

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:

Košir, T., 2014. Vpliv izboljšanja energetske učinkovitosti na tržno vrednost stanovanjskih hiš. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentorica Šubic-Kovač, M., somentorica Kristl, Ž.): 98 str.

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:

Košir, T., 2014. Vpliv izboljšanja energetske učinkovitosti na tržno vrednost stanovanjskih hiš. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Šubic-Kovač, M., co-supervisor Kristl, Ž.): 98 pp.

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



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

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ
GRADBENIŠTVA
KOMUNALNA SMER

Kandidat:

TILEN KOŠIR

VPLIV IZBOLJŠANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI NA TRŽNO VREDNOST STANOVANJSKIH HIŠ

Diplomska naloga št.: 3366/KMS

IMPACT OF IMPROVED ENERGY EFFICIENCY ON MARKET VALUE OF RESIDENTIAL HOUSES

Graduation thesis No.: 3366/KMS

Mentorica:

izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač

Predsednik komisije:

izr. prof. dr. Janko Logar

Somentorica:

doc. dr. Živa Kristl

Član komisije:

izr. prof. dr. Jana Šelih

Ljubljana, 27. 01. 2014

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Podpisani **Tilen Košir** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom »**VPLIV IZBOLJŠANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI NA TRŽNO VREDNOST STANOVANJSKIH HIŠ**«.

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

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Tilen Košir

Ljubljana, 14. 01. 2014

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	332.622:699.86(497.4)(043.2)
Avtor:	Tilen Košir
Mentorica:	izr.prof.dr. Maruška Šubic-Kovač
Somentorica:	doc.dr. Živa Kristl
Naslov:	Vpliv izboljšanja energetske učinkovitosti na tržno vrednost stanovanjskih hiš
Tip dokumenta:	Diplomska naloga – univerzitetni študij
Obseg in oprema:	98 str., 28 tab., 10 sl., 20 graf., 4 pril.
Ključne besede:	energetska učinkovitost, tržna vrednost enostanovanjskih hiš, energetska izkaznica, ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti, optimalna kombinacija ukrepov, trg nepremičnin

Izveček

V diplomski nalogi je na primeru petih enostanovanjskih hiš iz različnih obdobj gradnje predstavljeno izboljšanje energetske učinkovitosti izbranih stavb in vpliv izboljšanja na njihovo tržno vrednost. Vpliv izboljšanja energetske učinkovitosti je določen na podlagi analize odgovorov anketnega vprašalnika in na podlagi javno dostopnih podatkov.

Na začetku diplomske naloge so predstavljene ključne ugotovitve študij s področja energetske učinkovitosti in vrednotenja nepremičnin, ki so bile izvedene v tujini. Predstavljeni so načini vrednotenja vpliva izboljšanja energetske učinkovitosti na tržno vrednost nepremičnin in problemi s katerimi se srečujejo cenilci pri svojem delu. V naslednjem delu je predstavljen model vpliva izboljšanja energetske učinkovitosti stavb, kjer je predstavljeno obstoječe stanje stavb, predvideni ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti in stanje izbranih stavb po izboljšanju njihove energetske učinkovitosti. Opisana je izvedena energetska analiza in predstavljeni so stroški investicije v izboljšanje energetske učinkovitosti stavb. V nadaljevanju je predstavljena še ocena ekonomske učinkovitosti investicije in izbira optimalne kombinacije ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti. Neto sedanja vrednost je v vseh primerih pozitivna, doba vračanja znaša približno 15 let, kar pomeni, da se za lastnike nepremičnin, ki bi želeli z izboljšanjem energetske učinkovitosti prihraniti pri stroških za ogrevanje taka investicija izplača. Poleg dokaj kratke dobe vračanja investicije pa izboljšanje energetske učinkovitosti bistveno pripomore k boljšemu bivalnemu okolju in zdravju ljudi.

V zadnjem delu diplomske naloge je določen vpliv izboljšanja energetske učinkovitosti enostanovanjskih stavb na njihovo tržno vrednost na podlagi analize rezultatov anketnega vprašalnika in na podlagi analize javno dostopnih baz podatkov.

Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti izbranih stavb znašajo približno 22 % njihove povprečne tržne vrednosti pred izboljšanjem energetske učinkovitosti. Na podlagi analize odgovorov anketnega vprašalnika smo ugotovili, da anketiranci ocenjujejo v povprečju vpliv izboljšanja energetske učinkovitosti enostanovanjskih stavb na njihovo tržno vrednost v višini 240 €/m², kar je približno 14 % povprečne tržne vrednosti izbranih stavb pred izboljšanjem njihove energetske učinkovitosti. Na podlagi javno dostopnih podatkov znaša ta vpliv približno 101 €/m², kar znese približno 6 % povprečne tržne vrednosti. Iz tega lahko ugotovimo, da so stroški izboljšanja energetske učinkovitosti v obravnavanih primerih precej višji kot znaša ocenjen prispevek anketirancev oziroma prirastek tržne vrednosti zaradi izboljšanja energetske učinkovitosti obravnavanih stavb. Izhajajoč iz teh rezultatov lahko zaključimo, da udeleženci na trgu stanovanjskih stavb v Sloveniji še ne zaznavajo stroškov izboljšanja energetske učinkovitosti v višini vsaj tolikšnega prispevka k tržni vrednosti. Zato se izplača prodati stanovanjsko stavbo v obstoječem stanju, izboljšanje energetske učinkovitosti pa prepustiti novemu lastniku.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 332.622:699.86(497.4)(043.2)
Author: Tilen Košir
Supervisor: Assoc. Prof. Maruška Šubic-Kovač, Ph. D
Co-advisor: Assist. Prof. Živa Kristl, Ph. D
Title: The influence of improved energy efficiency on market value of residential houses
Document type: Graduation thesis – university studies
Notes: 98 p., 28 tab., 10 fig., 20 graph., 4 ann.
Key words: energy efficiency, market value of residential houses, energy performance certificate, energy efficiency improvement measures, optimal combination of measures, the real estate market

Abstract

Thesis presents on a case of five residential houses from different periods of time the possibilities of improving their energy efficiency and the impact of improvement on their market value. Impact of energy efficiency improvements on market value is determined on the basis of the analysis of a questionnaire on the basis of publicly available information of real estate prices.

At the beginning of the thesis we present key findings of the studies from abroad in the field of energy efficiency and valuation of real estate and also the effect of energy efficiency and valuation methods to the market value of the buildings and the problems encountered by appraisers. Next part of the thesis presents the model of improved energy efficiency. It presents energy state of selected buildings before the energy improvement, measures taken to improve their energy efficiency and energy efficiency after the improvements. Next we describe carried out energy analysis and we present costs of investment in improved energy efficiency of selected buildings. Thesis then further presents the assessment of investment cost efficiency and selection of optimal combination of measures taken to improve energy efficiency. Net present value of investment is positive in all cases; payback period is approximately 15 years long, which means that for the property owners who would like to save on heating costs with improvement of energy efficiency of the building such an investment pays off. In addition to relatively short payback period, improvement of energy efficiency significantly contributes to a better living environment and human health.

In the last part of the thesis is determined the impact of improved energy efficiency on market value of residential houses on the basis of previously carried out analysis and the data obtained from the replies to the questionnaire as well as publicly available data on real estate prices.

The cost of investment in improved energy efficiency of selected buildings is approximately 22 % of their average market value before the improvement of energy efficiency. Based on the analysis of questionnaire responses, we find that the influence of improved energy efficiency on market value of selected building is valued at 240 €/m², which is approximately 14 % of the average market value of selected buildings before their improvement of energy efficiency. On the basis of publicly available information the impact of improved energy efficiency is valued at 101 €/m², which is approximately 6 % of the average market value.

From this we can conclude that the cost of improving energy efficiency in present cases is much higher than the estimated contribution of the respondents or the increment of market value from improvements of energy efficiency of selected buildings. Starting from these results we can conclude that market participants of residential buildings in Slovenia does not yet perceive the costs of improving energy efficiency in the amount at least equal to the increment of market value. Therefore, it pays to sell the apartment building in existing state and energy efficiency improvement should be left to the new owner.

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorici izr. prof. dr. Maruški Šubic-Kovač in somentorici doc. dr. Živi Kristl za strokovno vodenje, nasvete in pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvalil bi se tudi očetu Florijanu, mami Jani in puncu Katji za vso pomoč in podporo tekom študija. Prav tako hvala vsem, ki ste mi kakorkoli pomagali pri izdelavi diplomske naloge.

KAZALO VSEBINE

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	III
BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	V
ZAHVALA.....	VII
1 UVOD	1
1.1 Namen in cilj diplomske naloge	2
1.2 Metoda dela in struktura diplomske naloge	2
2 PREGLED ŠTUDIJ S PODROČJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI IN VREDNOTENJA NEPREMIČNIN	5
2.1 Študije o stroškovnih vidikih izboljšanja energetske učinkovitosti	5
2.2 Študije o vplivu energetske učinkovitosti na tržno vrednost nepremičnin	7
2.3 Študije o vključitvi energetske učinkovitosti stavb v metode vrednotenja nepremičnin	10
3 MODEL VPLIVA IZBOLJŠANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI NA TRŽNO VREDNOST STAVB.....	14
3.1 Opis obstoječega stanja izbranih stavb	14
3.1.1 Stavba zgrajena leta 1928	15
3.1.2 Stavba zgrajena leta 1950	17
3.1.3 Stavba zgrajena leta 1972	19
3.1.4 Stavba zgrajena leta 1985	21
3.1.5 Stavba zgrajena leta 2000	23
3.2 Energetska analiza obstoječega stanja stavb in ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti.....	25
3.2.1 Energetska analiza obstoječega stanja	25
3.2.2 Predvideni ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti	27
3.2.2.1 Dodatna toplotna izolacija ovoja stavbe (ukrep 1A, 1B).....	27
3.2.2.1.1 Minimalna debelina toplotne izolacije (ukrep 1A)	28
3.2.2.1.2 Ekonomična debelina toplotne izolacije (ukrep 1B).....	29
3.2.2.2 Energetsko učinkovito stavbno pohištvo (ukrep 2A, 2B, 2C)	29
3.2.2.3 Prezračevalni sistem z rekuperacijo toplote (ukrep 3A, 3B).....	31
3.2.2.4 Povečanje odprtín na južni strani stavbe (ukrep 4).....	32
3.3 Energetska analiza stanja stavb po izboljšanju energetske učinkovitosti	32
3.3.1 Stavba zgrajena leta 1928	33
3.3.2 Stavba zgrajena leta 1950	37

3.3.3 Stavba zgrajena leta 1972	38
3.3.4 Stavba zgrajena leta 1985	39
3.3.5 Stavba zgrajena leta 2000	40
3.3.6 Medsebojna primerjava izbranih stavb in njihove energetske učinkovitosti	41
4 STROŠKI IZVEDENIH UKREPOV, EKONOMSKA UČINKOVITOST INVESTICIJE IN IZBIRA OPTIMALNE KOMBINACIJE UKREPOV ZA IZBOLJŠANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI IZBRANIH STAVB	43
4.1 Stroški izvedenih ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti.....	43
4.1.1 Stavba zgrajena leta 1928	44
4.1.2 Stavba zgrajena leta 1950	46
4.1.3 Stavba zgrajena leta 1972	47
4.1.4 Stavba zgrajena leta 1985	48
4.1.5 Stavba zgrajena leta 2000	49
4.1.6 Medsebojna primerjava stroškov za izboljšanje energetske učinkovitosti izbranih stavb.....	50
4.2 Ekonomska učinkovitost investicije v izboljšanje energetske učinkovitosti in izbira optimalne kombinacije ukrepov	52
4.2.1 Stavba zgrajena leta 1928	54
4.2.2 Stavba zgrajena leta 1950	55
4.2.3 Stavba zgrajena leta 1972	56
4.2.4 Stavba zgrajena leta 1985	57
4.2.5 Stavba zgrajena leta 2000	58
4.2.6 Medsebojna primerjava izbranih stavb in njihovih kazalcev ekonomske učinkovitosti investicije v izboljšanje energetske učinkovitosti.....	58
5 PRISPEVEK IZBOLJŠANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI K TRŽNI VREDNOSTI ENOSTANOVANJSKIH STAVB NA PODLAGI ANALIZE STALIŠČ UDELEŽENCEV NA TRGU NEPREMIČNIN	63
5.1.1 Splošno o anketnem vprašalniku	63
5.1.2 Analiza odgovorov anketnega vprašalnika.....	64
5.1.2.1 Splošna vprašanja	64
5.1.2.2 Splošna vprašanja o izboljšanju energetske učinkovitosti	66
5.1.2.3 Vprašanja o izbranih enostanovanjskih stavbah.....	70
6 PRISPEVEK IZBOLJŠANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI K TRŽNI VREDNOSTI ENOSTANOVANJSKIH STAVB NA PODLAGI ANALIZA JAVNO DOSTOPNIH BAZ PODATKOV	76
6.1 Podatki o primerljivih nepremičninah	76
6.2 Prilagoditve primerljivih nepremičnin	76
6.3 Ocena prilagojene tržne vrednosti po izboljšanju energetske učinkovitosti.....	79

7	PRIMERJAVA REZULTATOV ANALIZ PRISPEVKA IZBOLJŠANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI K TRŽNI VREDNOSTI ENOSTANOVANJSKIH STAVB IN DISKUSIJA	81
8	ZAKLJUČEK.....	86
	VIRI	90

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Rezultati energetske analize obstoječega stanja izbranih stavb	26
Preglednica 2:	Zahtevane toplotne prehodnosti posameznih konstrukcijskih sklopov in minimalne potrebne debeline toplotne izolacije	29
Preglednica 3:	Lastnosti izbranih vrat (vir: [26], [27])	30
Preglednica 4:	Lastnosti izbranih oken (vir: [26], [27])	31
Preglednica 5:	Izvedene kombinacije ukrepov za izboljšanja energetske učinkovitosti izbranih stavb	33
Preglednica 6:	Koeficient specifičnih transmisijskih izgub, specifična letna potrebna toplota za ogrevanje, izgube, in dobitki pri obstoječem stanju in pri obravnavanih kombinacijah ukrepov v [kWh/m ² a] za stavbo zgrajeno leta 1928	34
Preglednica 7:	Koeficient specifičnih transmisijskih izgub, izgube, dobitki in specifična letna potrebna toplota za ogrevanje pri obstoječem stanju in pri obravnavanih kombinacijah ukrepov v [kWh/m ² a] za stavbo zgrajeno leta 1950	37
Preglednica 8:	Koeficient specifičnih transmisijskih izgub, izgube, dobitki in specifična letna potrebna toplota za ogrevanje pri obstoječem stanju in pri obravnavanih kombinacijah ukrepov v [kWh/m ² a] za stavbo zgrajeno leta 1972	38
Preglednica 9:	Koeficient specifičnih transmisijskih izgub, izgube, dobitki in specifična letna potrebna toplota za ogrevanje pri obstoječem stanju in pri obravnavanih kombinacijah ukrepov v [kWh/m ² a] za stavbo zgrajeno leta 1985	39
Preglednica 10:	Koeficient specifičnih transmisijskih izgub, izgube, dobitki in specifična letna potrebna toplota za ogrevanje pri obstoječem stanju in pri obravnavanih kombinacijah ukrepov v [kWh/m ² a] za stavbo zgrajeno leta 2000	40
Preglednica 11:	Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti pri posameznem elementu stavbe zgrajene leta 1928	44
Preglednica 12:	Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti pri obravnavanih kombinacijah ukrepov za stavbo zgrajeno leta 1928	45
Preglednica 13:	Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti pri posameznem elementu stavbe zgrajene leta 1950	46
Preglednica 14:	Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti pri obravnavanih kombinacijah ukrepov za stavbo zgrajeno leta 1950	46
Preglednica 15:	Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti pri posameznem elementu stavbe zgrajene leta 1972	47
Preglednica 16:	Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti pri obravnavanih kombinacijah ukrepov za stavbo zgrajeno leta 1972	47
Preglednica 17:	Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti pri posameznem elementu stavbe zgrajene leta 1985	48
Preglednica 18:	Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti pri obravnavanih kombinacijah ukrepov za stavbo zgrajeno leta 1985	48

Preglednica 19:	Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti pri posameznem elementu stavbe zgrajene leta 2000	49
Preglednica 20:	Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti pri obravnavanih kombinacijah ukrepov za stavbo zgrajeno leta 2000	49
Preglednica 21:	Doba vračanja, diskontna doba vračanja, neto sedanja vrednost in indeks donosnosti pri obravnavanih kombinacijah ukrepov za stavbo zgrajeno leta 1928	54
Preglednica 22:	Doba vračanja, diskontna doba vračanja, neto sedanja vrednost in indeks donosnosti pri obravnavanih kombinacija ukrepov za stavbo zgrajeno leta 1950	55
Preglednica 23:	Doba vračanja, diskontna doba vračanja, neto sedanja vrednost in indeks donosnosti pri obravnavanih kombinacija ukrepov za stavbo zgrajeno leta 1972	56
Preglednica 24:	Doba vračanja, diskontna doba vračanja, neto sedanja vrednost in indeks donosnosti pri obravnavanih kombinacija ukrepov za stavbo zgrajeno leta 1985	57
Preglednica 25:	Doba vračanja, diskontna doba vračanja, neto sedanja vrednost, indeks donosnosti in interna stopnja donosa pri obravnavanih kombinacija ukrepov za stavbo zgrajeno leta 2000	58
Preglednica 26:	Mreža prilagoditev za stavbo zgrajeno leta 1928	78
Preglednica 27:	Tržna vrednost izbranih stavb pred in po energetske sanaciji ter prirastek tržne vrednosti	80
Preglednica 28:	Primerjava rezultatov obeh izvedenih analiz glede prirastka tržne vrednosti izbranih energetske saniranih stavb v primerjavi z energetske nesanimiranimi	81

KAZALO SLIK

Slika 1:	Prečni prerez stavbe zgrajene leta 1928 (vir: [4])	15
Slika 2:	Tloris nadstropja stavbe zgrajene leta 1928 (vir: [4])	15
Slika 3:	Prečni prerez stavbe zgrajene leta 1950 (vir: [4])	17
Slika 4:	Tloris nadstropja stavbe zgrajene leta 1950 (vir: [4])	17
Slika 5:	Prečni prerez stavbe zgrajene leta 1972 (vir: [4])	19
Slika 6:	Tloris pritličja stavbe zgrajene leta 1972 (vir: [4])	19
Slika 7:	Prečni prerez stavbe zgrajene leta 1985 (vir: [4])	21
Slika 8:	Tloris nadstropja stavbe zgrajene leta 1985 (vir: [4])	21
Slika 9:	Prečni prerez stavbe zgrajene leta 2000 (vir: [4])	23
Slika 10:	Tloris pritličja stavbe zgrajene leta 2000 (vir: [4])	23

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1:	Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje pri stavbi zgrajeni leta 1928	36
Grafikon 2:	Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe zgrajene leta 1950	38
Grafikon 3:	Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe zgrajene leta 1972	39
Grafikon 4:	Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe zgrajene leta 1985	40
Grafikon 5:	Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe zgrajene leta 2000	41
Grafikon 6:	Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje pri obstoječem stanju in pri obravnavanih kombinacijah ukrepov za vse izbrane stavbe	41
Grafikon 7:	Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti izbranih stavb glede na element stavbe	50
Grafikon 8:	Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti izbranih stavb pri izvedenih kombinacijah ukrepov	51
Grafikon 9:	DV investicije izboljšanja energetske učinkovitosti izbranih stavb pri posamezni kombinaciji ukrepov	59
Grafikon 10:	NSV investicije izboljšanja energetske učinkovitosti stavb pri posamezni kombinaciji ukrepov	60
Grafikon 11:	ID za izbrane stavbe pri posameznih kombinacijah ukrepov	61
Grafikon 12:	Starostni razredi anketirancev	64
Grafikon 13:	Neto mesečni dohodek gospodinjstev anketirancev	65
Grafikon 14:	Pomembnost razlogov za investiranje v energetske sanacije stavbe	67
Grafikon 15:	Pomembnost posameznih ukrepov za energetske sanacije stavbe	68
Grafikon 16:	Pomembnost dejavnikov pri izbiri oz. nakupu stanovanjske hiše	69
Grafikon 17:	Splošno mnenje o sprejemljivi razliki v ceni med energetske sanirano in energetske nesanimirano stavbo	71
Grafikon 18:	Rezultati odgovorov na vprašanje: »Ali bi bili pripravljeni vložiti določeno vsoto denarja v energetske prenovo hiše, neupoštevajoč pri tem druge faktorje, ki bi lahko vplivali na vašo odločitev?«	72
Grafikon 19:	Koliko več bi bili pripravljeni plačati tisti, ki so na vprašanje na Grafikon 18 odgovorili z »Ne«	73
Grafikon 20:	Mnenje anketirancev, po predstavitvi stroškov investicije v energetske sanacije hiše, glede sprejemljive razlike v ceni med energetske sanirano in nesanimirano hišo	74

Seznam uporabljenih okrajšav

CPD	Construction Products Directive
DV	Doba vračanja
DDV	Diskontna doba vračanja
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive
EU	Evropska unija
GURS	Geodetska uprava Republike Slovenije
ID	Indeks donosnosti
KS	Konstruktivski sklop
NSV	Neto sedanja vrednost
OVE	Obnovljivi viri energije
REN	Register nepremičnin
RS	Republika Slovenija

Nominacija uporabljenih ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti stavb

Ukrep 1A	Minimalna debelina toplotne izolacije
Ukrep 1B	Ekonomična debelina toplotne izolacije
Ukrep 2A	Energetsko učinkovito stavbno pohoštvo skupine 1
Ukrep 2B	Energetsko učinkovito stavbno pohoštvo skupine 2
Ukrep 2C	Energetsko učinkovito stavbno pohoštvo skupine 3
Ukrep 3A	Lokalni prezračevalni sistem z rekuperacijo toplote do 80 %
Ukrep 3B	Centralni prezračevalni sistem z rekuperacijo toplote do 95 %
Ukrep 4	Povečanje odprtih na južni strani stavbe

PRAZNA STRAN

1 UVOD

Globalno segrevanje in posledično pogostejše naravne nesreče, kot so suša, poplave, zemeljski plazovi, orkani in druge naravne nesreče, so povzročili, da se v zadnjem času bolj zavedamo vpliva na okolje. Varovanje in zmanjšanje vpliva ljudi na okolje je postala ena izmed prednostnih nalog EU.

Stavbni sektor porabi okoli 40 % skupne porabe energije v EU in predstavlja velik potencial pri zmanjševanju porabe energije [1]. EU si prizadeva zmanjšati porabo energije in povečati njeno proizvodnjo iz obnovljivih virov energije, s tem zmanjšati energetske odvisnosti in emisije toplogrednih plinov ter tako prispevati k zmanjšanju vpliva na okolje. EU se je zavezala, da bo do leta 2020 zmanjšala porabo primarne energije za 20 % v primerjavi z napovedmi za leto 2020. Slovenija kot del EU, se je prav tako zavezala k doseganju zastavljenega skupnega cilja in je že sprejela različne strateške dokumente in ustrezno usklajeno zakonodajo, ki predvideva trajnostno in bolj energetske učinkovito gradnjo ter prenovu stavb. Preko finančnih in drugih spodbud poskuša država povečati naložbe državljanov v učinkovito rabo energije v stavbah in izrabo obnovljivih virov energije.

Življenjska doba stavbe znaša od 30 do 50 let in v primeru nizke stopnje energetske učinkovitosti v svoji življenjski dobi porabi veliko energije in proizvede veliko količine emisij toplogrednih plinov ter s tem močno onesnažuje okolje. Zato je izjemno pomembno, da pri vseh novogradnjah in prenovi obstoječih stavb zagotovimo visoko energetske učinkovitost in s tem zmanjšamo potrebe po energiji ter zmanjšamo vpliv na okolje.

Doseganje visokih energetske standardov je nemalokrat povezano z večjimi začetnimi stroški, ki jih investitorji pogosto niso pripravljeni plačati. Odločitev, ali obstoječi stavbi izboljšati njeno energetske učinkovitost ali ne, v končni fazi pripelje do vprašanja, ali je investicija izboljšanja energetske učinkovitosti stavbe ekonomsko upravičena in kakšni so ekonomski učinki izboljšanja v prihodnosti. Poleg ekonomskega vidika bi morali kot pomemben faktor pri odločitvi za izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe upoštevati še neekonomski vidik, pri katerem se poleg zmanjšane vpliva stavbe na okolje hkrati izboljšajo tudi bivalni pogoji v stavbi, ki dolgoročno vplivajo tudi na zdravje in produktivnost uporabnikov. Ti dve dejstvi imata običajno manjši vpliv na odločitev za izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe, saj imajo najpomembnejšo vlogo v večini primerov ekonomski kazalniki investicije, kar pa ni prav. Upoštevati bi bilo potrebno, tako neposredne, in posredne ter tudi neekonomske učinke investicije v izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe.

Na trgu nepremičnin je mogoče opaziti trend naraščanja števila energetske učinkovitih stavb, poleg tega je mogoče opaziti tudi napredek v gradbeništvu, saj se vedno več podjetij ukvarja z izgradnjo energetske učinkovitih stavb ali izboljšanjem energetske učinkovitosti obstoječih stavb.

Mnogo manj pozornosti kot sami energetske učinkoviti gradnji in obnovi je v Sloveniji posvečeno vplivu energetske učinkovitosti stavb na njihovo tržno vrednost. Pri vrednotenju vpliva energetske učinkovitosti na tržno vrednost stavb se cenilci soočajo z vprašanji, kot so: Ali energetska učinkovitost vpliva na tržno vrednost stavb? Kolikšen je vpliv izboljšanja energetske učinkovitosti na tržno vrednost stavb? Kako energetske certificiranje stavb vpliva na njihovo tržno vrednost in kolikšen je ta vpliv?

Vsa ta vprašanja nimajo enoznačnih in zanesljivih odgovorov, ki bi jih cenilci lahko uporabili pri svojem vsakdanjem delu. V večini primerov zato vpliva energetske učinkovitosti stavb na njihovo tržno vrednost ne upoštevajo, saj nimajo zanesljivih dokazov o njenem vplivu [2].

Problematika vpliva energetske učinkovitosti na tržno vrednostjo stavb je v zadnjem času vedno bolj aktualna, in če želimo, da bo trg nepremičnin in udeleženci na trgu čim bolj sprejeli energetske učinkovite gradnje, bi bilo potrebno poleg pozitivnih okoljskih in socialnih učinkov, najti tudi pozitivne finančne učinke energetske učinkovite gradnje in pozitivno povezavo med energetske učinkovitostjo stavb in njihovo tržno vrednost [3].

1.1 Namen in cilj diplomske naloge

Cilj diplomske naloge je oceniti prispevek izboljšanja energetske učinkovitosti obravnavanih enostanovanjskih stavb k njihovi tržni vrednosti. Poleg tega želimo preveriti, ali je investicija v izboljšanje energetske učinkovitosti enostanovanjskih stavb ekonomsko upravičena, kakšni so možni ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti, ovrednotiti stroške posameznega ukrepa in preveriti mnenje udeležencev na trgu nepremičnin glede vpliva izboljšanja energetske učinkovitosti na tržno vrednost enostanovanjskih stavb. Pri tem bomo upoštevali sedanje razmere na trgu nepremičnin in trenutne cene energentov, materiala in storitev.

1.2 Metoda dela in struktura diplomske naloge

Glede na namen diplomske naloge sta zasnovani metoda dela in vsebinska struktura diplomske naloge. Na začetku diplomske naloge so predstavljene ugotovitve nekaterih študij s področja energetske učinkovitosti in vrednotenja nepremičnin. Predstavljeno je le nekaj

ključnih ugotovitev in izsledkov raziskav, ki so bile izvedene v tujini, in sicer v ZDA, Avstraliji, Nemčiji in Veliki Britaniji.

V naslednjem poglavju so predstavljeni načini vrednotenja vpliva energetske učinkovitosti na tržno vrednost stavb in problemi, s katerimi se srečujejo cenilci pri vrednotenju energetske učinkovitosti.

V četrtem poglavju je na primeru petih enostanovanjskih stavb iz različnih časovnih obdobj prikazan model določitve vpliva izboljšanja energetske učinkovitosti enostanovanjskih stavb na njihovo tržno vrednost. Najprej sta na kratko predstavljena računalniška programa s pomočjo katerih smo analizirali izboljšanje energetske učinkovitosti stavb. Sledi izbor in predstavitev stavb. Vse podatke o izbranih stavbah smo pridobili iz diplomske naloge Luke Katarinčiča z naslovom Pregled porabe toplote za ogrevanje v tipičnih enodružinskih stavbah grajenih od 1920 do 2010 [9]. Predstavljen je osnovni opis izbranih stavb in obstoječe stanje stavb.

V naslednjem delu četrtega poglavja smo analizirali obstoječe stanje izbranih stavb in predstavili predvidene ukrepe za izboljšanje njihove energetske učinkovitosti. Sledi podrobna energetska analiza izbranih stavb po izboljšanju energetske učinkovitosti z izbranimi ukrepi. Vse izračune in analize smo izvedli v skladu veljavno zakonodajo s področja energetske učinkovitosti stavb, in sicer smo upoštevali Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (v nadaljevanju: PURES 2010) [5], ki je usklajen z Direktivo 2010/31/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. maja 2010 o energetske učinkovitosti stavb (prenovitev) [1].

Sledi izračun in predstavitev stroškov izvedenih ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti izbranih stavb. Stroške smo določili na podlagi pridobljenih podatkov s strani različnih proizvajalcev gradbenih materialov in izvajalcev gradbeno obrtniških del ter s pregledom ponudbe na trgu.

V naslednjem delu poglavja je predstavljena ocena ekonomske učinkovitosti investicije v izboljšanje energetske učinkovitosti stavb in izbira optimalne kombinacije ukrepov. Pri predstavitvi energetske analize, stroškov izvedenih ukrepov in določitvi optimalne kombinacije ukrepov, so za najstarejšo stavbo predstavljeni komentarji in podrobne analize vseh rezultatov, pri ostalih izbranih stavbah pa so predstavljeni le rezultati.

V petem poglavju je ocenjen vpliv izboljšanja energetske učinkovitosti izbranih enostanovanjskih stavb na njihovo tržno vrednost. Vpliv izboljšanja energetske učinkovitosti

je najprej ocenjen na podlagi metode intervjuja udeležencev na trgu nepremičnin, in sicer s pomočjo anketnega vprašalnika in na podlagi analize javno dostopnih podatkov.

Anketni vprašalnik je bil uporabljen za simulacijo razmer na trgu nepremičnin. Preko elektronskih medijev smo anketni vprašalnik posredovali znancem in prijateljem ter jih prosili naj ga posredujejo naprej. Zbiranje podatkov je trajalo od 14.7.2013 do 11.8.2013. Vprašalnik je razdeljen na tri dele, in sicer:

- splošna vprašanja,
- splošna vprašanja o izboljšanju energetske učinkovitosti in
- vprašanja o izbranih enostanovanjskih stavbah.

Anketirancem smo v prvem delu anketnega vprašalnika zastavili nekaj splošnih vprašanj o spolu, starosti, izobrazbi in njihovem dohodku.

V drugem delu smo spraševali o razmerah v njihovi stavbi trenutnega bivanja in o trenutni porabi energije za ogrevanje le te. Spraševali smo tudi o pomembnosti razlogov za investiranje v energetske sanacije stavbe, pomembnosti ukrepov energetske sanacije stavbe in pomembnosti razlogov pri nakupu stanovanjske hiše.

V tretjem delu anketnega vprašalnika smo najprej predstavili izbrane stavbe. Anketirance smo nato na podlagi predstavljenih podatkov spraševali o višini sredstev, ki bi jih še bili pripravljeni vložiti v energetske sanacije predstavljenih stavb in razlogih, zaradi katerih bi se odločili za nakup posamezne predstavljene stavbe. V nadaljevanju tretjega dela vprašalnika smo anketirancem podrobno predstavili izvedene ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti izbranih stavb, podrobno strukturo stroškov ter tudi energetske in finančne učinke take investicije.

Po drugi metodi določitve vpliva izboljšanja energetske učinkovitosti na tržno vrednost stavb smo analizirali javno dostopne podatke o prodajnih in oglaševanih cenah nepremičnin in ocenili vpliv izboljšanja energetske učinkovitosti na tržno vrednost enostanovanjskih stavb. Pridobili smo podatke o prodanih nepremičninah iz evidence trga nepremičnin in o oglaševanih cenah nepremičnin s spletnega portala nepremicnine.net.

Na koncu je predstavljena še primerjava rezultatov obeh analiz in njihove ugotovitve ter zaključek.

2 PREGLED ŠTUDIJ S PODROČJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI IN VREDNOTENJA NEPREMIČNIN

2.1 Študije o stroškovnih vidikih izboljšanja energetske učinkovitosti

Z ogrevanjem obstoječih stavb proizvedemo približno 26 % vseh emisij toplogrednih plinov [6]. Izboljšanje energetske učinkovitosti obstoječih stavb je zato izrednega pomena za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov in zmanjšanje vpliva na okolje. V literaturi je možno zaslediti veliko število raziskav in študij primerov, ki se ukvarjajo z izboljšanjem energetske učinkovitosti obstoječih stavb. V nadaljevanju je predstavljenih nekaj študij izvedenih po Evropi, ki kažejo dobre rezultate in so tudi primeri dobre prakse.

V mestu Potsdam, Nemčija, je bilo v okviru programa Urb.Energy [7] izvedeno izboljšanje energetske učinkovitosti stanovanjske stavbe zgrajene leta 1965. Stavba je pred izboljšanjem energetske učinkovitosti letno porabila 160 kWh energije na m² neto tlorisne površine. V stavbo so bila vgrajena nova okna, na zunanjih stenah, tleh na terenu in stropu proti podstrešju je bila vgrajena dodatna toplotna izolacija ter zamenjan je bil kotel za centralno ogrevanje. Po izboljšanju energetske učinkovitosti je stavba letno porabila 85 kWh energije na m² neto tlorisne površine, kar je 47 % zmanjšanje porabe energije.

V mestu Prezlau, Nemčija, prav tako v okviru programa Urb.Energy [7], je bila izvedena energetska prenova stanovanjske stavbe zgrajene leta 1918. Stavba je pred izboljšanjem energetske učinkovitosti letno porabila 195,2 kWh energije na m² neto tlorisne površine. Pri prenovi so obstoječi ogrevalni sistem zamenjali z lokalnim prezračevalnim sistemom z rekuperacijo toplote. Vgrajena je bila tudi dodatna toplotna izolacija na zunanjih stenah, tleh proti terenu in stropu proti podstrešju. Vgrajena so bila še nova okna. Poraba energije po prenovi je znašala 79 kWh letno na m² neto tlorisne površine stavbe. Poraba energije se je tako zmanjšala za 59 %.

V Veliki Britaniji so bile na primeru Viktorijanske hiše prikazane možnosti energetske prenove in njenih učinkov na porabo energije in emisije toplogrednih plinov [8]. Obravnavana hiša se nahaja v Londonu in je bila energetske prenovljena v okviru projekta »Low Energy Victorian House (LEVH) Project«. Energetska prenova je obsegala vgradnjo dodatne toplotne izolacije zunanjih sten, strehe in tal proti terenu ter vgradnjo novih oken z dvoslojnimi stekli. Star grelnik sanitarne vode je bil zamenjan z novim in zamenjani so bili radiatorji z nameščenimi termostatskimi ventili. Na streho so bili nameščeni fotovoltaični moduli. Z energetske prenovno

je bilo doseženo zmanjšanje emisij toplogrednih plinov za 76,25 % v primerjavi s prvotno porabo energije, in sicer iz 73,2 kg/CO₂/m²/leto pred prenovo na 9,6 kg/CO₂/m²/leto po prenovi.

V mestu Lausanne, Švica, je bilo v okviru projekta Intelligence Energy Europe [9] izvedena energetska prenova večstanovanjske stavbe s katero se je zmanjšala poraba energije za 62 %. Zmanjšanje porabe energije je bilo doseženo z dodatno toplotno izolacijo strehe in zunanjih sten. Zamenjana so bila vsa okna in izvedena je bila zasteklitev balkonov. Pri instalacijah pa je bil vgrajen centralni prezračevalni sistem s 83 % rekuperacijo toplote.

V mestu Sundevedsgade, Danska, je bilo v okviru projekta Intelligence Energy Europe [9] izvedena energetska prenova večstanovanjske stavbe s katero se je zmanjšala poraba energije iz 160 kWh energije na m² neto tlorisne površine leto na 88 kWh energije na m² neto tlorisne površine na leto, kar je 45 % zmanjšanje porabe energije. V okviru energetske učinkovite prenove je bila izvedena vgradnja oken z dvojno zasteklitvijo, vgradnja sprejemnikov sončne energije za pripravo tople sanitarne vode in vgradnja fotovoltaičnih panelov za proizvodnjo električne energije. Vgrajen je bil tudi centralni prezračevalni sistem z rekuperacijo toplote.

V članku z naslovom Energy retrofitting of a typical old Danish multi-family building to a "nearly-zero" energy building based on experiences from a test apartment [10] je na primeru tipične večstanovanjske stavbe na Danskem zgrajene leta 1896 prikazana možnost energetske prenove stavbe v skoraj nič energijsko stavbo. V raziskavi so bili uporabljeni trije ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe, in sicer:

- dodatna toplotna izolacije notranje strani zunanjih sten (Aerowolle in Vacupor NT),
- zamenjava oken v petih različnih variantah in
- vgradnja lokalnega prezračevalnega sistema z rekuperacijo toplote.

Na podlagi izvedenih ukrepov se je računski poraba energije v stavbi zmanjšala za 68 % iz 162,5 kWh/m²a na leto na 51,5 kWh/m²a na leto. Stavba po prenovi izpolnjuje vse zakonske zahteve v zvezi z učinkovito rabo energije v stavbah na Danskem.

Naslednja raziskava [11], ki je bila izvedena na Danskem skuša predstaviti pregled ekonomskih možnosti za energetske prenove enostanovanjskih stavb na Danskem. Poudarek je predvsem na ekonomskih razlikah med prihranki energije in dobo vračanja investicije. Povprečni stroški za energetske prenove enostanovanjske stavbe se gibljejo od 20.000 do 40.000 EUR za stavbo, odvisno od geografske lege stavbe in leta izgradnje. Z

analizo je bilo ugotovljeno, da imajo številni specifični ukrepi pozitivne ekonomske učinke že od prvega leta naprej.

Vse te raziskave, članki in študije primerov kažejo, da se poraba energije po izboljšanju energetske učinkovitosti močno zmanjša. Vendar pa se kljub vsem pozitivnim rezultatom še vedno premalo ljudi odloča za izboljšanje energetske učinkovitosti stavb v katerih živijo. Razlogi za to so različni, vendar pa so v večini primerov ti razlogi finančne narave. Zato smo želeli raziskati koliko izboljšanje energetske učinkovitosti prispeva k povečanju tržne vrednosti stavb.

2.2 Študije o vplivu energetske učinkovitosti na tržno vrednost nepremičnin

V literaturi in medijih je možno zaslediti veliko število študij, ki raziskujejo povezavo med energetske učinkovitostjo in tržno vrednostjo stavb. Različne študije in raziskave financirane s strani javnega in zasebnega sektorja so skušale prikazati in dokazati pozitivne učinke energetske učinkovitosti na tržno vrednost stavb na podlagi različnih načinov vrednotenja nepremičnin, kot so npr. metoda stroškov in koristi, metoda neto sedanje vrednosti in druge metode. Večina študij s področja energetske učinkovitosti in trajnosti je bila izvedena in objavljena v ZDA, Avstraliji, Kanadi, Nemčiji in Veliki Britaniji. Za izvedbo tovrstnih študij je potrebno veliko število nepremičnin, ki so opremljene z energetske izkaznico, predvsem pa je potrebna transparentnost in dostopnost podatkov, ki omogočajo izvedbo tovrstnih študij [12].

Študija, ki jo je izvedel RICS [13] je pokazala, da se stroški izgradnje energetske učinkovitih stavb bistveno ne razlikujejo od stroškov izgradnje stavb, ki niso energetske učinkovite. Odkrili so, da je višina stroškov izgradnje energetske učinkovitih stavb odvisna od časa oz. obdobja, v katerem se investitor odloči za investiranje v energetske učinkovitost stavbe in od stopnje energetske učinkovitosti. To pomeni, če investitor že v času projektiranja stavbe zasnuje energetske učinkovite stavbo, so stroški izgradnje take stavbe mnogo nižji, kot če se investitor odloči za izgradnjo energetske učinkovite stavbe šele v času gradnje ali celo po dokončanju del.

Še vedno pa obstajajo nejasnosti glede povečanje stroškov energetske učinkovite gradnje v primerjavi z običajno gradnjo. Povišanje cene energetske učinkovite gradnje lahko odvrne potencialne kupce zaradi prevelikega povečanja stroškov in posledično povečanja cene, ki jo zahteva investitor za energetske učinkovite stavbo. Povečanje cene mora biti upravičeno z

višjimi stroški gradnje, višja cena naj bi se odražala v povečanju tržne vrednosti. Le tako bi bili višji stroški gradnje lahko upravičeni, tako za investitorja kot za kupca [12].

Oddelek za energijo Ameriške vlade poroča, da je običajno mogoče precej znižati stroške obratovanja in v primeru investiranja v energetske učinkovite gradnje doseči dobo vračanja investicije od 3 do 5 let. Kljub višjim začetnim stroškom, naj bi se investicija v energetske učinkovite gradnje v prihodnosti večkratno povrnila v obliki prihrankov energije in nižjih stroških obratovanja. Za kompenzacijo višjih stroškov izgradnje racionalni investitor potrebuje višji dohodek iz naslova investicije ali zmanjšanje tveganja pri investiranju v energetske učinkovite gradnje [12].

Študije, ki so jih izvedli RICS [13] in Kats [14] ter drugi, ugotavljajo, da lastništvo energetske učinkovite stavbe prinaša investitorju mnogo ugodnosti, kot so npr. nižji stroški obratovanja, boljše možnosti za trženje, daljša življenjska doba in boljše počutje ter bolj stabilen tok prihodkov. Glede na študijo, ki so jo izvedli Eichholtz, Kok in Quigley [15] obstajajo vsaj štiri ekonomske oz. finančne koristi energetske učinkovite stavbe, ki so: prihranek pri energiji, zmanjšanje obratovalnih stroškov, prihranki za primer povečanja cen energije v prihodnosti in zmanjšanje emisij toplogrednih plinov.

