1 Splošno

Obravnani stanovanjski objekt sestavljajo poleg kletnih prostorov še pritličje in prvo nadstropje. V kletnih prostorih je bila naknadno urejena garsonjera, na preostalem delu pa je garaža. Stavba je tlorisne velikosti 13 m v smeri vzhod–zahod ter 9 m sever–jug. Svetle višine so po vseh etažah enake, in sicer znašajo 2,3 m. Nosilna konstrukcija in streha sta bili zgrajeni leta 1985, zunanji ovoj stavbe pa je bil dokončan leta 1987. Fotografija stavbe je vidna na spodnji sliki (slika 2).

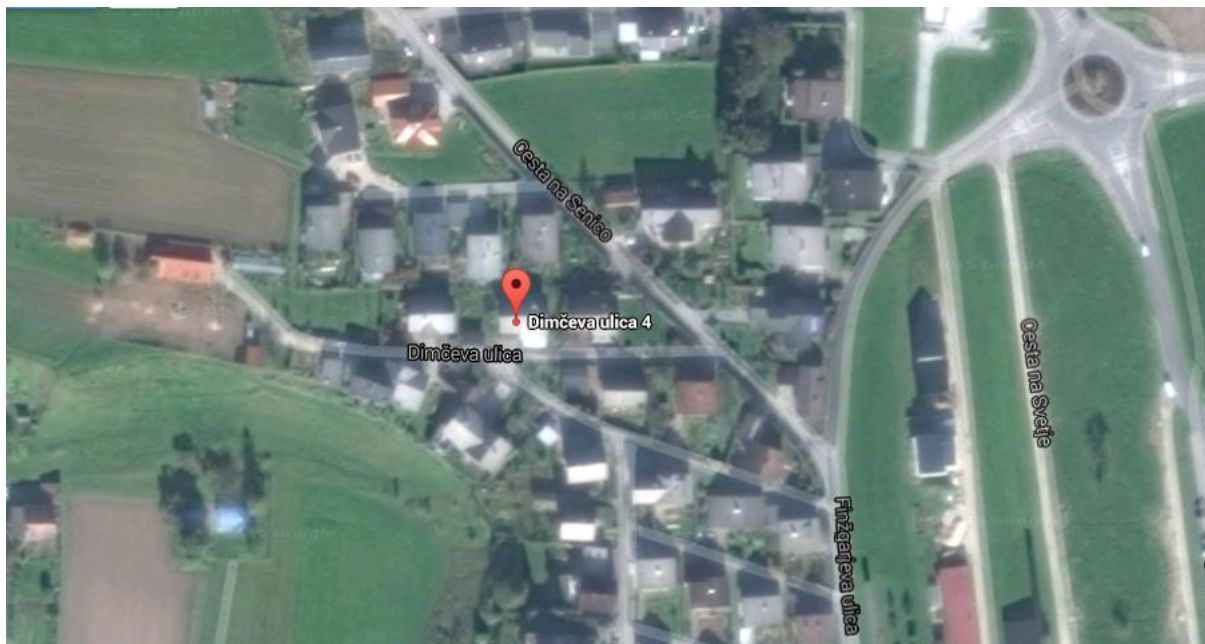


Slika 2: Fotografija obravnavane stavbe

Zunanje stene, ki so postavljene na pasovne temelje, so sestavljene iz betonskih blokov v kletni etaži ter opečnega modularnega bloka v pritličju in prvem nadstropju. V kleti zunanje stene niso toplotno izolirane in mejijo delno proti terenu, delno proti zunanjemu zraku, kar povzroča veliko toplotnih izgub zaradi ogrevane garsonjere. Zunanje stene v pritličju in prvem nadstropju pa so obložene s toplotno izolacijo, in sicer s stiroporom debeline 5 cm. Tla proti terenu, ki je sestavljen iz gramoza in peska, prav tako niso toplotno izolirana, obložena so s keramičnimi ploščicami, razen v večjem delu garsonjere s parketom debeline 3 cm. Strop proti neogrevanemu podstrešju je nepohoden, sestavljen iz lesenih stropnikov, med katerimi je 15 cm steklene volne in je v primerjavi z ostalimi konstrukcijskimi sklopi dobro toplotno izoliran. Vse medetažne stropne konstrukcije so izvedene kot polne armiranobetonske plošče. Notranje stene so sestavljene iz betonskih blokov v kletni etaži ter opečnega modularnega bloka v pritličju in prvem nadstropju. Niso toplotno izolirane, kar povzroča toplotne izgube pri stenah garsonjere proti neogrevani garaži. Streha je dvokapnica s slemenom v smeri vzhod–zahod, naklon strehe pa je 30°, kar omogoča namestitve fotovoltaičnih modulov ali solarnih kolektorjev.

4.2 Lega stavbe

Stavba stoji v občini Medvode na nadmorski višini 339 m in je del stanovanjskega naselja Svetje. Njene koordinate so GKX = 111523 in GKY = 454182, podnebje je celinsko.



Slika 3: Lokacija obravnavane stavbe (Google maps)

Poraba energije je odvisna tudi od geografske lokacije objekta, saj program TOST glede na podane koordinate poda klimatske podatke iz povprečja za zadnjih 30 let, uporablja pa podatke Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO).

Preglednica 2: Klimatski podatki, vezani na lokacijo obravnavane stavbe

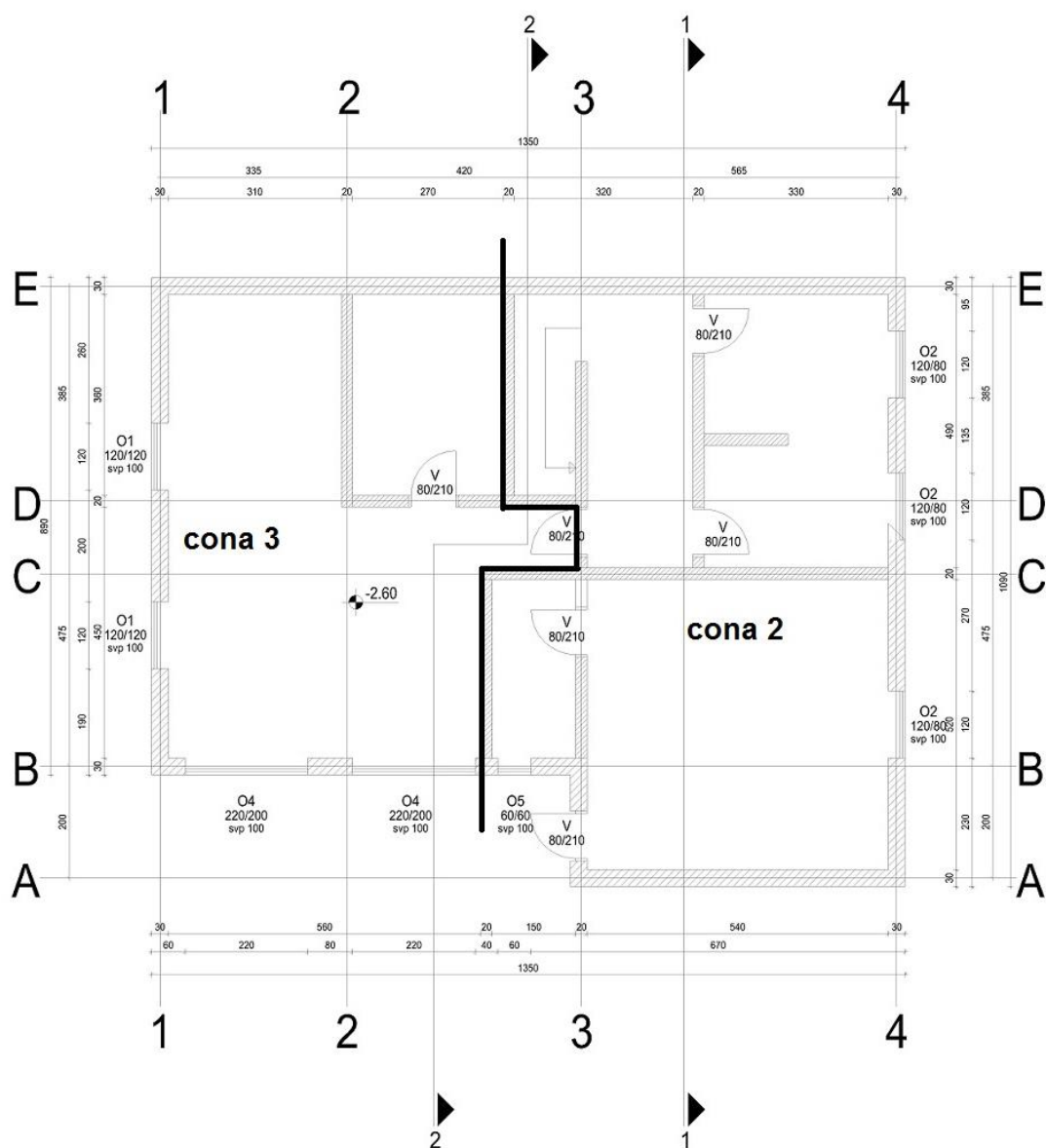
Temperaturni primanjkljaj DD (dan K)	3300
Projektna temperatura (°C)	-13
Povprečna letna temperatura (°C)	9,5
Letna sončna energija (kWh/m ²)	1111
Trajanje ogrevalne sezone (dnevi)	240
Začetek ogrevalne sezone (dan)	260
Konec ogrevalne sezone (dan)	135

V preglednici 2 so podani klimatski podatki, ki so vezani na lokacijo objekta, to so podatki o temperaturnem primanjkljaju, zunanjih temperaturah, letni sončni energiji in trajanju ogrevalne sezone.

5 RAČUNSKA ENERGETSKA IZKAZNICA ZA OBSTOJEČE STANJE

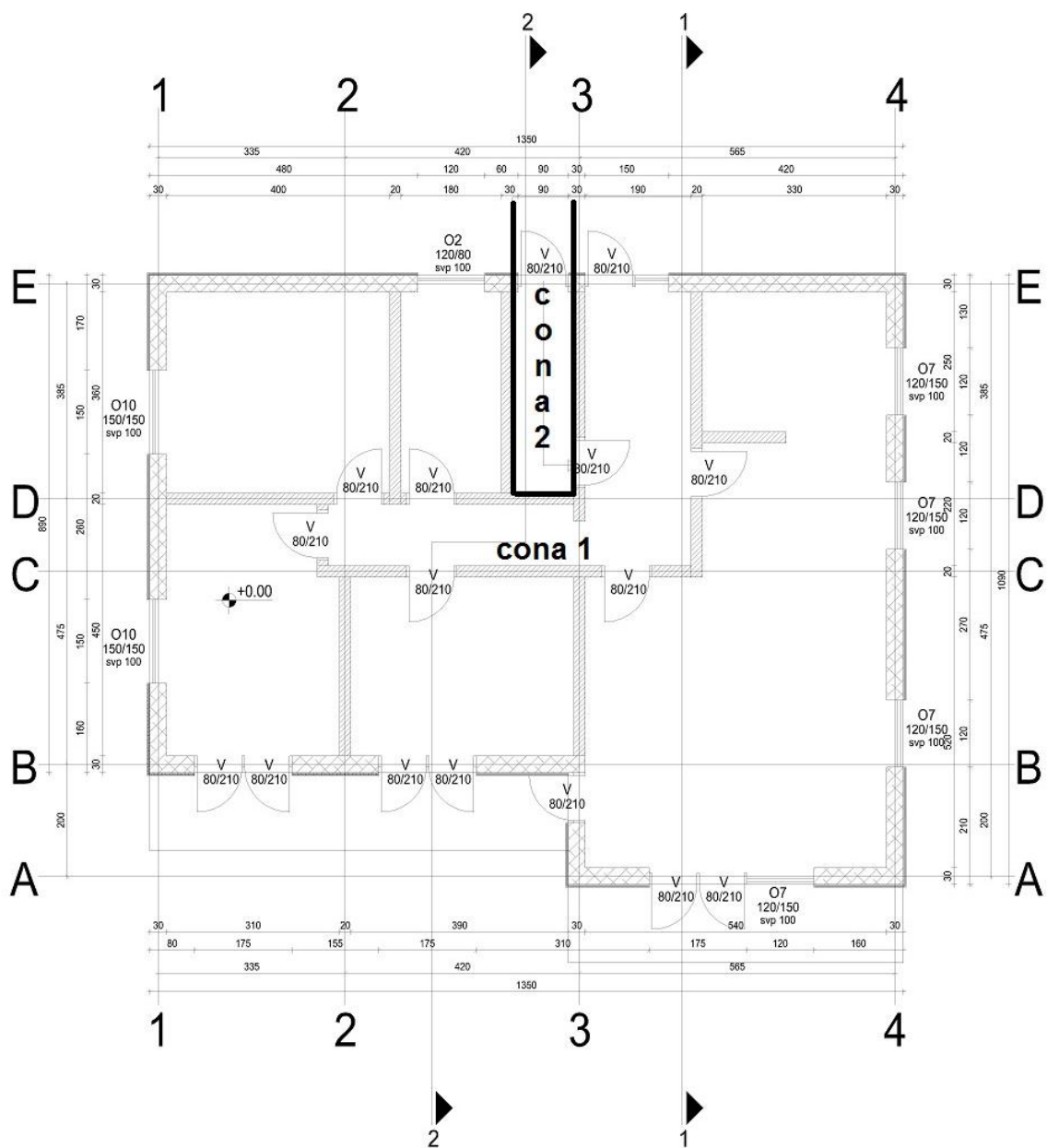
5.1 Razdelitev stavbe na temperaturne cone

Stavbo razdelim na tri toplotne cone, in sicer na dve ogrevani in eno neogrevano. Kletno etažo razdelim na dve cone (slika 4), saj del kleti obsega ogrevano garsonjero (cona 2), preostali del pa neogrevano garažo (cona 3).



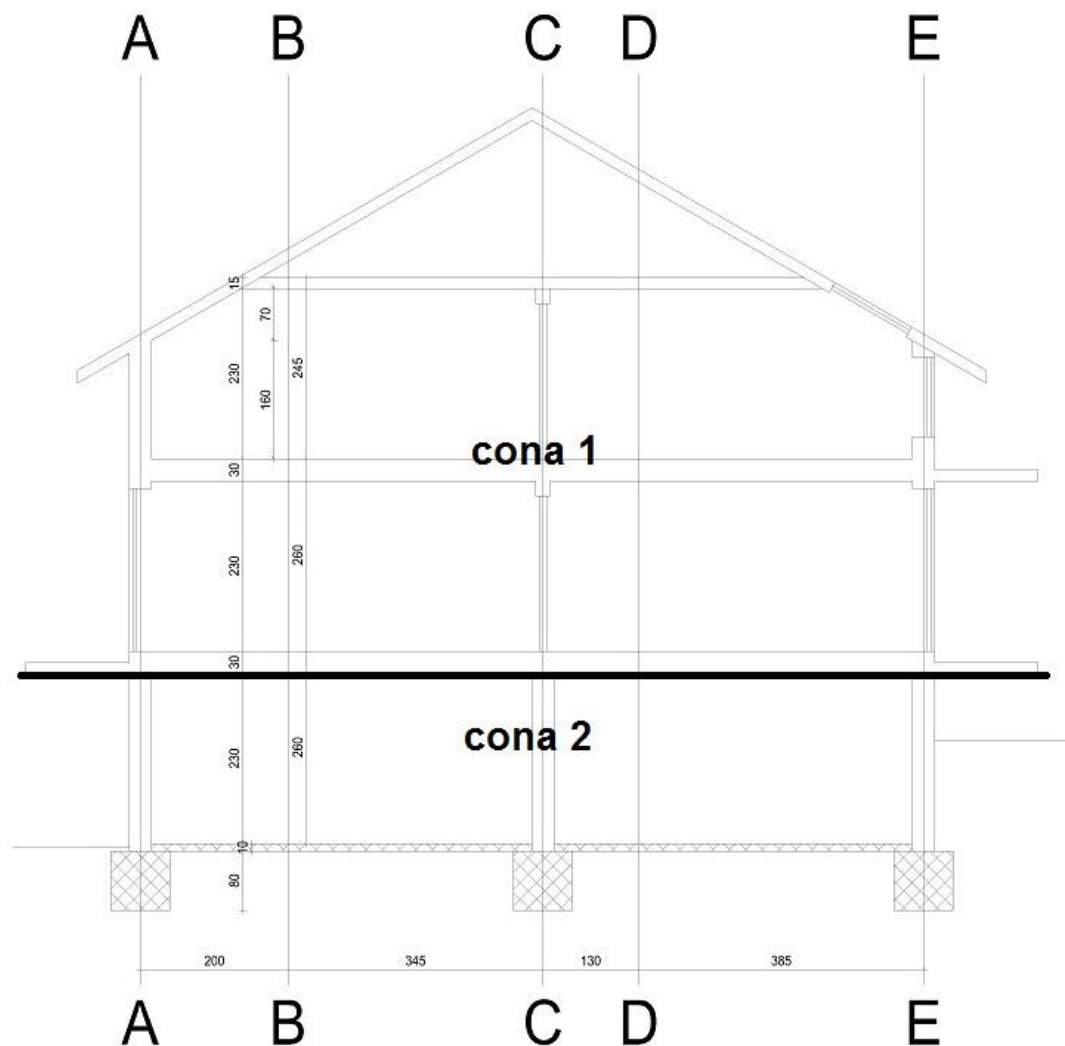
Slika 4: Tloris kleti z označenimi conami

Prilličje in prvo nadstropje sta tlorisno identična, tako da ju upoštevam kot eno cono. Stopnišče iz kleti v priličje spada v cono 2, ostali del priličja pa v cono 1, kot je razvidno iz slike 5.



