

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:

Ahčin, M. 2013. Primerjava merjene in računske porabe toplote za ogrevanje v večstanovanjskih stavbah na Jesenicah. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Krainer, A., somentorja Košir, M., Urevc, A.): 62 str.

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



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

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

This is original version of final thesis.

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

Ahčin, M. 2013. Primerjava merjene in računske porabe toplote za ogrevanje v večstanovanjskih stavbah na Jesenicah. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Krainer, A., co-supervisors Košir, M., Urevc, A.): 62 pp.

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*

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



UNIVERZITETNI ŠTUDIJ
GRADBENIŠTVA
KONSTRUKCIJSKA SMER

Kandidat:

MARKO AHČIN

**PRIMERJAVA MERJENE IN RAČUNSKE PORABE
TOPLOTE ZA OGREVANJE V VEČSTANOVANJSKIH
STAVBAH NA JESENICAH**

Diplomska naloga št.: 3279/KS

**COMPARISON OF MEASURED AND CALCULATED
VALUES OF ENERGY FOR HEATING IN MULTI-
STOREY RESIDENTIAL BUILDINGS IN THE AREA OF
JESENICE**

Graduation thesis No.: 3279/KS

Mentor:

prof. dr. Aleš Krainer

Predsednik komisije:

izr. prof. dr. Janko Logar

Somentor:

doc. dr. Mitja Košir

Anže Urevc, univ. dipl. inž. gradb.

Član komisije:

doc. dr. Živa Kristl

doc. dr. Sebastjan Bratina

izr. prof. dr. Marijan Žura

Ljubljana, 25. 01. 2013

ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Marko Ahčin izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom: »Primerjava merjene in računske porabe toplote za ogrevanje v večstanovanjskih stavbah na Jesenicah«.

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

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitorju UL FGG.

Ljubljana, 15. 1. 2013

(podpis)

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	620.9.004.16:624(043.2)
Avtor:	Marko Ahčin
Mentor:	prof. dr. Aleš Krainer
Somentor:	asist. dr. Mitja Košir
Somentor:	Anže Urevc, univ. dipl. inž. grad.
Naslov:	Primerjava merjene in računске porabe toplote za ogrevanje v večstanovanjskih stavbah na Jesenicah
Obseg in oprema:	62 str., 11 pregl., 9 diag., 82 sl.
Ključne besede:	energetska učinkovitost stavb, potrebna toplota za ogrevanje, računska energetska izkaznica stavb, Direktiva 2002/91/ES, Direktiva 2010/31/EU, metodologija za izračun energetskih lastnosti stavbe, korekciji merjenih vrednosti porabe toplote za ogrevanje , vpliv uporabnikov

Izveček

V diplomskem delu je bila narejena energetska analiza osmih večstanovanjskih stavb z najmanj osmimi in največ dvanajstimi posameznimi enotami na območju Jesenic. Pridobljeni so bili merjeni podatki o dejanski porabi toplote za ogrevanje v zadnjih ogrevalnih sezonah. Za vse obravnavane stavbe pa je bila izračunana tudi potrebna toplota za ogrevanje, ki hkrati predstavlja razred energetske učinkovitosti pri računskih energetskih izkaznicah. Izračun potrebne toplote za ogrevanje je bil izveden skladno z metodologijo, ki jo narekuje zakonodaja na področju energetske učinkovitosti stavb. Le ta je v delu tudi predstavljena, kakor tudi računska metodologija. Primerjava merjenih in računskih porab toplote za ogrevanje je pokazala očitna odstopanja, zato so v nadaljevanju diplomskega dela predstavljeni vzroki za odstopanje. Predlagani sta dve korekciji merjenih vrednosti porabe toplote za ogrevanje. Prva upošteva razlike med dejanskimi in vhodnimi (računskimi) klimatskimi podatki, druga pa vpliv lokalnih virov ogrevanja in dalj časa praznih stanovanj. Obe korekciji sta se izkazali za smiselni, zato sta bili združeni v skupno korekcijo. Skupne korigirane merjene porabe se bolje ujemajo z računskimi vrednostmi, kar tudi omogoča kvalitetnejšo primerjavo merjenih in računskih vrednosti porabe toplote. Kljub temu so se pri določenih stavbah še vedno pojavljala očitnejša odstopanja, vzrok za le te pa je verjetno vpliv uporabnikov na porabo energije za ogrevanje. Prav zaradi potencialno velikega vpliva uporabnikov, se je določilo, da se za obstoječe stanovanjske stavbe izdelava računska in ne merjena energetska izkaznica, izkazalo za smiselno. Hkrati pa kar nekaj ugotovitev kaže na to, da bodo potrebne določene spremembe oziroma nadgradnje metodologije izdelave le teh, če bomo želeli pridobiti verodostojne rezultate.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 620.9.004.16:624(043.2)
Author: Marko Ahčin
Supervisor: Prof. Aleš Krainer, Ph.D.
Co-supervisor: Assist. Mitja Košir, Ph.D.
Co-supervisor: Anže Urevc, B.Sc.
Title: Comparison of measured and calculated values of energy for heating in multi-storey residential buildings in the area of Jesenice
Notes: 62 p., 11 tab., 9 diag., 82 fig.
Keywords: energy efficiency of buildings, annual heat demand, calculated energy performance certificate, Directive 2002/91/EC, Directive 2010/31/EU, methodology for calculating energy performance of buildings, corrections of measured heat consumptions values, influence of users

Abstract

In the diploma thesis, an energy analysis of eight multi-storey residential buildings with more than eight and less than twelve units in the area of Jesenice has been made. The actual measured data for past heating consumptions have been collected. The calculations of annual heat demand, which represents energy class in the energy performance certificate, have also been made. The calculation of annual heat demand has been made in line with the methodology for calculating energy performance of buildings, which complies with the legislation on the energy efficiency of buildings. This legislation and methodology are also part of the thesis. The comparison of measured heat consumptions and calculated values of annual heat demand have shown significant deviations between those two values. That is why the next step of the research process was to find the reasons for these deviations. The reasons have been presented and two corrections of measured values have been proposed. While the first one is based on the difference between actual and input (calculated) climatic data, the second one is based on the influence of local heating systems and apartments that have been empty for a long time. The analysis has shown that both corrections are sensible. As a result, they were united in one common correction. The comparison of calculated and corrected measured values of energy for heating has shown quite a good match between the values. But there are some cases, where deviation is still noticeable and the reason for this is probably the influence of each user. Due to the great influence of each user on the consumption, the demand for the production of the energy performance certificate for new buildings and existing residential buildings based on the calculated values of annual heat demand is justifiable. At the same time a number of findings show that certain changes or upgrades to the methodology of the production of energy performance certificates will be needed, if we want reliable results.

Zahvala

Za pomoč pri nastajanju diplomske naloge se zahvaljujem mentorju prof. dr. Alešu Krainerju ter somentorjema asist. dr. Mitji Koširju in Anžetu Urevcu, univ. dipl. inž. grad., ki so mi ves čas nastajanja naloge nudil nasvete in strokovno pomoč.

Zahvaljujem se kolektivu družbe Dominvest d.o.o. in g. Janezu Jakšiču iz podjetja Jeko-In d.o.o., ki so mi tekom izdelave diplomskega dela nudili vse potrebne podatke in informacije.

Posebne zahvale gredo mojim staršem, sestrama, prijateljem in seveda dekletu Tjaši, ki so mi tekom študija nudili vso podporo in razumevanje.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Cilji	2
2	ZAKONODAJA NA PODROČJU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI STAVB	4
2.1	Direktiva EU o energetske učinkovitosti stavb (2002/91/EC) – Direktiva EPBD	4
2.2	Prenovljena direktiva o energetske učinkovitosti stavb (2010/31/EU) – EPBD Prenovitev	4
2.3	Direktivi EPBD v slovenski zakonodaji	5
2.4	Zakon o graditvi objektov (ZGO-1)	6
2.4.1	Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah PURES-2 2010	7
2.4.2	Tehnična smernica za graditev TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije.....	8
2.5	Energetski zakon	8
2.5.1	Zakon o spremembah in dopolnitvah energetskega zakona (EZ-B).....	8
2.5.2	Zakon o spremembah in dopolnitvah energetskega zakona (EZ-E)	9
2.5.3	Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetske izkaznice stavb.....	9
3	RAČUNSKA METODOLOGIJA IN PROGRAMI	11
3.1	Metodologija po SIST EN ISO 13790.....	11
3.2	Računalniški programi za izračun energijskih lastnosti stavbe	12
3.2.1	Računalniški program TOST	13
3.2.2	KI-Energija 2010	14
4	PREDSTAVITEV OBRAVNAVANIH STAVB	15
4.1	Stavbe na Cesti revolucije in Cesti Cirila Tavčarja (R11, R15, R16, T11, T13 in T15)	15
4.2	Stavba Hrušica 57 (H57)	18
4.3	Stavba Hrušica 56 (H56)	20
5	PODATKI O DEJANSKI PORABI ENERGIJE ZA OGREVANJE.....	23
6	IZRAČUN VREDNOSTI POTREBNE ENERGIJE ZA OGREVANJE Q_{NH}.....	26
6.1	Standardni robni pogoji in pogoji rabe stavbe	26
6.2	Vhodni podatki za posamezne stavbe.....	28
6.3	Rezultati.....	33

6.3.1	Izpolnjevanje zahtev pravilnika za stavbo H56.....	35
6.3.2	Komentar odstopanj rezultatov med programoma TOST in KI-Energija 2010	37
6.3.3	Komentar odstopanj rezultatov izračunanih z dvema oziroma tremi conami	38
7	ANALIZA ODSTOPANJ MERJENIH IN RAČUNSKIH PODATKOV O PORABI ENERGIJE ZA OGREVANJE.....	40
7.1	Vpliv klimatskih podatkov	43
7.1.1	Korekcija merjenih vrednosti glede na klimatske podatke.....	46
7.2	Vpliv lokalnega ogrevanja in praznih stanovanj	48
7.2.1	Korekcija merjenih vrednosti glede na dejansko uporabno površino.....	48
7.2.2	Korekcija merjenih vrednosti glede na klimatske podatke in uporabno površino	50
7.3	Vpliv uporabnikov.....	52
7.4	Vpliv napak pri meritvah oziroma nepravilno delovanje števecv	53
8	UGOTOVITVE	55
9	ZAKLJUČEK.....	58
VIRI.....		60

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Prikaz sprememb v toplotnem ovoju stavb.....	18
Preglednica 2: Dejanska poraba toplote za ogrevanje za obravnavane stavbe in specifična poraba toplote na enoto uporabne površine [32], [33].....	23
Preglednica 3: Osnovni vhodni geometrijski podatki za obravnavane stavbe (% ogr. pomeni delež prostornine neogrevane cone proti ogrevani prostornini).....	28
Preglednica 4: Karakteristike toplotnega ovoja stavb	29
Preglednica 5: Geodetske koordinate posameznih objektov [27].....	32
Preglednica 6: Izračunane vrednosti Q_{NH} s programoma TOST in KI-Energija za osnovno varianto (TOST - 2 ali KI_En - 2) in varianto s tremi conami (TOST - 3 ali KI_En - 3)	33
Preglednica 7: Prikaz ustreznosti konstrukcijskih sklopov glede toplotne prehodnosti za stavbo H56 po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah	36
Preglednica 8: Temperaturni primanjkljaji za obdobje 2004–2011, za katerega so pridobljeni podatki o rabi toplote [35]	43
Preglednica 9: Prikaz vhodnih DD v računalniških programih in odstopanj od povprečne vrednosti v obravnavanih ogrevalnih sezonah – 3500 danK.....	44
Preglednica 10: Specifične porabe toplote za ogrevanje na nivoju stanovanj za stavbo H57 [32]	49
Preglednica 11: Razlaga vrst izračunov prikazanih v prilogi	A-2

KAZALO DIAGRAMOV

Diagram 1: Primerjava specifične merjene porabe toplote za ogrevanje izbranih stavb.....	23
Diagram 2: Potrebna energija za ogrevanje za obravnavane stavbe (npr. ogrevalna sezona 2012 je sezona 2011/2012) izračunana kot osnovna varianta s programom TOST	34
Diagram 3: Primerjava vrednosti Q_{NH} izračunanih s programoma TOST in KI-Energija 2010 za osnovno varianto z dvema conama	37
Diagram 4: Primerjava vrednosti Q_{NH} za osnovno varianto z dvema conama (KI_En-2) in varianto s tremi conami (KI_En-3).....	38
Diagram 5: Primerjava povprečnih vrednosti merjene porabe in povprečne računske potrebne energije za ogrevanje za obravnavane stavbe	41
Diagram 6: Prikaz korekcije podatkov o merjeni porabi za stavbo R11 s pomočjo DD.....	47
Diagram 7: Prikaz korekcije podatkov o merjeni porabi za stavbo R15 glede na dejansko uporabno površino.....	50
Diagram 8: Prikaz korekcije podatkov o merjeni porabi za stavbo R15.....	51
Diagram 9: Primerjava povprečnih vrednosti merjene, korigirane merjene porabe in računske potrebne energije za ogrevanje za obravnavane stavbe.....	52

KAZALO SLIK:

Slika 1: Zaostrovanje slovenske zakonodaje na področju učinkovite rabe energije v stavbah [16].....	6
Slika 2: Shema toplotne bilance [22].....	11
Slika 3: Vhodno okno programa TOST [23]	13
Slika 4: Podatki o programu KI-Energija 2010 [24]	14
Slika 5: Lokacije stavb na Cesti revolucije in Cesti Cirila Tavčarja [27].....	15
Slika 6: Tipična prereza stavb R11, R15, R16, T11, T13 in T15 [28].....	16
Slika 7: Tlorisi delov stavb po etažah za R16 [29].....	17
Slika 8: Prvotno stanje stavbe T11 levo (ostali stavbe so zelo podobne) in po obnovi fasade 2011 desno.....	17
Slika 9: Stavba H57	18
Slika 10: Lokaciji stavb Hrušica 57 in Hrušica 56 [27].....	19
Slika 11: Tipična prereza stavbe H57 [30]	19
Slika 12: Stavba H56.....	20
Slika 13: Tloris pritličja stavbe H56 [31]	21
Slika 14: Prerez C-C stavbe H56 [31]	22
Slika 15: Sestava zunanje stene in izračunani U-faktor za R11, R15, R16, T11, T13 in T15.....	29
Slika 16: Sestava stropa proti neogrevanemu podstrešju in izračunani U-faktor za R11, R15, R16, T11, T13 in T15	30
Slika 17: Sestava stropa nad kletjo in izračunani U-faktor za R11, R15, R16, T11, T13 in T15.....	30
Slika 18: Sestava zunanje stene in izračunani U-faktor za H56	30
Slika 19: Sestava stropa proti neogrevanemu podstrešju in izračunani U-faktor za H56.....	30
Slika 20: Sestava stropa nad kletjo in izračunani U-faktor za H56	31
Slika 21: Sestava zunanje stene in izračunani U-faktor za H57	31
Slika 22: Sestava stropa proti neogrevanemu podstrešju in izračunani U-faktor za H57.....	31
Slika 23: Sestava stropa nad kletjo in izračunani U-faktor za H57	31
Slika 24: Predpisane mejne vrednosti toplotne prehodnosti posameznih konstrukcijskih sklopov po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah [14].....	35
Slika 25: Zahteva glede koeficienta transmissijskih toplotnih izgub za stavbe, ki so stalno ogrevane na najmanj 18 °C in imajo manj kot 30 % okenskih površin [14]	36
Slika 26: Izpolnjevanje zahteve glede koeficienta transmissijskih toplotnih izgub za H56 Pravilnika o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah [14]	36
Slika 27: Zahteva pravilnika glede specifične letne potrebne energije za ogrevanje [14].....	36
Slika 28: Izpolnjevanje zahteve glede specifične letne potrebne energije za ogrevanje za H56 pravilnika o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah [14]	36

Slika 29: Prikaz računa energetskih tokov [12].....	40
Slika 30: Vhodne povprečne mesečne temperature za stavbo R16 pri različnih programih.....	45
Slika 31: Rezultati R11: TOST - 2.....	A-3
Slika 32: Rezultati R11: KI_En - 2.....	A-3
Slika 33: Rezultati R11: TOST - 3.....	A-4
Slika 34: Rezultati R11: KI_En - 3.....	A-4
Slika 35: Rezultati R15: TOST - 2.....	A-5
Slika 36: Rezultati R15: KI_En - 2.....	A-5
Slika 37: Rezultati R15: TOST - 3.....	A-6
Slika 38: Rezultati R15: KI_En - 3.....	A-6
Slika 39: Rezultati R15: TOST - 2 - izolacija strehe.....	A-7
Slika 40: Rezultati R15: KI_En - 2 - izolacija strehe.....	A-7
Slika 41: Rezultati R15: TOST - 3 - izolacija strehe.....	A-8
Slika 42: Rezultati R15: KI_En - 3 - izolacija strehe.....	A-8
Slika 43: Rezultati R16: TOST - 2.....	A-9
Slika 44: Rezultati R16: KI_En - 2.....	A-9
Slika 45: Rezultati R16: TOST - 3.....	A-10
Slika 46: Rezultati R16: KI_En - 3.....	A-10
Slika 47: Rezultati R16: TOST - 2 - izolacija fasade.....	A-11
Slika 48: Rezultati R16: KI_En - 2 - izolacija fasade.....	A-11
Slika 49: Rezultati R16: TOST - 3 - izolacija fasade.....	A-12
Slika 50: Rezultati R16: KI_En - 3 - izolacija fasade.....	A-12
Slika 51: Rezultati T11: TOST - 2.....	A-13
Slika 52: Rezultati T11: KI_En - 2.....	A-13
Slika 53: Rezultati T11: TOST - 3.....	A-14
Slika 54: Rezultati T11: KI_En - 3.....	A-14
Slika 55: Rezultati T11: TOST - 2 - izolacija fasade.....	A-15
Slika 56: Rezultati T11: KI_En - 2 - izolacija fasade.....	A-15
Slika 57: Rezultati T11: TOST - 3 - izolacija fasade.....	A-16
Slika 58 Rezultati T11: KI_En - 3 - izolacija fasade.....	A-16
Slika 59: Rezultati T13: TOST - 2.....	A-17
Slika 60: Rezultati T13: KI_En - 2.....	A-17
Slika 61: Rezultati T13: TOST - 3.....	A-18
Slika 62: Rezultati T13: KI_En - 3.....	A-18
Slika 63: Rezultati T13: TOST - 2 - izolacija fasade.....	A-19
Slika 64: Rezultati T13: KI_En - 2 - izolacija fasade.....	A-19
Slika 65: Rezultati T13: TOST - 3 - izolacija fasade.....	A-20

Slika 66: Rezultati T13: KI_En - 3 - izolacija fasade.....	A-20
Slika 67: Rezultati T15: TOST - 2.....	A-21
Slika 68: Rezultati T15: KI_En - 2.....	A-21
Slika 69: Rezultati T15: TOST - 3.....	A-22
Slika 70: Rezultati T15: KI_En - 3.....	A-22
Slika 71: Rezultati T15: TOST - 2 - izolacija strehe.....	A-23
Slika 72: Rezultati T15: KI_En - 2 - izolacija strehe.....	A-23
Slika 73: Rezultati T15: TOST - 3 - izolacija strehe.....	A-24
Slika 74: Rezultati T15: KI_En - 3 - izolacija strehe.....	A-24
Slika 75: Rezultati H57: KI_En - 2.....	A-25
Slika 76: Rezultati H57: KI_En - 2.....	A-25
Slika 77: Rezultati H57: KI_En - 3.....	A-26
Slika 78: Rezultati H57: KI_En - 3.....	A-26
Slika 79: Rezultati H56: KI_En - 2.....	A-27
Slika 80: Rezultati H56: KI_En - 2.....	A-27
Slika 81: Rezultati H56: KI_En - 3.....	A-28
Slika 82: Rezultati H56: KI_En - 3.....	A-28

1 UVOD

Verjetno je že vsak od nas slišal za problem onesnaženosti planeta oziroma globalno segrevanje ozračja in s tem povezanih podnebnih sprememb, vendar je premalo znano, da lahko prav vsak od nas pripomore k čistejšemu okolju (zmanjšanju emisij CO₂ v ozračju) in zaviranju klimatskih sprememb. V širši javnosti prepogosto vlada prepričanje, da sta za pregrevanje ozračja več ali manj kriva zgolj industrija in promet, kar pa še zdaleč ne drži. Zaskrbljujoč je podatek, da okoli 40 % celotne energijske porabe v Evropi odpade na rabo energije v stavbah in s tem pogojuje nastanku 35 % emisij CO₂ [1]. Večino te energije (okoli 70 %) se porablja za zagotavljanje ustreznih bivanjskih in delovnih pogojev oziroma ogrevanje, kar tudi predstavlja okoli 70 % toplogrednih plinov, ki nastanejo znotraj gospodinjstva [2].