Franz Fürst in Patrick McAllister iz Univerze v Readingu, Henley Business School [16] sta z uporabo hedonične regresijske analize raziskovala vpliv energetskih izkaznic na ceno in najemnino na ameriškem trgu nepremičnin. Rezultati kažejo, da stavbe z Energy Star ali LEED certifikatom izkazujejo višjo najemnino za 11,8 % v primerjavi z necertificiranimi stavbami iz enakega območja. LEED je mednarodno priznan sistem certificiranja stavb, ki ga podeljuje The United States Green Building Council. Energy Star simbol podeljuje vlada ZDA za izdelke, ki izpolnjujejo določene standarde energetske učinkovitosti.

Raziskava v ZDA, ki jo je izvedla CoStar Group in Univerza v San Diegu [17], ki je vključevala 355 LEED in 973 Energy Star certificiranih stavb, ugotavlja, da imajo certificirane stavbe za 3,8 % večjo zasedenost kot necertificirane stavbe. Stavbe vključene v raziskavo izkazujejo 36 % nižjo porabo energije. Rezultati raziskave kažejo tudi na povečanje produktivnosti zaradi boljšega počutja zaposlenih, ki naj bi znašala od 1 do 25 %. CoStar ugotavlja, da dosegajo Energy Star certificirane stavbe 8 % višjo ceno najemnin in 20 % višje prodajne cene, LEED certificirane stavbe dosegajo preko 30 % višjo ceno najemnin in 60 % višje prodajne cene.

Po raziskavi, ki jo je izvedel CoreNet Global [18], naj bi energetske učinkovite stavbe izkazovale višjo tržno vrednost, višje cene najemnine, nižje stroške izgradnje, obratovanja in vzdrževanja ter v večini primerov hitrejšo zasedenost in manj menjav najemnikov. Ugotavljajo tudi, da so anketiranci pripravljene plačati do 10 % več za najemnino v energetske učinkovite stavbe. Do podobnih ugotovitev je prišel tudi RICS [13].

Schumann [12] iz Univerze v Regensburgu je preučeval vpliv trajnostne gradnje na vrednost nepremičnin v Nemčiji. Med investitorji na nemškem trgu nepremičnin je izvedel anketo, s katero je želel ugotoviti, ali trajnostno grajene nepremičnine izkazujejo višje vrednosti na trgu nepremičnin. Ugotovil je, da 51 % investitorjev ni pripravljeno plačati več za trajnostno grajeno stavbo v primerjavi z običajno grajeno stavbo. Ugotavlja tudi, da je trenutno 28 % investitorjev pripravljeno plačati do 5 % več za trajnostno grajeno stavbo in 12 % investitorjev je pripravljeno plačati do 10 % več za trajnostno grajeno stavbo.

Rezultati izvedenih študij torej kažejo, da energetske učinkovite stavbe izkazujejo ekonomske koristi za investitorja v primerjavi z običajnimi stavbami. Te koristi se kažejo v višjih najemninah in višjih cenah nepremičnin. Kljub vsem pozitivnim rezultatom je potrebno študije upoštevati z zadržkom. Ugotovitve in rezultati omenjenih študij veljajo za trge, na katerih so bile izvedene, in zato ni nujno, da rezultati veljajo tudi za druge trge nepremičnin. Potrebno je lokalno preučiti in analizirati trge nepremičnin in določiti vpliv energetske učinkovitosti na vrednost stavb na teh trgih.

Kljub vsem izvedenim raziskavam in prizadevanjem so raziskovalci prišli le do posrednih dokazov o povezavi med energetske učinkovitostjo in tržno vrednostjo stavb. V želji po trdnejših dokazih o povezavi med energetske učinkovitostjo in tržno vrednostjo stavb, so se nekateri raziskovalci usmerili v raziskavo zaznave in pripravljenosti investitorjev in kupcev za investiranje v energetske učinkovite gradnje.

Obstajajo številne nejasnosti glede povezave med energetske učinkovitostjo in tržno vrednost stavb. Nekateri študije [3, 13, 18] izpostavljajo, da so bili številni kupci in investitorji pod vplivom pozitivne promocije o vplivu energetske učinkovitosti na tržno vrednost stavb in zato rezultati raziskav velikokrat kažejo na pozitiven vpliv energetske učinkovitosti na tržno vrednost stavb. Medtem, ko rezultati raziskav kažejo na pozitiven odnos med energetske učinkovitostjo in tržno vrednostjo stavb, trg nepremičnin in dejanske izvedene transakcije vpliva energetske učinkovitosti na tržno vrednost ne zaznavajo. Študije tudi ugotavljajo, da udeleženci na trgu nepremičnin trenutnega vpliva energetske učinkovitosti na tržno vrednost

stavb ne vidijo, ampak upajo, da bo ta vplivala na tržno vrednost stavb v prihodnosti [3, 13, 14].

Številne raziskave [3, 13, 14, 18] kažejo tudi na to, da so udeleženci na trgu nepremičnin pripravljene plačati več za energetsko učinkovito stavbo, vendar se to še ne odraža na trgu nepremičnin in tržnih transakcijah. Ker se vpliv energetske učinkovitosti ne odraža v cenah na trgu nepremičnin, se investitorji ne odločajo za investiranje v energetsko učinkovite stavbe. Kupci, ki bi si želeli kupiti energetsko učinkovito stavbo, imajo premalo ponudbe in se zato ne odločajo za tovrsten nakup. Ker kupci ne kupujejo energetsko učinkovitih stavb, ni tržnih transakcij s to vrsto stavb.

Cenilci se pri vrednotenju nepremičnin zanašajo predvsem na tržne transakcije. Pri ocenjevanju tržne vrednosti stavb cenilci lahko upoštevajo le tiste faktorje, za katere lahko preko analize trga nepremičnin dokažejo, da imajo vpliv na tržno vrednost. Če vpliva določenega faktorja na tržno vrednost stavb ne zaznajo, ga pri vrednotenju nepremičnin ne upoštevajo. Ker transakcij z energetsko učinkovitimi stavbami ni, vpliva energetske učinkovitosti na tržno vrednost stavbne ni mogoče dokazati in zato ga cenilci ne upoštevajo pri vrednotenju. Ker vpliva energetske učinkovitost na povečanje tržne vrednosti stavb ni, se investitorji ne odločajo za investiranje v tako vrsto stavb in tako se ustvari začarani krog, kjer udeleženci na trgu nepremičnin krivijo drug drugega za pomanjkanje energetsko učinkovitih stavb [3].

2.3 Študije o vključitvi energetske učinkovitosti stavb v metode vrednotenja nepremičnin

Glede na rezultate dosedanjih raziskav na obravnavanem področju bodo v nadaljevanju predstavljeni temeljni problemi, s katerimi se soočajo cenilci pri vrednotenju oz. ocenjevanju vpliva energetske učinkovitosti na tržno vrednost stavb.

Pri vrednotenju energetske učinkovitosti, predvsem okoljskega in socialnega vidika te vrste gradnje, lahko v strokovni literaturi [19] zasledimo prepričanje avtorjev, da klasične metode vrednotenja nepremičnin tega vidika nepremičnin ne morejo v zadostni meri pravilno zajeti pri vrednotenju stavb. Zato za vrednotenje energetsko učinkovitih stavb predlagajo bolj napredne metode vrednotenja nepremičnin, kot je npr. hedonična metoda vrednotenja. Vendar avtorji opozarjajo, da se tudi pri naprednih metodah vrednotenja lahko pojavijo težave, kot je npr. pomanjkanje podatkov ali nezadostne spretnosti cenilca za njihovo uporabo. Napredne metode vrednotenja lahko v nekaterih pogledih nadomestijo

tradicionalne metode, vendar le v primeru zadostne količine kvalitetnih podatkov. Zato se tradicionalne metode, kljub nekaterim zadržkom, še vedno uporabljajo za vrednotenje energetske učinkovitih stavb.

Za ustrezno oceno vpliva energetske učinkovitosti na tržno vrednost stavb moramo najprej analizirati lastnosti in karakteristike energetske učinkovitih stavb, in nato določiti njihove ekonomske koristi:

- Najbolj očitna prednost energetske učinkovitih stavb v primerjavi z ostalimi stavbami je, da porabijo manj energije za delovanje in tako manj onesnažujejo okolje [12].
- Prihranke pri porabi energije lahko dokaj preprosto merimo z energetskimi izkaznicami, ki določajo energijski razred stavbe glede na celotno porabo energije [20].
- Nekaj sredstev lahko prihranimo tudi pri stroških vzdrževanja, saj energetske učinkovite stavbe zahtevajo manj vzdrževanja zaradi uporabe bolj izpopolnjenih sistemov ogrevanja [12].

Poleg naštetih prednosti imajo energetske učinkovite stavbe še vrsto prednosti, ki jih težje ovrednotimo v ekonomskem smislu, in sicer [12]:

- Boljša kvaliteta bivalnega okolja in posledično manj zdravstvenih težav stanovalcev.
- Večja privlačnost v smislu trženja, saj so energetske učinkovite stavbe bolj zanimive za kupce zaradi manjšega onesnaževanja okolja in večjih prihrankov pri energiji.

V procesu vrednotenja je potrebno oceniti vse lastnosti stavbe in njihov vpliv na tržno vrednost. Te lastnosti stavbe so npr. lokacija, kvaliteta izdelave, zasnova stavbe, funkcionalnost in prilagodljivost, stopnja ugodja stanovalcev, kvaliteta notranjega zraka, poraba energije, poraba vode, transportni stroški, vpliv na sosednje objekte, stroški vzdrževanja in druge lastnosti.

V primeru uporabe klasičnih metod vrednotenja nepremičnin in vpliva energetske učinkovitosti na njihovo vrednost je potrebno izpostaviti nekaj prednosti in slabosti posamezne metode, in sicer [12]:

- Pri metodi primerjave vrednosti lahko vpliv energetske učinkovitosti na tržno vrednost stavb najbolje ocenimo v primerih, ko imamo zadostno število primerljivih prodaj, ki morajo imeti podobne lastnosti kot ocenjevana stavba. Za energetske učinkovite

stavbe je lahko precej zahtevno poiskati primerljive prodaje, saj na trgu trenutno ni zelo velikega števila energetske učinkovitih stavb. Stavbe lahko poleg tega izkazujejo različno stopnjo energetske učinkovitosti, kar spet otežuje uporabo te metode. Za določitev primerljivih prodaj, se morajo cenilci zanašati na opise primerljivih stavb, podatke iz energetske izkaznice, če seveda obstajajo, in osebno presojo. Pri tem morajo cenilci vedeti, katere so tiste lastnosti stavbe, ki vplivajo na tržno vrednost in kolikšen je njihov vpliv.

- Pri metodi donosa so glavne spremenljivke tržna najemnina, obratovalni stroški in diskontna stopnja. Na vrednost vseh spremenljivk lahko vpliva energetska učinkovitost. Največji učinek energetske učinkovitosti je mogoče zaznati pri zmanjšanju obratovalnih stroškov, ki jih nato upoštevamo pri določitvi neto dohodka. Pri vrednotenju je potrebno upoštevati tudi vpliv energetske učinkovitosti na višino najemnine, ki so jo pripravljene plačati najemniki, vendar je običajno težko najti primerljive nepremičnine. Energetska učinkovitost lahko prav tako vpliva na znižanje diskontne stopnje.
- Pri metodi stroškov je potrebno določiti višino stroškov, ki jih imamo z izgradnjo energetske učinkovite stavbe, in jih primerjati s stroški izgradnje klasične stavbe. Pri postopku vrednotenja določitev višine teh stroškov ne predstavlja težav. Problematično je predvsem, ali je višina stroškov izgradnje energetske učinkovite stavbe upravičena glede na kasnejšo tržno vrednost stavbe in kolikšen je prirastek vrednosti zaradi energetske učinkovitosti.

S pomočjo tradicionalnih metod vrednotenja nepremičnin je torej mogoče oceniti vpliv energetske učinkovitosti na tržno vrednost stavb, vendar se lahko pri tem pojavi nekaj ovir [12]:

- Prva ovira je, da cenilci pri vrednotenju ne znajo dovolj dobro oceniti, kolikšen je dejanski vpliv energetske učinkovitosti na tržno vrednost. Najboljši način določitve še vedno ostaja metoda primerjave vrednosti, vendar je običajno primerljivih nepremičnin na trgu zelo malo.
- Druga ovira se pojavi pri ustrezni opredelitvi stopnje energetske učinkovitosti stavbe, kjer so lahko nekatere stavbe bistveno bolj energetske učinkovite od drugih. Zaradi majhnega števila in različne stopnje energetske učinkovitosti primerljivih prodaj je zelo težko oceniti tržno vrednost ocenjevane stavbe.
- Tretja ovira je decentraliziranost trga nepremičnin, ker niso vse transakcije na trgu nepremičnin, dostopne vsem udeležencem.
- Četrta ovira je časovni zamik informacij o izvedenih transakcijah.

- Poleg vseh običajnih ovir pri vrednotenju nepremičnin je delo cenilca pri oceni vpliva energetske učinkovitosti na tržno vrednost stavb še dodatno oteženo zaradi pomanjkanja informacij in težje dokazljivosti vpliva energetske učinkovitosti na tržno vrednost stavb.

Vpliv izboljšanja energetske učinkovitosti stavb je glede na vse zgoraj predstavljeno potrebno primerno analizirati, kar je prikazano v naslednjem poglavju.

3 MODEL VPLIVA IZBOLJŠANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI NA TRŽNO VREDNOST STAVB

Za oceno vpliva izboljšanja energetske učinkovitosti na tržno vrednost stavb smo uporabili 5 stanovanjskih stavb, ki so potrebne energetske sanacije.

Izbrane stavbe smo najprej analizirali. Vse podatke o izbranih stavbah smo pridobili iz diplomske naloge Katarinčiča [4]. Izbrane stavbe so iz različnih časovnih obdobj in so vse približno enake velikosti in oblike. Predstavljen je opis izbranih stavb in obstoječe stanje stavb.

Energetsko stanje izbranih stavb smo podrobno analizirali s pomočjo programa TOST [21] in programa TEDI [22], ki sta bolj podrobno predstavljena v prilogi A. Na podlagi analize stanja stavb smo določili potrebne ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti stavb.

Sledila je energetska analiza izbranih stavb po izboljšanju njihove energetske učinkovitosti z izbranimi ukrepi. Podroben opis rezultatov energetske analize je predstavljen le za stavbo zgrajeno leta 1928, pri vseh ostalih izbranih stavbah pa so predstavljeni le rezultati energetske analize.

Poudariti moramo, da smo ponekod namesto izraza izboljšanje energetske učinkovitosti uporabili izraz energetska sanacija, ki ima enak pomen. V večini primerov smo izraz energetska sanacija uporabili v preglednicah, in sicer zaradi pomanjkanja prostora.

3.1 Opis obstoječega stanja izbranih stavb

Vse izbrane stavbe se nahajajo v Ljubljani in njeni okolici. Pri izbiri stavb smo izhajali iz obstoječe diplomske naloge Luke Katarinčiča z naslovom Pregled porabe toplote za ogrevanje v tipičnih enodružinskih stavbah grajenih od 1920 do 2010 [4], ki je obravnavala obstoječe stanje enodružinskih in dvodružinskih stavb in porabo toplote za njihovo ogrevanje. Izbrane so bile stavbe zgrajene leta 1928, 1950, 1972, 1985 in leta 2000. Podrobna sestava konstrukcijskih sklopov (v nadaljevanju: KS) izbranih stavb pred in po izboljšanju njihove energetske učinkovitosti je predstavljena v prilogi B.

Prostori v kleti:	Prostori v pritličju:	Prostori v nadstropju:
- Pralnica	- Dnevni prostor	- Soba 1
- Shramba 1	- Kuhinja	- Soba 2
- Shramba 2	- Jedilnica	- Kopalnica
	- Stranišče	
	- Shramba	

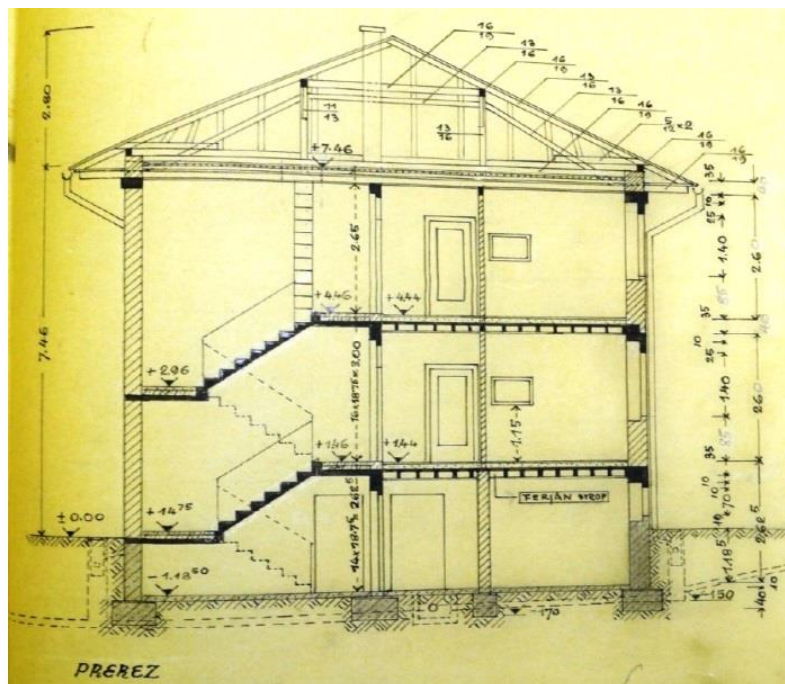
PODATKI ZA IZRAČUN ENERGETSKE BILANCE S PROGRAMOM TOST [21]

Temperaturne cone:
CONA 1 – ogrevana cona: Pritličje in nadstropje s stopniščem
CONA 2 – neogrevana cona: Podstrežje
CONA 3 – neogrevana cona: Polvkopana klet

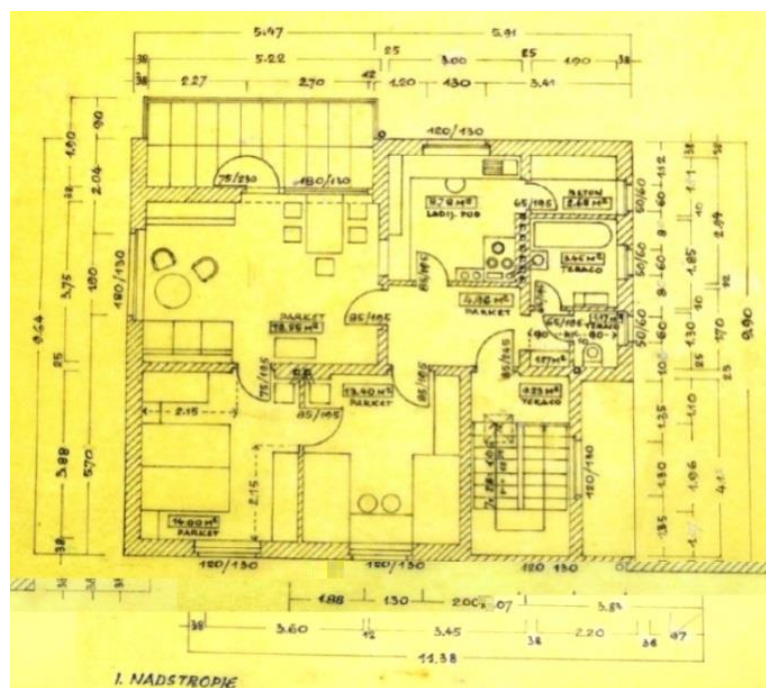
Geometrijske karakteristike stavbe:		Toplotna prehodnost elementov zunanjega ovoja stavbe [W/m ² K]:	
- Celotna zunanja površina stavbnega ovoja A [m ²]:	347,42	- Zunanja stena:	1,37
- Ogrevana prostornina stavbe V _e [m ³]:	437,67	- Zunanja kletna stena:	2,83
- Neto ogrevana prostornina V [m ³]:	350,14	- Strešna konstrukcija:	5,26
- Oblikovni faktor f _o :	0,79	- Stropna konstrukcija:	0,99
- Neto tlorisna površina stavbe A _U [m ²]:	97,25	- Tla nad neogrevano kletjo:	4,29
- Površina transparentnih delov stavbnega ovoja [m ²]:	25,15	- Tla na terenu:	2,55
- Okna:	23,26		
- Vrata:	1,89		

3.1.2 Stavba zgrajena leta 1950

Leto izgradnje: 1950	Lokacija: Vič, Ljubljana	Etažnost: K+P+1
Dolžina: 11,38 m	Širina: 9,90 m	Višina: 10,51 m



Slika 3: Prečni prerez stavbe zgrajene leta 1950 (vir: [4])



Slika 4: Tloris nadstropja stavbe zgrajene leta 1950 (vir: [4])

Prostori v kleti:	Prostori v pritličju:	Prostori v nadstropju:
- Drvarnica	- Dnevni prostor	- Dnevni prostor
- Shramba	- Kuhinja	- Kuhinja
- Kurilnica	- Jedilnica	- Jedilnica
	- Shramba	- Shramba
	- Spalnica 1	- Spalnica 1
	- Spalnica 2	- Spalnica 2

PODATKI ZA IZRAČUN ENERGETSKE BILANCE S PROGRAMOM TOST [21]

Temperaturne cone:
CONA 1 – ogrevana cona: Pritličje in nadstropje s stopniščem
CONA 2 – neogrevana cona: Podstrešje
CONA 3 – neogrevana cona: Klet

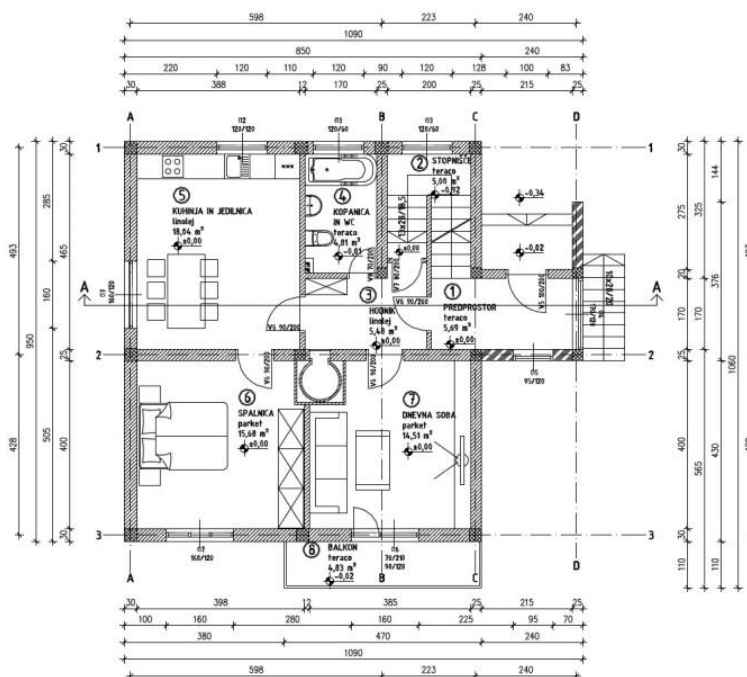
Geometrijske karakteristike stavbe:		Toplotna prehodnost elementov zunanjega ovoja stavbe [W/m ² K]:	
- Celotna zunanja površina stavbnega ovoja A [m ²]:	452,87	- Zunanja stena:	1,21
- Ogrevana prostornina stavbe V _e [m ³]:	630,52	- Zunanja kletna stena:	1,22
- Neto ogrevana prostornina V [m ³]:	504,42	- Strešna konstrukcija:	5,26
- Oblikovni faktor f _o :	0,72	- Stropna konstrukcija:	0,75
- Neto tlorisna površina stavbe A _U [m ²]:	156,78	- Tla nad neogrevano kletjo:	1,21
- Površina transparentnih delov stavbnega ovoja [m ²]:	31,99	- Tla na terenu:	1,91
- Okna:	29,79		
- Vrata:	2,20		

3.1.3 Stavba zgrajena leta 1972

Leto izgradnje: 1972	Lokacija: Ig, Ljubljana	Etažnost: K+P+M
Dolžina: 10,90 m	Širina: 9,50 m	Višina: 9,78 m



Slika 5: Prečni prerez stavbe zgrajene leta 1972 (vir: [4])



Slika 6: Tloris pritličja stavbe zgrajene leta 1972 (vir: [4])

Prostori v kleti:	Prostori v pritličju:	Prostori v mansardi:
- Servisni prostor	- Dnevni prostor	- Spalnica
- Garaža 1	- Kuhinja z jedilnico	- Kopalnica
- Garaža 2	- Kopalnica z WC-jem	- WC
	- Spalnica	

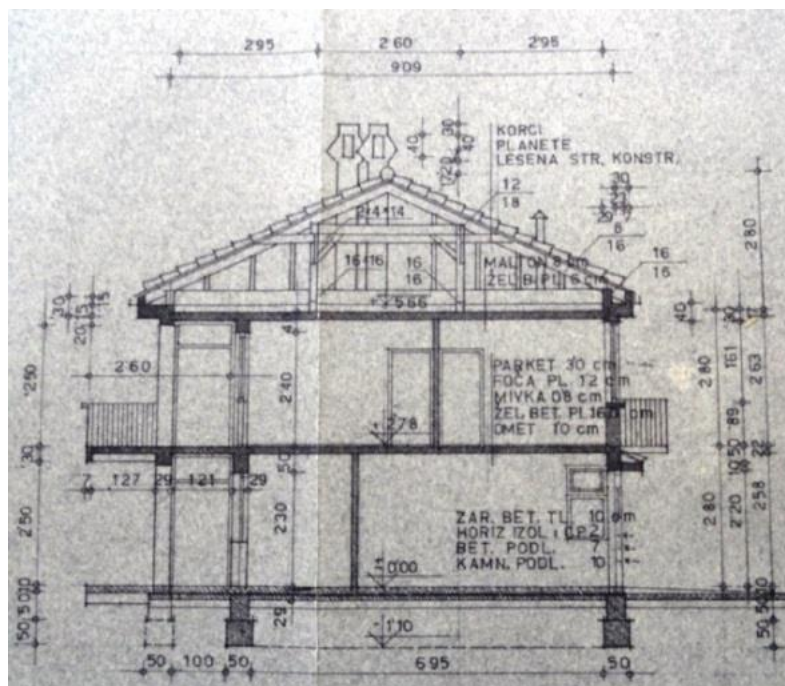
PODATKI ZA IZRAČUN ENERGETSKE BILANCE S PROGRAMOM TOST [21]

Temperaturne cone:
CONA 1 – ogrevana cona: Pritličje in mansarda s stopniščem
CONA 2 – neogrevana cona: Podstrešje
CONA 3 – neogrevana cona: Klet

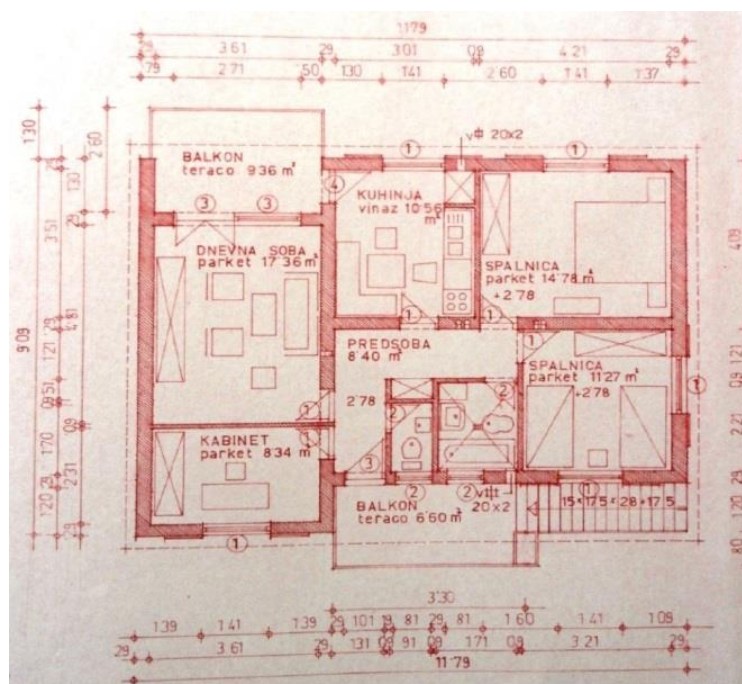
Geometrijske karakteristike stavbe:		Toplotna prehodnost elementov zunanjega ovoja stavbe [W/m ² K]:	
- Celotna zunanja površina stavbnega ovoja A [m ²):	346,95	- Zunanja stena:	1,27
- Ogrevana prostornina stavbe V _e [m ³):	446,90	- Zunanja kletna stena:	2,81
- Neto ogrevana prostornina V [m ³):	357,52	- Strešna konstrukcija:	0,37
- Oblikovni faktor f _o :	0,78	- Stropna konstrukcija:	1,17
- Neto tlorisna površina stavbe A _U [m ²):	123,03	- Tla nad neogrevano kletjo:	0,87
- Površina transparentnih delov stavbnega ovoja [m ²):	32,46	- Tla na terenu:	3,44
- Okna:	22,26		
- Vrata:	10,20		

3.1.4 Stavba zgrajena leta 1985

Leto izgradnje: 1985	Lokacija: Brdo, Ljubljana	Etažnost: P+1
Dolžina: 11,79 m	Širina: 9,09 m	Višina: 8,40 m



Slika 7: Prečni prerez stavbe zgrajene leta 1985 (vir: [4])



Slika 8: Tloris nadstropja stavbe zgrajene leta 1985 (vir: [4])

Prostori v pritličju:	Prostori v nadstropju:
- Spalnica	- Kuhinja z jedilnico
- Kuhinja z jedilnico	- Dnevni prostor
- Dnevni prostor	- Kopalnica
- Kopalnica	- WC
- WC	- Spalnica 1
- Garaža	- Spalnica 2

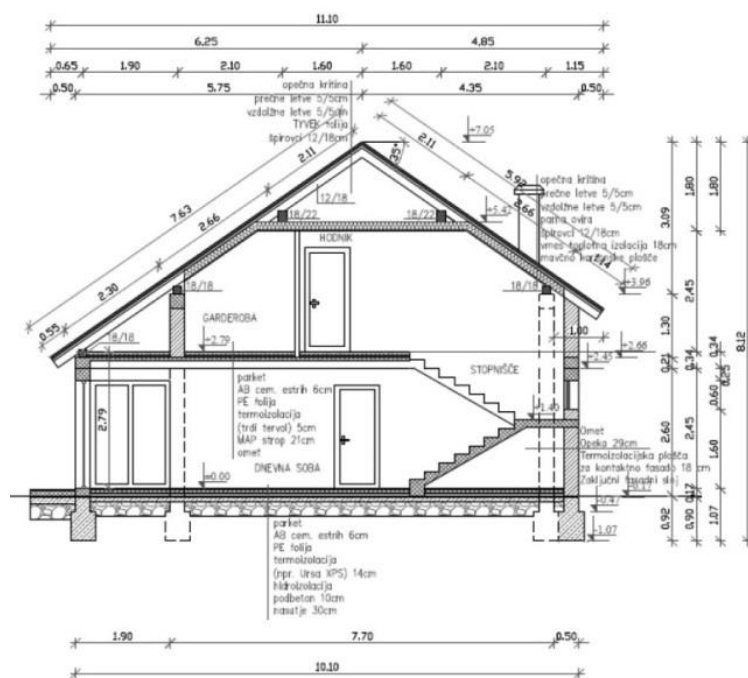
PODATKI ZA IZRAČUN ENERGETSKE BILANCE S PROGRAMOM TOST [21]

Temperaturne cone:
CONA 1 – ogrevana cona: Pritličje in nadstropje
CONA 2 – neogrevana cona: Podstrešje

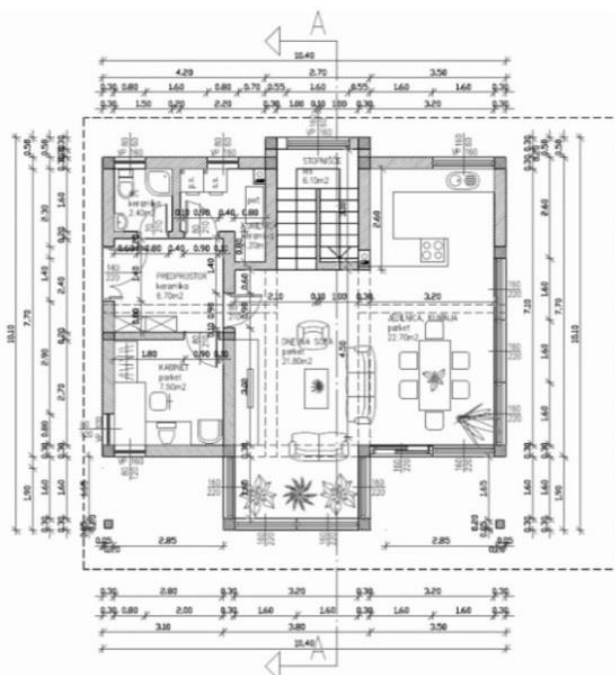
Geometrijske karakteristike stavbe:		Toplotna prehodnost elementov zunanjega ovoja stavbe [W/m ² K]:	
- Celotna zunanja površina stavbnega ovoja A [m ²]:	423,99	- Zunanja stena:	0,44
- Ogrevana prostornina stavbe V _e [m ³]:	529,99	- Strešna konstrukcija:	3,82
- Neto ogrevana prostornina V [m ³]:	423,99	- Stropna konstrukcija:	0,45
- Oblikovni faktor f _o :	0,80	- Tla na terenu:	0,45
- Neto tlorisna površina stavbe A _U [m ²]:	153,06		
- Površina transparentnih delov stavbnega ovoja [m ²]:	42,22		
- Okna:	37,42		
- Vrata:	4,80		

3.1.5 Stavba zgrajena leta 2000

Leto izgradnje: 2000	Lokacija: Podutik, Ljubljana	Etažnost: P+M
Dolžina: 10,40 m	Širina: 10,10 m	Višina: 7,04 m



Slika 9: Prečni prerez stavbe zgrajene leta 2000 (vir: [4])



Slika 10: Tloris pritličja stavbe zgrajene leta 2000 (vir: [4])

Prostori v pritličju:	Prostori v mansardi:
- Dnevna soba	- Kopalnica
- Kuhinja z jedilnico	- Soba 1
- Kopalnica	- Soba 2
- WC	- Soba 3
- Kurilnica	

PODATKI ZA IZRAČUN ENERGETSKE BILANCE S PROGRAMOM TOST [21]

Temperaturne cone:
CONA 1 – ogrevana cona: Pritličje in mansarda

Geometrijske karakteristike stavbe:		Toplotna prehodnost elementov zunanjega ovoja stavbe [W/m²K]:	
- Celotna zunanja površina stavbnega ovoja A [m ²]:	385,76	- Zunanja stena:	0,20
- Ogrevana prostornina stavbe V _e [m ³]:	468,69	- Strešna konstrukcija:	0,18
- Neto ogrevana prostornina V [m ³]:	374,95	- Tla na terenu:	0,30
- Oblikovni faktor f _o :	0,82		
- Neto tlorisna površina stavbe A _U [m ²]:	136,72		
- Površina transparentnih delov stavbnega ovoja [m ²]:	39,24		
- Okna:	36,16		
- Vrata:	3,08		

3.2 Energetska analiza obstoječega stanja stavb in ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti

V nadaljevanju je najprej predstavljena izvedena energetska analiza obstoječega stanja izbranih stavb kateri sledi predstavitev ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti stavb.

3.2.1 Energetska analiza obstoječega stanja

Energetsko analizo izbranih stavb smo izvedli s programom TOST [21], in sicer smo najprej določili energetske učinkovitosti obstoječega stanja stavb. Energetsko učinkovitost smo določili v skladu s PURES-om 2010 [5], ki predvideva določitev stopnje energetske učinkovitosti stavb na podlagi dveh kazalnikov energetske učinkovitosti.

Prvi kazalnik je koeficient specifičnih transmisijskih izgub H_T' (v nadaljevanju: H_T'), ki je definiran kot razmerje med količnikom transmisijskih toplotnih izgub stavbe H_T in celotno zunanjo površino stavbe [23].

Drugi kazalnik je specifična letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe Q_H/A_U (v nadaljevanju: Q_H/A_U), ki je definirana kot letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} stavbe, preračunana na enoto kondicionirane površine A_U stavbe [23].

Glede na vrednost Q_H/A_U stavbe razvrščamo v energijske razrede [24]. Poznamo sedem energijskih razredov (A, B, C, D, E, F, G), kjer je G najnižji energijski razred in A najvišji energijski razred. Vrednosti Q_H/A_U za uvrstitev stavbe v določen energijski razred pa so naslednje [24]:

- Razred A1: od 0 do vključno 10 kWh/m²a,
- Razred A2: od 10 do vključno 15 kWh/m²a,
- Razred B1: od 15 do vključno 25 kWh/m²a,
- Razred B2: od 25 do vključno 35 kWh/m²a,
- Razred C: od 35 do vključno 60 kWh/m²a,
- Razred D: od 60 do vključno 105 kWh/m²a,
- Razred E: od 105 do vključno 150 kWh/m²a,
- Razred F: od 150 do vključno 210 kWh/m²a,
- Razred G: več od 210 kWh/m²a.

Po vnosu vseh potrebnih podatkov v program TOST [21] smo dobili naslednje rezultate (Preglednica 1).

Preglednica 1: Rezultati energetske analize obstoječega stanja izbranih stavb

Kazalec energetske učinkovitosti	Leto izgradnje				
	1928	1950	1972	1985	2000
H_T' [W/m ² K]	1,11	0,90	0,85	0,63	0,46
Q_h/A_U [kWh/m ² a]	585	368	320	206	140
Energijski razred	G	G	G	F	E

Za doseganje mejnih zahtev PURES-a 2010 [5] mora stavba dosegati vsaj energijski razred C ali višje. Mejna vrednost koeficienta H_T' glede na PURES 2010 [5] znaša 0,38 W/m²K za stavbe zgrajene leta 1928, 1950 in leta 1972. Za stavbi zgrajeni leta 1985 in leta 2000 znaša mejna vrednost koeficienta H_T' 0,39 W/m²K. Pri vseh izbranih stavbah koeficient H_T' presega mejno vrednost PURES-a 2010, in sicer največ pri stavbi zgrajeni leta 1928, najmanj pa pri stavbi zgrajeni leta 2000. Glede na leto izgradnje stavbe se vrednost koeficienta H_T' zmanjšuje od najstarejše stavbe proti najmlajši stavbi.

Stavbe zgrajene leta 1928, 1950 in 1972 dosegajo energijski razred G, ki je najnižji energijski razred. Stavba zgrajena leta 1985 dosega energijski razred F. Vrednost Q_h/A_U pri tej stavbi znaša 206 kWh/m²a kar presega zahtevano vrednost PURES-a 2010 za približno 3-krat. Stavba zgrajena leta 2000 dosega energijski razred E in prav tako presega mejno vrednost Q_h/A_U glede na PURES 2010, in sicer za približno 2-krat.

Stavbi zgrajeni leta 1928 in 1950 sta bili zgrajeni brez toplotne izolacije in temu primerna je tudi letna poraba energije za ogrevanje. Pri stavbi zgrajeni leta 1972 so že uporabili nekaj centimetrov toplotne izolacije kar se kaže pri znižanju porabe toplote za ogrevanje v primerjavi s starejšima stavbama.

Pri stavbi zgrajeni leta 1985 je bilo pri vseh konstrukcijskih sklopih zunanjsa ovoja uporabljena toplotna izolacija v debelini 6 cm kar se lepo vidi pri letni porabi toplote za ogrevanje. Stavba zgrajena leta 2000 je izolirana z največjo debelino toplotne izolacije debeline 16,5 cm, zato je tudi njena letna poraba toplote za ogrevanje najnižja v primerjavi z ostalimi stavbami.

Glede na obstoječe stanje izbranih stavb smo predvideli ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti stavb, ki so opisani v nadaljevanju.

3.2.2 Predvideni ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti

Za izboljšanje energetske učinkovitosti izbranih stavb smo izbrali naslednje ukrepe:

- 1. Dodatna toplotna izolacija ovoja stavbe,
- 2. Energetsko učinkovito stavbno pohištvo,
- 3. Prezračevalni sistem z rekuperacijo toplote in
- 4. Povečanje odprtih na južni strani stavbe.

3.2.2.1 Dodatna toplotna izolacija ovoja stavbe (ukrep 1A, 1B)

Pri 1. ukrepu dodatne toplotne izolacije ovoja stavbe smo uporabili naslednje materiale, in sicer:

- Pri zunanjih stenah smo uporabili plošče iz ekspandiranega polistirena z dodatki za izboljšano toplotno izolativnost s toplotno prevodnostjo $\lambda_D=0,032$ W/mK.
- Stene proti terenu smo dodatno izolirali s ploščami iz ekspandiranega polistirena z drenažnimi kanali s toplotno prevodnostjo $\lambda_D=0,035$ W/mK.
- Pri podzidku smo uporabili plošče iz ekspandiranega polistirena z dodatki za izboljšano toplotno izolativnost s toplotno prevodnostjo $\lambda_D=0,032$ W/mK.
- Pri tleh nad neogrevano kletjo smo uporabili plošče iz ekspandiranega polistirena s toplotno prevodnostjo $\lambda_D=0,039$ W/mK.
- Pri tleh na terenu smo uporabili plošče iz ekspandiranega polistirena s toplotno prevodnostjo $\lambda_D=0,037$ W/mK.
- Za zvočno izolacijo tal smo uporabili talne izolacijske plošče iz steklene volne s toplotno prevodnostjo $\lambda_D=0,032$ W/mK.
- Pri stropni konstrukciji proti neogrevanemu podstrešju in strešni konstrukciji smo za dodatno toplotno izolacijo uporabili lahki izolacijski filc iz steklene volne s toplotno prevodnostjo $\lambda_D=0,040$ W/mK.

Debelina dodatne toplotne izolacije je bila izbrana na podlagi dveh kriterijev.

- Prvi kriterij je bil, da izberemo minimalno debelino toplotne izolacije, ki še zagotavlja ustreznost obravnavanega konstrukcijskega sklopa zahtevam PURES 2010 [5].
- Drugi kriterij je bil, da smo izbrali ekonomično debelino toplotne izolacije, ki je bila določena na podlagi ugotovitev študije z naslovom Ekonomična debelina slojev toplotnih izolacij v kontaktno-izolacijskih fasadah obodnih sten [25].