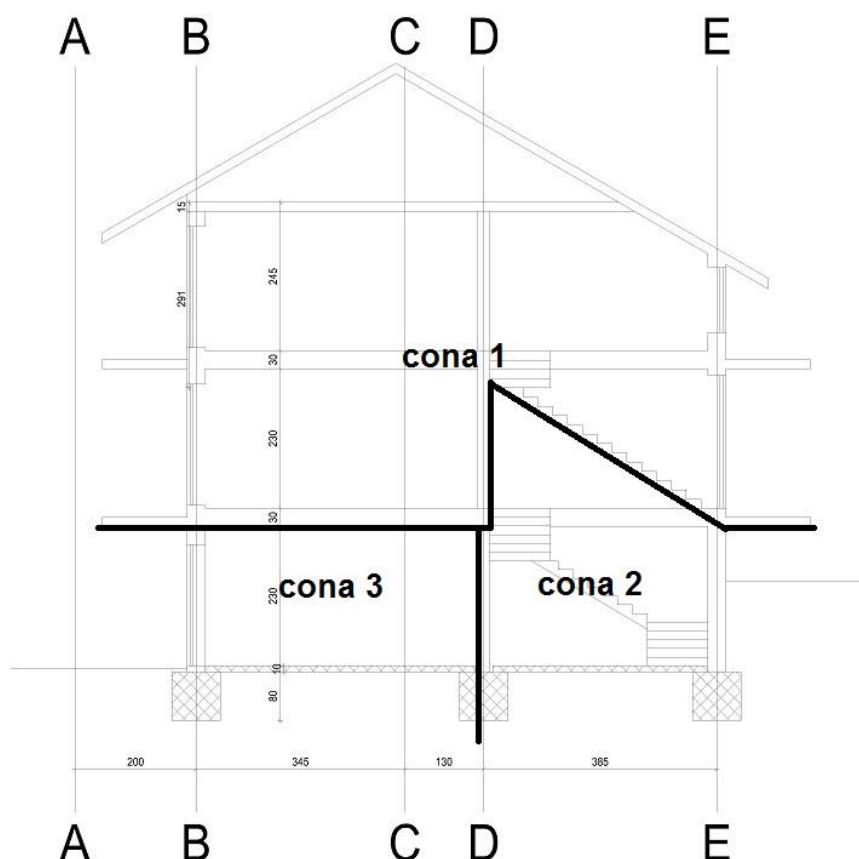
Slika 5: Tloris pritličja z označenimi conami

Prvo nadstropje je v celoti del cone 1 (slika 6).



Slika 7: Prerez 1-1 z označenimi conami

Iz slike 8 je razvidna razdelitev na toplotne cone po prerezu 2-2, katerega potek je viden na tlorisih obravnavane stavbe. Razvidno je še, na kakšen način stopnišče (cona 2) zavzema tudi del pritličja.



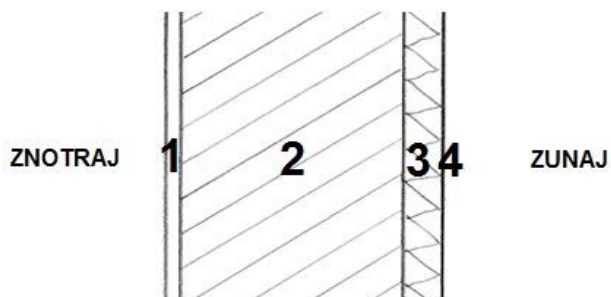
Slika 8: Prerez 2-2 z označenimi conami

Za vse cone izberem težko vrsto konstrukcije glede na toplotno kapaciteto, za povprečno moč dobitkov notranjih virov pa upoštevam 4 W/m^2 uporabne površine, kot jo predpisuje tehnična smernica. Predpostavim, da se cona pozimi ogreva na $20 \text{ }^\circ\text{C}$, poleti pa se hladi na $26 \text{ }^\circ\text{C}$.

Hiša se prezračuje naravno z odpiranjem oken. Okna so iz vezanega smrekovega lesa in imajo termopan zasteklitev z argonskim polnjenjem. Tesnila so dotrajana, zato prihaja do večje infiltracije zraka skozi stavbni ovoj, kar upoštevam z večjo predpostavljeno urno izmenjavo zraka z okoljem ($n = 1 \text{ h}^{-1}$).

5.2 Karakteristike netransparentnega zunanjšega ovoja stavbe

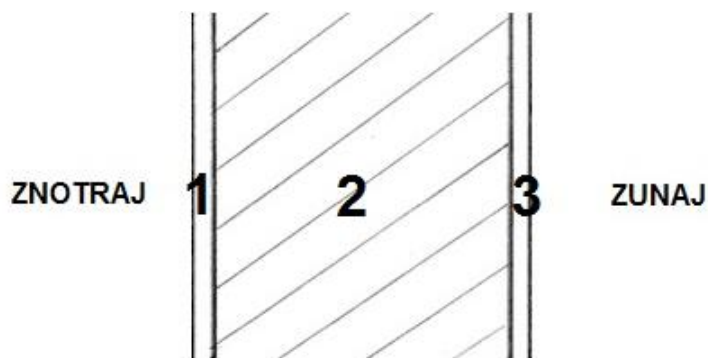
V nadaljevanju podam karakteristike posameznih konstrukcijskih sklopov (KS), katerih prerez in sestava sta vidna na slikah 9–15 in preglednicah 3–12, nato pa se pri opredelitvi posameznih con nanašam na tiste, ki pri njih nastopajo.



Slika 9: Prerez zunanje stene

Preglednica 3: Zunanja stena

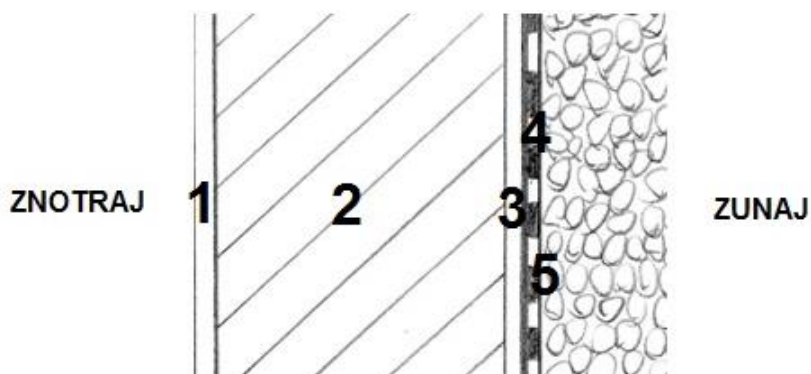
Vrsta KS	Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom					
Material	Debelina (m)	Gostota, ρ (kg/m ³)	Specifična toplota, C (J/kg K)	Toplotna prevodnost, λ (W/mK)	Difuzijska upornost vodni pari, μ (-)	
ZNOTRAJ						
1 Podaljšana apnena malta	0,02	1700	1050	0,850	15	
2 Mrežasti opečni votlak	0,29	1400	920	0,610	6	
3 Fragmat EPS 50	0,05	12	1260	0,043	20	
4 Plemenita fasadna malta	0,005	1850	1850	0,700	15	
ZUNAJ						
$U_{\text{(izračunani)}}$	0,544 (W/m²K)	>	$U_{\text{(max. predpisani)}}$	0,280 (W/m²K)		
KS NE ODGOVARJA						



Slika 10: Prerez zunanje stene – cokol

Preglednica 4: Zunanja stena – cokel

Vrsta KS	Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom					
Material	Debelina (m)	Gostota, ρ (kg/m ³)	Specifična toplota, C (J/kg K)	Toplotna prevodnost, λ (W/mK)	Difuzijska upornost vodni pari, μ (-)	
ZNOTRAJ						
1	Podaljšana apnena malta	0,02	1700	1050	0,850	15
2	Bloki iz lahkega betona	0,29	1400	1050	0,560	4
3	Cementna malta	0,02	2100	1050	1,400	30
ZUNAJ						
$U_{(izračunani)}$		1,378 (W/m²K)		$U_{(max. predpisani)}$		0,280 (W/m²K)
KS NE ODGOVARJA						

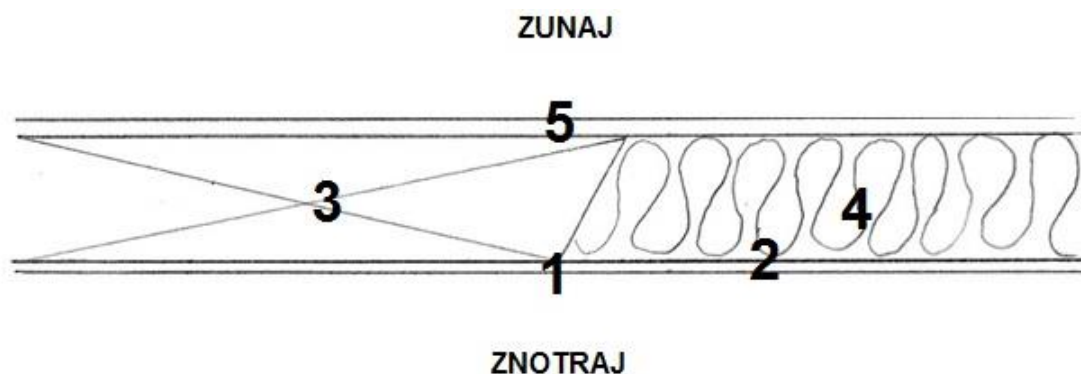


Slika 11: Prerez zunanje stene proti terenu

Preglednica 5: Zunanja stena proti terenu

Vrsta KS	Zunanja stena proti terenu in strop proti terenu					
Material	Debelina (m)	Gostota, ρ (kg/m ³)	Specifična toplota, C (J/kg K)	Toplotna prevodnost, λ (W/mK)	Difuzijska upornost vodni pari, μ (-)	
ZNOTRAJ						
1	Podaljšana apnena malta	0,02	1700	1050	0,850	15
2	Bloki iz lahkega betona	0,29	1400	1050	0,560	4
3	Cementna malta	0,02	2100	1050	1,400	30
4	Bitumen	0,005	1100	1050	0,170	1200
5	Bitumenska lepenka	0,005	1100	1460	0,190	2000
ZUNAJ						
$U_{(izračunani)}$		1,349 (W/m²K)		$U_{(max. predpisani)}$		0,300 (W/m²K)
KS NE ODGOVARJA						

Zunanja stena proti terenu (preglednica 5) ni ustrezno izvedena, saj manjka zaščita hidroizolacije, vendar pa problemov z vdorom zunanje vode ni, saj je zasipanje izvedeno ročno z drenažnim peskom.



Slika 12: Prerez stropa proti neogrevanemu podstrešju

Preglednica 6: Strop proti neogrevanemu podstrešju

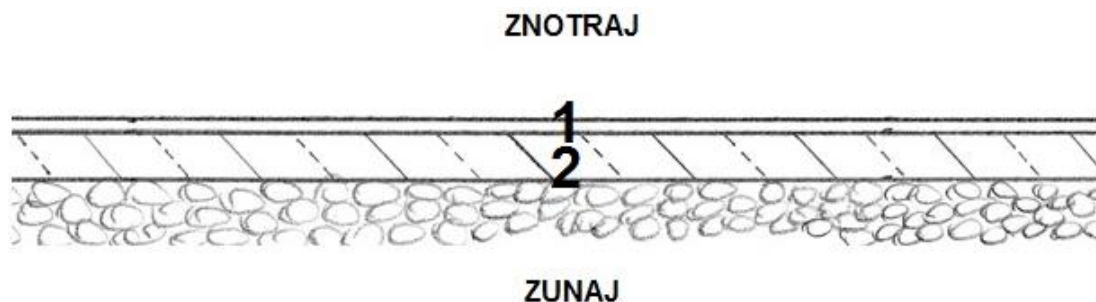
Vrsta KS		Strop proti neogrevanemu prostoru, ravna in poševna streha nad ogrevanim prostorom				
Material	Debelina (m)	Gostota, ρ (kg/m ³)	Specifična toplota, C (J/kg K)	Toplotna prevodnost, λ (W/mK)	Difuzijska upornost vodni pari, μ (-)	
ZNOTRAJ						
1 Mavčno kartonske plošče	0,0125	900	840	0,210	12	
2 PVC homogen	0,001	1400	960	0,230	10000	
3 Stropniki (smreka)	0,150	500	2090	0,140	70	
4 Steklena volna (med stropniki)	0,150	200	840	0,041	1	
5 Deske (smreka)	0,025	500	2090	0,140	70	
ZUNAJ						
U_(izračunani)	0,246 (W/m²K)	>	U_(max. predpisani)	0,200 (W/m²K)		
KS NE ODGOVARJA						

Tam, kjer so stropniki, je toplotna prehodnost večja, in sicer znaša **0,674 W/m²K**, upoštevam, da so stropniki linijski toplotni mostovi in jih v izračunu energetske bilance tudi upoštevam. Stropniki zavzamejo **21 m²** od celotnih **136,86 m²** površine netransparentnega dela stropa proti neogrevanemu podstrešju. Povprečno toplotno prehodnost konstrukcijskega sklopa določim z naslednjim izračunom.

$$U_{(\text{povprečni})} = (0,246 \text{ W/m}^2\text{K} * 115,86 \text{ m}^2 + 0,674 \text{ W/m}^2\text{K} * 21 \text{ m}^2) / 136,86 \text{ m}^2$$

$$U_{(\text{povprečni})} = 0,312 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Strop proti neogrevanemu podstrešju je v primerjavi z ostalimi KS dobro izoliran, toplotna prehodnost ni veliko večja od predpisane. Izoliran je bil kasneje, okrog leta 1997, ko je v uporabo prišlo tudi prvo nadstropje.



Slika 13: Prerez tal na terenu

Na sliki 13 je viden prerez tal na terenu. Obravnavani KS je pomanjkljivo izveden, saj manjkajo toplotna, zvočna in hidroizolacija, vendar pa težav z vlago v teh prostorih ni. Sprva kletna etaža ni bila namenjena bivanju, kasneje pa se je v njej uredila garsonjera.

Preglednica 7: Tla na terenu (parket)

Vrsta KS	Tla na terenu (ne velja za industrijske stavbe)				
Material	Debelina (m)	Gostota, ρ (kg/m ³)	Specifična toplota, C (J/kg K)	Toplotna prevodnost, λ (W/mK)	Difuzijska upornost vodni pari, μ (-)
ZNOTRAJ					
1 Hrastov parket	0,03	700	1670	0,210	15
2 Beton iz kamnitega agregata	0,05	2400	960	2,040	60
ZUNAJ					
$U_{(izračunani)}$	3,363 (W/m²K)		>	$U_{(max. predpisani)}$	0,350 (W/m²K)
KS NE ODGOVARJA					

Preglednica 8: Tla na terenu (ploščice)

Vrsta KS	Tla na terenu (ne velja za industrijske stavbe)				
Material	Debelina (m)	Gostota, ρ (kg/m ³)	Specifična toplota, C (J/kg K)	Toplotna prevodnost, λ (W/mK)	Difuzijska upornost vodni pari, μ (-)
ZNOTRAJ					
1 Keramične ploščice	0,01	2300	920	1,280	200
2 Beton iz kamnitega agregata	0,05	2400	960	2,040	60
ZUNAJ					
$U_{(izračunani)}$	6,161 (W/m²K)		>	$U_{(max. predpisani)}$	0,350 (W/m²K)
KS NE ODGOVARJA					

V con 2 so na delu tal proti terenu kot finalna obdelava položene ploščice (preglednica 8), na ostalem delu pa parket (preglednica 7), zato je treba izračunati povprečno toplotno prehodnost KS. Površine posameznih KS so podane v preglednici 9. Povprečno toplotno prehodnost tal na terenu določim z naslednjim izračunom.

$$U_{(\text{povprečni})} = (6,161 \text{ W/m}^2\text{K} * 49,34 \text{ m}^2 + 3,363 \text{ W/m}^2\text{K} * 28,08 \text{ m}^2) / 77,42 \text{ m}^2$$
$$U_{(\text{povprečni})} = 5,146 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Preglednica 9: Površine posameznih konstrukcijskih sklopov tal proti terenu v coni 2 (m²)

	Netransparentni del
Tla proti terenu – parket	28,08 m ²
Tla proti terenu – ploščice	49,34 m ²
Skupaj	77,42 m ²

Tla v coni 3 (garaža) pa so v celoti obložena s ploščicami.