Ob običajnih ukrepih energijske prenove stavb znaša ekonomsko upravičen potencial varčevanja z energijo v stavbah za Slovenijo kar okoli 30 % [3]. V občini Jesenice je ocenjeno zmanjšanje rabe končne rabe energije za ogrevanje na področju stavb na 45 % [4]. Ukrepi za zmanjševanje rabe energije se nanašajo predvsem na strožje zahteve glede toplotnih lastnosti ovoja stavb, energijsko učinkovite sisteme za ogrevanje, prezračevanje, hlajenje, pripravo tople vode in razsvetljavo prostorov ter izkoriščanje obnovljivih virov energije v stavbah.

Seveda nas k tem ukrepom ne zavezuje zgolj ekološka zavest, temveč tudi EU in domača zakonodaja. Osnovni dokument na tem področju je Direktiva EU o energetske učinkovitosti stavb (2002/91/EC) – Direktiva EPBD [5], ki pa je bila že v celoti prenesena v slovensko zakonodajo. Bistvo te direktive je bila želja, da se poveča obseg energijske prenove starejših stavb. Določevala je, da je potrebno v stavbah zmanjšati rabo energije, zmanjšati izpuste CO₂, povečati energijsko učinkovitost in povečati rabo obnovljivih virov. S ciljem pojasnitve in poenostavitve nekaterih določil Direktive EPBD je bila leta 2010 sprejeta Prenovljena direktiva o energetske učinkovitosti stavb (2010/31/EU) – EPBD Prenovitev [6], ki je sedaj ključni dokument na tem področju. Ocenjuje se, da bi prenovljena direktiva lahko pripomogla k podvojitvi prihrankov pri rabi energije.

Poleg zakonodaje se je Slovenija v duhu evropske celovite podnebne in energetske politike pridružila ciljem EU (3 × 20 % do 2020), ki predvidevajo 20 % izboljšanje energetske učinkovitosti, 20 % povečanja deleža obnovljivih virov in 20 % zmanjšanje emisij toplogrednih plinov. Zelo pomembno pri tem je, da so omogočene finančne spodbude za energetske učinkovito obnovo in trajnostno gradnjo stavb. Spodbude so predvidene v obliki neposrednih subvencij in posojil z nizko obrestno mero.

Velik del varčevalnega potenciala z energijo predstavlja prenova starejših večstanovanjskih stavb. Pri tem je pomembno, da gre za celovito energetske prenova in ne le izvedbo posameznih ukrepov, ki

pripomorejo k zmanjšanju rabe energije. Eden izmed vzorčnih primerov je sanacija fasadnega ovoja stolpnice na Cesti maršala Tita 45 na Jesenicah, kjer se je saniral tako stavbni ovoj, kakor tudi sistem ogrevanja. Pri tem se je izkazalo, da je takšna prenova tudi ekonomsko upravičena [7].

Kljub vsem naštetim kazalcem, ki kažejo na smiselnost in nujnost energijskih prenov večstanovanjskih stavb, se še vedno pojavljajo ovire, ki zavirajo takšne projekte. Med najpogostejšimi so:

- pomanjkanje sredstev na strani etažnih lastnikov,
- razpršeno lastništvo in s tem povezano težavno pridobivanje soglasij (potrebno je pridobiti soglasje 75 % lastnikov),
- premalo dobrih zgledov izvedenih energijskih prenov v soseščini,
- nestimulativen način obračunavanja stroškov za ogrevanje,
- nezaupanje ali strah pred slabim sodelovanjem lastnikov z upravnikom in energetske strokovnjaki,
- nezadostna seznanjenost občanov z možnostjo sofinanciranja projektov prenove in ekonomske upravičenosti le te.

Na tem področju je že prišlo do občutnih premikov, vendar problem seznanjenosti lastnikov in uporabnikov na nivoju konkretnega objekta še vedno obstaja. Preboj na tem področju bi zato lahko pomenilo obvezno energetske certificiranje, saj so obvezen sestavni del vsake energetske izkaznice tudi priporočila glede stroškovno učinkovitih izboljšav energetske značilnosti stavbe.

1.1 Cilji

Glede na to, da je za stanovanjske stavbe predvidena računska in ne merjena energetska izkaznica, je cilj te diplomske naloge ugotoviti smiselnost takšnega določila. Torej, ali so rezultati računске analize potrebne toplote za ogrevanje primerljivi z izmerjenimi dejanskimi porabami toplote za ogrevanje pri večstanovanjskih stavbah.

Pričakuje se, da je takšno določilo posledica prevelikega vpliva uporabnikov stanovanjskih stavb na izmerjene vrednosti rabe energije za ogrevanje. Namreč, za javne stavbe, pri katerih ni tolikšnega vpliva posameznih uporabnikov na porabo energije, je predvidena merjena energetska izkaznica. Eden izmed ciljev diplomskega dela je preveriti to hipotezo.

V primeru morebitnih odstopanj računskih in izmerjenih vrednosti toplote za ogrevanje je cilj ugotoviti vzroke za odstopanje. Ugotoviti, v kolikšni meri posamezni dejavniki vplivajo na odstopanje in če je le možno podati alternativne načine, kako te vzroke smiselno upoštevati v izračunih.

S pridobljenim znanjem o zakonodaji in tehničnimi predpisi na področju energetske učinkovitosti stavb je cilj preveriti, kako so se v posameznih obdobjih v preteklosti izpolnjevale zahteve pravilnikov glede energetske učinkovitosti.

V Sloveniji smo tik pred uradnim začetkom energetskega certificiranja, zato je želja preveriti predpisano metodologijo za izdelavo računskih energetskih izkaznic. S pomočjo parametrične študije posameznih izračunanih variant kritično preveriti posamezna določila oziroma predpostavke, ki jih narekuje trenutna metodologija za izračun energijskih lastnosti stavb.

2 ZAKONODAJA NA PODROČJU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI STAVB

V tem poglavju je podan pregled zakonodaje, ki se navezuje na področje energetske učinkovitosti stavb. Poudarek je na povzetku zahtev, ki se navezujejo na izračun energetskih lastnosti in energetskega certificiranja stavb.

2.1 Direktiva EU o energetske učinkovitosti stavb (2002/91/EC) – Direktiva EPBD

Evropski parlament in Svet Evropske unije sta 16. 12. 2002 sprejela Direktivo EU o energetske učinkovitosti stavb (2002/91/EC) – Direktiva EPBD. Le ta je služila kot osnovni dokument na tem področju, nasledila oziroma zamenjala pa jo je direktiva EPBD Prenovitev. Direktiva EPBD je določevala cilje, ki so jih morale države članice uresničiti, način kako so to storile, pa je prepustila njim. Ti cilji so se nanašali na:

- metodologijo za izračun energetskih lastnosti stavb (3. člen),
- minimalne zahteve glede energetske učinkovitosti za novogradnje in večje prenove obstoječih stavb (4.,5. in 6. člen),
- študije izvedljivosti alternativnih sistemov oskrbe z energijo za nove stavbe, večje od 1000 m² (5. člen),
- energetske certificiranje stavb oziroma energetske izkaznice, ki jih izvajajo neodvisni strokovnjaki za to področje (7. člen),
- redne preglede kotlov in klimatskih naprav v stavbah, ki jih izvajajo neodvisni strokovnjaki (8., 9. in 10. člen).

V Sloveniji je prenos na zakonski ravni v celoti zaključen, medtem ko se v praksi nekaj od zahtevanih ukrepov še ne izvaja. Uveljavitev izdajanja energetskih izkaznic in pregledov kotlov ter klimatskih naprav je še v teku. V aprilu 2012 se je pričelo izobraževanje neodvisnih strokovnjakov za izdelavo energetskih izkaznic, sledi le še uradna izdaja izkaznic za vse, ki so uspešno opravili izpit.

2.2 Prenovljena direktiva o energetske učinkovitosti stavb (2010/31/EU) – EPBD Prenovitev

Z namenom, da bi se pojasnile in poenostavile nekatere določbe Direktive EPBD ter hkrati razširilo področje njene uporabe, je bila 18. 6. 2010 sprejeta Prenovljena direktiva o energetske učinkovitosti stavb (2010/31/EU) – EPBD Prenovitev, ki je po novem ključni dokument na področju energetske učinkovitosti stavb. Njen cilj je olajšati prenos in izvajanje Direktive EPBD ter izkoristiti še preostali potencial. Rok za uskladitev zahtev EPBD Prenovitev z nacionalno zakonodajo je do konca leta 2012. Prenovljena direktiva še ni prenesena v slovensko zakonodajo, vsaj popolnoma ne.

Nekaj najpomembnejših dodatnih zahtev prenovljene direktive je navedenih spodaj:

- za javno predstavitev energetske izkaznice je znižan prag s 1000 m² na 500 m² uporabne površine stavbe (čez 5 let večja od 250 m²),
- za obvezno oceno vgradnje alternativnih energetskih sistemov je umaknjen prag s sedanjih 1000 m² površine stavbe,
- umaknjen je prag pri zahtevi za izpolnjevanje minimalnih zahtev pri večjih prenovah,
- podane morajo biti minimalne zahteve za tehnične sisteme, ki so instalirani v stavbi,
- minimalne zahteve za energijsko učinkovitost novogradenj in prenov, ki naj bodo stroškovno učinkovite (enotna metodologija temelječa na LCC – ocene neto sedanje vrednosti v življenjski dobi stavbe),
- pregledi kotlov se razširijo na pregled celotnega ogrevalnega sistema,
- do leta 2020 morajo biti vse nove stavbe skoraj nič energetske (nZEB),
- zagotoviti, da bodo po letu 2018 vse nove javne stavbe, v lasti ali najemu, skoraj nič energetske (nZEB).

Posebno poglavje novosti se navezuje na sistem energetskega certificiranja stavb. Po novem bo potrebno pri izdelavi energetskih izkaznic več poudarka posvetiti priporočenim ukrepom, ki so obvezni sestavni del le teh. Ukrepi bodo morali biti za posamezno stavbo tehnično izvedljivi, hkrati pa bo potrebno podati ocene ekonomske upravičenosti le teh za celotni življenjski cikel stavbe. Ena izmed bistvenih zahtev se nanaša na sistem zagotavljanju kontrole kakovosti pri izdajanju energetskih izkaznic. Energijski razred po novem ne bo več vrednost potrebne toplote za ogrevanje, temveč primarna energija za delovanje stavbe.

2.3 Direktivi EPBD v slovenski zakonodaji

Zahteve Direktive EPBD so v slovenski zakonodaji implementirane v treh zakonih:

- Zakon o graditvi objektov (ZGO-1) in spremembe tega zakona [8],
- Energetski zakon (EZ) in spremembe tega zakona [9] ter
- Zakon o varstvu okolja (ZVO-1) in spremembe tega zakona [10].

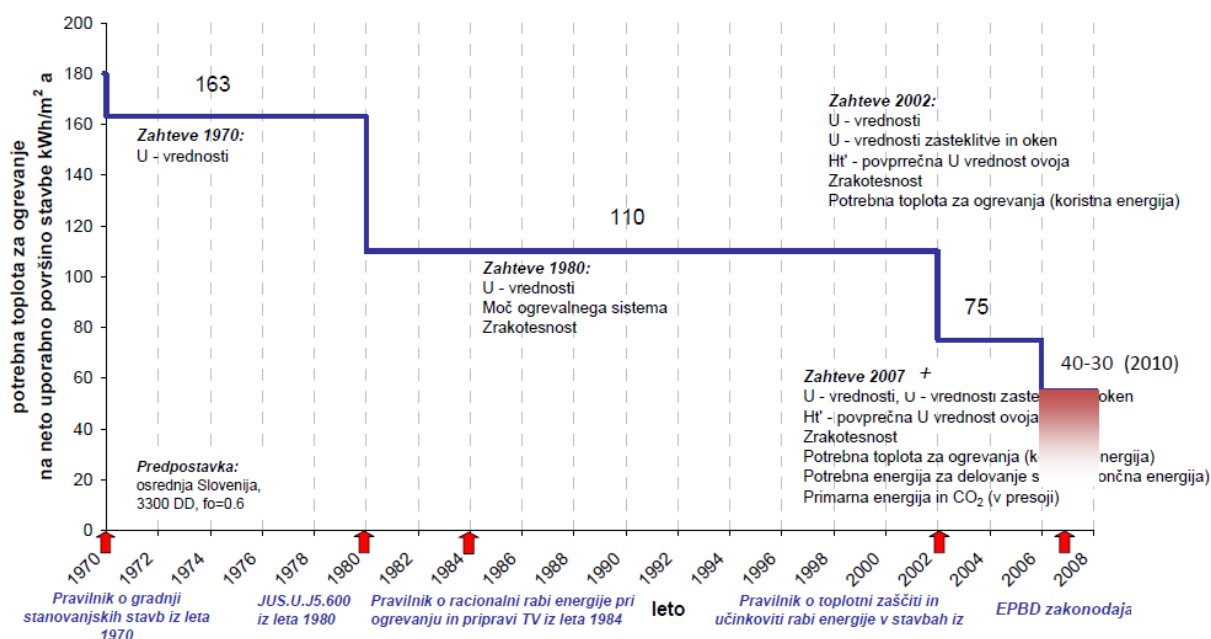
V Zakonu o graditvi objektov sta zajeti metodologija za izračun energetskih lastnosti stavb in minimalne zahteve glede energetske učinkovitosti za novogradnje in večje prenove obstoječih stavb. Študije izvedljivosti alternativnih sistemov oskrbe z energijo za nove stavbe, energetske certificiranje stavb in redni pregledi klimatskih naprav v stavbah so obravnavani v Energetskem zakonu, medtem ko Zakon o varstvu okolja pokriva področje rednih pregledov kotlov.

V nadaljevanju poglavja bodo predstavljeni zakoni, pravilniki, smernice in drugi zakonski akti, ki se navezujejo na izračun energetskih lastnosti stavb in izdelave energetskih izkaznic stavb. Razlog za takšno izbiro je namreč dejstvo, da je nadaljevanje diplomskega dela vezano na to področje zakonodaje.

2.4 Zakon o graditvi objektov (ZGO-1)

Zakon o graditvi objektov (ZGO-1) predstavlja zakonsko podlago za prenos zahtev Direktive EPBD in direktive EPBD Prenovitev. Na področju energetske učinkovitosti se v svojih določilih sklicuje na več pravilnikov in tehničnih smernic:

- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES-2 2010) [11],
- Tehnična smernica za graditev TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije [12],
- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2008) – razveljavljen [13],
- Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (PTZURES 2002) – razveljavljen [14],
- Pravilnik o prežračevanju in klimatizaciji stavb [15].



Slika 1: Zaostrovanje slovenske zakonodaje na področju učinkovite rabe energije v stavbah [16]

Po ZGO-1 graditev obsega projektiranje, gradnjo in vzdrževanje. V 9. členu podaja za posamezne vrste objektov bistvene zahteve:, pri katerih gre za direktni prenos iz Uredbe (EU) št. 305/2011 o določitvi usklajenih pogojev za trženje gradbenih proizvodov in razveljavitvi Direktive Sveta 89/106/EGS [17]. Omenjene bistvene zahteve so:

- mehanska odpornost in stabilnost,

- varnost pred požarom,
- higienska in zdravstvena zaščita in zaščita okolice,
- varnost pri uporabi,
- zaščita pred hrupom,
- varčevanje z energijo in ohranjanje toplote,

Podrobneje so bistvene zahteve opredeljene z gradbenimi predpisi, ki se lahko sklicujejo na standarde in tehnične smernice, ki se nanašajo na določeno vrsto objekta. Gradbeni predpisi določijo njihovo obvezno uporabo, oziroma določijo, da velja domneva, da je določen element skladen z zahtevami gradbenega predpisa, če ustreza zahtevam standardov oziroma tehničnih smernic. Dokazovanje 6. bistvene zahteve (varčevanje z energijo in ohranjanje toplote), katere uporaba je obvezna, je opredeljeno s PURES-2 2010 in TSG-1-004:2010.

2.4.1 Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah PURES-2 2010

»Ta pravilnik določa tehnične zahteve, ki morajo biti izpolnjene za učinkovito rabo energije v stavbah na področju toplotne zaščite, ogrevanja, hlajenja, prezračevanja ali njihove kombinacije, pripravo tople vode v stavbah, zagotavljanja lastnih obnovljivih virov energije za delovanje sistemov v stavbi ter metodologijo za izračun energijskih lastnosti stavbe v skladu z direktivo EPBD Prenovitev« [11]. Uporaba tega pravilnika je obvezna pri gradnji novih stavb in rekonstrukciji stavbe oziroma njenega posameznega dela, kjer se posega v najmanj 25 % površine toplotnega ovoja, če je to tehnično izvedljivo.

Pravilnik predpisuje želene lastnosti stavbe, medtem ko tehnične ukrepe določa obvezna tehnična smernica. Podaja največje dovoljene vrednosti za:

- povprečno toplotno prehodnost ovoja stavbe (H_T'),
- letno potrebno toploto za ogrevanje stavbe (Q_{NH}),
- letni potrebni hlad za hlajenje stanovanjske stavbe (Q_{NC}),
- letna primarna energija za delovanje sistemov v stanovanjski stavbi (Q_P),
- toplotno prehodnost elementov toplotnega ovoja stavbe (U).

V 16. členu pravilnika so podane tudi zahteve glede zagotavljanja obnovljivih virov energije. Zahteve se lahko izpolni na več načinov, pri čemer mora biti ena izmed teh možnosti izpolnjena. Izpolnjevanje vseh zahtev tega pravilnika se dokazuje v elaboratu gradbene fizike za področje učinkovite rabe energije v stavbah (elaborat URE) in izkazu energijskih lastnosti stavbe, kjer gre za povzetke izračunov iz prej omenjenega elaborata. Po zaključku gradnje je potrebno na podlagi izvedene gradnje

energijske lastnosti stavbe ponovno določiti in izpolniti omenjeni izkaz, saj je le ta obvezni sestavni del dokazila o zanesljivosti objekta.