3.2.2.1.1 Minimalna debelina toplotne izolacije (ukrep 1A)

Na podlagi obstoječih konstrukcijskih sklopov (v nadaljevanju: KS) izbranih stavb smo določili tipično sestavo posameznega KS zunanje ovojne stavbe. Tipični KS imajo naslednjo sestavo:

- Zunanje stene so sestavljene iz fasadnega mineralnega ometa, toplotno izolacijskih plošč iz ekspandiranega polistirena ($\lambda_D=0,032$ W/mK), opečnih modularnih blokov ($\lambda=0,52$ W/mK) in notranjega cementnega ometa.
- Zunanje stene proti terenu so sestavljene iz zaščitne čepaste folije, toplotno izolacijskih plošč iz ekspandiranega polistirena ($\lambda_D=0,035$ W/mK), bitumenskih trakov in bitumna, betonov iz kamnitega materiala ($\lambda=2,04$ W/mK) in notranjega cementnega ometa.
- Strop proti neogrevanemu podstrešju je sestavljen iz mehke toplotne izolacije iz steklene volne ($\lambda_D=0,032$ W/mK), paronepropustne folije, nosilne konstrukcije, ki je lahko endoskeletne izvedbe (npr. leseni nosilci), ali eksoskeletne izvedbe (npr. armiranobetonska plošča ($\lambda=2,04$ W/mK)) in notranjih oblog.
- Tla nad neogrevanim prostorom so sestavljena iz toplotno izolacijskih plošč iz ekspandiranega polistirena ($\lambda_D=0,039$ W/mK), nosilne armiranobetonske plošče ($\lambda=2,04$ W/mK), talnih izolacijskih plošč iz steklene volne za zvočno izolacijo ($\lambda_D=0,032$ W/mK), paronepropustne polietilenske folije, cementnega estriha in talnih oblog.
- Tla na terenu so sestavljena iz nosilne armiranobetonske plošče ($\lambda=2,04$ W/mK), toplotno izolacijskih plošč iz ekspandiranega polistirena ($\lambda_D=0,037$ W/mK), talnih izolacijskih plošč iz steklene volne za zvočno izolacijo ($\lambda_D=0,032$ W/mK), paronepropustne polietilenske folije, cementnega estriha in talnih oblog.

Na podlagi tipične sestave KS izbranih stavb in maksimalnih dovoljenih vrednosti toplotne prehodnosti posameznega KS glede na zahteve Tehnične smernice [23] smo določili minimalno potrebno debelino toplotne izolacije (Preglednica 3).

Preglednica 2: Zahtevane toplotne prehodnosti posameznih konstrukcijskih sklopov in minimalne potrebne debeline toplotne izolacije

Konstrukcijski sklop	U_{\max} [W/m ² K]	Minimalna potrebna debelina izbrane toplotne izolacije [cm]
Zunanja stena	0,28	10
Zunanja stena proti terenu	0,35	10
Tla nad neogrevano kletjo ali tla na terenu	0,35	9
Strop proti neogrevanem prostoru, ravne ali poševne strehe	0,20	20

3.2.2.1.2 Ekonomična debelina toplotne izolacije (ukrep 1B)

Ekonomično debelino toplotne izolacije smo določili na podlagi ugotovitev študije z naslovom Ekonomična debelina slojev toplotnih izolacij v kontaktno-izolacijskih fasadah obodnih sten [25]. Študija ugotavlja, da je ekonomična debelina toplotne izolacije dosežena pri debelini toplotne izolacije 26 cm. Poleg tega še ugotavlja, da je na podlagi trenutnih gospodarskih razmer mogoče pričakovati, da se bo ekonomična debelina toplotne izolacije še povečevala.

V izračunih smo tako pri zunanjih stenah, stenah proti terenu, tleh nad neogrevano kletjo in tleh na terenu za ekonomično debelino toplotne izolacije upoštevali toplotno izolacijo debeline 26 cm. Pri stropu proti podstrešju in strešni konstrukciji pa smo za ekonomično debelino toplotne izolacije upoštevali toplotno izolacijo debeline 30 cm.

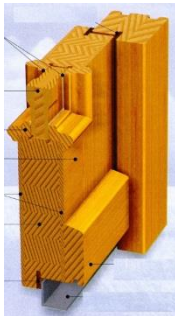


3.2.2.2 Energetsko učinkovito stavbno pohištvo (ukrep 2A, 2B, 2C)

V okviru 2. ukrepa zamenjave starega, dotrajanega stavbnega pohištva z novim, sodobnim in predvsem bolj energetsko učinkovitim stavbnim pohištvom je predvidena zamenjava oken in vhodnih vrat v treh različnih cenovnih in kakovostnih skupinah. Za vse tri skupine stavbnega pohištva je predvidena vgradnja po RAL smernicah.




Za izboljšanje energetske učinkovitosti izbranih stavb je bilo izbrano stavbno pohištvo proizvajalca Lip Bled d.o.o. in proizvajalca M Sora d.d. Za skupino 1 (ukrep 2A) smo izbrali okna in vrata, ki ustrezajo »robnim« zahtevam PURES-a 2010 [5]. Izbrana so bila okna proizvajalca Lip Bled d.o.o., model Mežakla, s toplotno prehodnostjo $U_w=1,3$ W/m²K ($U_g=1,0$ W/m²K) in vrata proizvajalca Lip Bled d.o.o., model Vetro V7, s toplotno prehodnostjo $U_D=1,4$ W/m²K. Za skupino 2 (ukrep 2B) so bila izbrana okna proizvajalca Lip Bled d.o.o., model Pokljuka, s toplotno prehodnostjo $U_w=0,93$ W/m²K ($U_g=0,7$ W/m²K) in vrata proizvajalca Lip Bled d.o.o., model Profil VV 68, s toplotno prehodnostjo $U_D=1,1$ W/m²K. Za skupino 3 (ukrep

2C) smo izbrali okna proizvajalca M Sora d.d., model Natura E112, s toplotno prehodnostjo $U_w=0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($U_g=0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$) in vrata proizvajalca Lip Bled d.o.o., model Profil VV 98, s toplotno prehodnostjo $U_D=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$. Za skupino 3 smo izbrali elemente, ki so dostopni na trgu in imajo čim nižjo toplotno prehodnost. Lastnosti izbranih vrat so povzete v preglednici 4, lastnosti izbranih oken v preglednici 5.

Preglednica 3: Lastnosti izbranih vrat (vir: [26], [27])

Lastnost	Skupina 1 (ukrep 2A)	Skupina 2 (ukrep 2B)	Skupina 3 (ukrep 2C)
Toplotna prehodnost vrat U_D	1,40 $\text{W/m}^2\text{K}$	1,10 $\text{W/m}^2\text{K}$	0,70 $\text{W/m}^2\text{K}$
Debelina podboja	66 mm	68 mm	68 mm
Debelina krila	52 mm	68 mm	98 mm
Tip in debelina toplotne izolacije v jedru	Leseno polnilo	Styrofoam, 50 mm	Styrofoam, 80 mm
Prag	Aluminijast prag	Aluminijast prag, BS 1932	Termoizolacijski prag, BKV 70
Tesnilo	Dvojno, spodaj enojno	Dvojno, spodaj enojno	Dvojno
Proizvajalec in model	Lip Bled, Vetro V7	Lip Bled, Profil VV 68	Lip Bled, Profil VV 98
Slika			

Preglednica 4: Lastnosti izbranih oken (vir: [26], [27])

Lastnost	Skupina 1 (ukrep 2A)	Skupina 2 (ukrep 2B)	Skupina 3 (ukrep 2C)
Toplotna prehodnost okna U_w	1,30 W/m ² K	0,93 W/m ² K	0,66 W/m ² K
Toplotna prehodnost zasteklitve U_g	1,00 W/m ² K	0,70 W/m ² K	0,50 W/m ² K
Delež sončnega sevanje, ki prodre skozi zasteklitev g	0,52	0,50	0,50
Zasteklitev	4/16 Ar/4	4/12 Ar/4/12 Ar/4	4/12 Kr/4/12 Kr/4
Debelina lesenega profila	68 mm	78 mm	113 mm
Število tesnil	2	2	3
Proizvajalec in model	Lip Bled, Mežakla	Lip Bled, Pokljuka	M Sora, Natura E112
Slika			

3.2.2.3 Prezračevalni sistem z rekuperacijo toplote (ukrep 3A, 3B)

Pri 3. ukrepu želimo z vgradnjo mehanskega sistema prezračevanja z rekuperacijo toplote predvsem zmanjšati ventilacijske toplotne izgube. S prezračevalnim sistemom z rekuperatorjem toplote omogočimo, da se del toplote odpadnega zraka vrne nazaj v prostor in s tem prihranimo pri energiji za ogrevanje.

V diplomski nalogi smo pri 3. ukrepu predvideli dva različna prezračevalna sistema z rekuperacijo toplote, in sicer vgradnjo lokalnega prezračevalnega sistema s stopnjo rekuperacije toplote do 80 % (ukrep 3A) in vgradnjo centralnega sistema prezračevanja s stopnjo rekuperacije toplote do 95 % (ukrep 3B). Za dva različna tipa prezračevalnega sistema smo se odločili zaradi različnih stroškov in možnosti vgradnje centralnega ali lokalnega prezračevalnega sistema. Pri tem nas je tudi zanimalo kakšne so dejanske razlike, glede porabe toplote za ogrevanje med lokalnim in centralnim prezračevalnim sistemom.

Za lokalni prezračevalni sistem smo izbrali sistem MIKrovent proizvajalca MIK Celje, ki je primeren pri sanaciji stavb, saj se vgradi v okensko odprtino skupaj z okenskim sistemom [28]. Za centralni prezračevalni sistem smo si izbrali sistem s prezračevalno napravo znamke Brink, model renovent hr medium, ki omogoča prezračevanje prostorov do 600 m³ [29]. Pri obeh sistemih prezračevanja smo upoštevali enake projektne pogoje delovanja kot je npr. projektni pretok zraka, čas delovanja ventilatorjev in izpostavljenost stavbe.

3.2.2.4 Povečanje odprtin na južni strani stavbe (ukrep 4)

Pri 4. ukrepu je predvideno povečanje okenskih odprtin na južni strani izbranih stavb zaradi povečanja solarnih dobitkov in s tem zmanjšanja porabe energije za ogrevanje. S povečanjem okenskih odprtin tudi močno izboljšamo bivalne pogoje v stavbi, saj se bistveno izboljša osvetlitev prostorov, ki je zelo pomemben faktor kvalitetnega bivalnega okolja. Pri izbranih stavbah smo odprtine povečali v površini od 6 m² do približno 17 m², odvisno od možnosti in zasnove stavbe.

3.3 Energetska analiza stanja stavb po izboljšanju energetske učinkovitosti

S programom TOST [21] smo izvedli energetske analize izbranih stavb po izboljšanju njihove energetske učinkovitosti. Za izbrane stavbe so v nadaljevanju predstavljeni rezultati energetske analize. Stavba zgrajena leta 1928 vsebuje tudi komentar in podrobno predstavitev rezultatov, pri vseh ostalih stavbah pa so predstavljeni le rezultati, ker je komentar rezultatov zelo podoben tudi za vse ostale izbrane stavbe.

Pri izboljšanju energetske učinkovitosti smo upoštevali vse predstavljene ukrepe, in sicer smo energetske analize izvedli za dvanajst različnih kombinacij ukrepov, ki so predstavljene v nadaljevanju (Preglednica 5).

Preglednica 5: Izvedene kombinacije ukrepov za izboljšanja energetske učinkovitosti izbranih stavb

Kombinacija ukrepov	Dodatna toplotna izolacija ovoja	Energetsko učinkovito stavbno pohištvo	Prezračevalni sistem z rekuperacijo toplote	Povečanje odprtih na južni strani stavbe
1A	Minimalna debelina	/	/	/
1A+2A	Minimalna debelina	Okna in vrata skupine 1 ($U_w=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$; $U_D=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$)	/	/
1B+2B	Ekonomična debelina	Okna in vrata skupine 2 ($U_w=0,93 \text{ W/m}^2\text{K}$; $U_D=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$)	/	/
1B+2C	Ekonomična debelina	Okna in vrata skupine 3 ($U_w=0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$; $U_D=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$)	/	/
1B+2B+4	Ekonomična debelina	Okna in vrata skupine 2 ($U_w=0,93 \text{ W/m}^2\text{K}$; $U_D=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$)	/	Da
1B+2C+4	Ekonomična debelina	Okna in vrata skupine 3 ($U_w=0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$; $U_D=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$)	/	Da
1B+2B+3A	Ekonomična debelina	Okna in vrata skupine 2 ($U_w=0,93 \text{ W/m}^2\text{K}$; $U_D=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$)	Lokalni sistem z rekuperacijo – 80 %	/
1B+2C+3A	Ekonomična debelina	Okna in vrata skupine 3 ($U_w=0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$; $U_D=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$)	Lokalni sistem z rekuperacijo – 80 %	/
1B+2B+3B	Ekonomična debelina	Okna in vrata skupine 2 ($U_w=0,93 \text{ W/m}^2\text{K}$; $U_D=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$)	Centralni sistem z rekuperacijo – 95 %	/
1B+2C+3B	Ekonomična debelina	Okna in vrata skupine 3 ($U_w=0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$; $U_D=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$)	Centralni sistem z rekuperacijo – 95 %	/
1B+2B+3A+4	Ekonomična debelina	Okna in vrata skupine 2 ($U_w=0,93 \text{ W/m}^2\text{K}$; $U_D=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$)	Lokalni sistem z rekuperacijo – 80 %	Da
1B+2C+3A+4	Ekonomična debelina	Okna in vrata skupine 3 ($U_w=0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$; $U_D=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$)	Lokalni sistem z rekuperacijo – 80 %	Da

3.3.1 Stavba zgrajena leta 1928

Rezultati energetske analize vključujejo izračun koeficienta H_T' , izračun specifične letne potrebne toplote za ogrevanje (Q_h/A_U), izračun toplotnih izgub, ki so razdeljene na transmisijske in ventilacijske toplotne izgube in izračun toplotnih dobitkov, ki so razdeljeni na notranje in solarne toplotne dobitke. Rezultati izračunov so vseh dvanajst kombinacij ukrepov za stavbo zgrajeno leta 1928 predstavljeni v preglednici 6. Zaradi boljše preglednosti in pomembnosti Q_h/A_U pri določitvi energetske učinkovitosti izbranih stavb so izračunane vrednosti Q_h/A_U predstavljene še na grafikonu 1.

Preglednica 6: Koeficient specifičnih transmisijskih izgub, specifična letna potrebna toplota za ogrevanje, izgube, in dobitki pri obstoječem stanju in pri obravnavanih kombinacijah ukrepov v [kWh/m²a] za stavbo zgrajeno leta 1928

Kombinacija ukrepov	H _T ' [W/m ² K]	Trans. izgube	Vent. izgube	Skupne izgube	Notranji dobitki	Solarni dobitki	Skupni dobitki	Q _n /A _U
Pred sanacijo	1,11	-541	-110	-651	44	30	74	585
1A	0,37	-148	-106	-255	35	20	55	203
1A+2A	0,24	-106	-106	-212	35	12	47	167
1B+2B	0,13	-56	-105	-160	33	10	43	119
1B+2C	0,11	-50	-104	-155	33	10	43	113
1B+2B+4	0,17	-69	-103	-172	32	23	54	120
1B+2C+4	0,14	-58	-103	-161	31	22	53	110
1B+2B+3A	0,13	-51	-20	-71	27	7	34	38
1B+2C+3A	0,11	-45	-20	-65	26	7	32	34
1B+2B+3B	0,13	-51	-20	-71	27	7	34	38
1B+2C+3B	0,11	-45	-20	-65	26	7	32	34
1B+2B+3A+4	0,17	-62	-20	-82	25	16	42	42
1B+2C+3A+4	0,14	-51	-19	-70	24	15	39	33

Vrednost koeficienta H_T' znaša pri obstoječem stanju 1,1 W/m²K in skoraj za trikrat presega mejno vrednost določeno glede na PURES 2010 [4], ki znaša 0,38 W/m²K. Pri kombinaciji 1A se vrednost H_T' zniža pod mejno vrednost na 0,37 W/m²K. Podobno je pri vseh naslednjih kombinacijah ukrepov, kjer je vrednost H_T' nižja od mejne vrednosti. Najnižja vrednost H_T' znaša 0,11 W/m²K in jo dosežemo pri kombinaciji ekonomične debeline toplotne izolacije in stavbnega pohištva skupine 3 (1B+2C), kar je logično, saj so pri tej kombinaciji ukrepov uporabljeni materiali z nizko toplotno prehodnostjo.

V preglednici 6 vidimo, da se že pri prvi kombinaciji ukrepov transmisijske izgube bistveno znižajo v primerjavi z obstoječim stanjem stavbe, kar je logična posledica tega, da stavba prej ni bila toplotno izolirana. S kombinacijo ukrepov (1A) so se transmisijske izgube znižale za dobrih 73 %, s 541 kWh/m²a na 148 kWh/m²a. Trend nižanja transmisijskih izgub se nadaljuje tudi pri naslednjih kombinacijah ukrepov, le da v manjšem obsegu. Po upoštevanju 3. in 4. ukrepa se trend nižanja transmisijskih izgub ustali na približno 50 kWh/m²a. Navzgor malenkostno odstopajo le kombinacije ukrepov, kjer smo kot ukrep upoštevali povečanje odprtih na južni strani stavbe, kar je verjetno posledica večjih toplotnih tokov skozi povečane površine zasteklitve, ki imajo višje faktorje prehoda toplote kot netransparentni elementi ovoja.

Ventilacijske izgube se bistveno zmanjšajo po uvedbi ukrepa mehanskega prezračevanja z rekuperacijo toplote (3A in 3B). Pri kombinacijah ukrepov, kjer smo upoštevali naravno prezračevanje prostorov, se ventilacijske izgube gibljejo od 109 kWh/m²a do 103 kWh/m²a. Pri kombinacijah ukrepov, kjer smo upoštevali mehansko prezračevanje, pa se ventilacijske izgube gibljejo okoli 20 kWh/m²a. Uvedba mehanskega prezračevalnega sistema z rekuperacijo toplote tako v povprečju prispeva do 81 % pri zmanjšanju ventilacijskih izgub.

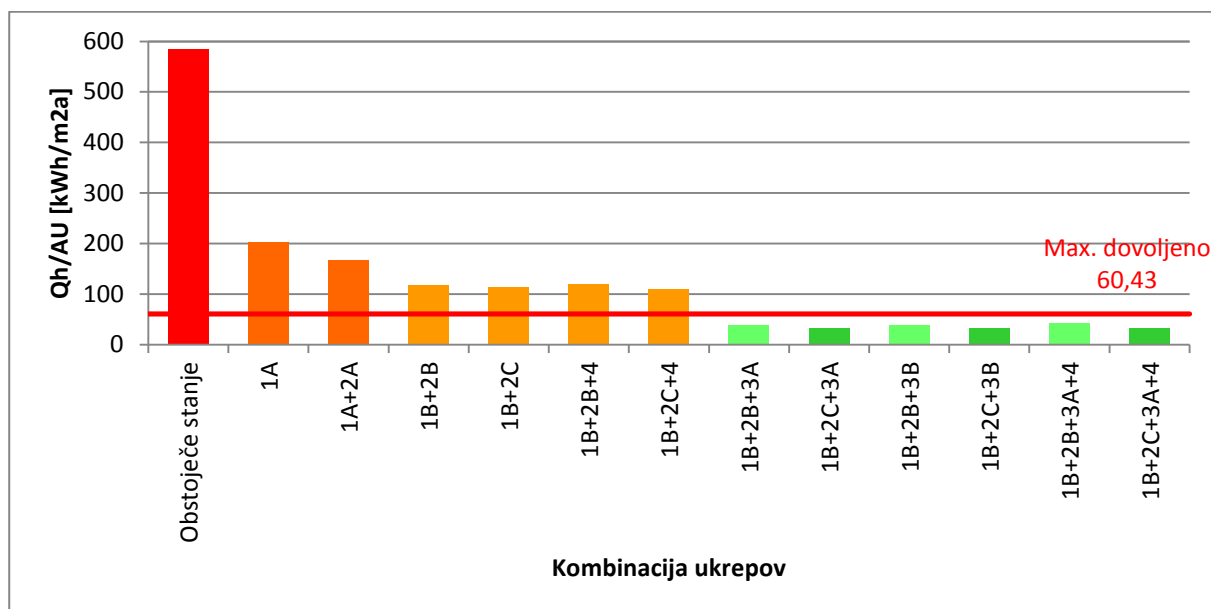
Notranji dobitki se zmanjšujejo od maksimalne vrednosti 44 kWh/m²a pri obstoječem stanju do minimalne vrednosti 24 kWh/m²a pri zadnji kombinaciji ukrepov, kar je 46 % znižanje notranjih dobitkov. Povprečna vrednost notranjih dobitkov znaša približno 30 kWh/m²a. Zmanjševanje notranjih dobitkov z izboljšanjem energetske učinkovitosti stavbe pa je posledica računskega postopka, ki ga uporablja program. Program za izračun notranjih dobitkov na podlagi potrebne toplote za ogrevanje izračuna število ogrevalnih dni, ki jih pomnoži s povprečno močjo notranjih dobitkov na m² neto tlorisne površine. Z izboljšanjem energetske učinkovitosti stavbe se število ogrevalnih dni zmanjša in posledično se zmanjšajo tudi izračunani notranji dobitki.

Solarni dobitki se zmanjšujejo z vgradnjo oken, ki imajo nižje toplotne prehodnosti in posledično tudi nižje prepustnosti sončnega sevanja. V primerjavi z obstoječim stanjem se solarni dobitki pri kombinaciji ukrepov (1B+2B) in (1B+2C), kjer je uporabljena dvojna in trojna zasteklitev, znižajo za 66 %. Solarni dobitki se zmanjšajo tudi pri kombinacijah ukrepov, ki vključujejo mehanski sistem prezračevanja (ukrep 3A in 3B). Solarne dobitke smo povečali pri kombinacijah ukrepov, kjer smo povečali odprtine na južni strani stavbe (ukrep 4) in s tem povečali površine za prehod sončnega sevanja v prostor.

Skupne izgube se pri kombinacijah ukrepov, ki vključujejo ukrep vgradnje prezračevalnega sistema z rekuperacijo toplote (ukrep 3A in 3B) znižajo v primerjavi z obstoječim stanjem od 87 do 90 %. Če primerjamo kombinacijo ukrepov (1B+2B+3A) in (1B+2B+3B) lahko vidimo, da skupne izgube niso odvisne od tipa prezračevalnega sistema. Odvisne so od izbire debeline toplotne izolacije in površine transparentnih delov ovoja, kar vidimo iz primerjave kombinacij ukrepov (1B+2B+3A) in (1B+2C+3A) ter (1B+2B+3A) in (1B+2B+3A+4).

Skupni dobitki se v primerjavi z obstoječim stanjem najbolj zmanjšajo pri kombinaciji ukrepov (1B+2C+3A) in (1B+2C+3B), in sicer za 57 %. Pri teh dveh kombinacijah ukrepov so tudi skupne izgube najnižje.

Grafikon 1 prikazuje izračunane vrednosti specifične letne potrebne toplote za ogrevanje (Q_h/A_U). Na podlagi vrednosti Q_h/A_U se določi energijski razred stavbe, ki je označen z barvo stolpca, mejna vrednost Q_h/A_U , ki jo podaja PURES 2010 [5] pa je označena z rdečo vodoravno črto.



Grafikon 1: Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje pri stavbi zgrajeni leta 1928

Glede na obstoječe stanje smo s prvim ukrepom (1A) zmanjšali vrednost Q_h/A_U za 65 %, in sicer na 203 kWh/m²a, vendar pa vrednost še vedno presega zahteve PURES-a 2010 [5]. Tako veliko zmanjšanje je logična posledica tega, da stavba pred tem ni bila toplotno izolirana. Po prvem ukrepu spada stavba v energijski razred F.

S naslednjo kombinacijo ukrepov (1A+2A) smo znižali vrednost Q_h/A_U na 167 kWh/m²a, kar je dodatno 18 % znižanje glede na prejšnjo kombinacijo ukrepov. Stavba še vedno spada v energijski razred F.

Pri naslednjih štirih kombinacijah ukrepov (1B+2B, 1B+2C, 1B+2B+4, 1B+2C+4) nam je uspelo doseči energijski razred E, kar je še vedno nad mejno vrednostjo PURES-a 2010 [4]. Zato smo v nadaljevanju upoštevali še ukrep vgradnja mehanskega sistema prezračevanja z rekuperacijo toplote.

Pri kombinacijah ukrepov, ki vključujejo ukrep vgradnje mehanskega sistema prezračevanja z rekuperacijo toplote (ukrep 3A in 3B) poleg ostalih ukrepov nam je uspelo znižati vrednost Q_h/A_U pod zahtevano mejo PURES-a 2010 [5]. Opazimo lahko (Preglednica 6, Grafikon 1), da razlike med lokalnim in centralnim prezračevalnim sistemom z vidika energetske

učinkovitosti ni, kar lahko vidimo iz primerjave kombinacij ukrepov (1B+2B+3A) in (1B+2B+3B). Pri kombinacijah ukrepov (1B+2C+3A), (1B+2C+3B) in (1B+2C+3A+4) smo dosegli energijski razred B2.

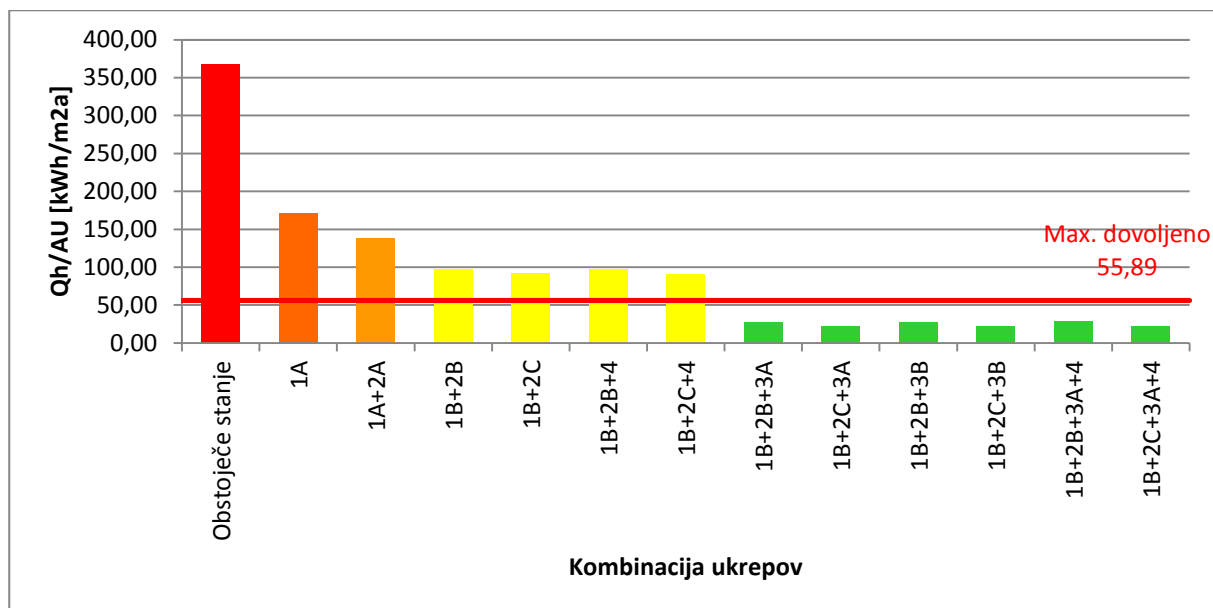
Iz zgoraj predstavljenih rezultatov lahko zaključimo, da če želimo pri obravnavani stavbi z izboljšanjem energetske učinkovitosti doseči zahtevane vrednosti iz PURES-a 2010 [5], moramo v stavbo poleg toplotne izolacije v debelini od 26 do 30 cm in sodobnega stavbnega pohištva vgraditi tudi mehanski sistem prezračevanja z rekuperacijo toplote odpadnega zraka. Prezračevalni sistem nam zagotavlja tudi ustrezno bivanjsko okolje s primerno kvaliteto in temperaturo zraka. Poleg tega se nam lahko zaradi povečane zrakotesnosti stavbe po vgradnji novega stavbnega pohištva ob nepravilnem naravnem prezračevanju, močno poslabša kvaliteta zraka v prostoru. Priporočljivo je tudi povečanje okenskih odprtín, saj tako izboljšamo osvetlitev v prostoru in pridobimo nekaj dodatne toplote sončnega sevanja.

3.3.2 Stavba zgrajena leta 1950

Rezultati energetske analize za stavbo zgrajeno leta 1950 so predstavljeni v preglednici 7 in na grafikonu 2.

Preglednica 7: Koeficient specifičnih transmisijskih izgub, izgube, dobitki in specifična letna potrebna toplota za ogrevanje pri obstoječem stanju in pri obravnavanih kombinacijah ukrepov v [kWh/m²a] za stavbo zgrajeno leta 1950

Kombinacija ukrepov	H _T ' [W/m ² K]	Trans. izgube	Vent. izgube	Skupne izgube	Notranji dobitki	Solarni dobitki	Skupni dobitki	Q _h /A _U
Pred sanacijo	0,90	-328	-97	-425	40	22	62	368
1A	0,37	-126	-95	-221	35	18	53	171
1A+2A	0,24	-87	-95	-182	34	11	45	138
1B+2B	0,13	-44	-93	-137	32	9	41	97
1B+2C	0,11	-39	-93	-132	32	9	41	92
1B+2B+4	0,15	-49	-92	-142	32	14	45	98
1B+2C+4	0,12	-42	-92	-134	31	14	45	91
1B+2B+3A	0,13	-39	-17	-57	24	6	31	26
1B+2C+3A	0,11	-34	-17	-51	23	6	29	22
1B+2B+3B	0,13	-39	-17	-57	24	6	31	26
1B+2C+3B	0,11	-34	-17	-51	23	6	29	22
1B+2B+3A+4	0,15	-43	-17	-60	24	10	34	28
1B+2C+3A+4	0,12	-36	-17	-53	23	9	32	22



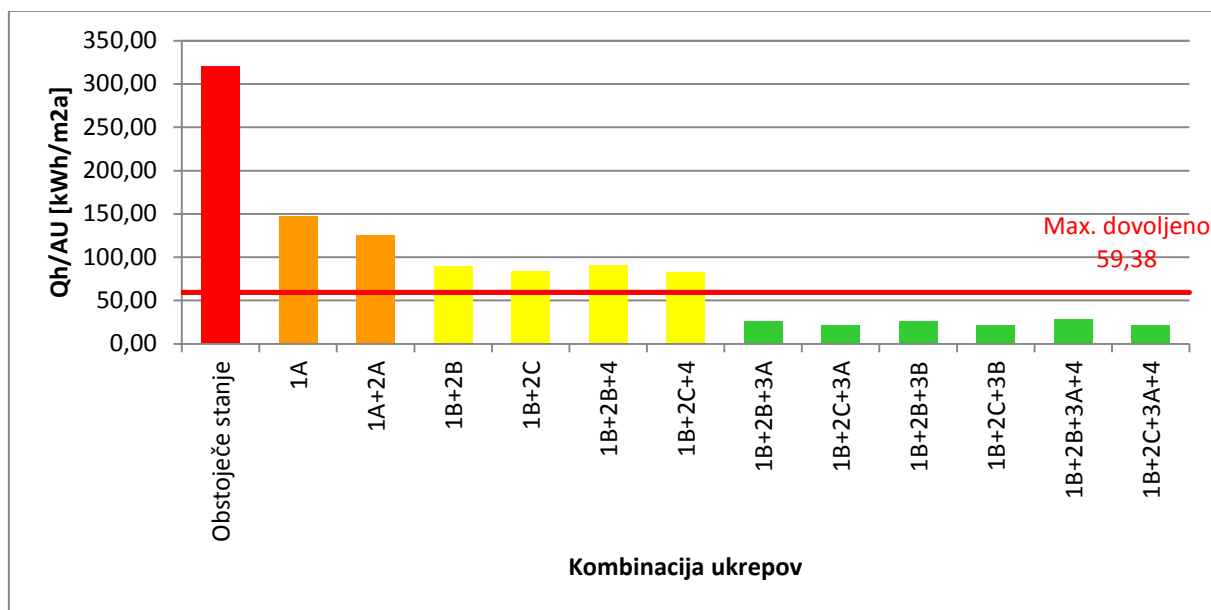
Grafikon 2: Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe zgrajene leta 1950

3.3.3 Stavba zgrajena leta 1972

Rezultati energetske analize za stavbo zgrajeno leta 1972 so predstavljeni v preglednici 8 in na grafikonu 3.

Preglednica 8: Koeficient specifičnih transmisijskih izgub, izgube, dobitki in specifična letna potrebna toplota za ogrevanje pri obstoječem stanju in pri obravnavanih kombinacijah ukrepov v [kWh/m²a] za stavbo zgrajeno leta 1972

Kombinacija ukrepov	H _r ' [W/m ² K]	Trans. izgube	Vent. izgube	Skupne izgube	Notranji dobitki	Solarni dobitki	Skupni dobitki	Q _h /A _u
Pred sanacijo	0,85	-288	-88	-375	39	20	59	320
1A	0,34	-110	-85	-195	34	16	50	146
1A+2A	0,24	-83	-85	-168	34	10	44	125
1B+2B	0,14	-45	-84	-128	32	9	41	89
1B+2C	0,12	-40	-83	-123	31	9	40	84
1B+2B+4	0,17	-53	-83	-136	31	17	48	90
1B+2C+4	0,14	-45	-82	-127	30	17	47	82
1B+2B+3A	0,14	-40	-16	-55	24	6	30	25
1B+2C+3A	0,12	-34	-15	-50	23	6	29	21
1B+2B+3B	0,14	-40	-16	-55	24	6	30	25
1B+2C+3B	0,12	-34	-15	-50	23	6	29	21
1B+2B+3A+4	0,17	-47	-15	-62	24	12	36	28
1B+2C+3A+4	0,14	-39	-15	-53	22	11	33	21



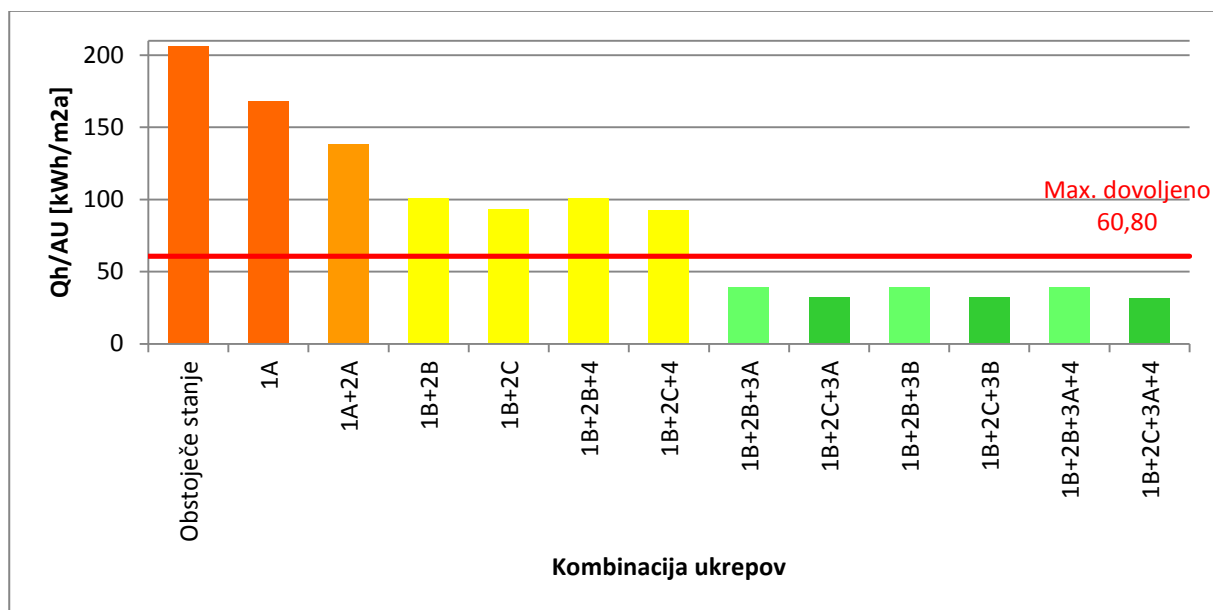
Grafikon 3: Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe zgrajene leta 1972

3.3.4 Stavba zgrajena leta 1985

Rezultati energetske analize za stavbo zgrajeno leta 1985 so predstavljeni v preglednici 9 in na grafikonu 4.

Preglednica 9: Koeficient specifičnih transmisijskih izgub, izgube, dobitki in specifična letna potrebna toplota za ogrevanje pri obstoječem stanju in pri obravnavanih kombinacijah ukrepov v [kWh/m²a] za stavbo zgrajeno leta 1985

Kombinacija ukrepov	H _r ' [W/m ² K]	Trans. izgube	Vent. izgube	Skupne izgube	Notranji dobitki	Solarni dobitki	Skupni dobitki	Q _h /A _U
Pred sanacijo	0,63	-179	-82	-261	36	23	59	206
1A	0,52	-140	-82	-221	35	22	57	168
1A+2A	0,39	-104	-82	-186	35	15	50	138
1B+2B	0,25	-65	-80	-145	33	13	46	101
1B+2C	0,22	-57	-80	-137	32	13	45	93
1B+2B+4	0,26	-67	-80	-147	32	16	48	101
1B+2C+4	0,23	-59	-80	-138	32	15	47	92
1B+2B+3A	0,25	-60	-16	-76	28	11	39	39
1B+2C+3A	0,22	-52	-16	-67	27	10	36	32
1B+2B+3B	0,25	-60	-16	-76	28	11	39	39
1B+2C+3B	0,22	-52	-16	-67	27	10	36	32
1B+2B+3A+4	0,26	-63	-16	-78	28	13	40	39
1B+2C+3A+4	0,23	-39	-15	-53	22	11	33	32



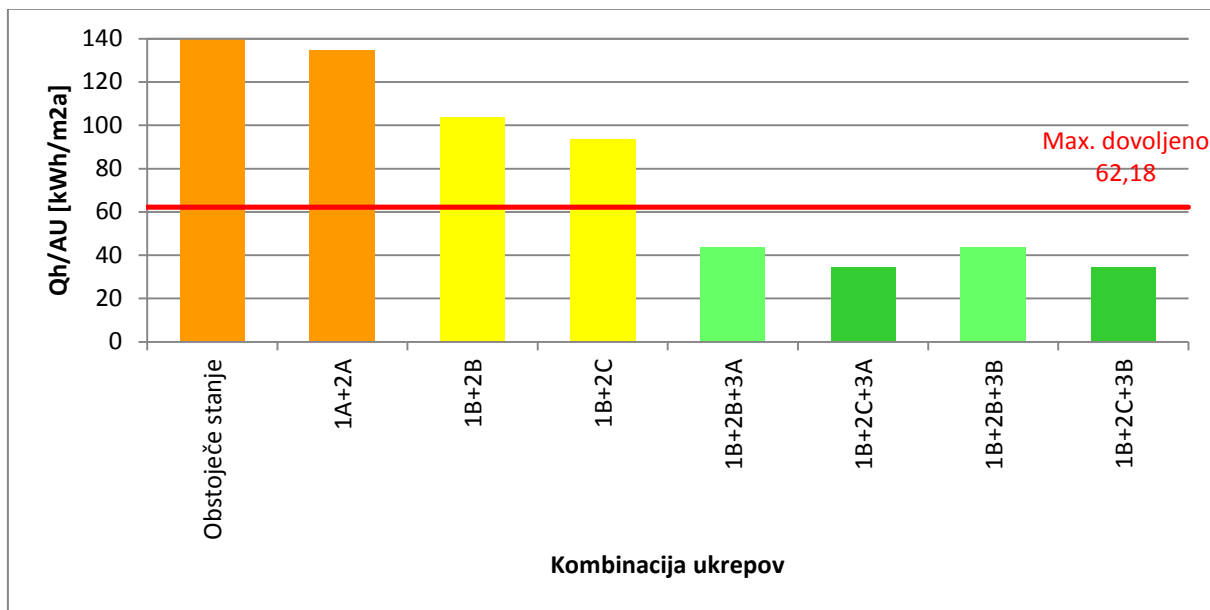
Grafikon 4: Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe zgrajene leta 1985

3.3.5 Stavba zgrajena leta 2000

Rezultati energetske analize za stavbo zgrajeno leta 2000 so predstavljeni v preglednici 10 in na grafikonu 5.

Preglednica 10: Koeficient specifičnih transmisijskih izgub, izgube, dobitki in specifična letna potrebna toplota za ogrevanje pri obstoječem stanju in pri obravnavanih kombinacijah ukrepov v [kWh/m²a] za stavbo zgrajeno leta 2000

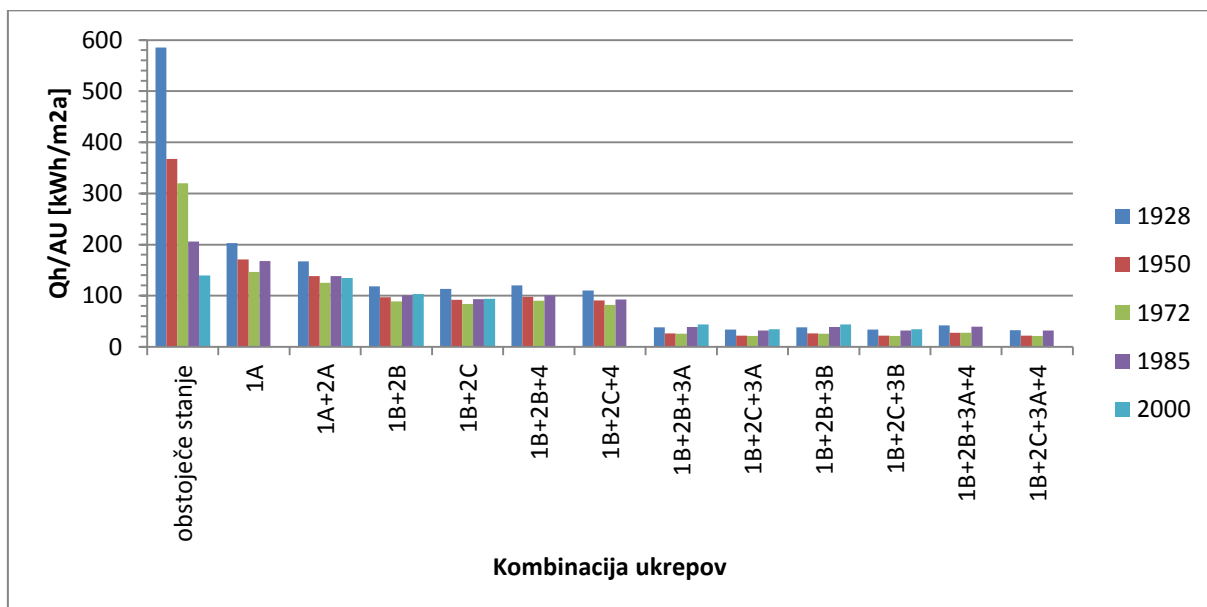
Kombinacija ukrepov	H _r ' [W/m²K]	Trans. izgube	Vent. izgube	Skupne izgube	Notranji dobitki	Solarni dobitki	Skupni dobitki	Q _h /A _U
Pred sanacijo	0,46	-114	-80	-193	33	23	56	140
1A+2A	0,43	-107	-80	-186	33	21	54	135
1B+2B	0,31	-74	-78	-152	31	19	50	104
1B+2C	0,27	-63	-78	-141	31	18	49	94
1B+2B+3A	0,31	-68	-15	-84	27	15	41	44
1B+2C+3A	0,27	-57	-15	-72	25	13	38	34
1B+2B+3B	0,31	-68	-15	-84	27	15	41	44
1B+2C+3B	0,27	-57	-15	-72	25	13	38	34



Grafikon 5: Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe zgrajene leta 2000

3.3.6 Medsebojna primerjava izbranih stavb in njihove energetske učinkovitosti

Med sabo bomo za izbrane stavbe primerjali vrednosti specifične letno potrebne toplote za ogrevanje stavbe (Q_h/A_U) (Grafikon 6). Predstaviti želimo predvsem, kako se pri izbranih stavbah vrednost Q_h/A_U spreminja v odvisnosti od kombinacije ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti.