5.3 Karakteristike stavbnega pohištva

Okna, strešna okna in balkonska vrata: okvir iz vezanega smrekovega lesa debeline 6 cm, dvojna zasteklitve (16 mm) z argonskim polnjenjem.

$$\Psi (\text{al-distančnika}) = 0,1 \text{ W/mK}^1$$

$$U (\text{okvirja}) = 1,671 \text{ W/m}^2\text{K}^2$$

$$U (\text{zasteklitve}) = 2,69 \text{ W/m}^2\text{K}^3$$

$$g (/) = 0,76^3$$

Toplotno prevodnost oken in balkonskih vrat U (W/m²K) določim iz enačbe (1):

$$U_{(\text{okna})} = U_{(\text{okvirja})} * A_{(\text{okvirja})} + U_{(\text{zasteklitve})} * A_{(\text{zasteklitve})} + \Psi_{(\text{al-distančnika})} * L_{(\text{al-distančnika})} / A_{(\text{odprtine})}^4 \quad (1)$$

Upoštevam tudi, da so nekatera okna in balkonska vrata dvokrilna.

Vhodna in garažna vrata: hrastov opaž (1 cm) – stiropor (3 cm) – hrastov opaž (1 cm)
 $U_{(\text{izračunani})} = 1,039 \text{ (W/m}^2\text{K)}$

Maksimalne predpisane vrednosti transparentnih elementov zunanega ovoja, kot so podane v tehnični smernici:

- vertikalna okna ali balkonska vrata; $U = 1,3 \text{ (W/m}^2\text{K)}$,
- strešna okna; $U = 1,4 \text{ (W/m}^2\text{K)}$,
- vhodna vrata; $U = 1,600 \text{ (W/m}^2\text{K)}$,
- garažna vrata; $U = 2,000 \text{ (W/m}^2\text{K)}$.

Notranja vrata: vezan smrekov les (4 cm).

$$U_{(\text{izračunani})} = 2,194 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

5.4 Karakteristike predelnih elementov med posameznimi conami

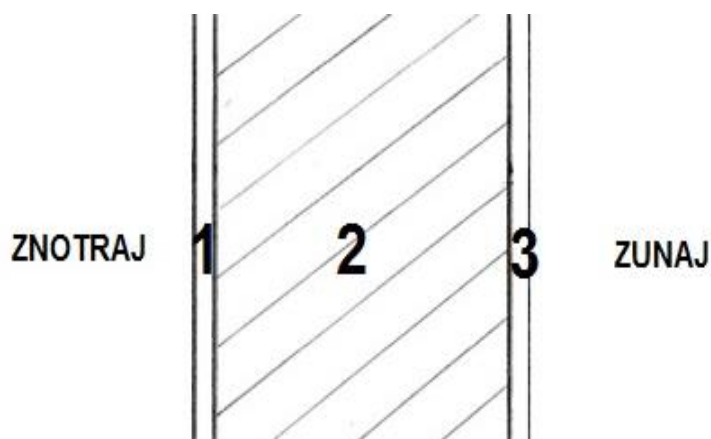
Notranja stena predstavlja predelni element med cono 1 in 2 (obe coni sta ogrevani) in prav tako med cono 2 in 3 (cona 3 je neogrevana), zato imamo različne predpisane dovoljene toplotne prehodnosti. Prav tako je stena proti stopnišču, ki spada v cono 2, opečna, stena proti neogrevani garaži pa je sestavljena iz betonskih zidakov, zato je njena toplotna prehodnost nekoliko večja.

¹ Medved, S. 2014. Gradbena fizika II, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, str. 45.

² Izračun v TEDI-ju.

³ Pilkington, 2008; v Krainer in Perdani, 2010, str. 30.

⁴ Medved, S. 2014. Gradbena fizika II, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, str. 44.



Slika 14: Prerez stene proti stopnišču (cono 2) in garaži (cono 3)

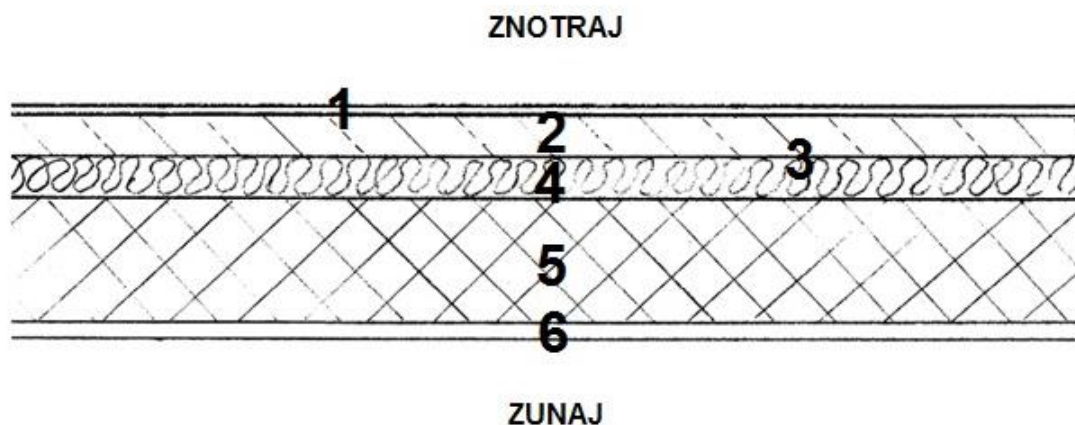
Preglednica 10: Stena proti stopnišču (med cono 1 in 2)

Vrsta KS	Stene med ogrevanimi prostori različnih enot, različnih uporabnikov ali lastnikov				
Material	Debelina (m)	Gostota, ρ (kg/m ³)	Specifična toplota, C (J/kg K)	Toplotna prevodnost, λ (W/mK)	Difuzijska upornost vodni pari, μ (-)
ZNOTRAJ					
1 Podaljšana apnena malta	0,02	1700	1050	0,85	15
2 Mrežasti opečni votlak	0,19	1400	920	0,61	6
3 Podaljšana apnena malta	0,02	1700	1050	0,85	15
ZUNAJ					
$U_{(izračunani)}$	1,617 (W/m²K)	>	$U_{(max. predpisani)}$	0,900 (W/m²K)	
KS NE ODGOVARJA					

Preglednica 11: Stena proti garaži (med cono 2 in 3)

Vrsta KS	Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom				
Material	Debelina (m)	Gostota, ρ (kg/m ³)	Specifična toplota, C (J/kg K)	Toplotna prevodnost, λ (W/mK)	Difuzijska upornost vodni pari, μ (-)
ZNOTRAJ					
1 Podaljšana apnena malta	0,02	1700	1050	0,85	15
2 Bloki iz lahkega betona	0,19	1400	1050	0,56	4
3 Podaljšana apnena malta	0,02	1700	1050	0,85	15
ZUNAJ					
$U_{(izračunani)}$	1,797 (W/m²K)	>	$U_{(max. predpisani)}$	0,280 (W/m²K)	
KS NE ODGOVARJA					

Medetažna nosilna konstrukcija (preglednica 12) predstavlja predelni element med cono 1 in 2 (obe coni sta ogrevani) in prav tako med cono 1 in 3 (cona 3 je neogrevana), zato imamo predpisane različne dovoljene toplotne prehodnosti. Na delu medetažne konstrukcije je za finalno obdelavo položen parket na preostalem delu pa ploščice, kar se odraža z večjo toplotno prehodnostjo KS.



Slika 15: Prerez medetažne konstrukcije

Preglednica 12: Medetažna konstrukcija

Vrsta KS	Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevanim prostorom ali zunanjim zrakom					
Material	Debelina (m)	Gostota, ρ (kg/m ³)	Specifična toplota, C (J/kg K)	Toplotna prevodnost, λ (W/mK)	Difuzijska upornost vodni pari, μ (-)	
ZNOTRAJ						
1	Hrastov parket	0,03	700	1670	0,210	15
2	Cementni estrih	0,05	2200	1050	1,400	30
3	PVC homogen	0,001	1400	960	0,230	10000
4	Steklena volna	0,05	200	840	0,041	1
5	Betoni iz kamnitega agregata	0,15	2400	960	2,040	60
6	Podaljšana apnena malta	0,02	1700	1050	0,870	20
ZUNAJ						
$U_{\text{(izračunani)}}$	0,599 (W/m²K)	>	$U_{\text{(max. predpisani)}}$	0,280 (W/m²K)		
KS NE ODGOVARJA						

Če so namesto hrastovega parketa položene keramične ploščice, se toplotna prehodnost konstrukcijskega sklopa nekoliko poveča, in sicer znaša **0,652 W/m²K**.

V primeru stropa med ogrevanimi prostori medetažna konstrukcija ustreza zahtevam iz tehnične smernice, saj je predpisana maksimalna toplotna prehodnost v tem primeru **1,350 W/m²K**.

Povprečna toplotna prehodnost predelnega elementa med cono 1 in cono 2

Predelni element med cono 1 in cono 2 je sestavljen iz treh različnih KS, zato je treba tudi v tem primeru izračunati njegovo povprečno toplotno prehodnost. Sestavljen je iz stene proti stopnišču (preglednica 10), medetažne konstrukcije – parket (preglednica 12) in medetažne

konstrukcije – ploščice in katerega toplotna prehodnost znaša **0,656 W/m²K**. Površine posameznih KS so podane v preglednici 13. Povprečno toplotno prehodnost predelnega elementa določim z naslednjim izračunom.

$$U_{(\text{povprečni})} = (1,617 \text{ W/m}^2\text{K} * 9,82 \text{ m}^2 + 0,599 \text{ W/m}^2\text{K} * 32,88 \text{ m}^2 + 0,652 * 44,54) / 87,24 \text{ m}^2$$

$$U_{(\text{povprečni})} = 0,741 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Preglednica 13: Površine predelnih elementov med cono 1 in cono 2

	Netransparentni del
Stena proti stopnišču	9,82 m ²
Medetažna konstrukcija – parket	32,88 m ²
Medetažna konstrukcija – ploščice	44,54 m ²
Skupaj	87,24 m ²

Povprečna toplotna prehodnost predelnega elementa med cono 1 in cono 3

Predelni element med cono 1 in cono 3 je sestavljen iz dveh KS, medetažne konstrukcije – parket (preglednica 12) in medetažne konstrukcije – ploščice in katerega toplotna prehodnost znaša **0,656 W/m²K**. Površine posameznih KS so vidne v preglednici 14. Izračunam povprečno toplotno prehodnost predelnega elementa.

$$U_{(\text{povprečni})} = (0,599 \text{ W/m}^2\text{K} * 45,64 \text{ m}^2 + 0,652 \text{ W/m}^2\text{K} * 11,54 \text{ m}^2) / 57,18 \text{ m}^2$$

$$U_{(\text{povprečni})} = 0,610 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Preglednica 14: Površine predelnih elementov med cono 1 in cono 3

	Netransparentni del
Medetažna konstrukcija – parket	45,64 m ²
Medetažna konstrukcija – ploščice	11,54 m ²
Skupaj	57,18 m ²

5.5 Cona 1 (kondicionirana cona)

Cona 1 obsega pritličje in prvo nadstropje ter stopnice iz pritličja v prvo nadstropje, njena kondicionirana površina je 210,82 m². Zunanji ovoj cone tvori zunanja stena s pripadajočim transparentnim delom in strop proti neogrevanemu podstrešju, kjer sta vgrajeni tudi dve strešni okni. Notranji ovoj cone pa meji na cono 2 (kondicionirana cona s kondicionirano kletjo) preko sten stopnišča in medetažne nosilne konstrukcije in cono 3 (nekondicionirana cona z nekondicionirano kletjo) preko medetažne nosilne konstrukcije. Površine posameznih predelnih elementov in njihove toplotne prehodnosti so podane v preglednici 15.

Preglednica 15: Površine ovoja KS cone 1

Površine ovoja KS (zunanje stene) razdeljene na smeri neba			
Smeri neba	Transparentni del (okna in vrata)	Netransparentni del	Skupaj
V	12,93 m ²	44,76 m ²	57,60 m ²
Z	12,36 m ²	45,24 m ²	57,60 m ²
S	8,59 m ²	52,61 m ²	61,20 m ²
J	18,60 m ²	49,02 m ²	67,62 m ²
Skupaj	52,48 m ²	191,54 m ² U = 0,544 W/m ² K	244,02 m ²
Površina stropa proti neogrevanemu podstrešju	2,16 m ²	136,86 m ² U = 0,312 W/m ² k	139,02 m ²
Površina med cono 1 in cono 2	1,68 m ² U = 2,194 W/m ² K	87,24 m ² U = 0,741 W/m ² K	88,92 m ²
Površina med cono 1 in cono 3	0	57,18 m ² U = 0,610 W/m ² K	57,18 m ²

Preglednica 16: Razdelitev transparentnega dela cone 1 na okna in vrata po smereh neba

Smeri neba	Dimenzije oken (m) (š/v)	Faktor okvirja	U (W/m ² K)	Število oken	Dimenzije vrat (m)	U (W/m ² K)	Število vrat
V	1,2/1,5	0,278	2,663	5	0		0
	0,8/2,1	0,321	2,660	1			
	1,5/1,5*	0,307	2,715	1			
Z	1,5/1,5*	0,307	2,715	4	0		0
	0,8/2,1	0,321	2,606	2			
S	1,2/0,8	0,375	2,641	3	1,5/2,1	1,039	1
	1,1/0,8	0,386	2,637	1	0,8/2,1	1,039	1
J	1,6/2,1*	0,265	2,724	5	0		0
	1,2/1,5	0,278	2,663	1			
Horizontalno	0,9/1,2	0,352	2,646	2	0		0

Opomba: * dvokrilna okna

Iz preglednice 16 je razvidno, da toplotna prehodnost vertikalnih in strešnih oken ter balkonskih vrat močno presega vrednosti, ki jih predpisuje tehnična smernica, prav tako so dotrajana tudi tesnila. Vsekakor z vgradnjo novih, dobro toplotno izolativnih oken s tesnili v treh ravninah močno zmanjšamo transmisijske in prav tako ventilacijske izgube.

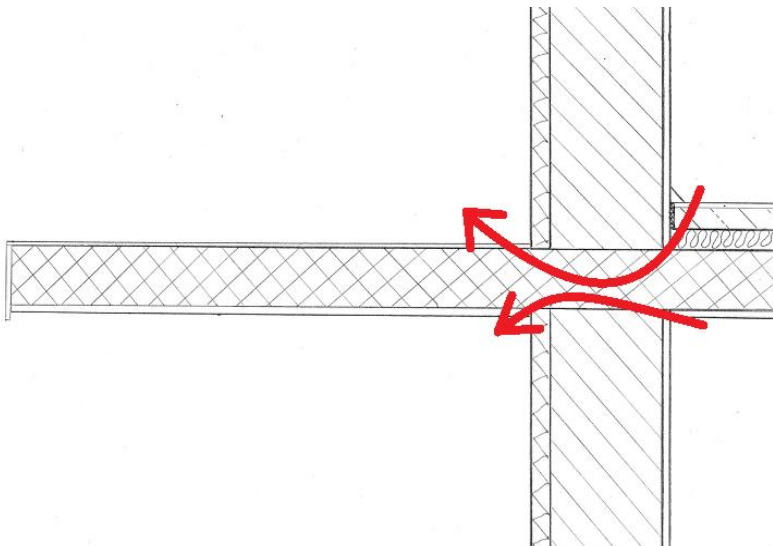
Toplotna prehodnost vhodnih vrat pa je nižja od predpisane, smiselno bi bilo zamenjati samo tesnila, ki so dotrajana, tako bi prihranili pri ventilacijskih izgubah.

