

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:

Kunič, M., 2016. Analiza energetskih
prihrankov v domovih za starejše občane.
Diplomska naloga. Ljubljana, Univerza v
Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in
geodezijo. (mentor Košir, M., somentor
Pajek, L.): 47 str.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5788/>

Datum arhiviranja: 18-10-2016

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:

Kunič, M., 2016. Analiza energetskih
prihrankov v domovih za starejše občane.
B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of
Ljubljana, Faculty of civil and geodetic
engineering. (supervisor Košir, M., co-
supervisor Pajek, L.): 47 pp.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5788/>

Archiving Date: 18-10-2016

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



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

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI
PROGRAM VODARSTVO IN
KOMUNALNO INŽENIRSTVO

Kandidat:

MARKO KUNIČ

**ANALIZA ENERGETSKIH PRIHRANKOV V DOMOVIH
ZA STAREJŠE OBČANE**

Diplomska naloga št.: 317/VKI

**ANALYSIS OF ENERGY SAVINGS IN RETIREMENT
HOMES**

Graduation thesis No.: 317/VKI

Mentor:

doc. dr. Mitja Košir

Somentor:

asist. Luka Pajek

Ljubljana, 13. 09. 2016

IZJAVA O AVTORSTVU

Spodaj podpisani študent Marko Kunič, vpisna številka 26104372, avtor pisnega zaključnega dela študija z naslovom: Analiza energetske prihrankov v domovih za starejše občane.

IZJAVLJAM

1. *Obkrožite eno od variant a) ali b)*

a) da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;

b) da je pisno zaključno delo študija rezultat lastnega dela več kandidatov in izpolnjuje pogoje, ki jih Statut UL določa za skupna zaključna dela študija ter je v zahtevanem deležu rezultat mojega samostojnega dela;

2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;

3. da sem pridobil/-a vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označil/-a;

4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnal/-a v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil/-a soglasje etične komisije;

5. soglašam, da se elektronska oblika pisnega zaključnega dela študija uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;

6. da na UL neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja pisnega zaključnega dela študija na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija UL;

7. da dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v pisnem zaključnem delu študija in tej izjavi, skupaj z objavo pisnega zaključnega dela študija.

V Ljubljani,
avgusta 2016

Podpis študenta:

Marko Kunič

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN

UDK: 699.8(043.2)
Avtor: Marko Kunič
Mentor: doc. dr. Mitja Košir
Somentor: asist. Luka Pajek
Naslov: Analiza energetske prihrankov v domovih za starejše občane
Tip dokumenta: diplomska naloga – UNI
Obseg in oprema: 47 str., 4 sl., 29 preg., 13 gr., 17 en.
Ključne besede: Razširjen energetski pregled, obnovljivi viri energije, OVE, učinkovita raba energije, URE, energetske izgube, prihranki, Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah, PURES, toplotna prehodnost.

IZVLEČEK

V nalogi so analizirani energetski prihranki v petih domovih za starejše občane v Sloveniji, ki so bili sanirani v letih 2012 in 2013. Ti so bili na razpisu za celovito energetsko obnovo izbrani na podlagi točkovanja ukrepov iz razširjenega energetskega pregleda, ki jih je za Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve v letu 2009 pripravilo podjetje Genera-Proplus. Za analizo izbrani domovi imajo enostavnejšo arhitekturno zasnovo in so bili pripravljeni posredovati podatke o porabi energije za študijske namene. Naloga omogoča podrobnejši vpogled v postopek izdelave in vsebinski obseg razširjenega energetskega pregleda, s poudarkom na uporabljenih metodah za izračun gradbene fizike in avtorski analizi porabe pred sanacijo in po njej. Prihranki za analizo so bili delno povzeti iz EP (s poenostavljeno IJS metodo izračunan učinek ukrepov), kot tudi poustvarjeni s programskim orodjem NovoCAD, ki sicer velja danes zaradi ohlapnejših kriterijev in metode izračuna za zastarelo. Merilo uspešnosti je seveda čim boljše ujemanje izračunanih prihrankov z dejanskimi. V ta namen sem naredil dva dodatna kontrolna izračuna gradbene fizike z bolj aktualnim programom KI Energija in rezultate primerjal z merjenimi prihranki in s primerjalnim izračunom dokazal, da je z vidika natančnosti izračunov boljša izbira. V zaključku analize je izračunana stopnja uspešnosti napovedanih prihrankov z metodo HI-kvadrat in T-testom. Ujemanje vseh štirih načinov izračuna se je statistično pokazalo zadovoljivo (celo do 91,4 %); kontrolni izračuni žal niso izkazovali ujemanja kontrolnih izračunov z dejanskimi prihranki. Navkljub skladnim kontrolnim rezultatom, izračunanih s programom KI Energija, ti zaradi premajhnega vzorca statistično niso izkazovali ujemanja.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 699.8(043.2)
Author: Marko Kunič
Supervisor: assist. prof. Mitja Košir, Ph. D
Co-supervisor: assist. Luka Pajek
Title: Analysis of energy savings in retirement homes
Document type: Graduation thesis – University studies
Notes: 47 pg., 4 pict., 29 tabl., 13 gr., 17 eq.
Key words: SIST EN 1370, PURES2, heat transmission, energy loss, savings, Residential Energy Consumption Survey (RECS), retirement home, computer programme NovoCAD.

ABSTRACT:

In this thesis, we analysed energy savings in five retirement homes in Slovenia which were renovated in 2012 and 2013. These took part in public tender for a complete energy renovation and were selected on the basis of point-system for measures from an extended residential energy consumption survey (RECS). The basis for comparison are the calculations for the estimated consumption in RECS, which were prepared through joint venture with Genera-Proplus by the Ministry for labour, family and social affairs in 2009. Retirement homes chosen for the analysis have a simpler architectural plan and were willing to share the data on consumption of energy for study purposes. The thesis enables more detailed insight in the procedure composition and the content scope of extended RECS, with emphasis on the used methods for calculating building physics and authorial analysis before and after renovation. Savings for analysis were calculated with a simplified method as well as with NovoCAD program tool, which is today considered outdated because of loose criteria and methods of calculation. The measure of success is valid agreement of calculated savings with actual savings. For this purpose, we made a control calculation of building physics with a newer program KI Energija and the results were compared with measured savings. With reproduced calculations we proved that the program is a better choice from viewpoint of accuracy. In the end of the analysis we calculated the level of success of the estimation of savings with Chi-squared test and T-test. All used methods proved to be statistically in agreement (even up to 91,4 %); the actual control calculations unfortunately did not show agreement of calculations with actual savings. We reached better agreement of calculated savings in control calculations with program KI Energija – statistically this one did not show agreement because the sample was too small.

ZAHVALA

Za pomoč, podporo in motivacijo pri nastajanju diplomske naloge bi se rad zahvalil mentorju doc. dr. Mitji Koširju in somentorju asist. Luki Pajku.

Posebna zahvala gre tudi staršem, Tijani ter vsem v družini za neskončno vzpodbudo.

KAZALO

ERRATA.....	3
IZJAVA O AVTORSTVU	4
BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN.....	5
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION	6
ZAHVALA.....	7
KAZALO SLIK.....	10
KAZALO GRAFIKONOV	11
KAZALO PREGLEDNIC.....	12
OKRAJŠAVE	13
1 UVOD	1
1.1 NAMEN IN CILJ NALOGE	2
1.2 ZASNOVA NALOGE.....	2
1.3 POJMI	3
1.3.1 Zunanji ovoj in toplotni ovoj stavbe	3
1.3.2 Toplotna prehodnost U (W/m^2K)	4
1.4 ZAKONODAJA	5
1.4.1 PURES 2010	5
1.4.2 Tehnična smernica TSG 4	7
1.5 RAČUNALNIŠKI PROGRAMI ZA IZRAČUN GRADBENE FIZIKE	8
1.5.1 Programsko orodje NovoCAD.....	8
1.6 SPECIFIČNA DEMOGRAFSKA SESTAVA	10
2 RAZŠIRJENI ENERGETSKI PREGLEDI DOMOV STAREJŠIH OBČANOV	12
2.1 NAMEN IN CILJI ENERGETSKEGA PREGLEDA	13
2.2 STROŠKI IN NADZOR NAD RABO ENERGIJE	14
2.3 OGREVANJE IN HLAJENJE	15
2.4 ANALIZA ENERGETSKIH TOKOV V STAVBI IN POTREBNA TOPLOTA ZA OGREVANJE STAVBE ZARADI TRANSMISIJSKIH IZGUB	16
2.4.1 Dom A	16
2.4.2 Dom B	18
2.4.3 Dom C	21
2.4.4 Dom D	23
2.4.5 Dom E	25
2.5 PREDVIDENI UKREPI.....	27
2.5.1 Predvideni gradbeni ukrepi na toplotnem ovoju.....	28

2.5.2	Predvideni ukrepi na strojnih instalacijah	32
3	DOPRINOS GRADBENIH UKREPOV K ENERGETSKIM PRIHRANKOM	33
3.1	PRIKAZ DOSEŽENIH ENERGETSKIH PRIHRANKOV	36
3.1.1	Dom A	36
3.1.2	Dom B	37
3.1.3	Dom C	38
3.1.4	Dom D	39
3.1.5	Dom E	40
3.1.6	Vseh pet Domov	41
3.2	KOMENTAR REZULTATOV	45
4	ZAKLJUČEK	46
VIRI		

KAZALO SLIK

Slika 1: Elementi ovoja (vir: prirejeno po [9])	3
Slika 2: Primerjava med zunanjim in toplotnim ovojem (vir: prirejeno po [10])	4
Slika 3: Shema izdelave razširjenega energetskega pregleda (vir: [34]).....	13
Slika 4: Shema denarnih tokov v DSO	14

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Povprečna letna zunanja temperatura ter poraba Doma A pred sanacijo in po njej .	17
Grafikon 2: Povprečna letna zunanja temperatura ter poraba Doma B pred sanacijo in po njej .	20
Grafikon 3: Povprečna letna zunanja temperatura ter poraba Doma C pred sanacijo in po njej .	22
Grafikon 4: Povprečna letna zunanja temperatura ter poraba Doma D pred sanacijo in po njej .	24
Grafikon 5: Povprečna letna zunanja temperatura ter poraba Doma E pred sanacijo in po njej .	26
Grafikon 6: Izgube pred sanacijo in po njej, izračunane po metodi IJS - KS Dom A	29
Grafikon 7: Izgube pred sanacijo in po njej, izračunane po metodi IJS - KS Dom B	30
Grafikon 8: Izgube pred sanacijo in po njej, izračunane po metodi IJS - KS Dom C	30
Grafikon 9: Izgube pred sanacijo in po njej, izračunane po metodi IJS - KS Dom D	31
Grafikon 10: Izgube pred sanacijo in po njej, izračunane po metodi IJS - KS Dom E	32
Grafikon 11: Ujemanje izračunov za faktor M	42
Grafikon 12: Ujemanje izračunov R (poraba pred in po sanaciji)	43
Grafikon 13: Razpršenost prihrankov – vsi DSO	44

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Največja dovoljena toplotna prehodnost gradbenih elementov stavb [6].....	7
Preglednica 2: Prikaz lastnosti stavbe Dom A.....	16
Preglednica 3: Podatki o porabi za Dom A.....	17
Preglednica 4: Sestava ovoja Doma A.....	18
Preglednica 5: Prikaz lastnosti stavbe Dom B.....	19
Preglednica 6: Podatki o porabi za Dom B.....	19
Preglednica 7: Sestava ovoja Doma B.....	20
Preglednica 8: Prikaz lastnosti stavbe Dom C.....	21
Preglednica 9: Podatki o porabi za Dom C.....	21
Preglednica 10: Sestava ovoja Doma C.....	22
Preglednica 11: Prikaz lastnosti stavbe Dom D.....	23
Preglednica 12: Podatki o porabi za Dom D.....	24
Preglednica 13: Sestava ovoja Doma D.....	24
Preglednica 14: Prikaz lastnosti stavbe Dom E.....	25
Preglednica 15: Podatki o porabi za Dom E.....	26
Preglednica 16: Sestava ovoja Doma E.....	27
Preglednica 17: Možni in izvedeni ukrepi na Domu A; izvedeni ukrepi so obarvani zeleno...	33
Preglednica 18: Možni in izvedeni ukrepi na Domu B; izvedeni ukrepi so obarvani zeleno...	34
Preglednica 19: Možni in izvedeni ukrepi na Domu C; izvedeni ukrepi so obarvani zeleno ..	34
Preglednica 20: Možni in izvedeni ukrepi na Domu D; izvedeni ukrepi so obarvani zeleno ..	35
Preglednica 21: Možni in izvedeni ukrepi na Domu E; izvedeni ukrepi so obarvani zeleno...	35
Preglednica 22: Prikaz prihrankov za dom A.....	36
Preglednica 23: Prikaz prihrankov za dom B.....	37
Preglednica 24: Prikaz prihrankov za dom C.....	38
Preglednica 25: Prikaz prihrankov za dom D.....	39
Preglednica 26: Prikaz prihrankov za dom E.....	40
Preglednica 27: Ujemanje razmerja M	41
Preglednica 28: Vrednosti količnika R za vse domove	42
Preglednica 29: Rezultati ujemanja T-testa (različna varianca, tip 2).....	45

OKRAJŠAVE

EEA - Evropska agencija za okolje (European Environment Agency)

EU – Evropska unija

RS – Republika Slovenija

MDDSZ - Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve RS

EP – energetski pregled

DSO – dom starejših občanov

Direktiva EPBD-r - evropska direktiva o energetske učinkovitosti stavb (Energy Performance of Buildings) iz leta 2010 [15]

PURES 2010 – Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah iz leta 2010 [7]

URE - učinkovita raba energije

OVE - obnovljivi viri energije

GF – gradbena fizika

TSG 4 – tehnična smernica za graditev TSG-1-004 [8]

KS - konstrukcijski sklop

λ – faktor toplotne prevodnosti za posamezen material ($W/m \cdot K$)

$U_{izračunan}$ – faktor toplotne prehodnosti za posamezen KS ($W/m^2 \cdot K$)

U_{max} – največji dovoljeni faktor toplotne prehodnosti za posamezen KS ($W/m^2 \cdot K$)

metodologija IJS – metoda za izračun izgub, ki so jo razvili na Inštitutu Jožef Stefan

ZPIZ - Zavod za pokojninsko in invalidsko zavarovanje Slovenije

HI – hidroizolacija

EPS - ekspandiran polistiren

XPS - ekstrudiran polistiren

AB - armiran beton

1 UVOD

Po podatkih Evropske agencije za okolje (EEA) so največji porabniki energije v EU stavbe. Za delovanje stavb se porabi 40 % vse proizvedene energije, sledi promet z 32 %, industrija s 25 % in kmetijstvo s 3 % [1]. Po oceni Mednarodne okoljske agencije (IEA) se pri stavbah samo skozi ovoj izgubi okoli 60 % vse energije (od te predstavljajo 42 % izgube v stanovanjskih objektih in 57 % v poslovnih objektih) [2]. Glavna področja dejavnosti energetske učinkovitosti in večje izrabe obnovljivih virov energije so vzpodbujanje učinkovite rabe energije, vzpodbujanje investiranja v obnovljive vire energije, ozaveščanje, informiranje in usposabljanje uporabnikov končne energije, investorjev in drugih ciljnih skupin (vzdrževalci, ostalo osebje) ter vzpodbujanje svetovalnih servisov/storitev.

Največji prihranki se lahko dosežejo z zmanjšanjem izgub skozi toplotni ovoj stavbe, in sicer z uporabo inovativnih tehnologij, kot so napredne fasade, visokoizolativna okna in ukrepi za zagotavljanje zrakotesnosti. Ukrepi za zmanjšanje porabe morajo biti strokovni in preiščeni. Ena od podlag za načrtovanje učinkovitih ukrepov so tudi izračuni gradbene fizike. Poleg gradbenih ukrepov za zmanjšanje porabe energije se prihranke lahko ustvari tudi z izboljšavami na strojnih inštalacijah in z uporabo oz. vgradnjo energetske učinkovite naprav (aparati z oznako A++). Najučinkovitejša je vsekakor kombinacija več ukrepov.

Mnoge javne zgradbe imajo zaradi starosti in dotrajanosti slabo izoliran toplotni ovoj, uporabljajo tradicionalno razsvetljavo in imajo neustrezen ogrevalni sistem. Podobno kot šole in bolnišnice so tudi DSO veliki porabniki energije. Večanje števila oskrbovancev v DSO zaradi staranja prebivalstva, vedno glasnejše zahteve po zmanjševanju rabe energije in povečevanju učinkovitosti ter možnosti porabe sredstev Evropskega kohezijskega sklada so leta 2009 privedli do naročila razširjenih energetskega pregledov za vseh tedajšnjih 53 DSO v RS. EP je za Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve izdelalo podjetje Genera-Proplus (Genera celostne rešitve d.o.o. in Proplus inženiring, projektiranje d.d.). Kljub temu da so stroški sanacije lahko visoki, se pri večini ukrepov investicija v naslednjih letih povrne preko nižjih stroškov za energente (ogrevanje, električna energija, zemeljski plin itd.).

Med DSO, za katere so bili izdelani razširjeni EP, je bilo na javnem razpisu »Energetska sanacija domov za starejše, katerih ustanovitelj je Republika Slovenija in so v pristojnosti Ministrstva za delo, družino in socialne zadeve ter opravljajo socialno varstveno dejavnost, [3]« uspešnih okoli 60 %. Za analizo sem med slednjimi izbral pet (5) domov, ki imajo bolj enostavno arhitekturno zasnovo in so bili pripravljeni za študijske namene posredovati podatke o porabi energije po sanaciji. Osnova za analizo je dejanska poraba energije pred izvedbo sanacije, predvidena poraba na osnovi v EP predvidenih ukrepov in merjena poraba po izvedenih ukrepih.

V nalogi sem primerjal dejanske prihranke energije za ogrevanje z izračunanimi v EP. Ti so bili izračunani po poenostavljeni IJS metodi, vhodni podatki pa so bili popolnoma neodvisni od merjene porabe pred sanacijo - temeljili so zgolj na izračunih gradbene fizike. Predvidene koristi energetske sanacije so se v praksi izkazale celo za bolj učinkovite kot je bilo sprva ocenjeno.

1.1 NAMEN IN CILJ NALOGE

Namen naloge je bil analiza energetskih prihrankov v DSO. Za doseganje cilja sem se moral podrobneje spoznati s posameznimi načini in metodami izračuna specifičnih toplotnih izgub skozi ovoj stavbe, interpretirati rezultate računalniškega programa za izračun gradbene fizike NovoCAD [4] ter izdelati primerjavo med predvidenimi toplotnimi prihranki (v nadaljevanju prihranki), dobljenimi z računsko metodo (poenostavljena IJS metoda) pred energetsko sanacijo, in dejanskimi prihranki po sanaciji. Dobljene rezultate za vsakega od petih domov starejših občanov sem interpretiral z vidika doseženega učinka. Primerjava slednjih je mogoča šele sedaj, ko je bila sanacija izvedena in so na voljo merjene količine porabljene energije.

Prvotni cilj naloge je bil določiti ujemanje po metodi IJS izračunanih prihrankov z dejansko porabo energije pred sanacijo in po njej; v ta namen sem poustvaril izračun s HDD metodo, na kateri temelji IJS metoda izračuna. Rezultati so bili osnova za poglobljeno analizo prihrankov za vsak posamezen DSO, za končno primerjavo pa so bili za domova, katerih prihranki so najbolj odstopali od dejanskih, narejena še kontrolna izračuna s programom KI Energija.

1.2 ZASNOVA NALOGE

Ob preučevanju rezultatov razširjenih EP, ki jih je leta 2009 po naročilu MDSSZ izdelalo podjetje Genera-Proplus (bil sem v ekipi, zadolženi za izračune gradbene fizike za vse DSO), sem ugotovil, da pri samem izračunu pričakovanih prihrankov merjeni podatki o porabi niso bili neposredno upoštevani niti niso bili z njimi kakorkoli usklajeni (npr. normirani ali korigirani s kakšnim koeficientom). Pojavilo se je vprašanje, kolikšno in če sploh je ujemanje izračunanih prihrankov z dejanskimi. Glede na metodo izračuna porabe pred sanacijo (povprečje porabe vsaj treh let ali več) je smiselna primerjava z enako dolgim obdobjem po sanaciji.

Analizo prihrankov sem izvedel na podlagi teh podatkov:

- podatkov o porabi pred sanacijo;
- izračunanih »na roke« po metodi IJS in v EP navedenih prihrankih sanacijskih ukrepov;
- poustvarjenih izračunih gradbene fizike z istim programom za izračun gradbene fizike kot je bil uporabljen za določitev faktorja toplotne prevodnosti v izračunu po IJS metodi – NovoCAD [4] (izračunal sem potrebno toploto za ogrevanje stavbe pred sanacijo in po njej) in
- dejanske (merjene) porabe toplote po sanaciji (prvi in zadnji podatek sem pridobil od uporabnika);
- poustvarjenih izračunov (s programom NovoCAD [4]) določene potrebne toplote pred sanacijo in po njej za študijsko primerjavo v nalogi

To so bili vhodni podatki za analizo prihrankov energetsko saniranih DSO. Zaradi enostavnejše interpretacije rezultatov in boljše preglednosti porabe energentov so med saniranimi domovi izbrani takšni, ki niso sestavljeni iz več različnih objektov in nimajo

dislociranih enot. Idealen dom bi imel eno zgradbo brez kakršnihkoli prizidkov in čim bolj enotno sestavo konstrukcijskih sklopov ovoja (v nadaljevanju KS).

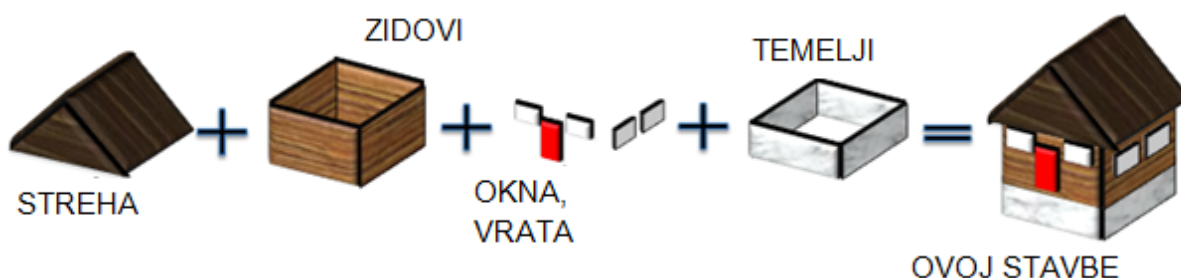
Računska energetska bilanca stavbe oz. potrebna količina toplote pred sanacijo in po njej je bila določena s pomočjo lokacijskih karakteristik objekta (projektna temperatura), geometrijskih karakteristik objekta (površina stavbe, površina elementov ovoja, volumen) in sestave obstoječih KS.

Predlog sanacije v EP je bil pripravljen na podlagi izračune spremembe faktorja toplotne prehodnosti (U), ki se ga je izračunalo s programskim orodjem NovoCAD [4]. Vsekakor je bilo vodilo pri predlogih sanacije upoštevanje veljavne zakonodaje z vidika dovoljenih specifičnih transmisijskih toplotnih izgub, ob sočasnemu izogibanju kondenzaciji zaradi difuzije vodne pare. Funkcionalnost sanacijskih predlogov je bila dosežena z dodajanjem izolativnih plasti oz. sistemov znotraj zakonskih zahtev (največji dovoljen faktor toplotne prehodnosti s Preglednice 1). Opozoril bi na dejstvo, da je bila za izračun prihrankov v EP uporabljena poenostavljena metoda IJS, ki temelji na računski metodi HDD (ta je prikazana v enačbi (12)). HDD Metoda je predpisana v Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah iz leta 2002 [5]. Hkrati pa so bili največji dovoljeni faktorji toplotne prehodnosti privzeti iz Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah iz leta 2008 [6], kljub temu da ta takrat še ni bil vstopil v veljavo, ampak šele leta 2010 (izračuni GF so bili narejeni konec leta 2009). Vrednosti U so danes podane v PURES 2010 [7] in Tehnični smernici TSG-1-004:2010 (v nadaljevanju TSG 4) [8]. Več o tem je napisano v poglavjih 1.4.1 in 1.4.2.

1.3 POJMI

1.3.1 Zunanji ovoj in toplotni ovoj stavbe

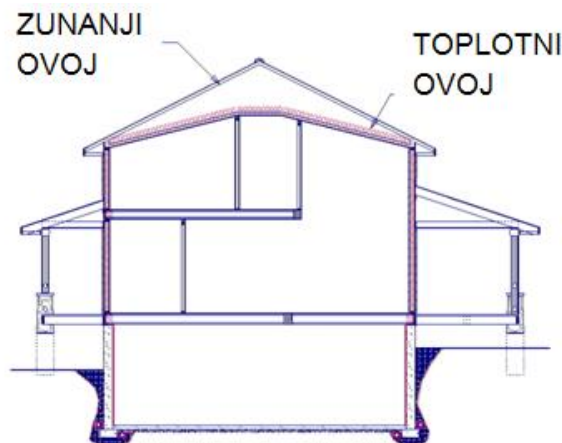
Ovoj je fizična pregrada med zunanjim okoljem in objektom. Praviloma je sestavljen, kot prikazuje Slika 1 (lahko pa je tudi enoten – npr. iglu!). Ovoj ščiti notranjost pred zunanjimi vplivi, kot so padavine, veter, temperature, vlaga in UV-sevanje. Z izboljšavami na ovoju lahko dosežemo boljšo energetsko učinkovitost.



Slika 1: Elementi ovoja (vir: prirejeno po [9])

K ovoju stavbe štejemo vse zunanje elemente kot so streha, zunanje stene, okna in vrata ter vkopane stene in tla. Toplotni ovoj stavbe pa predstavljajo zunanje stene, stene, ki mejijo na neogrevane prostore, zunanje stene proti terenu, strop proti terenu, tla na terenu, strop proti neogrevanemu podstrešju, strop nad neogrevano kletjo, strop, ki meji na zunanji zrak, poševna streha nad ogrevanim podstrešjem, ravna streha, okna in steklena vrata in zunanja vrata brez zasteklitve. Razlika med obema je razvidna s slike 2.

Na žalost k ovojju spadajo tudi toplotni mostovi, ki so mesta povečanega prehoda toplote. Obstajajo točkovni in linijski toplotni mostovi [11]. Četudi obstaja možnost, da ne prispevajo dosti k toplotnim izgubam (ampak ponavadi ni tako), predstavljajo mesta (točkovni) ali odseke (linijski toplotni mostovi), kjer se pojavljajo npr. plesni, kondenzacija vodne pare itd.



Slika 2: Primerjava med zunanjim in toplotnim ovojem (vir: prirejeno po [10])

1.3.2 Toplotna prehodnost U (W/m^2K)

Toplota Q (J) je energija in lahko prehaja na tri načine, in sicer s:

- kondukcijo (v trdninah);
- konvekcijo (v kapljevinah in plinih) in
- sevanjem (v plinih in vakuumu).

V nadaljevanju naloge je upoštevan predvsem prehod s prevajanjem (kondukcijo) - to je prenos toplote skozi material v trdnem agregatnem stanju, kjer se energija v obliki toplote prenaša preko trkov med elektroni. To so transmisijske izgube, ki prehajajo skozi ovoj; ventilacijske izgube pa so posledica prezračevanja.

Toplotna prehodnost konstrukcijskega sklopa nam pove, kolikšen toplotni tok (P) preteče pri stacionarnih pogojih skozi KS površine 1 m^2 pri temperaturni razliki 1 K na obeh straneh zidu: $U=1/R$ [12]. Na toplotni tok skozi ovoj stavbe najbolj vpliva velikost površin KS in toplotna prehodnost KS [13].

U – toplotna prehodnost, ki jo merimo v ($W/(m^2K)$), je fizikalna količina, s katero določimo termoizolativno sposobnost KS. Odvisna je predvsem od toplotne prevodnosti (λ) in debeline (d) uporabljenih materialov. Čim manjša je vrednost U , tem boljše izolativne lastnosti ima material oz. KS (npr. po PURESu dovoljena toplotna prehodnost zunanje stene je $0,28\text{ W/(m}^2K)$; toplotna prehodnost neizolirane zunanje stene v Domu A pa $1,36\text{ W/(m}^2K)$!).

Toplotna prevodnost materiala (λ), ki jo merimo v ($W/(mK)$), nam pove, kako hitro posamezen material pri danih pogojih prevaja toploto [12].

$$U_i = \sum_{i=1}^n \frac{\lambda_i}{d_i} \quad (1)$$

Pri zaporedni vezavi se toplotni upori seštevajo [12]. Nadomestni faktor toplotne prehodnosti izračunamo s seštevanjem obratnih vrednosti posameznih slojev konstrukcije:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_1} + \frac{1}{U_2} + \frac{1}{U_3} + \dots + \frac{1}{U_n} \stackrel{\text{def}}{=} R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (2)$$

Toplotni upor (R) nam pove koliko Kelvinov temperaturne razlike (K) mora biti med obema stranema zidu površine 1 m², da skozenj teče 1 W toplotnega toka P [13]. Toplotni upor konstrukcijskega sklopa (R) je obratna vrednost toplotne prehodnosti (U).

$$R = \frac{1}{U} = \frac{d}{\lambda} \rightarrow U = \frac{1}{\sum R} \quad (3)$$

1.4 ZAKONODAJA

Evropska komisija je z namenom za izkoriščenje velikega energijsko-varčevalnega potenciala s področja stavb in za zmanjšanje porabe energije že leta 2002 sprejela Direktivo o energetske učinkovitosti stavb (direktiva EPBD 2002/91/ES [14]). Ta je od držav članic zahtevala zmanjšanje rabe energije v zgradbah za 30 odstotkov. To bi dosegli z določitvijo nacionalne metodologije za izračun energijske bilance stavbe in minimalnih standardov energetske učinkovitosti novozgrajenih stavbah in pri večjih prenovah, v fazo projektiranja stavb vključeno obvezno študijo izvedljivosti za alternativne energetske sisteme in uvedbo energetske izkaznice za stavbe, ki vstopajo na nepremičninski trg. Predvideno je bilo, da države članice EU v treh letih od začetka veljavnosti direktive v svojo zakonodajo implementirajo zakone in ostale predpise, potrebne za uskladitev z direktivo. Zaradi (pre)počasne vpeljave zahtev direktive v nacionalne zakonodaje je bil rok pozneje podaljšan za tri leta (do leta 2009). V letu 2010 je bila sprejeta prenovljena direktiva EPDB-r (2010/31/EU [15]), ki narekuje cilje »20-20-20 do 2020« tj. 20 odstotno zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov v primerjavi z letom 1990, 20 odstotno zmanjšanje porabljene energije (URE) in 20 odstotno povečanje uporabe obnovljivih virov (OVE) (povzeto po [15]).

»Izvajanje razvojne prioritete »Trajnostna raba energije« bo prispevala k izpolnjevanju zahtev direktive o energetske učinkovitosti in energetskih storitvah glede doseganja prihrankov končne energije v obdobju 2008–2016. Prispevala pa bo tudi pomemben delež k izpolnjevanju obveznosti Slovenije pri zmanjšanju emisij toplogrednih plinov v skladu s Kjotskim protokolom,« (cit. po [16]).

Razvojna prioriteta predstavlja ključni vzvod za znižanje rabe energije in zmanjševanje emisij toplogrednih plinov v Sloveniji. Cilji s področja URE in OVE so:

- povečanje energetske učinkovitosti;
- povečanje soproizvodnje (kogeneracije) toplote in električne energije ter
- povečanje proizvodnje toplote in električne energije iz obnovljivih virov in deleža biogoriv v gorivih v prometu (povzeto po [16]).

1.4.1 PURES 2010

Direktiva EPBD 2002 je bila podlaga za PURES 2008 [6]. Tega je zaradi poenotenja računske metodologije s Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaje energetske izkaznice [17] ter uskladitve z evropskimi standardi določenimi v EPBD-r 2010/31/EU [15], nasledil PURES 2010 [7].

PURES 2010 [7] določa tehnične zahteve za učinkovito rabo energije v stavbah na področju toplotne zaščite, ogrevanja, hlajenja, prezračevanja ali njihove kombinacije za delovanje sistemov v stavbi ter metodologijo za izračun energijskih lastnosti stavbe v skladu z Direktivo 31/2010/EU (1. člen) [15]. »Pravilnik se uporablja za gradnjo novih stavb in rekonstrukcijo stavbe, če se posega v najmanj 25 % površine toplotnega ovoja (2. člen [7]),« in je sestavni del Zakona o graditvi objektov (235. člen ZGO-1: vsi gradbeni predpisi; 3. Alineja [18]). V 16. členu pa določa, »da je energijska učinkovitost stavbe dosežena, če je najmanj 25 odstotkov vse končne dovedene energije zagotovljene z uporabo obnovljivih virov energije. Enako se šteje, če je $Q(NH)$ – glej enačbo (2), preračunana na enoto kondicionirane površine za najmanj 30 % nižja od mejne vrednosti iz 7. člena tega pravilnika. Energijska učinkovitost je dosežena tudi, če je vgrajeno najmanj 6 m² (svetle površine) sprejemnikov sončne energije z letnim donosom najmanj 500 kWh/(m²a),« (povzeto po [7]).

Eden od načinov za zmanjšanje rabe energije so tudi omejitve. Z vsakim novim pravilnikom sta se manjšala tako največji dovoljeni faktor toplotne prehodnosti (U), kot tudi največja dovoljena specifična poraba toplote za ogrevanje v stavbah.

V Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah iz leta 2002 [5], je bila največja dovoljena specifična letna toplota za ogrevanje stanovanjske stavbe (Q/A_u ; A_u je notranja tlorisna površina ogrevanih prostorov) določena s funkcijo oblikovnega faktorja, kjer je f_0 količnik med kondicionirano površino stavbe in ogrevanim volumnom ($f_0=A/V$),

$$\frac{Q}{A_u} \leq 45 + 40 \cdot f_0 \quad (4)$$

Za nestanovanjske stavbe pa

$$\frac{Q}{A_u} \leq 14,4 + 12,8 \cdot f_0 \quad (5)$$

V PURES 2008 [6] je bila določena opisno: »da letna potrebna primarna energija za gretje, prezračevanje, hlajenje in pripravo tople pitne vode ne preseže vrednosti referenčne stavbe enakih velikosti, enake prostornine in položaja kot projektirana stavba ob uporabi dovoljenih vrednosti iz 7. do 21. člena,« (cit. po [6]).

V PURES 2010 [7], 7. člen, je dovoljena letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe $Q(NH)$, preračunana na enoto kondicionirane površine $A(u)$ oziroma prostornine $V(e)$ stavbe, lahko za stanovanjske stavbe manjša ali enaka:

$$\frac{Q(NH)}{A_u} \leq 45 + 60 \cdot f_0 - 4,4 \cdot T(L) \text{ (kWh/(m}^2\text{a))} \quad (6)$$

za javne stavbe pa

$$\frac{Q(NH)}{V_e} \leq 0,29 \cdot (45 + 60 \cdot f_0) - 4,4 \cdot T(L) \text{ (kWh/(m}^2\text{a))} \quad (7)$$

Do 31.12.2014 je veljalo prehodno obdobje z večjimi dovoljenimi vrednostmi. Za primer enostanovanjske stavbe v Sloveniji, z oblikovnim faktorjem (ovoj/prostornina) 0,6 m⁻¹, je po zahtevah PURES 2010 [7] od leta 2015 naprej $Q(NH)$, preračunana na enoto kondicionirane površine A_u , omejena na 38 kWh/m²a.

Vlada RS je na 33. redni seji dne 22.4.2015 sprejela »Aksijski načrt za skoraj nič-energijske stavbe za obdobje do leta 2020« (AN sNES [19]), kjer je največja dovoljena potrebna toplota za ogrevanje stavbe za objekt s faktorjem oblike f_0 $0,6 \text{ m}^{-1}$, ob upoštevanju minimalnih zahtev za skoraj nič-energijsko stavbo, dodatno znižana na 25 kWh/m^2 (povzeto po [19])!

1.4.2 Tehnična smernica TSG 4

Tehnična smernica za graditev TSG-1-004 Učinkovita raba energije [8] določa gradbene ukrepe oziroma rešitve za doseg zahtev iz PURES 2010 in določa metodologijo izračuna energijskih lastnosti stavbe (povzeto po 5. členu PURES 2010 [7]). Tehnično smernico je pripravilo Ministrstvo za okolje in prostor 22.6.2010. TSG 4 [8] se pri določanju metode izračuna porabe energije sklicuje na SIST EN ISO 13790 [20]. V slednjem je definirano:

- letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe $Q(NH)$ in letni potrebni hlad za hlajenje stavbe $Q(NC)$;
- toplotne cone (prostor oziroma delež tlorisa stavbe; če cona obsega 80 % ali več celotne stavbe, se slednja upošteva kot enotna cona);
- karakteristično površino in prostornino stavbe (zunanja površina stavbe A (m^2), ki omejuje bruto ogrevano prostornino stavbe V_e in skozi katero prehaja toplota v okolico);
- notranje toplotne vire (4 W/m^2 za stanovanjske prostore in šole ter 6 W/m^2 za nestanovanjske prostore kot so gostinski lokali, pisarne in upravne stavbe ter trgovske stavbe z večjim številom naprav);
- toplotno kapaciteto stavbe itd. (povzeto po [20]).

Preglednica 1: Največja dovoljena toplotna prehodnost gradbenih elementov stavb [6]

Gradbeni element stavbe	Določen $U_{\max}$ ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Uporabljen v EP $U_{\text{zmanjšan}}$ ($\text{W/m}^2\text{K}$)
Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom	0,28	0,25
Zunanja stena ogrevanih prostorov proti terenu	0,35	0,32
Tla na terenu (ne velja za industrijske stavbe)	0,35	0,32
Tla nad neogrevano kletjo ali neogrevanim prostorom	0,35	0,32
Tla nad zunanjim zrakom	0,30	0,27
Strop proti neogrevanemu prostoru, stropi v sestavi ravnih ali poševnih streh (oz. ravne ali poševne strehe)	0,20	0,18
Tla nad zunanjim zrakom	0,30	0,27
Okna in okenska vrata v gretim prostorih	1,30	1,17
Svetlobniki	2,40	2,16
Vhodna vrata	1,60	1,44
Garažna vrata	2,00	1,80

Izpostavil bi dejstvo, da so bili pri izdelavi sanacijskih ukrepov v EP (Poglavje 2.5) uporabljeni še vsaj 10 % strožji kriteriji (za 10 % manjši U , kot pa je predpisan). Razlog samoiniciativne zaostritve so do sedaj le posamezna izvedena dela na ovojih domov. Obenem v doglednem času ni pričakovati novih posegov četudi bi to bilo potrebno zaradi novi dognanj stroke ali zahtevano s spremembami gradbenih predpisov.

1.5 RAČUNALNIŠKI PROGRAMI ZA IZRAČUN GRADBENE FIZIKE

Za izračun gradbene fizike obstaja kar nekaj računalniških programov. Nekateri so plod domačega znanja: TEDI in TOST [22], KI ENERGIJA 2010 (program razvit v Sloveniji za tuje podjetje) [23], Archimaid [24], NovoCAD [4]. Seveda obstajajo tudi programi tujih proizvajalcev: URSA GRADBENA FIZIKA 4.0 [25], PHPP (PassivHaus Projektierungs Paket) [26], idr. Na tem mestu je potrebno omeniti, da vsi programi razen NovoCADa [4] (ki je bil razvit pred letom 2009), pri izračunu uporabljajo PURES 2010 [7], TSG 4 [8] in standard SIST EN ISO 13790 [20]. Izgube in potrebno energijo računajo bolj kompleksno - na podlagi določitve ogrevanih con (katerih je lahko je več). Vsled izključno zahteve po izračunu faktorja toplotne prehodnosti U pri pripravi sanacijskih ukrepov v EP ni bilo potrebe po uporabi bolj zapletenih programov za izračun gradbene fizike. Z vsemi navedenimi programi/aplikacijami se najprej izračuna toplotno prehodnost U in difuzijo vodne pare skozi posamezne KS, v nadaljevanju pa celotne izgube oz. energetsko bilanco objekta – toplotne izgube in solarne dobitke skozi zastekljene površine. Nazadnje se lahko izračuna količina potrebne energije za ogrevanje; v primeru da je objekt hlajen tudi za hlajenje. Pri izboru ustreznega programa za izračun gradbene fizike in izdelavo projekta sanacije je nujno, da program še upošteva s trenutno veljavno zakonodajo predpisane kriterije, saj se ti, kot je opisano v poglavju 1.4, nenehno spreminjajo oz. zaostrujejo.

Primerjava med izračuni posameznih programov, ki so jo za akademske potrebe opravili na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo (Košir, M., Krainer, A., Šestan, P., Kristl, Ž. 2013 [27]), je pokazala, da so najbolj točni in smiselni rezultati izračunani s programom TOST [22].