2.4.2 Tehnična smernica za graditev TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije

»Tehnična smernica TSG-1-004:2010 določa gradbene ukrepe oziroma rešitve za doseganje zahtev pravilnika PURES-2 2010 in natančneje določa metodologijo izračuna energijskih lastnosti stavbe (natančneje predstavljena v poglavju 3 *Računska metodologija in programi*). Pravilnik tudi določa, da je uporaba te tehnične smernice obvezna« [12].

Vsebina tehnične smernice je sledeča:

- poglavja s podrobnimi tehničnimi zahtevami glede arhitekturne zasnove, toplotne zaščite, ogrevanja, hlajenja, prezračevanja, priprave tople vode in razsvetljave,
- računska metodologija za izračun energijskih lastnosti stavbe,
- snovni podatki.

2.5 Energetski zakon

V tem zakonu so implementirane zahteve Direktive EPBD, ki se nanašajo na študije izvedljivosti alternativnih sistemov oskrbe z energijo za nove stavbe, energetsko certificiranje stavb in redne preglede klimatskih naprav v stavbah. V nadaljevanju bo podrobneje predstavljena zakonodaja na področju energetskega certificiranja:

- Zakon o spremembah in dopolnitvah energetskega zakona (EZ-B) [18],
- Zakon o spremembah in dopolnitvah energetskega zakona (EZ-E) [19],
- Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb [20] ter
- Pravilnik o usposabljanju, licencah in registru licenc neodvisnih strokovnjakov za izdelavo energetskih izkaznic [21].

2.5.1 Zakon o spremembah in dopolnitvah energetskega zakona (EZ-B)

Pomembnejša določila glede energetskih izkaznic v tem zakonu so:

- energetska izkaznica je javna listina s podatki o energetski učinkovitosti stavbe s priporočili za povečanje le te,
- energetska izkaznica je potrebno predložiti pri novozgrajenih stavbah in prodaji ali najemu obstoječih stavb za več kot eno leto (izjeme so verski, kulturni, industrijski, kmetijski in podobni objekti),
- izdelujejo jo lahko neodvisni strokovnjaki z ustrežno licenco,

- veljavnost energetske izkaznice je 10 let,
- vsebovati mora referenčne podatke, ki omogočajo primerjavo in oceno energetske učinkovitosti stavbe,
- obvezna je namestitev energetske izkaznice v javnih stavbah s celotno uporabno površino večjo od 500 m² (čez 5 let večjo od 250 m²),
- pri izdelavi je potrebno upoštevati metodologijo izračuna, ki jo opredeli Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb.

2.5.2 Zakon o spremembah in dopolnitvah energetskega zakona (EZ-E)

Sprememba energetskega zakona na začetku leta 2012 je prinesla nekaj novosti na področju energetskega certificiranja. Tako bodo namreč do leta 2015 energetske izkaznice obvezne tudi za vse večstanovanjske objekte z več kot štirimi etažnimi enotami grajene do leta 1980, za tiste grajene po letu 1980 pa do leta 2030. Novost je tudi pri oglaševanju nepremičnin. Pri prodaji in oddaji stavbe ali posameznega dela stavbe mora lastnik pri oglaševanju navesti razred energetske učinkovitosti stavbe ali posameznega dela stavbe iz energetske izkaznice.

2.5.3 Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb

»Ta pravilnik določa podrobnejšo vsebino in obliko energetskih izkaznic stavbe, metodologijo za izdajo energetske izkaznice ter vsebino podatkov, način vodenja registra energetskih izkaznic in način prijave izdane energetske izkaznice za vpis v register« [19]. Opozoriti je potrebno, da bo računsko metodologijo iz priloge 5 tega pravilnika v kratkem zamenjala metodologija iz Tehnične smernice TSG-1-004:2010.

Pravilnik določa dve vrsti energetskih izkaznic:

- računsko energetska izkaznico, ki se izda za novozgrajene stavbe in obstoječe stanovanjske stavbe in
- merjeno energetska izkaznico, ki se izda za obstoječe nestanovanjske stavbe oziroma javne stavbe.

V 4. členu pravilnika je določeno, da se v stavbah z več posameznimi deli energetska izkaznica izda za celotno stavbo. Kljub temu se energetska izkaznica za posamezen del stavbe lahko izda v primeru, kadar tehnične lastnosti stavbe in vgrajenih sistemov omogočajo celovito analizo energetske učinkovitosti posameznega dela stavbe.

Energijski kazalniki na podlagi katerih se določi računska energetska izkaznica so:

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

Meritve rabe energije na podlagi katerih se določi merjena energetska izkaznica so:

- letna dovedena energija, namenjena pretvorbi v toploto na enoto uporabne površine (kWh/m²a),
- letna poraba električne energije zaradi delovanja stavbe na enoto uporabne površine (kWh/m²a),
- letne emisije CO₂ zaradi delovanja stavbe na enoto uporabne površine (kg/m²a).

3 RAČUNSKA METODOLOGIJA IN PROGRAMI

Metodologija za izračun energetskih lastnosti stavbe je navedena v prilogi 5 Pravilnika o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb, vendar jo bo v kratkem zamenjala njena novejša verzija iz Tehnične smernice TSG-1-004:2010. Podana sta načina za izračun:

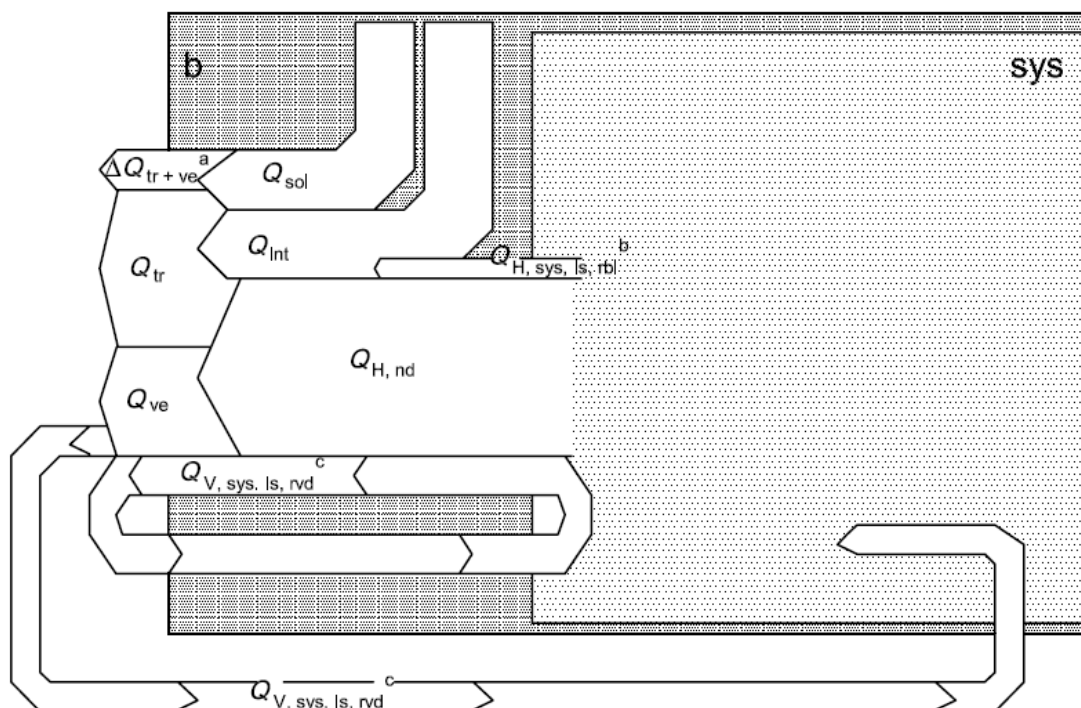
- letne potrebne toplote za ogrevanje stavbe in letnega potrebnega hlada za hlajenje stavbe ter
- letne dovedene energije za delovanje stavbe.

V nadaljevanju bo predstavljen zgolj način izračuna letne potrebne toplote za ogrevanje stavbe in letnega potrebnega hlada za hlajenje stavbe, saj je v diplomskem delu izračun narejen do te stopnje. Pri izračunu dovedene energije za delovanje stavbe je namreč potrebno poznavanje sistemov v stavbi, pri čemer gre predvsem za strojniško področje.

3.1 Metodologija po SIST EN ISO 13790

Letno potrebno toploto za ogrevanje stavbe Q_{NH} ($Q_{H,nd}$) in letni potrebni hlad za hlajenje stavbe Q_{NC} ($Q_{C,nd}$) je potrebno določiti skladno s SIST EN ISO 13790:2008 [22] in z nacionalnimi posebnostmi, določenimi v TSG-1-004:2010, pri čemer se uporablja mesečna računska metoda [12].

ISO 13790:2008(E)



Slika 2: Shema toplotne bilance [22]

$Q_{H,nd}$	- potrebna toplota za ogrevanje stavbe
Q_{tr}	- transmisijske toplotne izgube med notranjim in zunanjim okoljem
Q_{ve}	- ventilacijske toplotne izgube med notranjim in zunanjim okoljem
Q_{sol}	- toplotni dobitki zaradi sončnega sevanja
Q_{int}	- dobitki notranjih virov
ΔQ_{tr+ve}^a	- izgube zaradi pregrevanja
$Q_{V,sys,ls,rvd}^c$	- vrnjene izgube zaradi rekuperacije
$Q_{H,sys,ls,rbl}^b$	- izgube ogrevalnega sistema, ki jih je mogoče ponovno izkoristiti

Kot je razvidno iz slike na prejšnji strani, je izračun toplotne bilance stavbe pogojen z izračunom toplotnih izgub in pritokov. Razlika med njimi predstavlja potrebno toploto za ogrevanje stavbe. V omenjenem standardu je natančneje predstavljen izračun posameznih parametrov, ki jih uporabljajo tudi računalniški programi.

V poglavju 9.2 Izračun letne potrebne toplote za ogrevanje stavbe in letnega potrebnega hladu za hlajenje stavbe, Tehnične smernice TSG-1-004:2010, so natančnejša navodila oziroma določila glede:

- računske metode,
- standardnih pogojev rabe stavbe,
- toplotnih con,
- karakterističnih površin in prostornin stavbe,
- toplotnih izgub in pritokov skozi okna,
- notranjih toplotnih virov,
- toplotne kapacitete stavbe in
- prezračevanja.

3.2 Računalniški programi za izračun energijskih lastnosti stavbe

Zaradi obsežnosti računske metodologije iz Tehnične smernice TSG-1-004:2010 (106 strani in 401 enačb) in standarda SIST EN ISO 13790:2008 so le to povzeli računalniški programi. Programi nam tako omogočajo celovit izračun energetske bilance stavbe.

V diplomskem delu sta bila uporabljena dva programa za izračun energetskih lastnosti stavbe:

- Računalniški program TOST [23] in
- KI-Energija 2010 [24]

3.2.1 Računalniški program TOST

Avtorja programa sta prof. dr. Aleš Krainer in Rudi Perdan, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente, UL FGG. Program omogoča izračun energetske bilance stavbe oziroma izdelavo poročila o ustreznosti toplotne zaščite stavbe po Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah, upoštevajoč SIST EN ISO 13790:2008 in TSG-1-004:2010. Omogoča izračun porabe toplote za ogrevanje stanovanjskih in nestanovanjskih stavb po mesečni ali sezonski metodi, pri čemer se lahko za vsak mesec upošteva tudi po eno obdobje nezasedenosti. Program omogoča tudi izračun za različna časovna podobdobja (dan, noč, vikend in obdobje nezasedenosti), ki se jih lahko poljubno definira. Program je kompatibilno povezan s programom TEDI [25], ki omogoča izračun toplotne prehodnosti, analizo toplotnega prehoda in difuzije vodne pare skozi večplastne konstrukcijske sklope.

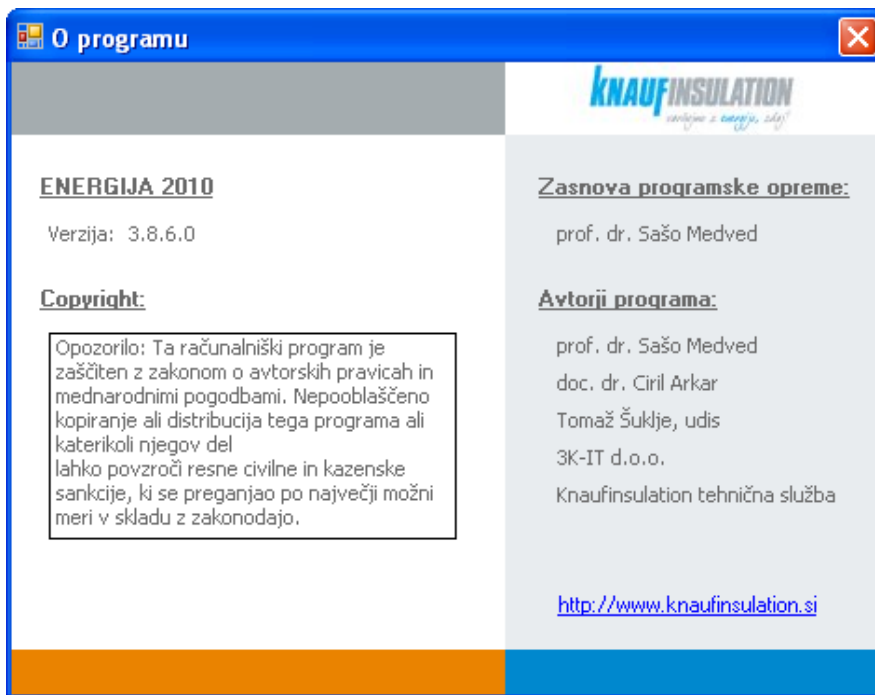


Slika 3: Vhodno okno programa TOST [23]

Program uporablja okolje Excel, zahteve standardov in tehnične smernice so v obliki enačb implementirane v omenjeno programsko okolje. Razdeljen je na delovne liste, v katerih je v prvem delu potrebno podati vhodne podatke o stavbi in robnih pogojih, v drugem pa program glede na vhodne podatke prikaže rezultate izračuna. Program TOST je edini od razpoložljivih programov, ki omogoča definiranje steklenjaka ter ogrevane ali neogrevane cone s kletjo, kakor tudi posebnih elementov ovoja, ki so vključeni v SIST EN ISO 13790:2008. Zaradi uporabe Excelovega programskega okolja, je omejeno število toplotnih con in njihovih elementov. Natančneje je sam program, vnos podatkov in uporaba razložena v uporabniškem priročniku [26].

3.2.2 KI-Energija 2010

Gre za prosto dostopen komercialni program, ki ga je za podjetje Knauf Insulation d.o.o. zasnoval prof. dr. Sašo Medved. Ostali avtorji programa so razvidni iz spodnje slike.



Slika 4: Podatki o programu KI-Energija 2010 [24]

Program deluje na osnovi SIST EN ISO 13790:2008 in TSG-1-004:2010. V okviru programa je vgrajen podmeni, ki omogoča podajanje in analizo posameznih konstrukcijskih sklopov. Prednost programa je meni, ki se navezuje na podajanje sistemov v stavbi (prezračevanje, ogrevanje, priprava tople vode, hlajenje, razsvetljava in obnovljivi viri energije). Prav zaradi natančnejšega definiranja sistemov v stavbi je omogočen bolj obširen izračun dovedene in primarne energije za delovanje stavbe. Pri tem je potrebno opozoriti na natančnost izračunov, ki so v veliki meri odvisni od kvaliteten in preverjenih vhodnih podatkov o napravah, ki tvorijo omenjene sisteme v stavbi. Program KI-Energija je eden izmed treh uradnih programov za izdelavo računskih energetskih izkaznic.

4 PREDSTAVITEV OBRAVNAVANIH STAVB

Narejena je bila energetska analiza osmih večstanovanjskih stavb na območju Občine Jesenice na Gorenjskem. Šest izmed teh se nahaja prav v mestu Jesenice, dve pa v naselju Hrušica, ki leži 3 km zahodno od Jesenic ob glavni cesti proti Kranjski Gori. Stavbe so bile načrtno izbrane tako, da so med seboj primerljive, hkrati pa v določenih karakteristikah različne in tako zanimive za primerjavo. Gre za večstanovanjske stavbe z najmanj 8 in največ 12 posameznimi enotami oziroma stanovanji.

Med seboj se razlikujejo po obdobju gradnje, stopnji energetske sanacije, legi in strukturi uporabnikov. V grobem bi jih lahko glede na lokacijo in obdobje gradnje razdelil v 3 sklope:

- stavbe na Cesti revolucije in Cesti Cirila Tavčarja (6 stavb),
- Hrušica 57,
- Hrušica 56.

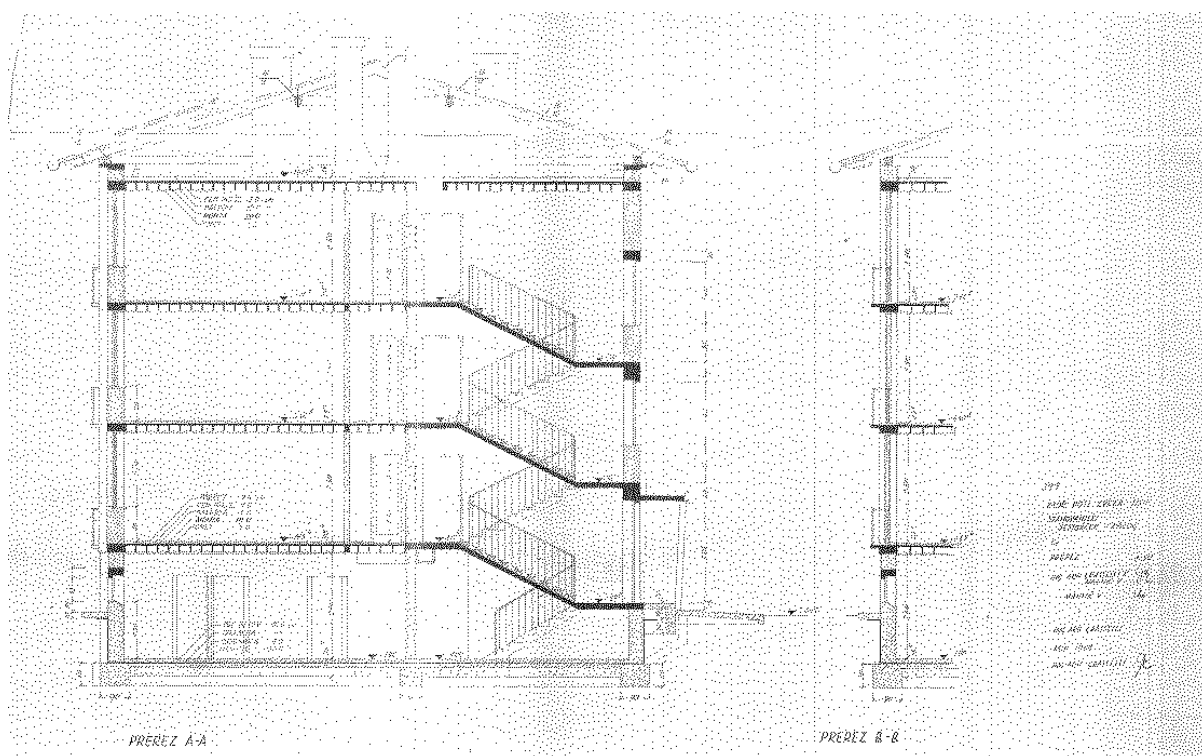
4.1 Stavbe na Cesti revolucije in Cesti Cirila Tavčarja (R11, R15, R16, T11, T13 in T15)

Stavbe R11, R15, R16, T11, T13 in T15 so bile zgrajene med letom 1959 in 1967 na Cesti revolucije in Cesti Cirila Tavčarja na Jesenicah. Gre za tipske objekte, ki so bili zgrajeni po enakih načrtih, razlikujejo se le po številu in tlorisni razporeditvi stanovanj, saj se je gradnja sproti prilagajala. Iz spodnje slike je razvidno, da so vse stavbe orientirane z rahlim odklonom od smeri vzhod-zahod.