Toplotni most

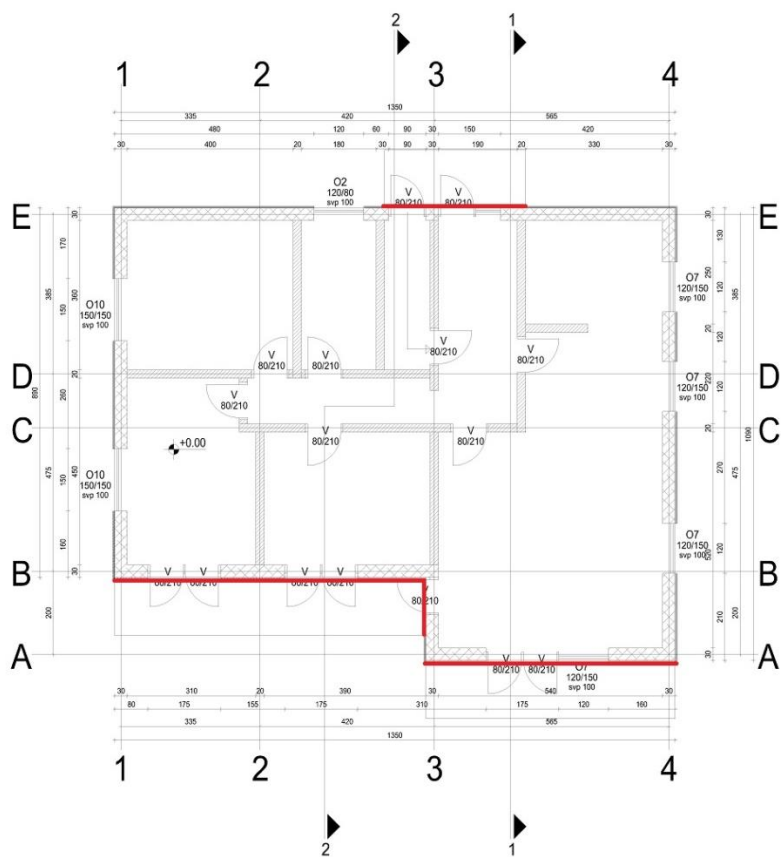
Upoštevam samo en toplotni most (slika 16), katerega linijska toplotna prehodnost (Ψ) je zelo velika in bo posledično imel velik vpliv na porabo energije. Stavba ima veliko balkonov v skupni dolžini 35,5 m, kar je razvidno iz slike 17 in 18. To je najpogostejši toplotni most, ki ga je pri obstoječih stavbah težko sanirati. Ena izmed možnosti je, da balkon oblepimo s toplotno izolacijo nad in pod ploščo, vendar pa ta ukrep ni vedno tehnično izvedljiv zaradi

odprtin, kot so balkonska vrata, saj se ta v primeru nezadostnega odmika pragu vrat nad ploščo balkona ne morejo odpirati. Druga možnost pa je celotna odstranitev balkonov.

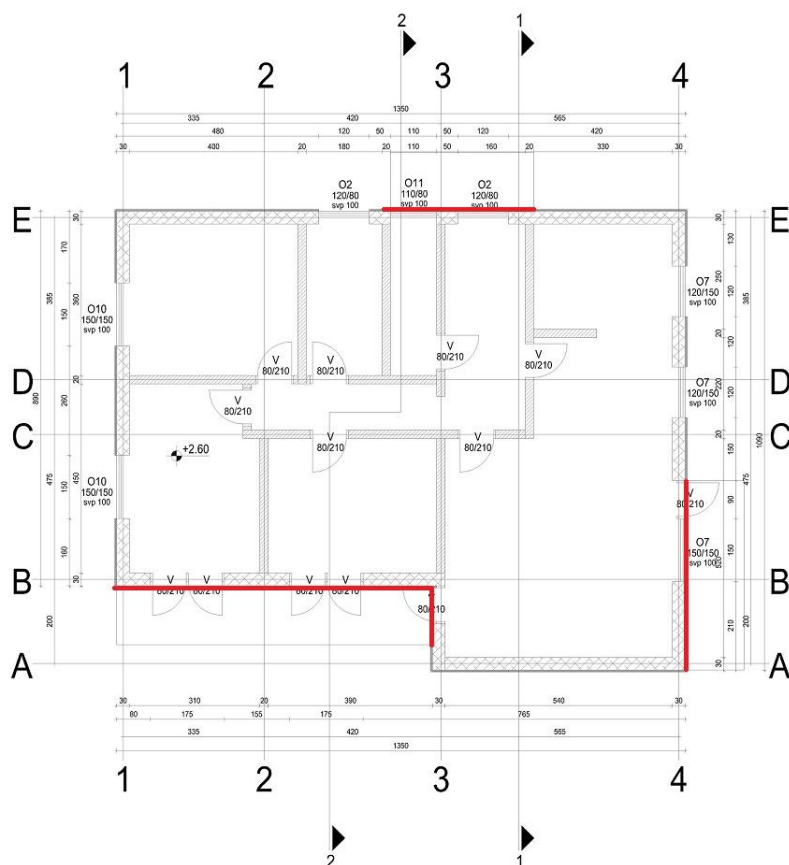
Linijna toplotna prehodnost toplotnega mostu – balkon (Ψ) = **0,95 W/mK** [29]



Slika 16: Toplotni most – balkon



Slika 17: Tloris pritličja z označeno dolžino toplotnega mostu



Slika 18: Tloris prvega nadstropja z označeno dolžino toplotnega mostu

Pri temeljih toplotnega mostu ni, saj zunanje stene in prav tako tudi tla proti terenu niso toplotno izolirana. Ψ -faktor geometrijskega toplotnega mostu na vogalih stavbe pa je zaradi zunanjega sistema določanja mer celo negativen ($\Psi = -0,05 \text{ W/mK}$).

Negativen Ψ -faktor toplotnega mostu pomeni, da bo upoštevanje tega toplotnega mostu imelo ugoden vpliv na porabo energije za ogrevanje v stavbah. Prav tako je Ψ -faktor zelo majhen, kar pomeni, da bo imel tudi majhen vpliv na porabo energije, zato tega toplotnega mostu pri računu toplotne bilance stavbe ne upoštevam.

5.6 Cona 2 (ogrevana cona s kondicionirano kletjo)

Del kleti je bil kasneje predelan v garsonjero z ločeno kopalnico, njena kondicionirana površina je $60,06 \text{ m}^2$. Poleg nje so še kurilnica in prostor za drva ter hodnik povezan s stopniščem. V teh prostorih prav tako upoštevam notranjo projektno temperaturo $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Zunanji ovoj cone tvorijo zunanja stena (cokel), stena proti terenu in tla proti terenu. Notranji ovoj cone pa meji na cono 1 preko sten stopnišča in medetažne nosilne konstrukcije ter na garažo (cona 3) preko stene. Pri garsonjeri pričakujem največje transmisijske izgube, saj zunanje stene in prav tako tla proti terenu niso izolirana. Tudi stena proti neogrevani garaži (cona 3) ni izolirana. Površine posameznih predelnih elementov in njihove toplotne prehodnosti so podane v preglednici 17.

Preglednica 17: Površine ovoja KS cone 2

Površine ovoja KS (zunanje stene) razdeljene na smeri neba				
Smeri neba	Transparentni del (okna in vrata)	Netransparentni del (pod terenom)	Netransparentni del (nad terenom)	Skupaj
V	2,88 m ²	16,35 m ²	6,93 m ²	26,16 m ²
Z	1,68 m ²	0	3,12 m ²	4,80 m ²
S	0	10,8 m ²	6,48 m ²	17,28 m ²
J	0,36 m ²	0	17,88 m ²	18,24 m ²
Skupaj	4,92 m ²	27,15 m ² R = 0,724 m ² K/W	34,41 m ² U = 1,361 W/m ² K	66,48 m ²
Tla na terenu	0	76,24 m ² R = 0,194 m ² K/W P(m) = 27,7 z(m) = 0,98	0	76,24 m ²
Površina med cono 1 in cono 2	1,68 m ² U = 2,194 W/m ² K	0	87,24 m ² U = 0,741 W/m ² K	88,92 m ²
Površina med cono 2 in cono 3	1,68 m ² U = 2,194 W/m ² K	0	26,88 m ² U = 1,797 W/m ² K	28,56 m ²

Preglednica 18: Razdelitev transparentnega dela cone 2 na okna in vrata po smereh neba

Smeri neba	Dimenzije oken (m) (š/v)	Faktor okvirja	U (W/m ² K)	Število oken	Dimenzije vrat (m)	U (W/m ² K)	Število vrat
V	1,2/0,8*	0,438	2,682	3	0		0
Z	0		0	0	0,8/2,1	1,1	1
J	0,6/0,6	0,556	2,568	1	0		0

Opomba: *dvokrilna okna

5.7 Cona 3 (neogrevana cona z nekondicionirano kletjo)

Pretežni del cone 3 zavzema garaža, preostali del pa shramba. Uporabna površina cone je 48,57 m². Zunanji ovoj cone tvorijo zunanja stena (cokel), stena proti terenu in strop proti terenu. Notranji ovoj cone pa meji na cono 1 preko medetažne nosilne konstrukcije in na cono 2 preko notranje stene. Površine posameznih predelnih elementov in njihove toplotne prehodnosti so podane v preglednici 19.

Preglednica 19: Površine ovoja KS cone 3

Površine ovoja KS (zunanje stene) razdeljene na smeri neba				
Smeri neba	Transparentni del (okna in vrata)	Netransparentni del (pod terenom)	Netransparentni del (nad terenom)	Skupaj
Z	2,88 m ²	8,9 m ²	9,58 m ²	21,36 m ²
S	0	6,3 m ²	8,82 m ²	15,12 m ²
J	8,8 m ²	0	5,36 m ²	14,16 m ²
Skupaj	11,68 m ²	15,2 m ² R = 0,724 m ² K/W	23,76 m ² U = 1,361 W/m ² K	50,64 m ²
Tla na terenu	0	57,18 m ² R = 0,162 m ² K/W P(m) = 21,1 z(m) = 0,72 h(m) = 1,68	0	57,18 m ²
Površina med cono 1 in cono 3	0	0	57,18 m ² U = 0,610 W/m ² K	57,18 m ²
Površina med cono 2 in cono 3	1,68 m ² U=1,832 W/m ² K	0	26,88 m ² U = 1,797 W/m ² K	28,56 m ²

Preglednica 20: Razdelitev transparentnega dela cone 3 na okna in vrata po smereh neba

Smeri neba	Dimenzije oken (m)	Faktor okvirja	U (W/m ² K)	Število oken	Dimenzije vrat (m)	U (W/m ² K)	Število vrat
Z	1,2/1,2	0,306	2,656	2	0		0
J	0			0	2,2/2	1,039	2

5.8 Rezultati energetske učinkovitosti brez in z upoštevanjem osenčenosti stavbe

V nadaljevanju prikazujem rezultate za primer, ko ne upoštevam osenčenosti objekta zaradi zunanjih ovir in prav tako za primer, ko osenčenost objekta upoštevam. Predvsem me zanima, kakšen vpliv na porabljeno energijo ima osenčenost objekta. Faktorje osenčenosti objekta podam skladno s standardom SIST EN ISO 13790 [29], dodatek G. Na podlagi inženirske presoje podam tudi faktorje osenčenosti objekta zaradi naravnih ovir. Pri obravnavani stavbi so to sadna drevesa in vinska trta, ki v času visokih temperatur zmanjšujejo potrebni hlad za hlajenje stavbe.

Faktorje osenčenosti izračunam tako, da upoštevam osenčenje objekta zaradi sosednjih stavb iz tabele G.2: korekcijski faktor senčenja za horizont, F_h [29]. Osenčenje, ki ga povzročajo balkoni iz tabele G.3: korekcijski faktor senčenja za nadstreške, F_o [29]. Korekcijske faktorje senčenja zaradi naravnih ovir (F_n) pa podam na podlagi inženirske presoje, vendar pa jih upoštevam samo od maja do konca septembra, ko so sadna drevesa in vinska trta ozelenjena. Faktor osenčenosti stavbe (F_s) nato izračunam z enačbo (2).

$$F_s = F_h * F_o * (F_n) \quad [30] \quad (2)$$

Izračunani faktorji osenčenosti so glede na orientacijo zunanje ploskve stavbe in mesece v letu podani v preglednici 21.

Preglednica 21: Faktorji osenčenosti objekta zaradi zunanjih ovir

Mesec	Transparentni KS		Faktor osenčenosti objekta $F_{sh, ob}$				
	Nočna izolacija	Senčila	Horiz.	J	S	V	Z
JAN	Ne	Ne	1.00	0.72	0.78	0.54	0.95
FEB	Ne	Ne	1.00	0.72	0.78	0.54	0.95
MAR	Ne	Ne	1.00	0.72	0.78	0.54	0.95
APR	Ne	Ne	1.00	0.72	0.78	0.54	0.86
MAJ	Ne	Ne	1.00	0.65	0.78	0.33	0.86
JUN	Ne	Ne	1.00	0.65	0.78	0.33	0.86
JUL	Ne	Ne	1.00	0.65	0.78	0.33	0.86
AVG	Ne	Ne	1.00	0.65	0.78	0.33	0.86
SEP	Ne	Ne	1.00	0.65	0.78	0.33	0.86
OKT	Ne	Ne	1.00	0.78	0.78	0.54	0.95
NOV	Ne	Ne	1.00	0.78	0.78	0.54	0.95
DEC	Ne	Ne	1.00	0.78	0.78	0.54	0.95
V ogrevalni sezoni	Ne	Ne	1.00	0.72	0.78	0.54	0.95

Preglednica 22: Kazalniki energetske učinkovitosti brez in z upoštevanjem osenčenosti stavbe

	Koeficient specifičnih transmissijskih izgub H_t' (W/m^2K)	Potrebna letna toplota za ogrevanje Q_{NH}/A_u (KWh/m^2a)	Potrebni letni hlad za hlajenje Q_{NC}/A_u (KWh/m^2a)
Brez upoštevanja osenčenosti stavbe	0,89	174,77	5,29
Z upoštevanjem osenčenosti stavbe	0,89	184,16	1,16
Razlika (%)	0	-5,37	78,07

Kot sem predvideval, upoštevanje osenčenosti stavbe (preglednica 22) poveča potrebno letno toploto za ogrevanje, medtem ko zmanjša potreben letni hlad za hlajenje stavbe. Letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe se poveča za 5,37 %, potrebni hlad za hlajenje stavbe pa se zmanjša le na 1,16 kWh na kvadratni meter hlajene površine, kar predstavlja kar 78,07 % prihranek energije pri hlajenju. Seveda osenčenost stavbe ne vpliva na koeficient specifičnih transmissijskih izgub.

5.9 Računska energetska izkaznica po pravilniku o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb

V nadaljevanju izpolnim računsko energetske izkaznice skladno s Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb, pri tem upoštevam osenčenost objekta, saj prikazuje realnejše rezultate.

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice: 1 Velja do: 1.9.2025

Identifikacijska oznaka stavbe, posameznega dela ali delov stavbe:

Klasifikacija stavbe: Dvostanovanjska
Leto izgradnje: 1985
Naslov stavbe: Dimčeva ul. 4, Medvode

Kondicionirana površina stavbe A_k (m²) 270,88
Parcelna št.: 208/5
Katastrska občina: 1973

Vrsta izkaznice: računsko

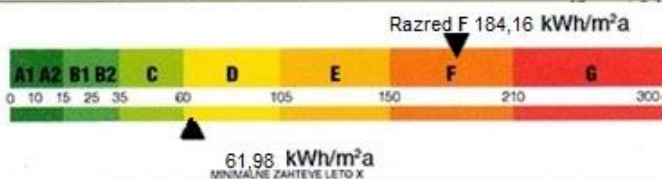
Vrsta stavbe: stanovanjska

Naziv stavbe:*

fotografija stavbe (obvezno vstaviti)



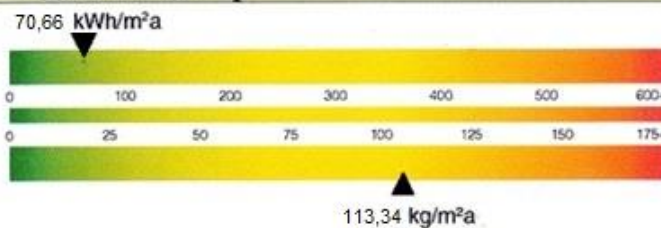
Potrebna toplota za ogrevanje



Dovedena energija za delovanje stavbe



Primarna energija in Emisije CO₂



Izdajatelj

Izdajatelj d.o.o. (št. pooblastila)

Ime in podpis odgovorne osebe: *Tehovnik*

Opomba: elektronski podpis.

Datum izdaje: 1.9.2015

Izdelovalec

Domen Tehovnik

Ime in podpis: *Tehovnik*

Opomba: elektronski podpis.

Datum izdaje: 1.9.2015

Izdelovalci in energetične izkaznice s podpisom pripravijo, dane obljube katera so sklopljena z Energetskimi zakoni (ZK in ZK-1) in ki so predpisana v prilogi energetične izkaznice.