1.5.1 Programsko orodje NovoCAD

Izračuni prihrankov posameznih ukrepov v EP so bili narejeni na podlagi s programom NovoCAD [4] izračunanega faktorja U (U_1 pred sanacijo in U_2 po sanaciji). Za izpeljavo naloge pa sem na podlagi teh podatkov in podatkov o domovih poustvaril izračune gradbene fizike in izpisal rezultate v obliki potrebna toplota (Q_I) pred sanacijo in po njej. Programsko orodje določa parametre po metodi HDD, ki računa izgube stavbe na osnovi toplotnega primanjkljaja DD (K_{dni}); prikazana je spodaj kot enačba (12).

Vhodni podatki, ki se jih vnese v program NovoCAD:

- lokacija objekta (določa projektno temperaturo in trajanje ogrevalne sezone);
- namembnost stavbe (stanovanjska/nestanovanjska/ostale);
- urna izmenjava zraka;
- ogrevani volumen in zunanje površine objekta;
- ogrevanje (definiramo vrsto energenta in izkoristek);
- vrsta in sestava konstrukcijskih sklopov;
- določitev vrste izgub skozi tla (tla na terenu/ogrevana klet);
- orientacija delov objekta (sever, jug, JV itd.) in
- toplotni dobitki (solarni, notranji).

Na lokacijo (koordinate oz. katastrsko občino) so vezani podatki o projektni temperaturi, povprečni letni temperaturi, letni količini osončenosti glede na naklon (povprečna mesečna dnevna vsota energije sončnega obsevanja) ter začetku in koncu ogrevalne sezone – število ogrevalnih dni.

Program sicer ponudi možnost upoštevanja poenostavljenega načina izračuna toplotnih mostov (v primeru, da imajo vsi toplotni mostovi linijsko toplotno prehodnost manjšo ali enako 0,2 W/mK), tako da poveča toplotno prehodnost celotnega ovoja stavbe za 0,1 W/mK. Sestavo konstrukcijskega sklopa se določi bodisi z materiali iz baze ali pa definiramo svojega. Debeline posameznih slojev KS so bile povzete iz projektov ali določene ob ogledu objekta (sondiranje). Sloj 1 je prvi z notranje (toplejše) strani konstrukcije, sloj z najvišjo zaporedno številko pa je na zunanji (hladnejši) strani. Na podlagi vnešenih podatkov program izračuna faktor toplotne prehodnosti U posameznega KS. Ustreznost le-tega je določena s faktorjem največje dovoljene toplotne prehodnosti ($U_{\max}$), prikazano v Preglednici 1 (povzeto po Prilogi 1 iz PURES 2008, [6]). Prav tako program prikaže graf temperature v posamezni plasti KS glede na toplotno prevodnost posameznega materiala in izriše graf parnih tlakov, kjer je označena ravnina kondenzacije, če do nje prihaja. V primeru navlaževanja program javi, če je čas izsuševanja večji od dovoljenega.

Izračuni so prikazani v posameznih zavihkih:

- transmisijske izgube skozi ravne dele ovoja in skozi tla. Določen je tudi koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub (ter ali je le-ta večji ali manjši od dovoljenih);
- potrebna toplota za ogrevanje (Q_h) je izračunana z enačbo (13). Rezultat je energetska bilanca oz. razlika med celotnimi izgubami (Q_l) ter solarnimi dobitki (Q_s) in notranjimi viri (Q_i);
- neustrezne konstrukcije, katerih faktor toplotne prehodnosti ni skladen z vrednostmi v Preglednica 1 ali je čas izsuševanja večji od dovoljenega, so eksplicitno označene.

Način izračuna izgub v programu NovoCAD je prikazan v enačbah (8) do (10) (vir: Elaborat gradbene fizike [4]). Za izračun potrebne energije z metodo HDD je potrebno določiti koeficient celotnih toplotnih izgub (H), ki je vsota koeficienta transmisijskih izgub (enačba (9)) in koeficienta prezračevalnih toplotnih izgub (enačba (11)).

$$H = H_t + H_v \text{ (W/K)} \quad (8)$$

Kjer je koeficient transmisijskih izgub določen kot seštevek izgub skozi ravne površine ovoja stavbe, izgub skozi tla in zidove pod tlemi L_s (enačba (10)) ter izgub skozi neogrevane prostore H_u ,

$$H_t = L_d + L_s + H_u \text{ (W/K)} \quad (9)$$

Toplotne izgube skozi zunanji ovoj stavbe L_d so določene kot seštevek izgub skozi ravne površine ovoja stavbe ter izgub skozi linijske in točkovne toplotne mostove.

$$L_d = \sum A_i \cdot U_i + \sum L_j \cdot \Psi + \sum \kappa_k \text{ (W/K)} \quad (10)$$

$\sum A_i \cdot U_i$ – izgube skozi ravne neprozorne površine ovoja stavbe (W/K)
 $\sum L_j \cdot \Psi$ – izgube skozi linijske toplotne mostove (W/K)
 $\sum \kappa_k$ – izgube skozi točkovne toplotne mostove (W/K)

Koeficient prezračevalnih izgub se izračuna kot zmnožek urne izmenjave zraka (n) z ogrevanim volumnom stavbe (V).

$$H_v = n \cdot V \cdot 0,34 \text{ (W/K)} \quad (11)$$

Celotne toplotne izgube stavbe se v orodju NovoCAD [4] izračunajo kot zmnožek med koeficientom celotnih toplotnih izgub in temperaturnim primanjkljajem (DD (Kdni); ta je določen za vsako katastrsko občino v Sloveniji). Pri izračunih se zaradi preglednosti uporablja enota kWh/a ali MWh/a, kjer je a časovna enota annum ali leto [28].

$$Q_I = H \cdot DD \cdot 24h \text{ (kWh/a)} \quad (12)$$

Z energetske bilanco določimo potrebno toploto za ogrevanje (Q_H). Ta je izračunana kot razlika med izgubami (Q_I), za faktor izkoristka zmanjšanimi toplotnimi dobitki ($Q_g = Q_i + Q_s$) in dobitkov zaradi solarnega sistema:

$$Q_H = Q_I - \eta \cdot Q_g - Q_{sse} \text{ (kWh/a)} \quad (13)$$

kjer je η - faktor izkoristka dobitkov. Za razliko od zgoraj navedene metode je v PURES 2010 [7] podan izračun koeficienta specifičnih transmisijских izgub $H'(T)$, kot

$$H'(T) = \frac{H(T)}{A} \text{ (W/m}^2\text{K)} \quad (14)$$

kjer je $H(T)$ količnik transmisijских izgub in A celotna zunanja površina stavbe ter ne sme presegati:

$$H'(T) \leq 0,28 + \frac{T_L}{300} + \frac{0,04}{f_0} + \frac{z}{4} \text{ (W/m}^2\text{K)} \quad (15)$$

PURES 2010 [7] uvaja tudi nov pojem Q_f - dovedena energija za delovanje stavbe, ki ga po enačbi (4) ali enačbi (5) v TSG 4 [8] določa po SIST EN ISO 13790 [20] in se glasi:

$$Q_f = Q_{fH_{final}} + Q_{fC_{final}} + Q_{fv} + Q_{fst} + Q_{fw} + Q_{fl} + Q_{fpv} + Q_{faux} \text{ (kWh)} \quad (16)$$

Dovedena energija za delovanje stavbe je vsota vse energije, potrebne za ogrevanje (Q_{fH}), hlajenje (Q_{fC}), prezračevanje (Q_{fv}), za ovlaževanje (Q_{fst}), za pripravo tople vode (Q_{fw}), za razsvetljavo (Q_{fl}), za energijo fotonapetostnega sistema (Q_{fpv}) in pomožne energije za delovanje sistemov za razsvetljavo (Q_{faux}). Predvsem Q_{fH} (ali $Q_{(NH)}$) in Q_{fC} (ali $Q_{(NC)}$) sta podlaga za ugotavljanje skladnosti stavbe z zahtevami pravilnika [7]. Definira nov pojem primarna energija za delovanje sistemov v stavbi ($Q(p)$), ki se glasi:

$$\frac{Q(p)}{A_u} = 200 + 1,1 \cdot (60 \cdot f_0 - 4,4 \cdot T(L)) \text{ (kWh/(m}^2\text{a))} \quad (17)$$

1.6 SPECIFIČNA DEMOGRAFSKA SESTAVA

V Sloveniji je bilo leta 2015 po podatkih ZPIZ Slovenije več kot 480.000 prejemnikov starostne pokojnine [29]. Hkrati je bilo po zadnjih podatkih MDDSZ v Sloveniji 96 DSO (58 javnih zavodov in 38 s koncesijo), v katerih je bivalo 18.672 oseb [30]. Mnogi med njimi zaradi bolezni ali starosti niso zmožni za samostojno življenje ali nočejo živeti sami, zato se odločijo za oskrbo v DSO ali jim jo določijo. Med oskrbovanci je bilo 6 % mlajših od 65 let in okrog dve tretjini starejših od 80 let [31]. Po srednji varianti projekcije prebivalstva EUROPOP2008 naj bi se število starejših od 65 let do 2060 povečalo s 325.300 na 589.900, od tega starejših od 80 let z 71.200 na 249.500 [32].

Iz zgoraj napisanega lahko sklepamo, da se bo za oskrbo v DSO odločilo vedno več ljudi in bo posledično moralo biti tudi več domov. Kljub temu, da bodo novi domovi morali biti zgrajeni skladno z zahtevami, je bilo leta 2009 v Sloveniji 53 domov, ki so bili energetske večinoma neracionalno zasnovani in potrebni prenove. Kot taki so relativno veliki porabniki energije. Vsled implementacije razvojne prioritete »Trajnostna raba energije« je MDSSZ pristopil k ugotavljanju še neizkoriščenih energetske potencialov vseh takratnih DSO. Naročili so izdelavo razširjenih energetske pregledov stavb z elaboratom gradbene fizike ter termovizijo in potrebnimi meritvami za vseh 53 zavodov, katerih ustanovitelj je RS. Povzetek vsebine EP je prikazan v poglavju 2.

Po mojem mnenju pa pri predvideni sanaciji niso najpomembnejše finančne koristi investitorja. Posebej pri bolj občutljivih skupinah uporabnikov je izboljšanje bivalnega udobja pomembnejše od (finančnih) prihrankov. Koristi bi lahko ocenili (in tudi morali) dolgoročno, še posebej z vidika zmanjšanja bolnišničnih dni na račun obolenj stanovalcev doma, kot so v primeru zagotavljanja neustreznega udobja dolgotrajnejši prehlad, pljučnica, bronhitis, ter (ne nazadnje tudi) poslabšanje revmatičnih in ostalih kroničnih obolenj. Ne smemo pozabiti, da so starejši in bolehniki bolj nagnjeni k podhladitvam zaradi manj aktivnega oz. bolj ležečega načina življenja. Vsekakor ne smemo dopustiti, da se prihranki ustvarjajo na rovaš zdravlja uporabnikov!

2 RAZŠIRJENI ENERGETSKI PREGLEDI DOMOV STAREJŠIH OBČANOV

EP lahko glede na namen in obseg razvrstimo v tri skupine:

- preliminarni pregled je najenostavnejša oblika EP. Izdelava se na podlagi enodnevnega obiska objekta in na podlagi podatkov o porabi energije, zbranih s pomočjo vprašalnika;
- poenostavljeni energetski pregled se uporabi za preproste in lahko razumljive primere;
- razširjeni energetski pregled zahteva celovito analizo stavbe. Vsebuje natančne izračune energetske potrebe in analizo izbranih ukrepov za URE. Razširjeni energetski pregled se uporablja pri podjetjih oziroma ustanovah, ki imajo kompleksnejše porabnike energije (povzeto po [33]).

Kot je razvidno s Slike 3, je pri izdelavi EP najprej potrebno opraviti splošne analize energetskega stanja objekta, spoznati strukturo in delovanje doma ter pridobiti račune stroškov energentov in porabo le-teh. V naslednji stopnji se izvede popis največjih porabnikov energije, njihovo stanje in stanje zgradbe (poglavje 2.4). Na osnovi dobljenih rezultatov analize stanja vseh energetske sistemov, se poda predloge ukrepov, ki vodijo k zmanjšanju stroškov za energijo in do izboljšanja bivalnih in delovnih pogojev (poglavje 2.5).

Strokovne podlage za izvedbo energetske pregledov so naslednje:

- Metodologija izvedbe energetskega pregleda (MOP, april 2008 [34]);
- opravljen strokovni ogled objektov;
- opravljeni razgovori z uporabniki objektov;
- pridobljeni podatki s strani uporabnikov objektov;
- proučitev razpoložljive projektne dokumentacije.

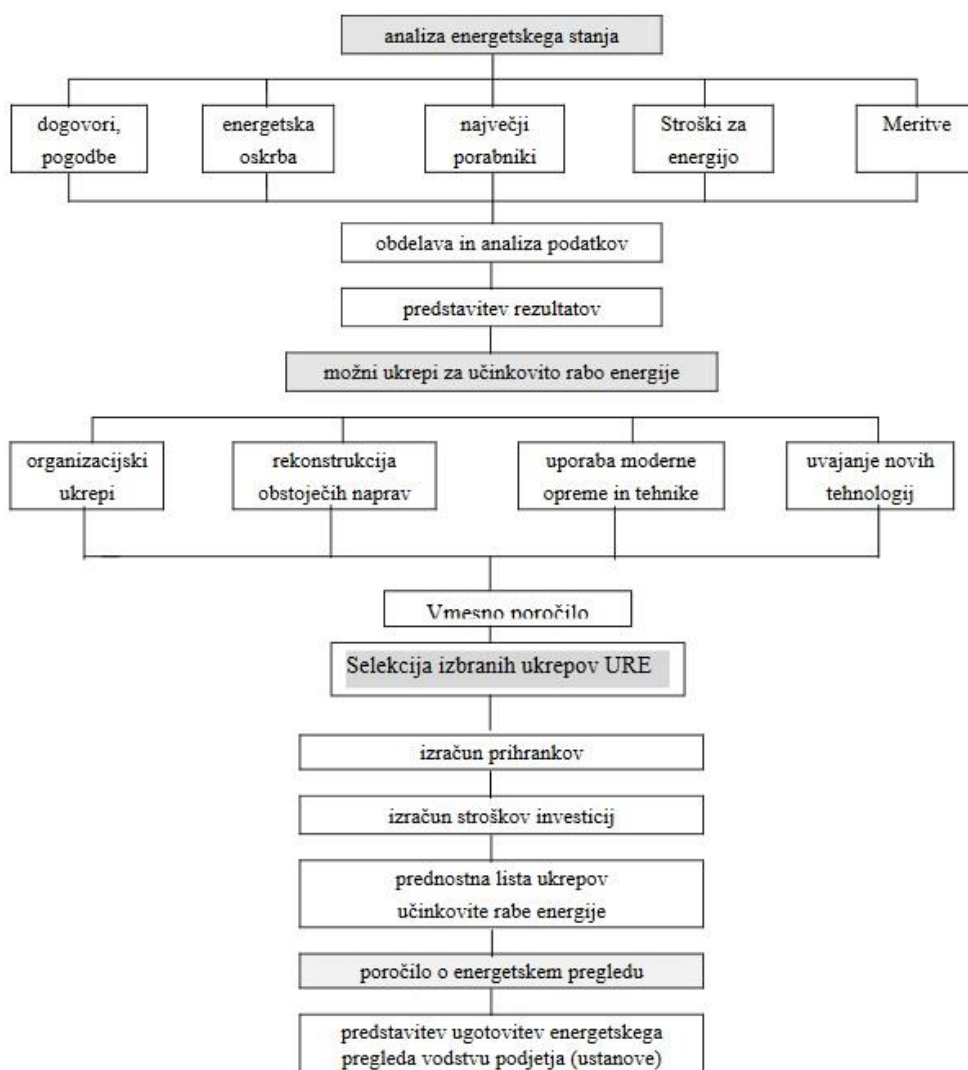
Na tem mestu bi rad izpostavil kompleksnost dokumenta. Na videz povsem ločene tematske sklope pravzaprav povezuje pragmatizem – zmanjšati navzkrižno interakcijo, saj redko kateri projektivni biro pri nas zaposluje tako širok spekter strokovnjakov, da bi lahko naenkrat skupaj pripravljali poročilo. Razširjeni EP je sestavljen iz posameznih sklopov različnih strokovnjakov, katere nosilec »zlepi« v celoto, in zato ni vsebinsko prepletenih poglavij, ampak so le-ta v EP nanizana.

V nalogi so zajeti in opisani sledeči domovi starejših občanov:

- Socialnovarstveni zavod Dutovlje;
- Dom starejših občanov Črnomelj;
- Dom starejših občanov Lendava;
- Dom starejših občanov Ljubljana Šiška
- Dom upokojencev Franc Salomon Trbovlje.

V nadaljevanju bodo vsi obravnavani DSO enotno poimenovani Dom. Zaradi varstva podatkov sem domove namesto poimensko, označil od A do E.

V naslednjih podpoglavjih predstavljena vsebina razširjenega energetskega pregleda je povzeta po vseh petih EP. Večina poglavij je zaradi (pre)obsežnosti skržena [35].



Slika 3: Shema izdelave razširjenega energetskega pregleda (vir: [34])

2.1 NAMEN IN CILJI ENERGETSKEGA PREGLEDA

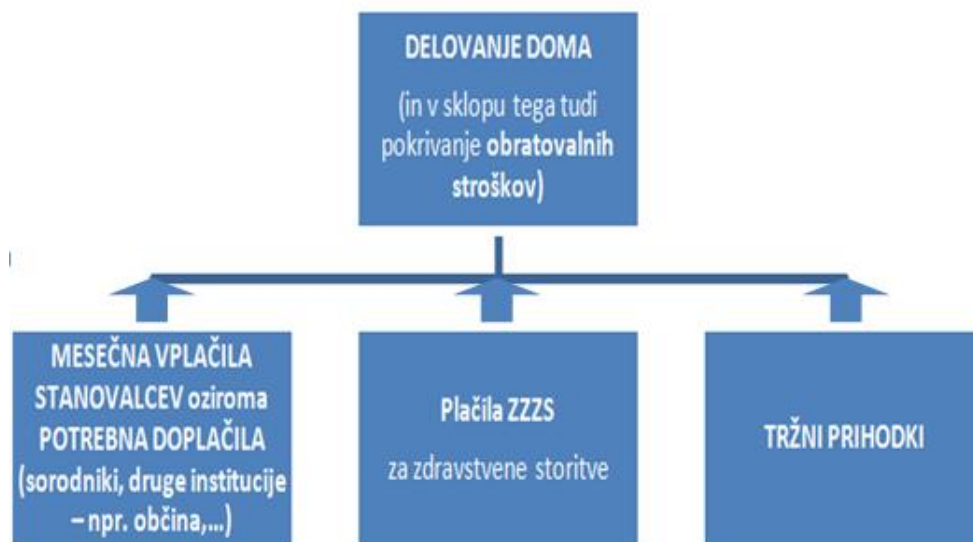
Namen razširjenega energetskega pregleda je analiza energetskega stanja DSO ter obravnavanje možnih ukrepov URE, analiza izbranih ukrepov URE, ocena izvedljivosti izbranih investicijskih ukrepov z ovrednotenjem ekološke primernosti.

Cilji EP so:

- osveščanje, motiviranje in informiranje glede URE;
- evidentiranje ter analiza možnih ukrepov učinkovite rabe energije;
- uvajanje ciljnega spremljanja rabe energije;
- takojšnje izvajanje organizacijskih ukrepov;
- priprava podatkov za izvajanje investicijskih ukrepov.

2.2 STROŠKI IN NADZOR NAD RABO ENERGIJE

Nadzor nad stroški je pomemben, saj je DSO samostojen javni zavod in mora kot tak smotrno ravnati s sredstvi, v nasprotnem primeru je njegovo delovanje ogroženo. Na sliki 4 je prikazan model prihodkov javnega zavoda DSO.



Slika 4: Shema denarnih tokov v DSO

Nadzor energetskih izdatkov se vrši preko pregleda računov. Stroške in porabo beleži vzdrževalec. Vsem DSO je bila priporočena uvedba energetskega knjigovodstva. Nekateri porabo beležijo sami (npr. Dom Črnomelj in Dom Lendava), drugi (npr. Dom Trbovlje, Dom Ljubljana Šiška in Dom Dutovlje, [36]) pa so najeli zunanjšega sodelavca in sicer podjetje ENEKOM iz Škofje Loke, ki trži sistem ciljnega spremljanja rabe energije (CSRE). Ta za doseganje kontinuiranih prihrankov omogoča računalniško spremljanje rabe le-te.

Sistem ciljnega spremljanja rabe energije CSRE omogoča:

- natančne evidence o rabi energije (trenutna, dnevna, mesečna, letna);
- spremljanje in vrednotenje učinkovitosti rabe energije in stroškov zanjo na osnovi karakterističnih kazalnikov (EnPI);
- primerjavo in ocenjevanje karakteristične rabe energije znotraj in izven podjetja;
- določitev ciljnih vrednosti oziroma želene rabe energije;
- izboljšanje transparentnosti rabe energije;
- učinkovito obvladovanje energijskih tokov in stroškov za energijo (povzeto po [37]).

Glavni vstopni energenti v DSO so električna energija, ekstra lahko kurilno olje (ELKO) ali daljinsko ogrevanje in utekočinjen naftni plin (UNP). Pri zniževanju stroškov nakupa električne energije in ostalih energentov delujejo domovi v okviru finančnih zmožnosti - nižanje stroškov za energijo dosegajo s pogajanjem z dobavitelji in rednim preverjanjem konkurenčnosti ostalih ponudb na trgu.

Pogodbo o dostopu do distribucijskega omrežja imajo domovi sklenjeno z elektro podjetjem. Izpad električne energije bi zaradi samega načina delovanja doma v zimskem času povzročil

težave pri zagotavljanju želene notranje temperature zaradi ustavitve obtočnih črpalk in kotlov. Električna energija je v kotlih potrebna za pogon gorilnikov in regulacijo. Pri dolgotrajnem izpadu električne energije bi lahko prišlo do zamrznitve cevi in s tem poškodb na cevovodih zaradi morebitnega neizpraznjenja sistema. Nekateri domovi (Dom Črnomelj in Dom Ljubljana Šiška) imata vgrajen rezervni dieselski agregat.

Domovi se oskrbujejo z ekstra lahkim kurilnim oljem (ELKO) po potrebi. S strani dobaviteljev ELKO do sedaj ni bilo težav pri dobavi energenta. Noben DSO nima nadomestnega vira ogrevanja.

Oskrba domov z utekočinjenim naftnim plinom se izvaja po potrebi. UNP pripeljejo s cisterno vsem domovom; oskrba Doma Ljubljana Šiška je zagotovljena s priklopom na obstoječe plinovodno omrežje. S strani dobaviteljev (UNP) do sedaj ni bilo težav pri dobavi energenta. Kot nadomestni vir bi lahko uporabili jeklenke plina, vendar bi ta ukrep zahteval prilagoditev razvodov plina za plinske porabnike.

Oskrba z vodo je zagotovljena preko lokalnega vodovodnega omrežja. Domovi plačujejo vodarino in kanalščino po porabljenem m³. Vodarino, števnino in priključno moč plačujejo mesečno.

2.3 OGREVANJE IN HLAJENJE

Ogrevanje prostorov se regulira v odvisnosti od počutja oskrbovancev in glede na zunanjo temperaturo. Notranja temperatura v objektih je v povprečju okoli 21-23°C, kar je skladno z določili iz Pravilnika o prezračevanju in klimatizaciji stavb [38], ki v 14. členu določa temperaturo v času ogrevanja med 19°C in 24°C, priporočljivo pa je 20°C do 22°C. Na spletu sem našel standarde Ameriške zvezne države Tennessee glede zahtev v domovih starostnikov, ki mnogo bolj ohlapno določajo najnižjo (65°F/18°C) in najvišjo dovoljeno temperaturo (85°F/29°C) – zgolj v izogib hipotermije (podhladitev) in hipertermije [39], nič pa ne omenjajo toplotnega ugodja oskrbovancev.

Pri transportu tople vode od kotlarne do posameznih porabnikov se pojavljajo določene toplotne izgube. Priprava tople sanitarne vode je v domovih izvedena na tak način, da ne prihaja do večjih problemov v cirkulaciji tople vode. Pri distribuciji vroče vode v ogrevalnem sistemu prihaja do manjših hidravličnih neuravnoteženj, večjih tlačnih izgub in posledično do večje obremenitve obtočnih črpalk (večja poraba električne energije).

Toplota, proizvedena v kuhinji zaradi uporabe kuhinjskih aparatov (štedilniki, peči itn.), se v nobenem od domov ne izkorišča z rekuperacijsko napo. Tudi odpadna toplota naprav za pranje in sušenje perila ni izkoriščena.

Domovi se ogrevajo preko centralnega ogrevalnega sistema. Dovod toplote v prostore je izveden z radiatorji. Vsi DSO razen Doma Črnomelj so priključeni na sistem daljinskega ogrevanja. Dom Črnomelj ima lastno kotlovnico na ELKO. Kotel je v stalnem obratovanju za pokrivanje potreb pri oskrbi s toplo sanitarno in grelno vodo. Kotlovnica se nahaja v osnovnem objektu, kakor tudi podpostaja. Razvod sistema za razdeljevanje tople vode za ogrevanje je razpelnjan v objektu zato ne prihaja do toplotnih izgub v okolico. Izgube se pojavljajo pri cirkulaciji tople sanitarne vode in pri toplotnih šokih.

2.4 ANALIZA ENERGETSKIH TOKOV V STAVBI IN POTREBNA TOPLOTA ZA OGREVANJE STAVBE ZARADI TRANSMISIJSKIH IZGUB

Podatki o stavbah, predvsem kar zadeva sestavo KS, so bili pridobljeni tako na lokacijah objektov, kot tudi iz projektne dokumentacije, saj imajo nekateri domovi zaradi optimizacije stroškov zaposlene zunanje vzdrževalce. Že pred obiskom objekta pa so bili uporabnikom poslani vprašalniki, da so se lahko bolje pripravili na obisk predstavnika izdelovalca EP. Stavbe so grajene skladno z veljavnimi predpisi v času gradnje; objekti so povečini za sedanje predpise slabo izolirani. Natančnejši opis objektov in prikaz porabe je podan v nadaljevanju za vsak dom posebej. Posamezni vgrajeni sloji so naštetih od notranjosti proti zunanosti. Omenil bi, da KS tla na terenu ni nikjer podrobneje opisan, saj v nobenem DSO ni prišel v poštev za sanacijo. Razlog opustitve predloga sanacije tal je predvsem tehnične narave, saj so kleti domov nivojsko izravnane npr. z dovoznimi rampami, po ali ob njih potekajo inštalacije, katerih prestavitev je velik strošek. V kolikor bi predvideli dvig kote tal smo omejeni s stropom kleti. Omejitve so torej ekonomske in tehnične narave. Opustitev sanacije pa ne vpliva na energetsko bilanco, saj smo predpostavili, da izgube skozi (neustrezna) tla ostanejo enake pred sanacijo in po njej.

Pri izdelavi EP je bila narejena analiza porabe energentov in stroškov, določitev sanacijskih ukrepov KS ter izračun gradbene fizike posamezne stavbe. Rezultati so podani v nadaljevanju. Vodoravna črta, ki deli stolpca Poraba in Povprečna poraba v preglednicah o porabi, označuje leto izvedbe sanacije. Poraba pred sanacijo je v Grafikonih 1 do 5 označena z modro barvo, po sanaciji pa z zeleno. V skoraj vseh primerih je zmanjšanje porabe po sanaciji zelo opazno. V izogib ponavljanja grafikonov, prikazujem hkrati tudi podatke za obdobje po sanaciji. Podatki o temperaturi zraka so bili pridobljeni s spletne strani ARSO za bližnje meteorološke postaje [40].

2.4.1 Dom A

Uporabna površina doma A znaša $A_U=4.337 \text{ m}^2$, celotna zunanja površina stavbe pa znaša $A=6.408 \text{ m}^2$. Ogrevana prostornina stavbe je $V_e=13.554 \text{ m}^3$ (povzeto po Prilogi 1). Dom spada med velike DSO. Projektna temperatura je -7°C . Število ogrevalnih dni je 235. $DD=2.900 \text{ Kdan}$.

S Preglednice 2 je razvidno, da največji del zunanjih površin stavbe predstavljajo zunanje stene, kjer je tudi največ izgub. Po izračunu z IJS metodo so te pred sanacijo znašale 131 MWh/a . U oken in vrat je visok, zato so izgube navkljub 3-krat manjši površini mnogo večje kot pri KS strop proti neogrevanemu podstrešju ($80 \text{ MWh} : 29 \text{ MWh}$). Izračunane izgube po vrednosti niso enake dejanskim ampak zgolj prikazujejo razmerje med posameznimi, za sanacijo predvidenimi KS.

Preglednica 2: Prikaz lastnosti stavbe Dom A

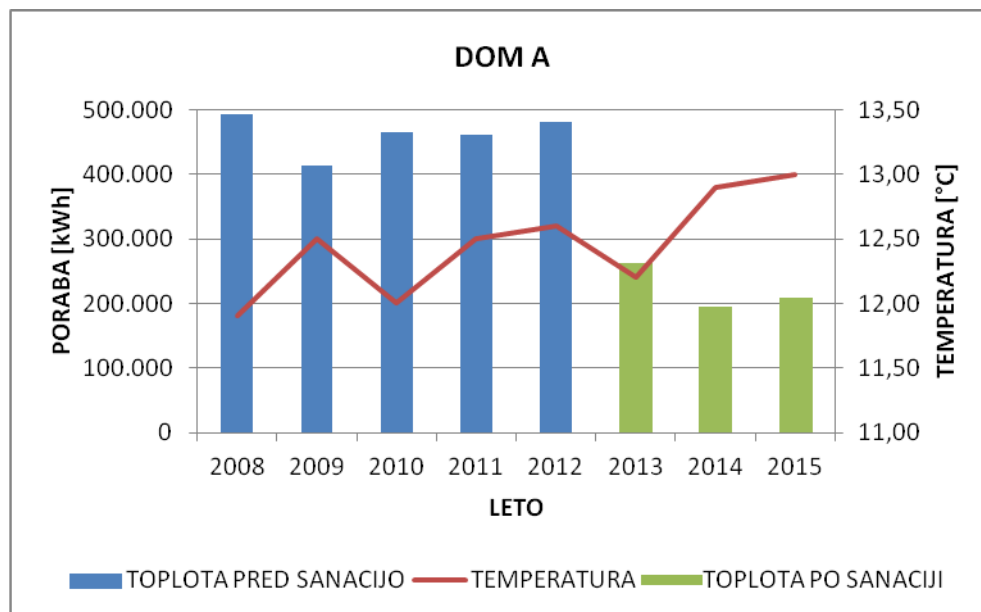
Faktor toplotne prehodnosti	Uzunanje stene1 ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Uzunanje stene2 ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Uokna, vrata1 ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Uokna, vrata2 ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Ustrop proti neogrevanemu podstrešju ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Ustreha ($\text{W/m}^2\text{K}$)
pred sanacijo	0,61	1,36	2,51	1,26	0,21	0,34
po sanaciji	0,24	0,23	1,11	1,26	0,16	0,34

Površine	Zunanje stene1	Zunanje stene2	Okna, vrata1	Okna, vrata2	Strop proti neogr.podstrešju	Streha
	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)
	1.145	870	380	156	1.743	135
Toplotne izgube	Zunanje stene (MWh/leto)		Okna, vrata (MWh/leto)		Streha/strop (MWh/leto)	
pred sanacijo	130,9		80,0		28,7	
po sanaciji	33,0		42,9		21,0	

V Preglednici 3 je prikazana poraba po letih. Povprečna poraba pred sanacijo je znašala 462 MWh. Na Grafikonu 1 je prikazana poraba v odvisnosti od povprečne letne zunanje temperature. Nedvournne korelacije med temperaturo in porabo ni.

Preglednica 3: Podatki o porabi za Dom A

Leto	Povp. T (°C)	Poraba (kWh)	Povp. poraba (kWh)
2008	11,9	492.340	pred sanacijo: 462.456
2009	12,5	412.540	
2010	12	465.307	
2011	12,5	461.296	
2012	12,6	480.797	
2013	12,2	262.350	po sanaciji: 221.931
2014	12,9	195.186	
2015	13	208.258	



Grafikon 1: Povprečna letna zunanja temperatura ter poraba Doma A pred sanacijo in po njej

Sestava posameznih elementov ovojja stavbe je opisana v Preglednici 4. Če za kakšen KS ni bilo projektov, je navedena le vrsta materiala, katero je zabeležil popisovalec ali vzdrževalec – kot npr. ekspandirani polistiren (EPS) v spodnji preglednici.

Preglednica 4: Sestava ovoja Doma A

Element	Sestava	U (W/(m ² K))
a) tla na terenu	- keramične ploščice (2cm) - znotraj - estrih (6cm) - PVC folija (0,02cm) - EPS (4cm) - bitumenska hidroizolacija (1cm) - podložni beton (8cm) - nasutje pesek (20cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS: 41cm	0,72
b1) zunanje (obodne) stene proti okolici	- podaljšana apnena malta (2cm) - znotraj - kamniti zid (60cm) - zunanj omet (3cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS: 65cm	1,36
b2) zunanje (obodne) stene proti okolici	- podaljšana apnena malta (2cm) - znotraj - opečni zid (29cm) - fasadni sistem Demit (4cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS: 35cm	0,61
c) zunanje stene proti terenu	- podaljšana apnena malta (2cm) - znotraj - kamniti zid (60cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS: 62cm	1,41
d) strop proti neogrevanemu podstrešju	- podaljšana apnena malta (2cm) - znotraj - AB plošča (4cm) - polna opeka (15cm) - steklena volna (12cm) - PVC folija - estrih (5cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS: 64cm	0,21
e) ravna streha	- omet (2cm) - znotraj - AB plošča (20cm) - hidroizolacija - EPS (10cm) - pesek (4cm) - pralne plošče (4cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS: 41,3cm	0,34
f) okna, vrata	- lesena okna in vrata z dvojno zasteklitvijo (stara) - okna in vrata v PVC izvedbi z dvojno zasteklitvijo (nova)	2,51 1,25

2.4.2 Dom B

Uporabna površina doma B znaša $A_U=6.566 \text{ m}^2$, celotna zunanja površina stavbe pa znaša $A=6.143 \text{ m}^2$. Ogrevana prostornina stavbe je $V_e=20.520 \text{ m}^3$ (povzeto po Prilogi 3). Dom spada med velike DSO. Projektna temperatura je -13°C . Število ogrevalnih dni je 235. $DD=3.300 \text{ Kdan}$.

S Preglednice 5 je razvidno, da največji del zunanjih površin stavbe predstavljajo zunanje stene, kjer je tudi največje izgub. Po izračunu z IJS metodo so te pred sanacijo znašale 281 MWh/a. U oken in vrat je zelo visok, zato so izgube navkljub enaki površini veliko večje kot

pri KS strop proti neogrevanemu podstrešju (187 MWh : 23 MWh). Izračunane izgube po vrednosti niso enake dejanskim ampak zgolj prikazujejo razmerje med posameznimi, za sanacijo predvidenimi KS.

Preglednica 5: Prikaz lastnosti stavbe Dom B

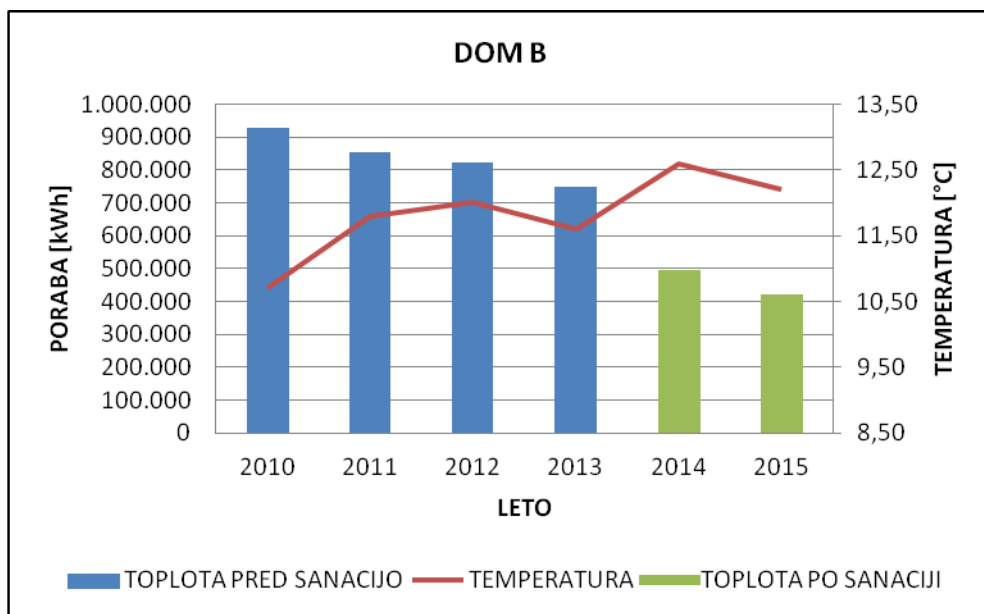
Faktor toplotne prehodnosti	Uzunanje stene (W/m ² K)	Uokna, vrata1 (W/m ² K)	Uokna, vrata2 (W/m ² K)	Uravna streha (W/m ² K)
pred sanacijo	1,21	2,63	1,23	0,29
po sanaciji	0,22	1,16	1,23	0,17
Površine	Zunanje stene (m ²)	Okna, vrata1 (m ²)	Okna, vrata2 (m ²)	Ravna streha (m ²)
	2.929	780	250	1.020
Toplotne izgube	Zunanje stene (MWh/leto)	Zasteklitve (MWh/leto)		Ravna streha (MWh/leto)
pred sanacijo	280,7	186,8		23,4
po sanaciji	51,0	96,0		13,7

V preglednici 6 je prikazana poraba po letih. Povprečna poraba pred sanacijo je znašala 837 MWh.

Preglednica 6: Podatki o porabi za Dom B

Leto	Povp. T (°C)	Poraba (kWh)	Povp. poraba (kWh)
2010	10,70	926.838	pred sanacijo: 837.327
2011	11,80	853.050	
2012	12,00	821.542	
2013	11,60	747.879	
2014	12,60	493.046	po sanaciji: 456.941
2015	12,20	420.836	

Na Grafikonu 2 je prikazana poraba v odvisnosti od povprečne letne temperature. Korelacija med temperaturo in porabo je sicer nakazana (višja kot je letna zunanja temperatura manjša je poraba), ampak v Domu B so že pred pričetkom izdelave EP pričeli z uvajanjem in izvajanjem organizacijskih ukrepov (zato edino pri temu Domu niso predvideni organizacijski ukrepi za bolj učinkovito rabo energije). Bolj verjetno je trend padanja porabe pred sanacijo posledica implementacije URE kot pa dviga letne temperature z 10,5°C v 2010 na 12°C v letu 2015.



Grafikon 2: Povprečna letna zunanja temperatura ter poraba Doma B pred sanacijo in po njej

Sestava posameznih elementov ovoja stavbe je opisana v Preglednici 7. Če za kakšen KS ni bilo projektov, je navedena le vrsta materiala – npr. ekspandirani polistiren (EPS).

Preglednica 7: Sestava ovoja Doma B

element	sestava	U (W/(m ² K))
a) tla na terenu	- keramične ploščice (2cm) - znotraj - cementni estrih (4cm) - PVC folija (0,2cm) - EPS (2cm) - bitumenska hidroizolacija (1,3cm) - beton (7cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS: 16,5cm	1,15
b) zunanje (obodne) stene proti okolici	- apnena malta (2cm) - znotraj - beton (19cm) - EPS (2cm) - beton (4cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS: 27cm	1,21
c) zunanje (obodne) stene proti terenu	- apnena malta (2cm) - znotraj - beton (19cm) - bitumenska HI (1,3cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS: 22,3cm	0,65
d) ravna streha	- podaljšana apnena malta (2cm) - znotraj - betonska plošča (12cm) - naklonski beton (7cm) - EPS (12cm) - bitumenska HI (1,3cm) - PVC folija na klobučevini (0,5cm) - gramoz (5cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS: 39,8cm	0,29

element	sestava	U (W/(m ² K))
e) okna, vrata	• ALU okna in vrata z dvojno zasteklitvijo • PVC okna in vrata z dvojno zasteklitvijo	2,63 1,23

2.4.3 Dom C

Uporabna površina doma C znaša $A_0=5.127 \text{ m}^2$, celotna zunanja površina stavbe pa znaša $A=6.070 \text{ m}^2$. Ogrevana prostornina stavbe je $V_e=16.022 \text{ m}^3$ (povzeto po Prilogi 5). Dom spada med velike DSO. Projektna temperatura je -13°C . Število ogrevalnih dni je 235. $DD=3.500 \text{ Kdan}$.