Slika 5: Lokacije stavb na Cesti revolucije in Cesti Cirila Tavčarja [27]

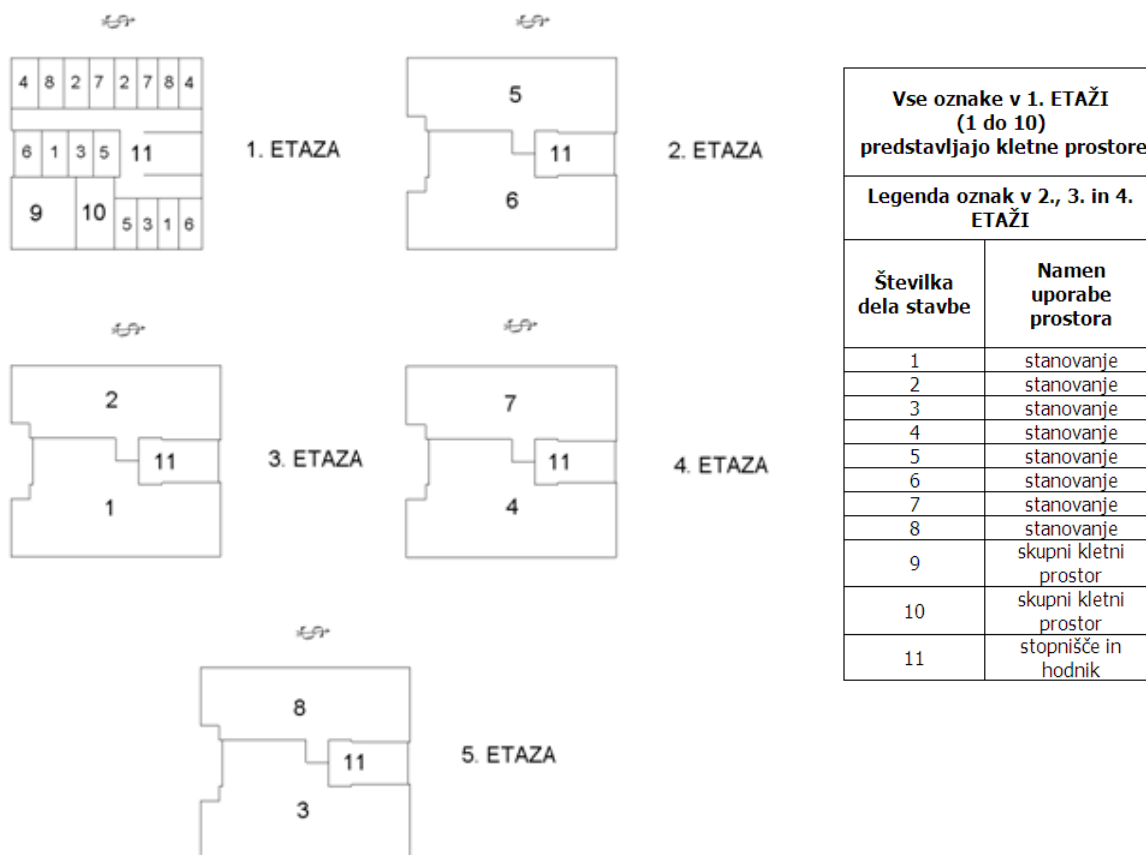
Vse stavbe so pet etažne (klet + pritličje + 3 nadstropja) z enakim tlorisom $12,5 \text{ m} \times 12,5 \text{ m}$. Zazidalna površina znaša $156,25 \text{ m}^2$. Klet je vkopana približno 1,3 m, tla pritličja pa so približno 1,5 m nad nivojem terena. Najvišja točka stavb je $+15,0 \text{ m}$. Vse stavbe imajo štiri stanovanjske etaže s podobno tlorisno dispozicijo, kar pomeni z dvema stanovanjema v eni etaži oziroma ponekod celo tremi. Objekti so konstruktivno enostavno izvedeni s štirimi opečnatimi zidovi v vsaki smeri debeline 38 cm, kletni zidovi so iz betonskih zidakov debeline 35 cm. Medetažne konstrukcije so montažne izvedbe sistema Monta 20 in Monta 16 + 3 cm tlačne plošče iz Goriških opekarn, različno za posamezne etaže. Strešna konstrukcija je štirikapnica enostavne izvedbe z roženiki in vmesnimi nosilnimi legami.



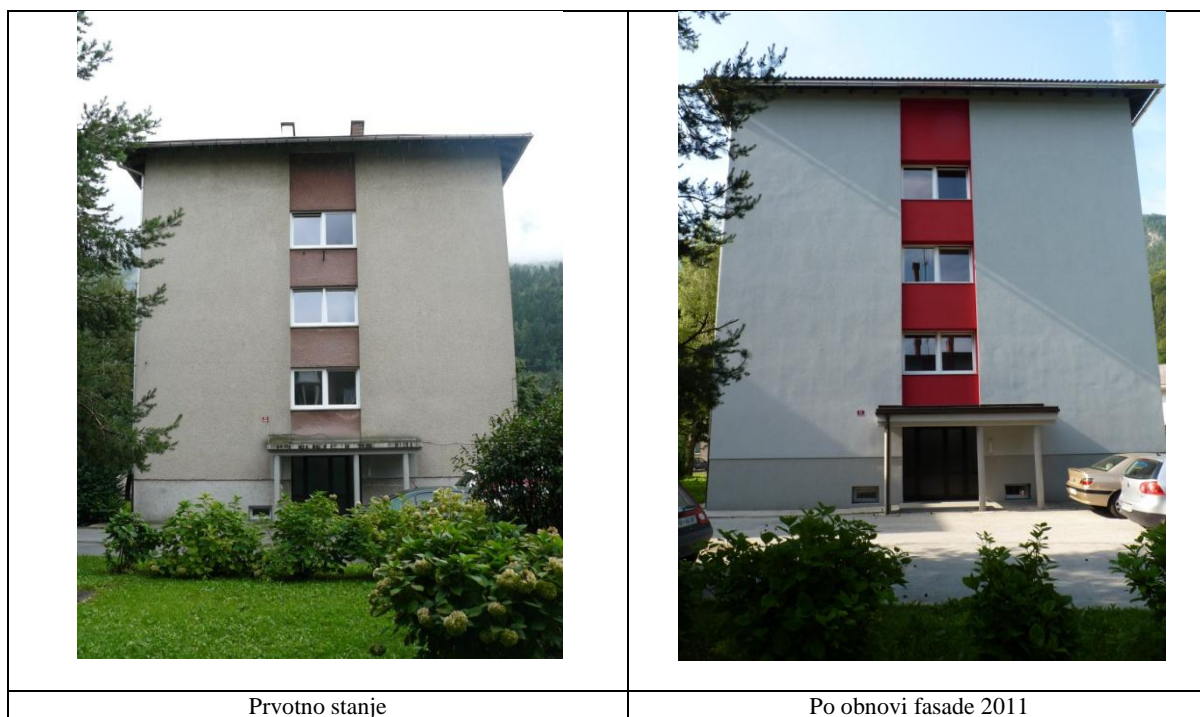
Slika 6: Tipična prereza stavb R11, R15, R16, T11, T13 in T15 [28]

Na zgornji sliki sta prikazana vzdolžni in prečni prerez obravnavanih stavb. Kot je bilo že omenjeno gre za tipske načrte, kar pomeni, da imajo vse obravnavane stavbe enake načrte. Po ogledu vseh obravnavanih stavb je bilo ugotovljeno, da se načrti in dejansko stanje razlikujejo v številu etaž. Po načrtih sodeč, bi morale biti štiri etaže (klet + pritličje + 2 nadstropji), dejansko pa je bilo izvedeno še eno nadstropje (klet + pritličje + 3 nadstropja). Zaradi omenjenega neskladja načrtov in dejanskega stanja stavbe so bile na terenu preverjene geometrijske karakteristike stavbe, ki pa se ujemajo z načrti. Prav tako so bili pridobljeni Elaborati za vpis podatkov v kataster stavb za vse obravnavane stavbe, s pomočjo katerih so bili še enkrat preverjeni vhodni geometrijski podatki.

M = 1 : 500



Slika 7: Tlorisi delov stavb po etažah za R16 [29]



Slika 8: Prvotno stanje stavbe T11 levo (ostali stavbe so zelo podobne) in po obnovi fasade 2011 desno

Stavbe nimajo vgrajene toplotne izolacije na fasadi, strehi oziroma tleh nad kletjo, razen že saniranih. Prvotna okna so bila lesena vezana z dvojno zasteklitvijo, ki pa so bila v večini že zamenjana z okni s PVC okvirji toplotne prehodnosti med $U_w = 1,2 - 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$. Kar nekaj izmed teh stavb je bilo do sedaj energetsko že obnovljenih, v večini primerov je šlo za namestitev dodatne toplotne izolacije na fasadi ali stropu proti neogrevanemu ostrešju. Natančnejši podatki o teh sanacijah so razvidni v spodnji preglednici.

Preglednica 1: Prikaz sprememb v toplotnem ovoju stavb

	Leto gradnje	Leto obnove fasade in debelina TI	Leto obnove ostrešja in debelina TI	Število stanovanj z zamenjanimi okni
R11	1967	/	/	10 od 12
R15	1963	/	2009 (15 cm)	8 od 8
R16	1963	2011 (15 cm)	2003 (30 cm)	7 od 8
T11	1959	2011 (15 cm)	/	8 od 9
T13	1961	2011 (15 cm)	/	8 od 9
T15	1959	/	2011 (22 cm)	8 od 9

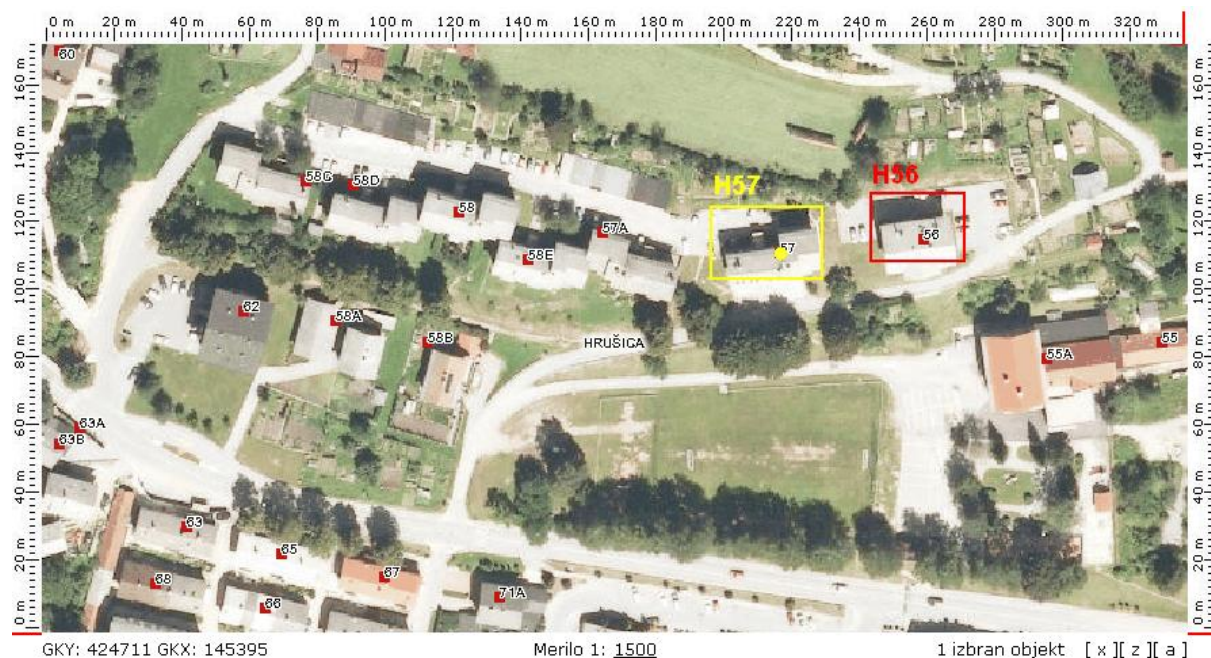
4.2 Stavba Hrušica 57 (H57)

Stavba se nahaja v naselju Hrušica, ki leži 3 km zahodno od Jesenic na Gorenjskem. Večstanovanjska stavba Hrušica 57 je bila zgrajena leta 1992, kot nadomestni objekt porušenega objekta, ki je prej stal na tej parceli. Stavba ima 4 etaže (klet + pritličje + 2 nadstropja), v katerih je 9 stanovanjskih enot. Vse stanovanjske etaže imajo enako tlorisno zasnovo, neogrevano podstrešje pa se je po izgradnji deloma preoblikovalo v stanovanjske prostore, s katerimi se je povečala uporabna površina dveh stanovanj. Klet je neogrevana, v njej pa so shrambe, pet garaž in skupni prostor.



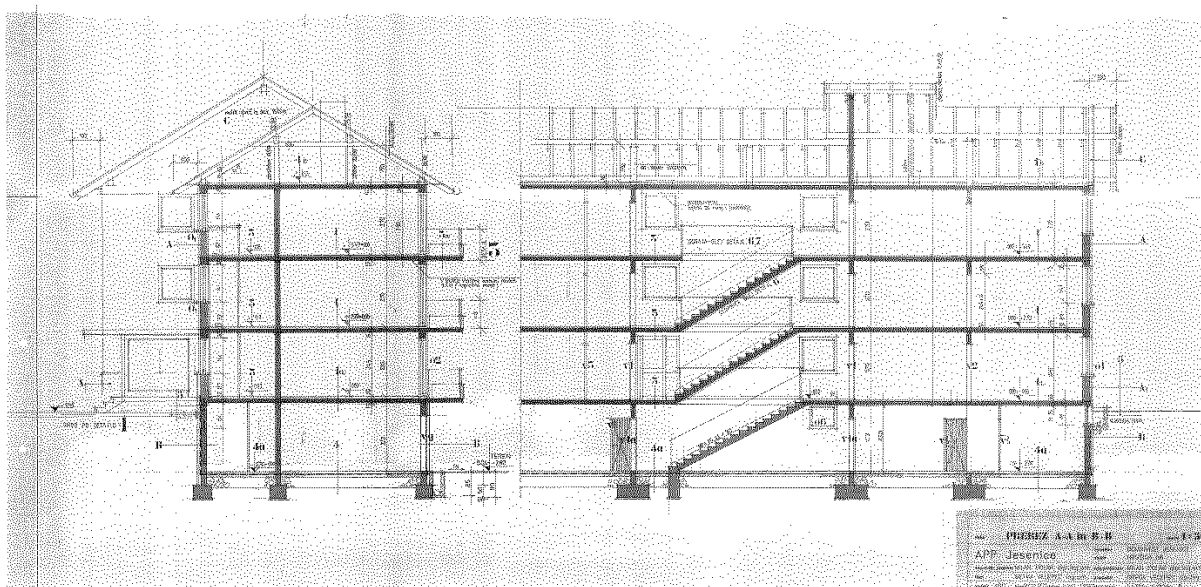
Slika 9: Stavba H57

Tloris stavbe ima razčlenjeno obliko, ki jo grobo lahko opišemo z dvema pravokotnikoma $8,5 \text{ m} \times 16,0 \text{ m}$ in $9,4 \text{ m} \times 9,2 \text{ m}$, skupne zazidalne površine $225,8 \text{ m}^2$. Glavna vzdolžna os stavbe je za približno 15° odklonjena od smeri vzhod–zahod. Najvišja točka stavbe je $+ 12,0 \text{ m}$.



Slika 10: Lokaciji stavb Hrušica 57 in Hrušica 56 [27]

Nosilni zidovi etaž so zidani z modularnim zidakom debeline 20 cm in 30 cm, povezani pa so s horizontalno in vertikalno AB zidno vezjo. Kletni zidovi so armiranobetonski debeline 20 cm, zunanji so zaščiteni s hidroizolacijo in drenažnimi cevmi ter nasutjem. Obtežba se preko zidov prenese na armiranobetonske temelje širine 60 cm. Nosilno konstrukcijo medetažnih konstrukcijskih sklopov predstavlja 15 cm debela armiranobetonska plošča. Strešna konstrukcija je lesena dvokapnica.



Slika 11: Tipična prereza stavbe H57 [30]

Stavbni ovoj je natančneje opisan v poglavju 6.2 *Vhodni podatki za posamezne stavbe*, na grobo pa ga lahko opišemo sledeče:

- 5 cm ekstrudiranega polistirena (v nadaljevanju EPS) na fasadi,
- 10 cm kamene volne na podstrešju (20 cm steklene volne med roženiki pri preurejenih stanovanjih),
- 5 cm + 3 cm EPS na medetažni konstrukciji nad kletjo,
- okna in balkonska vrata z dvojno zasteklitvijo (dokaj kvalitetno izdelana in dobro ohranjena, zato je privzeta vrednost $U_w = 2 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Na stavbi od izgradnje dalje ni bilo večjih posegov v toplotni ovoj, razen že omenjene spremembe dela podstrešja v stanovanjske prostore in zamenjave oken v enem stanovanju.

4.3 Stavba Hrušica 56 (H56)

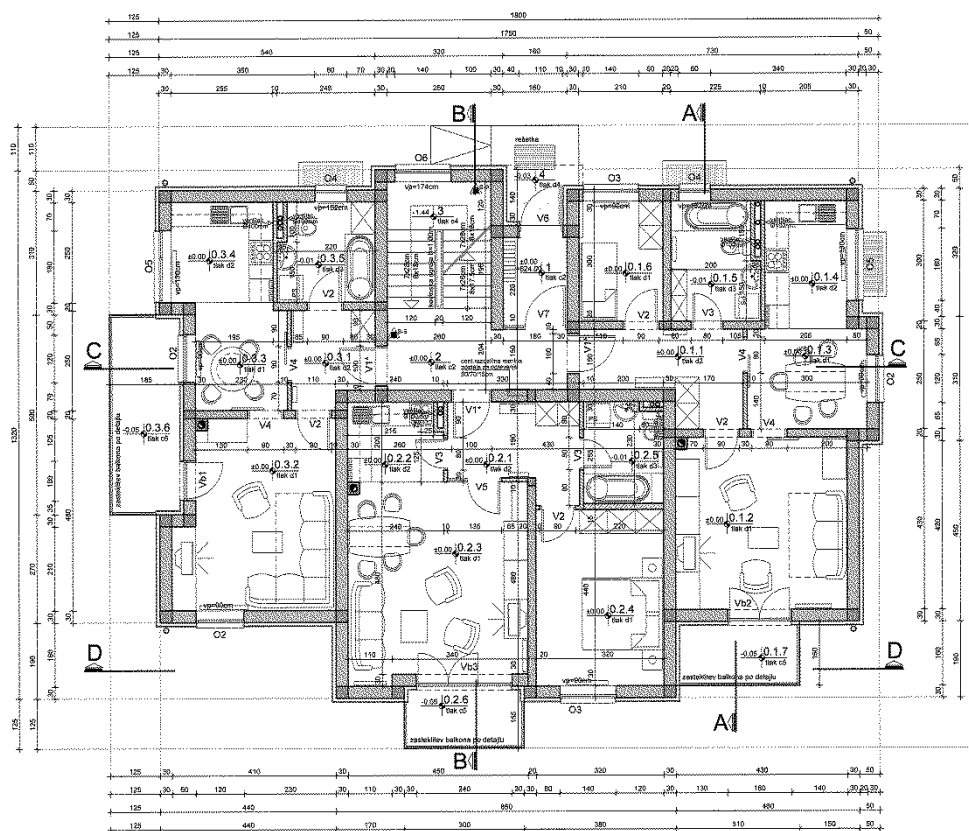
Večstanovanjska stavba Hrušica 56 v naselju Hrušica pri Jesenicah je bil zgrajena leta 2008 kot nadomestni objekt porušenega objekta, ki je prej stal na tej parceli. Stavba ima 5 etaž (klet + pritličje + 2 nadstropja + mansardo), v katerih je 12 stanovanjskih enot. Stanovanjske etaže imajo podobno tlorisno zasnovo, podstrešje je v celoti izkoriščeno v stanovanjski namen. Klet je neogrevana, na severu popolnoma vkopana, na jugu pa le delno vkopana. V njej so shrambe, skupni prostori in toplotna postaja. Vertikalna komunikacija v stavbi je armiranobetonsko stopnišče, ki je locirano v osrednjem delu na severni strani, kjer je tudi glavni vhod v stavbo.