Energetična izkaznica stavbe je izdelana v skladu s Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetične izkaznice stavbe in z Energetskim zakonom (ZK in ZK-1).

list 1/4

Slika 19: Energetska izkaznica stavbe – obstoječe stanje (list 1/4)

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice: 1 Velja do: 1.9.2025

Vrsta izkaznice: računska

Vrsta stavbe: stanovanjska

Podatki o velikosti stavbe

Kondicionirana prostornina stavbe V_n (m³) 623,02

Celotna zunanja površina stavbe A (m²) 610,40

Faktor oblike $f_o = A/V_n$ (m⁻¹) 0,98

Koordinati stavbe (X,Y): 111523, 454182

Klimatski podatki

Povprečna letna temperatura T_{pp} 9,5 °C

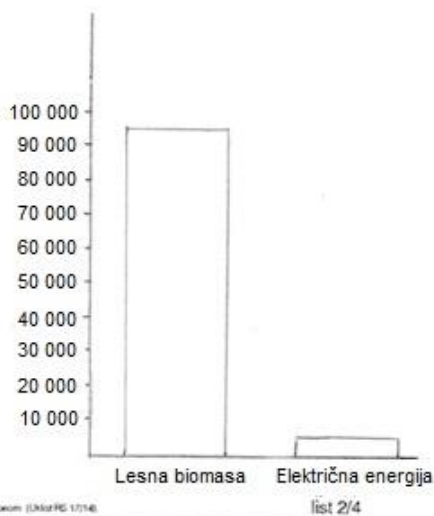
Dovedena energija za delovanje stavbe

Dovedena energija za delovanje stavbe	Dovedena energija	
	kWh/a	kWh/m ² a
Ogrevanje Q_{th}	87 639	323,54
Hlajenje Q_{lc}	0	0
Prezračevanje Q_{zV}	0	0
Ovlaževanje Q_{zst}	0	0
Priprava tople vode Q_{tW}	7 614	23,76
Razsvetljava Q_{lj}	3 833	11,96
Električna energija $Q_{t,ele}$	3 833	11,96
Skupaj dovedena energija za delovanje stavbe	99 086	359,26

Struktura rabe celotne energije za delovanje stavbe po virih energije in energentih (kWh/a)

graf (obvezno vstaviti)

Obnovljiva energija porabljena na stavbi (kWh/a)	95 253
Primarna energija za delovanje stavbe (kWh/a)	19 140
Emisije CO ₂ (kg/a)	30 702



Energetska izkaznica stavbe je izdelana v skladu s Prilžnikom o metodiki izdaje in obliki energetske izkaznice stavbe in z Energetskim zakonom (Služba RS 1714)

list 2/4

Slika 20: Energetska izkaznica stavbe – obstoječe stanje (list 2/4)

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice: 1

Velja do: 1.9.2025

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.

Slika 21: Energetska izkaznica stavbe – obstoječe stanje (list 3/4)

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice: 1

Velja do: 1.9.2025

Vrsta izkaznice: računsko

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 rabi energije v stavbah (PURES)

	dovoljeno	dejansko
Koeficient specifičnih transformacijskih izgub – H_f	0,38	0,89
Letna potrebna toplota za ogrevanje – Q_{tH}	16 790	49 886
Letni potreben hlad za hlajenje – Q_{tK}	13 544	313
Letna primarna energija - Q_p	57 912	19 140

Energetska izkaznica stavbe je izdelana v skladu s Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetske izkaznice stavbe in z Energetskim zakonom (SI 16 270/1).

list 4/4

Slika 22: Energetska izkaznica stavbe – obstoječe stanje (list 4/4)

Kot je razvidno iz zgoraj podane energetske izkaznice stavbe (slika 19–22), je potrebna toplota za ogrevanje trikrat večja od dovoljene, saj je ovoj stavbe slabo izoliran, prav tako je dotrajan transparentni del. Tudi koeficient specifičnih transmissijskih izgub za kar 134 % presega dovoljeno vrednost. Ogrevanje stavbe in priprava tople vode se izvajata z lesno biomaso, zato je primarna energija pod maksimalno dovoljeno vrednostjo, saj je faktor pretvorbe za izračun primarne energije za lesno biomaso le 0,1. Pod dovoljeno vrednostjo je tudi letni potreben hlad za hlajenje stavbe. Stavba izpolnjuje tudi pogoj iz 16. člena PURES 2010, da je najmanj 50 % oskrbovana iz trdne biomase. Če hočemo z energetske sanacije zadostiti PURES 2010, moramo torej zmanjšati potrebno toploto za ogrevanje stavbe in koeficient specifičnih transmissijskih izgub. Prav tako pa ne sme biti presežena nobena izmed mejnih vrednosti, določenih v tabeli 1 točke 3.1.1 tehnične smernice, kjer so predpisane maksimalne dovoljene toplotne prehodnosti posameznih elementov ovoja stavbe.

6 ANALIZA UČINKOVITOSTI UKREPOV ZA ENERGETSKO IZBOLJŠANJE

Obravnavamo posamezne ukrepe energetske sanacije in ovrednotimo njihov učinek (prihranek) glede na obstoječe stanje stavbe, kjer je to smiselno. Pri tem je treba biti pri nekaterih ukrepih (dodatna toplotna izolacija zunanje stene, stropa proti neogrevanemu podstrešju, tal na terenu) pozoren na povečanje površine ovoja stavbe, saj večje površine pomenijo več transmisijskih izgub.

6.1 Ukrep 1 (dodatna izolacija fasade)

Fasada je bila izvedena leta 1987 in je v teh letih že dotrajana in potrebna obnove, tako zaradi samega videza kot tudi dodatne toplotne izolacije zunanega ovoja stavbe. Fasado obložim z dodatno izolacijo, in sicer z rezanimi ploščami iz ekspaniranega polistirena FRAGMAT ESP 70 debeline 10 cm. Toplotno prehodnost KS s tem zmanjšam iz 0,544 W/m²K na 0,227 W/m²K, kot je razvidno iz preglednice 23.

Preglednica 23: Toplotna prehodnost obstoječega ter predpisanega stanja in stanja po energetski sanaciji zunanega zidu (W/m²K)

KS	U(obstoječ)	U(predpisan)	U(novo stanje)
Zunanja stena	0,544	0,280	0,227

Pri tem ukrepu se poveča površina zunanje stene iz 191,52 m² na 195,54 m². Prav tako se poveča površina stropa proti neogrevanemu podstrešju iz 136,86 m² na 141,69 m², saj se zaradi dodane toplotne izolacije na fasadi poveča obseg stavbe, torej bo tudi strop proti neogrevanemu podstrešju zavzel večjo površino.

Preglednica 24: Prihranek energije zaradi dodatne izolacije fasade

	Koeficient specifičnih transmisijskih izgub Ht' (W/m ² K)	Potrebna letna toplota za ogrevanje Q_{NH}/A_u (kWh/m ² a)	Potrebni letni hlad za hlajenje Q_{NC}/A_u (kWh/m ² a)
Obstoječe stanje	0,89	184,16	1,16
Stanje po ukrepu	0,76	159,42	2,31
Razlika (%)	14,61	13,43	-99,14

Z dodatno izolacijo se koeficient specifičnih transmisijskih izgub zmanjša za kar 14,16 %, prav tako se zniža tudi potrebna toplota za ogrevanje stavbe, in sicer za 13,43 %. Potrebna energija za hlajenje pa se skoraj podvoji, saj dodatna toplotna izolacija pomeni, da se stavba v času hladilne sezone težje ohladi v nočnem času. Kljub temu pa je to smiseln ukrep, saj povzroči velike prihranke pri potrebni energiji za ogrevanje, pa tudi fasada je potrebna obnove.

6.2 Ukrep 2 (sanacija toplotnega mostu – balkoni)

Pri obstoječi stavbi je možno sanirati toplotne mostove balkonov s toplotno izolacijo nad in pod ploščo, kot je razvidno iz slike 19, na kateri je prikazana višinska razlika med pragom balkonskih vrat in balkonsko ploščo (20 cm).



Slika 23: Možnost sanacije toplotnega mostu – balkon

Balkone oblepim s toplotno izolacijo od zgoraj in spodaj, in sicer z rezanimi ploščami iz ekspandiranega polistirena FRAGMAT ESP 100 debeline 5 cm. S tem ukrepom zmanjšam transmisijske toplotne izgube, ki jih povzročata balkon.

Preglednica 25: Prihranek energije zaradi sanacije toplotnih mostov

	Koeficient specifičnih transmisijskih izgub H_t' (W/m^2K)	Potrebna letna toplota za ogrevanje Q_{NH}/A_u (kWh/m^2a)	Potrebni letni hlad za hlajenje Q_{NC}/A_u (kWh/m^2a)
Obstoječe stanje	0,89	184,16	1,16
Stanje po ukrepu	0,84	172,99	1,72
Razlika (%)	5,62	6,07	-48,28

Sanacija toplotnih mostov zaradi balkonov predstavlja kar 6 % prihranka potrebne energije za ogrevanje. Poveča pa se potrebna energija za hlajenje za 0,56 kWh/m²a, kar je zanemarljiva vrednost v primerjavi s prihranjeno energijo za ogrevanje. Menim, da je ta ukrep smiseln, plošča balkona bi bila sicer po ukrepu debela skoraj 30 cm, vendar pa bi se to dalo estetsko omiliti s primerno izvedbo balkonske ograje.

Zavedati se je treba, da pri obnovah stavb z namestitvijo dodatne toplotne izolacije na zunanji strani, ne da bi pri tem sanirali toplotni most balkona, povečamo njegov vpliv [31], saj bi bila v tem primeru linijska toplotna prehodnost toplotnega mostu (Ψ) večja.

6.3 Ukrep 3 (dodatna izolacija stropa proti neogrevanemu podstrešju)

Strop proti neogrevanemu podstrešju je izoliran s 15 cm steklene volne in je v primerjavi z ostalimi KS dobro toplotno izoliran, toda še vedno ne ustreza predpisani maksimalni dovoljeni vrednosti vrednosti po PURES 2010. Za dodatno izolacijo stropa bi bilo treba dvigniti streho, saj je del strehe tudi poševen, tam pa ni prostora za vgradnjo dodatne izolacije. Streha je razmeroma ohranjena, tudi strešniki bodo zdržali še vsaj 10 let, vendar pa na strehi ni izveden zračni kanal, kar povzroča pregrevanje prvega nadstropja v poletnih dneh. V sklopu energetske sanacije celotnega ovoja stavbe bi se odločil tudi za toplotno izolacijo strehe in izvedbo zračnega kanala. Z dodatnimi 5 cm steklene volne izničim toplotne mostove, ki jih povzročajo stropniki, in zmanjšam toplotno prehodnost na $0,189 \text{ W/m}^2\text{K}$ in tako zadostim zahtevam tehnične smernice.

Preglednica 26: Toplotna prehodnost obstoječega ter predpisanega stanja in stanja po energetski sanaciji stropa proti neogrevanemu podstrešju ($\text{W/m}^2\text{K}$)

KS	U(obstoječ)	U(predpisan)	U(novo stanje)
Strop proti podstrešju	0,309	0,200	0,189

Pri tem ukrepu se poveča površina zunanje stene iz $191,52 \text{ m}^2$ na $193,98 \text{ m}^2$.

Preglednica 27: Prihranek energije zaradi dodatne izolacije stropa proti neogrevanemu podstrešju

	Koeficient specifičnih transmissijskih izgub H_t' ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Potrebna letna toplota za ogrevanje Q_{NH}/A_u ($\text{kWh/m}^2\text{a}$)	Potrebni letni hlad za hlajenje Q_{NC}/A_u ($\text{kWh/m}^2\text{a}$)
Obstoječe stanje	0,89	184,16	1,16
Stanje po ukrepu	0,86	179,15	1,45
Razlika (%)	3,37	2,72	-25

Z dodatno izolacijo podstrešja pridobimo razmeroma malo prihrankov (preglednica 27), saj je strop proti neogrevanemu podstrešju že v obstoječem stanju dobro izoliran, vendar pa se vseeno odločim za ta ukrep, saj bo treba v kratkem obnoviti streho, pri tem pa bi se izvedel tudi zračni kanal, ki izboljša gradbeno-fizikalno delovanje strehe.

6.4 Ukrep 4 (transparentni del)

Nova okna, balkonska vrata in strešna okna ter zamenjava tesnil na obstoječih vhodnih in garažnih vratih

Toplotna prehodnost transparentnega dela (okna in balkonska vrata) v večini primerov za dvakrat presega predpisane vrednosti, prav tako imajo dotrajana tesnila. Odločim se za vgradnjo alu-les oken Jelopasiv Premium [32], ki so namenjena nizkoenergijskim hišam. Okna imajo troslojno zasteklitev, z zunanje strani pa so zaščitena z aluminijasto masko, ki povečuje trajnost okna. Toplotna prehodnost takih oken je $0,76 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vendar pa je faktor prepustnosti sončnega sevanja nekoliko manjši kot pri obstoječih, in sicer $g = 0,5$.

Vgradim tudi dve novi strešni okni Velux GGU [33] s trojno zasteklitvijo energy star, to je leseno strešno okno, oblitno z belim poliuretanom in je primerno za prostore z visoko zračno vlago kot na primer kopalnico in kuhinjo. Toplotna prehodnost strešnih oken se zmanjša na $1 \text{ W/m}^2\text{K}$, prav tako pa se zmanjša tudi prepustnost zasteklitve za sončno sevanje, in sicer na $g = 0,5$.

Toplotna prehodnost obstoječih vhodnih in garažnih vrat je pod maksimalno dovoljeno vrednostjo, pri njih zamenjam samo tesnila, ki pa so dotrajana.

Z menjavo oken in tesnil bomo zmanjšali tudi infiltracijo zraka skozi stavbni ovoj, tako da predpostavim nižjo urno izmenjavo zraka ($n = 0,6 \text{ h}^{-1}$).

Preglednica 28: Prihranek energije zaradi zamenjave transparentnega dela stavbe

	Koeficient specifičnih transmissijskih izgub H_t' ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)	Potrebna letna toplota za ogrevanje Q_{NH}/A_u ($\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}$)	Potrebni letni hlad za hlajenje Q_{NC}/A_u ($\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}$)
Obstoječe stanje	0,89	184,16	1,16
Stanje po ukrepu	0,73	138,41	1,14
Razlika (%)	17,98	24,84	1,72

Kot je razvidno iz preglednice 28, pridobimo z menjavo transparentnega dela zelo veliko, saj se potrebna toplota za ogrevanje zmanjša skoraj za 25 %. Stavba ima namreč veliko transparentnih površin, ki pa so dotrajana. Prihranki so večji tudi zaradi manjših ventilacijskih izgub. Prav tako je toplotna prehodnost novih oken zelo majhna, veliko manjša od predpisane. Zmanjša se tudi potrebni hlad za hlajenje stavbe, saj je prepustnost sončnega sevanja pri novih oknih manjša.

Nočna izolacija

Nesmiselno bi bilo preveriti, koliko prihranimo, če namestimo senčila ali nočno izolacijo na obstoječa okna, saj so ta nujno potrebna zamenjave. Tako dobljeni rezultati ne bi odražali dejanskega stanja predvsem v primeru senčenja, saj je faktor prepustnosti sončnega sevanja pri novih oknih manjši. Torej obravnavam učinek senčil in prav tako nočne izolacije glede na stanje po menjavi transparentnega dela.

Vgradimo avtomatsko vodene rolete, katerih lamele so polnjene s poliuretansko peno in jih uporabljamo za nočno izolacijo v zimskih dneh ter kot senčila poleti. Rolete uporabimo samo v coni 1, saj je v garsonjeri površina oken majhna, garaža (cona 3) pa je neogrevana.

Nočno izolacijo uporabljamo od začetka oktobra do konca marca. Program TOST upošteva, da se nočna izolacija uporablja 8 ur na dan.

Toplotni upor nočne izolacije $R_{\text{NI}} = 1 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ [34]

Preglednica 29: Prihranek energije zaradi nočne izolacije transparentnega dela stavbe

	Koeficient specifičnih transmissijskih izgub H_t' ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)	Potrebna letna toplota za ogrevanje Q_{NH}/A_u ($\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}$)	Potrebni letni hlad za hlajenje Q_{NC}/A_u ($\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}$)
Stanje po menjavi transparentnega dela	0,73	138,41	1,14
Stanje z uporabo nočne izolacije	0,73	136,74	1,11
Razlika (%)	0	1,21	2,63

Z uporabo nočne izolacije prihranimo 1,21 % potrebne toplote za ogrevanje (preglednica 29), torej ne dosežemo bistvenih prihrankov. Za ta ukrep bi se bilo smiselno odločiti, če bi rolete

uporabljali tudi kot senčila. Vendar pa se v primeru senčenja objekta raje odločim za zunanje žaluzije, saj preprečijo neposredno sevanje sonca, ob tem pa je v prostoru še vedno svetlo.