Preglednica 8: Prikaz lastnosti stavbe Dom C

Faktor toplotne prehodnosti	Uzunanje stene (W/m ² K)	Uokna, vrata (W/m ² K)	Upoševna streha (W/m ² K)	Uravna streha (W/m ² K)
pred sanacijo	0,27	1,25	0,22	0,38
po sanaciji	0,27	1,25	0,22	0,17
Površine	Zunanje stene (m ²)	Okna, vrata (m ²)	Poševna streha (m ²)	Ravna streha (m ²)
	2.748	436	650	578
Toplotne izgube	Zunanje stene (MWh/leto)	Okna, vrata (MWh/leto)	Streha (ravna/poševna) (MWh/leto)	
pred sanacijo	62,3	45,8	30,5	
po sanaciji	62,3	45,8	20,3	

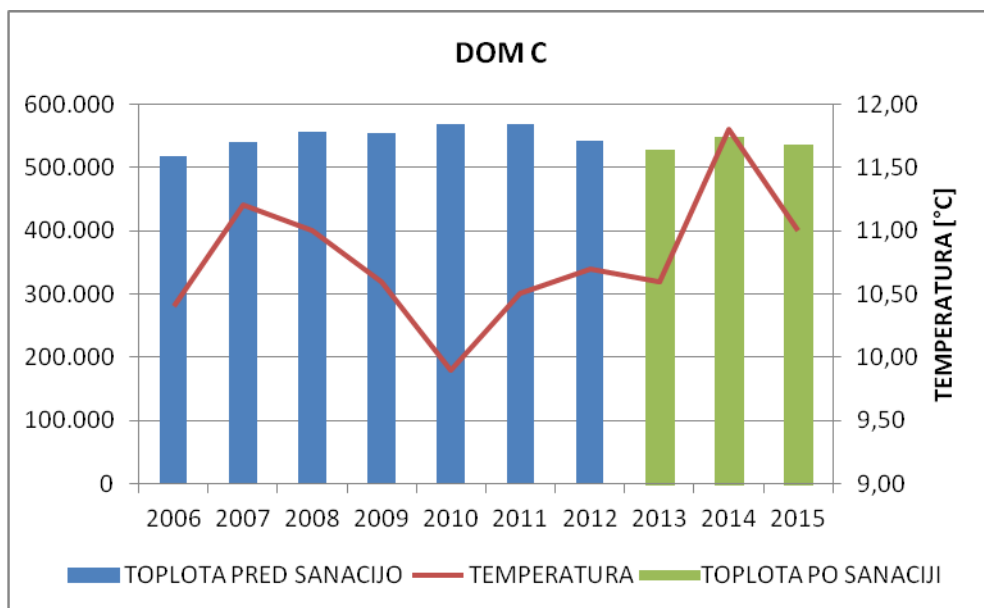
Kot je razvidno s Preglednice 8 največji del zunanjih površin stavbe predstavljajo zunanje stene, kjer je tudi največ izgub. Te po izračunu z IJS metodo znašajo 62 MWh/a. Izračunane izgube po vrednosti niso enake dejanskim ampak zgolj prikazujejo razmerje med posameznimi, za sanacijo predvidenimi KS.

Preglednica 9: Podatki o porabi za Dom C

Leto	Povp. T (°C)	Poraba (kWh)	Povp. poraba (kWh)
2006	10,40	518.007	pred sanacijo 549.330
2007	11,20	539.179	
2008	11,00	556.188	
2009	10,60	553.289	
2010	9,90	567.759	
2011	10,50	569.267	
2012	10,70	541.623	
2013	10,60	527.902	po sanaciji 536.940
2014	11,80	547.656	
2015	11,00	535.261	

V Preglednici 9 je prikazana poraba po letih. Povprečna poraba pred sanacijo je znašala 549 MWh. Na Grafikonu 3 pa je prikazana poraba v odvisnosti od povprečne zunanje letne

temperature. Korelacije med zunanjo temperaturo in porabo ni. Zaradi predhodno izvedene sanacije objekta zmanjšanje porabe po sanaciji ni opazno.



Grafikon 3: Povprečna letna zunanja temperatura ter poraba Doma C pred sanacijo in po njej

Sestava posameznih elementov ovoja stavbe je opisana v Preglednici 10. Posamezni vgrajeni sloji pa so naštet od znotraj proti navzven. Če za kakšen KS ni bilo projektov, je navedena le vrsta materiala – npr. ekspanzirani polistiren (EPS).

Preglednica 10: Sestava ovoja Doma C

element	sestava	U (W/(m ² K))
a) tla na terenu	- keramične ploščice (1cm) - znotraj - cementni estrih (6cm) - NOVOLIT stiropor (4cm) - bitumenski premaz (1cm) - beton (10cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS: 22cm	0,68
b) zunanje (obodne) stene proti okolici	- pod. apnena malta (2,5cm) - znotraj - mrežasta in votla opeka (30cm) - TERVOL SMARTWALL (12cm) - akrilni zaključni sloj (0,17cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS: 44,7cm	0,27
c) zunanje (obodne) stene proti terenu	- pod. apnena malta (2,5cm) - znotraj - beton (30cm) - XPS (12cm) - akrilni omet (0,17cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS: 44,7cm	0,29
d) poševna streha nad ogrevanim podstrešjem	- mavčno kartonske plošče (1,5cm) - znotraj - TYVEK folija - jeklo (0,6cm) - poliuretanske plošče (15cm)	0,22

element	sestava	U (W/(m ² K))
	• jeklo (0,6cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS: 17,7cm	
e) ravna streha	• pod. apnena malta (1cm) - znotraj • betonska plošča (15cm) • NOVOLIT stiropor (8cm) • naklonski beton (6cm) • večplastna bitumenska HI (1cm) • nasuti gramoz (10cm) SKUPNA DEBELINA KS: 41cm	0,38
f) okna, vrata	• PVC izolacijska okna	1,25

2.4.4 Dom D

Uporabna površina doma D znaša $A_U=5.082 \text{ m}^2$, celotna zunanja površina stavbe pa znaša $A=5.960 \text{ m}^2$. Ogrevana prostornina stavbe je $V_e=15.881 \text{ m}^3$ (povzeto po Prilogi 7). Dom spada med velike DSO. Projektna temperatura je -13°C . Število ogrevalnih dni je 235. $DD=3.300 \text{ Kdan}$.

Preglednica 11: Prikaz lastnosti stavbe Dom D

Faktor toplotne prehodnosti	Uzunanje stene (W/m ² K)	Uokna, vrata1 (W/m ² K)	Uokna, vrata2 (W/m ² K)	Ustrop proti neogr.podstrešju (W/m ² K)	Upoševna streha (W/m ² K)	Uravna streha (W/m ² K)
pred sanacijo	0,52	1,23	2,51	0,19	0,22	0,42
po sanaciji	0,22	1,23	1,02	0,15	0,22	0,17
Površine	Zunanje stene (m ²)	Okna, vrata1 (m ²)	Okna, vrata2 (m ²)	Strop proti neogr.podstrešju (m ²)	Poševna streha (m ²)	Ravna streha (m ²)
	2.162	142	318	497	500	646
Toplotne izgube	Zunanje stene (MWh/leto)	Okna, vrata (MWh/leto)		Streha/strop (MWh/leto)		
pred sanacijo	94,4	81,8		40,0		
po sanaciji	39,9	41,9		18,5		

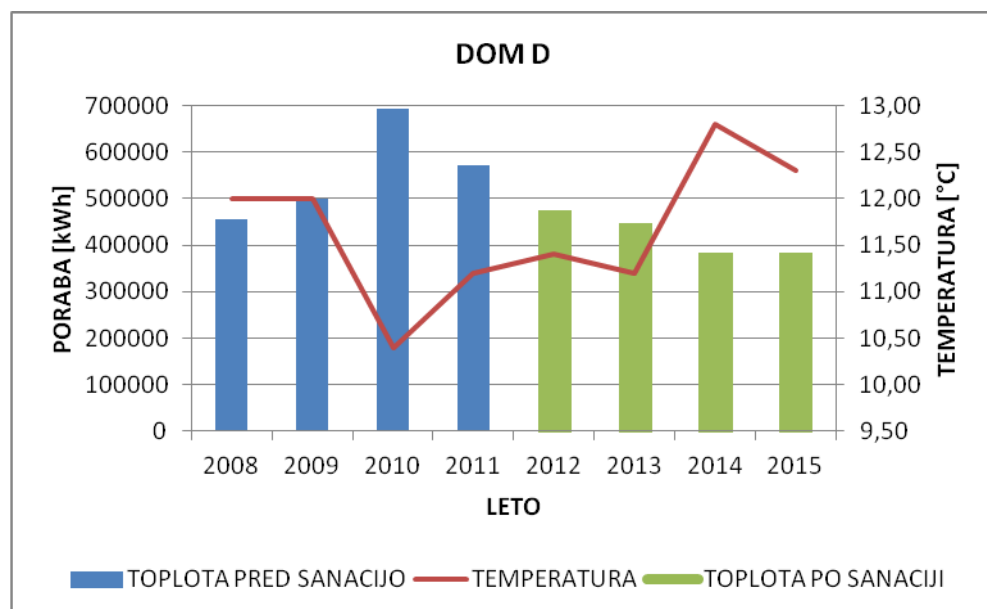
Kot je razbrati s Preglednice 11 predstavljajo največji del površin stavbe zunanje stene; tam so tudi največje izgube. Po izračunu z IJS metodo so te pred sanacijo znašale 94 MWh/a. U oken in vrat je zelo visok, zato so izgube navkljub skoraj 4-krat manjši površini dvakrat večje kot pri KS streha/ravna streha/strop neogrevanemu podstrešju skupaj (82 MWh : 40 MWh). Izračunane izgube po vrednosti niso enake dejanskim ampak zgolj prikazujejo razmerje med posameznimi, za sanacijo predvidenimi KS.

Poraba po letih in povprečna letna temperatura je prikazana v Preglednici 12. Povprečna poraba pred sanacijo je znašala 554 MWh.

Preglednica 12: Podatki o porabi za Dom D

Leto	Povp. T (°C)	Poraba (kWh)	Povp. poraba (kWh)
2008	12,00	454.542	pred sanacijo 554.101
2009	12,00	498.805	
2010	10,40	692.498	
2011	11,20	570.560	
2012	11,40	475.086	po sanaciji 422.705
2013	11,20	447.916	
2014	12,80	384.158	
2015	12,30	383.659	

Na Grafikonu 4 je prikazana poraba v odvisnosti od povprečne letne zunanje temperature. Izrazito je povečanje porabe v letu 2010; po sanaciji vpliva zunanje temperature na porabo ni.



Grafikon 4: Povprečna letna zunanja temperatura ter poraba Doma D pred sanacijo in po njej

Sestava posameznih KS ovoja stavbe je opisana v Preglednici 13. Posamezni vgrajeni sloji so naštetni od znotraj proti navzven. Če za kakšen KS ni bilo projektov, je navedena le vrsta materiala – npr. ekspanzirani polistiren (EPS).

Preglednica 13: Sestava ovoja Doma D

element	sestava	U (W/(m ² K))
a) tla na terenu	- keramične ploščice (0,5cm) - znotraj - cementni estrih (6,5cm) - EPS (6cm) - večplastna bitumenska HI (0,5cm) - AB plošča (7cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS: 20,5cm	0,55

element	sestava	U (W/(m ² K))
b) zunanje (obodne) stene proti okolici	- pod. apnena malta (2,5 cm) - znotraj - mrežasta votla opeka (24 cm) - fasadni sistem Demit (5cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS: 31,5cm	0,52
c) strop proti neogrevanemu podstrešju	- lesena obloga (1cm) - znotraj - PVC folija (0,02cm) - steklena volna TERVOL (20cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS:21,0cm	0,19
d) poševna streha nad ogrevanim podstrešjem	- lesena obloga (1,2) - znotraj - PVC folija (0,02cm) - steklena volna TERVOL (17cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS:18,2cm	0,22
e) ravna streha	- AB plošča (15cm) - znotraj - naklonski beton (6cm) - večplastna bitumenska HI (1cm) - XPS (8cm) - PVC folija na klobučevini (0,5cm) - gramoz (10cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS:41cm	0,42
f) okna, vrata	- PVC okna in vrata z dvojno zasteklitvijo - lesena okna in vrata z dvojno zasteklitvijo	1,23 2,51

2.4.5 Dom E

Uporabna površina doma E znaša $A_U=3.835 \text{ m}^2$, celotna zunanja površina stavbe pa znaša $A=4.799 \text{ m}^2$. Ogrevana prostornina stavbe je $V_e=11.985 \text{ m}^3$ (povzeto po Prilogi 9). Dom spada med srednje velike DSO. Projektna temperatura je -13°C . Število ogrevalnih dni je 235. $DD=3.500 \text{ Kdan}$.

Preglednica 14: Prikaz lastnosti stavbe Dom E

Faktor toplotne prehodnosti	Uzunanje stene (W/m ² K)	Uokna, vrata (W/m ² K)	Ustrop proti neogr. podstrešju (W/m ² K)
pred sanacijo	0,60	1,37	0,65
po sanaciji	0,25	1,37	0,18
Površine	Zunanje stene (m ²)	Okna, vrata (m ²)	Strop proti neogr. podstrešju (m ²)
	1.637	613	1.275
Toplotne izgube	Zunanje stene (MWh/leto)	Okna, vrata (MWh/leto)	Strop proti neogr. podstrešju (MWh/leto)
pred sanacijo	77,8	66,5	65,6
po sanaciji	32,4	66,5	18,2

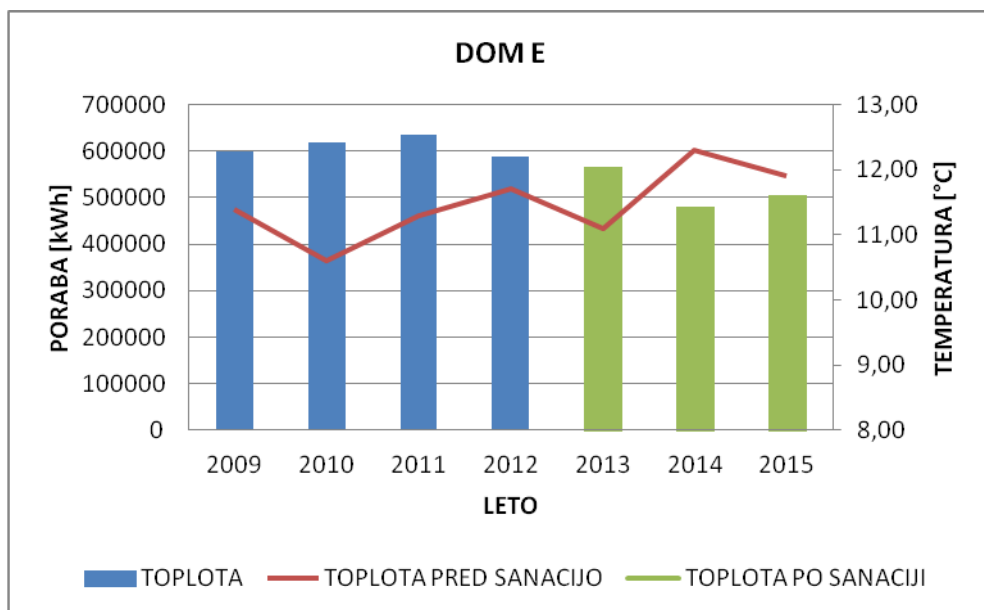
Podatki o izgubah s Preglednice 14 kažejo, da so izgube skoraj enakomerno porazdeljene med KS. Po izračunu z IJS metodo so pred sanacijo izgube skozi zunanje stene znašale 78 MWh/a. U oken in vrat ni visok; so pa izgube navkljub skoraj 2-krat manjši površini oken

enake kot pri KS strop proti neogrevanemu podstrešju (67 MWh : 66 MWh). Izračunane izgube ne prikazuje dejanske porabe ampak prikazuje zgolj razmerja izgub med posameznimi sklopi KS.

Preglednica 15: Podatki o porabi za Dom E

Leto	Povp. T (°C)	Poraba (kWh)	Povp. poraba (kWh)
2009	11,40	600.050	pred sanacijo 610.193
2010	10,60	618.700	
2011	11,30	635.000	
2012	11,70	587.020	
2013	11,10	565.000	po sanaciji 516.183
2014	12,30	479.100	
2015	11,90	504.450	

V preglednici 15 je prikazana poraba po letih. Povprečna poraba pred sanacijo je znašala 610 MWh. Na grafikonu 5 pa je prikazana poraba v odvisnosti od povprečne letne temperature. Pred sanacijo vpliva zunanje temperature na porabo ni.



Grafikon 5: Povprečna letna zunanja temperatura ter poraba Doma E pred sanacijo in po njej

Sestava posameznih elementov ovoja stavbe je opisana v Preglednici 16. Posamezni vgrajeni sloji so naštetni od navznoter proti navzven. Če za kakšen KS ni bilo projektov, je navedena le vrsta materiala – npr. ekstrudirani polistiren (EPS).

Preglednica 16: Sestava ovoja Doma E

element	sestava	U (W/(m ² K))
a) tla na terenu	- keramične ploščice (2cm) - znotraj - PVC folija mehka 0,2cm - cementni estrih (7 cm) - EPS (5 cm) - beton (16cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS: 30,2cm	0,63
b) zunanje (obodne) stene proti okolici	- pod. apnena malta (2cm) - znotraj - AB stena (30cm) - EPS (5cm) - zunajni omet (0,3 cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS: 37,3cm	0,60
c) strop nad neogrevano kletjo	- keramične ploščice (1cm) - znotraj - cementni estrih (7cm) - beton (16cm) - EPS (5cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS: 29cm	0,66
d) strop proti neogrevanemu podstrešju	- pod. apnena malta (2cm) - znotraj - AB plošča (16cm) - EPS (5cm) - PVC folija mehka (0,1cm) - cementni estrih (5cm) – zunaj SKUPNA DEBELINA KS: 28,1cm	0,65
e) okna, vrata	okna in vrata v PVC izvedbi z dvojno zasteklitvijo	1,37

2.5 PREDVIDENI UKREPI

Na podlagi ogledov objekta je bilo za doseganje energetskih prihrankov podanih več ukrepov.

Organizacijski ukrepi so izvedljivi takoj in v praksi prinašajo prve prihranke. Ti so:

- osveščanje uporabnika, lastnika, upravljavca;
- izobraževanje na področju racionalne rabe energije in ustreznih bivalnih pogojih mora potekati v različnih oblikah ter nivojih glede na ciljno skupino, saj je izobraževanje vodstvenih struktur povsem drugače zasnovano kot izobraževanje vzdrževalca ali stanovalcev/varovancev;
- informiranje odgovornih delavcev s strani usposobljenih institucij in sredstev javnega obveščanja, ki podatke kritično obdelajo in na primeren način posredujejo zaposlenim. Promoviranje mora biti na visoki ravni, izvaja pa naj ga vodstvo samo. Vodstvo, zaposleni, obiskovalci in oskrbovanci bi se morali zavedati pomena URE, saj s tem neposredno nižajo stroške in rabo energije DSO ter s tem posredno ohranjajo okolje;
- uvajanje energetskega managementa in energetskega knjigovodstva naj vključuje vse energente. Analiza naj bo na že pripravljenih obrazcih in naj jih tudi križno primerja, tako da bo tedensko porabljen čas za izdelavo poročila čim krajši;
- ciljno spremljanje rabe energije in stroškov ostaja trajna vzpodbuda za delo na področju racionalne rabe energije (ugašanje luči, ugašanje porabnikov in zapiranje

vode). Interes zaposlenih se doseže s prikazom denarnih tokov, kjer so prikazani stroški energije posameznih porabnikov;

- tedenska analiza porabe energije omogoča določitev relativnih vrednosti – indeksov, katerih bistveno odstopanje ali trendi nam lahko kažejo na mesto napak, ki jih je tako lažje odkriti in odpraviti. Mesečni ali letni trendi pa kažejo na stanje postrojenj in zgradb in omogočajo lažje in pravilnejše odločanje o njihovi sanaciji ali zamenjavi;
- spremljanje porabe energije, ki se zaradi zunanjih pogojev (okolica), naključnih dogodkov in napak stalno spreminja, lahko do neke mere popišemo, s čimer lahko tudi količinsko ovrednotimo porabo energije;
- izdelava postopkov za varčevanje z energijo (obvestila, navodila);
- ekonomična raba sveže pitne vode.

Investicijski ukrepi zajemajo sanacijske ukrepe in manjša popravila na objektu. Izvajajo se lahko na različnih področjih.

Ukrepi na ovoju zgradb (podrobneje predstavljeni v poglavju 2.5.1):

- izolacija fasade;
- izolacija medetažne plošče proti neogrevanemu podstrešju;
- izolacija strehe (ravne, poševne);
- zamenjava dotrajanega ali neustreznega stavbnega pohištva.

Ukrepi na ogrevalnem sistemu:

- hidravlično uravnoteženje sistema;
- rekonstrukcija toplotne postaje;
- namestitve termostatskih ventilov;
- vgradnja ali sanacija SSE.

Ukrepi na področju rabe električne energije:

- vgradnja energetske učinkovitih žarnic in zamenjava svetil, kjer je to smotno.

Ukrepi na področju hlajenja in prezračevanja:

- vgradnja klimatizacije z rekuperacijo;
- vgradnja split sistemov;
- sanacija prezračevanja.

2.5.1 Predvideni gradbeni ukrepi na toplotnem ovoju

Na toplotnem ovoju (lupini) posamezne stavbe se lahko prihrani pri porabi energije z naslednjimi ukrepi na posameznih elementih (predvideni ukrepi izhajajo iz merila najnižje cene, zato so za vgradnjo predvideni cenejši materiali):

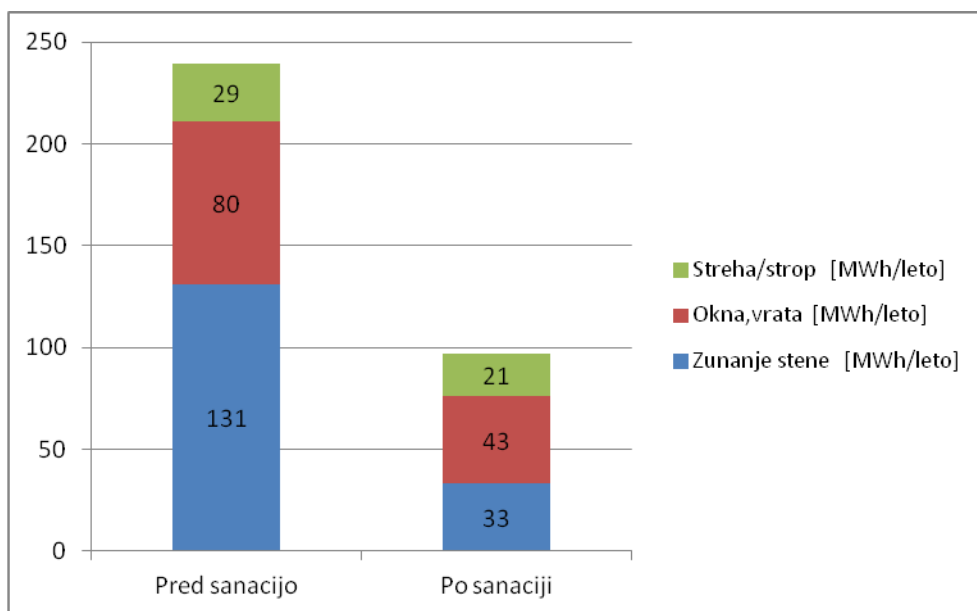
Dom A

- sanacija zunanjih sten proti okolici predvideva vgradnjo dodatne toplotne izolacije npr. fasadni sistem Demit v debelini 10 cm. V izračunih upoštevana toplotna prevodnost za vgradnjo predvidenega EPS-F je $\lambda=0,038$ W/mK. Dodatna izolacija bo skupaj z obstoječim KS zunanjih sten ustrezala predpisani maksimalni toplotni

prehodnosti $U=0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$. Izračunan faktor toplotne prehodnosti KS po sanaciji je $U=0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$;

- sanacija medetažne plošče proti hladnemu podstrešju objekta z izvedbo dodatne toplotne izolacije v debelini 5 cm (kot npr. Knauf Unifit; $\lambda=0,035 \text{ W/mK}$), obdelane z OSB ploščami debeline 18 mm, ki bo skupaj z obstoječo ploščo zagotavljala predpisano maksimalno toplotno prehodnost $U=0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$. Izračunan faktor toplotne prehodnosti KS po sanaciji je $U=0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- del dotrajanega, še nesaniranega lesenega stavbnega pohištva zamenjati z večprekatnim PVC stavbnim pohištвом s termopan dvojno zasteklitvijo ($U=1,11 \text{ W/m}^2\text{K}$).

V Grafikonu 6 je grafični prikaz pričakovanega prihranka, izračunanega po metodi IJS. Prihranek je bil že prikazan v Preglednici 2 in je vrednostno enak razliki med obema kumulativama ($P(IJS_G) = (131+80+29) - (33+43+21) = 143 \text{ MWh/a}$).



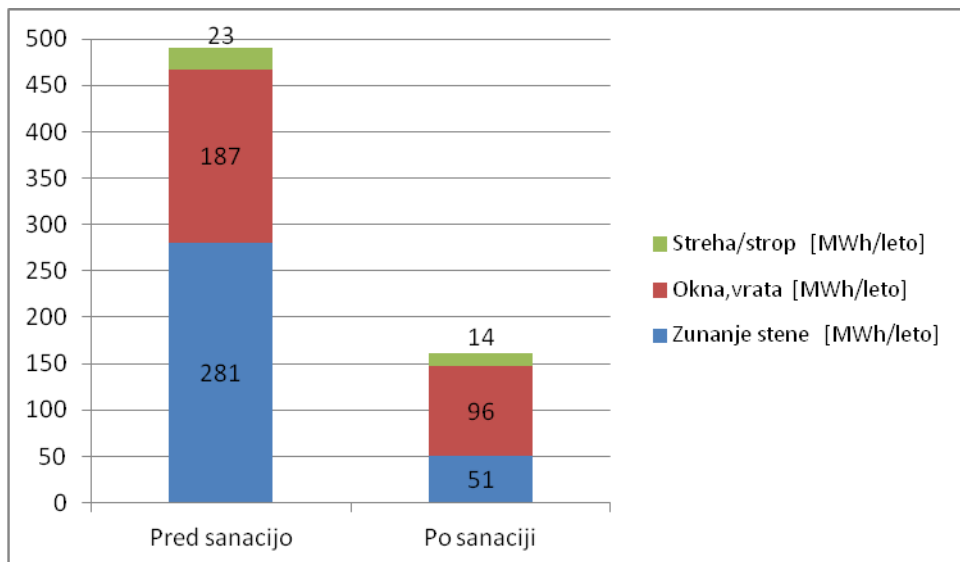
Grafikon 6: Izgube pred sanacijo in po njej, izračunane po metodi IJS - KS Dom A

Dom B

- sanacija zunanjih sten proti okolici z izvedbo dodatne toplotne izolacije fasade npr. fasadni sistem Demit v debelini 14 cm. V izračunih upoštevana toplotna prevodnost za vgradnjo predvidenega EPS-F je $\lambda=0,038 \text{ W/mK}$, ki bo skupaj z obstoječo fasado ustrezala predpisani maksimalni toplotni prehodnosti $U=0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$. Izračunan faktor toplotne prehodnosti KS po sanaciji je $U=0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- zamenjava dotrajanega še nesaniranega lesenega stavbnega pohištva, ki bi ga bilo potrebno zamenjati z večprekatnim PVC stavbnim pohištvom s termopan dvojno zasteklitvijo ($U=1,16 \text{ W/m}^2\text{K}$);
- sanacija oziroma dodatna izolacija ravne strehe v debelini 10 cm (kot npr. STYRODUR; $\lambda=0,040 \text{ W/mK}$), prekrita s PVC folijo in zasuta s peskom ali drobnim gramozom, ki bo skupaj z obstoječo krovno konstrukcijo zagotavljala predpisano

maksimalno toplotno prehodnost $U=0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$. Izračunan faktor toplotne prehodnosti KS po sanaciji je $U=0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$.

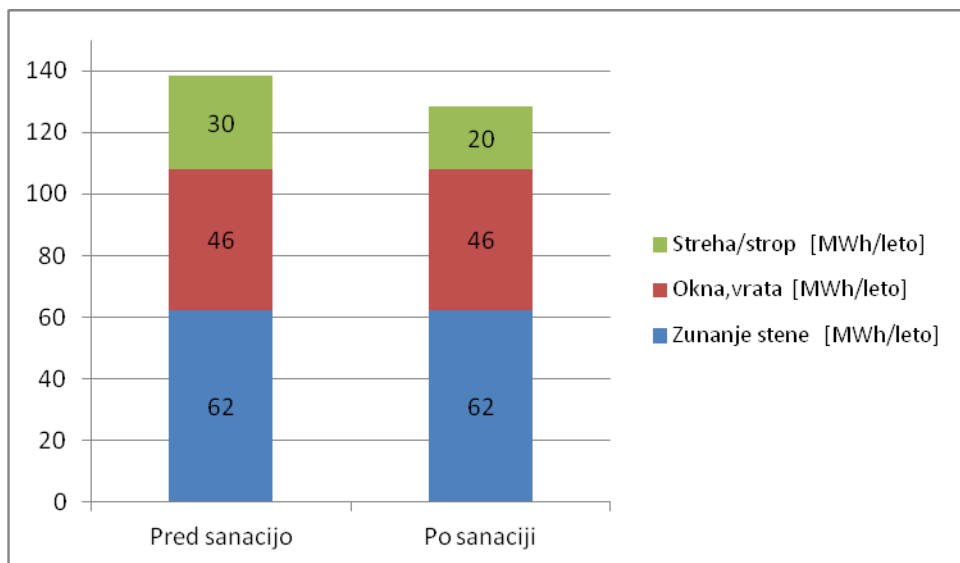
Grafični prikaz pričakovanega prihranka, izračunanega po metodi IJS, je v Grafikonu 7. Prihranek je bil že prikazan v Preglednici 5 in je vrednostno enak razliki med obema kumulativama ($P(\text{IJS_G}) = 330 \text{ MWh/a}$).



Grafikon 7: Izgube pred sanacijo in po njej, izračunane po metodi IJS - KS Dom B

Dom C

- sanacija ravne strehe objekta z izvedbo dodatne toplotne izolacije iz plošč ekstrudiranega polistirena XPS v debelini 10 cm (kot npr. Ekstrudirani polistiren 20; $\lambda=0,030 \text{ W/mK}$), prekrita s hidroizolacijsko membrano (kot npr. SIKA), na katero položimo pohodne betonske plošče na distančnikih, ki bo tako skupaj z obstoječo krovno konstrukcijo zagotavljala predpisano maksimalno toplotno prehodnost $U=0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$. Izračunan faktor toplotne prehodnosti KS po sanaciji je $U=0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$.

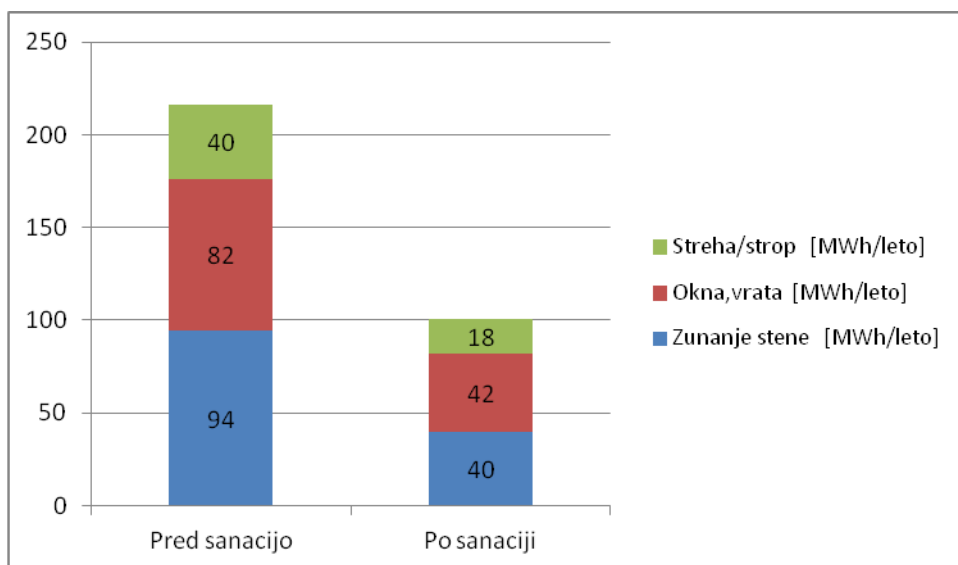


Grafikon 8: Izgube pred sanacijo in po njej, izračunane po metodi IJS - KS Dom C

V Grafikonu 8 je grafični prikaz pričakovanega prihranka, izračunanega po metodi IJS; vrednostno je enak razliki med obema kumulativama ($P(IJS_G) = 10 \text{ MWh/a}$). Prikazan je bil predhodno v Preglednici 8,

Dom D

- sanacija zunanjih sten proti okolici predvideva vgradnjo dodatne toplotne izolacije npr. fasadni sistem Demit v debelini 10 cm. V izračunih upoštevana toplotna prevodnost za vgradnjo predvidenega EPS-F je $\lambda=0,038 \text{ W/mK}$. Dodatna izolacija bo skupaj z obstoječim KS zunanjih sten ustrezala predpisani maksimalni toplotni prehodnosti $U=0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$. Izračunan faktor toplotne prehodnosti KS po sanaciji je $U=0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- sanacija zunanjih sten proti okolici z izvedbo dodatne toplotne izolacije fasade npr. fasadni sistem Demit v debelini 14 cm. V izračunih upoštevana toplotna prevodnost za vgradnjo predvidenega EPS-F je $\lambda=0,038 \text{ W/mK}$, ki bo skupaj z obstoječo fasado ustrezala predpisani maksimalni toplotni prehodnosti $U=0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$. Izračunan faktor toplotne prehodnosti KS po sanaciji je $U=0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- sanacija oz. dodatna toplotna izolacija poševne strehe z izvedbo dodatne toplotne izolacije v debelini 17 cm (kot npr. Tervol DDP; $\lambda=0,039 \text{ W/mK}$), prekrите s PVC folijo, ki bo skupaj z obstoječim KS zagotavljala predpisano maksimalno toplotno prehodnost $U=0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$, Izračunan faktor toplotne prehodnosti KS po sanaciji je $U=0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- zamenjava dotrajanega še nesaniranega lesenega stavbnega pohištva na objektu (318 m^2), ki bi ga bilo potrebno zamenjati z večprekatnim PVC stavbnim pohištvo s termopan dvojno zasteklitvijo ($U=1,02 \text{ W/m}^2\text{K}$).
- sanacija oziroma dodatna izolacija ravne strehe v debelini 8 cm (kot npr. STYRODUR; $\lambda=0,040 \text{ W/mK}$) prekrita s PVC folijo in zasuta s peskom ali drobnim gramozom, ki bo skupaj z obstoječo krovno konstrukcijo zagotavljala predpisano maksimalno toplotno prehodnost $U=0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$. Izračunan faktor toplotne prehodnosti KS po sanaciji je $U=0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$.



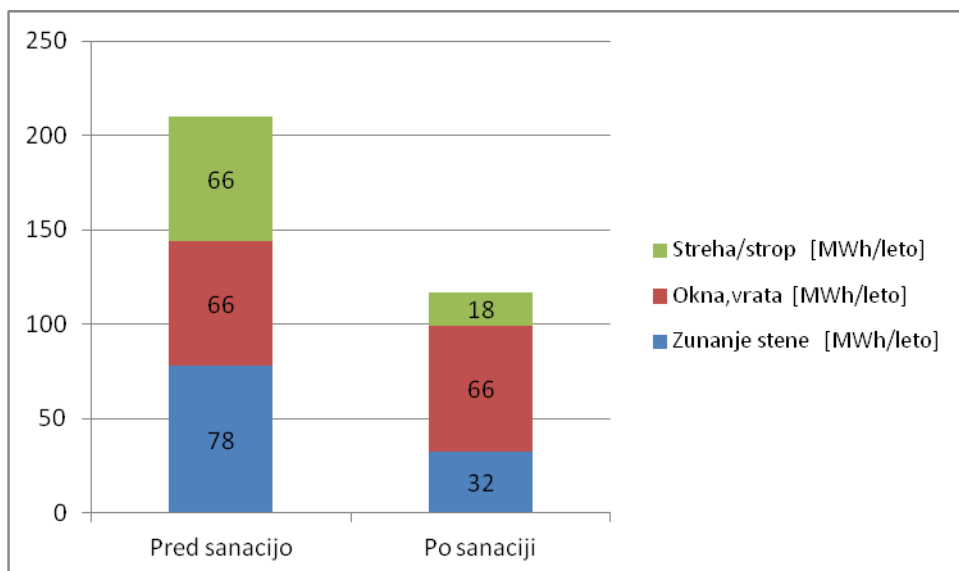
Grafikon 9: Izgube pred sanacijo in po njej, izračunane po metodi IJS - KS Dom D

Na Grafikonu 9 je grafični prikaz pričakovanega prihranka, izračunanega po metodi IJS. Prihranek je bil prikazan v Preglednici 11 in znaša ($P(IJS_G) = 116 \text{ MWh/a}$).

Dom E

- sanacija zunanjih sten proti okolici z izvedbo dodatne toplotne izolacije fasade npr. fasadni sistem Demit v debelini 9 cm. V izračunih upoštevana toplotna prevodnost za vgradnjo predvidenega EPS-F je $\lambda=0,038 \text{ W/mK}$, ki bo skupaj z obstoječo fasado manjša od predpisanega $U=0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$. Izračunan faktor toplotne prehodnosti KS po sanaciji je $U=0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- sanacija medetažne plošče proti hladnemu podstrešju objekta z izvedbo dodatne toplotne izolacije v debelini 5 cm (kot npr. Tervol DDP; $\lambda=0,039 \text{ W/mK}$), obdelane z OSB ploščami debeline 18 mm, ki bo skupaj z obstoječo KS zagotavljala predpisano maksimalno toplotno prehodnost $U=0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Na Grafikonu 10 je pričakovani prihranek prikazan še grafično. Po IJS metodi izračunan prihranek pred in po sanaciji je bil prikazan v Preglednici 14 ($P(IJS_G) = 93 \text{ MWh/a}$).



Grafikon 10: Izgube pred sanacijo in po njej, izračunane po metodi IJS - KS Dom E

2.5.2 Predvideni ukrepi na strojnih instalacijah

Prihranki pri prezračevanju se lahko dosežejo z organizacijskimi ukrepi in obveščanjem o pravilnem prezračevanju.

Prihranki v kuhinji se lahko dosežejo z vgradnjo rekuperativnih sistemov ventilacije in klimatizacije.

Implementacijo OVE pa se najlažje doseže z vgradnjo sončnih kolektorjev. Zato je bila pri vseh DSO predvidena vgradnja solarnih kolektorjev, saj se s tem zmanjša potrebna toplota za ogrevanje tople vode in izkoristi potencial sončne energije. Prvi pogoj za izkoriščanje sončne energije z aktivnimi sistemi je primerna lega stavbe. Stavba ne sme biti v senci drugih stavb, gozda, hribov ipd. Sprejemnike sončne energije se namesti na streho, ki je orientirana proti jugu ($\pm 15^\circ$ še ne zmanjšuje učinkovitosti samega sprejemnika; povzeto po [41]).

3 DOPRINOS GRADBENIH UKREPOV K ENERGETSKIM PRIHRANKOM

Primerjal sem izračunano porabo pred sanacijo ovoja s tisto po njej. Nekateri izračuni za določitev učinkov ukrepov v EP so bili narejeni s programom NovoCAD [4]. Ampak z metodo IJS ne izračunamo deleža transmisijskih in ventilacijskih izgub stavbe, niti niso upoštevani dobitki. Zato sem za obširnejšo primerjavo v nalogi na podlagi ocenjenih prihrankov v EP poustvaril izračune GF s programom NovoCAD [4] (namenom istim kot je bil uporabljen za prvotne izračune). Tam sem določil celotne toplotne izgube stavbe (QI), ki so določene kot izgube zaradi koeficienta transmisijskih in ventilacijskih izgub (enačbi (8) in (12)) ter potrebno toploto stavbe (Qh), ki prej omenjene celotne izgube zmanjša za dobitke (enačba (13)). V programu so izgube prikazane ločeno le za neprozorne in prozorne elemente, izgub skozi posamezne KS pa ni mogoče razbrati. Tu pa se pokaže uporabnost v EP uporabljene IJS metode [34], s katero so bili izračunani potencialni prihranki posameznega za sanacijo predvidenega KS. Izračun po metodi IJS temelji zgolj na spremembi vrednosti U (ob poznanih površinah KS), ovrednoten pa je učinek posameznega ukrepa, ne pa poraba. Za izračun z metodo IJS so bili uporabljeni faktorji toplotne prehodnosti določeni s programom NovoCAD [4]. Prav tako so bili izračunani le prihranki KS predvidenih za izvedbo/sanacijo, saj je sprememba U pri nesaniranem KS enaka nič, posledično je izračunan prihranek takisto enak nič. Izračuni so bili narejeni neodvisno za vsak ukrep posebej in ne celostno, kot jih računajo bolj kompleksni programi za izračun gradbene fizike. Doprinos posameznih ukrepov je prikazan v Preglednicah 17 do 21 (za vsak Dom posebej). Izračunane in povzete vrednosti porabe in prihrankov sem v nadaljevanju primerjal z dejansko letno porabo energenta za ogrevanje pred sanacijo in po njej (merjene količine). Izračuni za stanje pred sanacijo in po sanaciji se nahajajo spodaj med prilogami (Priloge 1 do 10). V tem poglavju so povzete vrednosti iz izračuna gradbene fizike, ki so bile izračunane po metodi IJS.