Grafikon 6: Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje pri obstoječem stanju in pri obravnavanih kombinacijah ukrepov za vse izbrane stavbe

Pri obstoječem stanju izkazuje najvišjo vrednost Q_h/A_U stavba zgrajena leta 1928, ki porabi 585 kWh/m²a, sledi ji stavba zgrajena leta 1950, ki porabi 368 kWh/m²a in stavba zgrajena leta 1972, ki porabi 320 kWh/m²a. Vse te stavbe so grajene brez toplotne izolacije in zato je tudi njihova letna poraba toplote za ogrevanje tako visoka. Pri stavbi zgrajeni leta 1985 je pri obstoječem stanju uporabljeno 6 do 8 cm toplotne izolacije, kar že vpliva na zmanjšanje letne porabi toplote za ogrevanje. Stavba na m² neto tlorisne površine porabi 206 kWh toplote letno. Najnižjo vrednost Q_h/A_U izkazuje stavba zgrajena leta 2000, pri kateri vrednost Q_h/A_U znaša 140 kWh/m²a. Stavba ima vgrajeno 16,5 cm toplotne izolacije na zunanjih stenah, 18 cm na strešni konstrukciji in 12 cm pri tleh na terenu kar bistveno vpliva na tako nizko letno porabo toplote za ogrevanje.

Z vgradnjo minimalne debeline toplotne izolacije (ukrep 1A) se vsem stavbam zniža Q_h/A_U na vrednost od 140 do 200 kWh/m²a. Izbrane stavbe se tako uvrščajo v energijski razred E ali F. Pri naslednji kombinaciji ukrepov se z vgradnjo stavbnega pohišstva skupine 1 (ukrep 2A) zniža Q_h/A_U na vrednost od 125 do 170 kWh/m²a. Vse izbrane stavbe se pri tej kombinaciji ukrepov uvrščajo v energijski razred E. Pri kombinacijah ukrepov, kjer smo uporabili ekonomično debelino toplotne izolacije, stavbno pohišstvo skupine 2 ali 3 in ukrep povečanje odprtin na južni strani stavb, se vrednost Q_h/A_U giblje od 80 do 120 kWh/m²a. Izbrane stavbe pri teh kombinacijah ukrepov spadajo v energijski razred D ali E.

Z izboljšanjem energetske učinkovitosti stavb smo želeli, glede na zahteve PURES-a 2010 [5], doseči vsaj energijski razred C. Ta energijski razred dosežemo pri izbranih stavbah šele z vgradnjo mehanskega sistema prezračevanja z rekuperacijo toplote. Vrednosti Q_h/A_U se pri kombinacijah ukrepov, ki vključujejo ukrep vgradnje mehanskega sistema prezračevanja (ukrep 3A in 3B) gibljejo med 21 kWh/m²a in 44 kWh/m²a in zadostijo zahtevi PURES 2010 [5].

Iz grafikona 6 je razvidno, da so vrednosti Q_h/A_U pri vseh izbranih stavbah med sabo zelo podobne. Opaziti je le, da imajo stavbe v višjem faktorjem oblike f_0 višjo vrednost Q_h/A_U od tistih z nižjim faktorjem oblike. Opaziti je tudi precejšen padec vrednosti Q_h/A_U pri kombinacijah ukrepov, ki vključujejo ukrep vgradnje prezračevalnega sistema z rekuperacijo toplote (ukrep 3A in 3B). Z vgradnjo prezračevalnega sistema se v stavbi, ki je bila prej naravno prezračevana, močno zmanjšajo ventilacijske toplotne izgube, ki prispevajo bistven delež k skupnim toplotnim izgubam. Transmisijske toplotne izgube tako zaradi debele toplotne izolacije prispevajo le manjši delež k skupnim toplotnim izgubam.

4 STROŠKI IZVEDENIH UKREPOV, EKONOMSKA UČINKOVITOST INVESTICIJE IN IZBIRA OPTIMALNE KOMBINACIJE UKREPOV ZA IZBOLJŠANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI IZBRANIH STAVB

V nadaljevanju poglavja so najprej predstavljeni stroški izvedenih ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti izbranih stavb, nato pa sledi ocena ekonomske učinkovitosti investicije. Na podlagi ekonomske učinkovitosti investicije smo izbrali optimalno kombinacijo ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti izbranih stavb.

Tudi v tem poglavju je predstavljena le podroben opis stroškov in ekonomske učinkovitost investicije za stavbo zgrajeno leta 1928, pri vseh ostalih stavbah pa so predstavljeni le rezultati izračunov.

4.1 Stroški izvedenih ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti

Stroške izboljšanja energetske učinkovitosti izbranih stavb smo določili na podlagi pridobljenih predračunov, javno dostopnih podatkov s strani različnih proizvajalcev gradbenih materialov in izvajalcev gradbeno obrtniških del in s pregledom ponudbe na trgu.

Pridobili smo ponudbo podjetja Weber Saint-Gobain gradbeni izdelki d.o.o. za oceno stroškov izboljšanja energetske učinkovitosti fasade, podjetja Lip lesna industrija Bled d.o.o. in podjetja M Sora, trgovina in proizvodnja d.d. za oceno stroškov izboljšanja energetske učinkovitosti stavbnega pohištva, podjetja Enerdom, Matej Padežnik s.p. za oceno stroškov vgradnje centralnega prezračevalnega sistema in podjetja Kleparstvo in krovstvo, Primož Eržen s.p. za oceno stroškov izboljšanja energetske učinkovitosti strešne konstrukcije. Na spletnih straneh Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije, podjetja URSA Slovenija d.o.o., podjetja MIK mednarodno trgovsko in proizvodno podjetje d.o.o., podjetja FRAGMAT TIM d.d., podjetja DEMIT d.o.o. in podjetja Desal d.o.o. smo pridobili cenike za posamezne storitve oz. produkte, ki smo jih uporabili pri oceni stroškov investicije v izboljšanje energetske učinkovitosti izbranih stavb. Na podlagi pridobljenih podatkov smo izračunali stroške izvedbe posameznega ukrepa za izboljšanja energetske učinkovitosti stavb.

Stroški so pri vsaki stavbi predstavljeni v dveh preglednicah. V prvi preglednici so predstavljeni stroški izboljšanja energetske učinkovitosti glede na element stavbe, in sicer v evrih in v evrih na m². V drugi preglednici so predstavljeni stroški izboljšanja energetske učinkovitosti glede na izvedeno kombinacijo ukrepov, in sicer v evrih in v evrih na m². Podobno kot pri energetski analizi izbranih stavb smo tudi tukaj podrobno predstavili le

stroške za stavbo zgrajeno leta 1928, za vse ostale stavbe pa so predstavljeni le rezultati izračuna stroškov.

4.1.1 Stavba zgrajena leta 1928

V preglednici 11 so glede na element stavbe zgrajene leta 1928 predstavljeni izračuni stroškov za izboljšanje energetske učinkovitosti v evrih (€) in v evrih na m² neto tlorisne površine (€/m²). V preglednici 12 so stroški predstavljeni glede na izvedeno kombinacijo ukrepov, in sicer prav tako v evrih (€) in v evrih na m² neto tlorisne površine (€/m²).

Preglednica 11: Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti pri posameznem elementu stavbe zgrajene leta 1928

Element stavbe	Stroški	
	[€]	[€/m ²]
Fasada – minimalna debelina	15.816,42	162,65
Fasada – ekonomična debelina	21.827,74	224,46
Strop – minimalna debelina	906,96	9,33
Strop – ekonomična debelina	1.163,24	11,96
Tla nad kletjo – minimalna debelina	4.005,04	41,19
Tla nad kletjo – ekonomična debelina	4.454,31	45,81
Tla na terenu – minimalna debelina	4.126,15	42,43
Tla na terenu – ekonomična debelina	4.915,78	50,55
Okna in vrata – skupina 1	8.261,66	84,96
Okna in vrata – skupina 2	9.410,13	96,77
Okna in vrata – skupina 3	13.321,61	136,99
Lokalni prezračevalni sistem	2.450,00	25,19
Centralni prezračevalni sistem	4.974,60	51,16
Povečanje odprtín	702,00	7,22

Pri stavbi zgrajeni leta 1928 so stroški izboljšanja energetske učinkovitosti glede na element stavbe najvišji pri izboljšanju energetske učinkovitosti fasade v ekonomični debelini, kjer znašajo 21.828 € oz. 224 €/m² (Preglednica 11). Najnižjo oceno stroškov smo dobili pri povečanju odprtín na južni strani stavbe, kjer znašajo 702 € oz. 7 €/m² (Preglednica 11). Povprečni stroški pri stavbi zgrajeni leta 1928 znašajo glede na element stavbe 6.881 € oz. 71 €/m² neto tlorisne površine stavbe.

Preglednica 12: Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti pri obravnavanih kombinacijah ukrepov za stavbo zgrajeno leta 1928

Kombinacija ukrepov	Stroški	
	[€]	[€/m ²]
1A	24.854,57	255,59
1A+2A	33.116,23	340,54
1B+2B	41.771,20	429,55
1B+2C	45.682,68	469,77
1B+2B+4	42.473,20	436,76
1B+2C+4	46.384,69	476,99
1B+2B+3A	44.221,20	454,74
1B+2C+3A	48.132,68	494,96
1B+2B+3B	46.745,80	480,70
1B+2C+3B	50.657,28	520,92
1B+2B+3A+4	44.923,20	461,96
1B+2C+3A+4	48.834,69	502,18

Glede na izvedeno kombinacijo ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe smo najnižje stroške dobili pri ukrepu (1A) (Preglednica 12). Ta rezultat je bil pričakovan saj je pri ukrepu (1A) upoštevali le ukrep dodatne toplotne izolacije ovoja stavbe v minimalni debelini. Najvišje stroške izboljšanja energetske učinkovitosti izkazuje kombinacija ukrepov (1B+2C+3B) pri kateri smo upoštevali ukrep vgradnje dodatne toplotne izolacije ovoja stavbe v ekonomični debelini, ukrep vgradnje oken in vrat skupine 3 in ukrep vgradnje centralnega prezračevalnega sistema z rekuperacijo toplote (Preglednica 12). Povprečna ocena stroškov za izboljšanje energetske učinkovitosti za stavbo zgrajeno leta 1928 pri izvedenih kombinacijah ukrepov znaša 43.150 € oz. 443,72 €/m² neto tlorisne površine.

4.1.2 Stavba zgrajena leta 1950

V preglednici 13 so predstavljeni stroški izboljšanja energetske učinkovitosti glede na element stavbe v preglednici 14 pa glede na izvedeno kombinacijo ukrepov.

Preglednica 13: Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti pri posameznem elementu stavbe zgrajene leta 1950

Element stavbe	Stroški	
	[€]	[€/m ²]
Fasada – minimalna debelina	20.049,94	127,89
Fasada – ekonomična debelina	27.897,52	177,94
Strop – minimalna debelina	1.119,81	7,14
Strop – ekonomična debelina	1.817,92	11,60
Tla nad kletjo – minimalna debelina	6.683,99	42,63
Tla nad kletjo – ekonomična debelina	7.892,77	50,34
Tla na terenu – minimalna debelina	6.315,96	40,29
Tla na terenu – ekonomična debelina	7.589,01	48,41
Okna in vrata – skupina 1	10.480,65	66,85
Okna in vrata – skupina 2	11.919,66	76,03
Okna in vrata – skupina 3	17.613,16	112,34
Lokalni prezračevalni sistem	3.920,00	25,00
Centralni prezračevalni sistem	5.847,20	37,30
Povečanje odprtih	505,84	3,23

Preglednica 14: Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti pri obravnavanih kombinacijah ukrepov za stavbo zgrajeno leta 1950

Kombinacija ukrepov	Stroški	
	[€]	[€/m ²]
1A	34.169,70	217,95
1A+2A	44.650,35	284,80
1B+2B	57.116,88	364,31
1B+2C	62.810,38	400,63
1B+2B+4	57.622,72	367,54
1B+2C+4	63.316,23	403,85
1B+2B+3A	61.036,88	389,32
1B+2C+3A	66.730,38	425,63
1B+2B+3B	62.964,08	401,61
1B+2C+3B	68.657,58	437,92
1B+2B+3A+4	61.542,72	392,54
1B+2C+3A+4	67.236,23	428,86

4.1.3 Stavba zgrajena leta 1972

V preglednici 15 so predstavljeni stroški izboljšanja energetske učinkovitosti glede na element stavbe v preglednici 16 pa glede na izvedeno kombinacijo ukrepov.

Preglednica 15: Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti pri posameznem elementu stavbe zgrajene leta 1972

Element stavbe	Stroški	
	[€]	[€/m ²]
Fasada – minimalna debelina	12.900,10	104,85
Fasada – ekonomična debelina	17.979,42	146,14
Streha – minimalna debelina	8.176,75	66,46
Streha – ekonomična debelina	8.497,06	69,06
Strop – minimalna debelina	547,25	4,45
Strop – ekonomična debelina	701,88	5,70
Tla nad kletjo – minimalna debelina	4.989,07	40,55
Tla nad kletjo – ekonomična debelina	6.001,61	48,78
Tla na terenu – minimalna debelina	6.345,39	51,58
Tla na terenu – ekonomična debelina	7.568,42	61,52
Okna in vrata – skupina 1	13.399,84	108,92
Okna in vrata – skupina 2	15.099,68	122,73
Okna in vrata – skupina 3	18.965,37	154,15
Lokalni prezračevalni sistem	3.430,00	27,88
Centralni prezračevalni sistem	5.358,40	43,55
Povečanje odprtin	437,67	3,56

Preglednica 16: Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti pri obravnavanih kombinacijah ukrepov za stavbo zgrajeno leta 1972

Kombinacija ukrepov	Stroški	
	[€]	[€/m ²]
1A	32.958,55	267,89
1A+2A	46.358,39	376,81
1B+2B	55.848,06	453,94
1B+2C	59.713,76	485,36
1B+2B+4	56.285,74	457,50
1B+2C+4	60.151,43	488,92
1B+2B+3A	59.278,06	481,82
1B+2C+3A	63.143,76	513,24
1B+2B+3B	61.206,46	497,49
1B+2C+3B	65.072,16	528,91
1B+2B+3A+4	59.715,74	485,38
1B+2C+3A+4	63.581,43	516,80

4.1.4 Stavba zgrajena leta 1985

V preglednici 17 so predstavljeni stroški izboljšanja energetske učinkovitosti glede na element stavbe v preglednici 18 pa glede na izvedeno kombinacijo ukrepov.

Preglednica 17: Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti pri posameznem elementu stavbe zgrajene leta 1985

Element stavbe	Stroški	
	[€]	[€/m ²]
Fasada – minimalna debelina	9.773,83	63,86
Fasada – ekonomična debelina	14.002,15	91,48
Strop – minimalna debelina	1.649,10	10,77
Strop – ekonomična debelina	2.018,24	13,19
Tla na terenu – minimalna debelina	6.776,49	44,27
Tla na terenu – ekonomična debelina	8.019,34	52,39
Okna in vrata – skupina 1	11.091,86	72,47
Okna in vrata – skupina 2	13.120,70	85,72
Okna in vrata – skupina 3	18.420,16	120,35
Lokalni prezračevalni sistem	3.920,00	25,61
Centralni prezračevalni sistem	5.712,00	37,32
Povečanje odprtín	367,57	2,40

Preglednica 18: Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti pri obravnavanih kombinacijah ukrepov za stavbo zgrajeno leta 1985

Kombinacija ukrepov	Stroški	
	[€]	[€/m ²]
1A	18.199,43	118,90
1A+2A	29.291,29	191,37
1B+2B	37.160,43	242,78
1B+2C	42.459,89	277,41
1B+2B+4	37.528,00	245,18
1B+2C+4	42.827,46	279,81
1B+2B+3A	41.080,43	268,39
1B+2C+3A	46.379,89	303,02
1B+2B+3B	42.872,43	280,10
1B+2C+3B	48.171,89	314,73
1B+2B+3A+4	41.448,00	270,80
1B+2C+3A+4	46.747,46	305,42

4.1.5 Stavba zgrajena leta 2000

V preglednici 19 so predstavljeni stroški izboljšanja energetske učinkovitosti glede na element stavbe v preglednici 20 pa glede na izvedeno kombinacijo ukrepov.

Preglednica 19: Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti pri posameznem elementu stavbe zgrajene leta 2000

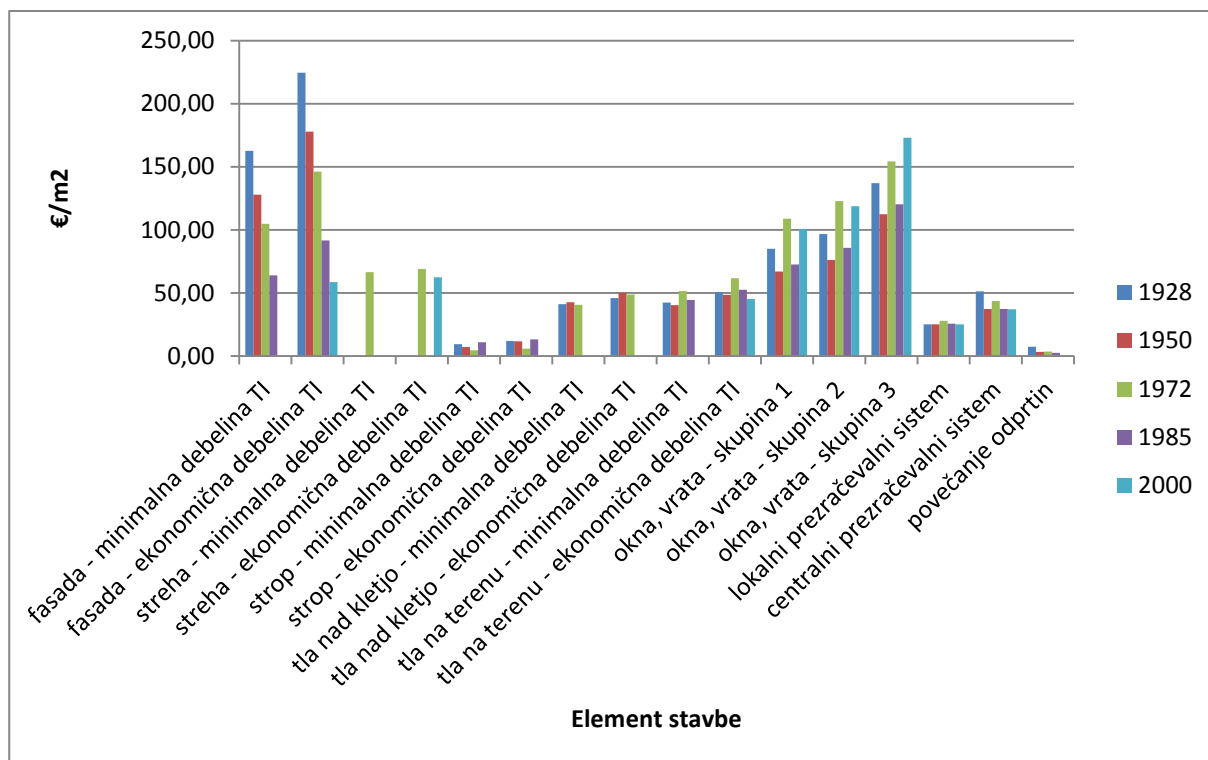
Element stavbe	Stroški	
	[€]	[€/m ²]
Fasada – ekonomična debelina	8.023,52	58,69
Streha – ekonomična debelina	8.516,10	62,29
Tla na terenu – ekonomična debelina	6.155,10	45,02
Okna in vrata – skupina 1	13.780,03	100,79
Okna in vrata – skupina 2	16.227,66	118,69
Okna in vrata – skupina 3	23.645,87	172,95
Lokalni prezračevalni sistem	3.430,00	25,09
Centralni prezračevalni sistem	5.047,40	36,92

Preglednica 20: Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti pri obravnavanih kombinacijah ukrepov za stavbo zgrajeno leta 2000

Kombinacija ukrepov	Stroški	
	[€]	[€/m ²]
1A+2A	13.780,03	100,79
1B+2B	38.922,38	284,69
1B+2C	46.340,59	338,95
1B+2B+3A	42.352,38	309,77
1B+2C+3A	49.770,59	364,03
1B+2B+3B	43.969,78	321,60
1B+2C+3B	51.387,99	375,86

4.1.6 Medsebojna primerjava stroškov za izboljšanje energetske učinkovitosti izbranih stavb

V tem delu bomo primerjali stroške izboljšanja energetske učinkovitosti izbranih stavb, in sicer glede na element stavbe, in glede na izvedeno kombinacijo ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti stavb. Stroški so prikazani v €/m² neto tlorisne površine stavbe.



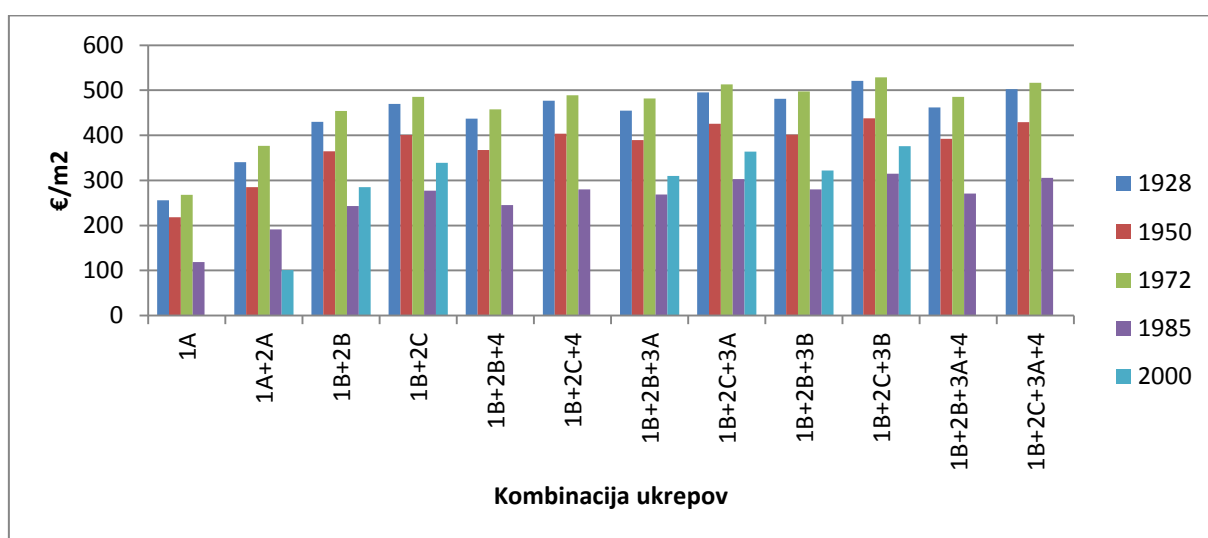
Grafikon 7: Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti izbranih stavb glede na element stavbe

Najvišje stroške izboljšanja energetske učinkovitosti izbranih stavb glede na element stavbe dobimo pri izboljšanju energetske učinkovitosti fasade in vgradnji energetsko učinkovitih oken in vrat (Grafikon 7). Najnižje stroške predstavlja ukrep povečanja odprtín na južni strani stavbe in ukrep dodatne toplotne izolacije stropa proti neogrevanemu podstrešju (Grafikon 7).

Pri fasadi dobimo najvišje stroške z izboljšanjem njene energetske učinkovitosti pri stavbi zgrajeni leta 1928, sledi ji stavba zgrajena leta 1950, stavba zgrajena leta 1972, stavba zgrajena leta 1985 in stavba zgrajena leta 2000. Pri stropu proti neogrevanemu podstrešju imamo najvišje stroške pri stavbi zgrajeni leta 1985, sledi ji stavba zgrajena leta 1928, stavba zgrajena leta 1950 in stavba zgrajena leta 1972. Tla nad kletjo izkazujejo najvišje stroške pri stavbi zgrajeni leta 1950, sledi ji stavba zgrajena leta 1928 in stavba zgrajena leta 1972. Pri tleh na terenu izkazuje najvišje stroške stavba zgrajena leta 1972, sledi ji stavba zgrajena leta 1985, stavba zgrajena leta 1928, stavba zgrajena leta 1950 in stavba zgrajena leta 2000.

Najvišje stroške pri vgradnji oken in vrat izkazuje stavbi zgrajeni leta 2000 in leta 1972, sledijo jima stavba zgrajena leta 1928, stavba zgrajena leta 1985 in stavba zgrajena leta 1950. Pri vgradnji prezračevalnega sistem izkazujejo vse izbrane stavbe zelo podobne stroške vgradnje, navzgor malenkostno odstopa le stavba zgrajena leta 1928 pri ukrepu vgradnje centralnega prezračevalnega sistema. Najvišji strošek pri povečanju odprtin na južni strani stavbe izkazuje stavba zgrajena leta 1928.

Stroške izboljšanja energetske učinkovitosti izbranih stavb glede na obravnavane kombinacije ukrepov prikazuje grafikon 8.



Grafikon 8: Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti izbranih stavb pri izvedenih kombinacijah ukrepov

Pri vseh izvedenih kombinacijah ukrepov izkazuje najvišje stroške stavba zgrajena leta 1972. Najnižje stroške izkazuje stavba zgrajena leta 1985, razen pri drugi kombinaciji ukrepov, pri kateri najnižje stroške izboljšanja energetske učinkovitosti izkazuje stavba zgrajena leta 2000.

Od prve do četrte kombinacije ukrepov, se pri vseh stavbah kaže trend naraščanja stroškov, od četrte kombinacije naprej, pa stroški le še rahlo naraščajo in oscilirajo v odvisnosti od izbire skupine stavbnega pohištva. Minimalne vrednosti stroškov dobimo pri prvi kombinaciji ukrepov, saj je pri tej kombinaciji ukrepov upoštevan le en ukrep, in sicer dodatna toplotna izolacija v minimalni debelini. Najvišje vrednosti stroškov dobimo pri deseti kombinaciji ukrepov, pri kateri smo upoštevali tri izbrane ukrepe, in sicer ekonomično debelino toplotne izolacije, stavbno pohištvo skupine 3 in vgradnjo centralnega prezračevalnega sistema z rekuperacijo toplote.

4.2 Ekonomska učinkovitost investicije v izboljšanje energetske učinkovitosti in izbira optimalne kombinacije ukrepov

Investicije ocenjujemo z različnimi metoda vrednotenja, ki jih v splošnem delimo na statične in dinamične metode, odvisno od upoštevanja časovne vrednosti denarja [30]. Med statične metode spadata metoda donosnosti in metoda dobe vračanja investicije. Med dinamične metode spadajo metoda neto sedanje vrednosti, metoda interne stopnje donosa, metoda popravljene notranje stopnje donosa, metoda indeksa donosnosti, metoda diskontne dobe vračanja, metoda letnih ekvivalentov in metoda najmanjše skupne življenjske dobe [30].

Pri oceni ekonomske učinkovitosti investicije v izboljšanje energetske učinkovitosti izbranih stavb smo uporabili dobo vračanja in diskontno dobo vračanja ter metodo neto sedanje vrednosti in metodo indeksa donosnosti.

Doba vračanja je primerna predvsem za začetno presojo investicije, kjer izberemo tisto investicijo z najkrajšo dobo vračanja (v nadaljevanju: DV), ki je določena kot število let, ki je potrebno, da z neto denarnimi pritoki, ki so v našem primeru letni prihranki pri ogrevanju, pokrijemo vse stroške investicije [30].

Pri diskontni DV (v nadaljevanju: DDV) uporabimo enak postopek določitve števila let kot pri DV, le da v tem primeru denarne tokove ustrezno diskontiramo, in s tem upoštevamo časovno vrednost denarja [30].

Pri metodi neto sedanje vrednosti investicije ugotavljamo današnjo vrednost celotnega toka investicijskih izdatkov in današnjo vrednost celotnega toka investicijskih dohodkov. Razlika med dohodki in izdatki nam da neto sedanjo vrednost (v nadaljevanju: NSV) investicije. Izberemo tisto investicijo, ki ima višjo NSV in ni negativna [30].

Pri metodi indeksa donosnosti izberemo tisto investicijo, ki izkazuje večji indeks donosnosti (v nadaljevanju: ID), ki mora biti večji od 1. ID je definiran kot razmerje med sedanjo vrednostjo investicijskih dohodkov in sedanjo vrednostjo investicijskih izdatkov [30].

Za izhodišče smo pri oceni ekonomske učinkovitosti investicije vzeli količino letne potrebne toplote za ogrevanje pri obstoječem stanju stavb in jo primerjali z količino letne potrebne toplote za ogrevanje pri izvedenih kombinacijah ukrepov. Za energent smo si izbrali električno energijo. S pomočjo spletne aplikacije Primerjalnik ponudb [31] smo za vsako izvedeno kombinacijo ukrepov določili letni strošek porabe električne energije za ogrevanje.

Aplikacija omogoča pregled dobaviteljev električne energije, njihovih ponudb, pogojev dobave, strukturo virov in informativni izračun letnega zneska za podane količine električne energije.

Pri izračunu stroškov električne energije za ogrevanje smo upoštevali obračunsko moč 7 kW in dvotarifni obračun, pri katerem smo v enakem razmerju razdelili letno porabo energije na večjo in manjšo tarifo. Pri izbiri dobavitelja smo postavili dodatne pogoje, in sicer da dobavitelj energije ne zahteva vezave in da je to njegova najcenejša ponudba. Izbrali smo dobavitelja GEN-I d.o.o., ki je bil glede na postavljene pogoje najugodnejši.

S statičnimi in dinamičnimi metoda smo ocenili ekonomsko učinkovitost posamezne izvedene kombinacije ukrepov za izboljšanja energetske učinkovitosti stavb. Pri dinamičnih metodah ocenjevanja smo upoštevali povprečno letno stopnjo rasti cen električne energije 3,64 %, ki smo jo izračunali na podlagi podatkov o gibanju cen električne energije od leta 2005 do leta 2012, pridobljenih s spletne strani Ministrstva za infrastrukturo in prostor na dan 3.6.2013 [32]. Pri izračunih smo upoštevali splošno diskontno stopnjo v višini 7 % [33]. Letno potrebno toploto za ogrevanje smo privzeli za stalno vrednost.

Za izbrane stavbe so v nadaljevanju predstavljeni rezultati izbranih metod vrednotenja investicij in ocena ekonomske učinkovitosti investicije v izboljšanje energetske učinkovitosti stavb. Pri stavbi zgrajeni leta 1928 so rezultati metod vrednotenja tudi komentirani pri ostalih stavbah pa so le predstavljeni v preglednicah.

Optimalno kombinacijo ukrepov smo določili na podlagi zahtev PURES-a 2010 [5], ki določa, da morajo vse obnovljene stavbe dosegati vsaj energijski razreda C ali višje, ter na podlagi rezultatov metod vrednotenja investicij.

4.2.1 Stavba zgrajena leta 1928

V preglednici 21 so predstavljeni rezultati izračunov izvedenih metod vrednotenja investicije v izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe zgrajene leta 1928.

Preglednica 21: Doba vračanja, diskontna doba vračanja, neto sedanja vrednost in indeks donosnosti pri obravnavanih kombinacijah ukrepov za stavbo zgrajeno leta 1928

Kombinacija ukrepov	DV [leto]	DDV [leto]	NSV [€]	ID [-]
1A	6,10	5,67	56.672,24	3,28
1A+2A	7,43	7,33	56.063,07	2,69
1B+2B	8,40	8,60	57.707,96	2,38
1B+2C	9,08	9,52	54.971,15	2,20
1B+2B+4	8,57	8,83	56.655,33	2,33
1B+2C+4	9,16	9,64	54.891,39	2,18
1B+2B+3A	7,59	7,53	72.347,05	2,64
1B+2C+3A	8,19	8,32	69.478,63	2,44
1B+2B+3B	8,02	8,10	69.822,45	2,49
1B+2C+3B	8,61	8,89	66.954,03	2,32
1B+2B+3A+4	7,76	7,75	70.935,00	2,58
1B+2C+3A+4	8,29	8,46	68.956,24	2,41

Stavba zgrajena leta 1928 izkazuje najkrajšo DV pri kombinaciji ukrepov (1A), pri kateri se investicija povrne že v 6,10 letih oz. v 5,67 letih pri DDV (Preglednica 21). Pri energetski analizi stavbe smo ugotovili, da pri kombinaciji ukrepov (1A) dosežemo energijski razred F. Cilj izboljšanja energetske učinkovitosti izbranih stavb je doseganje vsaj energijskega razreda C ali višje. To dosežemo kombinacijah ukrepov, ki vključujejo ukrep vgradnje mehanskega sistema prezračevanja z rekuperacijo toplote (ukrep 3A in 3B). Najkrajšo DV investicije, s katero dosežemo vsaj energijski razred C, izkazuje kombinacija ukrepov (1B+2B+3A), pri kateri se investicija povrne v 7,59 letih oz. v 7,53 letih pri DDV (Preglednica 21).

Pri metodi neto sedanje vrednosti iščemo investicijo, ki izkazuje najvišjo NSV. NSV investicije smo izračunali za obdobje tridesetih let. Najvišjo NSV v našem primeru izkazuje kombinacija ukrepov (1B+2B+3A) pri kateri znaša NSV 72.347,05 € (Preglednica 21).

Najvišji ID izkazuje kombinacija ukrepov (1A), pri kateri vrednost ID znaša 3,28. Kot smo že prej povedali, želimo z izboljšanjem energetske učinkovitosti doseči vsaj energijski razred C. Kombinacija, ki izkazuje najvišji ID in dosega vsaj energijski razred C je kombinacija ukrepov (1B+2B+3A), pri kateri je vrednost ID enaka 2,64.

Glede na predstavljene rezultate metod vrednotenja investicij je optimalna kombinacija ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe zgrajene leta 1928 kombinacija ukrepov (1B+2B+3A), pri kateri smo upoštevali ekonomično debelino toplotne izolacije ovoja stavbe (fasada, strop, tla nad kletjo, tla na terenu), vgradnja stavbnega pohištva skupine 2 in vgradnja lokalnega mehanskega sistema prezračevanja z rekuperacijo toplote. Ocenjena vrednost investicije znaša 44.221,20 € oz. 454,74 €/m². Investicija se povrne v 7,59 letih, NSV investicije pa znaša 72.347,05 €.

4.2.2 Stavba zgrajena leta 1950

V preglednici 22 so predstavljeni rezultati izračunov izvedenih metod vrednotenja investicije v izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe zgrajene leta 1950.

Preglednica 22: Doba vračanja, diskontna doba vračanja, neto sedanja vrednost in indeks donosnosti pri obravnavanih kombinacijah ukrepov za stavbo zgrajeno leta 1950

Kombinacija ukrepov	DV [leto]	DDV [leto]	NSV [€]	ID [-]
1A	10,11	10,97	33.458,62	1,98
1A+2A	11,32	12,78	34.211,49	1,77
1B+2B	12,28	14,27	35.923,67	1,63
1B+2C	13,26	15,88	31.939,47	1,51
1B+2B+4	12,41	14,49	35.216,21	1,61
1B+2C+4	13,31	15,96	31.832,45	1,50
1B+2B+3A	10,41	11,41	56.210,61	1,92
1B+2C+3A	11,24	12,65	52.033,61	1,78
1B+2B+3B	10,74	11,90	54.283,41	1,86
1B+2C+3B	11,56	13,14	50.106,41	1,73
1B+2B+3A+4	10,54	11,60	55.279,54	1,90
1B+2C+3A+4	11,32	12,77	51.545,16	1,77

Na podlagi predstavljenih rezultatov metod vrednotenja investicij je optimalna kombinacija ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe zgrajene leta 1950 kombinacija ukrepov (1B+2B+3A), pri kateri smo upoštevali ekonomično debelino toplotne izolacije ovoja stavbe (fasada, strop, tla nad kletjo, tla na terenu), vgradnja stavbnega pohištva skupine 2 in vgradnja lokalnega mehanskega sistema prezračevanja z rekuperacijo toplote. Ocenjena vrednost investicije znaša 61.036,88 € oz. 389,32 €/m². Investicija se povrne v 10,41 letih, NSV investicije pa znaša 56.210,61 €.

4.2.3 Stavba zgrajena leta 1972

V preglednici 23 so predstavljeni rezultati izračunov izvedenih metod vrednotenja investicije v izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe zgrajene leta 1972.

Preglednica 23: Doba vračanja, diskontna doba vračanja, neto sedanja vrednost in indeks donosnosti pri obravnavanih kombinacijah ukrepov za stavbo zgrajeno leta 1972

Kombinacija ukrepov	DV [leto]	DDV [leto]	NSV [€]	ID [-]
1A	14,10	17,33	13.789,84	1,42
1A+2A	17,68	24,39	6.087,77	1,13
1B+2B	17,93	24,95	6.446,52	1,12
1B+2C	18,77	26,91	3.908,71	1,07
1B+2B+4	18,16	25,48	5.706,42	1,10
1B+2C+4	18,77	26,90	3.944,46	1,07
1B+2B+3A	14,93	18,84	20.109,81	1,34
1B+2C+3A	15,68	20,26	17.396,79	1,28
1B+2B+3B	15,42	19,76	18.181,41	1,30
1B+2C+3B	16,16	21,20	15.468,39	1,24
1B+2B+3A+4	15,17	19,27	19.041,10	1,32
1B+2C+3A+4	15,79	20,47	16.954,92	1,27

Na podlagi predstavljenih rezultatov metod vrednotenja investicij je optimalna kombinacija ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe zgrajene leta 1972 kombinacija ukrepov (1B+2B+3A), pri kateri smo upoštevali ekonomično debelino toplotne izolacije ovoja stavbe (fasada, strop, tla nad kletjo, tla na terenu), vgradnja stavbnega pohištva skupine 2 in vgradnja lokalnega mehanskega sistema prezračevanja z rekuperacijo toplote. Ocenjena vrednost investicije znaša 59.278,06 € oziroma 481,82 €/m². Investicija se povrne v 14,93 letih, NSV investicije pa znaša 20.109,81 €.

4.2.4 Stavba zgrajena leta 1985

V preglednici 24 so predstavljeni rezultati izračunov izvedenih metod vrednotenja investicije v izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe zgrajene leta 1985.

Preglednica 24: Doba vračanja, diskontna doba vračanja, neto sedanja vrednost in indeks donosnosti pri obravnavanih kombinacijah ukrepov za stavbo zgrajeno leta 1985

Kombinacija ukrepov	DV [leto]	DDV [leto]	NSV [€]	ID [-]
1A	28,06	>30	-5.226,00	0,71
1A+2A	25,67	>30	-6.469,43	0,78
1B+2B	20,97	>30	-1.724,56	0,95
1B+2C	22,38	>30	-4.516,86	0,89
1B+2B+4	21,25	>30	-2.197,34	0,94
1B+2C+4	22,45	>30	-4.674,02	0,89
1B+2B+3A	14,63	18,28	15.082,36	1,37
1B+2C+3A	15,87	20,63	12.070,85	1,26
1B+2B+3B	15,27	19,47	13.290,36	1,31
1B+2C+3B	16,48	21,85	10.278,85	1,21
1B+2B+3A+4	14,82	18,63	14.491,18	1,35
1B+2C+3A+4	15,98	20,84	11.773,28	1,25

Na podlagi predstavljenih rezultatov metod vrednotenja investicij je optimalna kombinacija ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe zgrajene leta 1985 kombinacija ukrepov (1B+2B+3A), pri kateri smo upoštevali ekonomično debelino toplotne izolacije ovoja stavbe (fasada, strop, tla na terenu), vgradnja stavbnega pohištva skupine 2 in vgradnja lokalnega mehanskega sistema prezračevanja z rekuperacijo toplote. Ocenjena vrednost investicije znaša 41.080,43 € oziroma 268,39 €/m². Investicija se povrne v 14,63 letih, NSV investicije pa znaša 15.082,36 €.

4.2.5 Stavba zgrajena leta 2000

V preglednici 25 so predstavljeni rezultati izračunov izvedenih metod vrednotenja investicije v izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe zgrajene leta 2000.

Preglednica 25: Doba vračanja, diskontna doba vračanja, neto sedanja vrednost, indeks donosnosti in interna stopnja donosa pri obravnavanih kombinacijah ukrepov za stavbo zgrajeno leta 2000

Kombinacija ukrepov	DV [leto]	DDV [leto]	NSV [€]	ID [-]	ISD [%]
1A+2A	180,70	>30	-12.254,73	0,11	/
1B+2B	71,88	>30	-28.092,09	0,28	/
1B+2C	66,82	>30	-32.468,51	0,30	/
1B+2B+3A	29,40	>30	-13.538,94	0,68	4,01
1B+2C+3A	31,53	>30	-18.195,98	0,63	3,52
1B+2B+3B	30,52	>30	-15.156,34	0,66	3,75
1B+2C+3B	32,55	>30	-19.813,38	0,61	3,31

Pri tej stavbi smo zaradi negativnih NSV pri vseh kombinacijah ukrepov preverili še, pri kateri diskontni stopnji dosežemo enakost sedanje vrednosti investicijskih dohodkov in sedanje vrednosti investicijskih izdatkov, t.j. iščemo diskontno stopnjo pri kateri je NSV enaka nič. Ta metoda se imenuje metoda interne stopnje donosa. Čim višja je interna stopnja donosa (v nadaljevanju: ISD), tem uspešnejša je investicija. Najvišjo ISD dosežemo pri kombinaciji ukrepov (1B+2B+3A), pri kateri ISD znaša 4,01 % (Preglednica 26). Najvišji ID dosežemo pri kombinaciji ukrepov (1B+2B+3A), kjer ta znaša 0,68.