Slika 12: Stavba H56

Tlorisne dimenzije stavbe so $17,5 \text{ m} \times 10,8 \text{ m}$ z izzidki na severni strani $5,1 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$, na južni $8,5 \text{ m} \times 1,9 \text{ m}$ in na vzhodni strani $3,1 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$. Smer glavnega slemena strehe je vzhod–zahod, proti

jugu pa se odpira z veliko frčado. Stavba se z balkoni odpira proti jugu in zahodu, teren pa pada od severa proti jugu ter omogoča, da so tudi balkoni v pritličju dvignjeni nad teren. Višina kolenčnega zidu v podstrešju je 100 cm, kota pritličja je za 15 cm dvignjena od dvorišča, najvišja točka stavbe pa je na višini +14,24 m.



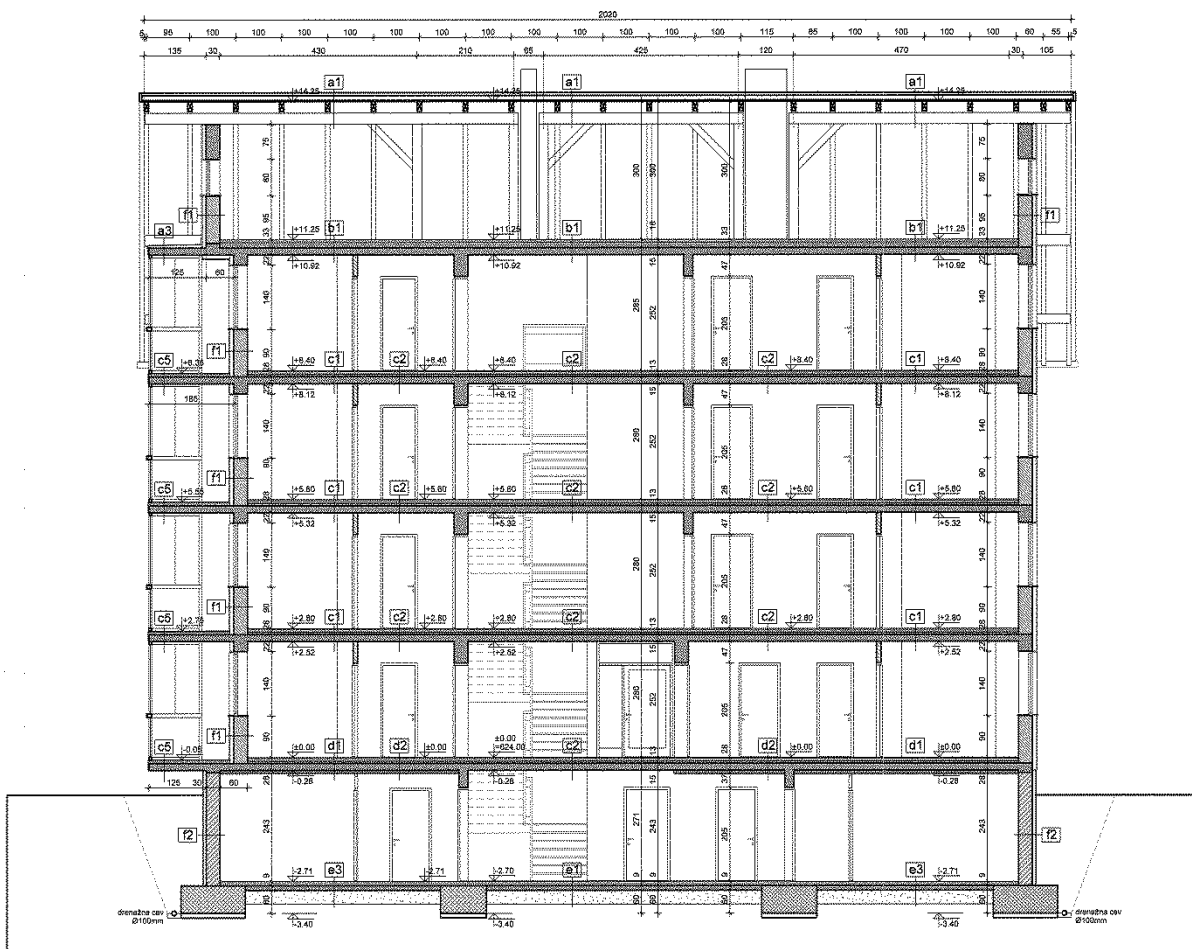
Slika 13: Tloris pritličja stavbe H56 [31]

Stavba temelji na betonskih pasovnih temeljih različnih temeljnih širin. Klet tvori sistem obodnih nosilnih betonskih votlakov širine 30 cm in raster notranjih nosilnih zidov iz modularne opeke debeline 20 cm. Enaka zasnova zidov je tudi v stanovanjskih etažah, le da betonske votlake zamenja modularna opeka debeline 30 cm. Sistem je protipotresno povezan z vertikalnimi armiranobetonskimi vezmi na razmiku 250 cm in armiranobetonskimi ploščami debeline 15 cm v vseh medetažah. Streha je simetrična dvokapnica z naklonom 40°. Izvedena je iz roženikov in leg, celotna strešna konstrukcija pa je sidrana v nosilno zidno konstrukcijo.

Karakteristike stavbnega ovoja so natančneje opisane v poglavju 6.2 *Vhodni podatki za posamezne stavbe*, na grobo pa jih lahko opišemo sledeče:

- 8 cm EPS na fasadi,
- 12 cm kamene volne na plošči podstrešja in 20 cm steklene volne med roženiki,
- 5 cm + 6 cm EPS na medetažni konstrukciji nad kletjo,

- PVC okna in balkonska vrata z dvojno zasteklitvijo ($U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$).



Slika 14: Prerez C-C stavbe H56 [31]

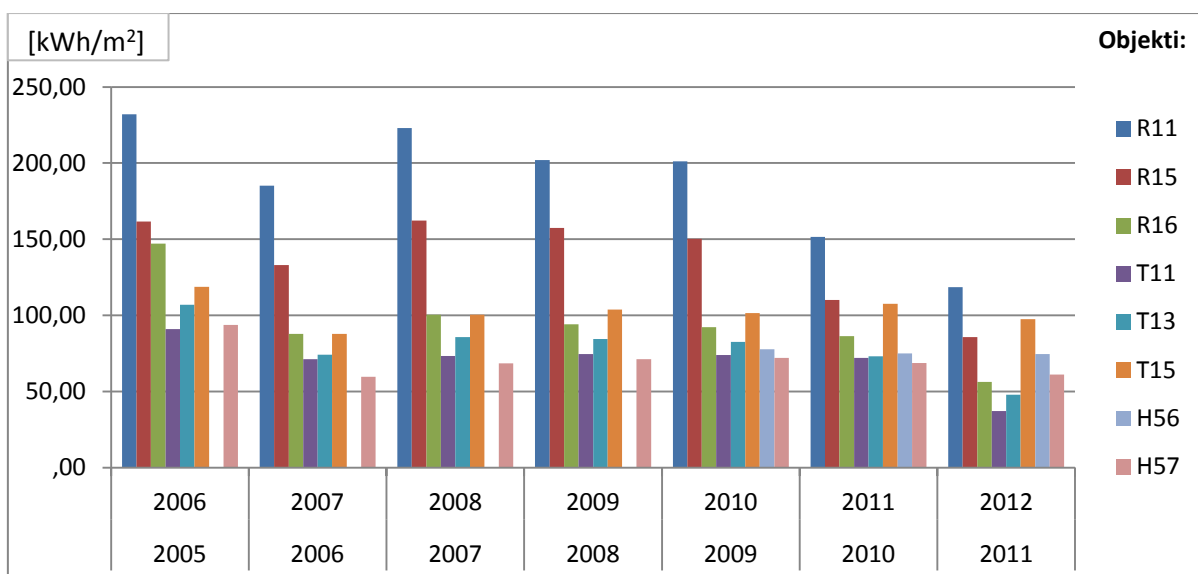
5 PODATKI O DEJANSKI PORABI ENERGIJE ZA OGREVANJE

Večino podatkov o rabi energije za ogrevanje je bilo pridobljenih na podjetju Jeko-In, javno komunalno podjetje, d.o.o., za stavbo Hrušica 57 pa na družbi Dominvest d.o.o., ki v tej in vseh ostalih obravnavanih stavbah vrši funkcijo upravnika. Pridobljeni so bili odčitki števecov na posameznih toplotnih postajah, saj se vse obravnavane stavbe ogrevajo s sistemom daljinskega ogrevanja. Iz razlik odčitkov posameznih mesecev je bila določena letna dovedena toplota za ogrevanje stavbe.

Preglednica 2: Dejanska poraba toplote za ogrevanje za obravnavane stavbe in specifična poraba toplote na enoto uporabne površine [32], [33]

Stavba	Au [m ²]	Poraba toplote	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
R11	395,4	Q [MWh]		91,7	73,2	88,2	79,8	79,5	59,9	46,9	
		Q [kWh/m ²]		232,0	185,1	223,0	201,9	201,0	151,5	118,6	
R15	428,6	Q [MWh]		69,3	57,0	69,6	67,5	64,4	47,2	36,7	
		Q [kWh/m ²]		161,7	132,9	162,3	157,5	150,3	110,0	85,7	
R16	427,6	Q [MWh]		62,9	37,6	43,0	40,2	39,5	36,9	24,1	
		Q [kWh/m ²]		147,1	87,9	100,4	94,1	92,3	86,3	56,3	
T11	435,9	Q [MWh]		39,7	31,0	31,9	32,5	32,2	31,4	16,2	
		Q [kWh/m ²]		91,0	71,2	73,2	74,6	73,9	72,0	37,2	
T13	435,2	Q [MWh]		46,6	32,2	37,3	36,8	36,0	31,8	20,8	
		Q [kWh/m ²]		107,0	74,1	85,6	84,4	82,6	73,1	47,8	
T15	434,6	Q [MWh]		51,6	38,1	43,6	45,1	44,1	46,8	42,4	
		Q [kWh/m ²]		118,8	87,8	100,4	103,7	101,4	107,6	97,5	
H56	606,2	Q [MWh]	Stavba je bila zgrajena leta 2008					47,1	45,5	45,2	
		Q [kWh/m ²]						77,7	75,0	74,6	
H57	547,3	Q [MWh]	55,1	51,2	32,7	37,5	38,9	39,5	37,6	33,5	
		Q [kWh/m ²]	100,6	93,6	59,7	68,4	71,1	72,1	68,7	61,2	

Diagram 1: Primerjava specifične merjene porabe toplote za ogrevanje izbranih stavb



Opazno je, da po porabi najbolj izstopa stavba R11, kljub temu, da gre za enak tipski objekt, kot stavbe R15, R16 in T11–T15. Razlogi za to so lahko različni. Stanovalci se do leta 2010 niso odločili za nobenega izmed ukrepov učinkovite rabe energije, investicije v toplotni ovoj stavbe so bile minimalne (zgolj delna zamenjava oken) in dejstvo, da nobeno izmed stanovanj ni bilo dalj časa prazno. Kot vidimo na diagramu, se je poraba v zadnjih dveh letih prepolovila, kar je posledica vgradnje delilnikov toplote in termostatskih ventilov ter posodobitve ogrevalnega sistema (hidravlično uravnoteženje in sistem centralne regulacije glede na zunanje pogoje), vse izvedeno leta 2010.

Zanimivo je tudi, da stavbe R11, R15 in R16 po porabi kar občutno odstopajo od T11, T13 in T15 kljub temu, da gre po gradnji za zelo podobne oziroma tipske objekte. Te razlike se tekom ogrevalnih sezon zmanjšujejo, predvsem na račun zmanjševanja porab stavb R11, R15 in R16. Zanimivo je, da imajo stavbe T11, T13 in T15 dokaj konstantno porabo, če izvzamemo zadnjo ogrevalno sezono, pred katero je bilo izvedenih kar nekaj izboljšav na toplotnih ovojih le teh. Razlogi za odstopanje bodo natančneje predstavljeni v nadaljevanju (poglavje 7.3 *Vpliv uporabnikov*), na tem mestu gre omeniti le, da je glavni razlog za odstopanje vpliv uporabnikov.

Če primerjamo stavbi na Hrušici, zopet pridem do zanimivih ugotovitev. Namreč novejša stavba H56 ima za malenkost večjo specifično porabo kot skoraj 16 let starejša stavba H57. Eden izmed razlogov je lahko tudi v dejstvu, da se stavba H56 ogreva zgolj dobre tri ogrevalne sezone. Poraba energije za ogrevanje v prvih letih uporabe stavbe je običajno višja kot v kasnejših letih, saj se uporablja dodatna energija za sušenje stavbe. Prav tako nastavitve vgrajenih sistemov niso optimalne, lahko pa je razlog tudi v gradbenih napakah, ki še niso bile odkrite in sanirane. To razlago težko potrdimo ali ovržemo, saj imamo podatke zgolj o treh ogrevalnih sezonah, kar je premalo, da bi videli, če bo poraba padla ali ne.

Opazno je, da so porabe toplote za ogrevanje precej različne med stavbami, kakor tudi med posameznimi ogrevalnimi sezonami za isto stavbo. Precej očiten je tudi trend zmanjševanja porabe toplote za ogrevanje, ki ga lahko pripišemo različnim vzrokom. Prvi se seveda nanaša na različne temperaturne razmere ali povedano enostavneje na hladnejše oziroma milejše zime. Iz izkušenj zadnjih nekaj ogrevalnih sezon vemo, da le te niso bile najbolj hladne, v kar se lahko prepričamo tudi v *Preglednici 8*, kjer so prikazani temperaturni primanjkljaji (razlaga pomena temperaturnega primanjkljaja na začetku poglavja 7.1 *Vpliv klimatskih podatkov*) za obravnavano obdobje. Vpliv temperaturnih pogojev na porabo energije za ogrevanje je lepo viden v ogrevalni sezoni 2006/2007, kjer je v *Diagramu 1* očiten padec porabe toplote za ogrevanje kot posledica milejše zime. Da je šlo res za milejšo zimo je očitno v zgoraj omenjeni preglednici temperaturnih primanjkljajev, saj je vrednost 2887 danK občutno pod povprečjem 3524 danK. Druga razloga za trend zmanjševanja porabe toplote za ogrevanje je postopno izboljševanje stavbnega ovoja stavb in varčnejše obnašanje

uporabnikov. Ta trend je očiten predvsem pri energetsko potratnih stavbah, kjer za zmanjšanje porabe ni bilo potrebnih večjih investicij na stavbnem ovoju.

Če želimo pojasniti ta zanimiva oziroma presenetljiva opažanja pri primerjavi posameznih meritev, je smiselno meritve primerjati z izračunanimi vrednostmi. V naslednjem poglavju je zato s pomočjo računalniških programov narejen izračun energije potrebne za ogrevanje obravnavanih stavb in nadaljnje tudi primerjava rezultatov in meritev.

6 IZRAČUN VREDNOSTI POTREBNE ENERGIJE ZA OGREVANJE Q_{NH}

Izračun potrebne energije za ogrevanje Q_{NH} osmih obravnavanih stavb je bil izveden s programoma TOST in komercialnim programom KI-Energija 2010, ki sta predstavljena v poglavju 3.2 *Računalniški programi za izračun energijskih lastnosti stavbe*. Kot je bilo že omenjeno, je program KI-Energija 2010 eden izmed treh uradnih programov za izdelavo računskih energetskih izkaznic (v nadaljevanju rEI). Vrednost potrebne toplote za ogrevanje Q_{NH} nam po Pravilniku o metodologiji izdelave in izdaje energetskih izkaznic stavb (Ur. l. RS št. 77/2009, z dne 2.10.2009) predstavlja količino, ki nam stavbo uvršča v energetski razred. Primerjati in oceniti smiselnost primerjave med temi vrednosti in dejanskimi porabami na objektu pa je eden izmed ciljev diplomskega dela.

Ravno zato je bil osnovni izračun izdelan ob upoštevanju robnih pogojev, ki jih narekuje zakonodaja in z njo predpisana metodologija (navedena in obrazložena v poglavjih: 2. *Zakonodaja na področju energetske učinkovitosti stavb* in 3 *Računska metodologija in program*), ter bil na ta način dejansko izračunan energetski razred stavbe. Eno izmed teh določil, ki olajšuje izdelavo rEI, je tudi določilo Tehnične smernice TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije, 2010 (Ur. L. RS št. 52/2010, z dne 30.6.2010, Odredba o seznamu izdanih tehničnih smernic), ki v poglavju 9.2.3. govori o izbiri toplotnih con. V 2. členu je določilo, da kadar prostornina neogrevanih in manj ogrevanih prostorov (na primer stopnišča, hodniki, avle) ne presega 20 % ogrevane prostornine stavbe V_e , se lahko, ne glede na določila standarda SIST EN ISO 13790 o določitvi toplotnih con, privzame ena toplotna cona, ki vključuje omenjene manj ogrevane in neogrevane prostore. Ravno takšen primer pa so obravnavane stavbe, ki imajo vse neogrevana stopnišča in hodnike, zato je smiselnost tega določila preverjena tako, da je za vsako obravnavano stavbo izdelana varianta, kjer se ta stopnišča in hodnike obravnava kot svojo neogrevano cono.

6.1 Standardni robni pogoji in pogoji rabe stavbe

Predpostavke oziroma standardni robni pogoji, ki jih določuje TSG-01-004:2010 in so bila upoštevana pri izračunu, so sledeči:

- $V = 0,8 * V_e$,

V - neto kondicionirana prostornina stavbe

V_e - bruto kondicionirana prostornina stavbe

- osnovna varianta ima 2 toplotni coni:

- ogrevani prostori s stopniščem in hodniki (stopnišče ne presega 20% ogrevane prostornine),

- neogrevana klet,
- dodatna varianta ima 3 toplotne cone:
 - ogrevani prostori,
 - neogrevana klet,
 - neogrevano stopnišče in hodniki,

- povečanje toplotne prehodnosti zaradi toplotnih mostov z vrednostjo $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- upoštevanje faktorja okvirja oken: 0,3,
- neupoštevanje premičnih senčil,
- vrsta izračuna: mesečna metoda,
- klasifikacija objektov: 11221 Večstanovanjska stavba.