V Preglednicah 17 do 21 so izvedeni gradbeni ukrepi označeni s pripono _G (za boljšo preglednost so tudi obarvani z zeleno barvo). Pri nekaterih domovih pa sta k predvidenim prihrankom zaradi gradbenih ukrepov prišteta še prihranek zaradi hidravličnega uravnoteženja (_S) in organizacijski ukrepi (_O), saj ta dva neposredno vplivata na zmanjšanje energije za ogrevanje; pri organizacijski ukrepi, samo tisti del, ki se nanaša na energetske prihranke, saj je bil v EP naveden skupaj s prihrankom električne energije. Vse ukrepe, ki neposredno vplivajo na toplotne prihranke poimenujem Ogrevalni prihranki. Prihranki strojnih ukrepov so bili določeni s strani projektanta strojnih inštalacij. Prihranki GSO so v naslednjem poglavju označeni kot napovedani prihranki.

Preglednica 17: Možni in izvedeni ukrepi na Domu A; izvedeni ukrepi so obarvani zeleno

Številka ukrepa	Naziv ukrepa	Prihranek energije (MWh)
A1_G	Izvedba izolacije fasade objekta	97,9
A2_G	Izvedba sanacije oz. dodatne izolacije plošče proti hladnemu podstrešju objekta	7,7
A3_G	Zamenjava dotrajanega stavbnega pohištva v objektu	37
A4	Izvedba sanacije oz. dodatne izolacije ravne strehe na objektu	1,6
A5_S	Hidravlično uravnoteženje	3
A6	Prezračevanje kuhinja, jedilnica	10
A7	Solarni sistem SSE	45
A8	Zamenjava kotla, povezava toplovod Kras oprema-biomasa	36

Številka ukrepa	Naziv ukrepa	Prihranek energije (MWh)
A9	Zamenjava navadnih svetilk z varčnimi	8
A10_O	Organizacijski ukrepi	4,5
	Prihranki vseh gradbenih ukrepov	142,6
	Ogrevalni prihranki GSO	150,1
	Prihranki vseh potencialnih ukrepov skupaj	250,7

V Preglednici 17 je prikazano, da se na domu A izvedejo vsi tri sanacijski ukrepi na ovoju; prihranek po izvedbi se ocenjuje na 142,6 MWh. Vsota ogrevalnih prihrankov je 150,1 MWh.

Preglednica 18: Možni in izvedeni ukrepi na Domu B; izvedeni ukrepi so obarvani zeleno

Številka ukrepa	Naziv ukrepa	Prihranek energije (MWh)
B1_G	Izvedba izolacije fasade objekta	229,7
B2_G	Zamenjava dotrajanega stavbnega pohištva	90,8
B3_G	Izvedba sanacije oz. dodatne izolacije ravne strehe	9,7
B4	Posodobitev opreme in frekvenčna regulacija črpalk v toplotni postaji	60
B5_S	Hidravlično uravnoteženje	2
B6	Prezračevanje kuhinja	10
B7	Prezračevanje jedilnica	10
B8	Prezračevanje negovalni oddelek	14
B9	Razsvetljava	30
B10	Priprava tople vode s SSE	45
B11_S	Termostatski ventili	45
	Prihranki vseh gradbenih ukrepov	330,2
	Prihranki GS	332,2
	Prihranki vseh potencialnih ukrepov skupaj	546,2

V Preglednici 18 je označen ocenjen prihranek vseh treh predvidenih sanacijskih ukrepov na ovoju doma B. Prihranek je ocenjen na 330,2 MWh. Ogrevalni prihranki znašajo 332,2 MWh.

Preglednica 19: Možni in izvedeni ukrepi na Domu C; izvedeni ukrepi so obarvani zeleno

Številka ukrepa	Naziv ukrepa	Prihranek energije (MWh)
C1_G	Dodatna izolacija ravne strehe	10,2
C2	Prezračevanje pralnica	9
C3	Razsvetljava	7
C4	Priprava tople vode s SSE	67,5
C5	Termostatski ventili	40
C6	Sanacija podpostaje	74
C7_O	Organizacijski ukrepi	5,5
	Prihranki vseh gradbenih ukrepov	10,2
	Ogrevalni prihranki GSO	15,7
	Prihranki vseh potencialnih ukrepov skupaj	213,2

S Preglednice 19 razberemo, da se na domu C izvede le dodatna izolacija ravne strehe, saj je bil ves ostali ovoj že predhodno saniran. Prihranek po izvedbi ukrepa je ocenjen na 10,2 MWh. Vsota ogrevalnih prihrankov je 15,7 MWh.

Preglednica 20: Možni in izvedeni ukrepi na Domu D; izvedeni ukrepi so obarvani zeleno

Številka ukrepa	Naziv ukrepa	Prihranek energije (MWh)
D1_G	Izvedba izolacije fasade	54,5
D2	Izvedba sanacije oz. dodatne izolacije plošče proti hladnemu podstrešju	1,5
D3_G	Zamenjava dotrajanega stavbnega pohištva v objektu	39,8
D4_G	Izvedba sanacije oz. dodatne izolacije ravne strehe objekta	21,5
D5_S	Hidravlično uravnoteženje	1,2
D6	Posodobitev opreme frekvenčne regulacije v toplotni podpostaji	7,7
D7	Prezračevanje pralnica	14
D8	Vgradnja varčne razsvetljave	10
D9	Varčna napa	18
D10	Priprava tople vode s SSE - obnova SSE	60
D11_O	Organizacijski ukrepi	5,5
	Prihranki vseh gradbenih ukrepov	115,8
	Ogrevalni prihranki GSO	122,5
	Prihranki vseh potencialnih ukrepov skupaj	233,7

V Preglednici 20 je označen ocenjen prihranek štirih predvidenih sanacijskih ukrepov na ovoju doma D. Prihranki po sanaciji so ocenjeni na 115,8 MWh. Izvedba ogrevalnih prihrankov znaša 122,5 MWh.

Preglednica 21: Možni in izvedeni ukrepi na Domu E; izvedeni ukrepi so obarvani zeleno

Številka ukrepa	Naziv ukrepa	Prihranek energije (MWh)
E1_G	Izvedba izolacije fasade	45,4
E2_G	Izvedba sanacije oziroma dodatne izolacije plošče proti hladnemu podstrešju	47,5
E3_S	Posodobitev opreme frekvenčna regulacija v toplotnih postajah	5
E4_S	Hidravlično uravnoteženje	2
E5	Prezračevanje kuhinja	10
E6	Priprava tople vode SSE	68
E7	Vgradnja varčne razsvetljave	10
E8_O	Organizacijski ukrep	6,2
	Prihranki vseh gradbenih ukrepov	92,9
	Prihranki GSO	101,1
	Prihranki vseh potencialnih ukrepov skupaj	194,1

Predviden prihranek energije v Preglednici 21 navedenih ukrepov znaša pri sanaciji zunanjih sten in dodatni izolaciji plošče proti hladnemu podstrešju 92,9 MWh. Doprinos vseh ogrevalnih ukrepov skupaj je ocenjen na 101,1 MWh.

3.1 PRIKAZ DOSEŽENIH ENERGETSKIH PRIHRANKOV

Energetski prihranki se v preglednicah prikazani za vsak dom posebej. Določeni so bili na sledeče načine:

- izračunal sam s programom za GF. Izračunana potrebna toplota QI (brez upoštevanih dobitkov);
- izračunal sam s programom za GF. Izračunana potrebna toplota Qh (z upoštevanimi dobitki);
- pričakovani prihranki gradbenih ukrepov - P(IJS_G);
- pričakovani prihranki gradbenih, strojnih in organizacijskih ukrepov - P(IJS_GSO);
- dejanski povprečni prihranki (merjene količine) – P(dej).

V Preglednicah 17 do 21 so vnešene vrednosti porabe. Vrednosti QI in Qh so bile izračunane s programom NovoCAD [4] in so povzete iz izračunov GF (Priloge 1 do 10). Napovedani prihranki P(IJS_G) in napovedani prihranki P(IJS_GSO) so povzeti s Preglednic 10 do 14 iz prejšnjega poglavja in so bili izračunani »na roke« (izpisani iz EP). Merjene količine sem pridobil v arhivu vodstva doma (elektronsko knjigovodstvo).

Prihranki so določeni kot razlika med porabo pred sanacijo in porabo po sanaciji. Pri postavki Pričakovani prihranki je to edini podatek, saj so po IJS metodi prihranki izračunani glede na spremembo vrednosti U pred sanacijo in po njej.

3.1.1 Dom A

Preglednica 22: Prikaz prihrankov za dom A

DOM A	Pred sanacijo (kWh)	Po sanaciji (kWh)	Prihranek (kWh)	Razmerje po/pred	Razmerje z merjenimi	Razmerje z normiranimi
	(x)	(y)	(P)=(x)-(y)	(R)=(y)/(x)	(M)=(P)/merjeni prihranek	(N)=(P)/normirani prihranek
PROGRAM ZA GF - QI	441.630	295.684	145.946	0,67	0,61	0,95
PROGRAM ZA GF - Qh	338.990	210.962	128.028	0,62	0,53	0,84
NAPOVEDANI PRIHRANKI - IJS_G	/	/	142.600	/	0,59	0,93
NAPOVEDANI PRIHRANKI - IJS_GSO	/	/	150.100	/	0,62	0,98
MERJENE KOLIČINE	462.456	221.931	240.525	0,48		
NORMIRANO	462.456	309.628	152.828			
QI/MERJENE	0,95					

Kot je razvidno s Preglednice 22, se je povprečna dejanska poraba po sanaciji zmanjšala s 462 MWh (stolpec x) na 222 MWh (stolpec y); prihranki po sanaciji so 241 MWh. Izračunan prihranek P(QI) je 146 MWh, prihranek po IJS metodi P(IJS_G) pa 143 MWh.

Razmerje R je v zgornji preglednici določeno kot količnik med merjeno porabo po in pred sanacijo. Določa uspešnost sanacije, saj nižji kot je R, bolj energetsko uspešna je sanacija oz. večji so prihranki. V tabeli vidimo, da je R za merjene količine R(dej)=0,48; R s

programom izračunanega prihranka pa $R(QI)=0,67$. To pomeni, da je pri dejanski porabi zaradi sanacije dosežen 52 % prihranek energije! Pri izračunanih prihrankih je delež prihrankov 33 %.

Razvidno je tudi, da je izračunana poraba pred sanacijo ($QI1$) malo manjša od merjene; razmerje z merjeno porabo je prikazano v vrstici $QI/MERJENE$ in znaša 0,95, kar pomeni da je odstopanje med izračunano in dejansko porabo le 5 %! Iz tega izhaja, da se rezultati, pridobljeni s programom NovoCAD [4], dobro ujemajo z dejansko porabo pred sanacijo. Po sanaciji pa je poraba $QI2$ večja od $Qdejsanske2$ – prihranki so manjši. Verjetno delno na račun v programu privzetih izgub skozi toplotne mostove, ki so bili pri sanaciji očitno dobro odpravljeni, delno pa na račun upoštevanja izmenjave zraka, ki je bila v izračunu za vse domove privzeta $n=0,7 \text{ h}^{-1}$, v domu pa tega po sanaciji niso izvajali v takšnem obsegu. Razlika je vidna pri analizi prihrankov, saj so računani prihranki bistveno nižji od dejanskih ($P(QI) : P(dej) = 146 \text{ MWh} : 241 \text{ MWh}$).

Razmerje M izkazuje ujemanje izračunanih prihrankov z merjenimi. Med izračunanimi prihranki s programom za GF in napovedanimi gradbenimi prihranki, izračunanimi po IJS metodi, ni velike razlike ($P(QI) : P(QIJS_G) = 146 \text{ MWh} : 143 \text{ MWh}$) - prvi znašajo 61 % dejanskih prihrankov, drugi pa 59 % (stolpec (M)).

Ker pri izračunu GF za izdelavo EP dejanska poraba ni bila upoštevana, sem za primerjavo naredil tudi normiran izračun – izračunano potrebno toploto za ogrevanje ($QI1$) sem normiral z dejansko porabo, normirano vrednost pa pomnožil z učinkom (R). Vrednostno se prihranki niso veliko spremenili (s 146 MWh na 153 MWh). Najverjetneje na račun ventilacijskih izgub, katere so v programu ostale enake pred in po sanaciji ($Ht \text{ pred} : Ht \text{ po sanaciji} = 4.502 \text{ W/K} : 2.405 \text{ W/K}$ in $Hv \text{ pred} : Hv \text{ po} = 1.843 \text{ W/K} : 1.843 \text{ W/K}$ [priloga 1,2]) in sem jih z izračunom linearno povečal. Normiranje se v tem primeru ni pokazalo kot ustrezna metoda za upoštevanje dejanske porabe pri izračunu QI .

3.1.2 Dom B

Preglednica 23: Prikaz prihrankov za dom B

DOM B	Pred sanacijo (kWh)	Po sanaciji (kWh)	Prihranek (kWh)	Razmerje po/pred	Razmerje z merjenimi	Razmerje z normiranimi
	(x)	(y)	(P)=(x)-(y)	(R)=(y)/(x)	(M)=(P)/merjeni prihranek	(N)=(P)/normirani prihranek
PROGRAM ZA GF - QI	754.090	425.169	328.921	0,56	0,86	0,90
PROGRAM ZA GF - Qh	575.250	277.481	297.769	0,48	0,78	0,82
NAPOVEDANI PRIHRANKI - IJS_G	/	/	330.200	/	0,87	0,90
NAPOVEDANI PRIHRANKI - IJS_GSO	/	/	332.200	/	0,87	0,91
MERJENE KOLIČINE	837.327	456.941	380.386	0,55		
NORMIRANO	837.327	472.099	365.228			
$QI/MERJENE$	0,90					

S Preglednice 23 vidimo da se je povprečna dejanska poraba po sanaciji zmanjšala z 837 MWh (stolpec x) na 457 MWh (stolpec y); prihranki po sanaciji so 380 MWh. Izračunan prihranek $P(QI)$ je 329 MWh, enako kot prihranek po IJS metodi $P(IJS_G)$.

V tabeli vidimo, da je R za merjene količine $R(dej)=0,55$; R za s programom izračunan prihranek pa $R(QI)=0,56$. To pomeni, da je pri dejanski porabi zaradi sanacije dosežen 45 % prihranek energije; pri izračunanih prihrankih je delež prihrankov podoben – 44 %. Ujemanje deleža prihranka je višje od 98 %! Prihranki so zanemarljivo majhni ker je bil Dom C predhodno že energetsko saniran.

Razvidno je tudi, da je izračunana poraba pred sanacijo ($QI1$) manjša od merjene; razmerje z merjeno porabo je prikazano v vrstici $QI/MERJENE$ in znaša 0,86 oziroma je odstopanje med izračunano in dejansko porabo 14 %. To pomeni, da se rezultati, pridobljeni s programom NovoCAD [4] dobro ujemajo z dejansko porabo pred sanacijo. Dejanski prihranki so večji od izračunanih, najverjetneje na račun upoštevanja izmenjave zraka. Ta je bila v izračunih za vse domove privzeta $n=0,7\ h^{-1}$. Ali v domu pa tega po sanaciji niso izvajali v takšnem obsegu ali pa je bila izmenjava pred sanacijo toliko večja. Razlika je vidna pri analizi prihrankov, saj so računani prihranki nižji od dejanskih ($P(QI) : P(Qdej) = 329\ MWh : 380\ MWh$).

Izračunani prihranki s programom za GF in napovedani gradbeni prihranki, izračunanimi po metodi IJS, so skoraj enaki ($P(QI) : P(QIJS_G) = 329\ MWh : 330\ MWh$) - prvi znašajo 86 % dejanskih prihrankov, drugi pa 87 % (stolpec (M)).

Ker pri izračunu GF za izdelavo EP dejanska poraba ni bila upoštevana, sem za primerjavo naredil tudi normiran izračun – izračunano potrebno toploto za ogrevanje ($QI1$) sem normiral z dejansko porabo, normirano vrednost pa pomnožil z učinkom (R). Vrednostno so se prihranki povečali (s 329 MWh na 365 MWh) in približali dejanskim (380 MWh). Normiranje se je v tem primeru pokazalo kot ustrezna metoda za upoštevanje dejanske porabe pri izračunu QI .

3.1.3 Dom C

Preglednica 24: Prikaz prihrankov za dom C

DOM C	Pred sanacijo (kWh)	Po sanaciji (kWh)	Prihranek (kWh)	Razmerje po/pred	Razmerje z merjenimi	Razmerje z normiranimi
	(x)	(y)	(P)=(x)-(y)	(R)=(y)/(x)	(M)=(P)/merjeni prihranek	(N)=(P)/normirani prihranek
PROGRAM ZA GF - QI	411.096	400.741	10.355	0,97	0,83	0,75
PROGRAM ZA GF - Qh	352.334	341.941	10.393	0,97	0,83	0,75
NAPOVEDANI PRIHRANKI - IJS_G	/	/	10.200	/	0,82	0,74
NAPOVEDANI PRIHRANKI - IJS_GSO	/	/	15.700	/	1,26	1,13
MERJENE KOLIČINE	550.615	538.111	12.504	0,98		
NORMIRANO	550.615	536.746	13.869			
$QI/MERJENE$	0,75					

Podatki v Preglednici 24 kažejo, da se je povprečna dejanska poraba po sanaciji zmanjšala s 551 MWh (stolpec x) na 538 MWh (stolpec y); prihranki po sanaciji so 13 MWh. Izračunan prihranek P(QI) je 10 MWh, enako kot prihranek po IJS metodi P(IJS_G).

R za merjene količine je $R(\text{dej})=0,98$; s programom izračunan prihranek pa $R(QI)=0,97$. Torej je pri dejanski porabi po sanaciji dosežen le 2 % prihranek energije, pri izračunanih prihrankih je delež prihrankov podoben – 3 %. Ujemanje deleža prihranka je več kot 0,99!

Razvidno je tudi, da je izračunana poraba pred sanacijo (QI1) manjša od merjene; razmerje z merjeno porabo je prikazano v vrstici QI/MERJENE in znaša 0,75, kar pomeni da je odstopanje med izračunano in dejansko porabo 25 %. Iz tega izhaja, da se rezultati, pridobljeni s programom NovoCAD [4], slabše ujemajo z dejansko porabo pred sanacijo. Po sanaciji je ujemanje enako. Dejanski prihranki so večji od izračunanih ampak zaradi prej navedene predhodne sanacije le za 2 MWh. Razlika je vidna pri analizi prihrankov, saj so računani prihranki nižji od dejanskih ($P(QI) : P(Q\text{dej}) = 10,4 \text{ MWh} : 12,5 \text{ MWh}$). Tukaj bi lahko zaključil, da je dejanski učinek organizacijskih ukrepov nižji kot napovedan (po moji oceni 2 MWh, kolikor znaša razlika med izračunanimi prihranki in dejanskimi).

Izračunani prihranki s programom za GF in napovedani gradbeni prihranki, izračunanimi po metodi IJS so skoraj enaki ($P(QI) : P(QIJS_G) = 10,4 \text{ MWh} : 10,2 \text{ MWh}$) - prvi znašajo 83% dejanskih prihrankov, drugi pa 82% (stolpec (M)).

Ker pri izračunu GF za izdelavo EP dejanska poraba ni bila upoštevana, sem za primerjavo naredil tudi normiran izračun – izračunano potrebno toploto za ogrevanje (QI1) sem normiral z dejansko porabo, normirano vrednost pa pomnožil z učinkom (R). Vrednostno so se prihranki povečali (z 10,4 MWh na 13,9 MWh) in približali dejanskim (12,5 MWh). Normiranje se je v tem primeru pokazalo kot ustrezna metoda za upoštevanje dejanske porabe pri izračunu QI. Na temu primeru je vidno, da imajo v domu enako izmenjavo zraka, kot je bila privzeta v izračunu ($n=0,7 \text{ h}^{-1}$) – normirane vrednosti izkazujejo količinsko enak prihranek.

3.1.4 Dom D

Preglednica 25: Prikaz prihrankov za dom D

DOM D	Pred sanacijo (kWh)	Po sanaciji (kWh)	Prihranek (kWh)	Razmerje po/pred	Razmerje z merjenimi	Razmerje z normiranimi
	(x)	(y)	(P)=(x)-(y)	(R)=(y)/(x)	(M)=(P)/merjeni prihranek	(N)=(P)/normirani prihranek
PROGRAM ZA GF - QI	424.291	318.929	105.362	0,75	0,80	0,77
PROGRAM ZA GF - Qh	360.173	294.300	65.873	0,82	0,50	0,48
NAPOVEDANI PRIHRANKI - IJS_G	/	/	112.000	/	0,85	0,81
NAPOVEDANI PRIHRANKI - IJS_GSO	/	/	122.500	/	0,93	0,89
MERJENE KOLIČINE	554.101	422.705	131.396	0,76		
NORMIRANO	554.101	416.504	137.597			
QI/MERJENE	0,77					

Kot je razvidno s Preglednice 25, se je povprečna dejanska poraba po sanaciji zmanjšala s 554 MWh (stolpec x) na 423 MWh (stolpec y); prihranki po sanaciji so 131 MWh. Izračunan prihranek $P(QI)$ je 105 MWh, prihranek po IJS metodi $P(IJS_G)$ pa je 112 MWh.

R za merjene količine je $R(dej)=0,76$; s programom izračunan prihranek pa $R(QI)=0,75$. To pomeni, da je pri dejanski porabi zaradi sanacije dosežen 24 % prihranek energije; pri izračunanih prihrankih je delež prihrankov podoben – 25 %. Ujemanje deleža prihranka je boljše kot 98 %!

Razvidno je tudi, da je izračunana poraba pred sanacijo ($QI1$) manjša od merjene; razmerje z merjeno porabo je prikazano v vrstici $QI/MERJENE$ in znaša 0,77, kar pomeni da je odstopanje med izračunano in dejansko porabo 23%. To pomeni, da se rezultati, pridobljeni s programom NovoCAD [4], še vedno dobro ujemajo z dejansko porabo pred sanacijo. Po sanaciji so dejanski prihranki večji od izračunanih. Najverjetneje na račun upoštevanja izmenjave zraka, ki je bila v izračunih za vse domove privzeta $n=0,7\text{ h}^{-1}$, v domu pa tega po sanaciji niso izvajali v takšnem obsegu. Razlika je vidna pri analizi prihrankov, saj so računani prihranki nižji od dejanskih ($P(QI) : P(Qdej) = 105\text{ MWh} : 131\text{ MWh}$).

Izračunani prihranki s programom za GF in napovedani gradbeni prihranki, izračunanimi po metodi IJS so podobni ($P(QI) : P(QIJS_G) = 105\text{ MWh} : 112\text{ MWh}$) - prvi znašajo 80 % dejanskih prihrankov, drugi pa 93 % (stolpec (M)).

Ker pri izračunu GF za izdelavo EP dejanska poraba ni bila upoštevana, sem za primerjavo naredil tudi normiran izračun – izračunano potrebno toploto za ogrevanje ($QI1$) sem normiral z dejansko porabo, normirano vrednost pa pomnožil z učinkom (R). Vrednostno so se prihranki povečali (s 105 MWh na 138 MWh) in celo presegel dejanske (131 MWh). Normiranje se je v tem primeru pokazalo kot ustrezna metoda za upoštevanje dejanske porabe pri izračunu QI .

3.1.5 Dom E

Preglednica 26: Prikaz prihrankov za dom E

DOM E	Pred sanacijo (kWh)	Po sanaciji (kWh)	Prihranek (kWh)	Razmerje po/pred	Razmerje z merjenimi	Razmerje z normiranimi
	(x)	(y)	(P)=(x)-(y)	(R)=(y)/(x)	(M)=(P)/merjeni prihranek	(N)=(P)/normirani prihranek
PROGRAM ZA GF - QI	450.017	385.981	64.036	0,86	0,68	0,74
PROGRAM ZA GF - Qh	375.103	310.989	64.114	0,83	0,68	0,74
NAPOVEDANI PRIHRANKI - IJS_G	/	/	92.900	/	0,99	1,07
NAPOVEDANI PRIHRANKI - IJS_GSO	/	/	101.100	/	1,08	1,16
MERJENE KOLIČINE	610.193	516.183	94.010	0,85		
NORMIRANO	610.193	523.364	86.829			
QI/MERJENE	0,74					

S preglednice 26 je razvidno, da se povprečna dejanska poraba po sanaciji zmanjšala s 610 MWh (stolpec x) na 516 MWh (stolpec y); prihranki po sanaciji so 94 MWh. Izračunan prihranek $P(QI)$ je 64 MWh, prihranek po IJS metodi $P(IJS_G)$ pa je 93 MWh.

V tabeli vidimo, da je R za merjene količine $R(dej)=0,85$; s programom izračunan prihranek pa $R(QI)=0,86$. To pomeni, da je pri dejanski porabi zaradi sanacije dosežen 15% prihranek energije; pri izračunanih prihrankih je delež prihrankov podoben - 14%. Ujemanje deleža prihranka je boljše kot 98%!

Razvidno je tudi, da je izračunana poraba pred sanacijo ($QI1$) manjša od merjene; razmerje z merjeno porabo je prikazano v vrstici $QI/MERJENE$ in znaša 0,74, kar pomeni da je odstopanje med izračunano in dejansko porabo 26 %. Ocenjujem da se rezultati, pridobljeni s programom NovoCAD [4], ne ujemajo z dejansko porabo pred sanacijo. Po sanaciji so dejanski prihranki večji od izračunanih. Najverjetneje na račun upoštevanja izmenjave zraka, ki je bila v izračunih za vse domove privzeta $n=0,7\ h^{-1}$. V domu pa kot je napisano zgoraj ali je bila izmenjava pred sanacijo večja ali pa tega po sanaciji niso izvajali v takšnem obsegu. Razlika je vidna pri analizi prihrankov, saj so računani prihranki nižji od dejanskih ($P(QI) : P(Qdej) = 64\ MWh : 94\ MWh$).

Izračunani prihranki s programom za GF in napovedani gradbeni prihranki, izračunanimi po metodi IJS se zelo razlikujejo ($P(QI) : P(QIJS_G) = 64\ MWh : 93\ MWh$) - prvi znašajo 68 % dejanskih prihrankov, drugi pa 99 % (stolpec (M)) saj so skoraj enaki z dejanskimi.

Ker pri izračunu GF za izdelavo EP dejanska poraba ni bila upoštevana, sem za primerjavo naredil tudi normiran izračun – izračunano potrebno toploto za ogrevanje ($QI1$) sem normiral z dejansko porabo, normirano vrednost pa pomnožil z učinkom ($Rdej$). Vrednostno so se prihranki povečali (s 64 MWh na 87 MWh). Normiranje se je v tem primeru pokazalo kot ustrezna metoda za upoštevanje dejanske porabe pri izračunu QI .

3.1.6 Vseh pet Domov

Eden od ciljev naloge je bil tudi določitev ujemanja med izračunanimi prihranki in dejanskimi, saj kot že večkrat omenjeno le-ti niso bili upoštevani v izračunu ampak je ta temeljil izključno na gradbenofizikalnih lastnostih posameznega KS.

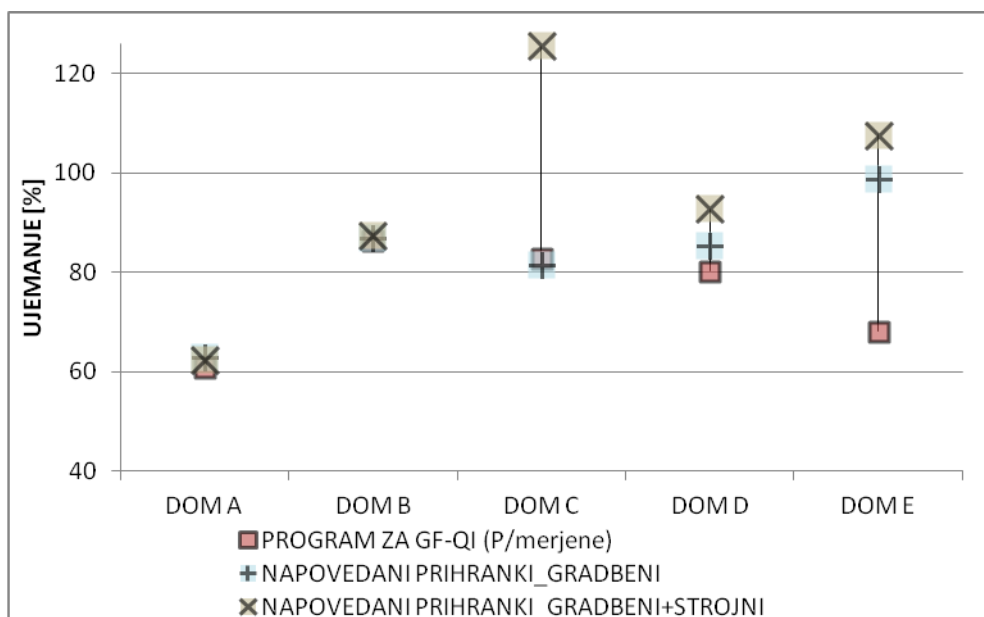
V nadaljevanju je prikazano ujemanje posameznih izračunov in sicer v Preglednici 27 in Grafikonu 11 za faktor M, v Preglednici 28 in Grafikonu 12 pa za faktor R.

Preglednica 27: Ujemanje razmerja M

$(M)=(P)/\text{merjeni prihranek}$	DOM A	DOM B	DOM C	DOM D	DOM E	POVPREČJE	χ^2
M(PROGRAM ZA GF-QI)	61	86	83	80	68	76	0,08
M(PROGRAM ZA GF-Qh)	62	48	97	82	83	74	0,02
M(NAPOVEDANI PRIHRANKI – IJS_G)	59	87	82	85	99	82	$6 \cdot 10^{-5}$
M(NAPOVEDANI PRIHRANKI IJS_GSO)	62	87	126	93	108	95	$6,3 \cdot 10^3$
RAČ/DEJ	95	90	75	77	74	82	/

Razmerje M v Preglednici 27 prikazuje, koliko izračunani prihranki odstopajo od dejanskih. Bolj kot je vrednost oddaljena od 100, manjše je ujemanje. Konkretno pri QI najbolj odstopa izračunan prihranek za Dom A; verjetno zato, ker so bili tam doseženi procentualno največji prihranki. Povprečno ujemanje izračunanih prihrankov za QI je 76 %, za napovedane gradbene ukrepe pa 82 %. Prihranki za Dom C so bili absolutno gledano majhni (13 MWh), napovedani prihranki izračunani z metodo IJS P(IJS_GSO) v višini 16 MWh se zato takoj pokažejo kot preseganje za 26 %.

Ker so vrednosti M pri izračunu za Dom C najbolj odstopale, sem naredil še kontrolni izračun s programom KI Energija [23]. Rezultati izračuna so pokazali, znašajo prihranki pri transmisijских izgubah pred in po sanaciji 10.582 kWh, prihranki toplote za ogrevanje (Q_{NH}) pa $P(KI)=10.252$ kWh, kar kaže na malo bolj konzervativen izračun prihrankov v programu NovoCAD [4] ($P(QI)=10.335$ kWh). Prav tako sem kontrolni izračun naredil tudi za Dom B, ker je ta na Grafikonu 11 izkazoval največje ujemanje vrednoti M po različnih metodah izračuna. S programom KI Energija [23] sem dobil rezultat, da znašajo transmisijski prihranki 405.463 kWh, kar je več kot so dejanski (ki so $P(dej)=380.386$ kWh); izračun prihranka toplote za ogrevanje (Q_{NH}) pa $P(KI)=377.217$ kWh, kar je manj kot 1 % odstopanje navzdol od dejanskih prihrankov. Rezultati so v Prilogi 11.



Grafikon 11: Ujemanje izračunov za faktor M

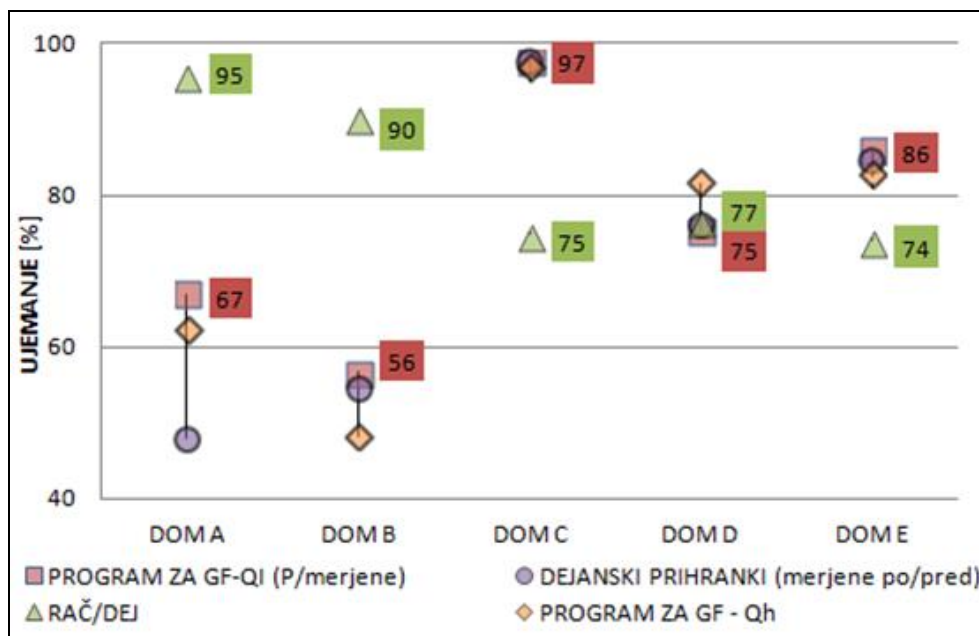
Preglednica 28: Vrednosti količnika R za vse domove

(R)=poraba po/poraba pred sanacijo	DOM A	DOM B	DOM C	DOM D	DOM E	POVPREČJE
R(PROGRAM ZA GF-QI)	67	56	97	75	86	76
R(PROGRAM ZA GF – Qh)	62	48	97	82	83	74
R(DEJANSKI PRIHRANKI)	48	55	98	76	85	72
RAČ/DEJ	95	90	75	77	74	82

Razmerje R v Preglednici 28 prikazuje, koliko odstotkov znaša prihranek pri posameznemu načinu izračuna. Manj kot so rezultati razpršeni po ordinati, bolj enotna je metoda izračuna porabe po sanaciji.

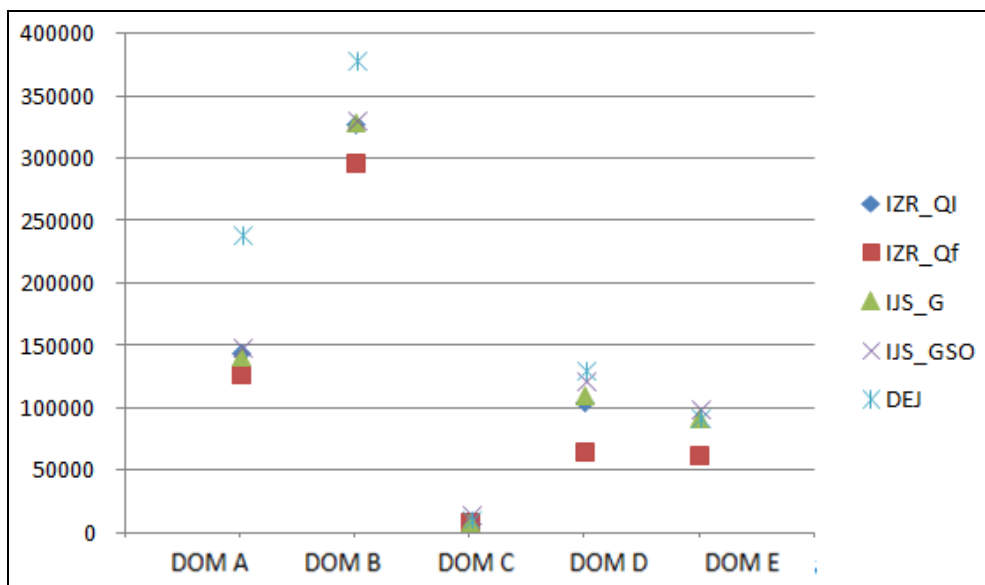
Povprečno ujemanje izračunanih prihrankov za QI je 76 %, za napovedane gradbene ukrepe pa 72 %.

Z zeleno je na Grafikonu 12 označeno ujemanje izračunane porabe QI z merjeno. Najboljše ujemanje je bilo pri Domu A; pri ostalih domovih je bilo slabše. Pomembnejši pa je prikaz ostalih treh vrednosti - (R), saj bližje kot so si na ordinati, manj se izračunani prihranki razlikujejo. Za Domu C na primer je ujemanje 97 oz. 98 %.



Grafikon 12: Ujemanje izračunov R (poraba pred in po sanaciji)

Ob pregledu učinkov predvidenih sanacijskih ukrepov v primerjavi z izvedenimi oz. prihrankov na podlagi izračunov s programom NovoCAD [4] (izračun QI in Qh) ter po metodi IJS ($_G$ in $_GSO$), je bila predpostavljena hipoteza, da se s programom izračuni prihranki ne ujemajo z dejanskimi [H_0 : $P(QI)$ se ne ujema s $P(dej)$; H_1 : $P(QI)$ se ujema s $P(dej)$]. Ker pa predviden prihranek posameznega sanacijskega ukrepa v EP temelji ravno na predpostavki ujemanja, bi moral test hipotezo H_0 ovreči. Hipotezo sem preveril z metodo χ^2 (Hi kvadrat). Stopnja tveganja bi morala biti manj kot 0,05 oz. 5 %. Rezultati ujemanja so opisani spodaj, številčno pa so zapisani v Preglednici 27.



Grafikon 13: Razpršenost prihrankov – vsi DSO

Na Grafikonu 13 je prikazan dejanski odklon prihrankov za vse izračune in za vse Domove. Korelacija obstaja; kolikšno je ujemanje bo izračunano v nadaljevanju.

Računsko z metodo χ^2 sem dokazal sledeče:

- ničelno hipotezo o neujemanju s programom NovoCAD [4] izračunanih prihrankov (za QI) z dejanskimi, lahko zavrremo z 8 % stopnjo tveganja;
- ničelno hipotezo o neujemanju s programom NovoCAD [4] izračunanih prihrankov (za Qh) z dejanskimi, lahko zavrremo z 2 % stopnjo tveganja;
- ničelno hipotezo o neujemanju po IJS metodi za samo gradbene ukrepe (P(IJS_G)) izračunanimi prihranki z dejanskimi, lahko zavrremo z manj kot 0,001 % stopnjo tveganja;
- ničelno hipotezo o neujemanju po IJS metodi za gradbene, strojne in organizacijske ukrepe (P(IJS_GSO)) izračunanimi prihranki z dejanskimi, lahko zavrremo z 0,61 % stopnjo tveganja;
- ničelno hipotezo o neujemanju s programom KI Energija [23] izračunanih prihrankov za Dom B in Dom C z dejanskimi, lahko zavrremo s 66 % stopnjo tveganja.

Ujemanje sem ponovil s T-testom za dva vzorca s predpostavljeno različno varianco. Predpostavljena stopnja ujemanja je bila 0,05 ali 5 %. Ujemanje vseh metod za izračun je bilo večje od 5 % - za posamezen način izračuna je pri enostranski porazdelitvi (tip 1) pokazalo najboljše ujemanje za izračunane prihranke IJS_GSO, in sicer 45,7% ujemanje; za ta isti način izračuna prihrankov je bilo tudi pri dvostranski porazdelitvi (tip 2) najboljše ujemanje - znašalo je kar 91,4 %! Najslabše ujemanje je bilo izračunano za metodo z upoštevanimi solarnimi dobitki Qf (33,7 in 67,4 %; kar pa je še vedno veliko višje, kot znaša kriterij - 0,05).

Preglednica 29: Rezultati ujemanja T-testa (različna varianca, tip 2)

DOM A	DOM B	DOM C	DOM D	DOM E		P(T1)	P(T2)
145,946	328,921	10,355	105,362	64,036	IZR_QI	0,402087	0,804175
128,028	297,769	10,393	65,873	64,114	IZR_Qf	0,337002	0,674004
142,6	330,2	10,2	112	92,9	IJS_G	0,433634	0,867268
150,1	332,2	15,7	122,5	101,1	IJS_GSO	0,457013	0,914027
240,525	380,386	12,504	131,396	94,01	DEJ		

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances			t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances		
Najboljše ujemanje			Najslabše ujemanje		
PRIHRANKI IJS_GSO:DEJANSKIM	240,525	150,1	PRIHRANKI IZR_Qf:DEJANSKIM	240,525	128,028
Mean	154,574	142,875	Mean	154,574	109,53725
Variance	25126,72	18059,24	Variance	25126,72	16410,20413
Observations	4	4	Observations	4	4
Hypothesized Mean Difference	0		Hypothesized Mean Difference	0	
df	6		df	6	
t Stat	0,112592		t Stat	0,441957	
P(T<=t) one-tail	0,457013	max	P(T<=t) one-tail	0,337002	min
t Critical one-tail	1,94318		t Critical one-tail	1,94318	
P(T<=t) two-tail	0,914027	max	P(T<=t) two-tail	0,674004	min
t Critical two-tail	2,446912		t Critical two-tail	2,446912	

3.2 KOMENTAR REZULTATOV

Če povzamemo rezultate s Preglednic 22 do 26 vidimo, da je pri vseh DSO izračunana poraba pred sanacijo nižja od dejanske; prihranki prav tako. V povprečju je odstopanje za 24 % navzdol. Upošteva dejstvo, da je bila v programu privzeta urna izmenjava zraka $n=0,7 \text{ h}^{-1}$ lahko sklepamo, da so imeli domovi pred sanacijo (mnogo) višjo urno izmenjavo zraka od predpostavljene.