Senčila

Izboljšana toplotna prehodnost ovoja stavbe pomeni večji potrebni hlad za hlajenje stavbe, zato vrednost prihranka energije za hlajenje z uporabo zunanjih žaluzij vrednotim na koncu, po izvedbi izbranih ukrepov energetske sanacije. Menim, da lahko s pravilno uporabo zunanjih senčil (t. i. krpanke) potrebo po hlajenju stavbe izničim.

6.5 Ukrep 5 (izolacija cokla)

Zunanja stena kletne etaže, ki omejuje garsonjero in garažo, delno meji proti terenu in delno proti zunanjemu zraku. Predvsem me zanima, koliko energije se prihrani, če izoliramo samo cokel in koliko, če izoliramo celotno zunanjo steno, tudi del stene proti terenu. Pričakujem, da z izolacijo cokla prihranimo veliko več energije. Ta ukrep tudi ni tehnično zahteven in ne predstavlja velikih stroškov. Zunanjih sten, ki mejijo na zunanji zrak, je površinsko več, prav tako se pri teh stenah izgublja več energije. Zunanjo steno (cokel) oblepim z dodatno izolacijo FRAGMAT STIROCOKL debeline 13 cm in s tem izboljšam toplotno prehodnost KS na $0,235 \text{ W/m}^2\text{K}$ (preglednica 30).

Preglednica 30: Toplotna prehodnost obstoječega ter predpisanega stanja in stanja po energetski sanaciji cokla ($\text{W/m}^2\text{K}$)

KS	U(obstoječ)	U(predpisan)	U(novo stanje)
Zunanja stena (cokl)	1,361	0,280	0,235

Pri tem ločeno obravnavam cono 2 in cono 3 (neogrevana cona).

Izolacija cokla v coni 2 (kondicionirana cona s kondicionirano kletjo)

Pri tem ukrepu se pri coni 2 poveča površina zunanje stene (cokel) za $0,923 \text{ m}^2$.

Preglednica 31: Prihranek energije zaradi izolacije zunanje stene – cokel (cona 2)

	Koeficient specifičnih transmissijskih izgub H_t' ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Potrebna letna toplota za ogrevanje Q_{NH}/A_u ($\text{kWh/m}^2\text{a}$)	Potrebni letni hlad za hlajenje Q_{NC}/A_u ($\text{kWh/m}^2\text{a}$)
Obstoječe stanje	0,89	184,16	1,16
Stanje po ukrepu	0,78	160,76	1,16
Razlika (%)	12,36	12,71	0

Po ukrepu se potrebna letna energija za ogrevanja zmanjša le za slabih 13 % (preglednica 31), in sicer zato, ker zunanje stene (cokel) kletne etaže niso izolirane. Njihova toplotna prehodnost je skoraj petkrat večja od predpisane. Razlog, da se potrebni hlad za hlajenje stavbe ne poveča je v tem, da kletna etaža ne potrebuje hlajenja, s tem ukrepom pa smo izolirali samo kletno etažo.

Izolacija cokla v coni 3 (nekondicionirana cona z nekondicionirano kletjo)

Pri tem ukrepu se pri coni 3 poveča površina zunanje stene (cokel) za $0,874 \text{ m}^2$.

Preglednica 32: Prihranek energije zaradi izolacije zunanje stene – cokel (cona 3)

	Koeficient specifičnih transmissijskih izgub H_t' (W/m^2K)	Potrebna letna toplota za ogrevanje Q_{NH}/A_u (kWh/m^2a)	Potrebni letni hlad za hlajenje Q_{NC}/A_u (kWh/m^2a)
Obstoječe stanje	0,89	184,16	1,16
Stanje po ukrepu	0,89	181,52	1,26
Razlika (%)	0	1,43	-8,62

Iz preglednice 32 je razvidno, da je prihranek energije pri ogrevanju majhen, saj je cona 3 neogrevana. Poveča se potreba po hlajenju stavbe, zaradi tega, ker neogrevana cona poleti hladi sosednje ogrevane cone. Izolacija cokla ne doprinese veliko, vendar pa je tehnično nezahtevna, prav tako je vizualno potrebna, saj bi bilo nesmiselno izolirati cokel samo na delu kletne etaže.

6.6 Ukrep 6 (izolacija stene proti terenu in cokla)

Steno proti terenu lažje toplotno izoliramo iz notranje strani. Pri tem bi naleteli na težave s toplotnimi mostovi, ki bi se pojavili pri stikih notranjih sten z zunanji, prav tako izolirane stene ne bi imele več funkcije akumuliranja toplote, poleg tega pa bi se nekoliko zmanjšala tudi kondicionirana površina obravnavane cone.

Obloga z izolacijo iz zunanje strani je tehnično zahtevna, odkopati bi bilo treba skoraj celo kletno etažo stavbe, vendar pa bi s tem najbolje rešili obravnavan problem. Pri izvajanju tega ukrepa bi bilo smiselno sanirati tudi toplotni most, ki bi se pojavil pri stiku zunanje stene s temeljem, tako da bi odstranili material do dna temelja in tudi tega obložili s toplotno izolacijo. Zunanjo steno proti terenu oblepim s toplotno izolacijo FRAGMAT STIROCOKL debeline 13 cm, s tem pa zmanjšam toplotno prehodnost KS na $0,236 W/m^2K$, kot je razvidno iz preglednice 33.

Preglednica 33: Toplotna prehodnost obstoječega ter predpisanega stanja in stanja po energetske sanaciji stene proti terenu (W/m^2K)

KS	U(obstoječ)	U(predpisan)	U(novo stanje)
Stena proti terenu	1,381	0,300	0,236

Pri tem ločeno obravnavam cono 2 in cono 3 (neogrevana cona).

Izolacija stene proti terenu in cokla v coni 2

Pri tem ukrepu se pri coni 2 poveča površina stene proti terenu in cokla za $1,56 m^2$. Prav tako se poveča površina tal proti terenu za $3,635 m^2$.

Preglednica 34: Prihranek energije zaradi izolacije stene proti terenu in zunanje stene – cokel (cona 2)

	Koeficient specifičnih transmissijskih izgub H_t' (W/m^2K)	Potrebna letna toplota za ogrevanje Q_{nh}/A_u (kWh/m^2a)	Potrebni letni hlad za hlajenje Q_{nc}/A_u (kWh/m^2a)
Obstoječe stanje	0,89	184,16	1,16
Stanje po ukrepu	0,75	155,75	1,16
Razlika (%)	15,73	15,43	0

Iz preglednice 34 je razvidno, da dodatna izolacija stene proti terenu prinese le 2,71 % prihranka energije za ogrevanje, medtem ko izolacija cokla prinese kar 12,72 % prihranka. Menim, da stene ni smiselno izolirati proti terenu, saj je ukrep tehnično zahteven, prav tako pa predstavlja velike stroške.

Izolacija stene proti terenu in cokla v coni 3

Pri tem ukrepu se pri coni 3 poveča površina stene proti terenu in cokla za 1,248 m². Prav tako se poveča površina tal proti terenu za 2,777 m.

Preglednica 35: Prihranek energije zaradi izolacije stene proti terenu in zunanje stene – cokel (cona 3)

	Koeficient specifičnih transmissijskih izgub H_t' (W/m²K)	Potrebna letna toplota za ogrevanje Q_{NH}/A_u (kWh/m²a)	Potrebni letni hlad za hlajenje Q_{NC}/A_u (kWh/m²a)
Obstoječe stanje	0,89	184,16	1,16
Stanje po ukrepu	0,89	181,55	1,27
Razlika (%)	0	1,42	-8,62

Prihranek potrebne energije za ogrevanje je majhen (preglednica 35) in znaša 1,42 %, saj je cona neogrevana. Zaradi povečanja površin pri tem ukrepu dodatna izolacija stene proti terenu in cokla prispeva celo manj, kot če izoliramo samo cokel.

6.7 Ukrep 7 (izolacija tal proti terenu)

V garsonjeri (cona 2) znaša svetla etažna višina 2,3 m in ker je to bivalni prostor, se ta višina pri rekonstrukciji stanovanjske stavbe ne sme dodatno zmanjševati [35], zato izolacija tal proti terenu iz notranje strani ni možna. Tla proti terenu so delno obložena s parketom, ki je lepjen na podložni beton. Toplotna prehodnost KS je za skoraj 10 večja od predpisane. Na ostalem delu garsonjere pa so tla obložena s ploščicami, kjer je toplotna prehodnost še večja. Preverim, koliko potrebne toplote za ogrevanje se prihrani, če odstranimo celotna tla (parket, beton in del nasutja) in namestimo toplotno izolacijo FRAGMAT ESP 100 debeline 10 cm ter na novo izvedemo tlake in finalno obdelavo. V tem primeru bi dodal tudi zvočno in hidroizolacijo, ki ju v obstoječem stanju ni. Poleg tega bi pri tem saniral tudi toplotni most, ki se bo pojavil zaradi izolacije tal in sten proti terenu, tako da tudi temelje oblepim s stiroporom debeline 10 cm. S tem ukrepom bi toplotno prehodnost zmanjšali na 0,343 W/m²K (preglednica 36).

Preglednica 36: Toplotna prehodnost obstoječega ter predpisanega stanja in stanja po energetska sanaciji tal proti terenu v coni 2 (W/m²K)

KS	U(obstoječ)	U(predpisan)	U(novo stanje)
Tla na terenu	5,146	0,350	0,343

Obravnavam samo cono 2, saj je cona 3 neogrevana.

Pri tem ukrepu se pri coni 2 poveča površina zunanje stene iz 61,56 m² na 64,33 m².

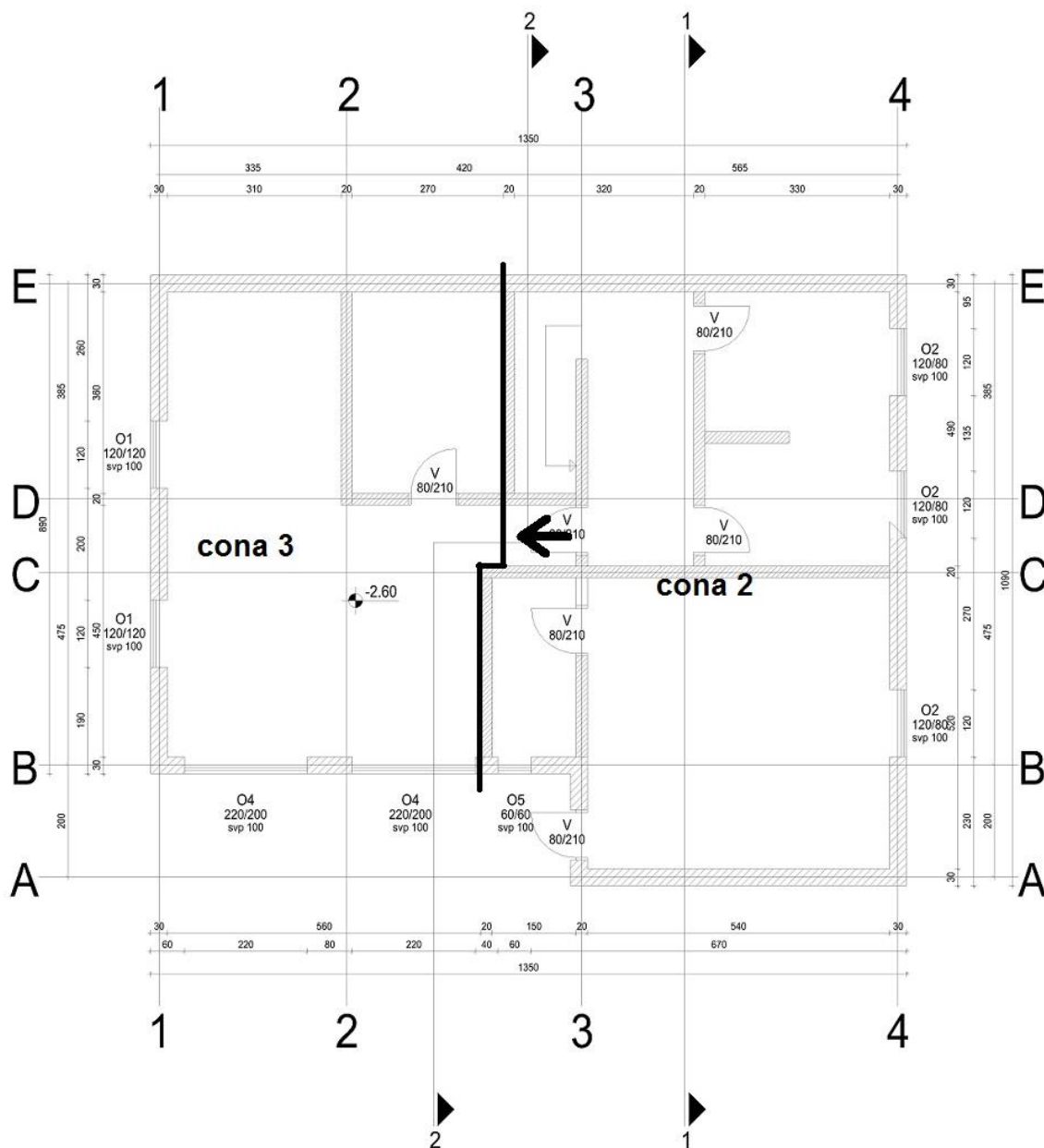
Preglednica 37: Prihranek energije zaradi izolacije tal proti terenu (cona 2)

	Koeficient specifičnih transmissijskih izgub H_t' (W/m^2K)	Potrebna letna toplota za ogrevanje Q_{NH}/A_u (kWh/m^2a)	Potrebni letni hlad za hlajenje Q_{NC}/A_u (kWh/m^2a)
Obstoječe stanje	0,89	184,16	1,16
Stanje po ukrepu	0,85	177,52	1,16
Razlika (%)	4,49	3,61	0

Iz preglednice 37 vidimo, da v primeru dodatne toplotne izolacije tal proti terenu v ogrevani coni 2 (garsonjera) prihranimo 3,61 % energije pri ogrevanju, vendar pa je ta ukrep tehnično zahteven in bi predstavljal velike stroške. Za ta ukrep se za zdaj ne odločim, saj se pri tleh na terenu ne kondenzira vlaga, prav tako ni sledu o vdoru zunanje vode. Tla, kjer stoji obravnavana stavba, so sestavljena iz gramoza in peska, zato meteorna voda hitro odteče. Še vedno pa ostane težava z udobjem bivanja zaradi hladnih tal.

6.8 Ukrep 8 (izolacija stene proti neogrevani coni 3)

Notranje stene med garsonjero (cona 2) in neogrevano garažo (cona 3) niso toplotno izolirane; da bi zadostili tehnični smernici, bi bilo treba steno obložiti z 12 cm toplotne izolacije. S toplotno izolacijo bi obložili steno s strani garaže, pri tem bi imeli težave s hodnikom, ki bi ga s tem ukrepom zožili na 86 cm. Smiselno bi bilo prestaviti vrata med cono 2 in 3, kot je prikazano na sliki 20. V tem primeru izolacija sten ne bi predstavljala težav. S tem ukrepom bi tudi zmanjšali površino stene proti neogrevanemu prostoru in nekoliko povečali tlorisno površino kondicionirane cone 2.



Slika 24: Sprememba pozicije vrat v kletni etaži

Notranjo steno oblepim z rezanimi ploščami iz ekspandiranega polistirena FRAGMAT ESP 70 debeline 12 cm s strani garaže (neogrevana cona 3) in s tem toplotno prehodnost KS zmanjšam na 0,275 W/m²K (preglednica 40).

Preglednica 38: Toplotna prehodnost obstoječega ter predpisanega stanja in stanja po energetske sanaciji stene proti neogrevani garaži (W/m²K)

KS	U(obstoječ)	U(predpisan)	U(novo stanje)
Stena proti neogrevani coni	1,797	0,280	0,275

Pri tem ukrepu se zmanjša površina stene proti neogrevani garaži (cona 3) iz 26,88 m² na 20,64 m². Kondicionirana površina cone 2 pa se poveča za 1,21 m².

Preglednica 39: Prihranek energije zaradi izolacije stene proti neogrevani garaži

	Koeficient specifičnih transmissijskih izgub H_t' (W/m^2K)	Potrebna letna toplota za ogrevanje Q_{NH}/A_u (kWh/m^2a)	Potrebni letni hlad za hlajenje Q_{NC}/A_u (kWh/m^2a)
Obstoječe stanje	0,89	184,16	1,16
Stanje po ukrepu	0,85	174,31	1,16
Razlika (%)	4,49	5,35	0

Z dodatno izolacijo stene proti neogrevani garaži se prihrani 5,35 % energije za ogrevanje (preglednica 41), kar je glede na zahtevnost ukrepa zelo veliko. Velik prihranek je tudi posledica manjše površine predelnega elementa zaradi prestavitve vrat in nekoliko večje kondicionirane površine.