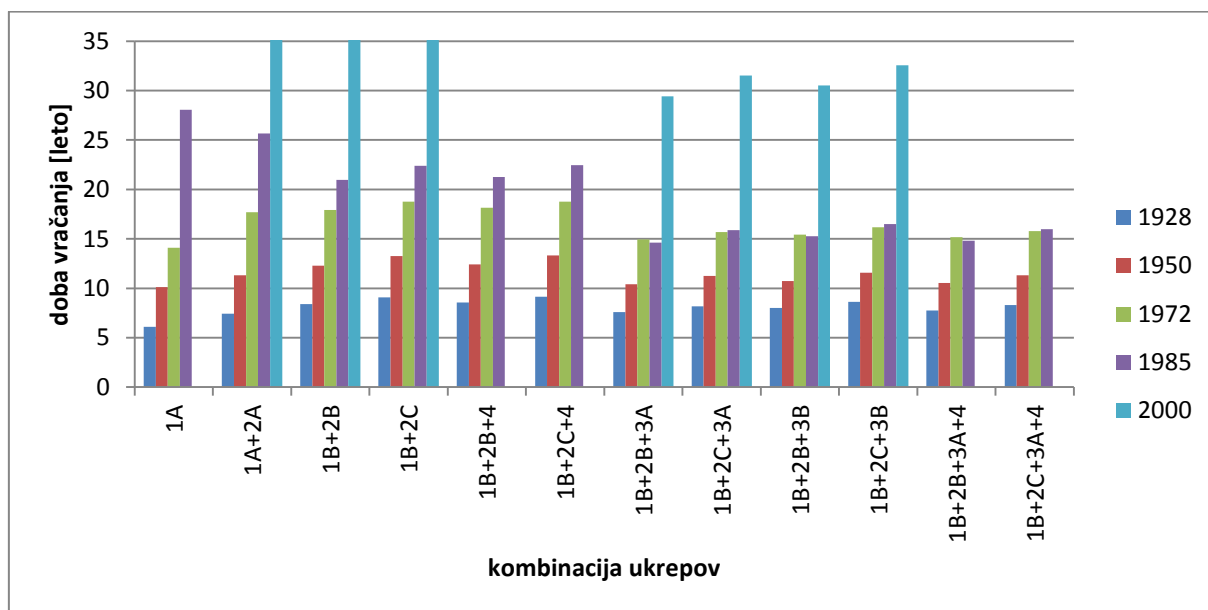
Na podlagi predstavljenih rezultatov metod vrednotenja investicij je optimalna kombinacija ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe zgrajene leta 2000 kombinacija ukrepov (1B+2B+3A), pri kateri smo upoštevali ekonomično debelino toplotne izolacije ovoja stavbe (fasada, streha, tla na terenu), vgradnja stavbnega pohištva skupine 2 in vgradnja lokalnega mehanskega sistema prezračevanja z rekuperacijo toplote. Ocenjena vrednost investicije znaša 42.352,38 € oziroma 309,77 €/m². Investicija se povrne v 29,40 letih, NSV investicije znaša -13.538,94 €, ISD pa znaša 4,01 %.

4.2.6 Medsebojna primerjava izbranih stavb in njihovih kazalcev ekonomske učinkovitosti investicije v izboljšanje energetske učinkovitosti

V tem delu je predstavljena medsebojna primerjava izbranih stavb in kazalcev izvedenih metod vrednotenja investicij v izboljšanje energetske učinkovitosti. Grafično so glede na

izvedeno kombinacijo ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti stavb predstavljeni rezultati DV, metode neto sedanje vrednosti in metode indeksa donosnosti.

Rezultati DV so glede na izvedeno kombinacijo ukrepov prikazani na grafikonu 9. DV investicije ni prikazana pri nekaterih kombinacijah ukrepov, in sicer za stavbo zgrajeno leta 2000, zaradi visokih vrednosti DV in posledično nepreglednosti grafikona.



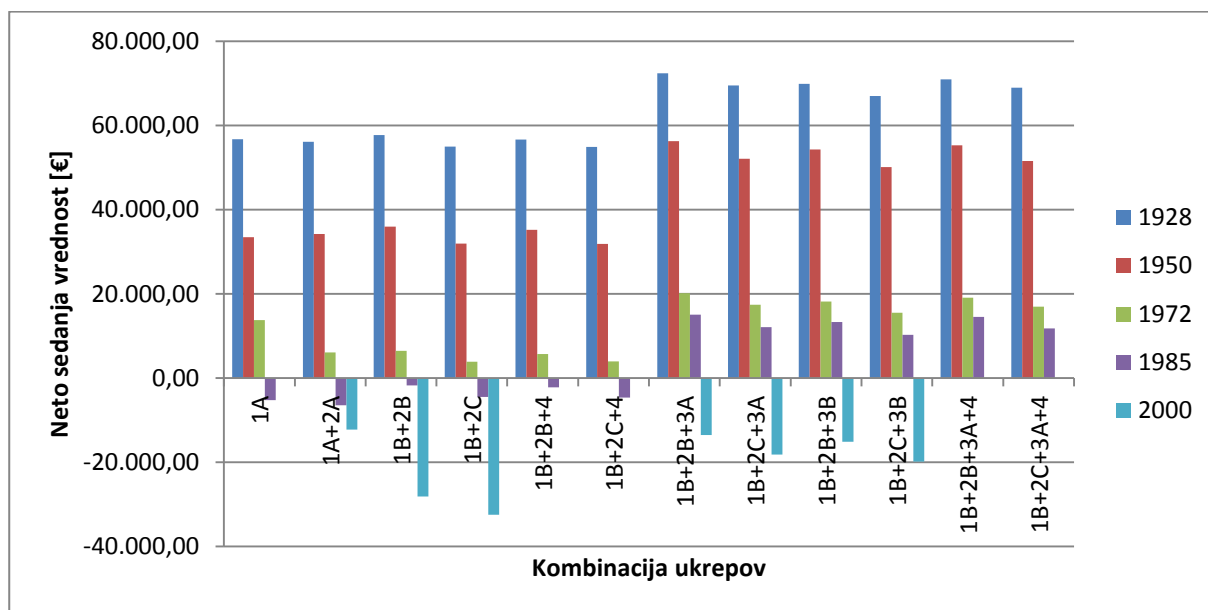
Grafikon 9: DV investicije izboljšanja energetske učinkovitosti izbranih stavb pri posamezni kombinaciji ukrepov

Investicija v izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe zgrajene leta 2000 se nam pri kombinaciji ukrepov (1A+2A) povrne v 180,70 letih, pri kombinaciji (1B+2B) v 71,88 letih, pri kombinaciji ukrepov (1B+2C) pa DV znaša 66,82 leta.

Najkrajše DV investicije dobimo pri stavbi zgrajeni leta 1928. Povprečna DV za stavbo zgrajeno leta 1928 znaša 8,10 let, najkrajšo DV dobimo pri kombinaciji ukrepov (1A), pri kateri znaša 6,10 let. Pri stavbi zgrajeni leta 1950 je povprečna DV 11,54 let, najkrajša pa je pri kombinaciji ukrepov (1A), pri kateri znaša 10,11 let. Povprečna DV pri stavbi zgrajeni leta 1972 je 16,55 let, najkrajšo DV dobimo pri kombinaciji ukrepov (1A), kjer znaša 14,10 let. Pri stavbi zgrajeni leta 1985 je povprečna DV 19,49 let, najkrajšo pa dobimo pri kombinaciji ukrepov (1B+2B+3A), kjer ta znaša 14,63 let. Pri stavbi zgrajeni leta 2000 znaša povprečna DV 63,34 let, najkrajšo DV dobimo pri kombinaciji (1B+2B+3A), kjer ta znaša 29,40 let. Najkrajšo DV izmed izvedenih kombinacij ukrepov, pri katerih dosežemo vsaj energijski razred C pri vseh izbranih stavbah, izkazuje kombinacija ukrepov (1B+2B+3A). Iz grafikona 9

lahko razberemo, da je DV investicije pri starejših stavbah krajša v primerjavi z mlajšimi stavbami.

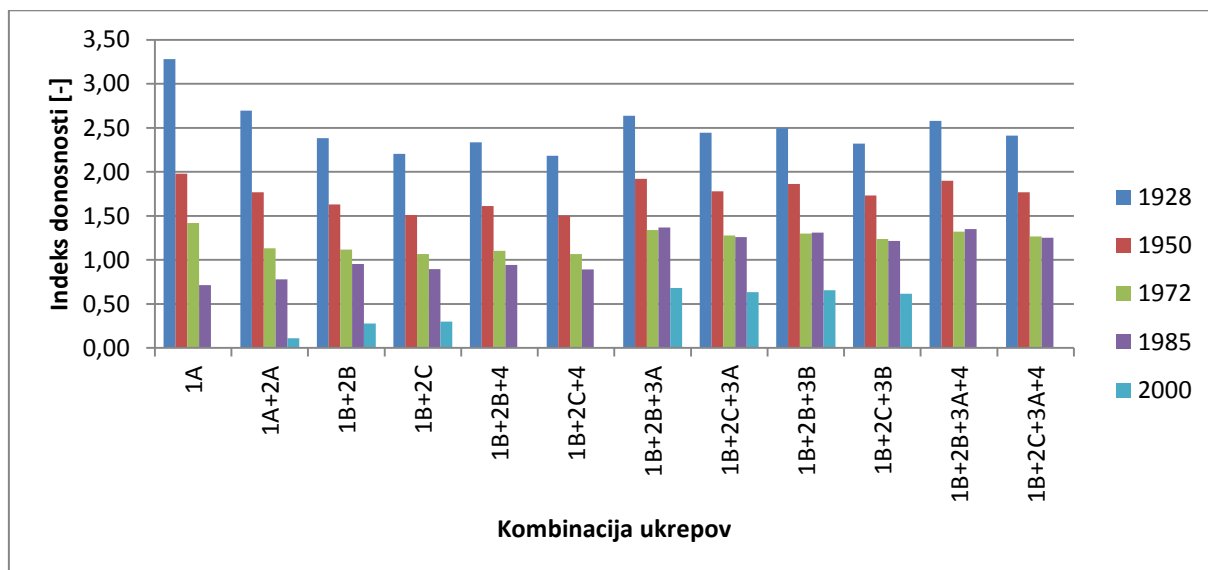
Naslednja uporabljena metoda je metoda neto sedanje vrednosti, katere rezultati so prikazani na grafikonu 10. NSV investicije v izboljšanje energetske učinkovitosti izbranih stavb je za vse kombinacije ukrepov izračunana za obdobje tridesetih let.



Grafikon 10: NSV investicije izboljšanja energetske učinkovitosti stavb pri posamezni kombinaciji ukrepov

Najvišjo NSV dobimo pri stavbi zgrajeni leta 1928. Pri stavbi zgrajeni leta 2000 je NSV pri vseh kombinacija ukrepov manjša od nič, kar pomeni, da na podlagi kriterija NSV ne investiramo v izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe. Kombinacija ukrepov pri kateri se vrednost NSV najbolj približa ničli je kombinacija ukrepov (1A+2A), pri kateri znaša NSV -12.254,73 €. Najvišjo NSV pri vseh ostalih izbranih stavbah dobimo pri kombinaciji ukrepov (1B+2B+3A). Tudi pri metodi neto sedanje vrednosti iz grafikona 10 lahko razberemo, da je NSV pri starejših stavbah višja v primerjavi z mlajšimi stavbami.

Naslednja uporabljena metoda je metoda indeksa donosnosti, katere rezultati so prikazani na grafikonu 11.



Grafikon 11: ID za izbrane stavbe pri posameznih kombinacijah ukrepov

Podobno kot pri metodi dobe vračanja in metodi neto sedanje vrednosti dosežemo pri metodi indeksa donosnosti najvišje vrednosti ID pri najstarejši stavbi in najnižje vrednosti ID pri najmlajši stavbi (Grafikon 11). Pri kombinacijah ukrepov, ki dosegajo vsaj energijski razred C, dosežemo najvišje vrednosti ID pri kombinaciji ukrepov (1B+2B+3A). Najvišjo vrednosti ID pri tej kombinaciji ukrepov dobimo pri stavbi zgrajeni leta 1928, pri kateri znaša ID 2,64. Najnižjo vrednosti ID za to kombinacijo ukrepov pa dobimo pri stavbi zgrajeni leta 2000, pri kateri znaša ID 0,68. Najbolj ekonomsko učinkovita kombinacija ukrepov glede na ID, je torej kombinacija ukrepov (1B+2B+3A). Izjema je le stavba zgrajena leta 2000, kjer je ID pri vseh kombinacijah ukrepov manjši od ena, kar pomeni, da investicija v izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe ni upravičena oz. ni ekonomsko učinkovita.

Glede na obravnavane metode vrednotenja investicij je najbolj ekonomsko učinkovita kombinacija ukrepov (1B+2B+3A), ki vključuje ekonomično debelino toplotne izolacije ovoja stavbe, vgradnjo stavbnega pohištva skupine 2 in vgradnjo lokalnega mehanskega sistema prezračevanja z rekuperacijo toplote. Iz rezultatov je tudi razvidno, da je investicija v izboljšanje energetske učinkovitosti stavb bolj učinkovita oz. bolj upravičena pri starejših stavbah.

Najbolj ugodne kazalce za investiranje v izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe izkazuje stavba zgrajena leta 1928, pri kateri dobimo najvišji ID, najvišjo NSV in najkrajšo DV v primerjavi z ostalimi izbranimi stavbami. Stavbi zgrajeni leta 1928 sledi stavba, ki je bila zgrajena leta 1950 in ima prav tako dokaj visok ID in NSV. DV investicije se giblje med 10 in 14 leti. Stavbi zgrajeni leta 1972 in 1985 imata zelo podobne kazalce učinkovitosti investicije.

Stavbi se razlikujeta predvsem pri stroških izboljšanja energetske učinkovitosti, kjer so za stavbo zgrajeno leta 1972 stroški najvišji, v primerjavi z ostalimi stavbami in v povprečju znašajo 462,84 €/m². Medtem so stroški izboljšanja energetske učinkovitosti za stavbo zgrajeno leta 1985 najnižji v primerjavi z ostalimi stavbami in v povprečju znašajo 258,16 €/m². Najbolj neugodne kazalce metod vrednotenja investicij, dobimo pri stavbi zgrajeni leta 2000, kjer sta vrednosti ID in NSV pod mejo investiranja, DV investicije pa je mnogo višja, kot pri ostalih izbranih stavbah.

Najbolj učinkovita kombinacija ukrepov za izboljšanja energetske učinkovitosti izbranih stavb je, glede na ID in DV, ukrep vgradnje dodatne toplotne izolacije ovoja stavbe v minimalni debelini (1A). Glede na NSV, se je kot najbolj učinkovita kombinacija ukrepov izkazala kombinacija (1B+2B+3A), ki vključuje vgradnjo ekonomične debeline toplotne izolacije, vgradnjo stavbnega pohištva skupine 2 in vgradnjo lokalnega prezračevalnega sistema z rekuperacijo toplote.

Ob kriteriju, da želimo z izboljšanjem energetske učinkovitosti stavbe doseči vsaj energijski razred C, pa se je kot najbolj ekonomsko učinkovito kombinacijo ukrepov izkazala kombinacija (1B+2B+3A). Ta kombinacija vključuje vgradnjo ekonomične debeline toplotne izolacije, vgradnjo stavbnega pohištva skupine 2 in vgradnjo lokalnega prezračevalnega sistema z rekuperacijo toplote. Pri vseh izbranih stavbah dobimo ob doseganju vsaj energijskega razreda C pri tej kombinaciji ukrepov najnižjo DV, najvišjo NSV in najvišji ID.

5 PRISPEVEK IZBOLJŠANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI K TRŽNI VREDNOSTI ENOSTANOVANJSKIH STAVB NA PODLAGI ANALIZE STALIŠČ UDELEŽENCEV NA TRGU NEPREMIČNIN

V poglavju 3 in poglavju 4 so bila pripravljena izhodišča za analizo vpliva izboljšanja energetske učinkovitosti na tržno vrednost obravnavanih enostanovanjskih stavb. Vpliv izboljšanja energetske učinkovitosti je objektiviziran na podlagi analize stališč udeležencev na trgu nepremičnin. Za simulacijo razmer na trgu nepremičnin smo uporabili metodo intervjuja udeležencev s pomočjo anketnega vprašalnika.

V tem poglavju je predstavljen anketni vprašalnik, ki je bil posredovan udeležencem na trgu nepremičnin ter analiza zbranih odgovorov. V anketnem vprašalniku smo izboljšanje energetske učinkovitosti izbranih enostanovanjskih stavb anketirancem predstavili pod pojmom energetska sanacija, in sicer smo ta pojem uporabili predvsem zaradi njegove vsesplošne uporabe v vsakdanjem življenju.

5.1.1 Splošno o anketnem vprašalniku

Anketni vprašalnik je bil uporabljen za simulacijo razmer na trgu nepremičnin glede vpliva izboljšanja energetske učinkovitosti na tržno vrednost enostanovanjskih stavb. Vprašalnik smo razdelili na tri dele, in sicer na:

- splošna vprašanja,
- splošna vprašanja o izboljšanju energetske učinkovitosti in
- vprašanja o izbranih enostanovanjskih stavbah.

Anketirancem smo v prvem delu anketnega vprašalnika zastavili nekaj splošnih vprašanj o spolu, starosti, izobrazbi in njihovem dohodku.

V drugem delu smo anketirance spraševali o stavbi trenutnega bivanja in o trenutni porabi energije za ogrevanje le te. Povprašali smo jih tudi, če so v zadnjem času energetske sanirali stavbo, v kateri živijo, kaj so sanirali in koliko sredstev so za to porabili. Spraševali smo tudi o pomembnosti razlogov za investiranje v energetske sanacije stavbe, pomembnosti ukrepov energetske sanacije stavbe in pomembnosti razlogov pri nakupu stanovanjske hiše.

V tretjem delu anketnega vprašalnika smo najprej predstavili izbrane stavbe, in sicer smo predstavili stanje stavb pred in po izboljšanju energetske učinkovitosti in splošne podatke o stavbah, kot sta lokacija in geometrija stavb. Anketirance smo nato na podlagi predstavljenih

podatkov spraševali o višini sredstev, ki bi jih še bili pripravljeni vložiti v energetske sanacije predstavljenih stavb in o razlogih, zaradi katerih bi se odločili za nakup posamezne predstavljenе stavbe.

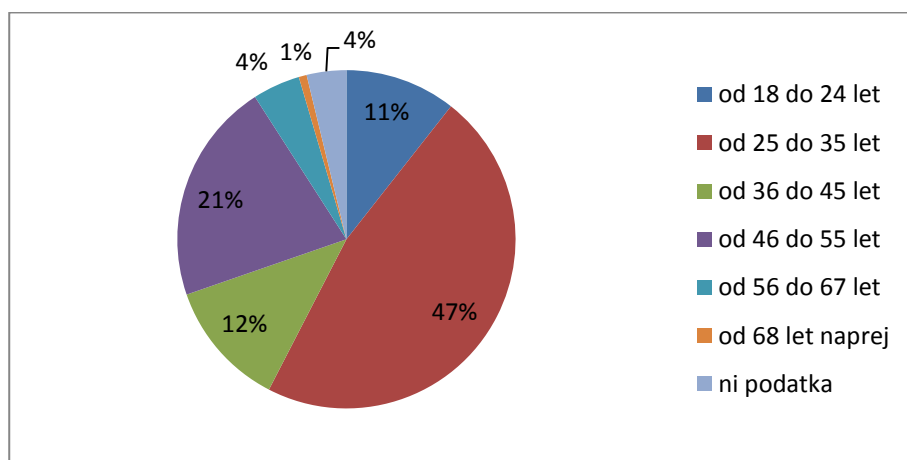
V nadaljevanju tretjega dela vprašalnika, smo anketirancem podrobno predstavili izvedene ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti izbranih stavb, podrobno strukturo stroškov ter tudi energetske in finančne učinke take investicije. Pri vseh stavbah smo predstavili optimalno kombinacijo izvedenih ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti, ki smo jo za vsako stavbo že predstavili v prejšnjem poglavju.

Anketni vprašalnik smo v elektronski obliki posredovali preko elektronske pošte znancem in prijateljem in jih prosili, naj ga posredujejo naprej. Sledilo je zbiranje odgovorov, ki je potekalo od 14. 07. 2013 do 11. 08. 2013. V tem času smo prejeli 136 odgovorov, katerih analiza in ugotovitve so predstavljene v nadaljevanju. Primer poslanega anketnega vprašalnika se nahaja v prilogi B.

5.1.2 Analiza odgovorov anketnega vprašalnika

5.1.2.1 Splošna vprašanja

V prvem delu vprašalnika smo pridobili splošne oz. demografske podatke o anketirancih. Najprej smo anketirance spraševali o njihovem spolu, letnici rojstva, doseženi stopnji izobrazbe in neto mesečnem dohodku gospodinjstva. Glede na letnico rojstva smo anketirance razdelili v šest starostnih razredov.

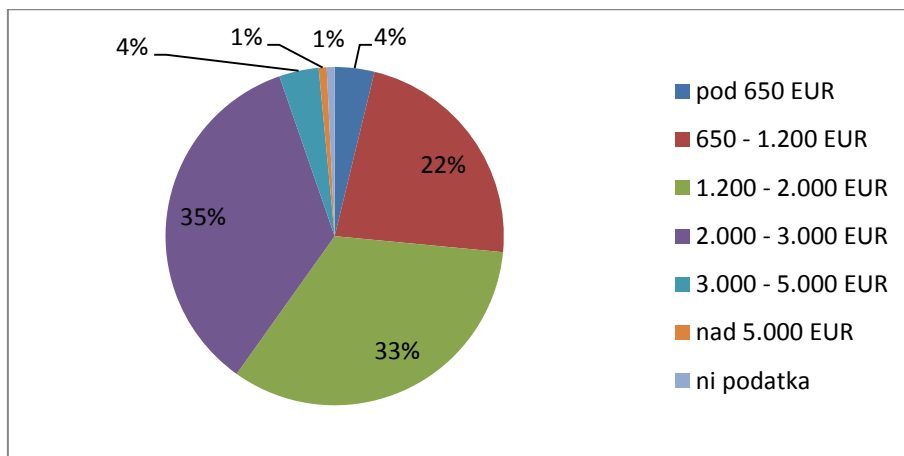


Grafikon 12: Starostni razredi anketirancev

Med anketiranci je bilo 75 oseb (57 %) oseb moškega spola in 57 oseb (43 %) ženskega spola. Najbolj zastopan starostni razred anketirancev je bil razred od 25 do 35 let v katerega se uvršča 47 % vseh anketirancev (Grafikon 12).

Pri vprašanju o doseženi stopnji izobrazbe je 45 % anketirancev doseglo srednješolsko izobrazbo, 24 % univerzitetno izobrazbo ali 2. bolonjsko stopnjo izobrazbe, 22 % anketirancev je doseglo višje ali visokošolsko stopnjo izobrazbe oz. 1. bolonjsko stopnjo izobrazbe, 4 % anketirancev je doseglo poklicno izobrazbo in 4 % anketirancev je doseglo magisterij, doktorat, specializacijo ali 3. bolonjsko stopnjo izobrazbe.

Glede na neto mesečni dohodek gospodinjstva smo anketirance razdelili v dohodkovne razrede (Grafikon 13).



Grafikon 13: Neto mesečni dohodek gospodinjstev anketirancev

Največ (35 %) anketirancev, se uvršča v dohodkovni razred z neto mesečnim dohodkom od 2.000 do 3.000 €, sledijo tisti z neto mesečnim dohodkom od 1.200 do 2.000 € (33 %) in tisti z neto mesečnim dohodkom od 650 do 1.200 € (23 %). Povprečni neto mesečni dohodek gospodinjstva anketirancev znaša približno 1.800 €.

V anketo je bilo vključenih več oseb moškega spola (57 %), najbolj zastopan starostni razred anketirancev je bil razred od 25 do 35 let in največ (47 %) anketirancev je doseglo srednješolsko izobrazbo.

5.1.2.2 Splošna vprašanja o izboljšanju energetske učinkovitosti

V drugem delu vprašalnika smo anketirance najprej spraševali o tipu stanovanjske hiše, v kateri živijo, ali so v zadnjem času energetske sanirali stavbo, v kateri živijo, in kaj so sanirali ter koliko sredstev so za to porabili.

Največ (47 %) anketirancev živi v enostanovanjski stavbi. Približno petina (26 %) jih živi v dvostanovanjski stavbi, 22 % jih živi v stanovanjskem bloku, 4 % jih živi v drugi vrsti stavbe. V energetske sanirani stavbi živi 43 % vprašanih, ostali vprašani živijo v energetske nesanimirani stavbi.

Najpogosteje uporabljeni ukrepi energetske sanacije stavbe pri osebah, ki so izvedle energetske sanacije svoje stavbe v zadnjem času pa so naslednji:

- zamenjava oken (27 %),
- dodatna toplotna izolacija fasade (20 %),
- dodatna toplotna izolacija strehe (14 %),
- zamenjava ogrevalnega sistema (12 %),
- dodatna toplotna izolacija stropa proti podstrešju (11 %),
- zamenjava vhodnih vrat (10 %).

Za energetske sanacije je 28 % vprašanih porabilo do 5.000 €, 36 % vprašanih je porabilo od 5.000 do 15.000 € in 19 % vprašanih je za energetske sanacije porabilo od 15.000 do 30.000 €. Procentualno je največ vprašanih (83 %) za energetske sanacije stavbe porabilo do 30.000 €.

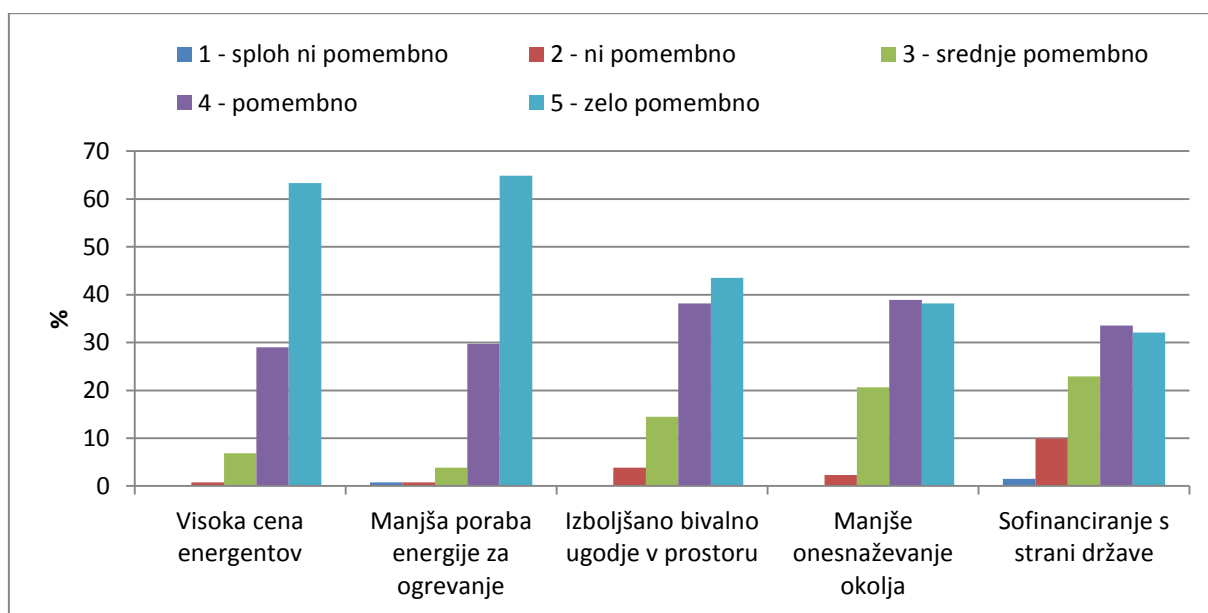
Največ (47 %) anketirancev živi v enostanovanjski stavbi. V energetske sanirani stavbi živi 43 % vprašanih. Najbolj zastopan ukrep energetske sanacije je zamenjava oken, za energetske sanacije stavbe pa je večina (83 %) vprašanih porabila do 30.000 €.

V nadaljevanju drugega dela vprašalnika smo anketirance spraševali o porabi energije za ogrevanje. Kot energent največ (36 %) anketirancev uporablja kurilno olje, 33 % jih uporablja drva, 11 % jih uporablja plin, 6 % jih uporablja elektriko in daljinsko ogrevanje ter 4 % jih uporablja pelete, sekance ali drugo vrsto energentov.

Pri letnih stroških za ogrevanje 90 % anketirancev porabi do 2.500 € letno. Med njimi je 29 % takih, ki porabijo od 500 do 1.000 €, 26 % jih porabi od 1.000 do 1.500 €, 17 % jih porabi od 1.500 do 2.500 € in 18 % jih porabi do 500 €.

Večina (90 %) anketirancev porabi za ogrevanje do 2.500 € letno, kjer jih kot energent največ (36 %) uporablja kurilno olje.

V nadaljevanju drugega dela vprašalnika smo postavili nekaj splošnih vprašanj o energetske sanaciji. Pri prvem vprašanju smo spraševali o pomembnosti razlogov za investiranje v energetske sanacijo stavbe (Grafikon 14).



Grafikon 14: Pomembnost razlogov za investiranje v energetske sanacijo stavbe

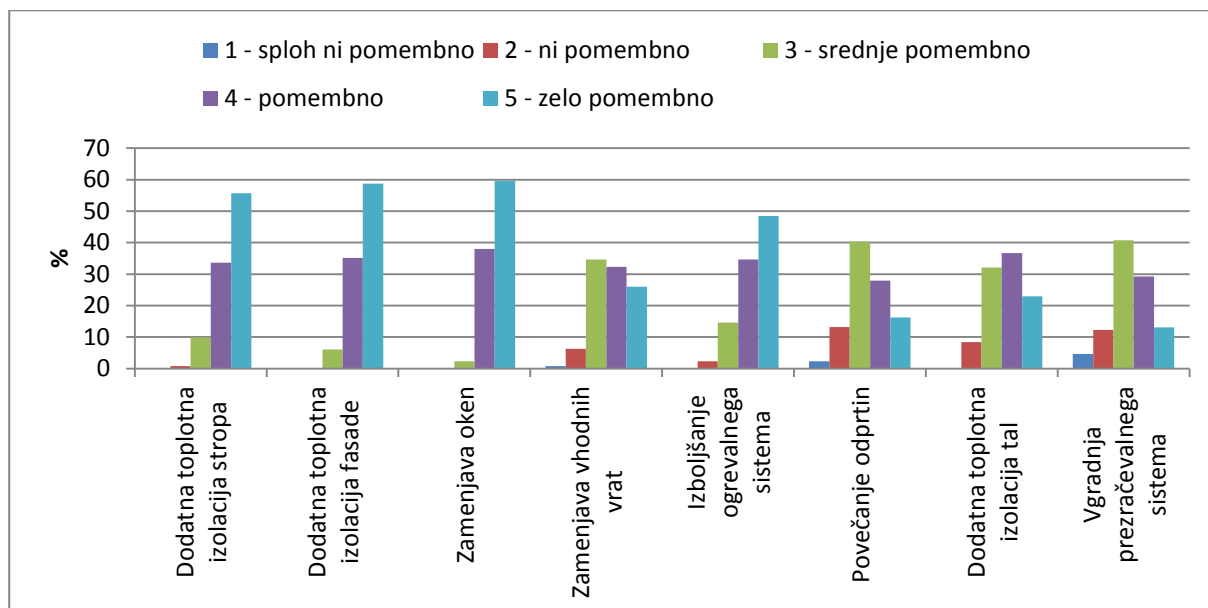
Kot zelo pomembni razlogi za investiranje v energetske sanacijo stavbe so bili izbrani:

- manjša poraba energije za ogrevanje (65 %),
- visoka cena energentov (63 %) in
- izboljšano bivalno ugodje v prostoru (44 %).

Med pomembne razloge za investiranje sta uvrščena odgovora:

- manjše onesnaževanje okolja (39 %) in
- sofinanciranje s strani države (34 %).

Pri drugem vprašanju smo spraševali o pomembnosti posameznih ukrepov za energetske sanacijo stavbe (Grafikon 15).



Grafikon 15: Pomembnost posameznih ukrepov za energetske sanacije stavbe

Anketiranci so med zelo pomembne ukrep energetske sanacije uvrstili:

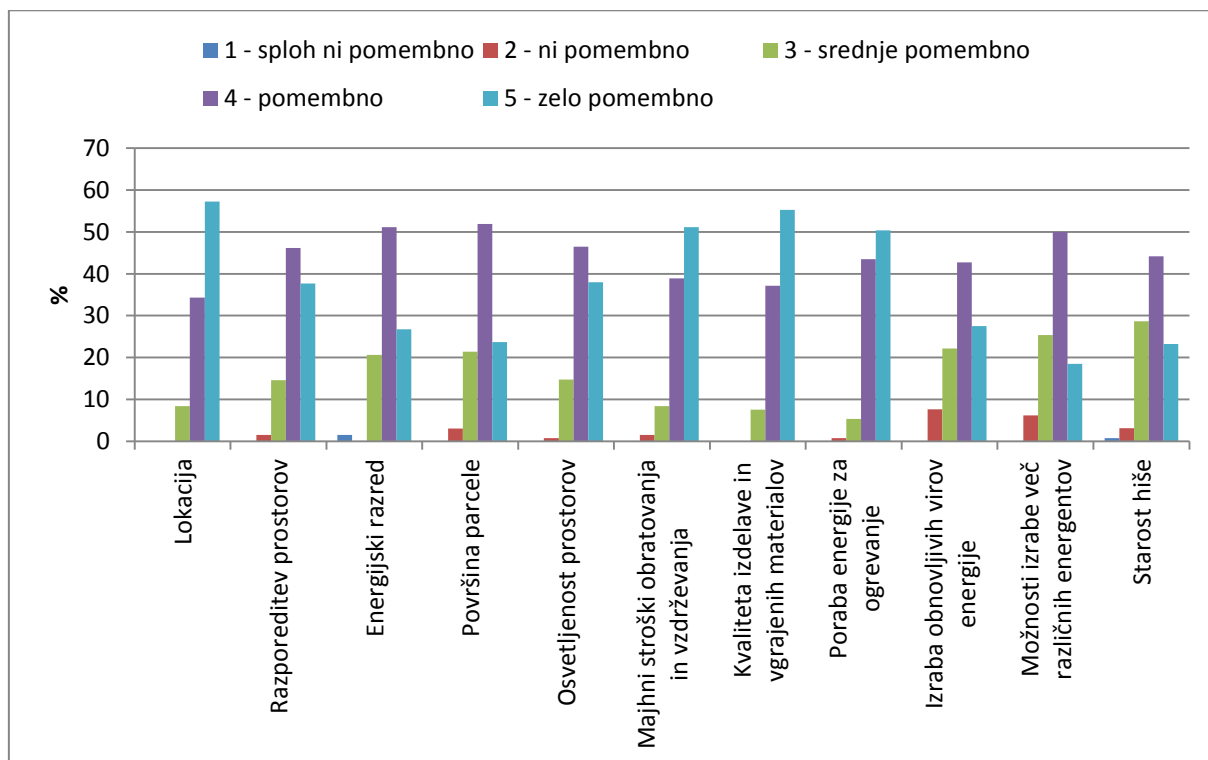
- zamenjavo oken (60 %),
- dodatna toplotna izolacija fasade (59 %),
- dodatna toplotna izolacija stropa proti neogrevanem podstrešju ali mansardi (56 %) in
- izboljšanje ogrevalnega sistema (48 %).

Med pomembne ukrepe so anketiranci uvrstili dodatno toplotno izolacijo tal proti terenu ali neogrevanem prostoru (37 %).

Med srednje pomembne ukrepe so uvrstili:

- zamenjavo vhodnih vrat (35 %),
- povečanje odprtín zaradi večjih toplotnih dobitkov od sonca (40 %) in
- vgradnjo prezračevalnega sistema z rekuperacijo toplote (41 %).

Pri tretjem vprašanju smo anketirance spraševali o pomembnosti dejavnikov pri izbiri oz. nakupu stanovanjske hiše (Grafikon 16).



Grafikon 16: Pomembnost dejavnikov pri izbiri oz. nakupu stanovanjske hiše

Anketiranci (več kot 50 %) so med zelo pomembne dejavnike pri izbiri enostanovanjske stavbe uvrstili:

- lokacijo (57 %),
- kvaliteto izdelave in vgrajenih materialov (55 %),
- majhne stroške obratovanja in vzdrževanja (51 %) in
- porabo energije za ogrevanje (50 %).

Med pomembne razloge so uvrstili:

- energijski razred (51 %),
- površino parcele (52 %),
- možnost izrabe več energentov (50 %),
- osvetljenost prostorov (47 %),
- starost hiše (44 %),
- razporeditev prostorov (46 %) in
- izrabo obnovljivih virov energije (43 %).

Anketiranci so za zelo pomembne razloge za investiranje v energetske sanacije stavbe izbrali manjšo porabo energije za ogrevanje (65 %), visoko ceno energentov (63 %) in izboljšano bivalno ugodje v prostoru (44 %). Za zelo pomembne ukrepe energetske sanacije

so izbrali ukrep zamenjave oken (60 %), dodatne toplotne izolacija fasade (59 %), dodatne toplotne izolacije stropa proti neogrevanem podstrešju ali mansardi (56 %) in izboljšanje ogrevalnega sistema (48 %). Med dejavnike, ki najbolj vplivajo na izbiro enostanovanjske stavbe, pa so se anketiranci uvrstili lokacijo (57 %), kvaliteto izdelave in vgrajenih materialov (55 %), majhne stroški obratovanja in vzdrževanja (51 %) in porabo energije za ogrevanje (50 %).

5.1.2.3 Vprašanja o izbranih enostanovanjskih stavbah

V tretjem delu anketnega vprašalnika smo najprej na kratko predstavili izbrane enostanovanjske stavbe in rezultate njihove energetske sanacije. Prikazali smo stanje izbranih stavb pred in po energetske sanaciji ter prihranke pri:

- porabi energije,
- energijskemu razredu in
- letnih stroškov za ogrevanje na elektriko.

Na podlagi predstavljenih podatkov o izbranih stavbah smo anketirance vprašali, katero izmed izbranih stavb bi kupili najraje. Največ (48 %) vprašanih, bi kupilo stavbo zgrajeno leta 2000. Za nakup stavbe zgrajene leta 1972 bi se odločilo 28 % anketirancev, za nakup ostalih stavb pa bi se odločilo manjše število vprašanih.

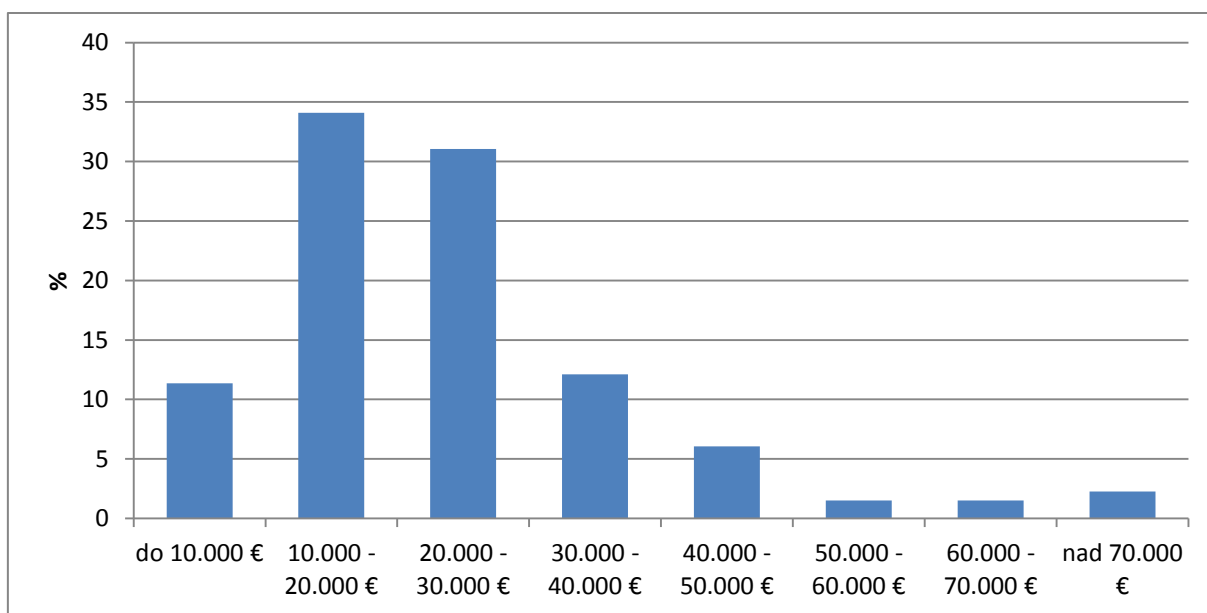
Pri naslednjem vprašanju smo spraševali, ali bi se odločili za nakup že energetske sanirane stavbe, ali bi stavbo energetske sanirali sami. Polovica vprašanih bi stavbo energetske sanirala sama, druga polovica bi se odločila za nakup že energetske sanirane stavbe.

Spraševali smo tudi o dejavniki pomembnih za odločitev za nakup enostanovanjske stavbe, in sicer bi se anketiranci za nakup stavbe odločili zaradi:

- lokacije (19 %),
- letnih stroškov za ogrevanje po energetske sanaciji (15 %),
- uporabne površine stavbe (13 %),
- starosti hiše (11 %) in
- energijskega razreda stavbe po energetske sanaciji (11 %).