Še najbolj so se dejanskim rezultatom približali prihranki združenih ukrepov IJS_GSO, vendar so bili tudi ti dvakrat tudi višji od dejanskih. Povprečno odstopanje za $P(IJS_G)$ je bilo 18 % navzdol, za $P(IJS_GSO)$ pa le 5% navzdol. Prihranki za gradbene ukrepe ($P(IJS_G)$, izračuni po metodi IJS po absolutni vrednosti niso količinsko dosti odstopali od izračunanih s programom (QI). Vedel sem, da pri izračunu po IJS metodi prezračevalne izgube niso upoštevane – kako se je potem lahko izračun tako (dobro) ujemal? Ugotovil sem, da program NovoCAD ventilacijske izgube pri izračunu potrebne energije sicer upošteva, jih pa pri bilanci tudi odšteje. Razlika bi bila torej opazna le za primere/izračune, kjer bi določili različno urno izmenjavo pred sanacijo in po njej.

Glede na statistične izračune ujemanja rezultatov po posameznih metodah lahko potrdim, da je navkljub zastarelosti metode HDD izračun v danih primerih pravilen. Očital bi mu kvečjemu to, da je pri izračunu izgub celo preveč konzervativen. Je pa dejstvo, da algoritem ni nastavljen in je kot tak neustrezen za izračun dovedene energije za delovanje stavbe (Q_t), katere določitev zahteva PURES 2010 [7] (enačba (16)).

4 ZAKLJUČEK

Skladno z upoštevanjem smernic o trajnostni rabi energije so bili za 53 DSO v Sloveniji (ki so v pristojnosti MDDSZ) v letu 2009 izdelani razširjeni energetski pregledi. EP so bili izdelani v podjetju Genera-Proplus. Na podlagi točkovanja v EP predvidenih ukrepov z vidika učinkovitosti rabe energije so bili izbrani domovi v letih 2012/13 tudi energetsko sanirani. Za potrebe diplomske naloge je bilo med temi izbranih pet domov z enostavnejšo arhitekturno zasnovo. Pridobljeni podatki o povprečni porabi energije za ogrevanje pred in po energetski sanaciji domov ter v EP izračunan učinek posameznih ukrepov, so bili podlaga za izdelavo analize energetskih prihrankov v nalogi. V EP se nahajajo vsi podatki za izračune gradbene fizike in eventualno ponovitev le-teh. Je zelo obsežen dokument, saj ga pripravlja več posameznikov iz različnih strok, katerih prispevki se pogosto pojavljajo v istih poglavjih. Zato ob prvem branju dobimo vtis, da je bolj zlepljenka kot pa priročnik za uporabnika. Glede na predvideno uporabnost dokumenta lahko trdim, da bi ga bilo potrebno narediti bolj preglednega, predvsem pa uporabniku prijaznega.

Cilj naloge je bil poiskati povezavo med izračunano in dejansko porabo energije pred sanacijo in po njej oz. med prihranki za vsak DSO. V nalogi so bili upoštevani prihranki, izračunani s programom za izračun gradbene fizike NovoCAD [4]. Prihranki v EP so bili izračunani po dveh metodah, in sicer po HDD metodi in IJS metodi. Pri metodi HDD je bil uporabljen izračun potrebne toplote Q_I (potrebna toplota brez dobitkov) ter Q_h (potrebna toplota z upoštevanimi dobitki). Z metodo IJS pa so bili izračunani prihranki posameznih ukrepov na ovoju stavbe (enkrat samo na ovoju, drugač pa kot vsota vseh ukrepov, ki neposredno zmanjšujejo potrebno toploto za ogrevanje stavbe. Kriterij za analizo so bili povprečni dejanski prihranki po sanaciji (merjene količine). Glede na metodo izračuna porabe pred sanacijo (povprečje porabe vsaj treh let ali več) je smiselna primerjava z enako dolgim obdobjem po sanaciji.

Primerjava med izračunanimi prihranki je pokazala, da je v EP uporabljena metoda HDD neustrezna za natančno določitev energetskih prihrankov, saj je bilo odstopanje računanih prihrankov od merjenih preveč razpršeno. Vseeno je bil odstotek izračunane porabe pred sanacijo z dejansko porabo med 74 in 95 %. Primerjava izračunanih prihrankov z dejanskimi po DSO pa med 56 in 97 %. Ocenjujem, da so odstopanja v rezultatih v prvi vrsti posledica premalo definiranih notranjih toplotnih virov pri izračunu, nekaj pa k napaki doprinese tudi v programu previsoko upoštevan vpliv ventilacijskih izgub glede na transmisijske izgube. Prav tako sem mnenja, da je določitev solarnih dobitkov v programu NovoCAD [4] prevelika, še posebej ker se s programom računa izključno toplota za ogrevanje, solarni dobitki pa imajo večji vpliv na potrebno toploto za hlajenje.

Rezultati vzporednega kontrolnega izračuna za dva doma, ki sta imela najboljše oz. najslabše ujemanje izračunanih prihrankov z dejanskimi prihranki (količnik M) so pokazali, da novejši in bolj kompleksni programi, ki računajo potrebno toploto za ogrevanje z upoštevanjem toplotnih con, dajejo bolj natančne rezultate. V primeru izračuna za dom B je bilo odstopanje manj kot 1 % navzdol (377 MWh : 380 MWh). Pri izračunu za dom C je bilo odstopanje večje.

Rezultati χ^2 testa potrjujejo diskrepanco med statistično in vsebinsko uporabnostjo izračunov - kažejo, da neujemanja izračunov za QI ne moremo potrditi z manj kot 5 % stopnjo tveganja hkrati pa zaradi še manjšega vzorca kontrolno izračunanih prihrankov le dveh DSO (ki se dejansko zelo dobro ujemajo!), zaradi več kot 5% stopnje tveganja sploh ne moremo zavrniti nične hipoteze o neujemanju izračunov. Za razliko od prej napisanega je ujemanje izračunov s T-testom pokazalo, da je ujemanje med izračuni prihrankov in dejanskimi za Tip 1 v intervalu od 33,7 in 45,7 %, za Tip 2 je ujemanje veliko večje in je v intervalu med 67,4 in 91,4%. Pri analizi podatkov žal nisem uspel določiti načina, ki bi upošteval dejansko porabo pred sanacijo za korekcijo s programom NovoCAD [4] izračunane porabe. Mogoče bi lahko omenjeno določil na podlagi večjega vzorca (npr. vseh saniranih DSO). Presenetilo me je ujemanje prihrankov P(IJS_GSO), saj ta način računa predvidene prihranke linearno, kar ni skladno z današnjo doktrino izračunov GF.

Glede na stalno odstopanje izračunanih prihrankov QI in IJS me je na koncu naloge najbolj razveselilo spoznanje, da je metoda IJS dejansko le analogna različica HDD metode; razlika v izračunanih prihrankih pa "napaka" zaradi zaokroževanja (predvsem površin KS v izračunu, delno pa tudi samih prihrankov). Če povežem zadnjo ugotovitev z rezultatom T-testa, da je ujemanje z metodo IJS_GSO izračunanih prihrankov kar 91,4%, lahko na podlagi dedukcije zaključim da bi moralo veljati enako tudi za HDD metodo. Uporabljeno metodo (saj se je na koncu pokazalo, da gre za eno metodo in ne dve kot je bilo večkrat napisano!) za izračun prihrankov v DSO bi osebno ocenil kot zadovoljivo, saj je pravilno predvidela odstotek prihrankov.

Zaključil bi z mislijo, da energetske prihranke še tako učinkovite sanacije lahko hitro izničimo z neodgovornim delovanjem (npr. preveč intenzivnim naravnim prezračevanjem, previsoko nastavljeno notranjo temperaturo, s premajhno izmenjavo zraka in pojavom kondenzacije vodne pare itd.). Zmanjševanje porabe končne energije je kompleksen proces, ki je obenem tudi zelo nestabilen. Del naloge omogoča vpogled, koliko različnih deležnikov je udeleženih že pri samem načrtovanju investicijskih ukrepov. Še mnogo več jih mora za doseganje zastavljenih ciljev usklajeno delovati v uporabni dobi objekta.

VIRI

- [1] EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY - Final energy consumption by sector and fuel. 2015. Letno poročilo na spletu
<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/final-energy-consumption-by-sector-8/assessment-2> (pridobljeno 13. 8. 2016)
- [2] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – A guide to development and implementation. 2014. Spletna publikacija
<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TechnologyRoadmapAguidetodevelopmentandimplementation.pdf> (pridobljeno 13. 8. 2016)
- [3] Razpisna dokumentacija MDDSZ. Ur. l. RS št. 57, dne 15.7.2011
http://www.mddsz.gov.si/fileadmin/mddsz.gov.si/pageuploads/dokumenti_pdf/rd-jr-energetska_sanacija_domov-15-7-11.pdf (pridobljeno 18. 8. 2016)
- [4] Novolit d.d in Pilcom d.d. Računalniški program NovoCAD ver. 1.04.2. (programa ni več mogoče dobiti na spletu, ker je podjetje v stečaju in nima več spletne strani; ugotovljeno 21. 7. 2016)
- [5] Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah Ur. l. RS, št. 42/2002: 2012
<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=200242&stevilka=2012> (pridobljeno 30. 6. 2016)
- [6] Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2008). Ur. l. RS, št. 93/2008: 3939.
<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?sop=2008-01-3939> (pridobljeno 29. 6. 2016)
- [7] Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2010). Ur. l. RS, št. 52/2010: 7840.
<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=201052&stevilka=2856> (pridobljeno 27. 6. 2016)
- [8] Tehnična smernica TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije. Ministrstvo za okolje in prostor.
http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/graditev_objektov/TSG_01_004_2010_ure.pdf (pridobljeno 6. 7. 2016)
- [9] Spletna stran University of Calgary
http://energyeducation.ca/encyclopedia/Building_envelope (pridobljeno 5. 8. 2016)
- [10] ENERGY EFFICIENT BUILDING ENVELOPE, US department of energy
http://www2.lbl.gov/mfea/assets/docs/posters/17_MEAW_Poster_Selk_Envelope_Final.pdf (pridobljeno 5. 7. 2016)

- [11] Malovrh, M., Obrežen, D., Pogačnik, J., Šijanec Zavrl, M., Repič, K. Gradbeni inštitut ZRMK - Gradbeni center Slovenije. Toplotni mostovi.
<http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/PDFknjiznicaAURE/IL2-11.PDF> (pridobljeno 5. 7. 2016)
- [12] Medved, S. Gradbena fizika. 2010. Ljubljana, Fakulteta za arhitekturo. 320 str.
- [13] Spletna stran stavbarstvo.com
<http://www.stavbarstvo.com/toplotna-prehodnost.php> (pridobljeno 15. 7. 2016)
- [14] Direktiva EPBD 2002/91/EC.16.dec 2002. št. dokumenta 32002L0091
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/HTML/?uri=CELEX:32002L0091&from=EN> (pridobljeno 20. 8. 2016)
- [15] Direktiva EPBDr 2010/31/EU.19.maj 2010. št. dokumenta 32010L0031
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/HTML/?uri=CELEX:32010L0031&from=en> (pridobljeno 20. 8. 2016)
- [16] Vlada RS. Nacionalni akcijski načrt za energetske učinkovitost za obdobje 2008–2016. Številka: 36000-1/2008/13
http://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/an_ure/an_ure1.pdf
(pridobljeno 20. 8. 2016)
- [17] Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaje energetske izkaznic, Ur. l. RS, št. 52/2010: 3699
<https://www.uradni-list.si/1/content?id=119788> (pridobljeno 29. 6. 2016)
- [18] Zakon o graditvi objektov – ZGO-1F (UL RS 19/15)
<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO3490> (pridobljeno 26. 6. 2016)
- [19] Ministrstvo za Infrastrukturo. Akcijski načrt za skoraj nič-energijske stavbe za obdobje do leta 2020 (AN sNES). 2015
http://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/an_snes/ansnes_final_apr_2015.pdf
(pridobljeno 3. 8. 2016)
- [20] standard SIST EN ISO 13790
pisrs.si/Pis.web/npb/2012-01-3613-2009-01-3362-npb1-p5.pdf (pridobljeno 28. 6. 2016)
- [21] Vlada RS. Nacionalni akcijski načrt za energetske učinkovitost za obdobje 2008–2016. Številka: 36000-1/2008/13
http://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/an_ure/an_ure1.pdf
(pridobljeno 1. 8. 2016)
- [22] Krainer, A. 2012. Aplikacija TEDI in TOST, delovna verzija. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente. (pridobljeno 21. 7. 2016)

-
- [23] Medved, S. Arkar, C. Šuklje, T. KNAUFINSULATION d.o.o.. 2011. Aplikacija Energija 2010. Škofja Loka. (pridobljeno 21. 7. 2016)
- [24] FIBRAN NORD d.o.o. 2011. Aplikacija ArchiMAID. Novo Mesto. (pridobljeno 21. 7. 2016)
- [25] Raisa računalniški inženiring, Metod Saje s.p. v sodelovanju z URSA Slovenija d.o.o. 2011. Aplikacija Gradbena fizika URSA4. Novo Mesto, URSA Tehnična komerciala. (pridobljeno 21. 7. 2016)
- [26] Passivhaus Institut. Aplikacija PHPP. 2007 Passivhaus Institut. Darmstadt . (pridobljeno 21. 7. 2016)
- [27] Košir, M., Krainer, A., Šestan, P., Kristl, Ž. 2013. Študija delovanja programske opreme za izračun porabe energije v stavbah. Gradbeni vestnik 62: 61 – 71. (pridobljeno 20. 7. 2016)
- [28] Jecelj, I. Izračun energetskih prihrankov - delovno gradivo. 2009, Maribor. 25str.
- [29] ZPIZ. Uživalci pokojnin iz obveznega zavarovanja in uživalci 20% predčasne ali starostne pokojnine, 5/2016. Spletna publikacija.
http://www.zpiz.si/wps/portal/cognos/msp/upokojenci/prejemniki_pokojnin (pridobljeno 18. 6. 2016)
- [30] Spletna stran MDDSZ
http://www.mddsz.gov.si/si/delovna_podrocja/sociala/izvajalci/dso/ (pridobljeno 16. 6. 2016)
- [31] Spletna stran Skupnosti socialnih zavodov Slovenije
<http://www.ssz-slo.si/splosno-o-domovih-in-posebnih-zavodih> (pridobljeno 18. 6. 2016)
- [32] EUROSTAT. Statistični podatki za evropsko populacijo
<http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:EUROPOP2008> (pridobljeno 18. 6. 2016)
- [33] Priročnik za izdelavo energetskih pregledov PHARE
<http://documents.tips/documents/prirocnik-za-energetske-preglede.html> (pridobljeno 20. 9. 2009)
- [34] MOP. Metodologija izvedbe energetskega pregleda. 2007
https://www.petrol.si/sites/www.petrol.si/files/attachment/metodologija_0.pdf (pridobljeno 20. 9. 2009)
- [35] Razpoložljiva projektna dokumentacija Domov starejših občanov (pridobljeno jun/jul 2016)

- [36] Opravljeni razgovori in pridobljeni podatki s strani uporabnikov objektov (opravljeno jun/jul 2016)
- [37] spletna stran podjetja ENEKOM
<http://www.enekom.si/sl/pages.php?id=9> (pridobljeno 17. 7. 2016)
- [38] Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb, Ur. l. RS, št. 42/2002: 2013
<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?sop=2002-01-2013> (pridobljeno 20. 8. 2016)
- [39] Standardi Tennessee
http://www.hpm.umn.edu/nhregsplus/NHRegs_by_State/Tennessee/TN%20Complete%20Regs.pdf (pridobljeno 16. 8. 2016)
- [40] ARSO arhiv meteoroloških podatkov
<http://www.meteo.si/met/sl/app/webmet/#webmet==8Sdwx2bhR2cv0WZ0V2bvEGcw9ydIJWbIR3LwVnaz9SYtVmYh9icIFGbt9SaulGdugXbsx3cs9mdl5WahxXYyNGapZXZ8tHZv1WYp5mOnMHbvZXZuWYnwCchJXYtVGdIJnOn0UQQdSf>; (pridobljeno 15. 6. 2016)
- [41] SOLARGE – solar thermal systems in Public and social houses in Europe
<http://www.solarge.org/index.php?id=46>
http://www.solarge.org/fileadmin/media/bestpractice/germany/german/SOLARGE_goodpractice_de_laurentiushaus_de.pdf (pridobljeno 2. 8. 2016)

PRILOGE

Priloga 1: Dom A – pred sanacijo

ELABORAT GRADBENE FIZIKE ZA PODROČJE TOPLOTE

izdelan za projekt:

DOM A – pred sanacijo

narejen v skladu s
Pravilnikom o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah
Uradni list RS št. 42/2002 z dne 15.5.2002

Projekt NI narejen v skladu s pravilnikom!

Številka projekta: 05

Investitor: **MINISTRSTVO ZA DELO DRUŽINO IN SOCIALNE ZADEVE**
Naslov: **KOTNIKOVA 5**
Kraj: **LJUBLJANA**

Naselje:
Katastrska občina:
Parcelna številka: **218/2, 3246/11, 3246/10, 3246/15**

Vrsta stavbe: **stanovanjska stavba (45 + 40 fo)**
Etažnost: **P, P+1, K+P+2**

Volumen in površine

Ogrevana prostornina stavbe V_e :	13.553,80 m ³
Neto ogrevana prostornina V :	10.843,04 m ³
Uporabna površina stavbe A_u :	4.337,22 m ²
Celotna zunanja površina stavbe A :	6.407,73 m ²
Faktor oblike stavbe f_o :	0,473 m ⁻¹

Klimatski podatki

Projektna temperatura:	-7 °C
Trajanje ogrevalne sezone:	235 dni
Temperaturni primanjkljaj:	2900 K*dan
Notranja temperatura:	20 °C
Zunanja temperatura:	5 °C
Notranja relativna vlažnost:	65 %
Zunanja relativna vlažnost:	90 %

SPECIFIČNE TOPLOTNE IZGUBE STAVBE

Neprozorni elementi ovoja stavbe

<i>oznaka elementa</i>	<i>naziv</i>	<i>kapacitivnost kJ/K</i>	<i>površina m²</i>	<i>topl.preh. W/m²K</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
FASADA SEVER 1	FS 1	38.776	207,25	1,36	280,82
FASADA JUG 1	FS 1	76.477	408,75	1,36	553,86
FASADA VZHOD 1	FS 1	32.836	175,50	1,36	237,80
FASADA ZAHOD 1	FS 1	14.678	78,45	1,36	106,30
FASADA SEVER 2	FS 2	65.619	385,36	0,61	236,61
FASADA VZHOD 2	FS 2	50.730	297,92	0,61	182,92
FASADA ZAHOD 2	FS 2	58.089	341,14	0,61	209,46
STREHA 1	SP	316.320	1.743,00	0,21	366,03
STREHA RAVNA	RS	30.270	135,00	0,34	45,90
FASADA JUG 2	FS 2	20.495	120,36	0,61	73,90
Skupaj		704.290	3.892,73		2.293,61

Prozorni elementi ovoja stavbe

<i>oznaka elementa</i>	<i>naziv</i>	<i>naklon, orientacija</i>	<i>površina m²</i>	<i>topl.preh. W/m²K</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
OKNO SEVER STARA	Okno leseni okvir - dvojna zasteklitev	90, S	99,00	2,51	248,49
OKNO JUG STARA	Okno leseni okvir - dvojna zasteklitev	90, J	180,00	2,51	451,80
OKNO VZHOD STARA	Okno leseni okvir - dvojna zasteklitev	90, V	101,00	2,51	253,51
OKNO SEVER NOVA	Okno leseni okvir - dvojna+low-e+argon zasteklitev	90, S	56,00	1,25	70,00
OKNO VZHOD NOVA	Okno leseni okvir - dvojna+low-e+argon zasteklitev	90, V	100,00	1,25	125,00
OKNO ZAHOD NOVA	Okno leseni okvir - dvojna+low-e+argon zasteklitev	90, Z	120,00	1,25	150,00
OKNO ZAHOD STARA	Okno leseni okvir - dvojna zasteklitev	90, Z	30,00	2,51	75,30
Skupaj			686,00		1.374,10

Toplotne izgube skozi zunanji ovoj stavbe L_D

$$L_D = \sum A_i U_i + \sum l_j \Psi_j + \sum \chi_k = 3.667,71 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 3.667,71 \text{ W/K}$$

$\sum A_i U_i$ - izgube skozi ravne površine ovoja stavbe (W/K)

$\sum l_j \Psi_j$ - izgube skozi linijske toplotne mostove (W/K)

$\sum \chi_k$ - izgube skozi točkovne toplotne mostove (W/K)

Toplotne izgube skozi neogrevane prostore H_u

$$H_u = 0,00 \text{ W/K}$$

Toplotne izgube skozi tla in zidove pod tlemi Ls

<i>oznaka elementa</i>	<i>kapac. kJ/K</i>	<i>površ. tal m²</i>	<i>obseg m</i>	<i>topl. izgube W/K</i>
Izolacije v horizontalnem delu	0	1.829,00	290,74	834,23
Skupaj	0	1.829,00		834,23

Koeficient transmisijskih toplotnih izgub Ht

$$H_t = L_d + L_s + H_u = 3.667,71 \text{ W/K} + 834,23 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 4.501,94 \text{ W/K}$$

Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub Ht'

$$H_t' = H_t / A = 4.501,94 / 6.407,73 = 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$$

A – celotna zunanja površina stavbe (m²)

Največje dovoljene trasmissijske izgube znašajo 0,64 W/m²K

Koeficient transmisijskih izgub je večji od dovoljenih!

Koeficient prezračevalnih toplotnih izgub Hv

$$H_v = n \cdot V \cdot 0,34 = 1.843,32 \text{ W/K}$$

n – urno število izmenjav zraka

V – ogrevana prostornina stavbe (m³)

Koeficient celotnih toplotnih izgub H

$$H = H_t + H_v = 4.501,94 \text{ W/K} + 1.843,32 \text{ W/K} = 6.345,26 \text{ W/K}$$

Celotne toplotne izgube stavbe Ql

$$Q_l = H \cdot DD \cdot 24h = 6.345,26 \text{ W/K} \cdot 2900 \text{ dni} \cdot 24 \text{ h} = 441.629,87 \text{ kWh/leto}$$

DD – temperaturni primanjkljaj (dni)

TOPLOTNI PRITOKI STAVBE

Notranji pritoki znašajo 0,00 W, število ogrevalnih dni je 235,00 zato znašajo skupni notranji pritoki $Q_i = 0,00$ kWh

Pritoki sončnega sevanja

<i>oznaka elementa</i>	<i>naklon, orientacija</i>	<i>efekt. površina m²</i>	<i>dobitek kWh</i>
OKNO SEVER STARA	90, S	51,98	7.890,22
OKNO JUG STARA	90, J	94,50	48.519,23
OKNO VZHOD STARA	90, V	53,03	14.729,87
OKNO SEVER NOVA	90, S	22,74	3.451,51
OKNO VZHOD NOVA	90, V	40,60	11.278,31
OKNO ZAHOD NOVA	90, Z	48,72	17.026,47
OKNO ZAHOD STARA	90, Z	15,75	5.504,25
Skupaj			108.399,86

Skupni toplotni dobitki

$$Q_g = Q_s + Q_i + Q_{sse} = 108.399,86 + 0,00 + 0,00 = 108.399,86 \text{ kWh}$$

Zašitenost pred sončnim sevanjem

<i>oznaka elementa</i>	<i>naklon, orientacija</i>	<i>površina m²</i>	<i>faktor zaščite</i>	<i>ustreznost zaščite</i>
OKNO JUG STARA	90, J	180,00	0,190	DA
OKNO VZHOD STARA	90, V	101,00	0,224	DA
OKNO VZHOD NOVA	90, V	100,00	0,173	DA
OKNO ZAHOD NOVA	90, Z	120,00	0,153	DA
OKNO ZAHOD STARA	90, Z	30,00	0,198	DA

Kakovost zaščite proti sončnemu sevanju ustreza pravilniku!

Časovna konstanta stavbe

$$\tau = C / H = 704.290,12 / (6.345,26 \cdot 3,6) = 30,83 \text{ h}$$

C - efektivna toplotna kapacitivnost stavbe (kJ/K)

Razmerje med pritoki in izgubami

$$\gamma = Q_g / Q_l = 108.399,86 / 441.629,87 = 0,25$$

Izkoristek dobitkov

$$\alpha = \alpha_0 + \tau / \tau_0 = 0,8 + \tau / 28$$

$$\eta = (1 - \gamma^\alpha) / (1 - \gamma^{\alpha+1}) = 0,947$$

Potrebna toplota za ogrevanje Q_h

$$Q_h = Q_l - \eta \cdot Q_g - Q_{sse} = 441.629,87 - 0,947 \cdot 108.399,86 - 0,00 = 338.989,80 \text{ kWh/leto}$$

Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje

$$Q_h / A_u = 338.989,80 / 4.337,22 = 78,16 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Največja dovoljena specifična letna potrebna toplota za stavbo znaša:

$$45 + 40 \cdot f_o = 63,91 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Potrebna toplota za ogrevanje NI v dovoljenih mejah!

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: **FS 1**

Zunanja stena in stene proti neogrevanim prostorom

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,13 m²K/W

Rse=0,04 m²K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: 5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1900)	2,00	1050	1900	0,990	25	2,7	5,7
2	Zid iz naravnega kamna	60,00	920	2000	1,160	22	0,0	0,0
3	Podaljšana apnena malta (1900)	3,00	1050	1900	0,990	25	2,7	5,7
skupaj debelina:		65,00						

Toplotna prehodnost:

U=1,355 W/m²K

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,60 W/m²K

Konstrukcija NE USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.

Difuzni tok vodne pare:

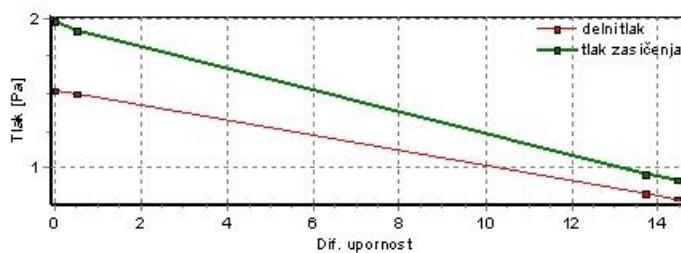
Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,032 g/m²

Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,032 g/m²

Količina kondenzirane vodne pare: 0,000 g/m²

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.



Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcijNaziv konstrukcije: **TP**

Pod na terenu

Toplotna prestopnost:Rsi=0,17 m²K/WRse=0,00 m²K/WTemperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: 5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec. topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl. prev. W/mK	dif. upor.	mas. vl. %	max. mas. vl. %
1	Keramične ploščice - talne, neglazirane	2,00	920	2300	1,280	200	1,5	4,0
2	Cementni estrih	6,00	1050	2200	1,400	30	2,5	5,0
3	PVC folija, mehka	0,20	960	1200	0,190	42000	0,0	0,0
4	NOVOLIT STIROPOR EPS 50 (SGP-12)	4,00	1260	12	0,040	35	25,0	45,0
5	Večplastna bitumenska hidroizolacija (13 do 16mm)	1,30	1460	1100	0,190	14000	0,0	0,0
6	Beton s kamnitim. agregatom (1800)	8,00	960	1800	0,930	15	2,5	4,8

skupaj debelina:

21,50

Toplotna prehodnost:**U=0,718 W/m²K**Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,45 W/m²KKonstrukcija NE USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.**Izračun difuzije ni potreben!**

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: **SP**

Strop proti neogrevanemu podstrešju

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,10 m²K/W

Rse=0,04 m²K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: 5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1800)	2,00	1050	1800	0,870	20	2,7	5,7
2	Beton s kamnitim agregatom (2400)	4,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
3	Polna opeka (izvotljenost 0 do 15%) (1400)	15,00	920	1400	0,580	7	1,5	4,0
4	URSA SIGNOROL SF 35	15,00	840	22	0,035	1	12,5	25,0
5	PVC folija, mehka	0,10	960	1200	0,190	42000	0,0	0,0
6	Cementni estrih	5,00	1050	2200	1,400	30	2,5	5,0
skupaj debelina:		41,10						

Toplotna prehodnost:

U=0,210 W/m²K

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,35 W/m²K

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.

Difuzni tok vodne pare:

Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,098 g/m²

Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,001 g/m²

Količina kondenzirane vodne pare: 0,096 g/m²

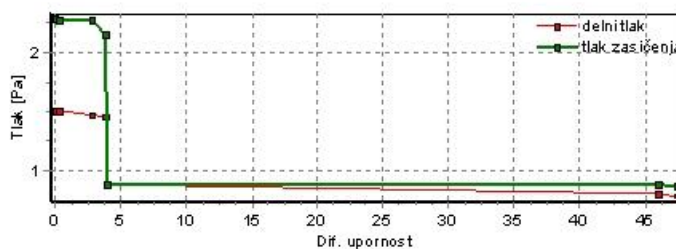
Količina kondenzata v obdobju navlaževanja: 138,245 g/m²

Prišlo je do kondenzacije v ravnini med 4. in 5. slojem.

Vsebnost vlage v materialu: 0,000 %, dovoljena: 0,000 %

Čas izsuševanja: 61,274 dni, dovoljeni: 60,000 dni

Konstrukcija NE USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.



Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcijNaziv konstrukcije: **FS 2**

Zunanja stena in stene proti neogrevanim prostorom

Toplotna prestopnost:R_{si}=0,13 m²K/W
R_{se}=0,04 m²K/WTemperature:Notr. rač. temp.: 20 °C
Zun. rač. temp.: 5 °CVlažnosti:Notr. rač. vlaga.: 65 %
Zun. rač. vlaga.: 90 %**Sestava konstrukcije**

slo	material	debelina cm	spec. topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl. prev. W/mK	dif. upor.	mas. vl. %	max. mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1800)	2,00	1050	1800	0,870	20	2,7	5,7
2	Polna opeka (izvotljenost 0 do 15%) (1800)	29,00	920	1800	0,760	12	1,5	4,0
3	NOVOLIT STIROPOR EPS F (fasadni)	4,00	1260	15	0,038	35	20,0	40,0
4	AKRILNI GLAJEN OMET 1,5	0,20	1050	1575	0,870	130	2,7	5,7
skupaj debelina:		35,20						

Toplotna prehodnost:**U=0,614 W/m²K**Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,60 W/m²KKonstrukcija NE USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.**Difuzni tok vodne pare:**Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,082 g/m²Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,082 g/m²Količina kondenzirane vodne pare: 0,000 g/m²

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: **RS**

Ravna streha

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,10 m²K/W

Rse=0,04 m²K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: 5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1900)	2,00	1050	1900	0,990	25	2,7	5,7
2	Beton s kamnitim. agregatom (2400)	20,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
3	Večplastna bitumenska hidroizolacija (13 do 16mm)	1,30	1460	1100	0,190	14000	0,0	0,0
4	NOVOLIT STIROPOR EPS T	10,00	1260	12	0,040	20	20,0	40,0
5	Pesek, suh	4,00	840	1800	0,580	1	5,0	10,0
6	Beton s kamnitim. agregatom (1800)	4,00	960	1800	0,930	15	2,5	4,8
skupaj debelina:		41,30						

Toplotna prehodnost:

U=0,340 W/m²K

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,25 W/m²K

Konstrukcija NE USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.

Difuzni tok vodne pare:

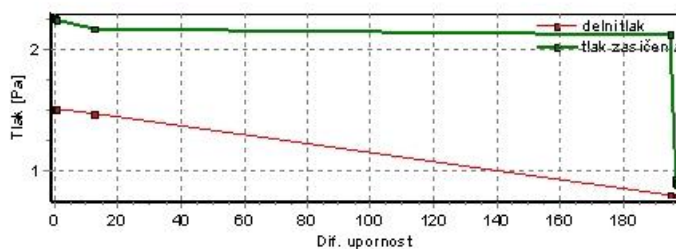
Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,002 g/m²

Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,002 g/m²

Količina kondenzirane vodne pare: 0,000 g/m²

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.



Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcijNaziv konstrukcije: **SPT**

Zunanja stena proti terenu

Toplotna prestopnost:Rsi=0,17 m²K/WRse=0,00 m²K/WTemperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: 5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

<i>slo</i>	<i>material</i>	<i>debelina</i> <i>cm</i>	<i>spec. topl.</i> <i>J/kgK</i>	<i>gostota</i> <i>kg/m³</i>	<i>topl. prev.</i> <i>W/mK</i>	<i>dif. upor.</i>	<i>mas. vl.</i> <i>%</i>	<i>max. mas. vl.</i> <i>%</i>
1	Podaljšana apnena malta (1800)	2,00	1050	1800	0,870	20	2,7	5,7
2	Zid iz naravnega kamna	60,00	920	2000	1,160	22	0,0	0,0

skupaj debelina:

62,00

Toplotna prehodnost:**U=1,408 W/m²K**Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,70 W/m²KKonstrukcija NE USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.**Izračun difuzije ni potreben!**

IZKAZ TOPLOTNIH KARAKTERISTIK STAVBE

Objekt	DOM A – pred sanacijo
Investitor	MINISTRSTVO ZA DELO DRUŽINO IN SOCIALNE ZADEVE
Ulica, naselje	KOTNIKOVA 5
Kraj	LJUBLJANA
Katastrska občina	
Parcelna številka	218/2, 3246/11, 3246/10, 3246/15
Namembnost (stanovanjska, poslovna..)	stanovanjska stavba (45 + 40 fo)
Etažnost (klet, pritličje, etaža, mansarda..)	P, P+1, K+P+2

Celotna zunanja površina stavbe A	6.407,73 m²
Ogrevana prostornina stavbe V_e	13.553,80 m³
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$	0,473 m⁻¹
Neto uporabna površina stavbe A_s	4.337,22 m²

Temperaturni primanjkljaj DD	2900 K*dni
--------------------------------	-------------------

TOPLOTNE PREHODNOSTI ELEMENTOV OVOJA STAVBE				
NEPROZORNI ELEMENTI				
<i>Oznaka elementa</i>	<i>Orientacija, naklon</i>	<i>Površina (m²)</i>	<i>U_i (W/m²K)</i>	<i>U_{max} (W/m²K)</i>
FASADA SEVER 1	S, 90°C	207,25	1,36	0,60
FASADA JUG 1	J, 90°C	408,75	1,36	0,60
FASADA VZHOD 1	V, 90°C	175,50	1,36	0,60
FASADA ZAHOD 1	Z, 90°C	78,45	1,36	0,60
FASADA SEVER 2	S, 90°C	385,36	0,61	0,60
FASADA VZHOD 2	V, 90°C	297,92	0,61	0,60
FASADA ZAHOD 2	Z, 90°C	341,14	0,61	0,60
STREHA 1	S, 0°C	1.743,00	0,21	0,35
STREHA RAVNA	S, 0°C	135,00	0,34	0,25
FASADA JUG 2	J, 90°C	120,36	0,61	0,60
Izolacije v horizontalnem delu		1.829,00	0,46	0,60
PROZORNI ELEMENTI				
<i>Oznaka elementa</i>	<i>Orientacija, naklon</i>	<i>Površina (m²)</i>	<i>U_{elementa} (W/m²K)</i>	<i>Faktor preh. cel. son. sev. g</i>
OKNO SEVER STARA	S, 90°C	99,00	2,51	0,75
OKNO JUG STARA	J, 90°C	180,00	2,51	0,75
OKNO VZHOD STARA	V, 90°C	101,00	2,51	0,75
OKNO SEVER NOVA	S, 90°C	56,00	1,25	0,58
OKNO VZHOD NOVA	V, 90°C	100,00	1,25	0,58
OKNO ZAHOD NOVA	Z, 90°C	120,00	1,25	0,58
OKNO ZAHOD STARA	Z, 90°C	30,00	2,51	0,75

Način upoštevanja vpliva toplotnih mostov (8. člen)	po 2. odstavku 8. člena	po 4. odstavku 8. člena χ
--	-------------------------	-----------------------------------

Koeficient specifičnih transmisijских toplotnih izgub stavbe		
	$H_T' = 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$	$H_T' = 0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$

Predvidena izmenjava zraka pri naravnem prezračevanju n (h ⁻¹)	$n = 0,50 \text{ h}^{-1}$
Izkoristek sistema za pridobitev odpadne toplote pri prezračevanju	$\eta = 0,00$

Tip in površina SSE ter upoštevani letni dobitki sončnega obsevanja	ploščati SSE	vakuumski SSE

1 - stanovanjske stavbe, ki se pri namenski uporabi ogrevajo na najmanj 18°C 2 - nestanovanjske stavbe, ki se pri namenski uporabi ogrevajo na najmanj 18°C 3 - nestanovanjske stavbe, ki se ogrevajo na temperaturo med 12°C in 18°C ter športni objekti, občasno ogrevani nad 15°C	χ
---	--------

Letna potrebna toplota za ogrevanje (7. člen)	$Q_A = 338.989,80 \text{ kWh}$
--	--------------------------------

Specifična letna toplota za ogrevanje	Izračunana	Največja dovoljena (6. člen)
Vrsta stavbe 1	$Q_A/A_A = 78,16 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$Q_A/A_A = 63,91 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Vrsta stavbe 2 in 3	$= 78,16 \text{ kWh/m}^3\text{a}$	

Projektivno podjetje		Odgovorni projektant	
Ident. št.		Ident. št.	
Št. projekta	05	Podpis	
Kraj	Maribor	Datum	

Priloga 2: Dom A – po sanaciji

ELABORAT GRADBENE FIZIKE ZA PODROČJE TOPLOTE

izdelan za projekt:

DOM A – sanirano stanje

narejen v skladu s

Pravilnikom o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah

Uradni list RS št. 42/2002 z dne 15.5.2002

Projekt NI narejen v skladu s pravilnikom!

Številka projekta: 05

Investitor: **MINISTRSTVO ZA DELO DRUŽINO IN SOCIALNE ZADEVE**
Naslov: **KOTNIKOVA 5**
Kraj: **LJUBLJANA**

Naselje:
Katastrska občina:
Parcelna številka: **218/2, 3246/11, 3246/10, 3246/15**

Vrsta stavbe: **stanovanjska stavba (45 + 40 fo)**
Etažnost: **P, P+1, K+P+2**

Volumen in površine

Ogrevana prostornina stavbe V_e :	13.553,80 m³
Neto ogrevana prostornina V :	10.843,04 m³
Uporabna površina stavbe A_u :	4.337,22 m²
Celotna zunanja površina stavbe A :	6.407,73 m²
Faktor oblike stavbe f_o :	0,473 m⁻¹

Klimatski podatki

Projektna temperatura:	-7 °C
Trajanje ogrevalne sezone:	235 dni
Temperaturni primanjkljaj:	2900 K·dan
Notranja temperatura:	20 °C
Zunanja temperatura:	5 °C
Notranja relativna vlažnost:	65 %
Zunanja relativna vlažnost:	90 %

SPECIFIČNE TOPLOTNE IZGUBE STAVBE

Neprozorni elementi ovoja stavbe

<i>oznaka elementa</i>	<i>naziv</i>	<i>kapacitivnost kJ/K</i>	<i>površina m²</i>	<i>topl.preh. W/m²K</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
FASADA SEVER 1	FS 1	38.776	207,25	0,23	46,84
FASADA JUG 1	FS 1	76.477	408,75	0,23	92,38
FASADA VZHOD 1	FS 1	32.836	175,50	0,23	39,66
FASADA ZAHOD 1	FS 1	14.678	78,45	0,23	17,73
STREHA RAVNA	RS	30.270	135,00	0,17	22,68
FASADA JUG 2	FS 2	20.495	120,36	0,24	28,28
FASADA SEVER 2	FS 2	65.619	385,36	0,24	90,56
FASADA VZHOD 2	FS 2	50.730	297,92	0,24	70,01
FASADA ZAHOD 2	FS 2	58.089	341,14	0,24	80,17
STREHA 1	SP	316.320	1.743,00	0,16	282,37
Skupaj		704.290	3.892,73		770,68

Prozorni elementi ovoja stavbe

<i>oznaka elementa</i>	<i>naziv</i>	<i>naklon, orientacija</i>	<i>površina m²</i>	<i>topl.preh. W/m²K</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
OKNO SEVER STARA	Okno leseni okvir - dvojna+low-e+zmes.plin. zasteklitev	90, S	99,00	1,11	109,89
OKNO JUG STARA	Okno leseni okvir - dvojna+low-e+zmes.plin. zasteklitev	90, J	180,00	1,11	199,80
OKNO VZHOD STARA	Okno leseni okvir - dvojna+low-e+zmes.plin. zasteklitev	90, V	101,00	1,11	112,11
OKNO ZAHOD STARA	Okno leseni okvir - dvojna+low-e+zmes.plin. zasteklitev	90, Z	30,00	1,11	33,30
OKNO SEVER NOVA	Okno leseni okvir - dvojna+low-e+argon zasteklitev	90, S	56,00	1,25	70,00
OKNO VZHOD NOVA	Okno leseni okvir - dvojna+low-e+argon zasteklitev	90, V	100,00	1,25	125,00
OKNO ZAHOD NOVA	Okno leseni okvir - dvojna+low-e+argon zasteklitev	90, Z	120,00	1,25	150,00
Skupaj			686,00		800,10

Toplotne izgube skozi zunanji ovoj stavbe L_D

$$L_D = \sum A_i U_i + \sum l_j \Psi_j + \sum \chi_k = 1.570,78 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 1.570,78 \text{ W/K}$$

$\sum A_i U_i$ - izgube skozi ravne površine ovoja stavbe (W/K)

$\sum l_j \Psi_j$ - izgube skozi linijske toplotne mostove (W/K)

$\sum \chi_k$ - izgube skozi točkovne toplotne mostove (W/K)

Toplotne izgube skozi neogrevane prostore H_u

$$H_u = 0,00 \text{ W/K}$$

Toplotne izgube skozi tla in zidove pod tlemi Ls

<i>oznaka elementa</i>	<i>kapac. kJ/K</i>	<i>površ. tal m²</i>	<i>obseg m</i>	<i>topl. izgube W/K</i>
Izolacije v horizontalnem delu	0	1.829,00	290,74	834,23
Skupaj	0	1.829,00		834,23

Koeficient transmisijskih toplotnih izgub Ht

$$H_t = L_d + L_s + H_u = 1.570,78 \text{ W/K} + 834,23 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 2.405,01 \text{ W/K}$$

Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub Ht'

$$H_t' = H_t / A = 2.405,01 / 6.407,73 = 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$$

A – celotna zunanja površina stavbe (m²)

Največje dovoljene transmisijske izgube znašajo 0,64 W/m²K

Koeficient transmisijskih izgub je v mejah!