6.9 Ukrep 9 (izolacija medetažne konstrukcije proti neogrevani con 3)

Medetažno konstrukcijo med ogrevano cono 1 in garažo (cona 3) s spodnje strani oblepim z rezanimi ploščami iz ekspaniranega polistirena FRAGMAT ESP 70 debeline 10 cm, tako se toplotna prehodnost KS zmanjša na $0,272 W/m^2K$ (preglednica 42).

Preglednica 40: Toplotna prehodnost obstoječega ter predpisanega stanja in stanja po energetske sanaciji medetažne konstrukcije proti garaži (W/m^2K)

KS	U(obstoječ)	U(predpisan)	U(novo stanje)
Tla proti neogrevani con 3	0,614	0,280	0,272

Preglednica 41: Prihranek energije zaradi izolacije tal proti garaži

	Koeficient specifičnih transmissijskih izgub H_t' (W/m^2K)	Potrebna letna toplota za ogrevanje Q_{NH}/A_u (kWh/m^2a)	Potrebni letni hlad za hlajenje Q_{NC}/A_u (kWh/m^2a)
Obstoječe stanje	0,89	184,16	1,16
Stanje po ukrepu	0,89	179,71	1,33
Razlika (%)	0	2,42	-14,66

Iz preglednica 43 je razvidno, da z dodatno izolacijo stropa neogrevane cone 3 (garaža) prihranimo 2,42 % energije, potrebne za ogrevanje, poveča pa se potrebna energija za hlajenje stavbe, in sicer kar za 14,66 %, zaradi tega, ker garaža poleti hladi cono 1 preko stropa. Menim, da je ukrep smiseln, saj ni tehnično zahteven, prav tako ne predstavlja velikih stroškov.

6.10 Ukrep 10 (mehansko prezračevanje z vračanjem toplote odpadnega zraka)

Pri vrednotenju mehanskega prezračevanja se nanašam na stanje, ko je transparentni del že obnovljen, saj bi na primeru obstoječega stanja dobili nerealne prihranke energije. Torej predpostavim urno izmenjavo zraka $n = 0,6 h^{-1}$ v prostorih namenjenih bivanju.

V obravnavani stavbi ni težav z vlago in plesnijo, vendar pa bi se znali pojaviti po tem, ko bi vgradili nova okna in dodatno izolirali toplotni ovoj stavbe. Stavba bo zaradi vgradnje novega stavbnega pohištva bolj zrakotesna. Sicer bi se to težavo dalo rešiti s pravilnim zračenjem z odpiranjem oken, vendar pa pri tem prihaja do velikih ventilacijskih izgub.

Preglednica 42: Lastnosti in učinkovitost sistema mehanskega prezračevanja za celotno stavbo

	Cona 1	Cona 2
Količina odtoka zraka V_{ex} (m^3/s)	0,08	0,02
Količina dotoka zraka V_{su} (m^3/s)	0,08	0,02
Količina pretoka zraka pri naravnem prezračevanju V_o (m^3/s)	0,08	0,02
Projektna vrednost količine pretoka zraka prezračevalnega sistema $V_{t,d}$ (m^3/s)	0,08	0,02
Del časovnega obdobja, ko so ventilatorji vključeni β (-)	1	1
Učinkovitost rekuperacijskega sistema η_v (-)	0,7	0,7

Glede na tehnično smernico morajo imeti vse prezračevalne naprave vgrajene prenosnike za vračanje toplote zavrženega zraka pri ogrevanju s temperaturnim izkoristkom nad 65 %. Za potrebe te diplomske naloge predpostavim, da je učinkovitost rekuperacijskega sistema 70 %.

Preglednica 43: Dodatni podatki za mehansko prezračevanje

Urna izmenjava zraka pri tlačni razliki 50 Pa n_{50} (h^{-1})	3,00
Koeficient zaščite proti vetru e (-)	0,07
Koeficient izpostavljenosti vetru f (-)	15,00

Preglednica 44: Prihranek energije zaradi mehanskega prezračevanja z vračanjem toplote odpadnega zraka

	Koeficient specifičnih transmisijskih izgub H_t' (W/m^2K)	Potrebna letna toplota za ogrevanje Q_{NH}/A_u (kWh/m^2a)	Potrebni letni hlad za hlajenje Q_{NC}/A_u (kWh/m^2a)
Naravno prezračevanje	0,73	138,41	1,14
Mehansko prezračevanje	0,73	105,25	2,61
Razlika (%)	0	23,96	-128,95

Seveda mehansko prezračevanje nima nikakršnega vpliva na koeficient specifičnih transmisijskih izgub. Pri potrebni toploti za ogrevanje pa prihranimo skoraj 25 % energije, ta vrednost pa bi bila še večja, če bi mehansko prezračevanje vrednotili po izvedbi vseh smiselnih ukrepov energetske sanacije. Vsekakor je mehansko prezračevanje učinkovit in smiseln ukrep in to ne samo zaradi prihranka energije pri ogrevanju. Z mehanskim prezračevanjem zagotovimo stalno dobro kvaliteto zraka in primerno vlažnost brez odpiranja oken in dodatnih ventilacijskih izgub. Rešen je tudi problem zvočne izolacije, saj pri naravnem zračenju z odpiranjem oken zvok iz okolice vdira v notranje prostore in obratno. Pojavijo pa se lahko težave s čiščenjem in vzdrževanjem ventilacijskih kanalov in naprav, kar je predvsem pri centralnih sistemih velika težava, saj lahko vplivajo na pojav določenih alergij.

6.11 Rezultati energetske učinkovitosti po izvedbi smiselnih ukrepov in senčenja stavbe

Izbor smiselnih ukrepov:

- Ukrep 1 (dodatna izolacija fasade)
- Ukrep 2 (sanacija toplotnih mostov, ki jih povzročajo balkoni)
- Ukrep 3 (dodatna izolacija stropa proti neogrevanemu podstrešju)
- Ukrep 4 (transparentni del)
- Ukrep 5 (izolacija cokla)
- Ukrep 8 (izolacija stene proti neogrevani coni 3)
- Ukrep 9 (izolacija medetažne konstrukcije proti neogrevani coni 3)
- Ukrep 10 (mehansko prezračevanje z vračanjem toplote odpadnega zraka)

Preglednica 45: Prihranek energije zaradi izbranih ukrepov energetske sanacije

	Koeficient specifičnih transmisijskih izgub Ht' (W/m^2K)	Potrebna letna toplota za ogrevanje Q_{nh}/A_u (kWh/m^2a)	Potrebni letni hlad za hlajenje Q_{nc}/A_u (kWh/m^2a)
Pred energetske sanacije	0,89	184,16	1,16
Po energetske sanaciji	0,35	32,21	10,00
Razlika (%)	60,67	82,51	-762,07

Kot je razvidno iz preglednice 48, je prihranek potrebne letne toplote za ogrevanje zelo velik, prihranimo kar 82,51 % energije. Tudi koeficient specifičnih transmisijskih izgub se zmanjša za več kot 60 % in je po energetske sanaciji pod dovoljeno vrednostjo. Edina slaba lastnost dobro toplotno izoliranih stavb je povečanje potrebe po hladu, ta se poveča za dobrih 760 % oziroma za 8,84 kWh/m²a.

V nadaljevanju poskušam z uporabo zunanjih senčil izničiti potrebo po hlajenju. Senčila uporabim samo v coni 1, saj je v coni 2 površina oken majhna, zaradi bližine sosednje hiše in sadnih dreves pa so malo časa osončena. Cona 3 pa ni namenjena bivanju.

V coni 1 uporabim zunanje žaluzije (t. i. kranke). V času visokih temperatur predpostavim naklon lamel 60°. Senčila uporabljamo od maja do konca septembra.

- Ukrep 11 (uporaba zunanjih žaluzij)

Preglednica 46: Prihranek energije po izvedbi zunanjih žaluzij (t. i. kranke)

	Koeficient specifičnih transmisijskih izgub Ht' (W/m^2K)	Potrebna letna toplota za ogrevanje Q_{NH}/A_u (kWh/m^2a)	Potrebni letni hlad za hlajenje Q_{NC}/A_u (kWh/m^2a)
Po energetske sanaciji	0,35	32,50	10,08
Po energetske sanaciji z uporabo senčil	0,35	32,50	3,03
Razlika (%)	0	0	69,94

Kot pričakovano, senčila nimajo nikakršnega vpliva na koeficient specifičnih transmisijskih izgub, prav tako ne vplivajo na potrebno toploto po ogrevanju. Potrebni letni hlad za hlajenje pa zmanjšamo za kar 69,94 % (preglednica 49), torej je uporaba zunanjih žaluzij smiselna.

Potrebna energija za hlajenje je zelo majhna, menim, da bi se poleti dalo s pravilnim zračenjem stavbe v zgodnjih jutranjih urah, ko so zunanje temperature nizke, potrebo po hlajenju izničiti.

6.12 Računska energetska izkaznica po Pravilniku o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb po izvedbi smiselnih ukrepov

V nadaljevanju izpolnim računsko energetska izkaznico skladno s Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb, ki bo veljala za stanje po izvedbi zgoraj naštetih ukrepov energetske sanacije, pri tem upoštevam tudi senčenje stavbe z zunanjimi žaluzijami.

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice: 1 Velja do: 1.9.2025

Identifikacijska oznaka stavbe, posameznega dela ali delov stavbe:

Klasifikacija stavbe: Dvostanovanjska
Leto izgradnje: 1985
Naslov stavbe: Dimčeva ul. 4, Medvode

Kondicionirana površina stavbe A_k (m²) 272,09
Parcelna št.: 208/5
Katastrska občina: 1973

Vrsta izkaznice: računsko

Vrsta stavbe: stanovanjska

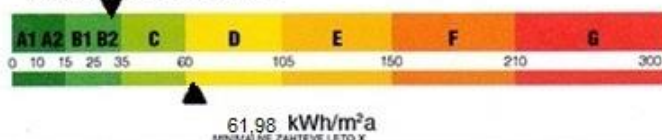
Naziv stavbe:*

fotografija stavbe (obvezno vstaviti)



Potrebna toplota za ogrevanje

Razred B2 32,50 kWh/m²a



Dovedena energija za delovanje stavbe

92,73 kWh/m²a



Primarna energija in Emisije CO₂

44,17 kWh/m²a



33,93 kg/m²a

Izdajatelj

Izdajatelj d.o.o. (št. pooblastila)

Ime in podpis odgovorne osebe:

Opomba: elektronski podpis.

Datum izdaje: 1.9.2015

Izdelovalec

Domen Tehovnik

Ime in podpis:

Opomba: elektronski podpis.

Datum izdaje: 1.9.2015

Izdelovalec izdaja izkaznico s podpisom podpisane, da ne obseja kakovostne ocene skladnosti z Energetskimi zakoni (31/07 RG 1714), ki bi jo sprejela po izpolnitvi energetske izkaznice.

Energetska izkaznica stavbe se izdaja v skladu s Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb in z Energetskim zakonom (31/07 RG 1714).

list 1/4

Slika 25: Energetska izkaznica stavbe – novo stanje (list 1/4)

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice: 1 Velja do: 1.9.2025

Vrsta izkaznice: računsko

Vrsta stavbe: stanovanjska

Podatki o velikosti stavbe

Kondicionirana prostornina stavbe V_n (m³) 625,81
 Celoletna zunanja površina stavbe A (m²) 616,39
 Faktor oblike $f_o = A/V_n$ (m⁻¹) 0,98
 Koordinati stavbe (X,Y): 111523, 454182

Klimatski podatki

Povprečna letna temperatura T_{pov} 9,5°C

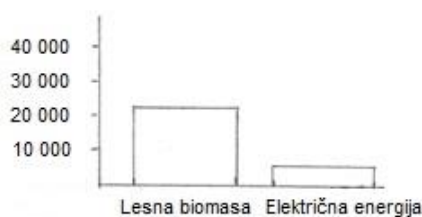
Dovedena energija za delovanje stavbe

Dovedena energija za delovanje stavbe	Dovedena energija	
	kWh/a	kWh/m ² a
Ogrevanje Q_{th}	15 536	57,10
Hlajenje Q_{tc}	0	0
Prezračevanje Q_{tv}	0	0
Ovlaževanje Q_{tst}	0	0
Priprava tople vode Q_{tw}	7 614	23,67
Razsvetljava Q_d	3 848	11,96
Električna energija $Q_{t,elec}$	3 848	11,96
Skupaj dovedena energija za delovanje stavbe	26 998	92,73

Struktura rabe celotne energije za delovanje stavbe po virih energije in energentih (kWh/a)

graf (obvezno vstaviti)

Obnovljiva energija porabljena na stavbi (kWh/a)	23 150
Primarna energija za delovanje stavbe (kWh/a)	12 017
Emissioni CO ₂ (kg/a)	9 232



Energetska izkaznica stavbe je izdelana v skladu s Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetske izkaznice stavbe in z Energetskim zakonom (Uradni list RS, št. 1/11-UB).

list 2/4

Slika 26: Energetska izkaznica stavbe – novo stanje (list 2/4)

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice: 1

Velja do: 1.9.2025

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 rabi energije v stavbah (PURES)

	dovoljeno	dejansko
Koeficient specifičnih transformacijskih izgub – H_T	0,38	0,35
Letna potrebna toplota za ogrevanje – Q_{Nt}	16 790	8 844
Letni potreben hlad za hlajenje – Q_{Nc}	13 544	825
Letna primarna energija – Q_p	57 912	12 017

Slika 27: Energetska izkaznica stavbe – novo stanje (list 4/4)

Kot je razvidno iz zgoraj podane energetske izkaznice (slika 25–27), smo po izvedbi smiselnih ukrepov zadostili PURES 2010 v vseh zahtevah, razen v tistih, ki so podane v tehnični smernici pod točko 3.1.1 (mejne vrednosti toplotne prehodnosti posameznih konstrukcijskih sklopov). Menim, da ukrepa sanacije tal na terenu in stene proti terenu ne doprineseta dovolj prihrankov energije glede na tehnično zahtevnost in s tem povezanimi stroški.

7 ZAKLJUČEK

V obdobju, ko človek s svojim ravnanjem in izkoriščanjem fosilnih goriv prekomerno obremenjuje okolje, je energetska učinkovitost stavb pomemben dejavnik. Stavbe predstavljajo največji potencial za zmanjšanje porabe energije, saj se v EU 40 % skupne energije pretvori v stavbah. Energetska izkaznica stavbe ima pomembno vlogo pri informiranju javnosti o energetske učinkovitosti stavb, prav tako bomo z vzpostavitvijo javne listine o energetske učinkovitosti stavb imeli pregled nad stanjem v EU in na podlagi tega uvajali primerne ukrepe. Verjetno bo energetska izkaznica v prihodnje nujna za vse stavbe, kasneje pa bi lahko bila tudi podlaga za sankcioniranje energetske neučinkovitih.

V diplomski nalogi sem izdelal računsko energetske izkaznico za dvostanovanjsko stavbo s poudarkom na učinkovitosti ukrepov energetske sanacije. Posebej sta me zanimala učinkovitost in doprinos k zmanjšanju porabe energije zaradi posameznega ukrepa. Z izborom smiselnih ukrepov poskušam zadostiti mejnim vrednostim učinkovite rabe energije, ki so podane v 7. členu PURES 2010 (koeficient specifičnih transmisij izgub, letna potrebna toplota za ogrevanje, letni potrebni hlad za hlajenje, letna primarna energija za delovanje sistemov v stavbi in maksimalne predpisane toplotne prehodnosti KS). Stavba že v obstoječem stanju izpolnjuje pogoja glede potrebnega hlada za hlajenje stavbe in primarne energije za delovanje stavbe. Vzrok za majhno primarno energijo je v tem, da se ogrevanje in priprava tople vode v stavbi zagotavljata izključno z lesno biomaso (faktor pretvorbe za izračun primarne energije za lesno biomaso je le 0,1). Koeficient specifičnih transmisij izgub predpisano vrednost presega za kar 134 %, tudi potrebna toplota za ogrevanje je trikrat večja od dovoljene. Po izvedbi vseh smiselnih ukrepov energetske sanacije v celoti ugodim zahtevam iz PURES 2010, razen v primeru mejnih vrednosti toplotnih prehodnosti KS iz tabele 1 točke 3.1.1 tehnične smernice. Menim, da ukrep izolacija stene proti terenu in tal na terenu glede na majhne prihranke in tehnično zahtevnost ukrepa ni smiselna. Po energetske sanaciji se potreba po letni toploti za ogrevanje zmanjša za dobrih 82 %, koeficient specifičnih transmisij izgub pa za 60,67 %. Potrebna energija za ogrevanje stavbe je po izvedenih ukrepih 32,50 kWh/m²a, kar jo uvršča v razred B2.