Pri izračunu so bili upoštevani naslednji standardni pogoji rabe v stanovanjskih stavbah, ki so predpisani v Tehnični smernici TSG-01-004:2010:

- $T_{\text{pozimi}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$,
- $T_{\text{poleti}} = 26 \text{ }^\circ\text{C}$,
- 24-urna uporaba,
- naravno prezračevanje podnevi in ponoči je bilo definirano z urno izmenjavo: $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$,
- dobitki notranjih virov so bili upoštevani po poenostavljenem načinu: $\Phi = 4 \text{ W/m}^2$.

6.2 Vhodni podatki za posamezne stavbe

Ker gre za precejšno količino vhodnih podatkov, so navedeni zgolj tisti, ki bistveno vplivajo na izračun. Nekaj izmed vhodnih podatkov, ki se navezujejo predvsem na robne pogoje izračuna, je predstavljenih že v prejšnjem podpoglavju. Večina vhodnih podatkov je bila pridobljena iz projektnih dokumentacij, preverjeni in dopolnjeni pa so bili pri ogledu posameznih stavb.

Preglednica 3: Osnovni vhodni geometrijski podatki za obravnavane stavbe (% ogr. pomeni delež prostornine neogrevane cone proti ogrevani prostornini)

Stavba	Št. con	Ogrevana cona							Neogrevana klet			Neog. stopnišče		
		A_u [m ²]	V_e [m ³]	A_{sten} [m ²]	A_{strehe} [m ²]	A_{kleti} [m ²]	A_{stopn} [m ²]	A_{odprt} [m ²]	A_u [m ²]	V_e [m ³]	% ogr.	A_u [m ²]	V_e [m ³]	% ogr.
R11	2	480,0	1719	472,1	156,3	156,3	/	82,7	125,0	414,1	24,1	/	/	/
	3	395,3	1519	465,1	139,3	136,3	200,0	77,9	125,0	414,1	27,3	84,7	200,0	13,2
R15	2	478,6	1719	466,5	156,3	156,3	/	88,9	125,0	414,1	24,1	/	/	/
	3	428,6	1538	447,4	140,0	140,0	138,6	75,0	125,0	414,1	26,9	50,0	181,5	11,8
R16	2	477,6	1719	466,5	156,3	156,3	/	88,9	125,0	414,1	24,1	/	/	/
	3	427,6	1538	447,4	140,0	140,0	138,6	75,0	125,0	414,1	26,9	50,0	181,5	11,8
T11	2	485,9	1719	466,5	156,3	156,3	/	88,9	125,0	414,1	24,1	/	/	/
	3	435,9	1538	447,4	140,0	140,0	138,6	75,0	125,0	414,1	26,9	50,0	181,5	11,8
T13	2	485,2	1719	466,5	156,3	156,3	/	88,9	125,0	414,1	24,1	/	/	/
	3	435,2	1538	447,4	140,0	140,0	138,6	75,0	125,0	414,1	26,9	50,0	181,5	11,8
T15	2	484,0	1719	466,5	156,3	156,3	/	88,9	125,0	414,1	24,1	/	/	/
	3	434,0	1538	447,4	140,0	140,0	138,6	75,0	125,0	414,1	26,9	50,0	181,5	11,8
H56	2	678,7	2390	576,5	221,6	210,8	/	113,4	165,0	567,0	23,7	/	/	/
	3	606,2	2136	554,4	199,9	185,2	162,4	98,4	165,0	567,0	26,5	72,5	254,0	11,9
H57	2	607,0	1942	483,2	263,0	225,8	/	115,1	180,7	488,0	25,1	/	/	/
	3	547,0	1723	431,8	236,1	198,9	104,0	99,3	180,7	488,0	28,3	60,0	217,8	12,6

V zgornji preglednici so podatki o uporabnih površinah posameznih con – A_u , bruto kondicioniranih prostorninah – V_e in zunanjih površin – A . Pri tem je potrebno upoštevati, da sta coni klet in stopnišče neogrevani coni in površina A pomeni dejansko predelno površino med posamezno cono in ogrevano cono.

Osnovni podatki o sanaciji fasade in ostrejša ter o količini zamenjanih oken na posameznih stavbah R11, R15, R16, T11, T13 in T15 so razvidni iz *Preglednice 1*. Na stavbnem ovojju stavbe H56 ni bilo izvedenih nobenih sprememb. Na stavbi H57 so pri enem izmed devetih stanovanj zamenjali okna, deloma so neogrevano podstrežje preuredili v ogrevana stanovanja in pri tem tudi toplotno izolirali del ostrejšja.

Preglednica 4: Karakteristike toplotnega ovoja stavb

Stavba	Program	Zunanja stena		Strop proti podstrešju		Strop nad kletjo		Prvotna okna		Zamenjana okna	
		U [W/m ² K]	U _{saniran} [W/m ² K]	U [W/m ² K]	U _{saniran} [W/m ² K]	U [W/m ² K]	U _{saniran} [W/m ² K]	U _w [W/m ² K]	g	U _w [W/m ² K]	g
R11	KI-Energija	0,93	/	1,55	/	1,35	/	2,8	0,76	1,5	0,68
	TEDI	0,95	/	1,50	/	1,42	/				
R15	KI-Energija	0,93	/	1,55	0,21	1,35	/	/	/	1,5	0,68
	TEDI	0,95	/	1,50	0,21	1,42	/				
R16	KI-Energija	0,93	0,19	1,55	0,11	1,35	/	2,8	0,76	1,22	0,65
	TEDI	0,95	0,20	1,50	0,11	1,42	/				
T11	KI-Energija	0,93	0,19	1,55	/	1,35	/	2,8	0,76	1,22	0,65
	TEDI	0,95	0,20	1,50	/	1,42	/				
T13	KI-Energija	0,93	0,19	1,55	/	1,35	0,46	2,8	0,76	1,22	0,65
	TEDI	0,95	0,20	1,50	/	1,42	0,49				
T15	KI-Energija	0,93	/	1,55	0,15	1,35	/	2,8	0,76	1,5	0,68
	TEDI	0,95	/	1,50	0,15	1,42	/				
H56	KI-Energija	0,30	/	0,28	/	0,28	/	1,22	0,65	/	/
	TEDI	0,31	/	0,28	/	0,28	/				
H57	KI-Energija	0,42	/	0,45	/	0,43	/	2,0	0,75	1,22	0,65
	TEDI	0,43	/	0,45	/	0,43	/				

Vhodni podatki o toplotni prehodnosti (U-faktor) posameznih konstrukcijskih sklopov so bili izračunani s pomočjo programa KI-Energija in programa TEDI. Podatki o sestavi konstrukcijskih sklopov so prevzeti po projektnih dokumentacijah za posamezne stavbe. Ker gre pri stavbah R11, R15, R16, T11, T13 in T15 za tipske objekte, imajo enako projektno dokumentacijo in zato tudi enake vhodne podatke o konstrukcijskih sklopih za prvotno stanje. Iz zgornje tabele je razvidno, da se rezultati toplotne prehodnosti posameznih konstrukcijskih sklopov izračunane z različnima programoma minimalno oziroma ne razlikujejo. Razlog za minimalno odstopanje v posameznih primerih so malenkostne razlike v karakteristikah posameznih materialov v bazah teh dveh programov. Na spodnjih slikah so za vse sklope stavb prikazani vhodni podatki in izračunani U-faktorji s programom KI-Energija za posamezne konstrukcijske sklope. Prikazani so podatki o osnovnem stanju, torej stanju pred morebitnimi sanacijami stavbnega ovoja.

Materiali (prvi sloj je znotraj)	U = 0,925 W/m ² K		U _{max} = 0,280 W/m ² K		
	Debelina (cm)	λ (W/mK)	μ	ρ (kg/m ³)	sd (m)
Apnena malta	1	0,81	10	1600	0,10
Osnovni omet	2	0,87	24	1500	0,48
Polna opeka (1200)	38	0,47	5	1200	1,90
Osnovni omet	2	0,87	24	1500	0,48
Zaključni sloj	2	0,45	10	1450	0,20

Slika 15: Sestava zunanje stene in izračunani U-faktor za R11, R15, R16, T11, T13 in T15

$U = 1,549 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_{\max} = 0,200 \text{ W/m}^2\text{K}$

Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina (cm)	λ (W/mK)	μ	ρ (kg/m ³)	sd (m)
Apnena malta	1	0,81	10	1600	0,10
Osnovni omet	2	0,87	24	1500	0,48
Mrežasta in votla opeka (1200)	20	0,52	4	1200	0,80
Cementni estrih	10	1,4	30	2200	3,00
Izravnalna masa	2	1,4	30	2200	0,60

Slika 16: Sestava stropa proti neogrevanemu podstrešju in izračunani U-faktor za R11, R15, R16, T11, T13 in T15

$U = 1,346 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_{\max} = 0,350 \text{ W/m}^2\text{K}$

Materiali (od ogr. proti neogr. con)	Debelina (cm)	λ (W/mK)	μ	ρ (kg/m ³)	sd (m)
Osnovni omet	2	0,87	24	1500	0,48
Mrežasta in votla opeka (1200)	20	0,52	4	1200	0,80
Cementno lepilo	1	0,9	22	1420	0,22
Parquet	2,4	0,21	15	700	0,36

Slika 17: Sestava stropa nad kletjo in izračunani U-faktor za R11, R15, R16, T11, T13 in T15

$U = 0,304 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_{\max} = 0,280 \text{ W/m}^2\text{K}$

Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina (cm)	λ (W/mK)	μ	ρ (kg/m ³)	sd (m)
Zaključni sloj	0,5	0,45	10	1450	0,05
Osnovni omet	1,5	0,87	24	1500	0,36
Modularni blok 29-19	29	0,32	4	697	1,16
XPS KI Polyfoam C-500 d = 80 mm	8	0,037	150	40	12,00
Plemenita fasadna malta	1,5	0,7	15	1850	0,23

Slika 18: Sestava zunanje stene in izračunani U-faktor za H56

$U = 0,283 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_{\max} = 0,200 \text{ W/m}^2\text{K}$

Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina (cm)	λ (W/mK)	μ	ρ (kg/m ³)	sd (m)
Zaključni sloj	0,5	0,45	10	1450	0,05
Osnovni omet	1,5	0,87	24	1500	0,36
Betoni s kam. agregati (2400)	15	2,04	60	2400	9,00
Polietilenska folija	0,05	0,19	80000	1000	40,00
XPS KI Polyfoam C-ULTRAGRIP d = 80 -	12	0,037	150	35	18,00
Paroprepustna folija	0,05	0,19	154	459	0,08
Cementni estrih	6	1,4	30	2200	1,80

Slika 19: Sestava stropa proti neogrevanemu podstrešju in izračunani U-faktor za H56

U= 0,279 W/m²K U_{max}= 0,350 W/m²K

Materiali (od ogr. proti neogr. con)	Debelina (cm)	λ (W/mK)	μ	ρ (kg/m ³)	sd (m)
Parket	2	0,21	15	700	0,30
Cementni estrih	6	1,4	30	2200	1,80
Polietilenska folija	0,05	0,19	80000	1000	40,00
XPS KI Polyfoam C-350 d = 50 - 60 mm	5	0,035	150	35	7,50
Polietilenska folija	0,05	0,19	80000	1000	40,00
Betoni s kam. agregati (2400)	15	2,04	60	2400	9,00
XPS KI Polyfoam C-350 d = 50 - 60 mm	6	0,035	150	35	9,00
Osnovni omet	1	0,87	24	1500	0,24

Slika 20: Sestava stropa nad kletjo in izračunani U-faktor za H56

U= 0,424 W/m²K U_{max}= 0,280 W/m²K

Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina (cm)	λ (W/mK)	μ	ρ (kg/m ³)	sd (m)
Osnovni omet	2	0,87	24	1500	0,48
Modularni blok 29-19	30	0,32	4	697	1,20
stiropor	5	0,041	25	15	1,25
Plemenita fasadna malta	0,7	0,7	15	1850	0,11

Slika 21: Sestava zunanje stene in izračunani U-faktor za H57

U= 0,451 W/m²K U_{max}= 0,200 W/m²K

Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina (cm)	λ (W/mK)	μ	ρ (kg/m ³)	sd (m)
Osnovni omet	2	0,87	24	1500	0,48
Betoni s kam. agregati (2400)	15	2,04	60	2400	9,00
Aluminijska folija - 0.15mm	0,015	203	700000	2700	105,00
stiropor	8	0,041	25	15	2,00
PVC folija, mehka	0,01	0,19	42000	1200	4,20
Cementni estrih	4	1,4	30	2200	1,20

Slika 22: Sestava stropa proti neogrevanemu podstrešju in izračunani U-faktor za H57

U= 0,428 W/m²K U_{max}= 0,350 W/m²K

Materiali (od ogr. proti neogr. con)	Debelina (cm)	λ (W/mK)	μ	ρ (kg/m ³)	sd (m)
Parket	1	0,21	15	700	0,15
Cementni estrih	4	1,4	30	2200	1,20
PVC folija, mehka	0,01	0,19	42000	1200	4,20
stiropor	5	0,041	25	15	1,25
Betoni s kam. agregati (2400)	15	2,04	60	2400	9,00
stiropor	3	0,041	25	15	0,75
Osnovni omet	2	0,87	24	1500	0,48

Slika 23: Sestava stropa nad kletjo in izračunani U-faktor za H57

Podatki o toplotnih prehodnostih oken – U_w in prehodu celotnega sončnega sevanja – g so bili pridobljeni iz projektnih dokumentacij in podatkov pridobljenih pri ogledu stavb. V primerih, ko teh podatkov ni bilo mogoče pridobiti, so bile smiselno določene vrednosti po [26] in [34].

Vhodni klimatski podatki se vežejo na geodetske koordinate, ki so za posamezne stavbe prikazane v spodnji preglednici.

Preglednica 5: Geodetske koordinate posameznih objektov [27]

Stavba	GKX	GKY
R11	144383	426517
R15	144417	426520
R16	144435	426493
T11	144406	426605
T13	144442	426607
T15	144421	426579
H56	145507	424600
H57	145506	424601

6.3 Rezultati

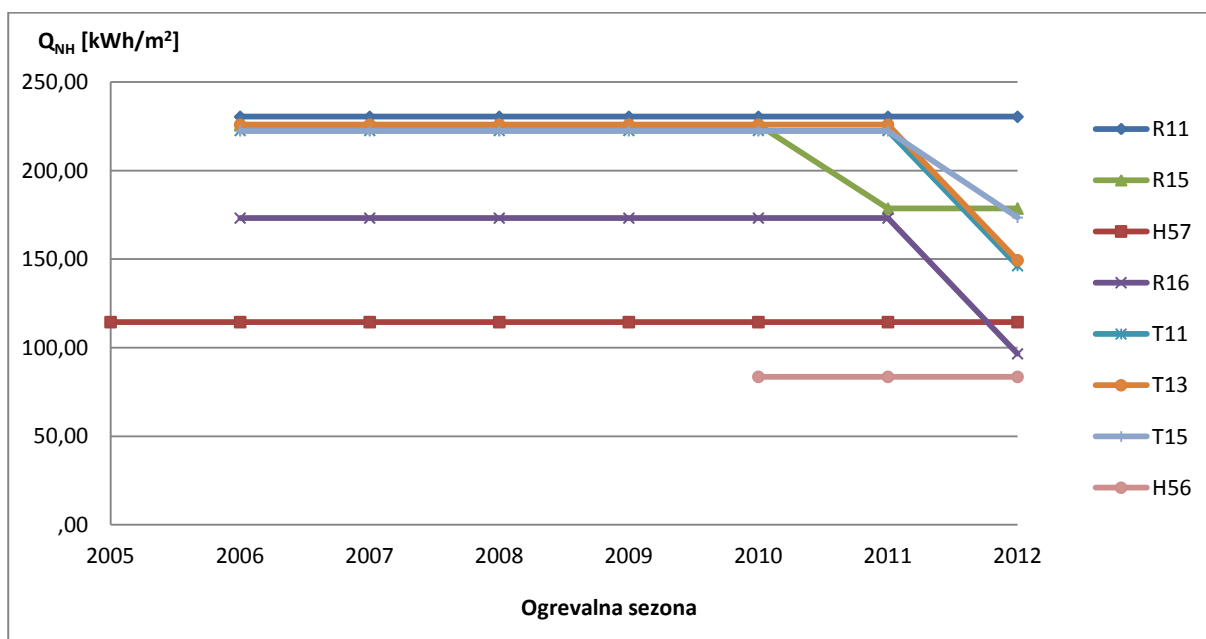
V obravnavanem obdobju od 2004 do 2012 je bilo na posameznih stavbah že izvedenih nekaj investicij v toplotni ovoj stavb (zamenjava oken in izolacija fasade oziroma stropa proti neogrevanem podstrešju). Te posege v toplotni ovoj je bilo pri izračunu potrebno upoštevati, zato se pri posameznih stavbah tekom ogrevalnih sezon vrednosti Q_{NH} spreminjajo.