Anketirance smo še spraševali, koliko bi bili pripravljeni plačati več za energetske sanirano stavbo v primerjavi z nesanirano, neupoštevajoč druge faktorje, ki bi lahko vplivali na njihovo odločitev. Pri tem vprašanju je potrebno poudariti, da smo anketirancem predstavili le splošne podatke o izbranih stavbah, podatke o porabi energije za ogrevanje in podatke o

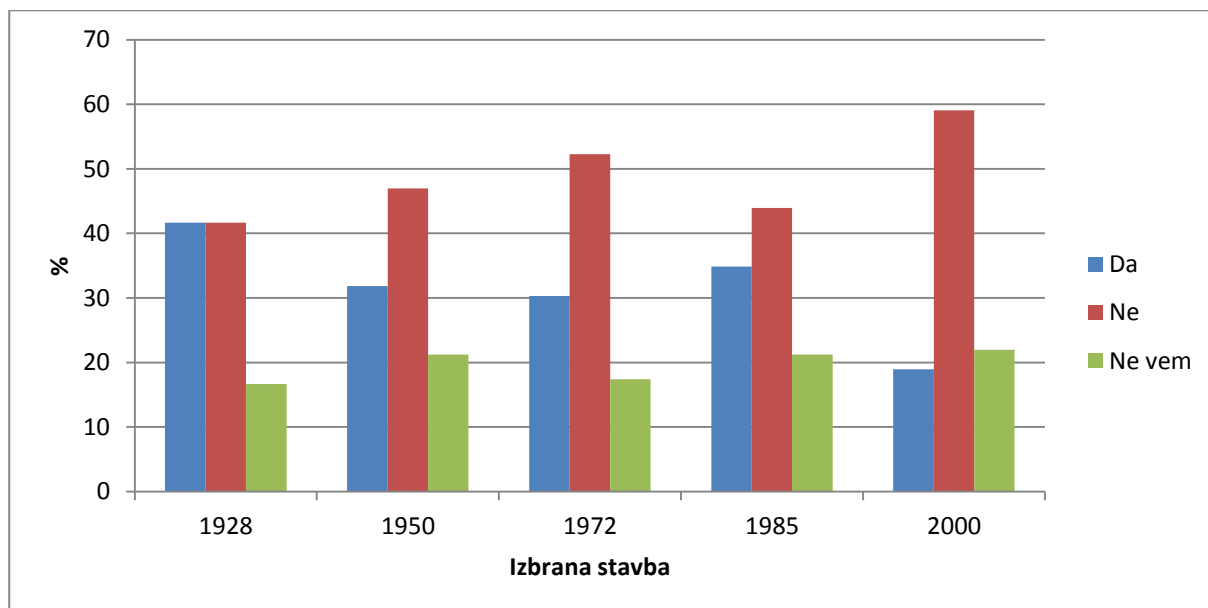
letnih prihrankih za ogrevanje. Podatki o višini investicije v izboljšanje energetske učinkovitosti izbranih stavb so bili predstavljeni v zadnjem delu anketnega vprašalnika, zato odgovori anketirancev, ki so predstavljeni na grafikonu 17, predstavljajo splošno mnenje anketirancev o še sprejemljivi razliki v ceni med energetske sanirano in energetske nesanirano enostanovanjsko stavbo.



Grafikon 17: Splošno mnenje o sprejemljivi razliki v ceni med energetske sanirano in energetske nesanirano stavbo

Največ (34 %) vprašanih bi bilo pripravljeno plačati od 10.000 do 20.000 € več za energetske sanirano stavbo v primerjavi z energetske nesanirano. Sledijo tisti, ki bi bili pripravljene plačati od 20.000 do 30.000 € več (31 %) in tisti, ki bi bili pripravljene plačati od 30.000 do 40.000 € več (12 %). Manj kot 10.000 € več za energetske sanirano stavbo v primerjavi z nesanirano bi bilo pripravljeno plačati 11 % vprašanih.

V nadaljevanju vprašalnika smo anketirancem pri vsaki izbrani stavbi podrobneje predstavili investicijo v izboljšanje energetske učinkovitosti. Anketirance smo spraševali, ali bi bili pripravljene vložiti izračunano vsoto denarja v energetske sanacijo hiše, in v primeru, da je bil njihov odgovor negativen, smo jih prosili, da nam povejo, koliko več bi bili pripravljene plačati za predstavljeno energetske sanirano stavbo. Rezultati odgovorov so predstavljeni na grafikonu 18 in grafikonu 19.

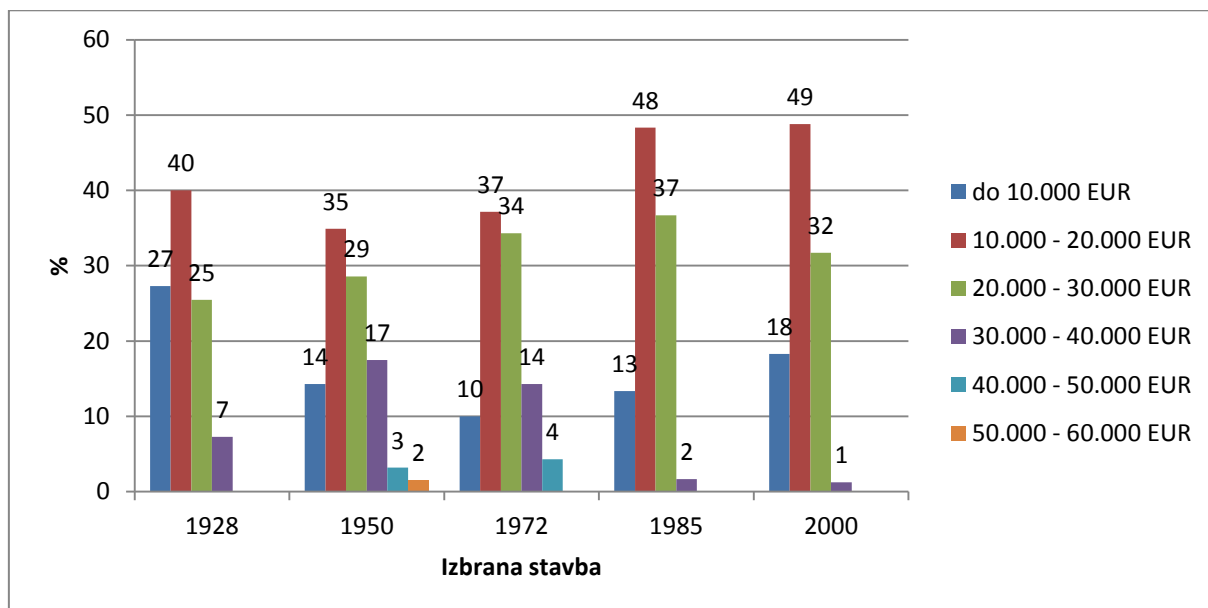


Grafikon 18: Rezultati odgovorov na vprašanje: »Ali bi bili pripravljeni vložiti določeno vsoto denarja v energetske prenove hiše, neupoštevajoč pri tem druge faktorje, ki bi lahko vplivali na vašo odločitev?«

Pri stavbi zgrajeni leta 1928 je bilo 42 % vprašanih pripravljeno vložiti 44.220 € v energetske sanacije hiše, enak procent jih ne bi vložil ocenjene vsote denarja v energetske sanacije. Pri vseh ostalih izbranih stavbah smo vedno dobili višji odstotek tistih, ki ocenjene vsote denarja ne bi bilo pripravljeno vložiti v energetske sanacije stavbe.

Pri stavbi zgrajeni leta 1950 je takih, ki niso pripravljeno vložiti ocenjene vsote denarja v energetske sanacije, 47 % vprašanih, pri stavbi zgrajeni leta 1972 52 % vprašanih, pri stavbi zgrajeni leta 1985 44 % vprašanih in pri stavbi zgrajeni leta 2000 59 % vprašanih (Grafikon 18). Pri stavbah zgrajenih leta 1950, 1972 in 1985, bi bila približno tretjina vprašanih pripravljena vložiti ocenjeno vsoto denarja v energetske sanacije. Iz rezultatov vidimo, da večina anketirancev ni pripravljena vložiti ocenjene vsote denarja v energetske sanacije izbranih stavb. V povprečju bi bilo 32 % vprašanih pripravljeno vložiti ocenjeno vsoto denarja v energetske sanacije hiše, 49 % jih ocenjene vsote denarja ne bi bilo pripravljeno vložiti.

Na grafikonu 25 so predstavljeni rezultati o tem, koliko več bi bili pripravljeno plačati tisti vprašani, ki so na vprašanje predstavljeno na grafikonu 18 odgovorili z »Ne«.



Grafikon 19: Koliko več bi bili pripravljeni plačati tisti, ki so na vprašanje na Grafikon 18 odgovorili z »Ne«

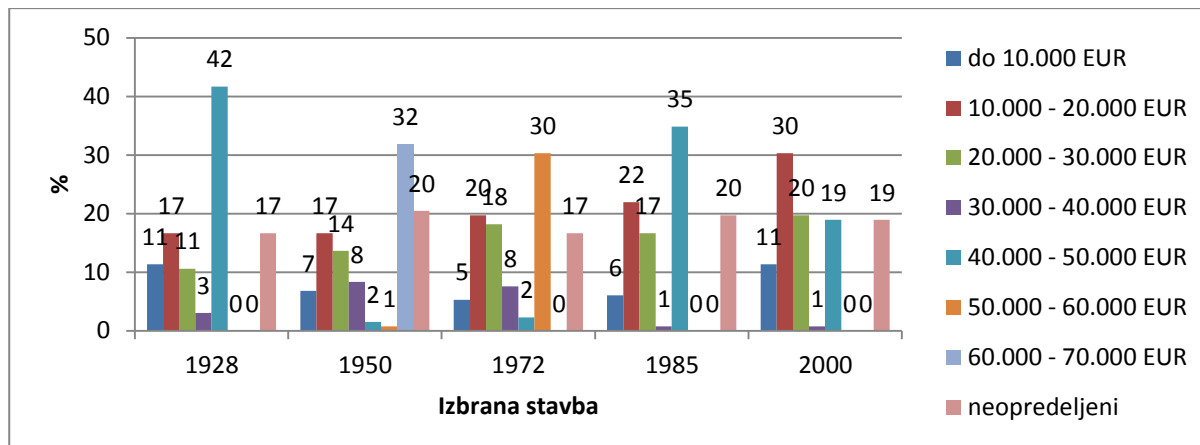
V povprečju 90 % teh, v tem času, ne bi bilo pripravljeni plačati več kot 30.000 € več za energetske sanirano stavbo v primerjavi z energetske nesanirano. Povprečno 17 % bi jih bilo pripravljeno plačati do 10.000 € več, 42 % bi jih bilo pripravljeno plačati od 10.000 do 20.000 € več in 31 % bi jih bilo pripravljeno plačati od 20.000 do 30.000 € več za energetske sanirano stavbo v primerjavi z nesanirano. Povprečno bi bilo le 8 % anketirancev pripravljeno plačati od 30.000 do 40.000 € več in le 2 % anketirancev bi bilo pripravljeno plačati več kot 40.000 € več za energetske sanirano hišo v primerjavi z energetske nesanirano.

Največji odstotek vprašanih (od 35 do 4

9 %) bi bil pripravljen vložiti od 10.000 do 20.000 € več v energetske sanirano stavbo v primerjavi z energetske nesanirano. Pri stavbi zgrajeni leta 1928 je teh 40 %, pri stavbi zgrajeni leta 1950 35 %, pri stavbi zgrajeni leta 1972 37 %, pri stavbi zgrajeni leta 1985 48 % in pri stavbi zgrajeni leta 2000 49 %.

V nadaljevanju smo združili podatke predstavljene na grafikonu 18 in grafikonu 19. Upoštevali in združili smo odgovore tistih, ki so pri posamezni izbrani stavbi odgovorili, da bi bili pripravljene vložiti izračunano vsoto denarja v energetske sanacijo stavbe in tiste, ki niso bili pripravljene vložiti izračunane vsote denarja v energetske sanacijo stavbe in so povedali, koliko več bi bili pripravljene plačati za energetske sanirano stavbo v primerjavi z nesanirano. Združeni rezultati odgovorov so podani na grafikonu 20. Iz odgovorov anketirancev smo

določili tudi, koliko več bi bili ti v povprečju pripravljeni plačati za energetske sanirano stavbo v primerjavi z energetske nesanirano.



Grafikon 20: Mnenje anketirancev, po predstavitvi stroškov investicije v energetske sanacijo hiše, glede sprejemljive razlike v ceni med energetske sanirano in nesanirano hišo

Za stavbo zgrajeno leta 1928 je bilo kar 42 % vseh vprašanih pripravljeno vložiti od 40.000 do 50.000 € več za energetske sanirano stavbo v primerjavi z nesanirano. V povprečju bi bili vprašani pripravljeno plačati približno 31.000 € več za energetske sanirano stavbo v primerjavi z energetske nesanirano.

Za stavbo zgrajeno leta 1950 je bilo 32 % vseh vprašanih pripravljeno plačati od 60.000 do 70.000 € več za energetske sanirano stavbo, v povprečju pa bi bili pripravljeno plačati 39.000 € več za energetske sanirano stavbo v primerjavi z energetske nesanirano.

Za stavbo zgrajeno leta 1972 bi bilo 30 % vprašanih pripravljeno plačati od 50.000 do 60.000 € več, v povprečju bi bili pripravljeno plačati 34.000 € več za energetske sanirano stavbo v primerjavi z energetske nesanirano.

Za stavbo zgrajeno leta 1985 bi bili vprašani v povprečju pripravljeno plačati 30.000 € več za energetske sanirano stavbo v primerjavi z energetske nesanirano. Največ vprašanih (35 %) bi bilo pripravljeno plačati od 40.000 do 50.000 € več za energetske sanirano stavbo v primerjavi z nesanirano.

Za stavbo zgrajeno leta 2000 bi bili anketiranci v povprečju pripravljeno plačati 23.000 € več, največ vprašanih (30 %) pa bi bilo pripravljeno vložiti od 10.000 do 20.000 € več za energetske sanirano stavbo v primerjavi z energetske nesanirano.

Pri vseh obravnavanih stavbah je bila približno petina vprašanih neopredeljenih glede višine vložka, ki bi ga še bili pripravljene vložiti v energetske sanirane hiše v primerjavi z energetsko nesanimirane. Iz grafikona 26 je razvidno, da so bili anketiranci za hišo zgrajeno leta 2000 pripravljene plačati mnogo manj kot za ostale predstavljene stavbe starejšega letnika izgradnje. V povprečju bi bili za energetske sanirane stavbe zgrajene leta 1928, 1950, 1972 in leta 1985 vprašani pripravljene plačati malo več kot 33.000 € več v primerjavi z nesanimiranimi, za stavbo zgrajeno leta 2000 pa bi bili v povprečju pripravljene plačati 23.000 € več.

To so rezultati simulacije razmer na trgu nepremičnin, ki smo jo izvedli s pomočjo anketnega vprašalnika. V nadaljevanju je predstavljen prispevek izboljšanja energetske učinkovitosti izbranih stavb na podlagi analize javno dostopnih baz podatkov.

6 PRISPEVEK IZBOLJŠANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI K TRŽNI VREDNOSTI ENOSTANOVANJSKIH STAVB NA PODLAGI ANALIZA JAVNO DOSTOPNIH BAZ PODATKOV

Za določitev prispevka oz. vpliva izboljšanja energetske učinkovitosti k tržni vrednosti izbranih stavb smo ocenili njihovo tržno vrednost pred in po izboljšanju energetske učinkovitosti. Tržno vrednost izbranih stavb smo ocenili na podlagi metode primerjave cen podobnih nepremičnin tako, da smo:

- pridobili podatke o primerljivih nepremičninah,
- izvedli potrebne prilagoditve in
- ocenili prilagojeno vrednost ter na podlagi te tržno vrednost izbranih stavb pred in po izboljšanju njihove energetske učinkovitosti.

6.1 Podatki o primerljivih nepremičninah

V prvem koraku smo zbrali podatke o oglaševanih cenah nepremičnin s spletnega portala nepremicnine.net na dan 09. 07. 2013 za območje Ljubljane. Pridobili smo podatke o 63 oglaševanih enostanovanjskih stavbah.

V vzorcu pridobljenih podatkov o oglaševanih nepremičninah je povprečno leto izgradnje leto 1957, povprečna površina znaša 126 m², povprečna velikost pripadajočega zemljišča znaša 490 m² in povprečna oglaševana cena znaša 265.584 €.

Iz vzorca oglaševanih nepremičnin smo za obravnavane stavbe izbrali primerljive nepremičnine, na katerih smo izvedli prilagoditve. Primerljive nepremičnine smo izbrali tako, da je bilo njihovo leto izgradnje in neto tlorisna površina čim bolj primerljiva z letom izgradnje in neto tlorisno površino ocenjevanе stavbe. Izmed zbranih podatkov o oglaševanih nepremičninah smo za vsako izmed petih ocenjevanih enostanovanjskih stavb določili 3 do 4 primerljive nepremičnine, ki niso bile energetske sanirane in ocenili njihovo prilagojeno tržno vrednost pred izboljšanjem energetske učinkovitosti.

6.2 Prilagoditve primerljivih nepremičnin

Potrebne prilagoditve na primerljivih nepremičninah smo določili na podlagi analize zbranih podatkov s spletnega portala nepremicnine.net, iz podatkov registra nepremičnin (v nadaljevanju: REN) ter iz letnih in četrletnih poročil, ki jih izdaja Geodetska uprava Republike Slovenije (v nadaljevanju: GURS).

Pri prilagoditvah primerljivih nepremičnin v splošnem lahko upoštevamo prilagoditve zaradi pogojev financiranja, prilagoditev zaradi razlik v tržnih pogojih, prilagoditev zaradi različnih lokacij nepremičnin, prilagoditev zaradi pritikin pri oglaševanju, prilagoditev zaradi razlik med oglaševanimi in prodajnimi cenami ter prilagoditev zaradi fizičnih razlik, ki vključujejo prilagoditev zaradi vpliva velikosti in prilagoditev zaradi vpliva starosti [30].

Prilagoditve zaradi pogojev financiranja v obravnavanem primeru niso bile potrebne, ker bi bile vse prodaje opravljene brez posebnih pogojev financiranja, prav tako ni bilo potrebno izvesti prilagoditev zaradi razlik v tržnih pogojih, ker so bile vse primerljive nepremičnine le oglaševane in nobena ni bila dejansko prodana.

Pri nekaterih oglaševanih nepremičninah se je poleg stavbe in zemljišča prodajalo oz. oglaševalo še garaže in vrtno lope, ki smo jih upoštevali pri prilagoditvi zaradi pritikin pri oglaševanju. Vrednost primerljive nepremičnine smo v primeru, da je bila poleg nepremičnine oglaševana še pritiklina, znižali za 9.717,25 €, kolikor je znašala povprečna prodajna cena garaže v Ljubljani v letu 2012 [34].

Vrednost prilagoditve zaradi razlik med oglaševanimi in prodajnimi cenami nepremičnin smo določili na podlagi primerjave povprečnih cen vzorca oglaševanih nepremičnin s spletnega portala nepemcnine.net in povprečnih prodajnih cen hiš, ki jih je objavil GURS v letnem poročilu o slovenskem trgu nepremičnin za leto 2012. Povprečna oglaševana cena znaša 265.583,97 €, povprečna prodajna cena znaša 254.800,00 € [35]. Prilagoditev zaradi razlike med oglaševanimi in prodajnimi cenami tako znaša -10.783,97 € oziroma -4,10 %.

Vrednost prilagoditev zaradi različnih lokacij nepremičnin, prilagoditev zaradi vpliva velikosti in prilagoditev zaradi vpliva starosti smo pridobili na podlagi vrednostnih preglednic za eno in dvostanovanjske hiše s spletnega portala Zbirka vrednotenja nepremičnin, ki jo vzdržuje GURS.

Preglednica 26: Mreža prilagoditev za stavbo zgrajeno leta 1928

	Enota	Izbrana stavba	Primerljive nepremičnine			
			N1	N2	N3	N4
Lokacija		Brezovica	Moste	Rožna dolina	Sostro	Vič
Neto tlorisna površina	m ²	97	100	79	80	97
Leto izgradnje	leto	1928	1910	1900	1914	1937
Cena	€		174.000,00	270.000,00	220.000,00	325.000,00
Površina zemljišča	m ²		886	507	854	610
PRILAGODITVE						
1. Pogoji financiranja	%		0	0	0	0
2. Prilagoditve zaradi razlik v tržnih pogojih	%		0	0	0	0
3. Vpliv velikosti	€		-2.248,32	28.712,32	11.486,56	0,00
4. Vpliv starosti	€		0,00	0,00	0,00	-26.577,84
5. Lokacija	€		-19.281,92	-56.403,92	-9.361,20	-49.065,60
6. Pritikline pri oglaševanju	€		0,00	0,00	-9.717,25	-9.717,25
Prilagojene cene /do 6	€		152.469,76	242.308,40	222.125,36	249.356,56
7. Prilagoditve zaradi razlik med oglaševanimi in prodajnimi cenami	%		-4,1	-4,1	-4,1	-4,1
Prilagojene cene	€		146.218,50	232.373,76	203.699,38	229.814,10
Vrednost zemljišča	€/m ²		44,00	210,32	35,20	161,04
	€		38.984,00	106.632,24	30.060,80	98.234,40
Vrednost stavbe	€		107.234,50	125.741,52	173.638,58	131.579,70
Prilagojena vrednost stavbe	€	134.549				
	€/m ²	1.387				
Ocenitev	€	134.500				

Po izvedbi vseh zgoraj opisanih prilagoditev smo dobili prilagojeno tržno vrednost primerljivih nepremičnin, od katere smo v nadaljevanju odšteli še vrednost zemljišča. Vrednosti zemljišč smo pridobili iz vrednostnih preglednic s spletnega portala Zbirka vrednotenja nepremičnin, kjer so podane vrednosti zemljišč na m² površine. Vrednosti zemljišč iz vrednostnih preglednic so bile določena na dan 1. 7. 2010, zato smo upoštevali 12 % padec vrednosti zemljišč za obdobje od julija 2010 do julija 2013 [35]. Z zmanjšanjem vrednosti nepremičnin za vrednost zemljišča smo dobili prilagojeno tržno vrednost stavb primerljivih nepremičnin,

na podlagi katere smo ocenili tržno vrednost izbranih enostanovanjskih stavb pred izboljšanjem njihove energetske učinkovitosti.

Tržne vrednosti izbranih enostanovanjskih stavb smo določili kot povprečje prilagojenih tržnih vrednosti primerljivih nepremičnin. Postopek ocenitve tržne vrednosti izbranih enostanovanjskih stavb je razviden iz mreže prilagoditev, ki je za stavbo zgrajeno leta 1928 prikazana v preglednici 26, za ostale izbrane stavbe pa v prilogi D.

6.3 Ocena prilagojene tržne vrednosti po izboljšanju energetske učinkovitosti

Za ocenitev vpliva izboljšanja energetske učinkovitosti na tržno vrednost izbranih enostanovanjskih stavb smo uporabili metodo primerjave v parih. Zbrane podatke o oglaševanih cenah nepremičnin smo razdelili v dve skupini. Skupino nepremičnin, ki niso bile energetske sanirane, in skupino nepremičnin, ki so bile energetske sanirane. Nepremičnine smo uvrstili v ustrezno skupino na podlagi opisa nepremičnine v oglasu objavljenem na spletnem portalu nepremicnine.net. Skupini nepremičnin smo določili tako, da sta imeli obe skupini nepremičnin približno enake lastnosti, kot je npr. povprečno leto izgradnje, povprečna površina stavbe, povprečna velikost zemljišča itd.

Iz primerjave povprečnih oglaševanih cen prve in druge skupine nepremičnin smo ocenili, da imajo nepremičnine, ki so bile energetske sanirane, v povprečju za 121,00 €/m² oz. 6,1 % višjo oglaševano ceno kot nepremičnine, ki niso bile energetske sanirane. Obravnavani skupini nepremičnin se razlikujeta le v tem, da so v eni skupini energetske sanirane stavbe, v drugi pa so stavbe, ki niso bile energetske sanirane. Vse ostale lastnosti nepremičnin v obeh skupinah so si zelo podobne. Zato lahko rečemo, da povprečna razlika v ceni nepremičnin med skupinama nastane zaradi dejstva, da so v eni skupini stavbe, ki so energetske sanirane v drugi skupini pa stavbe, ki niso energetske sanirane.

Vrednost energetske saniranih stavb v primerjavi z energetske nesaniranimi je torej v povprečju višja za 6,1 % vrednosti stavbe pred sanacijo. V nadaljevanju smo upoštevali povišanje tržne vrednosti energetske saniranih stavb za 6,1 % v primerjavi nesaniranimi pri ocenitvi tržne vrednosti izbranih enostanovanjskih stavb z izboljšano energetske učinkovitostjo.

V preglednici 27 so prikazane ocenjene tržne vrednosti izbranih stavb pred in po izboljšanju energetske učinkovitosti v evrih (€) in v evrih na m² neto tlorisne površine (€/m²) in prirastek

tržne vrednosti zaradi izboljšanja energetske učinkovitosti v evrih (€) in v evrih na m² neto tlorisne površine (€/m²).

Preglednica 27: Tržna vrednost izbranih stavb pred in po energetske sanaciji ter prirastek tržne vrednosti

Stavba zgrajena leta	Tržna vrednost stavbe pred energetske sanacijo		Tržna vrednost stavbe po energetske sanaciji		Prirastek tržne vrednosti	
	€	€/m ²	€	€/m ²	€	€/m ²
1928	134.549	1.387	142.756	1.472	8.207	85
1950	315.932	2.012	335.204	2.135	19.272	123
1972	174.857	1.422	185.524	1.508	10.666	87
1985	261.647	1.710	277.607	1.814	15.960	104
2000	239.561	1.749	254.174	1.855	14.613	107

Iz primerjave tržnih vrednosti stavb pred in po izboljšanju energetske učinkovitosti smo ugotovili, da povprečni prirastek tržne vrednosti izbranih energetske saniranih stavb znaša 13.744 € oz. 101 €/m² povprečne tržne vrednosti izbranih stavb pred izboljšanjem njihove energetske učinkovitosti. Povprečna vrednost izbranih stavb pred izboljšanjem njihove energetske učinkovitosti znaša 225.309 €, po izboljšanju pa 239.053 €.

V absolutnem znesku največji prirastek vrednosti izkazuje stavba zgrajena leta 1950, in sicer je vrednost stavbe po izboljšanju energetske učinkovitosti višja za 19.272 € oz. 123 €/m² v primerjavi z vrednostjo stavbo pred izboljšanjem.

Najnižji absolutni prirastek vrednosti izkazuje stavba zgrajena leta 1928, pri kateri je vrednost stavbe po izboljšanju energetske učinkovitosti višja za 8.207 € oz. 85 €/m² v primerjavi z vrednostjo stavbo pred izboljšanjem.

7 PRIMERJAVA REZULTATOV ANALIZ PRISPEVKA IZBOLJŠANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI K TRŽNI VREDNOSTI ENOSTANOVANJSKIH STAVB IN DISKUSIJA

V nadaljevanju so v preglednici 28 predstavljeni rezultati analize prispevka izboljšanja energetske učinkovitosti k tržni vrednosti izbranih stavb na podlagi anketnega vprašalnika in rezultati analize prispevka izboljšanja energetske učinkovitosti k tržni vrednosti izbranih stavb na podlagi javno dostopnih baz podatkov.

Preglednica 28: Primerjava rezultatov obeh izvedenih analiz glede prirastka tržne vrednosti izbranih energetsko saniranih stavb v primerjavi z energetsko nesanimiranimi

Leto izgradnje	1928	1950	1972	1985	2000
a) Rezultati analize anketnega vprašalnika					
Povprečni prirastek tržne vrednosti energetsko saniranih stavb	30.600 €	38.900 €	33.700 €	29.500 €	23.200 €
	316 €/m ²	248 €/m ²	274 €/m ²	193 €/m ²	170 €/m ²
Skupni povprečni prirastek tržne vrednosti energetsko saniranih stavb	31.200 €				
	240 €/m ²				
b) Rezultati analize javno dostopnih podatkov					
Povprečni prirastek tržne vrednosti energetsko saniranih stavb	8.200 €	19.300 €	10.700 €	16.000 €	14.600 €
	85 €/m ²	123 €/m ²	87 €/m ²	104 €/m ²	107 €/m ²
Skupni povprečni prirastek tržne vrednosti energetsko saniranih stavb	13.700 €				
	101 €/m ²				

Na podlagi rezultatov analize anketnega vprašalnika izkazuje najvišji absolutni prirastek tržne vrednosti po izboljšanju energetske učinkovitosti stavba zgrajena leta 1950, kjer ta znaša 39.900 €, najvišji relativni prirastek tržne vrednosti pa izkazuje stavba zgrajena leta 1928, pri kateri ta znaša 316 €/m². Najnižji absolutni in najnižji relativni prirastek tržne vrednosti izbranih stavb po izboljšanju energetske učinkovitosti izkazuje stavba zgrajena leta 2000, kjer ta znaša 23.200 € oz. 170 €/m² (Preglednica 28).

Na podlagi rezultatov analize javno dostopnih podatkov dobimo najvišji absolutni in relativni prirastek tržne vrednosti po izboljšanju energetske učinkovitosti izbranih stavb pri stavbi zgrajeni leta 1950, kjer znaša najvišji absolutni prirastek tržne vrednosti 19.300 € in najvišji relativni prirastek tržne vrednosti znaša 123 €/m². Najnižji absolutni in relativni prirastek tržne vrednosti izkazuje stavba zgrajena leta 1928, kjer ta znaša 8.200 € oz. 85 €/m² (Preglednica 28).

Največja razlika med rezultati iz analize anketnega vprašalnika in rezultati iz analize javno dostopnih podatkov je opaziti pri najstarejši stavbi zgrajeni leta 1928. Razlika med povprečnim prirastkom tržne vrednosti na podlagi rezultatov analize anketnega vprašalnika in na podlagi rezultatov analize javno dostopnih podatkov znaša pri tej stavbi 22.400 € oz. 231 €/m². Tako veliko razliko med rezultati obeh analiz pri stavbi zgrajeni leta 1928 je mogoče pripisati subjektivnosti anketirancev, ki so morda precenili povišanje tržne vrednosti zaradi izboljšanja energetske učinkovitosti pri stavbi zgrajeni leta 1928. Iz primerjave rezultatov obeh analiz je mogoče sklepati, da so anketiranci pri starejših stavbah previsoko ocenili vpliv izboljšanja energetske učinkovitosti na tržno vrednost izbranih stavb. Razlike med ocenjenimi tržnimi vrednostmi med obema analizama se namreč zmanjšujejo od starejših proti mlajšim stavbam. Najmanjše razlike med rezultati obeh analiz so prisotne pri stavbi zgrajeni leta 2000 pri kateri se rezultata povprečnega prirastka tržne vrednosti stavbe razlikujeta za 8.600 € oz. za 63 €/m².

Glede na rezultate analize anketnega vprašalnika, znaša skupni povprečni prirastek tržne vrednosti stavb po izboljšanju energetske učinkovitosti izbranih stavb 31.200 € oz. 240 €/m². Pri rezultatih analize javno dostopnih podatkov, je vrednost povprečnega prirastka tržne vrednosti izbranih stavb po izboljšanju energetske učinkovitosti v primerjavi z analizo anketnega vprašalnika nižja za 17.500 € oz. 139 €/m², in znaša 13.700 € oz. 101 €/m² (Preglednica 28).

Iz vrednosti rezultatov analize anketnega vprašalnika (Preglednica 28) lahko vidimo, da se povprečni prirastki tržne vrednosti izbranih enostanovanjskih stavb zaradi izboljšanja energetske učinkovitosti zmanjšujejo od najstarejše do najmlajše stavbe. Pri starejših stavbah so anketiranci v povprečju priznali višji prirastek tržne vrednosti stavb kot pri mlajših stavbah. Na podlagi rezultatov analize anketnega vprašalnika lahko pričakujemo, da bo prirastek tržne vrednosti zaradi izboljšanja energetske učinkovitosti višji pri starejših stavbah, kot pa pri mlajših. Vendar pa tega ne potrjujejo rezultati analize javno dostopnih podatkov. Pri rezultatih analize javno dostopnih podatkov, ni opaziti nikakršnega trenda višanja ali nižanja prispevka izboljšanja energetske učinkovitosti k tržni vrednosti izbranih stavb z njihovo starostjo.

Pri analizi prispevka izboljšanja energetske učinkovitosti na tržno vrednost enostanovanjskih stavb na podlagi javno dostopnih podatkov smo ugotovili, da je prirastek tržne vrednosti zaradi izboljšanja energetske učinkovitosti mnogo manjši, kot smo to ocenili s pomočjo anketnega vprašalnika. Razlog za tako je razliko je lahko večja informiranost anketirancev v

primerjavi z udeleženci na trgu nepremičnin glede višine stroškov za izboljšanje energetske učinkovitosti stavb in glede višine prihrankov energije po izboljšanju energetske učinkovitosti.

Nekatere študije [3, 13, 18] ugotavljajo, da so udeleženci na trgu nepremičnin nemalokrat pod učinkom pozitivne promocije o vplivu izboljšanja energetske učinkovitosti na tržno vrednost stavb. Ugotavljajo, da se zaradi učinka pozitivne promocije kaže pozitivna povezava med izboljšanjem energetske učinkovitosti stavb in povišanjem tržne vrednosti stavb. Do podobnega učinka je lahko prišlo tudi v našem primeru, kjer so bili anketiranci pod učinkom pozitivne promocije glede vpliva energetske učinkovitosti na tržno vrednost stavb, saj so pri predvideli mnogo večje povišanje tržne vrednosti zaradi izboljšanja energetske učinkovitosti, kot se dejansko kaže na trgu enostanovanjskih stavb. Povprečni prirastek tržne vrednosti na podlagi anketnega vprašalnika je za 1,38 krat višji v primerjavi s povprečnim prirastkom tržne vrednosti na podlagi analize javno dostopnih podatkov.

V povprečju smo z izvedbo optimalne kombinacije predlaganih ukrepov pri izbranih stavbah izboljšali njihovo energetsko učinkovitost za 86 %, in sicer smo zmanjšali letne potrebe po toploti za ogrevanje iz povprečno 324 kWh/m²a pred izboljšanjem energetske učinkovitosti na povprečno 34 kWh/m²a po izboljšanju energetske učinkovitosti izbranih stavb. Pri posamezni izbrani stavbi pa so prihranki pri letni toploti za ogrevanje naslednji:

- 94 % zmanjšanje letne porabe toplote za ogrevanje, iz 585 kWh/m²a pred energetsko sanacijo na 38 kWh/m²a po energetski sanaciji pri stavbi zgrajeni leta 1928,
- 93 % zmanjšanje letne porabe toplote za ogrevanje, iz 368 kWh/m²a pred energetsko sanacijo na 26 kWh/m²a po energetski sanaciji pri stavbi zgrajeni leta 1950,
- 92 % zmanjšanje letne porabe toplote za ogrevanje, iz 320 kWh/m²a pred energetsko sanacijo na 25 kWh/m²a po energetski sanaciji pri stavbi zgrajeni leta 1972,
- 81 % zmanjšanje letne porabe toplote za ogrevanje, iz 206 kWh/m²a pred energetsko sanacijo na 39 kWh/m²a po energetski sanaciji pri stavbi zgrajeni leta 1985 in
- 69 % zmanjšanje letne porabe toplote za ogrevanje, iz 140 kWh/m²a pred energetsko sanacijo na 44 kWh/m²a po energetski sanaciji pri stavbi zgrajeni leta 2000.

Do podobnih prihrankov pri letni porabi energije za ogrevanje so prišli tudi pri nekaterih drugih študijah [7, 8, 9, 10] po Evropi, pri katerih rezultati kažejo, da se z izboljšanjem energetske učinkovitosti poraba energije v stavbi zmanjša od približno 45 do 76 % v primerjavi s prvotno porabo energije v stavbi.

Povprečni stroški za izboljšanje energetske učinkovitosti izbranih stavb pri optimalni kombinaciji ukrepov znašajo 49.600 € oz. 381 €/m² neto tlorisne površine stavbe in znašajo

približno 22 % povprečne tržne vrednosti izbranih stavb pred izboljšanjem energetske učinkovitosti. Glede na rezultate analize anketnega vprašalnika predstavlja povprečni prirastek tržne vrednosti zaradi izboljšanja energetske učinkovitosti:

- 62 % povprečnih stroškov pri stavbi zgrajeni leta 1928,
- 78 % povprečnih stroškov pri stavbi zgrajeni leta 1950,
- 68 % povprečnih stroškov pri stavbi zgrajeni leta 1972,
- 59 % povprečnih stroškov pri stavbi zgrajeni leta 1985 in
- 47 % povprečnih stroškov pri stavbi zgrajeni leta 2000.

Anketiranci glede na zgoraj predstavljene podatke pri povišanju tržne vrednosti zaradi izboljšanja energetske učinkovitosti stavb v povprečju priznavajo približno 63 % vloženih sredstev.

Glede na rezultate analize javno dostopnih podatkov predstavlja povprečni prirastek tržne vrednosti zaradi izboljšanja energetske učinkovitosti:

- 17 % povprečnih stroškov pri stavbi zgrajeni leta 1928,
- 39 % povprečnih stroškov pri stavbi zgrajeni leta 1950,
- 22 % povprečnih stroškov pri stavbi zgrajeni leta 1972,
- 32 % povprečnih stroškov pri stavbi zgrajeni leta 1985 in
- 29 % povprečnih stroškov pri stavbi zgrajeni leta 2000.

Udeleženci na trgu nepremičnin v primerjavi z anketiranci, priznavajo nižji odstotek vloženih sredstev pri povišanju tržne vrednosti zaradi izboljšanja energetske učinkovitosti, in sicer v višini 28 % povprečnih stroškov izboljšanja energetske učinkovitosti.

Kljub slabemu splošnemu priznavanju vloženih sredstev v izboljšanje energetske učinkovitosti enostanovanjskih stavb, je potreben en sam kupec, ki je pripravljen plačati za enostanovanjsko hišo več, kot znašajo stroški izboljšanja njene energetske učinkovitosti. Iz analize odgovorov anketnega vprašalnika lahko razberemo, da je takih potencialnih kupcev približno 32 %.

Stroški za izvedbo optimalne kombinacije predlaganih ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti se pri izbranih stavbah gibljejo od 41.000 do 61.000 €, odvisno od izbrane stavbe. Glede na rezultate raziskave [11], ki je bila izvedena na Danskem znašajo povprečni stroški energetske prenove enostanovanjske stavbe od 20.000 do 40.000 EUR za stavbo, odvisno od geografske lege stavbe in leta izgradnje. Ugotovimo lahko, da smo dobili zelo

podobne rezultate saj je razpon stroškov v našem primeru enak, nekoliko višje so le absolutne vrednosti stroškov za izboljšanje energetske učinkovitosti.

Povprečna tržna vrednost izbranih stavb pred izboljšanje njihove energetske učinkovitosti znaša 225.300 € oz. 1.656 €/m² neto tlorisne površine. Na podlagi analize anketnega vprašalnika predstavlja povišanje tržne vrednosti zaradi izboljšanja energetske učinkovitosti izbranih stavb za 31.200 € oz. 240 €/m² približno 14 % povečanje tržne vrednosti izbranih stavb glede na stanje pred izboljšanjem energetske učinkovitosti. Z analizo javno dostopnih podatkov smo ocenili, da se tržna vrednost zaradi izboljšanja energetske učinkovitosti v povprečju poviša za 13.700 € oz. 101 €/m² neto tlorisne površine, kar predstavlja približno 6 % povišanje tržne vrednosti izbranih stavb pred izboljšanjem njihove energetske učinkovitosti. Iz tega lahko ugotovimo, da so stroški izboljšanja energetske učinkovitosti v obravnavanih primerih precej višji kot znaša ocenjen prispevek anketirancev oziroma prirastek vrednosti k tržni vrednosti zaradi izboljšanja energetske učinkovitosti obravnavanih stavb. Izhajajoč iz teh rezultatov lahko zaključimo, da udeleženci na trgu stanovanjskih stavb v Sloveniji še ne zaznavajo stroškov izboljšanja energetske učinkovitosti v višini vsaj tolikšnega prispevka k tržni vrednosti. Zato se izplača prodati stanovanjsko stavbo v obstoječem stanju, izboljšanje energetske učinkovitosti pa prepustiti novemu lastniku.

Do podobnih rezultatov, kot smo jo dobili z analizo anketnega vprašalnika, so prišli tudi pri raziskavi, ki sta jo izvedla CoStar Group in Univerza v San Diegu [17], kjer ugotavljajo 20 % povišanje prodajnih cen stavb, ki so opremljene z Energy Star certifikatom. Druga raziskava, ki jo je izvedel Shumann [12], je prišla do podobnih zaključkov, ki smo jih dobili z analizo javno dostopnih podatkov, in sicer ugotavlja, da je trenutno približno 28 % investorjev pripravljeno plačati do 5 % več za trajnostno grajeno stavbo v primerjavi s klasično grajeno stavbo. Do takšnih ugotovitev je prišel z izvedbo ankete med investitorji na nemškem trgu nepremičnin.

8 ZAKLJUČEK

Vpliv izboljšanja energetske učinkovitosti na tržno vrednost enostanovanjskih hiš smo v diplomski nalogi ovrednotili na podlagi analize odgovorov anketnega vprašalnika in na podlagi analize javno dostopnih podatkov.

Veliko stanovanjskih stavb v Sloveniji je starih in potrebnih prenove. Enostanovanjske stavbe predstavljajo prevladujoči tip stanovanja v Sloveniji, saj v njih prebiva kar 68 % vseh Slovencev [36]. 40 % vseh enostanovanjskih stavb je bilo zgrajenih v sedemdesetih in osemdesetih letih prejšnjega stoletja [36]. Z energetske analize obravnavanih stavb smo ugotovili, da so starejše stavbe zelo energetske potratne, saj so grajene brez toplotne izolacije. Šele v osemdesetih letih prejšnjega stoletja se je pri gradnji začelo uporabljati toplotno izolacijske materiale.

V diplomski nalogi smo na primeru petih enostanovanjskih stavb iz različnih časovnih obdobj gradnje prikazali izbrane ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti stavb, prikazali smo energetske in finančne učinke izboljšanja energetske učinkovitosti stavb in vpliv izboljšanja energetske učinkovitosti na tržno vrednost izbranih enostanovanjskih stavb. Izbrane stavbe so podobnih velikosti in oblik in so bile zgrajene leta 1928, 1950, 1972, 1985 in leta 2000. Obstoječa letna poraba energije za ogrevanje pri izbranih stavbah je znaša od 140 do 585 kWh/m²a.

Za izboljšanje energetske učinkovitosti stavb smo analizirali ukrep dodatne toplotne izolacije ovoja stavbe, ukrep vgradnje energetske učinkovitega stavbnega pohišva, ukrep vgradnje prezračevalnega sistema z rekuperacijo toplote in ukrep povečanje odprtih na južni strani stavbe. Z energetske analizo in analizo stroškov izboljšanja energetske učinkovitosti stavb, smo za vsako izmed izbranih stavb določili optimalno kombinacijo predlaganih ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti stavb, pri kateri dosežemo vsaj energijski razred C.