Koeficient prezračevalnih toplotnih izgub Hv

$$H_v = n \cdot V \cdot 0,34 = 1.843,32 \text{ W/K}$$

n – urno število izmenjav zraka

V – ogrevana prostornina stavbe (m³)

Koeficient celotnih toplotnih izgub H

$$H = H_t + H_v = 2.405,01 \text{ W/K} + 1.843,32 \text{ W/K} = 4.248,33 \text{ W/K}$$

Celotne toplotne izgube stavbe Ql

$$Q_l = H \cdot DD \cdot 24\text{h} = 4.248,33 \text{ W/K} \cdot 2900 \text{ dni} \cdot 24 \text{ h} = 295.683,60 \text{ kWh/leto}$$

DD – temperaturni primanjkljaj (dni)

TOPLOTNI PRITOKI STAVBE

Notranji pritoki znašajo 0,00 W, število ogrevalnih dni je 235,00 zato znašajo skupni notranji pritoki $Q_i = 0,00$ kWh

Pritoki sončnega sevanja

<i>oznaka elementa</i>	<i>naklon, orientacija</i>	<i>efekt. površina m²</i>	<i>dobitek kWh</i>
OKNO SEVER STARA	90, S	38,12	5.786,16
OKNO JUG STARA	90, J	69,30	35.580,77
OKNO VZHOD STARA	90, V	38,89	10.801,90
OKNO ZAHOD STARA	90, Z	11,55	4.036,45
OKNO SEVER NOVA	90, S	22,74	3.451,51
OKNO VZHOD NOVA	90, V	40,60	11.278,31
OKNO ZAHOD NOVA	90, Z	48,72	17.026,47
Skupaj			87.961,57

Skupni toplotni dobitki

$$Q_g = Q_s + Q_i + Q_{sse} = 87.961,57 + 0,00 + 0,00 = 87.961,57 \text{ kWh}$$

Zašitenost pred sončnim sevanjem

<i>oznaka elementa</i>	<i>naklon, orientacija</i>	<i>površina m²</i>	<i>faktor zaščite</i>	<i>ustreznost zaščite</i>
OKNO JUG STARA	90, J	180,00	0,140	DA
OKNO VZHOD STARA	90, V	101,00	0,164	DA
OKNO ZAHOD STARA	90, Z	30,00	0,145	DA
OKNO VZHOD NOVA	90, V	100,00	0,173	DA
OKNO ZAHOD NOVA	90, Z	120,00	0,153	DA

Kakovost zaščite proti sončnemu sevanju ustreza pravilniku!

Časovna konstanta stavbe

$$\tau = C / H = 704.290,12 / (4.248,33 \cdot 3,6) = 46,05 \text{ h}$$

C - efektivna toplotna kapacitivnost stavbe (kJ/K)

Razmerje med pritoki in izgubami

$$\gamma = Q_g / Q_l = 87.961,57 / 295.683,60 = 0,30$$

Izkoristek dobitkov

$$\alpha = \alpha_0 + \tau / \tau_0 = 0,8 + \tau / 28$$

$$\eta = (1 - \gamma^{\alpha}) / (1 - \gamma^{\alpha+1}) = 0,963$$

Potrebna toplota za ogrevanje Q_h

$$Q_h = Q_l - \eta \cdot Q_g - Q_{sse} = 295.683,60 - 0,963 \cdot 87.961,57 - 0,00 = 210.961,53 \text{ kWh/leto}$$

Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje

$$Q_h / A_u = 210.961,53 / 4.337,22 = 48,64 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Največja dovoljena specifična letna potrebna toplota za stavbo znaša:

$$45 + 40 \cdot f_o = 63,91 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Potrebna toplota za ogrevanje JE v dovoljenih mejah!

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: **FS 1**

Zunanja stena in stene proti neogrevanim prostorom

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,13 m²K/W

Rse=0,04 m²K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: 5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1900)	2,00	1050	1900	0,990	25	2,7	5,7
2	Zid iz naravnega kamna	60,00	920	2000	1,160	22	0,0	0,0
3	Podaljšana apnena malta (1900)	3,00	1050	1900	0,990	25	2,7	5,7
4	NOVOLIT STIROPOR EPS F (fasadni)	14,00	1260	15	0,038	35	20,0	40,0
5	AKRILNI GLAJEN OMET 1,5	0,20	1050	1575	0,870	130	2,7	5,7
skupaj debelina:		79,20						

Toplotna prehodnost:

U=0,226 W/m²K

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,60 W/m²K

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.

Difuzni tok vodne pare:

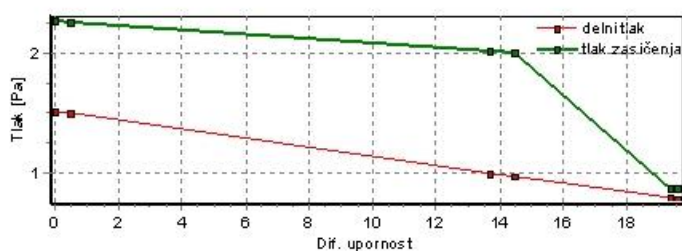
Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,023 g/m²

Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,023 g/m²

Količina kondenzirane vodne pare: 0,000 g/m²

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.



Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcijNaziv konstrukcije: **FS 2**

Zunanja stena in stene proti neogrevanim prostorom

Toplotna prestopnost:R_{si}=0,13 m²K/WR_{se}=0,04 m²K/WTemperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: 5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

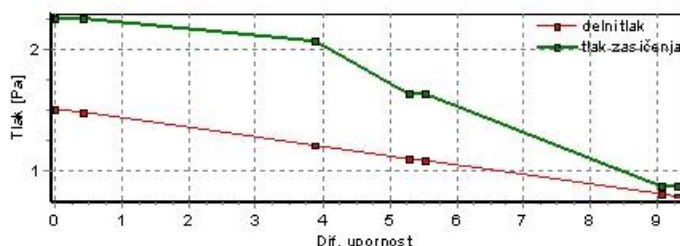
Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec. topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl. prev. W/mK	dif. upor.	mas. vl. %	max. mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1800)	2,00	1050	1800	0,870	20	2,7	5,7
2	Polna opeka (izvotljenost 0 do 15%) (1800)	29,00	920	1800	0,760	12	1,5	4,0
3	NOVOLIT STIROPOR EPS F (fasadni)	4,00	1260	15	0,038	35	20,0	40,0
4	AKRILNI GLAJEN OMET 1,5	0,20	1050	1575	0,870	130	2,7	5,7
5	NOVOLIT STIROPOR EPS F (fasadni)	10,00	1260	15	0,038	35	20,0	40,0
6	AKRILNI GLAJEN OMET 1,5	0,20	1050	1575	0,870	130	2,7	5,7

skupaj debelina: 45,40

Toplotna prehodnost:**U=0,235 W/m²K**Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,60 W/m²KKonstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.**Difuzni tok vodne pare:**Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,049 g/m²Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,049 g/m²Količina kondenzirane vodne pare: 0,000 g/m²

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: **RS**

Ravna streha

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,10 m²K/W

Rse=0,04 m²K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: 5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1900)	2,00	1050	1900	0,990	25	2,7	5,7
2	Beton s kamnitim. agregatom (2400)	20,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
3	Večplastna bitumenska hidroizolacija (13 do 16mm)	1,30	1460	1100	0,190	14000	0,0	0,0
4	NOVOLIT STIROPOR EPS T	10,00	1260	12	0,040	20	20,0	40,0
5	PVC folija, mehka	0,20	960	1200	0,190	42000	0,0	0,0
6	NOVOLIT STIROPOR EPS T	12,00	1260	12	0,040	20	20,0	40,0
7	Pesek, suh	4,00	840	1800	0,580	1	5,0	10,0
8	Beton s kamnitim. agregatom (1800)	4,00	960	1800	0,930	15	2,5	4,8
skupaj debelina:		53,50						

Toplotna prehodnost:

U=0,168 W/m²K

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,25 W/m²K

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.

Difuzni tok vodne pare:

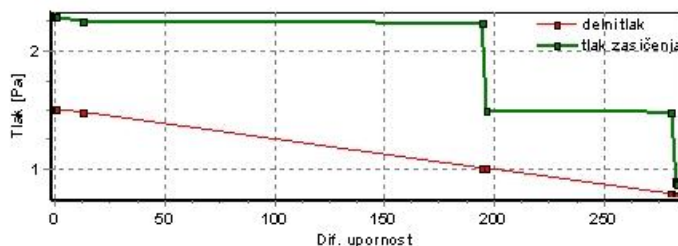
Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,002 g/m²

Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,002 g/m²

Količina kondenzirane vodne pare: 0,000 g/m²

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.



Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcijNaziv konstrukcije: **SPT**

Zunanja stena proti terenu

Toplotna prestopnost:Rsi=0,17 m²K/WRse=0,00 m²K/WTemperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: 5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

<i>slo</i>	<i>material</i>	<i>debelina</i> <i>cm</i>	<i>spec. topl.</i> <i>J/kgK</i>	<i>gostota</i> <i>kg/m³</i>	<i>topl. prev.</i> <i>W/mK</i>	<i>dif. upor.</i>	<i>mas. vl.</i> <i>%</i>	<i>max. mas.</i> <i>vl. %</i>
1	Podaljšana apnena malta (1800)	2,00	1050	1800	0,870	20	2,7	5,7
2	Zid iz naravnega kamna	60,00	920	2000	1,160	22	0,0	0,0

skupaj debelina:

62,00

Toplotna prehodnost:**U=1,408 W/m²K**Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,70 W/m²KKonstrukcija NE USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.**Izračun difuzije ni potreben!**

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: **TP**

Pod na terenu

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,17 m²K/W

Rse=0,00 m²K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: 5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Keramične ploščice - talne, neglazirane	2,00	920	2300	1,280	200	1,5	4,0
2	Cementni estrih	6,00	1050	2200	1,400	30	2,5	5,0
3	PVC folija, mehka	0,20	960	1200	0,190	42000	0,0	0,0
4	NOVOLIT STIROPOR EPS 50 (SGP-12)	4,00	1260	12	0,040	35	25,0	45,0
5	Večplastna bitumenska hidroizolacija (13 do 16mm)	1,30	1460	1100	0,190	14000	0,0	0,0
6	Beton s kamnitim. agregatom (1800)	8,00	960	1800	0,930	15	2,5	4,8
skupaj debelina:		21,50						

Toplotna prehodnost:

U=0,718 W/m²K

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,45 W/m²K

Konstrukcija NE USTREŽA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.

Izračun difuzije ni potreben!

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcijNaziv konstrukcije: **SP**

Strop proti neogrevanemu podstrešju

Toplotna prestopnost:Rsi=0,10 m²K/WRse=0,04 m²K/WTemperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: 5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

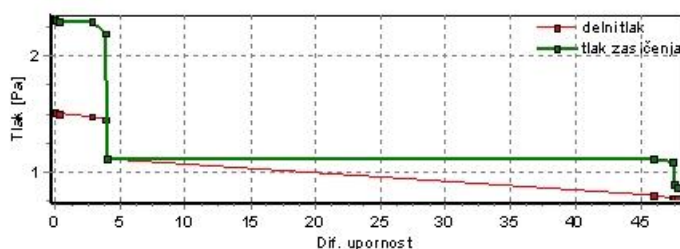
slo	material	debelina cm	spec. topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl. prev. W/mK	dif. upor.	mas. vl. %	max. mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1800)	2,00	1050	1800	0,870	20	2,7	5,7
2	Beton s kamnitim agregatom (2400)	4,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
3	Polna opeka (izvotljenost 0 do 15%) (1400)	15,00	920	1400	0,580	7	1,5	4,0
4	URSA SIGNOROL SF 35	15,00	840	22	0,035	1	12,5	25,0
5	PVC folija, mehka	0,10	960	1200	0,190	42000	0,0	0,0
6	Cementni estrih	5,00	1050	2200	1,400	30	2,5	5,0
7	TERVOL DDP	5,00	840	165	0,039	1	9,0	17,0
8	Iverne plošče - trde	1,50	1880	1000	0,120	17	10,0	22,0
skupaj debelina:		47,60						

Toplotna prehodnost:**U=0,162 W/m²K**Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,35 W/m²KKonstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.**Difuzni tok vodne pare:**Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,062 g/m²Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,005 g/m²Količina kondenzirane vodne pare: 0,058 g/m²Količina kondenzata v obdobju navlaževanja: 82,970 g/m²

Prišlo je do kondenzacije v ravnini med 4. in 5. slojem.

Vsebnost vlage v materialu: 0,000 % , dovoljena: 0,000 %

Čas izsuševanja: 36,798 dni, dovoljeni: 60,000 dni

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.

IZKAZ TOPLOTNIH KARAKTERISTIK STAVBE

Objekt	DOM A
Investitor	MINISTRSTVO ZA DELO DRUŽINO IN SOCIALNE ZADEVE
Ulica, naselje	KOTNIKOVA 5
Kraj	LJUBLJANA
Katastrska občina	
Parcelna številka	218/2, 3246/11, 3246/10, 3246/15
Namembnost (stanovanjska, poslovna..)	stanovanjska stavba (45 + 40 fo)
Etažnost (klet, pritličje, etaža, mansarda..)	P, P+1, K+P+2

Celotna zunanja površina stavbe A	6.407,73 m²
Ogrevana prostornina stavbe V_e	13.553,80 m³
Oblikovni faktor $f_e = A/V_e$	0,473 m⁻¹
Neto uporabna površina stavbe A_e	4.337,22 m²

Temperaturni primanjkljaj DD	2900 K° dni
--------------------------------	--------------------

TOPLOTNE PREHODNOSTI ELEMENTOV OVOJA STAVBE**NEPROZORNI ELEMENTI**

<i>Oznaka elementa</i>	<i>Orientacija, naklon</i>	<i>Površina (m²)</i>	<i>U_i (W/m²K)</i>	<i>U_{max} (W/m²K)</i>
FASADA SEVER 1	S, 90°C	207,25	0,23	0,60
FASADA JUG 1	J, 90°C	408,75	0,23	0,60
FASADA VZHOD 1	V, 90°C	175,50	0,23	0,60
FASADA ZAHOD 1	Z, 90°C	78,45	0,23	0,60
STREHA RAVNA	S, 0°C	135,00	0,17	0,25
FASADA JUG 2	J, 90°C	120,36	0,24	0,60
FASADA SEVER 2	S, 90°C	385,36	0,24	0,60
FASADA VZHOD 2	V, 90°C	297,92	0,24	0,60
FASADA ZAHOD 2	Z, 90°C	341,14	0,24	0,60
STREHA 1	S, 0°C	1.743,00	0,16	0,35
Izolacije v horizontalnem delu		1.829,00	0,46	0,60

PROZORNI ELEMENTI

<i>Oznaka elementa</i>	<i>Orientacija, naklon</i>	<i>Površina (m²)</i>	<i>$U_{elementa}$ (W/m²K)</i>	<i>Faktor preh. cel. son. sev. g</i>
OKNO SEVER STARA	S, 90°C	99,00	1,11	0,55
OKNO JUG STARA	J, 90°C	180,00	1,11	0,55
OKNO VZHOD STARA	V, 90°C	101,00	1,11	0,55
OKNO ZAHOD STARA	Z, 90°C	30,00	1,11	0,55
OKNO SEVER NOVA	S, 90°C	56,00	1,25	0,58
OKNO VZHOD NOVA	V, 90°C	100,00	1,25	0,58
OKNO ZAHOD NOVA	Z, 90°C	120,00	1,25	0,58

Način upoštevanja vpliva toplotnih mostov (8. člen)	po 2. odstavku 8. člena	po 4. odstavku 8. člena χ
--	-------------------------	-----------------------------------

Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe		
	$H_T' = 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$	$H_T' = 0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$

Predvidena izmenjava zraka pri naravnem prezračevanju n (h ⁻¹)	$n = 0,50 \text{ h}^{-1}$
Izkoristek sistema za pridobitev odpadne toplote pri prezračevanju	$\eta = 0,00$

Tip in površina SSE ter upoštevani letni dobitki sončnega obsevanja	ploščati SSE	vakuumski SSE

1 - stanovanjske stavbe, ki se pri namenski uporabi ogrevajo na najmanj 18°C 2 - nestanovanjske stavbe, ki se pri namenski uporabi ogrevajo na najmanj 18°C 3 - nestanovanjske stavbe, ki se ogrevajo na temperaturo med 12°C in 18°C ter športni objekti, občasno ogrevani nad 15°C	χ
---	--------

Letna potrebna toplota za ogrevanje (7. člen)	$Q_h = 210.961,53 \text{ kWh}$
--	--------------------------------

Specifična letna toplota za ogrevanje	Izračunana	Največja dovoljena (6. člen)
Vrsta stavbe 1	$Q_h/A_h = 48,64 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$Q_h/A_h = 63,91 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Vrsta stavbe 2 in 3	$= 48,64 \text{ kWh/m}^3\text{a}$	

Projektivno podjetje		Odgovorni projektant	
Ident. št.		Ident. št.	
Št. projekta	05	Podpis	
Kraj	Maribor	Datum	

Priloga 3: Dom B – pred sanacijo

Številka projekta: 22

Investitor: **MINISTRSTVO ZA DELO DRUŽINO IN SOCIALNE ZADEVE**Naslov: **KOTNIKOVA 5**Kraj: **LJUBLJANA**

Naselje:

Katastrska občina:

Parcelna številka: **951/204**Vrsta stavbe: **stanovanjska stavba (45 + 40 fo)**Etažnost: **K+P+6****Volumen in površine**Ogrevana prostornina stavbe V_e : **20.520,00 m³**Neto ogrevana prostornina V : **16.416,00 m³**Uporabna površina stavbe A_u : **6.566,40 m²**Celotna zunanja površina stavbe A : **6.143,30 m²**Faktor oblike stavbe f_o : **0,299 m⁻¹****Klimatski podatki**Projektna temperatura: **-13 °C**Trajanje ogrevalne sezone: **265 dni**Temperaturni primanjkljaj: **3300 K·dan**Notranja temperatura: **20 °C**Zunanja temperatura: **-5 °C**Notranja relativna vlažnost: **65 %**Zunanja relativna vlažnost: **90 %**

SPECIFIČNE TOPLOTNE IZGUBE STAVBE

Neprozorni elementi ovoja stavbe

oznaka elementa	naziv	kapacitivnost kJ/K	površina m ²	topl.preh. W/m ² K	topl.izgube W/K
RAVNA STREHA - TERA:RS		228.704	1.020,00	0,29	291,72
FASADA SEVER	FS 1	310.769	1.386,00	1,21	1.671,52
FASADA JUG	FS 1	273.324	1.219,00	1,21	1.470,11
FASADA VZHOD	FS 1	36.324	162,00	1,21	195,37
FASADA ZAHOD	FS 1	36.324	162,00	1,21	195,37
Skupaj		885.445	3.949,00		3.824,09

Prozorni elementi ovoja stavbe

oznaka elementa	naziv	naklon, orientacija	površina m ²	topl.preh. W/m ² K	topl.izgube W/K
OKNO SEVER	Okno enokomorno PVC okvir - dvojna zasteklitev	90, S	300,00	2,63	789,00
OKNO VZHOD	Okno enokomorno PVC okvir - dvojna+low-e+zmes.plin. zastekl.	90, V	125,00	1,23	153,75
OKNO JUG	Okno enokomorno PVC okvir - dvojna zasteklitev	90, J	480,00	2,63	1.262,40
OKNO ZAHOD	Okno enokomorno PVC okvir - dvojna+low-e+zmes.plin. zastekl.	90, Z	125,00	1,23	153,75
Skupaj			1.030,00		2.358,90

Toplotne izgube skozi zunanji ovoj stavbe L_D

$$L_D = \sum A_i U_i + \sum l_j \Psi_j + \sum \chi_k = 6.182,99 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 6.182,99 \text{ W/K}$$

$\sum A_i U_i$ - izgube skozi ravne površine ovoja stavbe (W/K)

$\sum l_j \Psi_j$ - izgube skozi linijske toplotne mostove (W/K)

$\sum \chi_k$ - izgube skozi točkovne toplotne mostove (W/K)

Toplotne izgube skozi neogrevane prostore H_u

$$H_u = 0,00 \text{ W/K}$$

Toplotne izgube skozi tla in zidove pod tlemi L_s

oznaka elementa	kapac. kJ/K	površ. tal m ²	obseg m	topl.izgube W/K
Izolacije v horizontalnem delu	0	1.164,30	192,60	547,62
Skupaj	0	1.164,30		547,62

Koeficient transmissijskih toplotnih izgub H_t

$$H_t = L_D + L_s + H_u = 6.182,99 \text{ W/K} + 547,62 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 6.730,61 \text{ W/K}$$

Koeficient specifičnih transmissijskih toplotnih izgub H_{t'}

$$H_t' = H_t / A = 6.730,61 / 6.143,30 = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$$

A - celotna zunanja površina stavbe (m²)

Največje dovoljene transmisijske izgube znašajo 0,80 W/m²K

Koeficient transmisijskih izgub je večji od dovoljenih!

Koeficient prezračevalnih toplotnih izgub H_v

$$H_v = n \cdot V \cdot 0,34 = 2.790,72 \text{ W/K}$$

n - urno število izmenjav zraka

V - ogrevana prostornina stavbe (m³)

Koeficient celotnih toplotnih izgub H

$$H = H_t' + H_v = 6.730,61 \text{ W/K} + 2.790,72 \text{ W/K} = 9.521,33 \text{ W/K}$$

Celotne toplotne izgube stavbe Q_l

$$Q_l = H \cdot DD \cdot 24\text{h} = 9.521,33 \text{ W/K} \cdot 3300 \text{ dni} \cdot 24 \text{ h} = 754.089,68 \text{ kWh/leto}$$

DD - temperaturni primanjkljaj (dni)

TOPLITNI PRITOKI STAVBE

Notranji pritoki znašajo 0,00 W, število ogrevalnih dni je 265,00 zato znašajo skupni notranji pritoki $Q_i = 0,00$ kWh

Pritoki sončnega sevanja

<i>oznaka elementa</i>	<i>naklon, orientacija</i>	<i>efekt. površina m²</i>	<i>dobitek kWh</i>
OKNO SEVER	90, S	157,50	26.741,45
OKNO VZHOD	90, V	48,13	15.508,19
OKNO JUG	90, J	252,00	133.076,66
OKNO ZAHOD	90, Z	48,13	17.567,50
Skupaj			192.893,80

Skupni toplotni dobitki

$$Q_g = Q_s + Q_i + Q_{sse} = 192.893,80 + 0,00 + 0,00 = 192.893,80 \text{ kWh}$$

Zaščitnost pred sončnim sevanjem

<i>oznaka elementa</i>	<i>naklon, orientacija</i>	<i>površina m²</i>	<i>faktor zaščite</i>	<i>ustreznost zaščite</i>
OKNO VZHOD	90, V	125,00	0,240	DA
OKNO JUG	90, J	480,00	0,212	DA
OKNO ZAHOD	90, Z	125,00	0,240	DA

Kakovost zaščite proti sončnemu sevanju ustreza pravilniku!

Časovna konstanta stavbe

$$\tau = C / H = 885.444,78 / (9.521,33 \cdot 3,6) = 25,83 \text{ h}$$

C - efektivna toplotna kapacitivnost stavbe (kJ/K)

Razmerje med pritoki in izgubami

$$\gamma = Q_g / Q_l = 192.893,80 / 754.089,68 = 0,26$$

Izkoristek dobitkov

$$\alpha = \alpha_0 + \tau / \tau_0 = 0,8 + \tau / 28$$

$$\eta = (1 - \gamma^\alpha) / (1 - \gamma^{\alpha+1}) = 0,927$$

Potrebna toplota za ogrevanje Q_h

$$Q_h = Q_l - \eta \cdot Q_g - Q_{sse} = 754.089,68 - 0,927 \cdot 192.893,80 - 0,00 = 575.250,05 \text{ kWh/leto}$$

Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje

$$Q_h / A_u = 575.250,05 / 6.566,40 = 87,61 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Največja dovoljena specifična letna potrebna toplota za stavbo znaša:

$$45 + 40 \cdot f_0 = 56,98 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcijNaziv konstrukcije: **FS 1**

Zunanja stena in stene proti neogrevanim prostorom

Toplotna prestopnost:Rsi=0,13 m²K/WRse=0,04 m²K/WTemperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

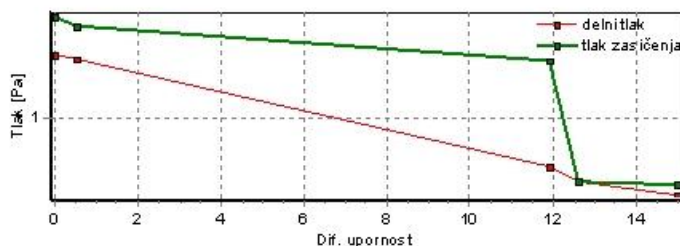
slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1900)	2,00	1050	1900	0,990	25	2,7	5,7
2	Beton s kamnitim. agregatom (2400)	19,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
3	NOVOLIT STIROPOR EPS F (fasadni)	2,00	1260	15	0,038	35	20,0	40,0
4	Beton s kamnitim. agregatom (2400)	4,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
skupaj debelina:		27,00						

Toplotna prehodnost:**U=1,206 W/m²K**Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,60 W/m²KKonstrukcija NE USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.**Difuzni tok vodne pare:**Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,052 g/m²Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,028 g/m²Količina kondenzirane vodne pare: 0,024 g/m²Količina kondenzata v obdobju navlaževanja: 34,633 g/m²

Prišlo je do kondenzacije v ravnini med 3. in 4. slojem.

Vsebnost vlage v materialu: 0,000 % , dovoljena: 0,000 %

Čas izsuševanja: 8,448 dni, dovoljeni: 60,000 dni

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: **TP**

Pod na terenu

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,17 m²K/W

Rse=0,00 m²K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Keramične ploščice - talne, neglazirane	2,00	920	2300	1,280	200	1,5	4,0
2	Cementni estrih	4,00	1050	2200	1,400	30	2,5	5,0
3	PVC folija, mehka	0,20	960	1200	0,190	42000	0,0	0,0
4	NOVOLIT STIROPOR EPS 50 (SGP-12)	2,00	1260	12	0,040	35	25,0	45,0
5	Večplastna bitumenska hidroizolacija (13 do 16mm)	1,30	1460	1100	0,190	14000	0,0	0,0
6	Beton s kamnitim. agregatom (1800)	7,00	960	1800	0,930	15	2,5	4,8
skupaj debelina:		16,50						

Toplotna prehodnost:

U=1,151 W/m²K

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,45 W/m²K

Konstrukcija NE USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.

Izračun difuzije ni potreben!

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcijNaziv konstrukcije: **RS**

Ravna streha

Toplotna prestopnost:R_{si}=0,10 m²K/WR_{se}=0,04 m²K/WTemperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec. topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl. prev. W/mK	dif. upor.	mas. vl. %	max. mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1900)	2,00	1050	1900	0,990	25	2,7	5,7
2	Beton s kamnitim agregatom (2400)	12,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
3	Beton s kamnitim agregatom (1800)	7,00	960	1800	0,930	15	2,5	4,8
4	NOVOLIT STIROPOR EPS T	12,00	1260	12	0,040	20	20,0	40,0
5	Večplastna bitumenska hidroizolacija (13 do 16mm)	1,30	1460	1100	0,190	14000	0,0	0,0
6	PVC, na klobučevini	0,50	960	800	0,120	3000	0,0	0,0
7	Pesek, suh	5,00	840	1800	0,580	1	5,0	10,0

skupaj debelina:

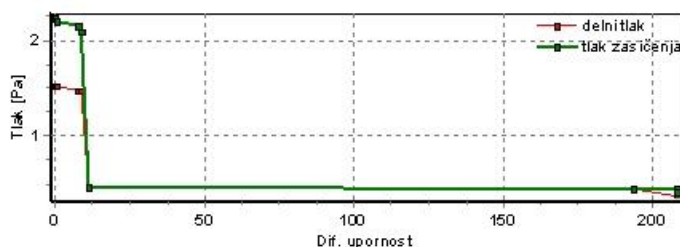
39,80

Toplotna prehodnost:**U=0,286 W/m²K**Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,25 W/m²KKonstrukcija NE USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.**Difuzni tok vodne pare:**Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,059 g/m²Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,003 g/m²Količina kondenzirane vodne pare: 0,055 g/m²Količina kondenzata v obdobju navlaževanja: 79,557 g/m²

Prišlo je do kondenzacije v coni med 4. in 6. slojem.

Vsebnost vlage v materialu: 0,556 % , dovoljena: 0,000 %

Čas izsuševanja: 61,689 dni, dovoljeni: 60,000 dni

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: **ST**

Zunanja stena proti terenu

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,00 m²K/W

Rse=0,00 m²K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1800)	2,00	1050	1800	0,870	20	2,7	5,7
2	Beton s kamnitim agregatom (2400)	19,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
3	Večplastna bitumenska hidroizolacija (13 do 16mm)	1,30	1460	1100	0,190	14000	0,0	0,0
skupaj debelina:		22,30						

Toplotna prehodnost:

U=0,000 W/m²K

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,00 W/m²K

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.

Difuzni tok vodne pare:

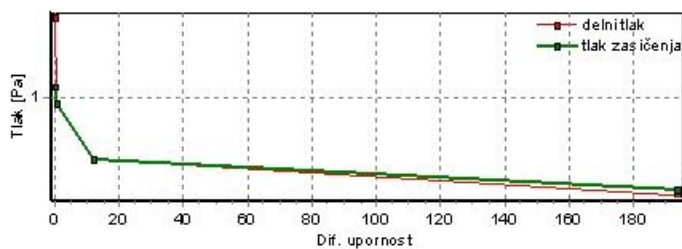
Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,000 g/m²

Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,000 g/m²

Količina kondenzirane vodne pare: 0,000 g/m²

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.



Priloga 4: Dom B – po sanaciji

Številka projekta: 22

Investitor: **MINISTRSTVO ZA DELO DRUŽINO IN SOCIALNE ZADEVE**Naslov: **KOTNIKOVA 5**Kraj: **LJUBLJANA**

Naselje:

Katastrska občina:

Parcelna številka: **951/204**Vrsta stavbe: **stanovanjska stavba (45 + 40 fo)**Etažnost: **K+P+6****Volumen in površine**Ogrevana prostornina stavbe V_e : **20.520,00 m³**Neto ogrevana prostornina V : **16.416,00 m³**Uporabna površina stavbe A_u : **6.566,40 m²**Celotna zunanja površina stavbe A : **6.143,30 m²**Faktor oblike stavbe f_o : **0,299 m⁻¹****Klimatski podatki**Projektna temperatura: **-13 °C**Trajanje ogrevalne sezone: **265 dni**Temperaturni primanjkljaj: **3300 K°dan**Notranja temperatura: **20 °C**Zunanja temperatura: **-5 °C**Notranja relativna vlažnost: **65 %**Zunanja relativna vlažnost: **90 %**

SPECIFIČNE TOPLOTNE IZGUBE STAVBE**Neprozorni elementi ovoja stavbe**

<i>oznaka elementa</i>	<i>naziv</i>	<i>kapacitivnost kJ/K</i>	<i>površina m²</i>	<i>topl.preh. W/m²K</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
RAVNA STREHA - TERA:RS		228.704	1.020,00	0,17	170,34
FASADA SEVER	FS 1	310.769	1.386,00	0,22	306,31
FASADA JUG	FS 1	273.324	1.219,00	0,22	269,40
FASADA VZHOD	FS 1	36.324	162,00	0,22	35,80
FASADA ZAHOD	FS 1	36.324	162,00	0,22	35,80
Skupaj		885.445	3.949,00		817,65

Prozorni elementi ovoja stavbe

<i>oznaka elementa</i>	<i>naziv</i>	<i>naklon, orientacija</i>	<i>površina m²</i>	<i>topl.preh. W/m²K</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
OKNO SEVER	Okno večkomorno PVC okvir - dvojna+low-e+argon zastekl.	90, S	300,00	1,16	348,00
OKNO VZHOD	Okno enokomorno PVC okvir - dvojna+low-e+zmes.plin. zastekl.	90, V	125,00	1,23	153,75
OKNO JUG	Okno večkomorno PVC okvir - dvojna+low-e+argon zastekl.	90, J	480,00	1,16	556,80
OKNO ZAHOD	Okno enokomorno PVC okvir - dvojna+low-e+zmes.plin. zastekl.	90, Z	125,00	1,23	153,75
Skupaj			1.030,00		1.212,30

Toplotne izgube skozi zunanji ovoj stavbe Ld

$$L_d = \sum A_i U_i + \sum l_j \Psi_j + \sum \chi_k = 2.029,95 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 2.029,95 \text{ W/K}$$

$\sum A_i U_i$ - izgube skozi ravne površine ovoja stavbe (W/K)

$\sum l_j \Psi_j$ - izgube skozi linijske toplotne mostove (W/K)

$\sum \chi_k$ - izgube skozi točkovne toplotne mostove (W/K)

Toplotne izgube skozi neogrevane prostore Hu

$$H_u = 0,00 \text{ W/K}$$

Toplotne izgube skozi tla in zidove pod tlemi Ls

<i>oznaka elementa</i>	<i>kapac. kJ/K</i>	<i>površ. tal m²</i>	<i>obseg m</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
Izolacije v horizontalnem delu	0	1.164,30	192,60	547,62
Skupaj	0	1.164,30		547,62

Koeficient transmisijskih toplotnih izgub Ht

$$H_t = L_d + L_s + H_u = 2.029,95 \text{ W/K} + 547,62 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 2.577,57 \text{ W/K}$$

Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub Ht'

$$H_t' = H_t / A = 2.577,57 / 6.143,30 = 0,42 \text{ W/m}^2\text{K}$$

A - celotna zunanja površina stavbe (m²)

Največje dovoljene transmisijske izgube znašajo 0,80 W/m²K

Koeficient transmisijskih izgub je v mejah!

Koeficient prezračevalnih toplotnih izgub H_v

$$H_v = n \cdot V \cdot 0,34 = 2.790,72 \text{ W/K}$$

n - urno število izmenjav zraka

V - ogrevana prostornina stavbe (m³)

Koeficient celotnih toplotnih izgub H

$$H = H_{t'} + H_v = 2.577,57 \text{ W/K} + 2.790,72 \text{ W/K} = 5.368,29 \text{ W/K}$$

Celotne toplotne izgube stavbe Q_l

$$Q_l = H \cdot DD \cdot 24\text{h} = 5.368,29 \text{ W/K} \cdot 3300 \text{ dni} \cdot 24 \text{ h} = 425.168,51 \text{ kWh/leto}$$

DD - temperaturni primanjkljaj (dni)

TOPLOTNI PRITOKI STAVBE

Notranji pritoki znašajo 0,00 W, število ogrevalnih dni je 265,00 zato znašajo skupni notranji pritoki $Q_i = 0,00 \text{ kWh}$

Pritoki sončnega sevanja

<i>oznaka elementa</i>	<i>naklon, orientacija</i>	<i>efekt. površina m²</i>	<i>dobitek kWh</i>
OKNO SEVER	90, S	121,80	20.680,06
OKNO VZHOD	90, V	48,13	15.508,19
OKNO JUG	90, J	194,88	102.912,62
OKNO ZAHOD	90, Z	48,13	17.567,50
Skupaj			156.668,36

Skupni toplotni dobitki

$$Q_g = Q_s + Q_i + Q_{sse} = 156.668,36 + 0,00 + 0,00 = 156.668,36 \text{ kWh}$$

Zaščitenoost pred sončnim sevanjem

<i>oznaka elementa</i>	<i>naklon, orientacija</i>	<i>površina m²</i>	<i>faktor zaščite</i>	<i>ustreznost zaščite</i>
OKNO VZHOD	90, V	125,00	0,240	DA
OKNO JUG	90, J	480,00	0,164	DA
OKNO ZAHOD	90, Z	125,00	0,240	DA

Kakovost zaščite proti sončnemu sevanju ustreza pravilniku!

Časovna konstanta stavbe

$$\tau = C / H = 885.444,78 / (5.368,29 \cdot 3,6) = 45,82 \text{ h}$$

C - efektivna toplotna kapacitivnost stavbe (kJ/K)

Razmerje med pritoki in izgubami

$$\gamma = Q_g / Q_l = 156.668,36 / 425.168,51 = 0,37$$

Izkoristek dobitkov

$$\alpha = \alpha_0 + \tau / \tau_0 = 0,8 + \tau / 28$$

$$\eta = (1 - \gamma^\alpha) / (1 - \gamma^{\alpha+1}) = 0,943$$

Potrebna toplota za ogrevanje Q_h

$$Q_h = Q_l - \eta \cdot Q_g - Q_{sse} = 425.168,51 - 0,943 \cdot 156.668,36 - 0,00 = 277.481,05 \text{ kWh/leto}$$

Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje

$$Q_h / A_u = 277.481,05 / 6.566,40 = 42,26 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Največja dovoljena specifična letna potrebna toplota za stavbo znaša:

$$45 + 40 \cdot f_0 = 56,98 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: **FS 1**

Zunanja stena in stene proti neogrevanim prostorom

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,13 m²K/W

Rse=0,04 m²K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1900)	2,00	1050	1900	0,990	25	2,7	5,7
2	Beton s kamnitim. agregatom (2400)	19,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
3	NOVOLIT STIROPOR EPS F (fasadni)	2,00	1260	15	0,038	35	20,0	40,0
4	Beton s kamnitim. agregatom (2400)	4,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
5	NOVOLIT STIROPOR EPS F (fasadni)	14,00	1260	15	0,038	35	20,0	40,0
6	AKRILNI GLAJEN OMET 1,5	0,20	1050	1575	0,870	130	2,7	5,7
skupaj debelina:		41,20						

Toplotna prehodnost:

U=0,221 W/m²K

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,60 W/m²K

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.

Difuzni tok vodne pare:

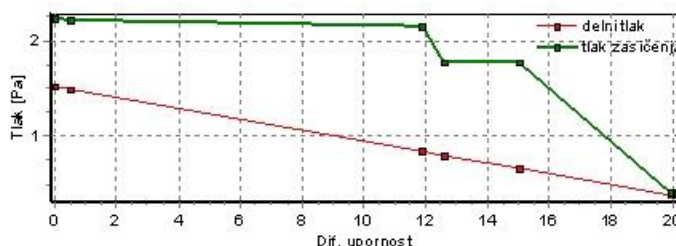
Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,036 g/m²

Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,036 g/m²

Količina kondenzirane vodne pare: 0,000 g/m²

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.



Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcijNaziv konstrukcije: **RS**

Ravna streha

Toplotna prestopnost:R_{si}=0,10 m²K/WR_{se}=0,04 m²K/WTemperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

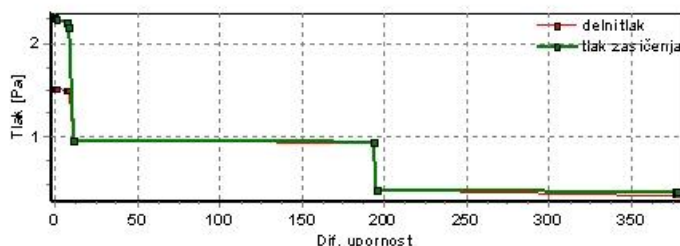
slo	material	debelina cm	spec. topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl. prev. W/mK	dif. upor.	mas. vl. %	max. mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1900)	2,00	1050	1900	0,990	25	2,7	5,7
2	Beton s kamnitim agregatom (2400)	12,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
3	Beton s kamnitim agregatom (1800)	7,00	960	1800	0,930	15	2,5	4,8
4	NOVOLIT STIROPOR EPS T	12,00	1260	12	0,040	20	20,0	40,0
5	Večplastna bitumenska hidroizolacija (13 do 16mm)	1,30	1460	1100	0,190	14000	0,0	0,0
6	NOVOLIT STIROPOR EPS T	10,00	1260	12	0,040	20	20,0	40,0
7	Večplastna bitumenska hidroizolacija (13 do 16mm)	1,30	1460	1100	0,190	14000	0,0	0,0
8	Pesek in drobní gramoz (1500)	5,00	840	1500	1,200	15	0,0	0,0
skupaj debelina:		50,60						

Toplotna prehodnost:**U=0,167 W/m²K**Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,25 W/m²KKonstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.**Difuzni tok vodne pare:**Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,031 g/m²Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,000 g/m²Količina kondenzirane vodne pare: 0,031 g/m²Količina kondenzata v obdobju navlaževanja: 44,381 g/m²

Prišlo je do kondenzacije v coni med 4. in 7. slojem.

Vsebnost vlage v materialu: 23,698 % , dovoljena: 40,000 %

Čas izsuševanja: 56,431 dni, dovoljeni: 60,000 dni

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.

Priloga 5: Dom C – pred sanacijo

Projekt:Naziv projekta: **DOM C [pred sanacijo]**Številka projekta: **38**Investitor: **Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve**Naslov: **Kotnikova 5**Kraj: **Ljubljana**

Naselje:

Katastrska občina:

Parcelna številka:

Vrsta stavbe: **stanovanjska stavba (45 + 40 fo)**Etažnost: **K+P+1+2+3+4****Volumen in površine**Ogrevana prostornina stavbe V_e : **16.022,00 m³**Neto ogrevana prostornina V : **12.817,60 m³**Uporabna površina stavbe A_u : **5.127,04 m²**Celotna zunanja površina stavbe A : **6.070,00 m²**Faktor oblike stavbe f_o : **0,379 m⁻¹****Klimatski podatki**Projektna temperatura: **-13 °C**Trajanje ogrevalne sezone: **265 dni**Temperaturni primanjkljaj: **3500 K*dan**Notranja temperatura: **20 °C**Zunanja temperatura: **-5 °C**Notranja relativna vlažnost: **65 %**Zunanja relativna vlažnost: **90 %**

SPECIFIČNE TOPLOTNE IZGUBE STAVBE

Neprozorni elementi ovoja stavbe

<i>oznaka elementa</i>	<i>naziv</i>	<i>kapacitivnost kJ/K</i>	<i>površina m²</i>	<i>topl.preh. W/m²K</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
odd ABC	Z1-beton,eps,opeka,omet	7.480	52,00	0,27	13,80
odd ABC	Z1-beton,eps,opeka,omet	8.056	56,00	0,27	14,86
odd ABC-poševna streha	PS-poliuretan	10.386	325,00	0,22	72,26
odd ABC	Z1-beton,eps,opeka,omet	80.412	559,00	0,27	148,30
odd ABC	Z1-beton,eps,opeka,omet	57.396	399,00	0,27	105,85
odd ABC	Z1-beton,eps,opeka,omet	115.224	801,00	0,27	212,50
odd ABC	Z1-beton,eps,opeka,omet	126.732	881,00	0,27	233,72
odd ABC-poševna streha	PS-poliuretan	10.386	325,00	0,22	72,26
odd ABC-ravna streha	RS-AB,eps,estrih,izotekt	130.778	578,00	0,38	220,50
Skupaj		546.850	3.976,00		1.094,04

Prozorni elementi ovoja stavbe

<i>oznaka elementa</i>	<i>naziv</i>	<i>naklon, orientacija</i>	<i>površina m²</i>	<i>topl.preh. W/m²K</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
okna-odd ABC	Okno alu okvir	90, SZ	124,00	1,25	155,00
okna-odd ABC	Okno alu okvir	90, JV	60,00	1,25	75,00
okna-odd ABC	Okno alu okvir	90, JZ	117,00	1,25	146,25
okna-odd ABC	Okno alu okvir	90, SV	131,00	1,25	163,75
okna-odd ABC	Okno alu okvir	90, S	4,00	1,25	5,00
Skupaj			436,00		545,00

Toplotne izgube skozi zunanji ovoj stavbe L_d

$$L_D = \Sigma A_i U_i + \Sigma l_j \Psi_j + \Sigma \chi_k = 1.639,04 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 1.639,04 \text{ W/K}$$

$\Sigma A_i U_i$ - izgube skozi ravne površine ovoja stavbe (W/K)

$\Sigma l_j \Psi_j$ - izgube skozi linijske toplotne mostove (W/K)

$\Sigma \chi_k$ - izgube skozi točkovne toplotne mostove (W/K)

Toplotne izgube skozi neogrevane prostore H_u

$$H_u = 0,00 \text{ W/K}$$

Toplotne izgube skozi tla in zidove pod tlemi L_s

<i>oznaka elementa</i>	<i>kapac. kJ/K</i>	<i>površ. tal m²</i>	<i>obseg m</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
Ogrevana klet	291.735	1.228,00	107,50	204,71
Skupaj	291.735	1.228,00		204,71

Koeficient transmisijskih toplotnih izgub H_t

$$H_t = L_d + L_s + H_u = 1.639,04 \text{ W/K} + 204,71 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 1.843,75 \text{ W/K}$$

Koeficient specifičnih transmisijских toplotnih izgub H_t'

$$H_t' = H_t / A = 1.843,75 / 6.070,00 = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$$

A - celotna zunanja površina stavbe (m²)

Največje dovoljene transmisijske izgube znašajo 0,69 W/m²K

Koeficient transmisijских izgub je v mejah!

Koeficient prezračevalnih toplotnih izgub H_v

$$H_v = n \cdot V \cdot 0,34 = 3.050,59 \text{ W/K}$$

n - urno število izmenjav zraka

V - ogrevana prostornina stavbe (m³)

Koeficient celotnih toplotnih izgub H

$$H = H_t + H_v = 1.843,75 \text{ W/K} + 3.050,59 \text{ W/K} = 4.894,34 \text{ W/K}$$

Celotne toplotne izgube stavbe Q_l

$$Q_l = H \cdot DD \cdot 24\text{h} = 4.894,34 \text{ W/K} \cdot 3500 \text{ dni} \cdot 24 \text{ h} = 411.124,64 \text{ kWh/leto}$$

DD - temperaturni primanjkljaj (dni)

TOPLOTNI PRITOKI STAVBE

Notranji pritoki znašajo 0,00 W, število ogrevalnih dni je 265,00 zato znašajo skupni notranji pritoki $Q_i = 0,00$ kWh

Pritoki sončnega sevanja

oznaka elementa	naklon, orientacija	efekt. površina m ²	dobitek kWh
okna-odd ABC	90, SZ	52,08	11.233,24
okna-odd ABC	90, JV	25,20	11.792,54
okna-odd ABC	90, JZ	49,14	23.711,67
okna-odd ABC	90, SV	55,02	12.163,33
okna-odd ABC	90, S	1,68	289,09
Skupaj			59.189,87

Skupni toplotni dobitki

$$Q_g = Q_s + Q_i + Q_{sse} = 59.189,87 + 0,00 + 0,00 = 59.189,87 \text{ kWh}$$

Zaščitnost pred sončnim sevanjem

oznaka elementa	naklon, orientacija	površina m ²	faktor zaščite	ustreznost zaščite
okna-odd ABC	90, SV	131,00	0,078	DA
okna-odd ABC	90, JZ	117,00	0,076	DA
okna-odd ABC	90, SZ	124,00	0,109	DA
okna-odd ABC	90, JV	60,00	0,078	DA

Kakovost zaščite proti sončnemu sevanju ustreza pravilniku!

Časovna konstanta stavbe

$$\tau = C / H = 838.585,21 / (4.894,34 \cdot 3,6) = 47,59 \text{ h}$$

C - efektivna toplotna kapacitivnost stavbe (kJ/K)

Razmerje med pritoki in izgubami

$$\gamma = Q_g / Q_l = 59.189,87 / 411.124,64 = 0,14$$

Izkoristek dobitkov

$$\alpha = \alpha_s + \tau / \tau_s = 0,8 + \tau / 28$$

$$\eta = (1 - \gamma^{\alpha}) / (1 - \gamma^{\alpha+1}) = 0,993$$

Potrebna toplota za ogrevanje Q_h

$$Q_h = Q_l - \eta^* Q_g - Q_{sse} = 411.124,64 - 0,993 \cdot 59.189,87 - 0,00 = 352.333,89 \text{ kWh/leto}$$

Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje

$$Q_h / A_u = 352.333,89 / 5.127,04 = 68,72 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Največja dovoljena specifična letna potrebna toplota za stavbo znaša:

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcijNaziv konstrukcije: **Z1-beton,eps,opeka,omet**

Zunanja stena in stene proti neogrevanim prostorom

Toplotna prestopnost:Rsi=0,13 m²K/WRse=0,04 m²K/WTemperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

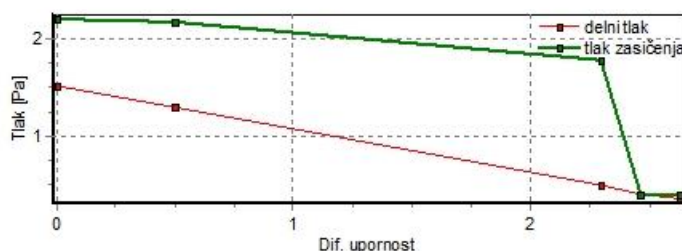
slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1800)	2,50	1050	1800	0,870	20	2,7	5,7
2	Mrežasta in votla opeka (1400)	30,00	920	1400	0,610	6	2,2	5,0
3	TERVOL DDP	12,00	840	165	0,039	1	9,0	17,0
4	AKRILNI ZARIBAN OMET 2,5	0,17	1050	1530	0,870	100	2,7	5,7
skupaj debelina:		44,67						

Toplotna prehodnost:**U=0,265 W/m²K**Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,60 W/m²KKonstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.Difuzni tok vodne pare:Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,278 g/m²Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,186 g/m²Količina kondenzirane vodne pare: 0,092 g/m²Količina kondenzata v obdobju navlaževanja: 132,111 g/m²

Prišlo je do kondenzacije v ravnini med 3. in 4. slojem.

Vsebnost vlage v materialu: 0,000 % , dovoljena: 0,000 %

Čas izsuševanja: 2,542 dni, dovoljeni: 60,000 dni

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: **P1-gramoz,beton,eps,estrih,malta,granitogres**

Pod na terenu

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,17 m²K/W

Rse=0,00 m²K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Keramične ploščice - talne, neglazirane	1,00	920	2300	1,280	200	1,5	4,0
2	Cementni estrih	6,00	1050	2200	1,400	30	2,5	5,0
3	NOVOLIT STIROPOR EPS 100 (SGP-20)	4,00	1260	20	0,036	35	15,0	30,0
4	Večkratni bitumenski premaz, armiran v eni plasti	1,00	1460	1100	0,170	10000	0,0	0,0
5	Beton s kamnitim agregatom (2000)	10,00	960	2000	1,160	22	2,5	4,8
skupaj debelina:		22,00						

Toplotna prehodnost:

U=0,677 W/m²K

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,45 W/m²K

Konstrukcija NE USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.

Izračun difuzije ni potreben!

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: TER-AB,eps

Zunanja stena proti terenu

Toplotna prestopnost:Rsi=0,17 m²K/WRse=0,00 m²K/WTemperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif.upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1800)	2,50	1050	1800	0,870	20	2,7	5,7
2	Beton s kamnitim agregatom (2400)	30,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
3	TERVOL DDP	12,00	840	165	0,039	1	9,0	17,0
4	AKRILNI ZARIBAN OMET 2,5	0,17	1050	1530	0,870	100	2,7	5,7
skupaj debelina:		44,67						

Toplotna prehodnost:U=0,292 W/m²KNajvečja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,70 W/m²KKonstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.**Izračun difuzije ni potreben!**

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: **PS-poliuretan**

Poševna streha nad ogrevanim podstrešjem

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,10 m²K/W

Rse=0,04 m²K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Mavčno kartonske plošče - do 15mm	1,50	810	900	0,210	12	0,0	0,0
2	Parna ovira (TYVEK VCL)	0,01	960	450	0,190	16000	0,0	0,0
3	Cink	0,60	390	7100	110,000	800000	0,0	0,0
4	Poliuretanske plošče, izrezane iz blokov (40)	15,00	1380	40	0,035	50	6,0	21,0
5	Cink	0,60	390	7100	110,000	800000	0,0	0,0
skupaj debelina:		17,71						

Toplotna prehodnost:

U=0,222 W/m²K

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,25 W/m²K

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.

Difuzni tok vodne pare:

Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,000 g/m²

Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,000 g/m²

Količina kondenzirane vodne pare: 0,000 g/m²

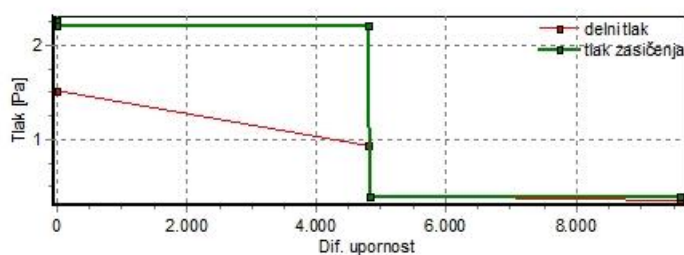
Količina kondenzata v obdobju navlaževanja: 0,197 g/m²

Prišlo je do kondenzacije v ravnini med 4. in 5. slojem.

Vsebnost vlage v materialu: 0,000 % , dovoljena: 0,000 %

Čas izsuševanja: 57,404 dni, dovoljeni: 60,000 dni

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.



Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcijNaziv konstrukcije: **RS-AB,eps,estrih,izotekt**

Ravna streha

Toplotna prestopnost:R_{si}=0,10 m²K/W
R_{se}=0,04 m²K/WTemperature:Notr. rač. temp.: 20 °C
Zun. rač. temp.: -5 °CVlažnosti:Notr. rač. vlaga.: 65 %
Zun. rač. vlaga.: 90 %**Sestava konstrukcije**

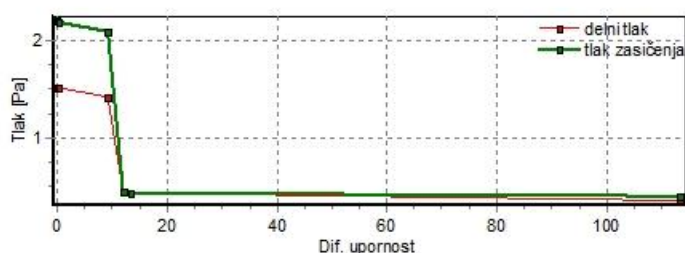
slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif.upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1800)	1,00	1050	1800	0,870	20	2,7	5,7
2	Beton s kamnitim agregatom (2400)	15,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
3	NOVOLIT STIROPOR EPS 150 (SGP-25)	8,00	1260	25	0,035	35	20,0	40,0
4	Beton s kamnitim agregatom (2000)	6,00	960	2000	1,160	22	2,5	4,8
5	Večkratni bitumenski premaz, armiran v eni plasti	1,00	1460	1100	0,170	10000	0,0	0,0
skupaj debelina:		31,00						

Toplotna prehodnost:**U=0,381 W/m²K**Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,25 W/m²KKonstrukcija NE USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.Difuzni tok vodne pare:Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,055 g/m²Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,000 g/m²Količina kondenzirane vodne pare: 0,055 g/m²Količina kondenzata v obdobju navlaževanja: 78,745 g/m²

Prišlo je do kondenzacije v coni med 3. in 5. slojem.

Vsebnost vlage v materialu: 2,566 %, dovoljena: 4,800 %

Čas izsuševanja: 102,084 dni, dovoljeni: 60,000 dni

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.

Priloga 6: Dom C – po sanaciji

Projekt:

Naziv projekta: DOM C [po sanaciji]
Številka projekta: 38

Investitor: Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve
Naslov: Kotnikova 5
Kraj: Ljubljana

Naselje:
Katastrska občina:
Parcelna številka:

Vrsta stavbe: stanovanjska stavba (45 + 40 fo)
Etažnost: K+P+1+2+3+4

Volumen in površine

Ogrevana prostornina stavbe V_e :	16.022,00 m ³
Neto ogrevana prostornina V :	12.817,60 m ³
Uporabna površina stavbe A_u :	5.127,04 m ²
Celotna zunanja površina stavbe A :	6.070,00 m ²
Faktor oblike stavbe f_o :	0,379 m ⁻¹

Klimatski podatki

Projektna temperatura:	-13 °C
Trajanje ogrevalne sezone:	265 dni
Temperaturni primanjkljaj:	3500 K*dan
Notranja temperatura:	20 °C
Zunanja temperatura:	-5 °C
Notranja relativna vlažnost:	65 %
Zunanja relativna vlažnost:	90 %

SPECIFIČNE TOPLOTNE IZGUBE STAVBE**Neprozorni elementi ovoja stavbe**

oznaka elementa	naziv	kapacitivnost kJ/K	površina m ²	topl.preh. W/m ² K	topl.izgube W/K
odd ABC	Z1-beton,eps,opeka,omet	7.480	52,00	0,27	13,80
odd ABC	Z1-beton,eps,opeka,omet	8.056	56,00	0,27	14,86
odd ABC-poševna streha	PS-poliuretan	10.386	325,00	0,22	72,26
odd ABC	Z1-beton,eps,opeka,omet	80.412	559,00	0,27	148,30
odd ABC	Z1-beton,eps,opeka,omet	57.396	399,00	0,27	105,85
odd ABC	Z1-beton,eps,opeka,omet	115.224	801,00	0,27	212,50
odd ABC	Z1-beton,eps,opeka,omet	126.732	881,00	0,27	233,72
odd ABC-poševna streha	PS-poliuretan	10.386	325,00	0,22	72,26
odd ABC-ravna streha	RS-AB,eps,estrih,izotekt	130.778	578,00	0,17	97,07
Skupaj		546.850	3.976,00		970,60

Prozorni elementi ovoja stavbe

oznaka elementa	naziv	naklon, orientacija	površina m ²	topl.preh. W/m ² K	topl.izgube W/K
okna-odd ABC	Okno alu okvir	90, SZ	124,00	1,25	155,00
okna-odd ABC	Okno alu okvir	90, JV	60,00	1,25	75,00
okna-odd ABC	Okno alu okvir	90, JZ	117,00	1,25	146,25
okna-odd ABC	Okno alu okvir	90, SV	131,00	1,25	163,75
okna-odd ABC	Okno alu okvir	90, S	4,00	1,25	5,00
Skupaj			436,00		545,00

Toplotne izgube skozi zunanji ovoj stavbe L_d

$$L_d = \sum A_i U_i + \sum l_j \Psi_j + \sum \chi_k = 1.515,60 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 1.515,60 \text{ W/K}$$

$\sum A_i U_i$ - izgube skozi ravne površine ovoja stavbe (W/K)

$\sum l_j \Psi_j$ - izgube skozi linijske toplotne mostove (W/K)

$\sum \chi_k$ - izgube skozi točkovne toplotne mostove (W/K)

Toplotne izgube skozi neogrevane prostore H_u

$$H_u = 0,00 \text{ W/K}$$

Toplotne izgube skozi tla in zidove pod tlemi L_s

oznaka elementa	kapac. kJ/K	površ. tal m ²	obseg m	topl.izgube W/K
Ogrevana klet	291.735	1.228,00	107,50	204,71
Skupaj	291.735	1.228,00		204,71

Koeficient transmissijskih toplotnih izgub H_t

$$H_t = L_d + L_s + H_u = 1.515,60 \text{ W/K} + 204,71 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 1.720,32 \text{ W/K}$$

Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub H_t'

$$H_t' = H_t / A = 1.720,32 / 6.070,00 = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$$

A - celotna zunanja površina stavbe (m²)

Največje dovoljene transmisijske izgube znašajo 0,69 W/m²K

Koeficient transmisijskih izgub je v mejah!

Koeficient prezračevalnih toplotnih izgub H_v

$$H_v = n \cdot V \cdot 0,34 = 3.050,59 \text{ W/K}$$

n - urno število izmenjav zraka

V - ogrevana prostornina stavbe (m³)

Koeficient celotnih toplotnih izgub H

$$H = H_t + H_v = 1.720,32 \text{ W/K} + 3.050,59 \text{ W/K} = 4.770,91 \text{ W/K}$$

Celotne toplotne izgube stavbe Q_l

$$Q_l = H \cdot DD \cdot 24\text{h} = 4.770,91 \text{ W/K} \cdot 3500 \text{ dni} \cdot 24 \text{ h} = 400.756,08 \text{ kWh/leto}$$

DD - temperaturni primanjkljaj (dni)

TOPLOTNI PRITOKI STAVBE

Notranji pritoki znašajo 0,00 W, število ogrevalnih dni je 265,00 zato znašajo skupni notranji pritoki $Q_i = 0,00$ kWh

Pritoki sončnega sevanja

<i>oznaka elementa</i>	<i>naklon, orientacija</i>	<i>efekt. površina m²</i>	<i>dobitek kWh</i>
okna-odd ABC	90, SZ	52,08	11.233,24
okna-odd ABC	90, JV	25,20	11.792,54
okna-odd ABC	90, JZ	49,14	23.711,67
okna-odd ABC	90, SV	55,02	12.163,33
okna-odd ABC	90, S	1,68	289,09
Skupaj			59.189,87

Skupni toplotni dobitki

$$Q_g = Q_s + Q_i + Q_{sse} = 59.189,87 + 0,00 + 0,00 = 59.189,87 \text{ kWh}$$

Zaščitenoost pred sončnim sevanjem

<i>oznaka elementa</i>	<i>naklon, orientacija</i>	<i>površina m²</i>	<i>faktor zaščite</i>	<i>ustreznost zaščite</i>
okna-odd ABC	90, SZ	124,00	0,109	DA
okna-odd ABC	90, JV	60,00	0,078	DA
okna-odd ABC	90, JZ	117,00	0,076	DA
okna-odd ABC	90, SV	131,00	0,078	DA

Kakovost zaščite proti sončnemu sevanju ustreza pravilniku!**Časovna konstanta stavbe**

$$\tau = C / H = 838.585,21 / (4.770,91 \cdot 3,6) = 48,83 \text{ h}$$

C - efektivna toplotna kapacitivnost stavbe (kJ/K)

Razmerje med pritoki in izgubami

$$\gamma = Q_g / Q_l = 59.189,87 / 400.756,08 = 0,15$$

Izkoristek dobitkov

$$a = a_o + \tau / \tau_o = 0,8 + \tau / 28$$

$$\eta = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1}) = 0,993$$

Potrebna toplota za ogrevanje Q_h

$$Q_h = Q_l - \eta \cdot Q_g - Q_{sse} = 400.756,08 - 0,993 \cdot 59.189,87 - 0,00 = 341.955,63 \text{ kWh/leto}$$

Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje

$$Q_h / A_u = 341.955,63 / 5.127,04 = 66,70 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Največja dovoljena specifična letna potrebna toplota za stavbo znaša:

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: **Z1-beton,eps,opeka,omet**

Zunanja stena in stene proti neogrevanim prostorom

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,13 m²K/W

Rse=0,04 m²K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1800)	2,50	1050	1800	0,870	20	2,7	5,7
2	Mrežasta in votla opeka (1400)	30,00	920	1400	0,610	6	2,2	5,0
3	TERVOL DDP	12,00	840	165	0,039	1	9,0	17,0
4	AKRILNI ZARIBAN OMET 2,5	0,17	1050	1530	0,870	100	2,7	5,7
skupaj debelina:		44,67						

Toplotna prehodnost:

U=0,265 W/m²K

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,60 W/m²K

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.

Difuzni tok vodne pare:

Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,278 g/m²

Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,186 g/m²

Količina kondenzirane vodne pare: 0,092 g/m²

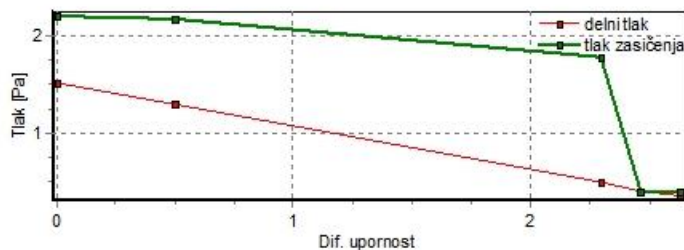
Količina kondenzata v obdobju navlaževanja: 132,111 g/m²

Prišlo je do kondenzacije v ravnini med 3. in 4. slojem.

Vsebnost vlage v materialu: 0,000 % , dovoljena: 0,000 %

Čas izsuševanja: 2,542 dni, dovoljeni: 60,000 dni

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.



Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcijNaziv konstrukcije: **P1-gramoz,beton,eps,estrih,malta,granitogres**

Pod na terenu

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,17 m2K/W

Rse=0,00 m2K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m3	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Keramične ploščice - talne, neglazirane	1,00	920	2300	1,280	200	1,5	4,0
2	Cementni estrih	6,00	1050	2200	1,400	30	2,5	5,0
3	NOVOLIT STIROPOR EPS 100 (SGP-20)	4,00	1260	20	0,036	35	15,0	30,0
4	Večkratni bitumenski premaz, armiran v eni plasti	1,00	1460	1100	0,170	10000	0,0	0,0
5	Beton s kamnitim agregatom (2000)	10,00	960	2000	1,160	22	2,5	4,8
skupaj debelina:		22,00						

Toplotna prehodnost:**U=0,677 W/m2K**

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo Umax=0,45 W/m2K

Konstrukcija NE USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.**Izračun difuzije ni potreben!**

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: TER-AB,eps

Zunanja stena proti terenu

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,17 m²K/W

Rse=0,00 m²K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1800)	2,50	1050	1800	0,870	20	2,7	5,7
2	Beton s kamnitim agregatom (2400)	30,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
3	TERVOL DDP	12,00	840	165	0,039	1	9,0	17,0
4	AKRILNI ZARIBAN OMET 2,5	0,17	1050	1530	0,870	100	2,7	5,7
skupaj debelina:		44,67						

Toplotna prehodnost:

U=0,292 W/m²K

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,70 W/m²K

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.

Izračun difuzije ni potreben!

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcijNaziv konstrukcije: **PS-poliuretan**

Poševna streha nad ogrevanim podstrešjem

Toplotna prestopnost:Rsi=0,10 m²K/W
Rse=0,04 m²K/WTemperature:Notr. rač. temp.: 20 °C
Zun. rač. temp.: -5 °CVlažnosti:Notr. rač. vlaga.: 65 %
Zun. rač. vlaga.: 90 %**Sestava konstrukcije**

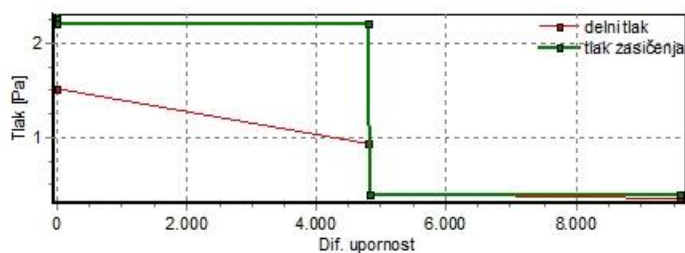
slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif.upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Mavčno kartonske plošče - do 15mm	1,50	810	900	0,210	12	0,0	0,0
2	Parna ovira (TYVEK VCL)	0,01	960	450	0,190	16000	0,0	0,0
3	Cink	0,60	390	7100	110,000	800000	0,0	0,0
4	Poliuretanske plošče, izrezane iz blokov (40)	15,00	1380	40	0,035	50	6,0	21,0
5	Cink	0,60	390	7100	110,000	800000	0,0	0,0
skupaj debelina:		17,71						

Toplotna prehodnost:**U=0,222 W/m²K**Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,25 W/m²KKonstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.Difuzni tok vodne pare:Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,000 g/m²Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,000 g/m²Količina kondenzirane vodne pare: 0,000 g/m²Količina kondenzata v obdobju navlaževanja: 0,197 g/m²

Prišlo je do kondenzacije v ravnini med 4. in 5. slojem.

Vsebnost vlage v materialu: 0,000 % , dovoljena: 0,000 %

Čas izsuševanja: 57,404 dni, dovoljeni: 60,000 dni

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: **RS-AB,eps,estrih,izotekt**

Ravna streha

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,10 m²K/W

Rse=0,04 m²K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1800)	1,00	1050	1800	0,870	20	2,7	5,7
2	Beton s kamnitim. agregatom (2400)	15,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
3	NOVOLIT STIROPOR EPS 150 (SGP-25)	8,00	1260	25	0,035	35	20,0	40,0
4	Beton s kamnitim. agregatom (2000)	6,00	960	2000	1,160	22	2,5	4,8
5	Večkratni bitumenski premaz, armiran v eni plasti	1,00	1460	1100	0,170	10000	0,0	0,0
6	Ekstrudirani polistiren 20	10,00	1500	20	0,030	80	6,7	20,0
skupaj debelina:		41,00						

Toplotna prehodnost:

U=0,168 W/m²K

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,25 W/m²K

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.

Difuzni tok vodne pare:

Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,017 g/m²

Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,005 g/m²

Količina kondenzirane vodne pare: 0,012 g/m²

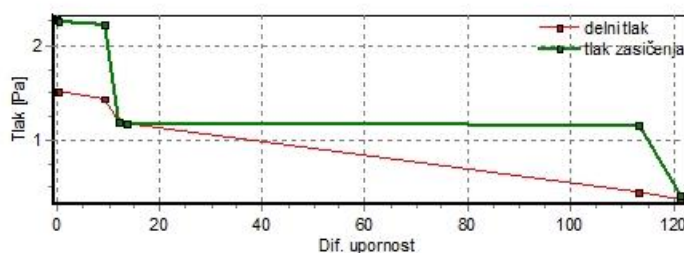
Količina kondenzata v obdobju navlaževanja: 17,429 g/m²

Prišlo je do kondenzacije v coni med 3. in 5. slojem.

Vsebnost vlage v materialu: 2,515 %, dovoljena: 4,800 %

Čas izsuševanja: 22,776 dni, dovoljeni: 60,000 dni

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.



Priloga 7: Dom D – pred sanacijoŠtevilka projekta: **06**Investitor: **Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve**Naslov: **Kotnikova 5**Kraj: **Ljubljana**

Naselje:

Katastrska občina:

Parcelna številka: **917/1**Vrsta stavbe: **stanovanjska stavba (45 + 40 fo)**Etažnost: **K+P+1+2+3+4****Volumen in površine**Ogrevana prostornina stavbe V_e : **15.881,00 m³**Neto ogrevana prostornina V : **12.704,80 m³**Uporabna površina stavbe A_u : **5.081,92 m²**Celotna zunanja površina stavbe A : **5.960,10 m²**Faktor oblike stavbe f_o : **0,375 m⁻¹****Klimatski podatki**Projektna temperatura: **-13 °C**Trajanje ogrevalne sezone: **235 dni**Temperaturni primanjkljaj: **3300 K*dan**Notranja temperatura: **20 °C**Zunanja temperatura: **-5 °C**Notranja relativna vlažnost: **65 %**Zunanja relativna vlažnost: **90 %**

SPECIFIČNE TOPLOTNE IZGUBE STAVBE**Neprozorni elementi ovoja stavbe**

<i>oznaka elementa</i>	<i>naziv</i>	<i>kapacitivnost kJ/K</i>	<i>površina m²</i>	<i>topl.preh. W/m²K</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
Severna fasada	F1	46.646	324,27	0,52	169,92
Južna fasada	F1	46.629	324,15	0,52	169,85
Zahodna fasada	F1	108.827	756,53	0,52	396,42
Vzhodna fasada	F1	108.841	756,63	0,52	396,47
Strop proti neogrevanemu S1	S1	10.632	497,30	0,19	93,00
Poševna streha	S2	13.107	500,00	0,22	109,00
Ravna streha	RS	148.838	646,00	0,42	272,61
Skupaj		483.521	3.804,88		1.607,28

Prozorni elementi ovoja stavbe

<i>oznaka elementa</i>	<i>naziv</i>	<i>naklon, orientacija</i>	<i>površina m²</i>	<i>topl.preh. W/m²K</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
severna zasteklitev	Okno enokomorno PVC okvir - dvojna+low-e+zmes.plin. zastekl.	90, S	69,00	1,23	84,87
južna zasteklitev	Okno leseni okvir - dvojna zasteklitev	90, J	69,12	2,51	173,49
zahodna zasteklitev	Okno enokomorno PVC okvir - dvojna+low-e+zmes.plin. zastekl.	90, Z	73,10	1,23	89,91
zahodna zasteklitev	Okno leseni okvir - dvojna zasteklitev	90, Z	88,00	2,51	220,88
vzhodna zasteklitev	Okno leseni okvir - dvojna zasteklitev	90, V	161,00	2,51	404,11
Skupaj			460,22		973,26

Toplotne izgube skozi zunanji ovoj stavbe L_D

$$L_D = \sum A_i U_i + \sum l_j \Psi_j + \sum \chi_k = 2.580,54 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 2.580,54 \text{ W/K}$$

$\sum A_i U_i$ - izgube skozi ravne površine ovoja stavbe (W/K)

$\sum l_j \Psi_j$ - izgube skozi linijske toplotne mostove (W/K)

$\sum \chi_k$ - izgube skozi točkovne toplotne mostove (W/K)

Toplotne izgube skozi neogrevane prostore H_u

$$H_u = 0,00 \text{ W/K}$$

Toplotne izgube skozi tla in zidove pod tlemi L_s

<i>oznaka elementa</i>	<i>kapac. kJ/K</i>	<i>površ. tal m²</i>	<i>obseg m</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
Izolacije v horizontalnem delu	0	1.695,00	239,00	616,86
Skupaj	0	1.695,00		616,86

Koeficient transmissijskih toplotnih izgub H_t

$$H_t = L_d + L_s + H_u = 2.580,54 \text{ W/K} + 616,86 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 3.197,40 \text{ W/K}$$

Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub H_t'

$$H_t' = H_t / A = 3.197,40 / 5.960,10 = 0,54 \text{ W/m}^2\text{K}$$

A - celotna zunanja površina stavbe (m²)

Največje dovoljene transmisijske izgube znašajo 0,70 W/m²K

Koeficient transmisijskih izgub je v mejah!

Koeficient prezračevalnih toplotnih izgub H_v

$$H_v = n \cdot V \cdot 0,34 = 2.159,82 \text{ W/K}$$

n - urno število izmenjav zraka

V - ogrevana prostornina stavbe (m³)

Koeficient celotnih toplotnih izgub H

$$H = H_t + H_v = 3.197,40 \text{ W/K} + 2.159,82 \text{ W/K} = 5.357,21 \text{ W/K}$$

Celotne toplotne izgube stavbe Q_l

$$Q_l = H \cdot DD \cdot 24\text{h} = 5.357,21 \text{ W/K} \cdot 3300 \text{ dni} \cdot 24 \text{ h} = 424.291,38 \text{ kWh/leto}$$

DD - temperaturni primanjkljaj (dni)

TOPLOTNI PRITOKI STAVBE

Notranji pritoki znašajo 0,00 W, število ogrevalnih dni je 235,00 zato znašajo skupni notranji pritoki $Q_i = 0,00 \text{ kWh}$

Pritoki sončnega sevanja

<i>oznaka elementa</i>	<i>naklon, orientacija</i>	<i>efekt. površina m²</i>	<i>dobitek kWh</i>
severna zasteklitev	90, S	26,57	3.746,65
južna zasteklitev	90, J	36,29	17.218,08
zahodna zasteklitev	90, Z	28,14	8.436,35
zahodna zasteklitev	90, Z	46,20	13.849,00
vzhodna zasteklitev	90, V	84,52	23.312,84
Skupaj			66.562,92

Skupni toplotni dobitki

$$Q_g = Q_s + Q_i + Q_{sse} = 66.562,92 + 0,00 + 0,00 = 66.562,92 \text{ kWh}$$

Zašitenost pred sončnim sevanjem

<i>oznaka elementa</i>	<i>naklon, orientacija</i>	<i>površina m²</i>	<i>faktor zaščite</i>	<i>ustreznost zaščite</i>
južna zasteklitev	90, J	69,12	0,132	DA
zahodna zasteklitev	90, Z	73,10	0,097	DA
zahodna zasteklitev	90, Z	88,00	0,132	DA
vzhodna zasteklitev	90, V	161,00	0,132	DA

Kakovost zaščite proti sončnemu sevanju ustreza pravilniku!

Časovna konstanta stavbe

$$\tau = C / H = 483.520,64 / (5.357,21 \cdot 3,6) = 25,07 \text{ h}$$

C - efektivna toplotna kapacitivnost stavbe (kJ/K)

Razmerje med pritoki in izgubami

$$\gamma = Q_g / Q_l = 66.562,92 / 424.291,38 = 0,16$$

Izkoristek dobitkov

$$\alpha = \alpha_0 + \tau / \tau_0 = 0,8 + \tau / 28$$

$$\eta = (1 - \gamma^\alpha) / (1 - \gamma^{\alpha+1}) = 0,963$$

Potrebna toplota za ogrevanje Q_h

$$Q_h = Q_l - \eta \cdot Q_g - Q_{sse} = 424.291,38 - 0,963 \cdot 66.562,92 - 0,00 = 360.173,29 \text{ kWh/leto}$$

Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje

$$Q_h / A_u = 360.173,29 / 5.081,92 = 70,87 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Največja dovoljena specifična letna potrebna toplota za stavbo znaša:

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: **F1**

Zunanja stena in stene proti neogrevanim prostorom

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,13 m²K/W
Rse=0,04 m²K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C
Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %
Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1800)	2,50	1050	1800	0,870	20	2,7	5,7
2	Mrežasta in votla opeka (1400)	24,00	920	1400	0,610	6	2,2	5,0
3	NOVOLIT STIROPOR EPS F (fasadni)	5,00	1260	15	0,038	35	20,0	40,0
skupaj debelina:		31,50						

Toplotna prehodnost:

U=0,524 W/m²K

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,60 W/m²K

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.

Difuzni tok vodne pare:

Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,195 g/m²

Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,195 g/m²

Količina kondenzirane vodne pare: 0,000 g/m²

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.



Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcijNaziv konstrukcije: **S1**

Strop proti neogrevanemu podstrešju

Toplotna prestopnost:Rsi=0,10 m²K/WRse=0,04 m²K/WTemperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga: 65 %

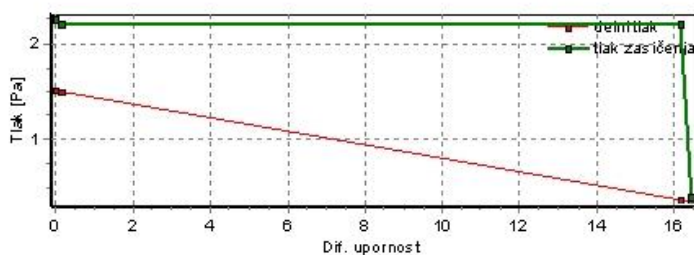
Zun. rač. vlaga: 90 %

Sestava konstrukcije

slo.	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif.upor.	mas.vl. %	max.mas. vl.%
1	Deske za tla	1,00	1670	520	0,140	15	15,0	25,0
2	Polietilenska folija	0,02	1250	1000	0,190	80000	0,0	0,0
3	TERVOL DDP	20,00	840	165	0,039	1	9,0	17,0
skupaj debelina:		21,02						

Toplotna prehodnost:**U=0,187 W/m²K**Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,35 W/m²KKonstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.**Difuzni tok vodne pare:**Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,044 g/m²Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,044 g/m²Količina kondenzirane vodne pare: 0,000 g/m²

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: RS

Ravna streha

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,10 m²K/W

Rse=0,04 m²K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Beton s kamnitim agregatom (2400)	15,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
2	Beton s kamnitim agregatom (2000)	6,00	960	2000	1,160	22	2,5	4,8
3	Večplastna bitumenska hidroizolacija (13 do 16mm)	1,00	1460	1100	0,190	14000	0,0	0,0
4	TERVOL DDP	8,00	840	165	0,039	1	9,0	17,0
skupaj debelina:		30,00						

Toplotna prehodnost:

U=0,422 W/m²K

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,25 W/m²K

Konstrukcija NE USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.