Preglednica 6: Izračunane vrednosti Q_{NH} s programoma TOST in KI-Energija za osnovno varianto (TOST - 2 ali KI_En - 2) in varianto s tremi conami (TOST - 3 ali KI_En - 3)

Stavba	Program - št. con	Au [m ²]	fo [1/m]	Q_{NH} [kWh/m ²]										Povpr.	% razlike Povpr.
				2004 2005	2005 2006	2006 2007	2007 2008	2008 2009	2009 2010	2010 2011	2011 2012				
R11	TOST - 2	480,0	0,5		230,4	230,4	230,4	230,4	230,4	230,4	230,4	230,4	230,4		
	KI_En - 2	480,0	0,5		241,0	241,0	241,0	241,0	241,0	241,0	241,0	241,0	241,0	4,6	
	TOST - 3	395,3	0,67		265,2	265,2	265,2	265,2	265,2	265,2	265,2	265,2	265,2	15,1	
	KI_En - 3	395,3	0,67		278,3	278,3	278,3	278,3	278,3	278,3	278,3	278,3	278,3	20,8	
R15	TOST - 2	478,6	0,5		225,8	225,8	225,8	225,8	225,8	178,6	178,6	178,6	212,3		
	KI_En - 2	478,6	0,5		236,6	236,6	236,6	236,6	236,6	186,3	186,3	186,3	222,2	4,7	
	TOST - 3	428,6	0,61		238,0	238,0	238,0	238,0	238,0	189,6	189,6	189,6	224,2	5,6	
	KI_En - 3	428,6	0,61		253,7	253,7	253,7	253,7	253,7	202,4	202,4	202,4	239,0	12,6	
R16	TOST - 2	477,6	0,5		173,2	173,2	173,2	173,2	173,2	173,2	96,6	96,6	162,3		
	KI_En - 2	477,6	0,5		181,3	181,3	181,3	181,3	181,3	181,3	101,0	101,0	169,8	4,7	
	TOST - 3	427,6	0,61		186,9	186,9	186,9	186,9	186,9	186,9	102,6	102,6	174,9	7,8	
	KI_En - 3	427,6	0,61		197,7	197,7	197,7	197,7	197,7	197,7	105,6	105,6	184,5	13,7	
T11	TOST - 2	485,9	0,5		222,6	222,6	222,6	222,6	222,6	222,6	146,3	146,3	211,7		
	KI_En - 2	485,9	0,5		232,5	232,5	232,5	232,5	232,5	232,5	152,1	152,1	220,8	4,3	
	TOST - 3	435,8	0,61		235,7	235,7	235,7	235,7	235,7	235,7	151,9	151,9	223,7	5,7	
	KI_En - 3	435,8	0,61		251,1	251,1	251,1	251,1	251,1	251,1	163,1	163,1	238,5	12,7	
T13	TOST - 2	485,2	0,5		225,9	225,9	225,9	225,9	225,9	225,9	149,4	149,4	215,0		
	KI_En - 2	485,2	0,5		235,9	235,9	235,9	235,9	235,9	235,9	155,3	155,3	224,4	4,4	
	TOST - 3	435,2	0,61		238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	238,1	154,3	154,3	226,1	5,2	
	KI_En - 3	435,2	0,61		255,0	255,0	255,0	255,0	255,0	255,0	168,6	168,6	242,7	12,9	
T15	TOST - 2	484,0	0,5		222,3	222,3	222,3	222,3	222,3	222,3	173,5	173,5	215,3		
	KI_En - 2	484,0	0,5		231,9	231,9	231,9	231,9	231,9	231,9	180,2	180,2	224,5	4,3	
	TOST - 3	434,0	0,61		240,5	240,5	240,5	240,5	240,5	240,5	187,9	187,9	233,0	8,2	
	KI_En - 3	434,0	0,61		251,4	251,4	251,4	251,4	251,4	251,4	197,9	197,9	243,8	13,2	
H57	TOST - 2	607,0	0,56	118,5	118,5	118,5	118,5	118,5	118,5	118,5	118,5	118,5	118,5		
	KI_En - 2	607,0	0,56	110,5	110,5	110,5	110,5	110,5	110,5	110,5	110,5	110,5	110,5	-5,3	
	TOST - 3	547,3	0,62	122,3	122,3	122,3	122,3	122,3	122,3	122,3	122,3	122,3	122,3	4,8	
	KI_En - 3	547,3	0,62	114,5	114,5	114,5	114,5	114,5	114,5	114,5	114,5	114,5	114,5	-1,9	
H56	TOST - 2	678,7	0,47							83,6	83,6	83,6	83,6		
	KI_En - 2	678,7	0,47							78,2	78,2	78,2	78,2	-6,5	
	TOST - 3	606,2	0,56							91,4	91,4	91,4	91,4	9,3	
	KI_En - 3	606,2	0,56							84,8	84,8	84,8	84,8	1,4	

Iz rezultatov na prejšnji strani je lepo opazno, da jih lahko razdelimo v tri sklope, enako kot smo razdelili stavbe. Očitno je, da imajo stavbe T11–T15 in R11–R16, ki so bile grajene na začetku šestdesetih let prejšnjega stoletja, med seboj precej podobne vrednosti Q_{NH} , hkrati pa za več kot polovico večjo od stavbe H57. Ta je bil zgrajena leta 1992 in ima za razliko od prej omenjenih stavb že toplotno izoliran stavbni ovoj. Izstopa edino stavba R16, ki ima za približno 20 % manjšo porabo, kot ostali iz tega sklopa. Razlog za to je seveda izolacija stropa proti podstrešju s 30 cm kamene volne, za katero so se stanovalci odločili že leta 2003. Če torej primerjamo rezultate za prvi sklop stavb in stavbo H57 se lahko prepričamo, kako pomembna je že manjša plast toplotnih izolacij na ovoju, saj je faktor oblike za stavbo H57 višji kot pri prej omenjenih tipskih objektih, kar seveda negativno vpliva na energetske bilanco stavbe. Še za približno četrtno nižjo porabo ima stavba H56, ki je bila sicer zgrajena leta 2008 in bi bilo zato zanjo pričakovati še nižjo vrednost Q_{NH} . Razlog za to je lahko v tem, da je bila stavba načrtovana v letu 2004, ko še niso veljale tako stroge zahteve glede energetskih vidikov gradnje ali le te pri načrtovanju in gradnji niso bile upoštevane. Zato je za omenjeno stavbo v podpoglavju 4.4 *Izpolnjevanje zahtev pravilnika za stavbo H56* preverjeno izpolnjevanje zahtev glede energetskih karakteristik gradnje takratnega pravilnika.

Diagram 2: Potrebna energija za ogrevanje za obravnavane stavbe (npr. ogrevalna sezona 2012 je sezona 2011/2012) izračunana kot osnovna varianta s programom TOST



Iz gornjega grafa je hitro opazno, da se je večina starejših stavb v zadnjih letih deloma energetske sanirala. Pri stavbah R15 in T15 se je toplotno izolirala medetažna konstrukcija proti neogrevanemu podstrešju, zato je zmanjšanje Q_{NH} manjše, kot pri stavbah T11 in T13, pri katerih se je izolirala fasada. Zopet se lahko prepričamo, kako iz tega sklopa stavb izstopa R16, pri kateri so podstrešje izolirali že leta 2003, fasado pa 2011. Zaradi energetske sanacije te stavbe je vrednost Q_{NH} padla pod

vrednost 100 kWh/m^2 . Zanimivo je, da je z dokaj enostavno energetske sanacije vrednost Q_{NH} za ta objekt nižja od vrednosti Q_{NH} za podoben približno 30 let mlajši objekt H57. Gledano v celoti se zdijo rezultati za posamezne stavbe pričakovani glede na posamezno obdobje gradnje.

6.3.1 Izpolnjevanje zahtev pravilnika za stavbo H56

Glede na to, da stavba H56 v primerjavi s stavbo H57, ki je bila grajena 17 let prej, nima občutno manjše izračunane vrednosti Q_{NH} , je smiselno preveriti, kako le ta izpolnjuje zahteve takratnega pravilnika. Cilj tega podpoglavja je ugotoviti, ali je razlog za dokaj veliko vrednost Q_{NH} neupoštevanje določil pravilnika, ali je imel pravilnik preveč blaga določila glede energetskih karakteristik stavb. V obdobju načrtovanja stavbe H56 (2004) je bil v veljavi Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. l. RS št. 42/2002, z dne 15.5.2002) [14].

V 10. členu tega pravilnika so določila glede maksimalnih vrednosti toplotne prehodnosti posameznih konstrukcijskih sklopov in maksimalno dovoljene vrednosti koeficienta specifičnih transmissijskih toplotnih izgub skozi zunanjo površino stavbe.

Gradbena konstrukcija	U_{max} ($\text{W/m}^2\text{K}$)
1. Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom	0,60
2. Stene med ogrevanimi prostori	1,60
3. Zunanja stena in strop proti terenu	0,70
4. Stropna konstrukcija med ogrevanimi prostori	1,35
5. Pod na terenu	0,45
6. Strop proti neogrevanemu podstrešju	0,35
7. Strop nad neogrevano kletjo	0,50
8. Strop ali tla, ki mejita na zunanji zrak ali odprti prehod ali tla na terenu pri panelnem – talnem ogrevanju	0,40
9. Poševna streha nad ogrevanim podstrešjem	0,25
10. Ravna streha	0,25
11. Lahke gradbene konstrukcije razen streh (pod 150 kg/m^2)	0,30

Slika 24: Predpisane mejne vrednosti toplotne prehodnosti posameznih konstrukcijskih sklopov po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah [14]

V naslednji preglednici so prikazane izračunane vrednosti toplotnih prehodnosti posameznih konstrukcijskih sklopov za stavbo H56, ki so bile izračunane s pomočjo programa KI-Energija 2010. Vrednosti za vse konstrukcijske sklope zadoščajo zahtevam pravilnika, opazno je celo, da so kar precej pod predpisanimi vrednostmi. To pomeni, da je bil stavbni ovoj premišljeno načrtovan, saj so se v kasnejšem obdobju zahteve novih pravilnikov zaostriale.

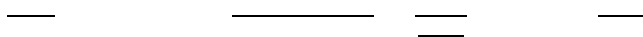
Preglednica 7: Prikaz ustreznosti konstrukcijskih sklopov glede toplotne prehodnosti za stavbo H56 po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah

Konstrukcijski sklop	U [W/m ² K]	U _{max} [W/m ² K]	Ustreznost
Zunanja stena	0,30	0,60	DA
Strop proti neogrevanemu podstrešju	0,28	0,35	DA
Strop nad kletjo	0,28	0,50	DA

$$H'_T < 0,3 + 0,1 \cdot \frac{(3300 - DD)}{2000} + \frac{0,15}{\frac{A}{V_e}}$$

Slika 25: Zahteva glede koeficienta transmisijских toplotnih izgub za stavbe, ki so stalno ogrevane na najmanj 18 °C in imajo manj kot 30 % okenskih površin [14]

V nadaljevanju tega podpoglavja so uporabljene vrednosti, ki so bile izračunane za osnovno varianto, torej z dvema conama, s programom KI-Energija 2010. Potrebno je omeniti, da bi bile lahko uporabljene tudi vrednosti dobljene s programom TOST. Na spodnjem izračunu je prikazano, da stavba izpolnjuje tudi pogoje glede koeficienta specifičnih transmisijских toplotnih izgub. Torej 10. člen pravilnika je v celoti izpolnjen.



Slika 26: Izpolnjevanje zahteve glede koeficienta transmisijских toplotnih izgub za H56 Pravilnika o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah [14]

V nadaljevanju bo preverjen tudi 6. člen Pravilnika o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, v katerem so navedene največje dovoljene vrednosti letne potrebne toplote za ogrevanje stanovanjskih stavb.

$$Q(h)/A(u) \leq 45 + 40 f(0) \text{ (kWh/m}^2\text{a)}$$

Slika 27: Zahteva pravilnika glede specifične letne potrebne energije za ogrevanje [14]

Spodnji izračunan nam pokaže, da ta zahteva pravilnika ni izpolnjena. Izračunana vrednost Q (h), ki se sicer v diplomskem delu pojavlja kot vrednost Q_{NH}, je večja od največje dovoljene vrednosti po pravilniku.

$$Q(h)/A(u) = 78,2 \text{ kWh/m}^2\text{a} \geq 45 + 40 \cdot 0,47 = 63,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Slika 28: Izpolnjevanje zahteve glede specifične letne potrebne energije za ogrevanje za H56 pravilnika o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah [14]

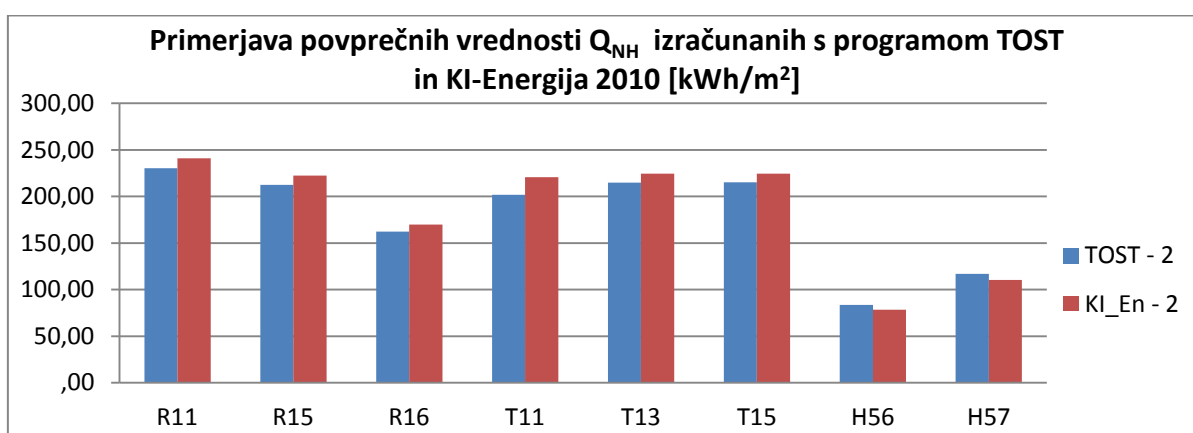
Obravnavana stavba le delno izpolnjuje zahteve takrat veljavnega pravilnika. Torej vzrok za dokaj visoko vrednost Q_{NH} izračunano za stavbo H56 v primerjavi s H57 ni v blagih zahtevah pravilnika, temveč v neizpolnjevanju le tega. Izpolnjene so zahteve glede toplotnih prehodnosti posameznih konstrukcijskih sklopov, niso pa izpolnjene zahteve glede izračuna potrebne toplote za ogrevanje. Pri projektiranju je bilo očitno premalo pozornosti namenjene izračunu celostne energetske bilance stavbe. Pozornost je bila očitno usmerjena zgolj v zmanjševanje transmisijskih izgub, medtem ko je bilo premalo narejeno na področju ventilacijskih izgub in dobitkov sončnega sevanja.

Tukaj se seveda postavlja vprašanje, kako je takšna stavba pridobila gradbeno dovoljenje. Odgovor je verjetno, da so projektanti priredili podatke elaborata gradbene fizike ali pa, da na upravni enoti dokumentacije niso pregledali oziroma je celo niso znali pregledati.

6.3.2 Komentar odstopanj rezultatov med programoma TOST in KI-Energija 2010

Primerjava rezultatov dobljenih s programom TOST in KI-Energija nam pokaže, da le ti niso povsem enaki. Pri osnovnih variantah, torej izračunanih z dvema toplotnima conama, le ti odstopajo za največ 6,5 % pri stavbi H56, ki ima hkrati najnižjo Q_{NH} . To odstopanje se zdi še v mejah dopustnega, saj je potrebno omeniti tudi, da je način podajanja vhodnih podatkov malenkostno različen med programoma. Večja razlika v rezultatih je v variantah s tremi ogrevanimi conami, kjer rezultati odstopajo največ za približno 8 %. Vzrok za to je zopet moč pripisati podajanju vhodnih podatkov, pri čemer do največjih razlik prihaja prav pri podajanju neogrevanih con. Iz tega gre sklepati, da razlike niso posledice računskega postopka, ki je predpisan v TSG-01-004:2010 in je za vse programe enak. Poleg tega je odstopanje popolnoma sprejemljivo, saj se je potrebno zavedati tudi tega, da je metoda uporabljena za izračun porabe energije numerična, ter tako že zaradi metode prihaja do razlik v izračunih.

Diagram 3: Primerjava vrednosti Q_{NH} izračunanih s programoma TOST in KI-Energija 2010 za osnovno varianto z dvema conama

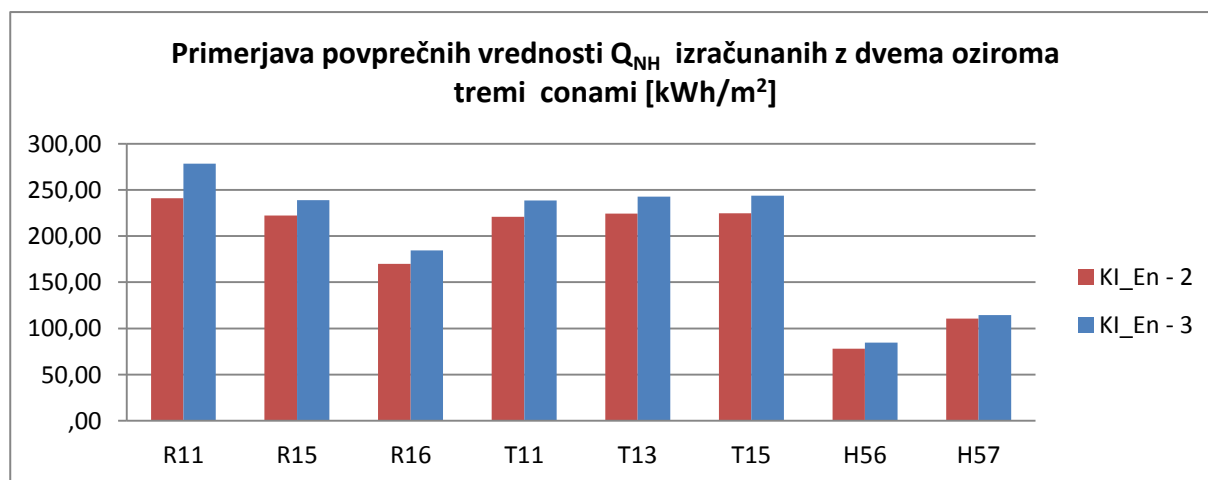


Na tem mestu je potrebno razložiti, da se je v primerih, ko so se med programi pojavile neuskkljenosti oziroma anomalije pri vhodnih klimatskih podatkih (primer stavbe R16, glej poglavje 7.1 *Vpliv klimatskih podatkov*), le te smiselno uskladile. Namreč te napake v programih bi pomenile pomembno odstopanje pri primerjavi rezultatov med njimi. V omenjenem primeru se je za stavbo R16 privzela lokacija ostalih stavb iz sklopa R11–15 in T11–15, saj so klimatski podatki med njimi poenoteni. Namreč razlika v lokaciji stavbe R16 in ostalih stavb iz tega sklopa je minimalna (cca 50 m).

6.3.3 Komentar odstopanj rezultatov izračunanih z dvema oziroma tremi conami

Spodaj je prikazana primerjava rezultatov izračunanih s programom KI-Energija. Izračunano je bilo povprečje vrednosti za obravnavano obdobje, saj se vrednosti med leti lahko spreminjajo, kar je posledica posegov na stavbnih ovojih.

Diagram 4: Primerjava vrednosti Q_{NH} za osnovno varianto z dvema conama (KI_En-2) in varianto s tremi conami (KI_En-3)



Iz primerjave rezultatov dobljenih z izračunom z dvema oziroma tremi conami je opazno, da so vrednosti dobljene z analizo s tremi conami kar občutno večje od tistih dobljenih z dvema conama. Največje odstopanje je opazno pri stavbi R11, kar za 15,1 %. Razlog, da je prav pri tej stavbi odstopanje največje, je v tem, da ima le ta, za razliko od ostalih tipskih objektov, drugačno tlorisno razporeditev prostorov. Tako ima omenjena stavba neogrevano stopnišče v notranjosti stavbe in ne kot ostale, ki imajo stopnišče prislonjeno na severno stran fasade. S tem ima stavba še več površin skozi katere prehaja toplota, kar se lepo vidi s faktorjem oblike $f_o = 0,67 \text{ m}^{-1}$, medtem ko je pri ostalih tipskih objektih pri analizi s tremi toplotnimi conami ta faktor $f_o = 0,61 \text{ m}^{-1}$. Torej se vrednosti Q_{NH} povečajo zaradi povečanja faktorja oblike. Zmotna je torej hitra ocena, da se specifična poraba z zmanjšanjem ogrevalne prostornine zmanjša, saj se zmanjša tudi ogrevalna površina. Seveda se zmanjša potrebna

energija za ogrevanje v kWh, ker je potrebno ogrevati manjšo prostornino, vendar je na nivoju specifične porabe (kWh/m^2) le ta višja, prav zaradi bolj neugodne oblike (večji f_o).

Poenostavitev za določitev toplotnih con v poglavju 9.2.3 tehnične smernice TSG-1-004:2010 torej za obravnavane stavbe ni na varni strani, saj z upoštevanjem le te dobimo nižje vrednosti Q_{NH} kot v primeru, da le te ne bi upoštevali in bi natančneje modelirali stavbo. To je precej koristna ugotovitev, pa ne zato, da bi izdelovali »boljše energetske izkaznice« temveč, da le te predpostavke ne bi uporabljali za natančnejše analize podobnih objektov.