Na podlagi izvedenih analiz, se je kot optimalna kombinacija ukrepov izkazala kombinacija, ki vključuje ekonomično debelino toplotne izolacije ovoja stavbe, energetske učinkovita okna in vrata skupine 2 in lokalni prezračevalni sistem z rekuperacijo toplote. Z izboljšanjem energetske učinkovitosti se izbranim stavbam letna poraba toplote za ogrevanje na m² neto tlorisne površine zniža, s povprečno 324 kWh/m²a na povprečno 35 kWh/m²a, kar predstavlja približno devetkratno zmanjšanje letne porabe toplote za ogrevanje. Letni prihranek toplote za ogrevanje je največji pri stavbi zgrajeni leta 1928 in znaša 93 % letne porabe toplote pred

izboljšanjem energetske učinkovitosti, najmanjši je pri stavbi zgrajeni leta 2000 in znaša 69 % letne porabe toplote pred izboljšanjem energetske učinkovitosti.

Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti, se pri optimalni kombinaciji ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti stavb gibljejo od 268 €/m² za stavbo zgrajeno leta 1985, do 482 €/m², za stavbo zgrajeno leta 1972, v povprečju pa znašajo 381 €/m².

Pri analizi odgovorov anketnega vprašalnika o vplivu izboljšanja energetske učinkovitosti na tržno vrednost enostanovanjskih stavb smo ugotovili, da bi polovica anketirancev investicijo v izboljšanje energetske učinkovitosti hiše, v kateri živijo, izvedla sama. Na podlagi ocene ekonomske učinkovitosti investicije v izboljšanje energetske učinkovitosti izbranih stavb smo ugotovili, da bi bila za te osebe najbolj smotrno izboljšanje energetske učinkovitosti hiše zgrajene leta 1928, saj je pri tej stavbi učinek investicije izboljšanja energetske učinkovitosti na zmanjšanje porabe energije za ogrevanje največji. Pri izračunih NSV za obdobje tridesetih let in DV smo pri tej stavbi izračunali najvišjo NSV vrednost, ki znaša približno 72.000 € in najkrajšo DV investicije, ki znaša 7,6 let. Najmanj sprejemljivo je vlaganje denarja v izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe zgrajene leta 2000, saj znaša NSV pri tej stavbi približno -14.000 €, DV investicije pa znaša kar 29,4 let.

Splošna ugotovitev je torej, da se tistim, ki živijo v stavbah, ki so bile zgrajene v osemdesetih letih prejšnjega stoletja in prej, splača izboljšati energetske učinkovitost stavbe, saj bi se jim investicija povrnila v približno štirinajstih letih. Poleg tega tudi velja, da starejša kot je stavba, višji so letni prihranki pri stroških za ogrevanje, krajša je DV investicije in višja je NSV investicije v izboljšanje energetske učinkovitosti stavbe.

V zadnjem delu diplomske naloge smo na podlagi energetske analize, analize stroškov, ocene ekonomske učinkovitosti, analize odgovorov anketnega vprašalnika in analize javno dostopnih podatkov določili vpliv izboljšanja energetske učinkovitosti izbranih enostanovanjskih stavb na njihovo tržno vrednost. Povprečni prispevek izboljšanja energetske učinkovitosti izbranih stavb na njihovo tržno vrednost na podlagi odgovorov anketnega vprašalnika znaša 31.200 € oz. 240 €/m². Za stavbo zgrajeno leta 1928 znaša 30.600 € oz. 316 €/m², za stavbo zgrajeno leta 1950 znaša 38.900 € oz. 248 €/m², za stavbo zgrajeno leta 1972 znaša 33.700 € oz. 274 €/m², za stavbo zgrajeno leta 1985 znaša 29.500 € oz. 193 €/m² in za stavbo zgrajeno leta 2000 znaša 23.200 € oz. 170 €/m².

Na podlagi javno dostopnih podatkov znaša povprečni prirastek tržne vrednosti izbranih enostanovanjskih stavb zaradi izboljšanja energetske učinkovitosti 13.700 € oz. 101 €/m². Pri

stavbi zgrajeni leta 1928 znaša prirastek tržne vrednosti zaradi izboljšanja energetske učinkovitosti približno 8.200 € oz. 85 €/m², pri stavbi zgrajeni leta 1950 znaša približno 19.300 € oz. 123 €/m², pri stavbi zgrajeni leta 1972 znaša približno 10.700 € oz. 87 €/m², pri stavbi zgrajeni leta 1985 znaša približno 16.000 € oz. 104 €/m² in pri stavbi zgrajeni leta 2000 znaša približno 16.600 € oz. 107 €/m². Vpliv izboljšanja energetske učinkovitosti na tržno vrednosti izbranih enostanovanjskih stavb je na podlagi odgovorov anketnega vprašalnika večji za približno 1,3-krat v primerjavi z analizo javno dostopnih podatkov. Tako velika razlika v ocenjenem vplivu izboljšanja energetske učinkovitosti na tržno vrednost enostanovanjskih stavb je lahko nastala, ker so bili pri anketnem vprašalniku anketirancem predstavljeni podrobni stroški izboljšanje energetske učinkovitosti. Vprašani so bili seznanjeni z dejanskimi stroški izboljšanje energetske učinkovitosti in so zato priznali višji prispevek izboljšanje energetske učinkovitosti na tržno vrednost obravnavanih stavb.

Iz primerjave tržnih vrednosti izbranih stavb pred in po izboljšanju energetske učinkovitosti smo ugotovili, da povprečni prirastek tržne vrednosti enostanovanjskih stavb z izboljšano energetske učinkovitostjo znaša 6,10 % povprečne tržne vrednosti enostanovanjskih stavb pred izboljšanjem njihove energetske učinkovitosti. Do podobnih rezultatov je prišel tudi avtor diplomske naloge z naslovom *Impact of Sustainability on Property Values* [12], ki je preučeval vpliv trajnostne gradnje na vrednost nepremičnin v Nemčiji in ali so trajnostno grajene stavbe v Nemčiji vredne več kot običajno grajene stavbe. Avtor je med investitorji na nemškem trgu nepremičnin izvedel anketo, s katero je želel ugotoviti, ali trajnostno grajene nepremičnine izkazujejo višje vrednosti na trgu nepremičnin. Z pomočjo ankete je ugotovil, da 51 % investitorjev ni pripravljeno plačati več za stavbo grajeno v skladu trajnostnim načeli v primerjavi z običajno grajeno stavbo. Do podobnega ugotovitve smo prišli tudi v diplomski nalogi. Ugotovili smo, da v povprečju 49 % anketirancev ne bi bilo pripravljeno vložiti izračunane vsote denarja v izboljšanje energetske učinkovitosti izbranih stavb. Avtor še ugotavlja, da je trenutno 28 % investitorjev pripravljeno plačati do 5 % več za trajnostno grajeno stavbo v primerjavi z običajno grajeno stavbo. Ugotavlja tudi, da je 12 % investitorjev pripravljeno plačati do 10 % več za trajnostno grajeno stavbo v primerjavi z običajno grajeno stavbo. Tudi mi smo prišli do podobne ugotovitve in sicer, da se izbranim stavbam z izboljšanjem energetske učinkovitosti tržna vrednost v povprečju dvigne za približno 6 %.

Glede na vse do sedaj povedano je sklepna ugotovitev sledeča: Stroški izboljšanja energetske učinkovitosti izbranih stavb v povprečju znašajo malo manj kot 50.000 € oz. približno 22 % povprečne tržne vrednosti izbranih stavb pred izboljšanjem energetske učinkovitosti. Iz odgovorov anketirancev anketnega vprašalnika smo ugotovili, da bi bili vprašani pripravljeno povprečno plačati približno 31.200 € več za stavbo z izboljšano

energetsko učinkovitostjo, kar je približno 14 % povprečne tržne vrednosti izbranih stavb pred izboljšanjem energetske učinkovitosti. Iz javno dostopnih podatkov smo ugotovili, da so ljudje povprečno pripravljeni plačati 13.700 € več za stavbo z izboljšano energetsko učinkovitostjo, kar je približno 6 % povprečne tržne vrednosti izbranih stavb pred izboljšanjem energetske učinkovitosti.

Izboljšanje energetske učinkovitosti enostanovanjskih stavb v tem trenutku ne prinese k povišanju njihove tržne vrednosti toliko, da bi s tem pokrili neposredne stroške izboljšanja energetske učinkovitosti. Investitorju, ki bi se odločil za nakup enostanovanjske stavbe, izboljšal energetsko učinkovitost in jo v nadaljevanju kmalu prodal, se taka investicija v stavbo v tem trenutku, na podlagi zbranih podatkov, ne izplača. Malo drugače je pri investitorju, ki živi v stavbi in želi z izboljšanjem energetske učinkovitosti prihraniti nekaj denarja pri letnih stroških za ogrevanje. Takemu investitorju se investicija v izboljšanje energetske učinkovitosti enostanovanjske stavbe povrne v nekoliko več kot petnajstih letih. Pri starejših in bolj energetsko potratnih stavbah nekaj let prej, pri mlajših in malo manj energetsko potratnih stavbah nekaj let kasneje.

Sprememba je edina konstanta na trgu nepremičnin. Če smo danes ugotovili, da udeleženci na trgu ne vrednotijo prispevka izboljšanja energetske učinkovitosti k tržni vrednosti niti na višini neposrednih stroškov, to še ne pomeni, da se ne bodo razmere v prihodnosti spremenile. Predpostavljamo, da udeleženci na trgu danes še niso seznanjeni z vsemi prednostmi energetsko učinkovitih stavb, zato jih niti ne vključijo v svojo oceno. Med pomembnejše prednosti, na katero pozabijo je mnogo boljša kvaliteta bivanja in pozitivni učinki na zdravje ljudi.

VIRI

Uporabljeni viri

[1] Direktiva 2010/31/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. maja 2010 o energetske učinkovitosti stavb (prenovitev). 2010. Uradni list Evropske unije št. L153: 13 – 35.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:SL:PDF>
(Pridobljeno 10. 8. 2013.)

[2] Runde, T. P., Thoyre, S. 2010. Integrating Sustainability and Green Building into the Appraisal Process. *Journal of Sustainable Real Estate* 2, 1: 221-248.

<http://ares.metapress.com/content/82414503l8476wk0/fulltext.pdf> (Pridobljeno 7. 11. 2013.)

[3] Warren-Myers, G. 2012. The value of sustainability in real estate: a review from a valuation perspective. *Journal of Property Investment & Finance* 30, 2: 115-144.

<http://dx.doi.org/10.1108/14635781211206887> (Pridobljeno 31. 10. 2013.)

[4] Katarinčič, L. 2011. Pregled porabe toplote za ogrevanje v tipičnih enodružinskih stavbah grajenih od 1920 do 2010. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba L. Katarinčič): 91 f.

[5] Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. 2010. Uradni list RS št. 52/2010: 7840.

<http://www.uradni-list.si/1/content?id=98727#!/Pravilnik-o-ucinkoviti-rabi-energije-v-stavbah>
(Pridobljeno 12. 2. 2013.)

[6] Eurostat, Europe in figures, Eurostat yearbook 2009. 2009. Luxembourg:Office for Official Publications of the European Communities. (Pridobljeno 13. 12. 2013.)

[7] B.&S.U. Beratungs- und Service-Gesellschaft Umwelt mbH, Ball, E., Haberstoc, H., Lynar, U., Skrzipczyk, A. 2011. Holistic strategies for Energy Efficient Refurbishment of the Housing Stock and Renewal of the Related Energy Supply System. German Association for Housing, Urban and Spatial Development (DV) e. V., Germany.

http://www.urbenergy.eu/fileadmin/urb.energy/medias/partners_section/Partner_Outputs/main_results/Energy_Efficient_Refurbishment_WP4_manual.pdf (Pridobljeno 13. 12. 2013.)

[8] Makrodimitri, M. 2010. Energy efficient refurbishment of old listed dwellings: The case of Victorian housing stock. *Consilience: The Journal of Sustainable Development* 4, 1: 33-59.

<http://www.consiliencejournal.org/index.php/consilience/article/viewFile/77/49>

(Pridobljeno 12. 12. 2013.)

[9] Terkelsen, E. 2008. Energy Intelligent Retrofitting of Social Housing.

[http://www.eaci-](http://www.eaci-projects.eu/iee/fileshow.jsp?att_id=7955&place=pa&url=http://080228_Publishable_report_EI-Education.pdf&prid=1527)

[projects.eu/iee/fileshow.jsp?att_id=7955&place=pa&url=http://080228_Publishable_report_EI-Education.pdf&prid=1527](http://www.eaci-projects.eu/iee/fileshow.jsp?att_id=7955&place=pa&url=http://080228_Publishable_report_EI-Education.pdf&prid=1527) (Pridobljeno 12. 12. 2013.)

[10] Morelli, M., Rønby, L., Mikkelsen, S. E., Minzari, M. G, Kildemoes, T., Tommerup, H. M. 2012. Energy retrofitting of a typical old Danish multi-family building to a “nearly-zero” energy building based on experiences from a test apartment. *Energy and Buildings* 54, November: 395-406.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.07.046> (Pridobljeno 25. 12. 2013.)

[11] Kragh, J., Rose, J. 2011. Energy renovation of single-family houses in Denmark utilising long-term financing based on equity. *Applied Energy* 88, 6: 2245-2253.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.12.049> (Pridobljeno 25. 12. 2013.)

[12] Schumann, B. 2010. Impact of Sustainability on Property Values. Regensburg. University of Regensburg, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, IRE | BS International Real Estate Business School.

[13] RICS. 2005. Green Value, Green buildings, growing assets.

<http://www.seattle.gov/dpd/GreenBuilding/docs/DPDP016106.pdf> (Pridobljeno 12. 12. 2013.)

[14] Kats, G., Elevantis, L., Berman, A., Mills, E., Perlman, J. 2003. The Costs and Financial Benefits of Green Buildings - A Report to California's Sustainable Building Task Force.

<http://www.calrecycle.ca.gov/greenbuilding/design/costbenefit/report.pdf>

(Pridobljeno 13. 12. 2013.)

[15] Quickley, J., Eichholtz, P., Kok, N. 2009. Doing Well by Doing Good? Green Office Buildings, Working Paper at European Centre for Corporate Engagement.

[16] Fuerst, F., McAllister, P. 2009. An Investigation of the Effect of Eco-Labeling on Office Occupancy Rates. University of Reading, Henley Business School.
<http://mpr.aub.uni-muenchen.de/15799/> (Pridobljeno 13. 12. 2013.)

[17] Burr, A. C. 2008. CoStar Study Finds Energy Star, LEED Bldgs. Outperform Peers. CoStar Realty Information.
<http://www.costar.com/News/Article/CoStar-Study-Finds-Energy-Star-LEED-Bldgs-Outperform-Peers/99818> (Pridobljeno 12. 12. 2013.)

[18] CoreNet Global and Jones Lang LaSalle global survey on corporate real estate and sustainability. 2011.
<http://www.gbca.org.au/uploads/Perspective-sustainability-2011.pdf>
(Pridobljeno 13. 12. 2013.)

[19] Lützkendorf, T., Lorenz, D. 2005. Sustainable property investment: valuing sustainable buildings through property performance assessment. *Building Research & Information* 33, 3: 212-234.
<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09613210500070359#.UqwWkPTuJR0>
(Pridobljeno 14. 12. 2013.)

[20] Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb. 2009. Uradni list RS št. 77/2009: 10310.
<http://www.uradni-list.si/1/content?id=93911#!/Pravilnik-o-metodologiji-izdelave-in-izdaji-energetskih-izkaznic-stavb> (Pridobljeno 14. 2. 2013.)

[21] Krainer, A., Predan, R. Program za izračun energetske bilance stavbe po Pravilniku o učinkovitosti rabi energije v stavbah upoštevajoč SIST EN ISO 13790 in TSG-1-004:2010: aplikacija TOST. Ljubljana, UL FGG, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente.

[22] Krainer, A., Predan, R. Računalniški program za analizo toplotnega prehoda, toplotne stabilnosti in difuzije vodne pare skozi večplastne KS: aplikacija Tedi. Ljubljana, UL FGG, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente.

[23] Tehnična smernica za graditev TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije. 2010. Ministrstvo za infrastrukturo in prostor.

http://www.mzip.gov.si/fileadmin/mzip.gov.si/pageuploads/zakonodaja/graditev/TSG-01-004_2010.pdf (Pridobljeno 12. 2. 2013.)

[24] Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb. 2012. Uradni list RS št. 93/2012: 9514.

<http://www.uradni-list.si/1/content?id=110730> (Pridobljeno 14. 2. 2013.)

[25] Krainer, A., Kunič, R. 2009. Ekonomična debelina slojev toplotnih izolacij v kontaktno-izolacijskih fasadah obodnih sten. Gradbeni vestnik 58, 12: 306-311.

<http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-0J2MXGXZ> (Pridobljeno 14. 2. 2013.)

[26] Katalog oken M Sora. 2013.

<http://www.m-sora.si/si/files/default/priloge/okna/katalog-oken-msora-si.pdf>
(Pridobljeno 13. 4. 2013.)

[27] Spletna stran podjetja Lip Bled d.o.o. 2013.

<http://www.lip-bled.si/> (Pridobljeno 7. 6. 2013.)

[28] Mikrovent. 2013. Okna. Spletna stran podjetja MIK Celje d.o.o.

<http://www.mik-ce.si/okna/mikrovent/> (Pridobljeno 10. 4. 2013.)

[29] Izdelki. 2013. Spletna stran Moja energija.

<http://www.moja-energija.si/web/izdelki.php?id=268> (Pridobljeno 24. 3. 2013.)

[30] Šubic-Kovač, M. 2010. Vrednotenje nepremičnin. Študijsko gradivo za univerzitetni študij gradbeništva - komunalna smer na UL FGG. Ljubljana, UL FGG, Inštitut za komunalno gospodarstvo: loč. pag.

[31] Električna energija: trg z električno energijo. 2013. Javna agencija RS za energijo.

http://www.agen-rs.si/sl/informacija.asp?id_informacija=1140&id_meta_type=29&type_informacij
(Pridobljeno 2. 6. 2013.)

[32] Električna energija - cene. 2012. Informacijski portal energetika. Ministrstvo za infrastrukturo in prostor RS.

<http://www.energetika-portal.si/statistika/statisticna-podrocja/elektricna-energija-cene/>
(Pridobljeno 3. 6. 2013.)

[33] Uredba o enotni metodologiji za pripravo in obravnavo investicijske dokumentacije na področju javnih financ. 2006. Uradni list RS št. 60/2006: 6559.

<http://www.uradni-list.si/1/content?id=73774#!/Uredba-o-enotni-metodologiji-za-pripravo-in-obravnavo-investicijske-dokumentacije-na-podrocju-javnih-financ> (Pridobljeno 3. 6. 2013.)

[34] Poročilo o povprečnih cenah nepremičnin na slovenskem trgu za 4. četrtletje 2012. 2013. Geodetska uprava Republike Slovenije: 14 f.

http://prostor3.gov.si/ETN-JV/etn_jv/docs?action=getDocumentFile&docID=43
(Pridobljeno 9. 7. 2013.)

[35] Poročilo o slovenskem trgu nepremičnin za leto 2012. 2013. Geodetska uprava Republike Slovenije: 36 f.

http://prostor3.gov.si/ETN-JV/etn_jv/docs?action=getDocumentFile&docID=44
(Pridobljeno 8. 7. 2013.)

[36] Miklič, E. 2012. Stanovanjska problematika v Republiki Sloveniji, Spremljajoče gradivo k osnutku Nacionalnega stanovanjskega programa 2013 – 2022. Ljubljana. Ministrstvo za infrastrukturo in prostor, Direktorat za prostor: 94 f.

http://www.mzip.gov.si/fileadmin/mzip.gov.si/pageuploads/Prostor/Stanovanja/NSP-oris-stanja-04_3.pdf (Pridobljeno 10. 8. 2013.)

Ostali viri

Agencija za učinkovito rabo in obnovljive vire energije. 2013. Ministrstvo za okolje, prostor in energijo.

<http://www.aure.gov.si/> (Pridobljeno 19. 5. 2013.)

Evidenca trga nepremičnin. 2013. Geodetska uprava RS.

<http://prostor3.gov.si/ETN-JV/> (Pridobljeno 20. 7. 2013.)

Fasadni sistemi. 2013. Baunit d.o.o.

http://www.baunit.si/front_content.php (Pridobljeno 28. 3. 2013.)

Fasadni sistemi. 2013. Demit d.o.o.

<http://www.demit.si/index.php> (Pridobljeno 19. 3. 2013.)

Fasadni sistemi. 2013. Saint-gobain gradbeni izdelki d.o.o.

<http://www.weber-terranova.si/> (Pridobljeno 7. 4. 2013.)

Konstantinou, T., Knaack, U. 2011. Refurbishment of residential buildings: a design approach to energy-efficiency upgrades. *Procedia Engineering* 2011, 21: 666-675.

doi:10.1016/j.proeng.2011.11.2063 (Pridobljeno 10. 6. 2013.)

Krainer, A., Košir, M., Kristl, Ž., Dovjak, M. 2008. Pasivna hiša proti bioklimatski hiši. *Gradbeni vestnik* 57, 3: 58-68.

<http://www.zveza-dgits.si/767/pdf:1> (Pridobljeno 30. 4. 2013.)

Kunič, R. 2009. Mehanizem prehoda vlage skozi konstrukcijske sklope v stavbah. *Gradbenik* 2009, 11: 46-47 in 12: 40-41.

Kunič, R. 2010. Pomembnost toplotnih izolacij v primerih novogradenj in obnov. *Gradbenik* 2010, 1: 8-9.

Lenassi, M. 2010. Energetska učinkovitost stavb v luči zahtev "PURES 2010" in "prenovljene EPBD". *Glasilo IZS.NOVO* 2010, 55.

<http://www.izs.si/prirocniki-publikacije/glasilo-izsnovo/letnik-2010/letnik-13-stevilka-55/programiprojekti/energetska-ucinkovitost-stavb-v-luci-zahtev-pures-2010-in-prenovljene-epbd/> (Pridobljeno 23. 5. 2013.)

Nacionalni akcijski načrt za energetske učinkovitost za obdobje 2008-2016. 2008. Ljubljana. Vlada RS: 133 f.

http://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/AN_URE/AN_URE1.pdf
(Pridobljeno 14. 9. 2013.)

Novak, P. 2011. Ukrepi za energetske sanacijo stavb. Eko studio, revija za trajnostno in energetske učinkovito gradnjo.

<http://ekostudio.si/wp-content/uploads/2011/09/5-6.pdf> (Pridobljeno 27. 2. 2013.)

Portal za varčevanje z energijo, Enforce. 2013.

<http://www.enforce-eeen.eu/slo/> (Pridobljeno 28. 2. 2013.)

Rakušček, A. 2009. Energetska izkaznica – orodje za sanacijo stavbe. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba A. Rakušček): 100 f.

Sekcije OZS. 2013. Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije

<http://sekcije.ozs.si/> (Pridobljeno 7. 4. 2013.)

Spletni portal nepremicnine.net. 2013. Meganet d.o.o.

<http://www.nepremicnine.net/> (Pridobljeno 9. 7. 2013.)

Spletni portal energetskabilanca.si. 2013. ARHEM atelje za arhitekturo.

<http://www.energetskabilanca.si/index.php> (Pridobljeno 9. 4. 2013.)

Spletna revija varčujem z energijo. 2013. Andrej Ekart s.p.

<http://varcevanje-energije.si/> (Pridobljeno 9. 4. 2013.)

Strešna kritina. 2013. Tondach Slovenija d.o.o.

<http://www.tondach.si/> (Pridobljeno 3. 4. 2013.)

Šijanec Zavrl, M., Tomšič, M., Rakušček, A. 2002. Energetska izkaznica stavbe. Ljubljana, Konzorcij OPET Slovenija: 25 f.

Širok, V., 2012. Prenova klasične enostanovanjske hiše v energetske varčno hišo. Diplomski naloga. Nova Gorica, Univerza v Novi Gorici, Poslovno-tehniška fakulteta (samozaložba V. Širok): 61 f.

Tomšič, M. (prevajalec). 2007. Zeleno naročanje, Vodnik za naročanje s kriteriji energijske učinkovitosti in zaščite okolja, Modul 6: Naročanje energijsko učinkovitih stavbnih komponent in proizvodov. Ljubljana, Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.: 32 f.

Toplotna izolacija, hidroizolacija. 2013. FRAGMAT TIM d.d.
<http://www.fragmat.si/slo/index.htm> (Pridobljeno 15. 2. 2013.)

Toplotna izolacija. 2013. Ursa Slovenija d.o.o.
<http://www.ursa.si/> (Pridobljeno 28. 3. 2013.)

Zbirka vrednotenja nepremičnin. 2013. Geodetska uprava RS.
<http://prostor3.gov.si/zvn/zvn/ZVN.html> (Pridobljeno 20. 7. 2013.)

Zunanje stavbno pohištvo. 2013. M Sora d.d.
<http://www.m-sora.si/si/> (Pridobljeno 12. 4. 2013.)

Zunanje stavbno pohištvo. 2013. Lip Bled d.o.o.
<http://www.lip-bleed.si/> (Pridobljeno 6. 4. 2013.)

PRAZNA STRAN

SEZNAM PRILOG

- Priloga A:** Predstavitev uporabljenih računalniških programov za izračun energetske analize stavb
- Priloga B:** Sestave konstrukcijskih sklopov izbranih enostanovanjskih stavb pred in po izboljšanju energetske učinkovitosti
- Priloga C:** Anketni vprašalnik o energetske sanaciji hiš
- Priloga D:** Mreža prilagoditev obravnavanih enostanovanjskih stavb

PRAZNA STRAN

PRILOGA A: RAČUNALNIŠKI PROGRAM ZA IZRAČUN FAKTORJA PREHODA TOPLOTE SKOZI POSAMEZNI KONSTRUKCIJSKI SKLOP IN RAČUNALNIŠKI PROGRAM ZA IZRAČUN ENERGETSKE BILANCE STAVBE

TEDI [22] je računalniški program, ki je bil razvit na Katedri za stavbe in konstrukcijske elemente Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani in smo ga uporabili za izračun faktorjev prehoda toplote skozi posamezen konstrukcijski sklop. V program se podajajo podatki o posameznih slojih konstrukcijskega sklopa in njihovih lastnostih, program nam sproti izračuna toplotno prehodnost elementa in nas obvešča o njegovi ustreznosti glede na PURES 2010 [5] in Tehnično smernico [23].

TOST [21] je računalniški program, ki je bil razvit na Katedri za stavbe in konstrukcijske elemente Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani in smo ga uporabili za izračun energetske bilance stavbe. Program izvaja izračun porabe toplote za ogrevanje v stavbah in izračun potrebnih podatkov za dokaz ustreznosti o toplotni zaščiti stavbe [21]. Program omogoča izračun porabe toplote po mesečni in sezonski metodi. V diplomski nalogi smo uporabili sezonsko metodo izračuna.

Vhodni podatki in predpostavke

Potrebne vhodne podatke za vse izračune s programom TEDI [22] in s programom TOST [21] smo pridobili iz diplomske naloge Luke Katarinčiča z naslovom Pregled porabe toplote za ogrevanje v tipičnih enodružinskih stavbah grajenih od 1920 do 2010 [4].

V programu TEDI [22] smo izračunali podatke o toplotni prehodnosti posameznih konstrukcijskih sklopov stavb, katerih sestavo smo pridobili iz omenjene diplomske naloge. Pri izračunih smo upoštevali notranjo projektno temperaturo 21°C in zunanjo projektno temperaturo minus 13°C.

Za potrebe programa TOST [21] smo iz slikovnega gradiva omenjene diplomske naloge pridobili podatke o zunanjih dimenzijah stavb, debelini konstrukcijskih sklopov, etažni višini, dimenzijah odprtih in tlorisnih površinah posameznih prostorov. Iz teh podatkov smo nato določili površine transparentnega in netransparentnega dela ovoja posamezne stavbe, neto uporabne površine posamezne stavbe ter ogrevane volumne posamezne stavbe. Iz omenjene diplomske naloge smo pridobili tudi podatke o sestavi konstrukcijskih sklopov pred izboljšanjem energetske učinkovitosti.

Za vse izbrane stavbe smo v programu TOST [21] privzeli enake klimatske podatke, ker se vse stavbe nahajajo v Ljubljani in njeni okolici. Za vse stavbe smo tako privzeli enaki koordinati X in Y, in sicer X=97000 in Y=463300. Ta predpostavka je bila uvedena zaradi lažje primerljivosti rezultatov.

Preglednica 29: Klimatski podatki uporabljeni pri izračunu

Začetek kurilne sezone (dan)	Konec kurilne sezone (dan)	Temperaturi primanjkljaj (°C)	Projektna temperatura (°C)	Povprečna letna temperatura (°C)
270	135	3300	-13	9,6

S programom TOST [21] smo izračunali energetske bilance izbranih stavb. Pri vseh stavbah je bila upoštevana notranja projektna temperatura v zimskem času 21°C in 26°C v poletnem času. Pri podatkih o prezračevanju stavb je bila za vse stavbe predpostavljena enotna urna izmenjava zraka, in sicer $n=0,9 \text{ h}^{-1}$, ki je bila uvedena zaradi lažje primerljivosti rezultatov. Predpostavka je bila upoštevana tudi pri ukrepu vgradnje mehanskega prezračevalnega sistema, in sicer je bila zajeta pri projektnem pretoku zraka skozi prezračevalni sistem.

Pri vseh stavbah smo predpostavili povprečno moč notranjih dobitkov 5 W/m^2 neto tlorisne površine stavbe. Pri razsvetljavi smo za ogrevane cone upoštevali gostoto moči svetilk 8 W/m^2 , v neogrevani kleti je bila upoštevana gostota moči svetilk 4 W/m^2 . Predpostavljeni vrednosti sta povprečni vrednosti gostote moči svetilk, ki se uporabljajo v primeru, ko nimamo točnih podatkov o gostoti moči svetilk. V vseh ostalih neogrevanih conah pri izračunih nismo upoštevali gostote moči svetilk.

PRILOGA B: SESTAVE KONSTRUKCIJSKIH SKLOPOV OBRAVNAVANIH ENOSTANOVANJSKIH STAVB PRED IN PO IZBOLJŠANJU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

Sestava konstrukcijskih sklopov pred izboljšanjem energetske učinkovitosti

Stavba zgrajena leta 1928:

Material	Debelina [cm]	Toplotna prevodnost [W/mK]
Zunanja stena $U = 1,367 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Apnena malta	2,5	0,810
Polna opeka	38	0,760
Apnena malta	2,5	0,810
Zunanja kletna stena $U = 2,833 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Cementna malta	2	1,400
Gosti apnenci, dolomiti in marmorji	48	2,300
Strešna konstrukcija $U = 5,258 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Opečni strešnik	2	0,990
Stropna konstrukcija $U = 0,988 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Les, smreka/bor	3	0,140
Suh pesek	24	0,580
Les, smreka/bor	3	0,140
Tla nad neogrevano kletjo $U = 4,288 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Keramične ploščice	1,5	1,280
Betoni iz kamnitega agregata	12	2,330
Tla na terenu $U = 2,55 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Keramične ploščice	1,5	1,280
Beton iz kamnitega agregata	10	0,930
Pesek in droban prodec	20	1,400

Stavba zgrajena leta 1950:

Material	Debelina [cm]	Toplotna prevodnost [W/mK]
Zunanja stena U = 1,206 W/m ² K		
Apnena malta	2	0,810
Mrežasti opečni votlak	38	0,610
Podaljšana apnena malta	1	0,870
Zunanja kletna stena U = 1,217 W/m ² K		
Cementna malta	2	1,400
Mrežasti opečni votlak	38	0,610
Cementna malta	2	1,400
Strešna konstrukcija U = 5,258 W/m ² K		
Opečni strešnik	2	0,990
Stropna konstrukcija U = 0,746 W/m ² K		
Mavčna malta na trstiki	8	0,470
Les, smreka/bor	2	0,140
Horizontalna zračna plast	20	0,714
Les, smreka/bor	2	0,140
Plošče iz prešite trstike	2	0,046
Tla nad neogrevano kletjo U = 1,214 W/m ² K		
Hrastov parket	2	0,210
Cementni estrih	6	1,400
Betoni iz kamnitega agregata	5	2,040
Mrežasti opečni votlak	25	0,520
Podaljšana apnena malta	1	0,990
Tla na terenu U = 1,911 W/m ² K		
Betoni iz kamnitega agregata	15	0,930
Pesek in droban prodec	30	1,400

Stavba zgrajena leta 1972:

Material	Debelina [cm]	Toplotna prevodnost [W/mK]
Zunanja stena U = 1,273 W/m ² K		
Podaljšana apnena malta	1	0,990
Mrežasti opečni votlak	30	0,520
Plemenita fasadna malta	2	0,700
Zunanja (kletna) stena U = 2,81 W/m ² K		
Podaljšana apnena malta	2	0,870
Betoni iz kamnitega agregata	30	2,040
Cementna malta	1	1,400
Gosti apnenci, dolomiti in marmorji	2	2,300
Strešna konstrukcija U = 0,365 W/m ² K		
Mavčno kartonske plošče	1,5	0,210
PVC folija, mehka	0,2	0,190
Mineralna in steklena volna	10	0,041
Strešna lepenka	0,5	0,190
Opečni strešnik	2	0,990
Stropna konstrukcija U = 1,169 W/m ² K		
Mavčno kartonaste plošče	1,5	0,210
Horizontalna zračna plast	10	0,250
Les - smreka, bor	3	0,140
Tla nad neogrevano kletjo U = 0,872 W/m ² K		
Hrastov parket	2	0,210
Cementni estrih	6	1,400
PVC homogen	0,2	0,190
Mineralna in steklena volna	3	0,041
Betoni iz kamnitega agregata	15	2,040
Apnena malta	2	0,810
Tla na terenu U = 3,442 W/m ² K		
Cementni estrih	6	1,400
FRAGMAT BITEM	2	0,170
Betoni iz kamnitega agregata	15	2,040
Pesek in droban prodec	30	1,400

Stavba zgrajena leta 1985:

Material	Debelina [cm]	Toplotna prevodnost [W/mK]
Zunanja stena $U = 0,442 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Podaljšana apnena malta	2	0,990
Mrežasti opečni votlak	29	0,520
Ekstrudiran polistiren	6	0,040
Plemenita fasadna malta	1	0,700
Strešna konstrukcija $U = 3,822 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Les, smreka/bor	1	0,140
Opečni strešniki	2	0,990
Stropna konstrukcija $U = 0,453 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Podaljšana apnena malta	1	0,990
Beton iz kamnitega agregata	10	1,510
PVC folija	0,2	0,230
Mineralna in steklena volna	8	0,041
Tla na terenu $U = 0,453 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Keramične ploščice	2	1,280
Cementni estrih	6	1,400
PVC folija	0,2	0,230
Mineralna in steklena volna	8	0,041
Bitumenski trak	1	0,170
Betoni iz kamnitega agregata	8	2,040
Pesek in droban prodec	20	1,400

Stavba zgrajena leta 2000:

Material	Debelina [cm]	Toplotna prevodnost [W/mK]
Zunanja stena U = 0,204 W/m ² K		
Podaljšana apnena malta	2,5	0,990
Mrežasti opečni votlak	29	0,520
FRAGMAT KOMBIT	16,5	0,040
Plemenita fasadna malta	2	0,700
Strešna konstrukcija U = 0,176 W/m ² K		
Mavčno kartonske plošče	1,5	0,210
ALU folija	0,02	203,000
Steklena volna	18	0,034
Strešna lepenka	0,2	0,190
Les, smreka/bor	1,5	0,140
Opečni strešniki	2	0,990
Tla na terenu U = 0,3 W/m ² K		
Hrastov parket	2	0,210
Cementni estrih	6	1,400
Polietilenska folija	0,2	0,190
Ekstrudiran polistiren	12	0,040
Bitumenski trak	1	0,170
Beton iz kamnitega agregata	10	2,040

Sestava konstrukcijskih sklopov po izboljšanju energetske učinkovitosti pri minimalni debelini toplotne izolacije

Stavba zgrajena leta 1928:

Material	Debelina [cm]	Toplotna prevodnost [W/mK]
Zunanja stena U = 0,258 W/m ² K		
Apnena malta	2,5	0,810
Polna opeka	38	0,760
Apnena malta	2,5	0,810
FRAGMAT NEO SUPER F	10	0,032
Fasadni omet (osnovni + zaključni omet) DEMIT+TIMFAS	1,5	0,700
Zunanja kletna stena U = 0,305 W/m ² K		
Cementna malta	2	1,400
Gosti apnenci, dolomiti in marmorji	48	2,300
Cementna malta	1	1,400

Bitumenski premaz in bitumenski trakovi	1	0,170
FRAGMAT TERMODUR	10	0,035
Čepasta folija	0,3	0,190
Strešna konstrukcija U = 5,258 W/m ² K		
Opečni strešnik	2	0,990
Stropna konstrukcija U = 0,182 W/m ² K		
Les, smreka/bor	3	0,140
Polietilenska folija	0,2	0,190
Steklena volna	20	0,040
Les, smreka/bor	3	0,140
Tla nad neogrevano kletjo U = 0,344 W/m ² K		
Hrastov parket	1	0,210
Cementni estrih	5	1,400
Polietilenska folija	0,2	0,190
Steklena volna	5	0,032
Betoni iz kamnitega agregata	12	2,330
FRAGMAT EPS F	4	0,039
Apnena malta	1	0,810
Tla na terenu U = 0,347 W/m ² K		
Keramične ploščice	0,7	1,280
Cementni estrih	5	1,400
Polietilenska folija	0,2	0,190
Steklena volna	5	0,032
FRAGMAT EPS 100	4	0,037
Bitumenski trak	1	0,170
Beton iz kamnitega agregata	10	0,930
Pesek in droban prodec	20	1,400

Stavba zgrajena leta 1950:

Material	Debelina [cm]	Toplotna prevodnost [W/mK]
Zunanja stena U = 0,252 W/m ² K		
Apnena malta	2	0,810
Mrežasti opečni votlak	38	0,610
Podaljšana apnena malta	1	0,870
FRAGMAT NEO SUPER F	10	0,032
Fasadni omet (osnovni + zaključni omet) DEMIT+TIMFAS	1,5	0,700

Zunanja kletna stena U = 0,32 W/m ² K		
Cementna malta	2	1,400
Mrežasti opečni votlak	38	0,610
Cementna malta	2	1,400
Bitumenski premaz in bitumenski trakovi	1	0,170
FRAGMAT TERMODUR	8	0,035
Čepasta folija	0,3	0,190
Strešna konstrukcija U = 5,258 W/m ² K		
Opečni strešnik	2	0,990
Stropna konstrukcija U = 0,2 W/m ² K		
Mavčna malta na trstiki	8	0,470
Les, smreka/bor	2	0,140
Polietilenska folija	0,2	0,190
Steklena volna	14	0,040
Les, smreka/bor	2	0,140
Tla nad neogrevano kletjo U = 0,344 W/m ² K		
Hrastov parket	2	0,210
Cementni estrih	5	1,400
Polietilenska folija	0,2	0,190
Steklena volna	5	0,032
Betoni iz kamnitega agregata	5	2,040
Mrežasti opečni votlak	25	0,520
FRAGMAT EPS F	2	0,039
Apnena malta	1	0,810
Tla na terenu U = 0,347 W/m ² K		
Keramične ploščice	0,7	1,280
Cementni estrih	5	1,400
Polietilenska folija	0,2	0,190
Steklena volna	5	0,032
FRAGMAT EPS 100	4	0,037
Bitumenski trak	1	0,170
Beton iz kamnitega agregata	15	0,930
Pesek in droban prodec	30	1,400

Stavba zgrajena leta 1972:

Material	Debelina [cm]	Toplotna [W/mK]	prevodnost
Zunanja stena U = 0,254 W/m ² K			
Podaljšana apnena malta	1	0,990	
Mrežasti opečni votlak	30	0,520	
Plemenita fasadna malta	2	0,700	
FRAGMAT NEO SUPER F	10	0,032	
Fasadni omet (osnovni + zaključni omet) DEMIT+TIMFAS	1,5	0,700	
Zunanja (kletna) stena U = 0,346 W/m ² K			
Podaljšana apnena malta	2	0,870	
Betoni iz kamnitega agregata	30	2,040	
Cementna malta	1	1,400	
Bitumenski premaz in bitumenski trakovi	1	0,170	
FRAGMAT NEOCOKL	8	0,031	
Fasadni omet za podzidek	1,5	0,700	
Strešna konstrukcija U = 0,189 W/m ² K			
Mavčno kartonske plošče	1,5	0,210	
Polietilenska folija	0,2	0,190	
Steklena volna	20	0,040	
Les - smreka, bor	2	0,140	
FRAGMAT IZOSEK	0,2	0,190	
Opečni strešnik	2	0,990	
Stropna konstrukcija U = 0,187 W/m ² K			
Mavčno kartonaste plošče	1,5	0,210	
Polietilenske folije	0,2	0,190	
Steklena volna	20	0,040	
Les - smreka, bor	3	0,140	
Tla nad neogrevano kletjo U = 0,335 W/m ² K			
Hrastov parket	2	0,210	
Cementni estrih	5	1,400	
Polietilenska folija	0,2	0,190	
Steklena volna	5	0,032	
Betoni iz kamnitega agregata	15	2,040	
FRAGMAT EPS F	4	0,039	
Apnena malta	1	0,810	

Tla na terenu $U = 0,347 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Keramične ploščice	0,7	1,280
Cementni estrih	5	1,400
Polietilenska folija	0,2	0,190
Steklena volna	5	0,032
FRAGMAT EPS 100	4	0,037
Bitumenski trak	1	0,170
Betoni iz kamnitega agregata	15	2,040
Pesek in droban prodec	30	1,400

Stavba zgrajena leta 1985:

Material	Debelina [cm]	Toplotna prevodnost [W/mK]
Zunanja stena $U = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Podaljšana apnena malta	2	0,990
Mrežasti opečni votlak	29	0,520
Ekstrudiran polistiren	6	0,040
Plemenita fasadna malta	1	0,700
FRAGMAT NEO SUPER F	5	0,032
Fasadni omet (osnovni + zaključni omet) DEMIT+TIMFAS	1,5	0,700
Strešna konstrukcija $U = 3,822 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Les, smreka/bor	1	0,140
Opečni strešniki	2	0,990
Stropna konstrukcija $U = 0,195 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Podaljšana apnena malta	1	0,990
Beton iz kamnitega agregata	10	1,510
Polietilenska folija	0,2	0,190
Mineralna in steklena volna	20	0,041
Tla na terenu $U = 0,347 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Keramične ploščice	0,7	1,280
Cementni estrih	5	1,400
Polietilenska folija	0,2	0,190
Steklena volna	5	0,032
FRAGMAT EPS 100	4	0,037
Bitumenski trak	1	0,170
Betoni iz kamnitega agregata	8	2,040
Pesek in droban prodec	20	1,400