S primernimi ukrepi energetske sanacije je torej možno tudi obstoječe stavbe narediti energetske učinkovite, še posebej starejše. V Sloveniji je 70 % stavb potrebnih energetske obnove. Četrtno le-teh pa bi bilo treba obnoviti, da bi zadostili ciljem strategije Evropa 2020. V prihodnosti bomo le z učinkovito rabo energije in s pametnimi tehnologijami lahko omejili obremenjevanje okolja in s tem omogočili kvalitetnejše bivanje prihodnim generacijam.

VIRI

- [1] Janežič, L. 2015. Energetika Ljubljana, Energija – nekoč in danes. Priročnik. <http://www.ekosola.si/uploads/2010-08/Energija-prirocnik-web.pdf> (Pridobljeno 3. 6. 2015.)
- [2] Sachs, J. 2015. The age of sustainable development: 544 str.
- [3] World Bank. 2012. Turn down the heat. Why a 4C warmer world must be avoided. http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSPContentServer/WDSP/IB/2012/12/20/000356161_20121220072749/Rendered/PDF/NonAsciiFileName0.pdf (Pridobljeno 7. 6. 2015.)
- [4] Rockstrom Johan. 2009. A safe operating space for humanity. Nature Vol 46/24 September 2009: pp 472–475. http://steadystate.org/wp-content/uploads/2009/12/Rockstrom_Nature_Boundaries.pdf (Pridobljeno 21. 6. 2015.)
- [5] Energetska učinkovitost in energetske izkaznice – učinkovita raba energije. 2015. <http://www.energetska-ucinkovitost.si/energetska-odvisnost/evropska-odvisnost> (Pridobljeno 12. 6. 2015.)
- [6] Evropa 2020. 2015. http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/index_sl.htm (Pridobljeno 20. 6. 2015.)
- [7] Direktiva 2010/31/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. maja 2010 o energetske učinkovitosti stavb. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:SL:PDF> (Pridobljeno 21. 6. 2015.)
- [8] Statistični urad RS. 2014. Energetika, Slovenija. <http://www.stat.si/StatWeb/prikazi-novico?id=5190&naslov=Energetika-Slovenija-2014> (Pridobljeno 7. 6. 2016.)
- [9] Ministrstvo za infrastrukturo. 2014. Akcijski načrt za energetske učinkovitost. <http://www.energetika-portal.si/dokumenti/strateski-razvojni-dokumenti/akcijski-nacrt-za-energetske-ucinkovitost/> (Pridobljeno 1. 7. 2015.)
- [10] Pahor, M. 2011. Energetske učinkovite prenove večstanovanjskih objektov. <http://www.ceeol.com/aspx/getdocument.aspx?logid=5&id=f73013f0ac754fb19cdee8913f0ed365> (Pridobljeno 16. 7. 2015.)
- [11] Krainer, A., Perdan, R. 2012. Računalniški program TEDI – uporabniški priročnik. Ljubljana, UL FGG.
- [12] Krainer, A., Perdan, R. 2012. Računalniški program TOST – uporabniški priročnik. Ljubljana, UL FGG.
- [13] Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. Ur. l. RS, št. 52/2010: 7840. <https://www.uradni-list.si/1/content?id=98727> (Pridobljeno 1. 7. 2015.)

- [14] Direktiva 2002/91/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 16. decembra 2002 o energetske učinkovitosti stavb.
<http://www.zenergija.si/images/direktiva-EPBD-2002-91-ES.pdf> (Pridobljeno 5. 8. 2015.)
- [15] Zakon o spremembah in dopolnitvah Energetskega zakona (EZ-B). Ur. l. RS, št. 118/2006: 12401.
<http://www.uradni-list.si/1/content?id=76415> (Pridobljeno 5. 8. 2015.)
- [16] Zakon o spremembah in dopolnitvah Energetskega zakona (EZ-E). Ur. l. RS, št. 10/2012: 793.
<http://www.uradni-list.si/1/content?id=107398> (Pridobljeno 5. 8. 2015.)
- [17] Energetski zakon (EZ-1). Ur. l. RS, št. 17/2014: 1787.
<https://www.uradni-list.si/1/content?id=116549> (Pridobljeno 5. 8. 2015.)
- [18] Ministrstvo za infrastrukturo. 2014. Nov energetski zakon (EZ-1) objavljen v uradnem listu RS.
<http://www.energetika-portal.si/novica/n/nov-energetski-zakon-ez-1-objavljen-v-uradnem-listu-rs-8790/> (Pridobljeno 23. 6. 2015.)
- [19] Tehnična smernica za graditev TSG-1-004:2010. Učinkovita raba energije. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor.
http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/prostor/graditev/TSG-01-004_2010.pdf (Pridobljeno 1. 7. 2015.)
- [20] Krainer, A., Galonja S. 2010. PURES 2010 – možnosti in priložnosti. Finance 246/2010.
<http://www.finance.si/297916/PURES-2010---mo%C5%BEnosti-in-prilo%C5%BEnosti> (Pridobljeno 1. 7. 2015.)
- [21] Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb. Ur. l. RS, št. 92/2014: 10302.
<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlurid=20143699> (Pridobljeno 1. 7. 2015.)
- [22] Ministrstvo za infrastrukturo. 2014. Sprejet nov pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic.
<http://www.energetika-portal.si/novica/n/aktualne-novosti-ki-jih-prinasa-pravilnik-o-metodologiji-in-izdaji-energetskih-izkaznic-stavb-9180/> (Pridobljeno 1. 7. 2015.)
- [23] Ministrstvo za infrastrukturo. 2015. Energetske izkaznice stavb.
www.energetika-portal.si/podrocja/energetika/energetske-izkaznice-stavb (Pridobljeno 14. 7. 2015.)
- [24] Energetska izkaznica. Računska izkaznica. 2015.
<http://e-izkaznica.si/racunska-energetska-izkaznica> (Pridobljeno 14. 7. 2015.)
- [25] Energetska izkaznica. Merjena izkaznica. 2015.
<http://e-izkaznica.si/merjena-izkaznica/> (Pridobljeno 14. 7. 2015.)
- [26] Energetska izkaznica stavbe. Podrobnosti in zakonodaja o energetski izkaznici. 2015.
<http://energetskaizkaznica.si/podrobnosti-o-izkaznici> (Pridobljeno 20. 7. 2015.)

- [27] Ministrstvo za infrastrukturo. 2015. Izdajatelj energetskih izkaznic. <http://www.energetika-portal.si/podrocja/energetika/energetske-izkaznice-stavb/izdajatelj-energetskih-izkaznic> (Pridobljeno 22. 7. 2015.)
- [28] Kako postati neodvisen strokovnjak za izdelavo energetskih izkaznic stavb. 2015. http://www.ee.fs.uni-lj.si/ZAPS-LOTZ/vprasanja_2.html (Pridobljeno 26. 7. 2015.)
- [29] SIST EN ISO 14683:2008 – Toplotni mostovi v stavbah – Linearna toplotna prehodnost – Poenostavljena metoda in privzete vrednosti (ISO 14683:2007).
- [30] SIST EN ISO 13790:2008 – Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling.
- [31] Amon, J., 2015. Analiza učinkovitosti ukrepov za odpravo tipičnih toplotnih mostov. Diplomsko naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba J. Amon): str. 26.
- [32] Jelovica. 2015. <http://www.jelovica-okna.si/les-alu-aluminij-okna.html> (Pridobljeno 25. 9. 2015.)
- [33] Velux. 2015. <http://www.velux.si/izdelki/strešna-okna/klasična> (Pridobljeno 25. 9. 2015.)
- [34] Miko, B., 2013. Prenova stavbe v skoraj nič energijsko hišo. Diplomsko naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba B. Miko): str. 17.
- [35] Pravilnik o minimalnih tehničnih zahtevah za graditev stanovanjskih stavb in stanovanj. Ur. l. RS, št. 1/2011: 133. <https://www.uradni-list.si/1/content?id=101837> (Pridobljeno 11. 8. 2015.)
- Medved, S. 2014. Gradbena fizika II, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo: 328 str.

PRILOGE

PRILOGA A: PRIMER RAČUNSKE ENERGETSKE IZKAZNICE STAVBE

PRILOGA B: PRIMER MERJENE ENERGETSKE IZKAZNICE STAVBE

PRILOGA C: PRIMER PRIPOROČIL ZA ENERGETSKO SANACIJO

PRILOGA A: PRIMER RAČUNSKE ENERGETSKE IZKAZNICE STAVBE

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice: _____ Velja do: _____

Identifikacijska oznaka stavbe, posameznega dela ali delov stavbe:

Klasifikacija stavbe:
Leto izgradnje:
Naslov stavbe:

Kondicionirana površina stavbe A_h (m²)
Parcelna št.:
Katastrska občina:

Vrsta izkaznice: računska

Vrsta stavbe: stanovanjska

Naziv stavbe:*

fotografija stavbe (obvezno vstaviti)

Potrebna toplota za ogrevanje

Razred **B2** XXX kWh/m²a



XXX kWh/m²a
MINIMALNE ZAHTEVE LETO X

Dovedena energija za delovanje stavbe

XXX kWh/m²a



Primarna energija in Emisije CO₂

SKORAJ NI-ENERGETSKA STAVBA (XXX kWh/m²a)

XXX kWh/m²a



XXX kg/m²a

Izdajatelj

Izdajatelj d.o.o. (št. pooblastila)
Ime in podpis odgovorne osebe:
Opomba: elektronski podpis,
Datum izdaje:

Izdelovalec

Janez Novak (št. pooblastila)
Ime in podpis:
Opomba: elektronski podpis,
Datum izdaje:

Izdelovalec te energetske izkaznice s podpisom potrjuje, da ne obseja katastra od okolice iz Energetičnega zakona (Uradni RS 1714), ki bi ni priloževati izdelavo energetske izkaznice

Energetska izkaznica stavbe je izdelana v skladu s Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetske izkaznice stavbe in z Energetskim zakonom (Uradni RS 1214).

list 1/4

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice:

Velja do:

Vrsta izkaznice: računska

Vrsta stavbe: stanovanjska

Podatki o velikosti stavbe

Kondicionirana prostornina stavbe V_a (m³)

Celotna zunanja površina stavbe A (m²)

Faktor oblike $f_o = A/V_a$ (m⁻¹)

Koordinati stavbe (X,Y):

Klimatski podatki

Povprečna letna temperatura T_{pov}

Dovedena energija za delovanje stavbe

Dovedena energija
za delovanje stavbe

Dovedena energija
kWh/a kWh/m²a

Struktura rabe celotne energije za delovanje
stavbe po virih energije in energentih (kWh/a)

Ogrevanje Q_{og}

Hlajenje Q_{hl}

Prezračevanje Q_{pr}

Ovlaževanje Q_{ov}

Priprava tople vode Q_{tpv}

Razsvetljava Q_{rs}

Električna energija Q_{el}

Skupaj dovedena energija
za delovanje stavbe

graf (obvezno vstaviti)

Obnovljiva energija
porabljena na stavbi (kWh/a)

Primarna energija
za delovanje stavbe (kWh/a)

Emisije CO₂ (kg/a)

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice:

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 rabi energije v stavbah (PURES)

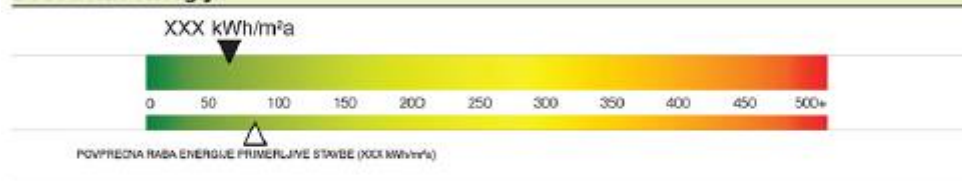
	dovoljeno	dejansko
Koeficient specifičnih transformacijskih izgub – H_T		
Letna potrebna toplota za ogrevanje – Q_{HE}		
Letni potreben hlad za hlajenje – Q_{NC}		
Letna primarna energija – Q_p		

PRILOGA B: PRIMER MERJENE ENERGETSKE IZKAZNICE STAVBE

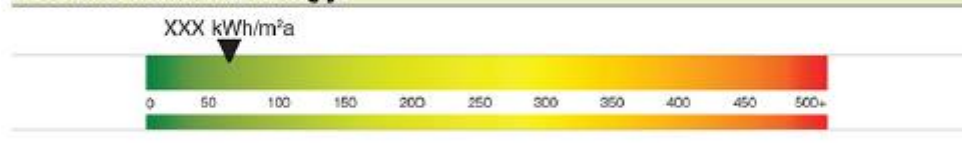
ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi	Vrsta izkaznice: merjena
Št. izkaznice: _____ Velja do: _____	Vrsta stavbe: nestanovanjska
Identifikacijska oznaka stavbe, posameznega dela ali delov stavbe: _____	Naziv stavbe:* _____
Klasifikacija stavbe: _____	fotografija stavbe (obvezno vstaviti)
Leto izgradnje: _____	
Naslov stavbe: _____	
Kondicionirana površina stavbe A_k (m ²): _____	
Parcelna št.: _____	
Katastrska občina: _____	

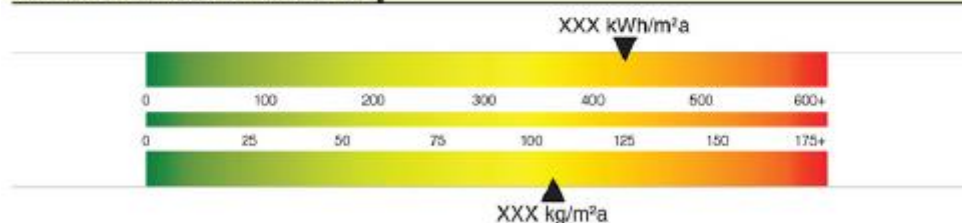
Dovedena energija



Dovedena električna energija



Primarna energija in Emisije CO₂



Izdajatelj

Izdajatelj d.o.o. (št. pooblastila)
Ime in podpis odgovorne osebe:
Opcije: elektronski podpis,
Datum izdaje:

Izdelovalec

Janez Novak (št. pooblastila)
Ime in podpis:
Opcije: elektronski podpis,
Datum izdaje:

Izdelovalci te energetske izkaznice s podpisom potrjujejo, da ne odstopajo od obvezil iz Energetskega zakona (Uradni RS 12714), ki bi ne preprečevali izdelavo energetske izkaznice.

Energetska izkaznica stavbe je izdelana v skladu s Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetske izkaznice stavbe in z Energetskim zakonom (Uradni RS 12714).

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice:

Velja do:

Vrsta izkaznice: merjena

Vrsta stavbe: nestanovanjska

Podatki o stavbi

Koordinati stavbe (X,Y):

Energent dovedena	Enote	Količina porabljenega energenta	Dovedena energija kWh/a	Primarna energija kWh/a	Emisije CO ₂ kg/a
ELKO	L				
UNP	m ² , l, kg*				
Zemeljski plin	sm ³				
Daljinska toplota	kWh				
Lesna biomasa	kg				
Premog	kg				
Elektrika	kWh				

Skupaj

Energent odvedena	Enote	Količina porabljenega energenta	Dovedena energija kWh/a	Primarna energija kWh/a	Emisije CO ₂ kg/a
Odvedena elektrika (veter, kogeneracija, sonce)	kWh				
Odvedena toplota v stavbi (kogeneracija)	kWh				
Odvedena toplota v stavbi (drugo)	kWh				

Skupaj



Dovedena energija se porablja za:

pripravo tople vode:

Dovedena električna energija vključuje energijo za:

ogrevanje

toplo vodo

prezračevanje

razsvetljavo

hlajenje

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice:

Velja do:

Vrsta izkaznice: merjena

Vrsta stavbe: nestanovanjska

Splošni opis stavbe

Zunanji ovoj stavbe

Raba energije

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice:

Velja do:

Vrsta izkaznice: merjena

Vrsta stavbe: nestanovanjska

Vgrajeni sistemi

Izkušnje uporabnikov stavbe

Težave pri izdelavi merjene energetske izkaznice

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice:

Velja do:

Vrsta izkaznice: merjena

Vrsta stavbe: nestanovanjska

Komentar k meritvam in posebni robni pogoji

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

PRILOGA C: PRIMER PRIPOROČIL ZA ENERGETSKO SANACIJO

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi

Št. izkaznice:

Velja do:

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
Priklon 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.