Difuzni tok vodne pare:

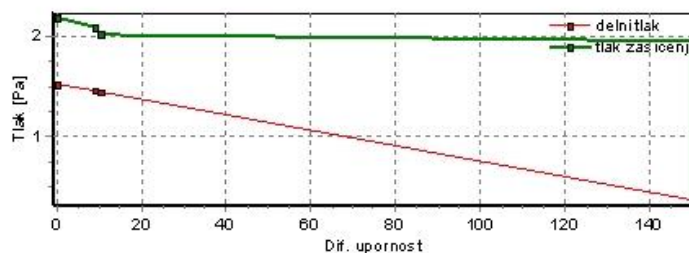
Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,005 g/m²

Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,005 g/m²

Količina kondenzirane vodne pare: 0,000 g/m²

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.



Priloga 8: Dom D – po sanaciji**Projekt:**Naziv projekta: **DOM D - sanirano**Številka projekta: **06**Investitor: **Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve**Naslov: **Kotnikova 5**Kraj: **Ljubljana**

Naselje:

Katastrska občina:

Parcelna številka: **917/1**Vrsta stavbe: **stanovanjska stavba (45 + 40 fo)**Etažnost: **K+P+1+2+3+4****Volumen in površine**Ogrevana prostornina stavbe V_e : **15.881,00 m³**Neto ogrevana prostornina V : **12.704,80 m³**Uporabna površina stavbe A_u : **5.081,92 m²**Celotna zunanja površina stavbe A : **5.960,10 m²**Faktor oblike stavbe f_o : **0,375 m⁻¹****Klimatski podatki**Projektna temperatura: **-13 °C**Trajanje ogrevalne sezone: **235 dni**Temperaturni primanjkljaj: **3300 K*^{dan}**Notranja temperatura: **20 °C**Zunanja temperatura: **-5 °C**Notranja relativna vlažnost: **65 %**Zunanja relativna vlažnost: **90 %**

SPECIFIČNE TOPLOTNE IZGUBE STAVBE**Neprozorni elementi ovoja stavbe**

<i>oznaka elementa</i>	<i>naziv</i>	<i>kapacitivnost kJ/K</i>	<i>površina m²</i>	<i>topl.preh. W/m²K</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
Severna fasada	F1	46.646	324,27	0,22	71,34
Južna fasada	F1	46.629	324,15	0,22	71,31
Zahodna fasada	F1	108.827	756,53	0,22	166,44
Vzhodna fasada	F1	108.841	756,63	0,22	166,46
Strop proti neogrevanemu	S1	10.632	497,30	0,15	75,09
Poševna streha	S2	13.107	500,00	0,22	109,00
Ravna streha	RS	3.333	646,00	0,17	111,76
Skupaj		338.015	3.804,88		771,40

Prozorni elementi ovoja stavbe

<i>oznaka elementa</i>	<i>naziv</i>	<i>naklon, orientacija</i>	<i>površina m²</i>	<i>topl.preh. W/m²K</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
severna zasteklitev	Okno enokomorno PVC okvir - dvojna+low-e+zmes.plin. zastekl.	90, S	69,00	1,23	84,87
zahodna zasteklitev	Okno enokomorno PVC okvir - dvojna+low-e+zmes.plin. zastekl.	90, S	73,10	1,23	89,91
južna zasteklitev	Okno večkomorno PVC okvir - dvojna+low-e+zmes.plin. zastekl.	90, S	69,12	1,02	70,50
vzhodna zasteklitev	Okno večkomorno PVC okvir - dvojna+low-e+zmes.plin. zastekl.	90, S	161,00	1,02	164,22
zahodna zasteklitev	Okno večkomorno PVC okvir - dvojna+low-e+zmes.plin. zastekl.	90, S	88,00	1,02	89,76
Skupaj			460,22		499,27

Toplotne izgube skozi zunanji ovoj stavbe L_D

$$L_D = \sum A_j U_j + \sum l_j \Psi_j + \sum \chi_k = 1.270,66 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 1.270,66 \text{ W/K}$$

$\sum A_j U_j$ - izgube skozi ravne površine ovoja stavbe (W/K)

$\sum l_j \Psi_j$ - izgube skozi linijske toplotne mostove (W/K)

$\sum \chi_k$ - izgube skozi točkovne toplotne mostove (W/K)

Toplotne izgube skozi neogrevane prostore H_U

$$H_U = 0,00 \text{ W/K}$$

Toplotne izgube skozi tla in zidove pod tlemi L_S

<i>oznaka elementa</i>	<i>kapac. kJ/K</i>	<i>površ. tal m²</i>	<i>obseg m</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
Izolacije v horizontalnem delu	0	1.695,00	239,00	596,40
Skupaj	0	1.695,00		596,40

Koeficient transmissijskih toplotnih izgub H_t

$$H_t = L_d + L_s + H_u = 1.270,66 \text{ W/K} + 596,40 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 1.867,06 \text{ W/K}$$

Koeficient specifičnih transmisijских toplotnih izgub H_t'

$$H_t' = H_t / A = 1.867,06 / 5.960,10 = 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$$

A - celotna zunanja površina stavbe (m²)

Največje dovoljene transmisijske izgube znašajo 0,70 W/m²K

Koeficient transmisijских izgub je v mejah!

Koeficient prezračevalnih toplotnih izgub H_v

$$H_v = n \cdot V \cdot 0,34 = 2.159,82 \text{ W/K}$$

n - urno število izmenjav zraka

V - ogrevana prostornina stavbe (m³)

Koeficient celotnih toplotnih izgub H

$$H = H_t + H_v = 1.867,06 \text{ W/K} + 2.159,82 \text{ W/K} = 4.026,88 \text{ W/K}$$

Celotne toplotne izgube stavbe Q_l

$$Q_l = H \cdot DD \cdot 24\text{h} = 4.026,88 \text{ W/K} \cdot 3300 \text{ dni} \cdot 24 \text{ h} = 318.928,92 \text{ kWh/leto}$$

DD - temperaturni primanjkljaj (dni)

TOPLOTNI PRITOKI STAVBE

Notranji pritoki znašajo 0,00 W, število ogrevalnih dni je 235,00 zato znašajo skupni notranji pritoki $Q_i = 0,00 \text{ kWh}$

Pritoki sončnega sevanja

<i>oznaka elementa</i>	<i>naklon, orientacija</i>	<i>efekt. površina m²</i>	<i>dobitek kWh</i>
severna zasteklitev	90, S	26,57	3.746,65
zahodna zasteklitev	90, S	28,14	3.969,27
južna zasteklitev	90, S	26,61	3.753,16
vzhodna zasteklitev	90, S	61,99	8.742,18
zahodna zasteklitev	90, S	33,88	4.778,33
Skupaj			24.989,60

Skupni toplotni dobitki

$$Q_g = Q_s + Q_i + Q_{sse} = 24.989,60 + 0,00 + 0,00 = 24.989,60 \text{ kWh}$$

Časovna konstanta stavbe

$$\tau = C / H = 338.015,40 / (4.026,88 \cdot 3,6) = 23,32 \text{ h}$$

C - efektivna toplotna kapacitivnost stavbe (kJ/K)

Razmerje med pritoki in izgubami

$$\gamma = Q_g / Q_l = 24.989,60 / 318.928,92 = 0,08$$

Izkoristek dobitkov

$$\alpha = \alpha_0 + \tau / \tau_0 = 0,8 + \tau / 28$$

$$\eta = (1 - \gamma^\alpha) / (1 - \gamma^{\alpha+1}) = 0,986$$

Potrebna toplota za ogrevanje Q_h

$$Q_h = Q_l - \eta \cdot Q_g - Q_{sse} = 318.928,92 - 0,986 \cdot 24.989,60 - 0,00 = 294.300,03 \text{ kWh/leto}$$

Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje

$$Q_h / A_u = 294.300,03 / 5.081,92 = 57,91 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Največja dovoljena specifična letna potrebna toplota za stavbo znaša:

$$45 + 40 \cdot f_0 = 60,01 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Potrebna toplota za ogrevanje JE v dovoljenih mejah!

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: **F1**

Zunanja stena in stene proti neogrevanim prostorom

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,13 m²K/W

Rse=0,04 m²K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1800)	2,50	1050	1800	0,870	20	2,7	5,7
2	Mrežasta in votla opeka (1400)	24,00	920	1400	0,610	6	2,2	5,0
3	NOVOLIT STIROPOR EPS F (fasadni)	5,00	1260	15	0,038	35	20,0	40,0
4	NOVOLIT STIROPOR EPS F (fasadni)	10,00	1260	15	0,038	35	20,0	40,0
5	AKRILNI GLAJEN OMET 1,5	0,20	1050	1575	0,870	130	2,7	5,7
skupaj debelina:		41,70						

Toplotna prehodnost:

U=0,220 W/m²K

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,60 W/m²K

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.

Difuzni tok vodne pare:

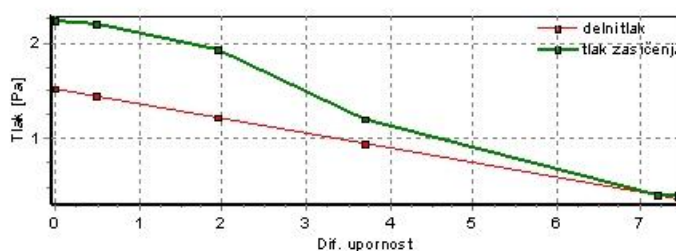
Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,096 g/m²

Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,096 g/m²

Količina kondenzirane vodne pare: 0,000 g/m²

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.



Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcijNaziv konstrukcije: **RS**

Ravna streha

Toplotna prestopnost:R_{si}=0,10 m²K/WR_{se}=0,04 m²K/WTemperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

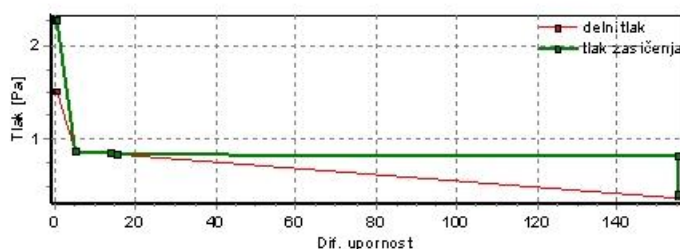
slo	material	debelina cm	spec. topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl. prev. W/mK	dif. upor.	mas. vl. %	max. mas. vl. %
1	AKRILNI GLAJEN OMET 1,5	0,20	1050	1575	0,870	130	2,7	5,7
2	NOVOLIT STIROPOR EPS F (fasadni)	13,00	1260	15	0,038	35	20,0	40,0
3	Beton s kamnitim agregatom (2400)	15,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
4	Beton s kamnitim agregatom (2000)	6,00	960	2000	1,160	22	2,5	4,8
5	Večplastna bitumenska hidroizolacija (13 do 16mm)	1,00	1460	1100	0,190	14000	0,0	0,0
6	TERVOL DDP	8,00	840	165	0,039	1	9,0	17,0
skupaj debelina:		43,20						

Toplotna prehodnost:**U=0,173 W/m²K**Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,25 W/m²KKonstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.**Difuzni tok vodne pare:**Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,085 g/m²Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,002 g/m²Količina kondenzirane vodne pare: 0,083 g/m²Količina kondenzata v obdobju navlaževanja: 119,339 g/m²

Prišlo je do kondenzacije v coni med 2. in 5. slojem.

Vsebnost vlage v materialu: 2,133 % , dovoljena: 3,800 %

Čas izsuševanja: 67,149 dni, dovoljeni: 60,000 dni

Konstrukcija NE USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.

Priloga 9: Dom E - po sanaciji

Projekt:

Naziv projekta: **DOM_E [pred sanacijo]**
Številka projekta: **03**

Investitor: **Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve**
Naslov: **Kotnikova 5**
Kraj: **Ljubljana**

Naselje:
Katastrska občina:
Parcelna številka: **4083**

Vrsta stavbe: **stanovanjska stavba (45 + 40 fo)**
Etažnost: **K+P+3**

Volumen in površine

Ogrevana prostornina stavbe V_e :	11.985,00 m³
Neto ogrevana prostornina V :	9.588,00 m³
Uporabna površina stavbe A_u :	3.835,20 m²
Celotna zunanja površina stavbe A :	5.435,50 m²
Faktor oblike stavbe f_o :	0,454 m⁻¹

Klimatski podatki

Projektna temperatura:	-13 °C
Trajanje ogrevalne sezone:	235 dni
Temperaturni primanjkljaj:	3500 K°dan
Notranja temperatura:	20 °C
Zunanja temperatura:	-5 °C
Notranja relativna vlažnost:	65 %
Zunanja relativna vlažnost:	90 %

SPECIFIČNE TOPLOTNE IZGUBE STAVBE

Neprozorni elementi ovoja stavbe

<i>oznaka elementa</i>	<i>naziv</i>	<i>kapacitivnost kJ/K</i>	<i>površina m²</i>	<i>topl.preh. W/m²K</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
Fasada	Fasada	94.845	427,00	0,60	257,34
Fasada	Fasada	109.061	491,00	0,60	295,91
Fasada	Fasada	90.403	407,00	0,60	245,29
Fasada	Fasada	69.301	312,00	0,60	188,03
Streha	strop proti neogrevanemu podstrešju	285.881	1.275,00	0,65	830,69
Skupaj		649.491	2.912,00		1.817,26

Prozorni elementi ovoja stavbe

<i>oznaka elementa</i>	<i>naziv</i>	<i>naklon, orientacija</i>	<i>površina m²</i>	<i>topl.preh. W/m²K</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
okna	Okno enokomorno PVC okvir - dvojna+low-e+argon zastekl.	90, SZ	132,50	1,37	181,53
okna	Okno enokomorno PVC okvir - dvojna+low-e+argon zastekl.	90, JV	190,00	1,37	260,30
okna	Okno enokomorno PVC okvir - dvojna+low-e+argon zastekl.	90, JZ	180,00	1,37	246,60
okna	Okno enokomorno PVC okvir - dvojna+low-e+argon zastekl.	90, SV	110,00	1,37	150,70
Skupaj			612,50		839,13

Toplotne izgube skozi zunanji ovoj stavbe L_D

$$L_D = \Sigma A_i U_i + \Sigma l_j \Psi_j + \Sigma \chi_k = 2.656,38 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 2.656,38 \text{ W/K}$$

$\Sigma A_i U_i$ - izgube skozi ravne površine ovoja stavbe (W/K)

$\Sigma l_j \Psi_j$ - izgube skozi linijske toplotne mostove (W/K)

$\Sigma \chi_k$ - izgube skozi točkovne toplotne mostove (W/K)

Toplotne izgube skozi neogrevane prostore H_U

$$H_U = 0,00 \text{ W/K}$$

Toplotne izgube skozi tla in zidove pod tlemi L_S

<i>oznaka elementa</i>	<i>kapac. kJ/K</i>	<i>površ. tal m²</i>	<i>obseg m</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
Neogrevana klet	0	1.275,00	212,00	834,73
Skupaj	0	1.275,00		834,73

Koeficient transmisijskih toplotnih izgub H_T

$$H_T = L_D + L_S + H_U = 2.656,38 \text{ W/K} + 419,02 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 3.075,41 \text{ W/K}$$

Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub H_{T'}

$$H_t' = H_t / A = 3.075,41 / 5.435,50 = 0,57 \text{ W/m}^2\text{K}$$

A - celotna zunanja površina stavbe (m²)

Največje dovoljene transmisijske izgube znašajo 0,62 W/m²K

Koeficient transmisijskih izgub je v mejah!

Koeficient prezračevalnih toplotnih izgub H_v

$$H_v = n \cdot V \cdot 0,34 = 2.281,94 \text{ W/K}$$

n - urno število izmenjav zraka

V - ogrevana prostornina stavbe (m³)

Koeficient celotnih toplotnih izgub H

$$H = H_t + H_v = 3.075,41 \text{ W/K} + 2.281,94 \text{ W/K} = 5.357,35 \text{ W/K}$$

Celotne toplotne izgube stavbe Q_l

$$Q_l = H \cdot DD \cdot 24\text{h} = 5.357,35 \text{ W/K} \cdot 3500 \text{ dni} \cdot 24 \text{ h} = 450.017,42 \text{ kWh/leto}$$

DD - temperaturni primanjkljaj (dni)

TOPLITNI PRITOKI STAVBE

Notranji pritoki znašajo 0,00 W, število ogrevalnih dni je 235,00 zato znašajo skupni notranji pritoki $Q_i = 0,00$ kWh

Pritoki sončnega sevanja

oznaka elementa	naklon, orientacija	efekt. površina m ²	dobitek kWh
okna	90, SZ	53,79	9.175,22
okna	90, JV	77,14	30.151,87
okna	90, JZ	73,08	29.812,11
okna	90, SV	44,66	7.627,88
Skupaj			76.767,08

Skupni toplotni dobitki

$$Q_g = Q_s + Q_i + Q_{sse} = 76.767,08 + 0,00 + 0,00 = 76.767,08 \text{ kWh}$$

Zaščitenost pred sončnim sevanjem

oznaka elementa	naklon, orientacija	površina m ²	faktor zaščite	ustreznost zaščite
okna	90, SZ	132,50	0,123	DA
okna	90, JV	190,00	0,076	DA
okna	90, JZ	180,00	0,116	DA
okna	90, SV	110,00	0,119	DA

Kakovost zaščite proti sončnemu sevanju ustreza pravilniku!

Časovna konstanta stavbe

$$\tau = C / H = 649.490,94 / (5.357,35 \cdot 3,6) = 33,68 \text{ h}$$

C - efektivna toplotna kapacitivnost stavbe (kJ/K)

Razmerje med pritoki in izgubami

$$\gamma = Q_g / Q_l = 76.767,08 / 450.017,42 = 0,17$$

Izkoristek dobitkov

$$\alpha = \alpha_s + \tau / \tau_s = 0,8 + \tau / 28$$

$$\eta = (1 - \gamma^s) / (1 - \gamma^{s+1}) = 0,976$$

Potrebna toplota za ogrevanje Q_h

$$Q_h = Q_l - \eta \cdot Q_g - Q_{sse} = 450.017,42 - 0,976 \cdot 76.767,08 - 0,00 = 375.103,45 \text{ kWh/leto}$$

Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje

$$Q_h / A_u = 375.103,45 / 3.835,20 = 97,81 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Največja dovoljena specifična letna potrebna toplota za stavbo znaša:

$$45 + 40 \cdot f_o = 63,14 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcijNaziv konstrukcije: **Fasada**

Zunanja stena in stene proti neogrevanim prostorom

Toplotna prestopnost:R_{si}=0,13 m²K/WR_{se}=0,04 m²K/WTemperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

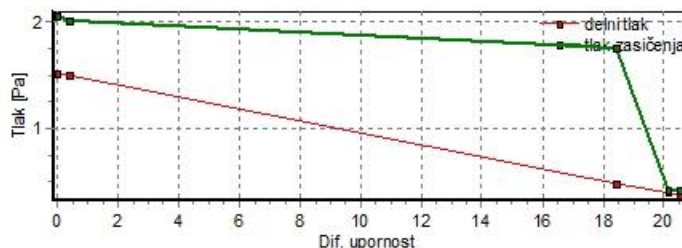
Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif.upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1800)	2,00	1050	1800	0,870	20	2,7	5,7
2	Beton s kamnitim agregatom (2400)	30,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
3	NOVOLIT STIROPOR EPS F (fasadni)	5,00	1260	15	0,038	35	20,0	40,0
4	AKRILNI GLAJEN OMET 2,0	0,30	1050	1575	0,870	130	2,7	5,7
skupaj debelina:		37,30						

Toplotna prehodnost:U=0,603 W/m²KNajvečja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,60 W/m²KKonstrukcija NE USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.Difuzni tok vodne pare:Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,035 g/m²Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,035 g/m²Količina kondenzirane vodne pare: 0,000 g/m²

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: Pod na terenu

Pod na terenu

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,17 m²K/W

Rse=0,00 m²K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Keramične ploščice - talne, neglazirane	2,00	920	2300	1,280	200	1,5	4,0
2	PVC folija, mehka	0,20	960	1200	0,190	42000	0,0	0,0
3	Cementni estrih	7,00	1050	2200	1,400	30	2,5	5,0
4	NOVOLIT STIROPOR EPS 50 (SGP-12)	5,00	1260	12	0,040	35	25,0	45,0
5	Beton s kamnitim agregatom (2000)	16,00	960	2000	1,160	22	2,5	4,8

skupaj debelina: 30,20

Toplotna prehodnost:

U=0,612 W/m²K

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,45 W/m²K

Konstrukcija NE USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.

Izračun difuzije ni potreben!

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcijNaziv konstrukcije: **strop nad neogrevano kletjo**

Strop nad neogrevano kletjo

Toplotna prestopnost:R_{si}=0,10 m²K/WR_{se}=0,04 m²K/WTemperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

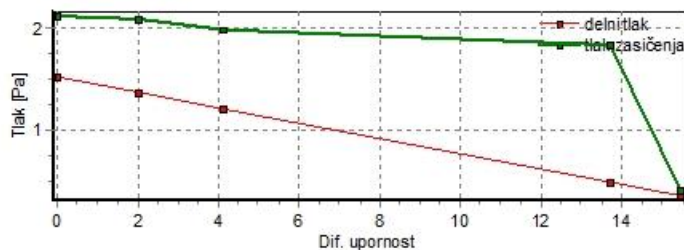
Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif.upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Keramične ploščice - talne, neglazirane	1,00	920	2300	1,280	200	1,5	4,0
2	Cementni estrih	7,00	1050	2200	1,400	30	2,5	5,0
3	Beton s kamnitim agregatom (2400)	16,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
4	NOVOLIT STIROPOR EPS 50 (SGP-12)	5,00	1260	12	0,040	35	25,0	45,0
skupaj debelina:		29,00						

Toplotna prehodnost:**U=0,655 W/m²K**Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,50 W/m²KKonstrukcija NE USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.Difuzni tok vodne pare:Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,046 g/m²Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,046 g/m²Količina kondenzirane vodne pare: 0,000 g/m²

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: **strop proti neogrevanemu podstrešju**

Strop proti neogrevanemu podstrešju

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,10 m²K/W

Rse=0,04 m²K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1900)	2,00	1050	1900	0,990	25	2,7	5,7
2	Beton s kamnitim agregatom (2400)	16,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
3	NOVOLIT STIROPOR EPS 50 (SGP-12)	5,00	1260	12	0,040	35	25,0	45,0
4	PVC folija, mehka	0,20	960	1200	0,190	42000	0,0	0,0
5	Cementni estrih	5,00	1050	2200	1,400	30	2,5	5,0

skupaj debelina: 28,20

Toplotna prehodnost:

U=0,652 W/m²K

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,35 W/m²K

Konstrukcija NE USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.

Difuzni tok vodne pare:

Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,056 g/m²

Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,001 g/m²

Količina kondenzirane vodne pare: 0,055 g/m²

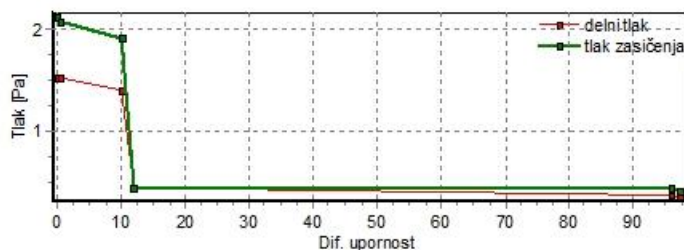
Količina kondenzata v obdobju navlaževanja: 79,442 g/m²

Prišlo je do kondenzacije v ravlini med 3. in 4. slojem.

Vsebnost vlage v materialu: 0,000 % , dovoljena: 0,000 %

Čas izsuševanja: 100,040 dni, dovoljeni: 60,000 dni

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.



Priloga 10: Dom E – po sanaciji**Projekt:**

Naziv projekta: DOM_E [po sanaciji]

Številka projekta: 03

Investitor: Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve

Naslov: Kotnikova 5

Kraj: Ljubljana

Naselje:

Katastrska občina:

Parcelna številka: 4083

Vrsta stavbe: stanovanjska stavba (45 + 40 fo)

Etažnost: K+P+3

Volumen in površineOgrevana prostornina stavbe V_e : 11.985,00 m³Neto ogrevana prostornina V : 9.588,00 m³Uporabna površina stavbe A_u : 3.835,20 m²Celotna zunanja površina stavbe A : 5.435,50 m²Faktor oblike stavbe f_o : 0,454 m⁻¹**Klimatski podatki**

Projektna temperatura: -13 °C

Trajanje ogrevalne sezone: 235 dni

Temperaturni primanjkljaj: 3500 K*dan

Notranja temperatura: 20 °C

Zunanja temperatura: -5 °C

Notranja relativna vlažnost: 65 %

Zunanja relativna vlažnost: 90 %

SPECIFIČNE TOPLOTNE IZGUBE STAVBE

Neprozorni elementi ovoja stavbe

<i>oznaka elementa</i>	<i>naziv</i>	<i>kapacitivnost kJ/K</i>	<i>površina m²</i>	<i>topl.preh. W/m²K</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
Fasada	Fasada	94.845	427,00	0,25	105,90
Fasada	Fasada	109.061	491,00	0,25	121,77
Fasada	Fasada	90.403	407,00	0,25	100,94
Fasada	Fasada	69.301	312,00	0,25	77,38
Streha	strop proti neogrevanemu podstrešju	285.881	1.275,00	0,18	233,33
Skupaj		649.491	2.912,00		639,30

Prozorni elementi ovoja stavbe

<i>oznaka elementa</i>	<i>naziv</i>	<i>naklon, orientacija</i>	<i>površina m²</i>	<i>topl.preh. W/m²K</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
okna	Okno enokomorno PVC okvir - dvojna+low-e+argon zastekl.	90, SZ	132,50	1,37	181,53
okna	Okno enokomorno PVC okvir - dvojna+low-e+argon zastekl.	90, JV	190,00	1,37	260,30
okna	Okno enokomorno PVC okvir - dvojna+low-e+argon zastekl.	90, JZ	180,00	1,37	246,60
okna	Okno enokomorno PVC okvir - dvojna+low-e+argon zastekl.	90, SV	110,00	1,37	150,70
Skupaj			612,50		839,13

Toplotne izgube skozi zunanji ovoj stavbe L_D

$$L_D = \Sigma A_i U_i + \Sigma I_j \Psi_j + \Sigma \chi_k = 1.478,43 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 1.478,43 \text{ W/K}$$

$\Sigma A_i U_i$ - izgube skozi ravne površine ovoja stavbe (W/K)

$\Sigma I_j \Psi_j$ - izgube skozi linijske toplotne mostove (W/K)

$\Sigma \chi_k$ - izgube skozi točkovne toplotne mostove (W/K)

Toplotne izgube skozi neogrevane prostore H_u

$$H_u = 0,00 \text{ W/K}$$

Toplotne izgube skozi tla in zidove pod tlemi L_s

<i>oznaka elementa</i>	<i>kapac. kJ/K</i>	<i>površ. tal m²</i>	<i>obseg m</i>	<i>topl.izgube W/K</i>
Neogrevana klet	0	1.275,00	212,00	834,65
Skupaj	0	1.275,00		834,65

Koeficient transmisijskih toplotnih izgub H_t

$$H_t = L_d + L_s + H_u = 1.478,43 \text{ W/K} + 834,64 \text{ W/K} + 0,00 \text{ W/K} = 2.313,07 \text{ W/K}$$

Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub H_{t'}

$$H_t' = H_t / A = 2.313,07 / 5.435,50 = 0,43 \text{ W/m}^2\text{K}$$

A - celotna zunanja površina stavbe (m²)

Največje dovoljene transmisijske izgube znašajo 0,62 W/m²K

Koeficient transmisijskih izgub je v mejah!

Koeficient prezračevalnih toplotnih izgub H_v

$$H_v = n \cdot V \cdot 0,34 = 2.281,94 \text{ W/K}$$

n - urno število izmenjav zraka

V - ogrevana prostornina stavbe (m³)

Koeficient celotnih toplotnih izgub H

$$H = H_t + H_v = 2.313,07 \text{ W/K} + 2.281,94 \text{ W/K} = 4.595,01 \text{ W/K}$$

Celotne toplotne izgube stavbe Q_l

$$Q_l = H \cdot DD \cdot 24\text{h} = 4.595,01 \text{ W/K} \cdot 3500 \text{ dni} \cdot 24 \text{ h} = 385.980,91 \text{ kWh/leto}$$

DD - temperaturni primanjkljaj (dni)

TOPLITNI PRITOKI STAVBE

Notranji pritoki znašajo 0,00 W, število ogrevalnih dni je 235,00 zato znašajo skupni notranji pritoki $Q_i = 0,00$ kWh

Pritoki sončnega sevanja

oznaka elementa	naklon, orientacija	efekt. površina m ²	dobitek kWh
okna	90, SZ	53,79	9.175,22
okna	90, JV	77,14	30.151,87
okna	90, JZ	73,08	29.812,11
okna	90, SV	44,66	7.627,88
Skupaj			76.767,08

Skupni toplotni dobitki

$$Q_g = Q_s + Q_i + Q_{sse} = 76.767,08 + 0,00 + 0,00 = 76.767,08 \text{ kWh}$$

Zaščitenost pred sončnim sevanjem

oznaka elementa	naklon, orientacija	površina m ²	faktor zaščite	ustreznost zaščite
okna	90, SZ	132,50	0,123	DA
okna	90, JV	190,00	0,076	DA
okna	90, JZ	180,00	0,116	DA
okna	90, SV	110,00	0,119	DA

Kakovost zaščite proti sončnemu sevanju ustreza pravilniku!

Časovna konstanta stavbe

$$\tau = C / H = 649.490,94 / (4.595,01 \cdot 3,6) = 39,26 \text{ h}$$

C - efektivna toplotna kapacitivnost stavbe (kJ/K)

Razmerje med pritoki in izgubami

$$\gamma = Q_g / Q_l = 76.767,08 / 385.980,91 = 0,20$$

Izkoristek dobitkov

$$\alpha = \alpha_s + \tau / \tau_s = 0,8 + \tau / 28$$

$$\eta = (1 - \gamma^\alpha) / (1 - \gamma^{\alpha+1}) = 0,977$$

Potrebna toplota za ogrevanje Q_h

$$Q_h = Q_l - \eta \cdot Q_g - Q_{sse} = 385.980,91 - 0,977 \cdot 76.767,08 - 0,00 = 310.978,65 \text{ kWh/leto}$$

Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje

$$Q_h / A_u = 310.978,65 / 3.835,20 = 81,09 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Največja dovoljena specifična letna potrebna toplota za stavbo znaša:

$$45 + 40 \cdot f_o = 63,14 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcijNaziv konstrukcije: **Fasada**

Zunanja stena in stene proti neogrevanim prostorom

Toplotna prestopnost:R_{si}=0,13 m²K/WR_{se}=0,04 m²K/WTemperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

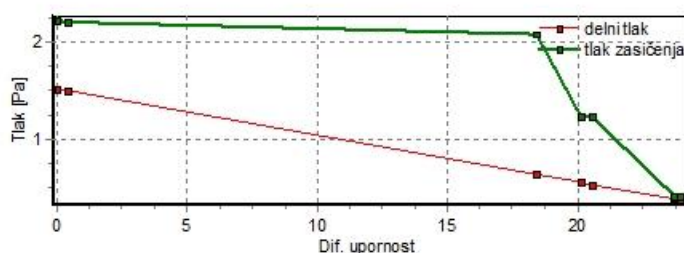
Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1800)	2,00	1050	1800	0,870	20	2,7	5,7
2	Beton s kamnitim agregatom (2400)	30,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
3	NOVOLIT STIROPOR EPS F (fasadni)	5,00	1260	15	0,038	35	20,0	40,0
4	AKRILNI GLAJEN OMET 2,0	0,30	1050	1575	0,870	130	2,7	5,7
5	NOVOLIT STIROPOR EPS F (fasadni)	9,00	1260	15	0,038	35	20,0	40,0
6	AKRILNI GLAJEN OMET 1,5	0,20	1050	1575	0,870	130	2,7	5,7

skupaj debelina: 46,50

Toplotna prehodnost:**U=0,248 W/m²K**Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,60 W/m²KKonstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.Difuzni tok vodne pare:Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,030 g/m²Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,030 g/m²Količina kondenzirane vodne pare: 0,000 g/m²

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: Pod na terenu

Pod na terenu

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,17 m²K/W

Rse=0,00 m²K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Keramične ploščice - talne, neglazirane	2,00	920	2300	1,280	200	1,5	4,0
2	PVC folija, mehka	0,20	960	1200	0,190	42000	0,0	0,0
3	Cementni estrih	7,00	1050	2200	1,400	30	2,5	5,0
4	NOVOLIT STIROPOR EPS 50 (SGP-12)	5,00	1260	12	0,040	35	25,0	45,0
5	Beton s kamnitim agregatom (2000)	16,00	960	2000	1,160	22	2,5	4,8

skupaj debelina: 30,20

Toplotna prehodnost:

U=0,612 W/m²K

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,45 W/m²K

Konstrukcija NE USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.

Izračun difuzije ni potreben!

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcijNaziv konstrukcije: **strop nad neogrevano kletjo**

Strop nad neogrevano kletjo

Toplotna prestopnost:R_{si}=0,10 m²K/WR_{se}=0,04 m²K/WTemperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

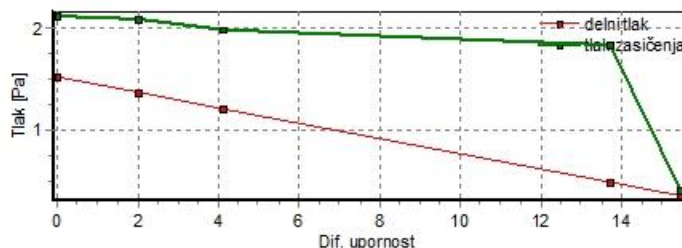
Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif.upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Keramične ploščice - talne, neglazirane	1,00	920	2300	1,280	200	1,5	4,0
2	Cementni estrih	7,00	1050	2200	1,400	30	2,5	5,0
3	Beton s kamnitim agregatom (2400)	16,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
4	NOVOLIT STIROPOR EPS 50 (SGP-12)	5,00	1260	12	0,040	35	25,0	45,0
skupaj debelina:		29,00						

Toplotna prehodnost:**U=0,655 W/m²K**Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,50 W/m²KKonstrukcija NE USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.Difuzni tok vodne pare:Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,046 g/m²Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,046 g/m²Količina kondenzirane vodne pare: 0,000 g/m²

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.

Toplotne in difuzijske lastnosti konstrukcij

Naziv konstrukcije: **strop proti neogrevanemu podstrešju**

Strop proti neogrevanemu podstrešju

Toplotna prestopnost:

Rsi=0,10 m²K/W

Rse=0,04 m²K/W

Temperature:

Notr. rač. temp.: 20 °C

Zun. rač. temp.: -5 °C

Vlažnosti:

Notr. rač. vlaga.: 65 %

Zun. rač. vlaga.: 90 %

Sestava konstrukcije

slo	material	debelina cm	spec.topl. J/kgK	gostota kg/m ³	topl.prev. W/mK	dif. upor.	mas.vl. %	max.mas. vl. %
1	Podaljšana apnena malta (1900)	2,00	1050	1900	0,990	25	2,7	5,7
2	Beton s kamnitim agregatom (2400)	16,00	960	2400	2,040	60	2,1	3,8
3	NOVOLIT STIROPOR EPS 50 (SGP-12)	5,00	1260	12	0,040	35	25,0	45,0
4	PVC folija, mehka	0,20	960	1200	0,190	42000	0,0	0,0
5	Cementni estrih	5,00	1050	2200	1,400	30	2,5	5,0
6	TERVOL DDP	15,00	840	165	0,039	1	9,0	17,0
7	Trde plošče iz lesenih vlaken	1,80	1670	900	0,190	70	15,0	25,0
skupaj debelina:		45,00						

Toplotna prehodnost:

U=0,183 W/m²K

Največja dovoljena toplotna prehodnost za konstrukcijo U_{max}=0,35 W/m²K

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za toplotno prehodnost.

Difuzni tok vodne pare:

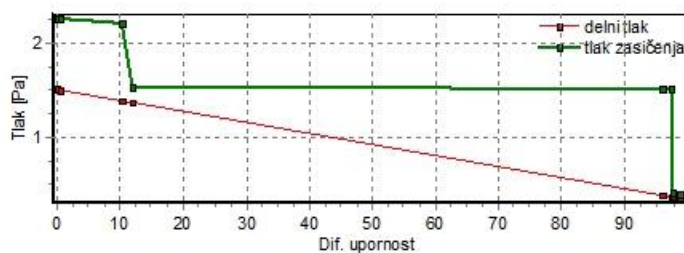
Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo: 0,007 g/m²

Gostota difuzijskega toka vodne pare, ki izstopa iz konstrukcije: 0,007 g/m²

Količina kondenzirane vodne pare: 0,000 g/m²

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

Konstrukcija USTREZA veljavnemu predpisu za difuzijo vodne pare.



Priloga 11: Rezultati iz programa KI Energija (za Dom B in Dom C) pred sanacijo in po njej**Dom B pred in po sanaciji**

LETNA POTREBNA TOPLOTA ZA OGREVANJE STAVBE													
Projekt: K_DOM B - pred sanacijo(Uo=2,7)													
Naziv: DOM B							Vrsta: 1122201 Stanovnijske stavbe z oskrbovanimi stanovanji						
Ogrevanje	Jan kWh/m	Feb kWh/m	Mar kWh/m	Apr kWh/m	Maj kWh/m	Jun kWh/m	Jul kWh/m	Avg kWh/m	Sep kWh/m	Okt kWh/m	Nov kWh/m	Dec kWh/m	Skupaj kWh/a
Trans. izgube	124452	102633	86575	62837	18327				3665	64931	94255	113630	671307
Prezrač. izgube	11461	9452	7973	5787	1688				338	5980	8680	10465	61823
Dobitki not. virov	19542	17650	19542	18911	9456				1891	19542	18911	19542	144986
Dobitki sončnega sevanja	4753	7189	12011	17312	10010				1365	8974	5111	3837	70563
Učinkovitost dobitkov	1,00	1,00	1,00	1,00	0,91				0,96	1,00	1,00	1,00	
Toplota za gretje (Q _{NH})	111618	87245	62998	32473	2354				868	42403	78913	100716	519588

LETNA POTREBNA TOPLOTA ZA OGREVANJE STAVBE													
Projekt: DOM B -Kopija28.8.2016 0:30													
Naziv: DOM B							Vrsta: 1122201 Stanovnijske stavbe z oskrbovanimi stanovanji						
Ogrevanje	Jan kWh/m	Feb kWh/m	Mar kWh/m	Apr kWh/m	Maj kWh/m	Jun kWh/m	Jul kWh/m	Avg kWh/m	Sep kWh/m	Okt kWh/m	Nov kWh/m	Dec kWh/m	Skupaj kWh/a
Trans. izgube	51342	42341	35716	25923					26787	38884	46877	267870	
Prezrač. izgube	11461	9452	7973	5787					5980	8680	10465	59797	
Dobitki not. virov	19542	17650	19542	18911					19542	18911	19542	133639	
Dobitki sončnega sevanja	4462	6679	11250	16524					8593	4950	3680	56137	
Učinkovitost dobitkov	1,00	1,00	1,00	0,88					0,99	1,00	1,00		
Toplota za gretje (Q _{NH})	38800	27463	12912	487					4885	23704	34120	142371	

Dom C pred in po sanaciji

LETNA POTREBNA TOPLOTA ZA OGREVANJE STAVBE													
Projekt: K_DOM C -pred													
Naziv: DOM C							Vrsta: 1122201 Stanovnijske stavbe z oskrbovanimi stanovanji						
Ogrevanje	Jan kWh/m	Feb kWh/m	Mar kWh/m	Apr kWh/m	Maj kWh/m	Jun kWh/m	Jul kWh/m	Avg kWh/m	Sep kWh/m	Okt kWh/m	Nov kWh/m	Dec kWh/m	Skupaj kWh/a
Trans. izgube	39432	32519	27431	19910					20573	29865	36003	205734	
Prezrač. izgube	11042	9107	7682	5575					5761	8363	10082	57613	
Dobitki not. virov	15258	13781	15258	14766					15258	14766	15258	104346	
Dobitki sončnega sevanja	1891	3145	5955	9314					4071	2235	1581	28192	
Učinkovitost dobitkov	1,00	1,00	1,00	0,97					1,00	1,00	1,00		
Toplota za gretje (Q _{NH})	33326	24699	13901	2122					7024	21227	29246	131545	

LETNA POTREBNA TOPLOTA ZA OGREVANJE STAVBE													
Projekt: K_DOM C - po													
Naziv: DOM C							Vrsta: 1122201 Stanovnijske stavbe z oskrbovanimi stanovanji						
Ogrevanje	Jan kWh/m	Feb kWh/m	Mar kWh/m	Apr kWh/m	Maj kWh/m	Jun kWh/m	Jul kWh/m	Avg kWh/m	Sep kWh/m	Okt kWh/m	Nov kWh/m	Dec kWh/m	Skupaj kWh/a
Trans. izgube	37404	30847	26020	18886					19515	28328	34152	195152	
Prezrač. izgube	11042	9107	7682	5575					5761	8363	10082	57613	
Dobitki not. virov	15258	13781	15258	14766					15258	14766	15258	104346	
Dobitki sončnega sevanja	1891	3145	5955	9314					4071	2235	1581	28192	
Učinkovitost dobitkov	1,00	1,00	1,00	0,96					1,00	1,00	1,00		
Toplota za gretje (Q _{NH})	31298	23027	12490	1416					5976	19691	27395	121293	