Sestava konstrukcijskih sklopov po izboljšanju energetske učinkovitosti pri ekonomični debelini toplotne izolacije

Stavba zgrajena leta 1928:

Material	Debelina [cm]	Toplotna prevodnost [W/mK]
Zunanja stena U = 0,113 W/m ² K		
Apnena malta	2,5	0,810
Polna opeka	38	0,760
Apnena malta	2,5	0,810
FRAGMAT NEO SUPER F	26	0,032
Fasadni omet (osnovni + zaključni omet) DEMIT+TIMFAS	1,5	0,700
Zunanja kletna stena U = 0,127 W/m ² K		
Cementna malta	2	1,400
Gosti apnenci, dolomiti in marmorji	48	2,300
Cementna malta	1	1,400
Bitumenski premaz in bitumenski trakovi	1	0,170
FRAGMAT TERMODUR	26	0,035
Čepasta folija	0,3	0,190
Strešna konstrukcija U = 5,258 W/m ² K		
Opečni strešnik	2	0,990
Stropna konstrukcija U = 0,126 W/m ² K		
Les, smreka/bor	3	0,140
Polietilenska folija	0,2	0,190
Steklena volna	30	0,040
Les, smreka/bor	3	0,140
Tla nad neogrevano kletjo U = 0,138 W/m ² K		
Hrastov parket	1	0,210
Cementni estrih	5	1,400
Polietilenska folija	0,2	0,190
Steklena volna	5	0,032
Betoni iz kamnitega agregata	12	2,330
FRAGMAT EPS F	21	0,039
Apnena malta	1	0,810
Tla na terenu U = 0,134 W/m ² K		
Keramične ploščice	0,7	1,280

Cementni estrih	5	1,400
Polietilenska folija	0,2	0,190
Steklena volna	5	0,032
FRAGMAT EPS 100	21	0,037
Bitumenski trak	1	0,170
Beton iz kamnitega agregata	10	0,930
Pesek in droban prodec	20	1,400

Stavba zgrajena leta 1950:

Material	Debelina [cm]	Toplotna [W/mK]	prevodnost
Zunanja stena $U = 0,111 \text{ W/m}^2\text{K}$			
Apnena malta	2	0,810	
Mrežasti opečni votlak	38	0,610	
Podaljšana apnena malta	1	0,870	
FRAGMAT NEO SUPER F	26	0,032	
Fasadni omet (osnovni + zaključni omet) DEMIT+TIMFAS	1,5	0,700	
Zunanja kletna stena $U = 0,121 \text{ W/m}^2\text{K}$			
Cementna malta	2	1,400	
Mrežasti opečni votlak	38	0,610	
Cementna malta	2	1,400	
Bitumenski premaz in bitumenski trakovi	1	0,170	
FRAGMAT TERMODUR	26	0,035	
Čepasta folija	0,3	0,190	
Strešna konstrukcija $U = 5,258 \text{ W/m}^2\text{K}$			
Opečni strešnik	2	0,990	
Stropna konstrukcija $U = 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$			
Mavčna malta na trstiki	8	0,470	
Les, smreka/bor	2	0,140	
Polietilenska folija	0,2	0,190	
Steklena volna	30	0,040	
Les, smreka/bor	2	0,140	
Tla nad neogrevano kletjo $U = 0,129 \text{ W/m}^2\text{K}$			
Hrastov parket	2	0,210	
Cementni estrih	5	1,400	
Polietilenska folija	0,2	0,190	
Steklena volna	5	0,032	
Betoni iz kamnitega agregata	5	2,040	

Mrežasti opečni votlak	25	0,520
FRAGMAT EPS F	21	0,039
Apnena malta	1	0,810
Tla na terenu $U = 0,134 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Keramične ploščice	0,7	1,280
Cementni estrih	5	1,400
Polietilenska folija	0,2	0,190
Steklena volna	5	0,032
FRAGMAT EPS 100	21	0,037
Bitumenski trak	1	0,170
Beton iz kamnitega agregata	15	0,930
Pesek in droban prodec	30	1,400

Stavba zgrajena leta 1972:

Material	Debelina [cm]	Toplotna prevodnost [W/mK]
Zunanja stena $U = 0,112 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Podaljšana apnena malta	1	0,990
Mrežasti opečni votlak	30	0,520
Plemenita fasadna malta	2	0,700
FRAGMAT NEO SUPER F	26	0,032
Fasadni omet (osnovni + zaključni omet) DEMIT+TIMFAS	1,5	0,700
Zunanja (kletna) stena $U = 0,117 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Podaljšana apnena malta	2	0,870
Betoni iz kamnitega agregata	30	2,040
Cementna malta	1	1,400
Bitumenski premaz in bitumenski trakovi	1	0,170
FRAGMAT NEOCOKL	26	0,031
Fasadni omet za podzidek	1,5	0,700
Strešna konstrukcija $U = 0,129 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Mavčno kartonske plošče	1,5	0,210
Polietilenska folija	0,2	0,190
Steklena volna	30	0,040
Les - smreka, bor	2	0,140
FRAGMAT IZOSEK	0,2	0,190
Opečni strešnik	2	0,990
Stropna konstrukcija $U = 0,128 \text{ W/m}^2\text{K}$		

Mavčno kartonaste plošče	1,5	0,210
Polietilenske folije	0,2	0,190
Steklena volna	30	0,040
Les - smreka, bor	3	0,140
Tla nad neogrevano kletjo $U = 0,136 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Hrastov parket	2	0,210
Cementni estrih	5	1,400
Polietilenska folija	0,2	0,190
Steklena volna	5	0,032
Betoni iz kamnitega agregata	15	2,040
FRAGMAT EPS F	21	0,039
Apnena malta	1	0,810
Tla na terenu $U = 0,134 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Keramične ploščice	0,7	1,280
Cementni estrih	5	1,400
Polietilenska folija	0,2	0,190
Steklena volna	5	0,032
FRAGMAT EPS 100	21	0,037
Bitumenski trak	1	0,170
Betoni iz kamnitega agregata	15	2,040
Pesek in droban prodec	30	1,400

Stavba zgrajena leta 1985:

Material	Debelina [cm]	Toplotna prevodnost [W/mK]
Zunanja stena $U = 0,117 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Podaljšana apnena malta	2	0,990
Mrežasti opečni votlak	29	0,520
Ekstrudiran polistiren	6	0,040
Plemenita fasadna malta	1	0,700
FRAGMAT NEO SUPER F	20	0,032
Fasadni omet (osnovni + zaključni omet) DEMIT+TIMFAS	1,5	0,700
Strešna konstrukcija $U = 3,822 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Les, smreka/bor	1	0,140
Opečni strešniki	2	0,990
Stropna konstrukcija $U = 0,132 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Podaljšana apnena malta	1	1,400
Beton iz kamnitega agregata	10	0,230

Polietilenska folija	0,2	0,190
Mineralna in steklena volna	30	0,041
Tla na terenu $U = 0,134 \text{ W/m}^2\text{K}$		
Keramične ploščice	0,7	1,280
Cementni estrih	5	1,400
Polietilenska folija	0,2	0,190
Steklena volna	5	0,032
FRAGMAT EPS 100	21	0,037
Bitumenski trak	1	0,170
Betoni iz kamnitega agregata	8	2,040
Pesek in droban prodec	20	1,400

Stavba zgrajena leta 2000:

Material	Debelina [cm]	Toplotna [W/mK]	prevodnost
Zunanja stena $U = 0,124 \text{ W/m}^2\text{K}$			
Podaljšana apnena malta	2,5	0,990	
Mrežasti opečni votlak	29	0,520	
FRAGMAT KOMBIT	16,5	0,040	
Plemenita fasadna malta	2	0,700	
FRAGMAT NEO SUPER F	10	0,032	
Fasadni omet (osnovni + zaključni omet) DEMIT+TIMFAS	1,5	0,700	
Strešna konstrukcija $U = 0,106 \text{ W/m}^2\text{K}$			
Mavčno kartonske plošče	1,5	0,210	
ALU folija	0,02	203,000	
Steklena volna	18	0,034	
Steklena volna	12	0,040	
Les, smreka/bor	2	0,140	
FRAGMAT IZOSEK	0,2	0,190	
Opečni strešniki	2	0,990	
Tla na terenu $U = 0,132 \text{ W/m}^2\text{K}$			
Hrastov parket	2	0,210	
Cementni estrih	5	1,400	
Polietilenska folija	0,2	0,190	
Steklena volna	5	0,032	
FRAGMAT EPS 100	21	0,037	
Bitumenski trak	1	0,170	
Beton iz kamnitega agregata	10	2,040	

PRILOGA C: ANKETNI VPRAŠALNIK O ENERGETSKI SANACIJI HIŠ

Vprašalnik o energetske sanaciji hiš

Sem Tilen Košir, absolvent univerzitetnega študija gradbeništva na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo, Univerze v Ljubljani. Za svojo diplomsko nalogo izvajam raziskavo o vplivu energetske sanacije enostanovanjskih hiš na njihovo tržno vrednost. Za izpolnitev vprašalnika boste potrebovali približno 10 minut. Prosim vas, da odgovorite na vsa vprašanja. Vaši odgovori so zaupne narave.

I. Splošni podatki

1. Spol:

- Moški
- Ženski

2. Letnica rojstva: _____

3. Dosežena stopnja izobrazbe:

- Osnovnošolska izobrazba
- Poklicna izobrazba
- Srednješolska izobrazba
- Višje ali visokošolska izobrazba, 1. bolonjska stopnja
- Univerzitetna izobrazba, 2. bolonjska stopnja
- Magisterij, specializacija, doktorat, 3. bolonjska stopnja
- Drugo: ____

4. Neto mesečni dohodek vašega gospodinjstva:

- pod 650 EUR
- 650 - 1200 EUR
- 1200 - 2000 EUR
- 2000 - 3000 EUR
- 3000 - 5000 EUR
- nad 5000 EUR

II. Podatki o stavbi vašega bivanja

1. Tip stanovanjske stavbe v kateri živite:

- Enostanovanjska hiša
- Dvostanovanjska hiša
- Stanovanjski blok
- Vrstna hiša
- Drugo: _____

2. Ali ste v zadnjem času energetske sanirali stavbo v kateri živite?

- Da
- Ne

II.a Sanacija stavbe

Če ste na prejšnje vprašanje odgovorili z Da prosim, če lahko odgovorite še na naslednji dve vprašanji.

1. Kaj ste sanirali oziroma zamenjali pri stavbi?

Izberete lahko več odgovorov.

- Toplotno izolacijo fasade
- Toplotno izolacijo strehe
- Toplotno izolacijo stropa proti neogrevanem podstrešju
- Toplotno izolacijo tal proti neogrevanem prostoru
- Okna
- vrata
- Ogrevalni sistem
- Prezračevalni sistem
- Drugo: _____

2. Koliko denarja ste porabili za sanacijo?

- do 5.000 EUR
- 5.000 - 15.000 EUR
- 15.000 - 30.000 EUR
- 30.000 - 45.000 EUR
- 45.000 - 60.000 EUR
- nad 60.000 EUR

III. Poraba energije za ogrevanje

1. Kateri energent uporabljate za ogrevanje?

Izberete lahko več odgovorov.

- Kurilno olje
- Plin
- Električno
- Drva
- Pelete, sekance
- Daljinsko ogrevanje
- Drugo: _____

2. Koliko denarja letno porabite za ogrevanje?

- do 500 EUR
- 500 - 1.000 EUR
- 1.000 - 1.500 EUR
- 1.500 - 2.500 EUR
- 2.500 - 3.500 EUR
- 3.500 - 4.500 EUR
- 4.500 - 5.500 EUR
- nad 5.500 EUR

IV. Splošna vprašanja o energetske sanaciji

Prosim vas za odgovor na nekaj splošnih vprašanj o energetske sanaciji.

1. Kako pomembni se vam zdijo navedeni razlogi za investiranje v energetske sanacijo stavbe?

S številko od ena (1) do pet (5) označite pomembnost navedenega razloga.

	1 - sploh ni pomembno	2 - ni pomembno	3 - srednje pomembno	4 - pomembno	5 - zelo pomembno
Visoka cena energentov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manjša poraba energije za ogrevanje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Izboljšanje bivalnega ugodja v prostoru	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manjše onesnaževanje okolja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sofinanciranje s strani države	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Kako pomembni se vam zdijo navedeni ukrepi pri energetske sanaciji stavbe?

S številko od ena (1) do pet (5) označite pomembnost navedenega ukrepa.

	1 - sploh ni pomembno	2 - ni pomembno	3 - srednje pomembno	4 - pomembno	5 - zelo pomembno
Dodatna toplotna izolacija stropa proti neogrevanem podstrešju ali mansardi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dodatna toplotna izolacija fasade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zamenjava oken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zamenjava vhodnih vrat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Izboljšanje ogrevalnega sistema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Povečanje odprtih zaradi večjih toplotnih dobitkov od sonca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dodatna toplotna izolacija tal proti terenu ali neogrevanemu prostoru	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vgradnja prezračevalnega sistema z rekuperacijo toplote (zmanjšanje toplotnih izgub pri zračenju prostorov)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Kako pomembni se vam zdijo navedeni razlogi pri izbiri oziroma nakupu stanovanjske hiše?

S številko od ena (1) do pet (5) označite pomembnost navedenega razloga.

	1 - sploh ni pomembno	2 - ni pomembno	3 - srednje pomembno	4 - pomembno	5 - zelo pomembno
Lokacija	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Razporeditev prostorov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Energijski razred	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Površina parcele	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Osvetljenost prostorov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Majhni stroški obratovanja in vzdrževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kvaliteta izdelave in vgrajenih materialov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Poraba energije za ogrevanje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Izraba obnovljivih virov energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Možnosti izrabe več različnih energentov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Starost hiše	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

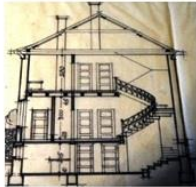
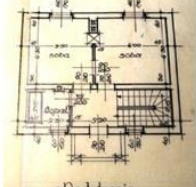
V. Vprašanja o obravnavanih stavbah


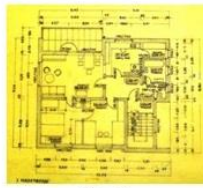
Spodaj so predstavljene obravnavane hiše in rezultati izvedene energetske sanacije le teh. Pri vseh obravnavanih hišah smo izvedli dodatno toplotno izolacijo ovoja, vgradnjo novih oken in vhodnih vrat ter vgradnjo lokalnega prezračevalnega sistema z rekuperacijo toplote. Ovoj stavbe smo dodatno toplotno izolirali s 26 cm toplotne izolacije pri zunanjih stenah, tleh na terenu in tleh nad neogrevano kletjo ter 30 cm pri mansardi in stropu proti podstrešju. Izračunali smo letno porabo toplote za ogrevanje pred energetske sanacije in po sanaciji ter nato na podlagi izračunane letne porabe toplote za ogrevanje določili energijski razred hiše in letni prihranek denarja za ogrevanje. Poudariti je potrebno, da bi lahko pri energetske sanaciji uporabili še več ukrepov za izboljšanje energetske učinkovitosti hiš, vendar smo mi obravnavali le zgoraj omenjene.


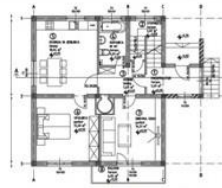
V nadaljevanju nato sledijo še podrobnejši opisi posamezne investicije v energetske sanacije hiše in nekaj kratkih vprašanj.

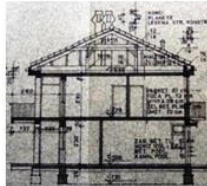
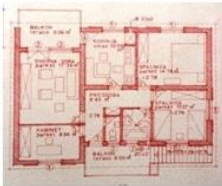
Energijski razredi, ki so predstavljeni na spodnji sliki, so določeni na podlagi letne potrebne toplote za ogrevanje, preračunane na m² uporabne površine.

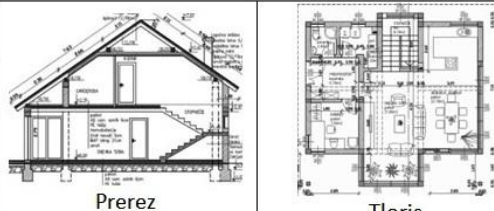


Leto izgradnje:	1928		
Lokacija:	Brezovica, Ljubljana		
Etažnost:	K+P+1		
Uporabna površina:	97 m ²		
	Pred energetska sanacija	Po energetska sanaciji	Prihranek
Letna poraba toplote za ogrevanje na m ² uporabne površine:	585 kWh/m ² a	38 kWh/m ² a	547 kWh/m ² a
Energijski razred:	G	C	
Letni strošek ogrevanja:	6.380 €	550 €	5.830 €

Leto izgradnje:	1950		
Lokacija:	Vič, Ljubljana		
Etažnost:	K+P+1		
Uporabna površina:	157 m ²		
	Pred energetska sanacija	Po energetska sanaciji	Prihranek
Letna poraba toplote za ogrevanje na m ² uporabne površine:	368 kWh/m ² a	27 kWh/m ² a	341 kWh/m ² a
Energijski razred:	G	B2	
Letni strošek ogrevanja:	6.450 €	590 €	5.860 €

Leto izgradnje:	1972		
Lokacija:	Ig, Ljubljana		
Etažnost:	K+P+M		
Uporabna površina:	123 m ²		
	Pred energetska sanacija	Po energetska sanaciji	Prihranek
Letna poraba toplote za ogrevanje na m ² uporabne površine:	320 kWh/m ² a	25 kWh/m ² a	295 kWh/m ² a
Energijski razred:	G	B2	
Letni strošek ogrevanja:	4.450 €	480 €	3.970 €

Leto izgradnje:	1985		
Lokacija:	Brdo, Ljubljana		
Etažnost:	P+1		
Uporabna površina:	153 m ²		
	Pred energetska sanacija	Po energetska sanaciji	Prihranek
Letna poraba toplote za ogrevanje na m ² uporabne površine:	206 kWh/m ² a	39 kWh/m ² a	167 kWh/m ² a
Energijski razred:	F	C	
Letni strošek ogrevanja:	3.600 €	790 €	2.810 €

Leto izgradnje:	2000		
Lokacija:	Podutik, Ljubljana		
Etažnost:	P+M		
Uporabna površina:	137 m ²		
	Pred energetska sanacija	Po energetska sanaciji	Prihranek
Letna poraba toplote za ogrevanje na m ² uporabne površine:	140 kWh/m ² a	44 kWh/m ² a	96 kWh/m ² a
Energijski razred:	E	C	
Letni strošek ogrevanja:	2.230 €	790 €	1.440 €

1. Če bi kupovali hišo, za nakup katere izmed zgoraj predstavljenih bi se odločili?

- Hišo zgrajeno leta 1928
- Hišo zgrajeno leta 1950
- Hišo zgrajeno leta 1972
- Hišo zgrajeno leta 1985
- Hišo zgrajeno leta 2000

2. Ali bi se pri nakupu odločili za hišo, ki še ni energetska sanirana in bi jo sanirali sami ali bi kupili že sanirano hišo?

- Hišo bi saniral sam
- Kupil bi že sanirano hišo

3. Prosim izberite razlog, zaradi katerega bi se odločili za nakup hiše.

Izberete lahko več razlogov.

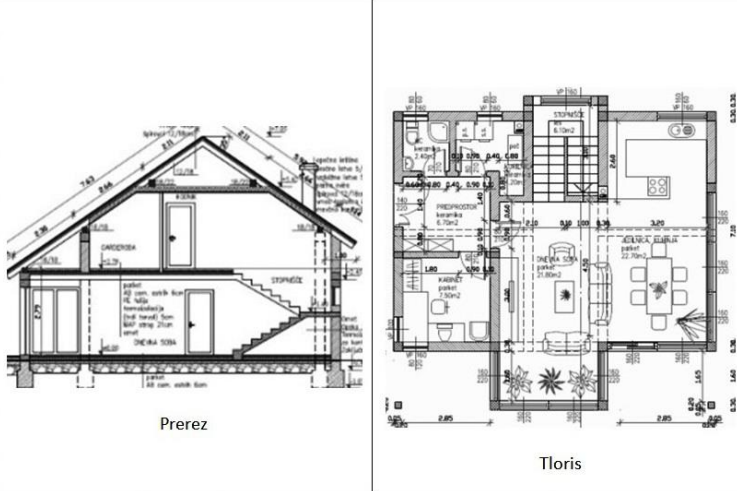
- Energijski razred hiše pred energetska sanacija
- Energijski razred hiše po energetska sanaciji
- Poraba toplote za ogrevanje pred energetska sanacija
- Poraba toplote za ogrevanje po energetska sanaciji
- Prihranek toplote za ogrevanje
- Letni strošek ogrevanja pred energetska sanacija
- Letni strošek ogrevanja po energetska sanaciji
- Prihranek pri stroških za ogrevanje
- Lokacija
- Starost
- Uporabna površina
- Drugo: _____

4. Neupoštevajoč druge faktorje, ki bi lahko vplivali na vašo odločitev, koliko več bi bili pripravljeni plačati za energetske sanirano hišo v primerjavi z nesanirano?

- do 10.000 EUR
- 10.000 - 20.000 EUR
- 20.000 - 30.000 EUR
- 30.000 - 40.000 EUR
- 40.000 - 50.000 EUR
- 50.000 - 60.000 EUR
- 60.000 - 70.000 EUR
- nad 70.000 EUR

VI. Predstavitev investicije pri hiši zgrajeni leta 2000

Predstavljen je podrobnejši prikaz stroškov investicije, dobe vračanja investicije in rezultati energetske analize hiše. Pri sanaciji smo izvedli dodatno toplotno izolacijo ovoja stavbe, vgradnjo novih oken in novih vhodnih vrat ter vgradnjo lokalnega prezračevalnega sistema z rekuperacijo toplote.

Leto izgradnje:	2000		
Lokacija:	Podutik, Ljubljana		
Etažnost:	P+M		
Uporabna površina:	137 m ²		
Strošek investicije:			
Toplotna izolacija fasade	8.020 €		
Toplotna izolacija strehe	8.520 €		
Toplotna izolacija tal na terenu	6.150 €		
Zamenjava oken in vrat	16.230 €		
Vgradnja lokalnega prezračevalnega sistema	3.430 €		
Skupaj strošek investicije	42.350 €		
Doba vračanja:	29,40 let		
	Pred sanacijo	Po sanaciji	Prihranek
Letna poraba toplote za ogrevanje na m ² uporabne površine:	140 kWh/m ² a	44 kWh/m ² a	96 kWh/m ² a
Energijski razred:	E	C	
Letni strošek ogrevanja:	2.230 €	790 €	1.440 €

1. Ali bi bili pripravljeni vložiti 42.350 EUR v energetsko prenavo neupoštevajoč pri tem druge faktorje, ki bi lahko vplivali na vašo odločitev?

S prenavo se hiša uvršča v energijski razred C in porabi kar 68% manj energije za ogrevanje kot pred prenavo. Na leto bi za ogrevanje privarčevali 1.440 EUR in investicija bi se vam povrnila v 29,40 letih.

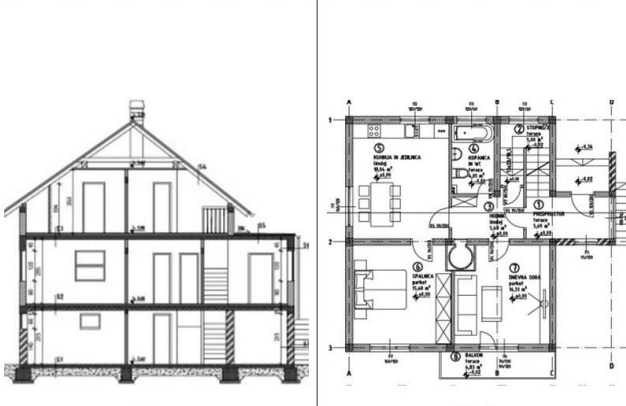
- Da
- Ne
- Ne vem
-

2. Če ste prejšnje vprašanje odgovorili z Ne, prosim povejte, koliko več bi bili še pripravljeni plačati za prenovljeno hišo v primerjavi z neprenovljeno?

- do 10.000 EUR
- 10.000 - 20.000 EUR
- 20.000 - 30.000 EUR
- 30.000 - 40.000 EUR

VII. Predstavitev investicije pri hiši zgrajeni leta 1972

Predstavljen je podrobnejši prikaz stroškov investicije, dobe vračanja investicije in rezultati energetske analize hiše. Pri sanaciji smo izvedli dodatno toplotno izolacijo ovoja stavbe, vgradnjo novih oken in novih vhodnih vrat ter vgradnjo lokalnega prezračevalnega sistema z rekuperacijo toplote.

Leto izgradnje:	1972		
Lokacija:	lg, Ljubljana		
Etažnost:	K+P+M		
Uporabna površina:	123 m ²		
Strošek investicije:			
Toplotna izolacija fasade	17.980 €		
Zamenjava in toplotna izolacija strehe	8.500 €		
Toplotna izolacija stropa proti podstrešju	700 €		
Toplotna izolacija tal nad kletjo	6.000 €		
Toplotna izolacija tal na terenu	7.570 €		
Zamenjava oken in vrat	15.100 €		
Vgradnja lokalnega prezračevalnega sistema	3.430 €		
Skupaj strošek investicije	59.280 €		
Doba vračanja:	14,93 let		
	Pred sanacijo	Po sanaciji	Prihranek
Letna poraba toplote za ogrevanje na m ² uporabne površine:	320 kWh/m ² a	25 kWh/m ² a	295 kWh/m ² a
Energijski razred:	G	B2	
Letni strošek ogrevanja:	4.450 €	480 €	3.970 €

1. Neupoštevajoč druge faktorje, ki bi lahko vplivali na vašo odločitev, ali bi bili pripravljeni vložiti 59.280 EUR v energetske prenovo?

S prenovo se hiša uvršča v energijski razred B2 in porabi kar 92% manj energije za ogrevanje kot pred prenovo. Na leto bi za ogrevanje privarčevali 3.970 EUR in investicija bi se vam povrnila v 14,93 letih.

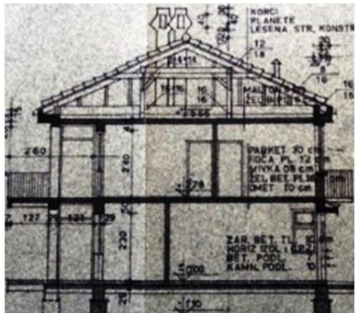
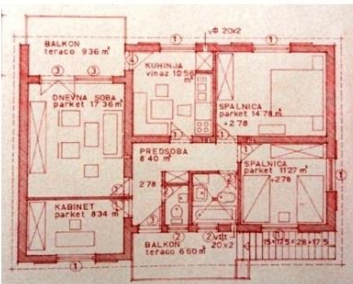
- Da
- Ne
- Ne vem

2. Če ste prejšnje vprašanje odgovorili z Ne, prosim povejte, koliko več bi bili še pripravljeni plačati za prenovljeno hišo v primerjavi z neprenovljeno?

- do 10.000 EUR
- 10.000 - 20.000 EUR
- 20.000 - 30.000 EUR
- 30.000 - 40.000 EUR
- 40.000 - 50.000 EUR
- 50.000 - 55.000 EUR

VIII. Predstavitev investicije pri hiši zgrajeni leta 1985

Predstavljen je podrobnejši prikaz stroškov investicije, dobe vračanja investicije in rezultati energetske analize hiše. Pri sanaciji smo izvedli dodatno toplotno izolacijo ovoja stavbe, vgradnjo novih oken in novih vhodnih vrat ter vgradnjo lokalnega prezračevalnega sistema z rekuperacijo toplote.

Leto izgradnje:	1985	 <p>Prerez</p>	 <p>Tloris</p>
Lokacija:	Brdo, Ljubljana		
Etažnost:	P+1		
Uporabna površina:	153 m ²		
Strošek investicije:			
Toplotna izolacija fasade	14.000 €		
Toplotna izolacija stropa proti podstrešju	2.020 €		
Toplotna izolacija tal na terenu	8.020 €		
Zamenjava oken in vrat	13.120 €		
Vgradnja lokalnega prezračevalnega sistema	3.920 €		
Skupaj strošek investicije	41.080 €	Po sanaciji	Prihranek
Doba vračanja:	14,63 let	39 kWh/m ² a	167 kWh/m ² a
Letna poraba toplote za ogrevanje na m ² uporabne površine:	206 kWh/m ² a		
Energijski razred:	F	C	
Letni strošek ogrevanja:	3.600 €	790 €	2.810 €

1. Neupoštevajoč druge faktorje, ki bi lahko vplivali na vašo odločitev, ali bi bili pripravljeni vložiti 41.080 EUR v energetske prenove?

S prenovo se hiša uvršča v energijski razred C in porabi kar 81% manj energije za ogrevanje kot pred prenovo. Na leto bi za ogrevanje privarčevali 2.810 EUR in investicija bi se vam povrnila v 14,63 letih.

- Da
- Ne
- Ne vem

2. Če ste prejšnje vprašanje odgovorili z Ne, prosim povejte, koliko več bi bili še pripravljeni plačati za prenovljeno hišo v primerjavi z neprenovljeno?

- do 10.000 EUR
- 10.000 - 20.000 EUR
- 20.000 - 30.000 EUR
- 30.000 - 40.000 EUR

IX. Predstavitev investicije pri hiši zgrajeni leta 1950

Predstavljen je podrobnejši prikaz stroškov investicije, dobe vračanja investicije in rezultati energetske analize hiše. Pri sanaciji smo izvedli dodatno toplotno izolacijo ovoja stavbe, vgradnjo novih oken in novih vhodnih vrat ter vgradnjo lokalnega prezračevalnega sistema z rekuperacijo toplote.

Leto izgradnje:	1950		
Lokacija:	Vič, Ljubljana		
Etažnost:	K+P+1		
Uporabna površina:	157 m ²		
Strošek investicije:			
Toplotna izolacija fasade	27.900 €		
Toplotna izolacija stropa proti podstrešju	1.820 €		
Toplotna izolacija tal nad kletjo	7.890 €		
Toplotna izolacija tal na terenu	7.590 €		
Zamenjava oken in vrat	11.920 €		
Vgradnja lokalnega prezračevalnega sistema	3.920 €		
Skupaj strošek investicije	61.040 €		
Doba vračanja:	10,41 let		
	Pred sanacijo	Po sanaciji	Prihranek
Letna poraba toplote za ogrevanje na m ² uporabne površine:	368 kWh/m ² a	27 kWh/m ² a	341 kWh/m ² a
Energijski razred:	G	B2	
Letni strošek ogrevanja:	6.450 €	590 €	5.860 €

1. Ali bi bili pripravljeni vložiti 61.040 EUR v energetske prenove neupoštevajoč pri tem druge faktorje, ki bi lahko vplivali na vašo odločitev?

S prenovo se hiša uvršča v energijski razred B2 in porabi kar 92% manj energije za ogrevanje kot pred prenovo. Na leto bi za ogrevanje privarčevali 5.860 EUR in investicija bi se vam povrnila v 10,41 letih.

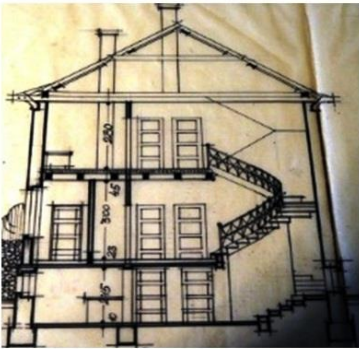
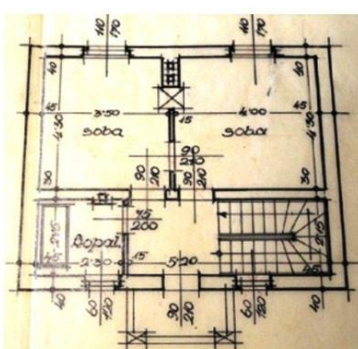
- Da
- Ne
- Ne vem

2. Če ste prejšnje vprašanje odgovorili z Ne, prosim povejte, koliko več bi bili še pripravljeni plačati za prenovljeno hišo v primerjavi z neprenovljeno?

- do 10.000 EUR
- 10.000 - 20.000 EUR
- 20.000 - 30.000 EUR
- 30.000 - 40.000 EUR
- 40.000 - 50.000 EUR
- 50.000 - 60.000 EUR

X. Predstavitev investicije pri hiši zgrajeni leta 1928

Predstavljen je podrobnejši prikaz stroškov investicije, dobe vračanja investicije in rezultati energetske analize hiše. Pri sanaciji smo izvedli dodatno toplotno izolacijo ovoja stavbe, vgradnjo novih oken in novih vhodnih vrat ter vgradnjo lokalnega prezračevalnega sistema z rekuperacijo toplote.

Leto izgradnje:	1928	 <p style="text-align: center;">Prerez</p>	 <p style="text-align: center;">Tloris</p>
Lokacija:	Brezovica, Ljubljana		
Etažnost:	K+P+1		
Uporabna površina:	97 m ²		
Strošek investicije:			
Toplotna izolacija fasade	21.830 €		
Toplotna izolacija stropa proti podstrešju	1.160 €		
Toplotna izolacija tal nad kletjo	4.450 €		
Toplotna izolacija tal na terenu	4.920 €		
Zamenjava oken in vrat	9.410 €		
Vgradnja lokalnega prezračevalnega sistema	2.450 €		
Skupaj strošek investicije	44.220 €		
Doba vračanja:	7,59 let		
	Pred sanacijo	Po sanaciji	Prihranek
Letna poraba toplote za ogrevanje na m ² uporabne površine:	585 kWh/m ² a	38 kWh/m ² a	547 kWh/m ² a
Energijski razred:	G	C	
Letni strošek ogrevanja:	6.380 €	550 €	5.830 €

1. Ali bi bili pripravljeni vložiti 44.220 EUR v energetske prenove neupoštevajoč pri tem druge faktorje, ki bi lahko vplivali na vašo odločitev?

S prenovo se hiša uvršča v energijski razred C in porabi kar 93% manj energije za ogrevanje kot pred prenovo. Na leto bi za ogrevanje privarčevali 5.830 EUR in investicija bi se vam povrnila v 7,59 letih.

- Da
- Ne
- Ne vem

2. Če ste prejšnje vprašanje odgovorili z Ne, prosim povejte, koliko več bi bili še pripravljeni plačati za prenovljeno hišo v primerjavi z neprenovljeno?

- do 10.000 EUR
- 10.000 - 20.000 EUR
- 20.000 - 30.000 EUR
- 30.000 - 40.000 EUR

Hvala za vaše odgovore! Vaše sodelovanje v raziskavi je pripomogli k pridobitvi pomembnih podatkov za mojo diplomsko nalogo. Želim vam lep dan.

PRILOGA D: MREŽA PRILAGODITEV OBRAVNAVANIH ENOSTANOVANJSKIH STAVB**Stavba zgrajena leta 1928**

	Enota	Izbrana stavba	Primerljive nepremičnine			
			N1	N2	N3	N4
Lokacija		Brezovica	Moste	Rožna dolina	Sostro	Vič
Neto tlorisna površina	m ²	97	100	79	80	97
Leto izgradnje	leto	1928	1910	1900	1914	1937
Cena	€		174.000,00	270.000,00	220.000,00	325.000,00
Površina zemljišča	m ²		886	507	854	610
PRILAGODITVE						
1. Pogoji financiranja	%		0	0	0	0
2. Prilagoditve zaradi razlik v tržnih pogojih	%		0	0	0	0
3. Vpliv velikosti	€		-2.248,32	28.712,32	11.486,56	0,00
4. Vpliv starosti	€		0,00	0,00	0,00	-26.577,84
5. Lokacija	€		-19.281,92	-56.403,92	-9.361,20	-49.065,60
6. Pritikline pri oglaševanju	€		0,00	0,00	-9.717,25	-9.717,25
Prilagojene cene /do 6	€		152.469,76	242.308,40	212.408,11	239.639,31
7. Prilagoditve zaradi razlik med oglaševanimi in prodajnimi cenami	%		-4,1	-4,1	-4,1	-4,1
Prilagojene cene /do 7	€		146.218,50	232.373,76	203.699,38	229.814,10
vrednost zemljišča	€/m ²		44,00	210,32	35,20	161,04
	€		38.984,00	106.632,24	30.060,80	98.234,40
vrednost zemljišča	€		107.234,50	125.741,52	173.638,58	131.579,70
vrednost stavbe	€		107.234,50	125.741,52	173.240,17	131.181,29
Prilagojena vrednost stavbe	€	134.549				
	€/m ²	1.387				
Indikacija	€	134.500				

Stavba zgrajena leta 1950

	Enota	Izbrana stavba	Primerljive nepremičnine			
			N1	N2	N3	N4
Lokacija		Vič	Bežigrad	Moste	Vrhovci	Rudnik
Neto tlorisna površina	m ²	157	140	123	80	113
Leto izgradnje	leto	1950	1963	1963	1940	1956
Cena	€		400.000,00	398.000,00	230.000,00	280.000,00
Površina zemljišča	m ²		530	400	511	749
PRILAGODITVE						
1. Pogoji financiranja	%		0	0	0	0
2. Prilagoditve zaradi razlik v tržnih pogojih	%		0	0	0	0
3. Vpliv velikosti	€		14.463,96	26.558,28	68.267,64	39.607,88
4. Vpliv starosti	€		-22.905,96	-19.063,88	20.091,96	-21.017,48
5. Lokacija	€		16.808,00	52.868,80	16.808,00	34.532,80
6. Pritikline pri oglaševanju	€		0,00	0,00	-9.717,25	0,00
Prilagojene cene /do 6	€		408.366,00	458.363,20	325.450,35	333.123,20
7. Prilagoditve zaradi razlik med oglaševanimi in prodajnimi cenami	%		-4,1	-4,1	-4,1	-4,1
Prilagojene cene /do 7	€		391.622,99	439.570,31	312.106,89	319.465,15
Vrednost zemljišča	€/m ²		123,20	74,80	123,20	54,56
	€		65.296,00	29.920,00	62.955,20	40.865,44
Vrednost stavbe	€		326.326,99	409.650,31	249.151,69	278.599,71
Prilagojena vrednost stavbe	€	315.932				
	€/m ²	2.012				
Indikacija	€	315.900				

Stavba zgrajena leta 1972

	Enota	Izbrana stavba	Primerljive nepremičnine		
			N1	N2	N3
Lokacija		Ig	Bežigrad	Šentjakob	Tacen
Neto tlorisna površina	m ²	123	150	150	150
Leto izgradnje	leto	1972	1965	1975	1967
Cena	€		420.000,00	260.000,00	280.000,00
Površina zemljišča	m ²		450	400	395
PRILAGODITVE					
1. Pogoji financiranja	%		0	0	0
2. Prilagoditve zaradi razlik v tržnih pogojih	%		0	0	0
3. Vpliv velikosti	€		-30.616,32	-22.652,24	-22.973,62
4. Vpliv starosti	€		0,00	-15.000,48	0,00
5. Lokacija	€		-116.734,84	-43.024,44	-60.450,54
6. Pritikline pri oglaševanju	€		0,00	0,00	0,00
Prilagojene cene /do 6	€		272.648,84	179.322,84	196.575,84
7. Prilagoditve zaradi razlik med oglaševanimi in prodajnimi cenami	%		-4,1	-4,1	-4,1
Prilagojene cene /do 7	€		261.470,24	171.970,60	188.516,23
Vrednost zemljišča	€/m ²		123,20	46,64	58,96
	€		55.440,00	18.656,00	23.289,20
Vrednost stavbe	€		206.030,24	153.314,60	165.227,03
Prilagojena vrednost stavbe	€	174.857			
	€/m ²	1.422			
Indikacija	€	174.900			

Stavba zgrajena leta 1985

	Enota	Izbrana stavba	Primerljive nepremičnine		
			N1	N2	N3
Lokacija		Brdo	Dravlje	Rudnik	Rožna dolina
Neto tlorisna površina	m ²	153	108	140	94
Leto izgradnje	leto	1985	1988	1986	1992
Cena	€		260.000,00	198.000,00	280.000,00
Površina zemljišča	m ²		169	250	162
PRILAGODITVE					
1. Pogoji financiranja	%		0	0	0
2. Prilagoditve zaradi razlik v tržnih pogojih	%		0	0	0
3. Vpliv velikosti	€		53.260,52	13.394,44	91.712,79
4. Vpliv starosti	€		0,00	0,00	0,00
5. Lokacija	€		26.124,64	26.124,64	-42.963,31
6. Pritikline pri oglaševanju	€		0,00	-9.717,25	0,00
Prilagojene cene /do 6	€		339.385,16	227.801,83	328.749,48
7. Prilagoditve zaradi razlik med oglaševanimi in prodajnimi cenami	%		-4,1	-4,1	-4,1
Prilagojene cene /do 7	€		325.470,37	218.461,95	315.270,75
Vrednost zemljišča	€/m ²		95,92	95,92	210,32
	€		16.210,48	23.980,00	34.071,84
Vrednost stavbe	€		309.259,89	194.481,95	281.198,91
Prilagojena vrednost stavbe	€	261.647			
	€/m ²	1.710			
Indikacija	€	261.600			

Stavba zgrajena leta 2000

	Enota	Izbrana stavba	Primerljive nepremičnine			
			N1	N2	N3	N4
Lokacija		Podutik	Moste	Rožna dolina	Vič	Rožna dolina
Neto tlorisna površina	m ²	137	106	95	97	160
Leto izgradnje	leto	2000	1999	1998	1999	2003
Cena	€		185.000,00	280.000,00	245.000,00	460.000,00
Površina zemljišča	m ²		279	160	263	300
PRILAGODITVE						
1. Pogoji financiranja	%		0	0	0	0
2. Prilagoditve zaradi razlik v tržnih pogojih	%		0	0	0	0
3. Vpliv velikosti	€		38.408,80	73.895,27	65.959,16	-34.479,92
4. Vpliv starosti	€		8.150,16	11.152,16	10.558,32	0,00
5. Lokacija	€		27.657,60	-71.737,40	-52.088,48	-71.737,40
7. Pritikline pri oglaševanju	€		0,00	0,00	-9.717,25	0,00
Prilagojene cene /do 5	€		259.216,56	293.310,03	259.711,75	353.782,68
6. Prilagoditve zaradi razlik med oglaševanimi in prodajnimi cenami	%		-4,1	-4,1	-4,1	-4,1
Prilagojene cene /do 6	€		248.588,68	281.284,32	249.063,57	339.277,59
Vrednost zemljišča	€/m ²		74,80	210,32	161,04	210,32
	€		20.869,20	33.651,20	42.353,52	63.096,00
Vrednost stavbe	€		227.719,48	247.633,12	206.710,05	276.181,59
Prilagojena vrednost stavbe	€	239.561				
	€/m ²	1.749				
Indikacija	€	239.600				