7 ANALIZA ODPSTOPANJ MERJENIH IN RAČUNSKIH PODATKOV O PORABI ENERGIJE ZA OGREVANJE

Preden bo dejansko narejena primerjava podatkov o merjeni in računski porabi toplote za ogrevanje se je potrebno vprašati o smiselnosti primerjave med njima. Pri merjeni porabi gre dejansko za merjeno dovedeno energijo, pri računski pa za potrebno energijo za ogrevanje. Ti dve količini v splošnem nista enaki, saj pri potrebni energiji za ogrevanje niso upoštevane izgube na sistemih, prav tako pa ne vrnjene toplotne energije za ogrevanje in pripravo tople vode. Povezava med računskima vrednostma teh dve količini po TSG-01-004:2010 je sledeča:

$$Q_{h,f} = (Q_{NH} - Q_{rhh} - Q_{rwh}) + Q_{th}$$

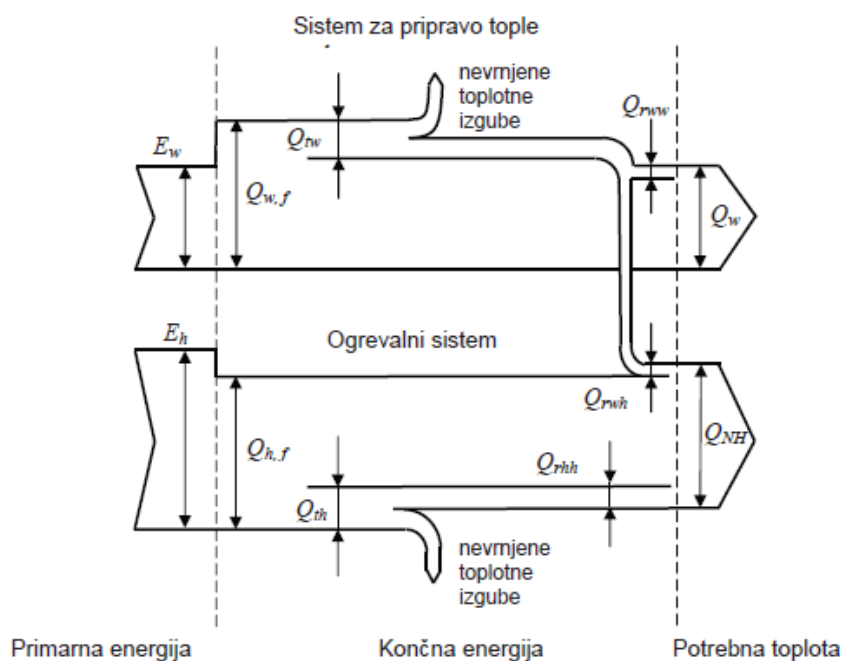
$Q_{h,f}$ - končna energija za ogrevanje (v obravnavanem primeru enaka dovedeni energiji)

Q_{NH} - potrebna toplota za ogrevanje, določena skladno s SIST EN ISO 13790

Q_{rhh} - vrnjena toplotna energija ogrevalnega sistema (toplotna in električna)

Q_{rwh} - vrnjena toplotna energija sistema za toplo vodo (toplotna in električna), glede na Q_{NH}

Q_{th} - skupne toplotne izgube ogrevalnega sistema



Risba 6: Potek računanja energijskih tokov

Slika 29: Prikaz računa energetskega toka [12]

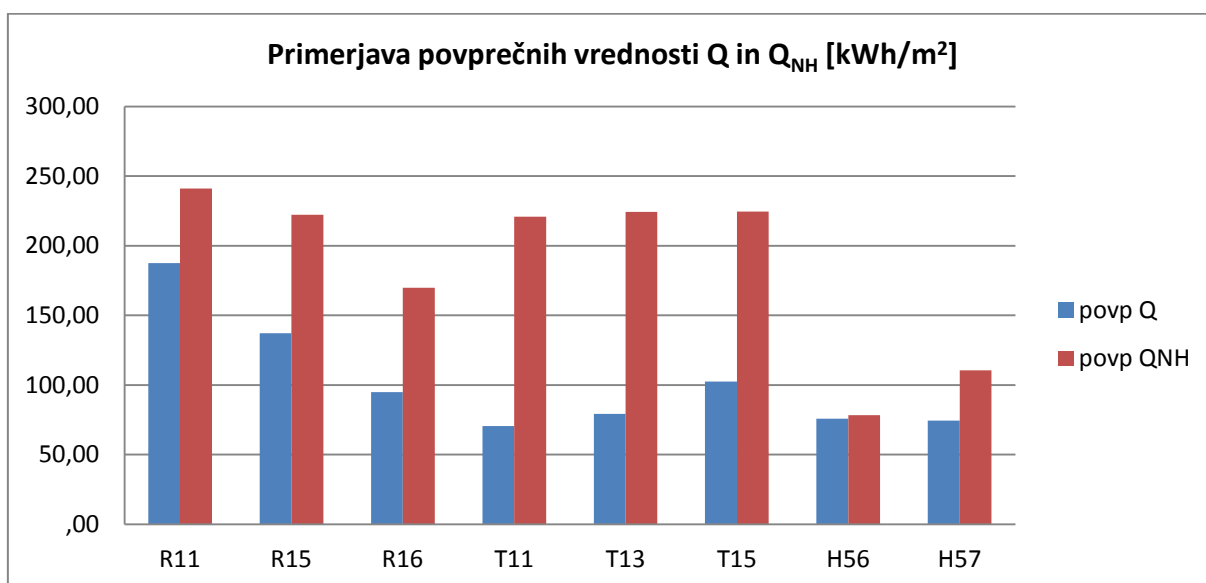
Na sliki in tudi v enačbi se vidi, da je računsko dovedena energija v večini primerov višja kot potrebna energija za ogrevanje, ni pa niti izključeno, da je manjša. Takšen primer je, ko ima generator toplotne

energije zelo dober izkoristek, cevovodi so v ogrevanih prostorih, hkrati pa nam sistem za pripravo tople vode z vrnjenimi toplotnimi izgubami dodatno ogreva prostore.

V obravnavanih primerih gre za daljinsko ogrevanje, torej stavba nima svojega generatorja toplote, temveč toplotno podpostajo. Hiter izračun s programom KI-Energija 2010 je pokazal, da lahko razliko med računskima vrednostma dovedene in potrebne energije ocenimo na 5-10 %. Razlog je v tem, da nimamo izgub pri pripravi toplotne energije na nivoju stavbe, temveč je preko sistema daljinskega ogrevanja le ta dovedena v toplotno podpostajo. Drugače povedano, učinkovitost toplarne in distribucije od toplarne do stavbe ni upoštevana. Glavni cevovodi, ki so izven ogrevanih prostorov, v vseh obravnavanih stavbah so izolirani, kar pomeni manjše toplotne izgube razvodnega sistema. Primerjava s tega stališča je torej smiselna, glavni razlog je sistem daljinskega ogrevanja. Poleg tega sta pri vseh obravnavanih stavbah sistema priprave tople sanitarne vode in ogrevanja ločena. Topla sanitarna voda se v vseh stavbah pripravlja z lokalnimi električnimi grelniki, tako da energija za pripravo le te ni vključena v merjenih podatkih porabe toplote. Zaradi vsega omenjenega se v nadaljevanju pri obravnavanih stavbah dejansko merjeno porabo lahko primerja z izračunano potrebno energijo za ogrevanje, ki je sicer za malenkost nižja od računske potrebne energije.

Pomembno je še omeniti, da so računski podatki vezani na standardne pogoje uporabe, podatki o dejanski (merjeni) porabi energije pa so vezani na dejansko rabo in bivalne navade stanovalcev. Sklepiti gre, da bo to tudi eden izmed glavnih vzrokov za odstopanje teh rezultatov.

Diagram 5: Primerjava povprečnih vrednosti merjene porabe in povprečne računske potrebne energije za ogrevanje za obravnavane stavbe



V prikazanem diagramu je razvidna primerjava povprečnih merjenih porab in povprečne potrebne energije za ogrevanje Q_{NH} izračunane s programom KI-Energija 2010 za vse obravnavane stavbe. Povprečne vrednosti so izračunane za obdobje obravnavanih ogrevalnih sezon, tako pri merjenih, kakor tudi pri računskih vrednostih. Primerjava povprečnih vrednosti obeh količin je v tem primeru smiselna, saj se izboljšava stavbnega ovoja stavbe odraža tako v merjeni porabi, kakor tudi pri izračunanih vrednostih Q_{NH} od izvedbe sanacije dalje. Ni potrebno posebej poudarjati, da sta v obeh primerih količini po sanaciji manjši.

Iz diagrama je hitro opazno, da rezultati merjene in računske porabe močno odstopajo. Na presenečenje pa odstopajo tako, da je merjena poraba tudi za faktor 3 manjša od računske, čeprav je bilo pričakovati ravno nasprotno. Vidimo, da najbolj odstopajo stavbe na Cesti Cirila Tavčarja, kjer je omenjeni faktor ravno 3, pri ostalih stavbah je omenjeni faktor precej manjši, vendar, razen pri novejših stavbah H56 in H57, še vedno občutno prevelik. Zanimiva je ugotovitev, da so razlike med merjeno in računsko porabo občutno večje pri starejših stavbah (R11, R15, R16, T11, T13 in T15), kot pri novejših (H56 in H57), kjer so te vrednosti dokaj dobro primerljive. Očitno je, da se s starostjo stavbe razlike povečujejo. Razlog za to je dokaj enostaven, saj je pri novejših stavbah projektna dokumentacija mnogo bolj obširna in zanesljiva, ter zato vhodni podatki precej bolje opišejo dejansko stanje na stavbi. Pri gradnji starejših stavb je zaradi pomanjkanja nadzora prihajalo do nezabeleženih sprememb glede na načrte, s tem pa izračun energetskega karakteristika temelji na napačnih vhodnih podatkih, ki se nanašajo na sestavo konstrukcijskih sklopov in jih je skorajda nemogoče preveriti. Drugi razlog je v tem, da starejše stavbe prvotno niso imele vgrajene toplotne izolacije na stavbnem ovoju, kar pomeni veliko toplotno prehodnost konstrukcijskega sklopa, vsaka neevidentirana sprememba v sestavi konstrukcijskih sklopov pa ima velik vpliv na toplotno prehodnost le tega. Pri novejših stavbah, kjer imajo glavni vpliv na toplotno prehodnost toplotne izolacije, dodaten sloj npr. mavčnih plošč, ne vpliva tako občutno na manjšo toplotno prehodnost celotnega konstrukcijskega sklopa, kot pri starejših stavbah.

Zopet se pojavlja vprašanje smiselnosti primerjave podatkov o merjeni in računski potrebni energiji za ogrevanje. Zato bodo v nadaljevanju predstavljeni vzroki za odstopanje in s tem bo možno potrditi ali ovreči tezo o smiselnosti primerjave teh dveh vrednosti.

Vzroki za odstopanje so lahko sledeči:

- različni računski in dejanski klimatski podatki,
- režim uporabe je drugačen od standardnega (prazna stanovanja, drugačni temperaturni režimi, drugačen režim prezračevanja...),
- način oziroma vrsta ogrevanja je lahko pri posameznih stanovanjih drugačen-na,

- dejansko stanje stavbe je drugačno kot v računskem modelu oziroma so podatki o vgrajenih materialih slabi (nevidentirane spremembe na stavbi, ki niso zabeležene v načrtih),
- poenostavitve in predpostavke pri računskem modeliranju (izbira con, sestava konstrukcijskih sklopov...),
- napake pri meritvah oziroma nepravilno delovanje števecov.

7.1 Vpliv klimatskih podatkov

Veliko nam o klimatskih podatkih na določenem območju pove temperaturni primanjkljaj, DD – degree days (danK). Gre za vsoto razlik med notranjo temperaturo 20 °C in povprečno dnevno temperaturo zraka po vseh dnevih, ko je bila povprečna zunanja temperatura zraka nižja od 12 °C. Pri računu potrebne toplote za ogrevanje ta parameter ni neposredno upoštevan, saj je predpisan mesečni izračun in ne letni (TSG-1-004:2010 poglavje 9.2.1 Računska metoda, 2. člen). Seveda pa program pri izračunu upošteva povprečne mesečne temperature, s katerimi pa je glede na definicijo temperaturni primanjkljaj posredno v povezavi.

Obravnavane stavbe se nahajajo na Jesenicah in okolici, zato so bili zbrani podatki o temperaturnih primanjkljajih, ki so bili izračunani za najbližje vremenske postaje. Primerjani so bili z vrednostmi, ki jih programi upoštevajo pri izračunu.

Preglednica 8: Temperaturni primanjkljaji za obdobje 2004–2011, za katerega so pridobljeni podatki o rabi toplote [35]

Ogrevalna sezona/ Merilna postaja	2004 2005	2005 2006	2006 2007	2007 2008	2008 2009	2009 2010	2010 2011	2011 2012	Povprečna vrednost
Lesce	3622	3940	2887	3663	3554	3523	3476	ni podatka	3524
Brnik	3611	3836	2788	3568	3452	3490	3421	ni podatka	3452

Iz gornje preglednice je hitro opazno, da so bili temperaturni primanjkljaji v vseh obravnavanih ogrevalnih sezonah nižji od računskih, ki so bili upoštevani v programih pri izračunu potrebne toplote za ogrevanje. Le ti podatki so vidni v naslednji preglednici. Podatki o temperaturnih primanjkljajih na tem območju so bili preverjeni za celotno obdobje merjenja v merilnih postajah, pri čemer je potrebno vedeti, da se temperaturni primanjkljaj za posamezno sezono izračuna na osnovi meritev zabeleženih v tej sezoni. Za merilno postajo Lesce, v kateri se merijo vremenski podatki od leta 1980 dalje, je povprečna vrednost $DD_{povp} = 3693$ danK, za merilno postajo Brnik, v kateri se podatki beležijo od leta 1964 dalje, pa znaša povprečna vrednost temperaturnega primanjkljaja v tem obdobju $DD_{povp} = 3666$ danK. Opazni sta lahko torej dve stvari. Prva je dejstvo, da so se v zadnjem obdobju (2004–2012) klimatski pogoji glede na povprečje omilili. Drugo, kar je še pomembnejše, pa je dejstvo, da so vhodni

klimatski podatki za območje Jesenic predimenzionirani, kar je lepo razvidno v spodnji preglednici. Klimatski podatki bi morali bazirati na 30-letnem povprečju, vrednosti temperaturnih primanjkljajev pa bi morali biti pridobljeni na numeričen način, torej interpolirani iz mrež meteoroloških postaj. V obravnavanem primeru pa je precej očitno, da se navezujejo zgolj na osnovi meritev v treh letih (1977–1979), ko se je le ta izvajala na merilni postaji Jesenice-Hrušica in so bili temperaturni primanjkljaji sledeči: 4029 danK, 4356 danK, 4316 danK. Opazno je, da so te vrednosti precej bolj podobne vhodnim vrednostim računalniških programov, vendar je to vsekakor nesmisel, saj so dobljene na premajhnem vzorcu meritev. V teh treh letih je bil namreč tudi na ostalih postajah izmerjeni temperaturni primanjkljaj občutno višji od povprečnega.

Preglednica 9: Prikaz vhodnih DD v računalniških programih in odstopanj od povprečne vrednosti v obravnavanih ogrevalnih sezonah – 3500 danK

Računalniški program			TOST		KI-Energija	
Stavba	GKX	GKY	DD [danK]	Odstopanje [%]	DD [danK]	Odstopanje [%]
R11	144383	426517	4100	14,6	4300	18,6
R15	144417	426520	4100	14,6	4300	18,6
R16	144435	426493	4100	14,6	4700	25,5
T11	144406	426605	4100	14,6	4300	18,6
T13	144442	426607	4100	14,6	4300	18,6
T15	144421	426579	4100	14,6	4300	18,6
H56	145507	424600	4100	14,6	4100	14,6
H57	145506	424601	4100	14,6	4100	14,6

Zanimivo je, da dva programa za izračun energetskih karakteristik stavbe za isto lokacijo vzameta različne klimatske podatke. Zato so bili temperaturni podatki za lokacijo stavbe R16 preverjeni še s komercialnim programom ArchiMAID [36]. Le ta je v računu privzel vrednost 4100 danK, enako kot program TOST. Glede na to, da sta programa KI-Energija in ArchiMaid uradna program za izračun računske energetske izkaznice, bi pričakovali, da bosta vsaj pri klimatskih podatkih usklajena, pa že tu vidimo, da nastopajo razlike. Na to problematiko je potrebno posebej opozoriti, saj bo ob izdajanju energetskih izkaznic to vzrok za napake, pa naj gre za namerne ali nenamerne. Izdelovalci bodo ob spoznanju, da lahko za isto lokacijo izdelajo »boljšo« energetsko izkaznico, to hitro znali izkoristiti.

Za izdelovanje računskih energetskih izkaznic je predvidena uporaba kateregakoli izmed treh komercialnih programov (KI-Energija 2010, Gradbena Fizika, ArchiMAID), ki so prosto dostopni na spletu. Dejstvo je, da so vsi trije programi sicer deklarirano narejeni po Tehnični smernici TSG-1-004:2010 in standardu SIST EN ISO 13790: 2008 – Toplotne značilnosti stavb – Računanje potrebne energije za ogretje in hlajenje prostora, vendar niso nepristransko preverjeni. Kot je bilo že ugotovljeno prihaja med njimi do očitnih razlik. To pomeni, da bodo nastajale napake pri računu energetskih izkaznic oziroma, kar je veliko huje, do napak prihaja že sedaj pri projektiranju. Z nezanesljivimi računalniškimi orodji se namreč izdelujejo elaborati gradbene fizike, ki so nujni

sestavni deli pri izdaji gradbenih dovoljenj. Edina smiselna rešitev tega problema je obvezna potrditev vsakega izmed programov, ki bi jo morala izdelati neodvisna akreditacijska skupina.

Popolnoma neodvisno od dela v tej diplomski nalogi je do podobnih ugotovitev v svojem diplomskem delu prišel tudi Primož Šestan [37]. V njegovem delu se je nepravilno delovanje posameznih programov izkazalo za zelo obsežen problem. Ugotavlja, da sta programa TOST in KI-Energija najbolj zanesljiva za uporabo, medtem ko sta programa Gradbena Fizika in ArchiMAID pogojno zanesljiva. Navaja tudi v kakšnih primerih pride do napak v delovanju teh dveh programov.

Kot je razvidno iz *Preglednice 9* so odstopanja pri vhodnih temperaturnih podatkih opazna predvsem pri stavbi R16, pri kateri se izbrana temperaturna primanjkljaja med obema programa razlikujeta kar za 15 %, pri programu KI-Energija 2010 pa je odstopanje od povprečne vrednosti DD kar za 25 %. Če vemo, da so stavbe R11–16 in T11–15 razporejene na lokaciji s polmerom cca 100 m, je še bolj nesmiselno, da imajo v programu KI-Energija 2010 različne vhodne klimatske podatke. Stavba R16 ima namreč izbran DD = 4700 danK, ostali pa 4300 danK. Seveda je potrebno omeniti, da je sprememba lokacije stavbe R16 glede na ostale v obravnavanem naselju zanemarljiva. Edina logična razlaga je, da je v programu KI-Energija omenjena stavba v različnem klimatskem kvadrantu oziroma meja kvadranta poteka ravno v naselju, kar pa ne drži za preostala programa. Očitno je, da je sistem zajemanja klimatskih podatkov neusklajen med programi.

Mesec	Povprečna temperatura (°C)	Mesec	Temperatura (°C)	Vlažnost (%)	Mesec	Povprečna temperatura [°C]
JAN	-3,0	Jan	-4	90	Januar	-2,00
FEB	-1,0	Feb	-2	90	Februar	-1,00
MAR	3,0	Mar	1	85	Marec	3,00
APR	7,0	Apr	5	85	April	7,00
MAJ	12,0	Maj	10	85	Maj	12,00
JUN	15,0	Jun	13	75	Junij	15,00
JUL	17,0	Jul	15	75	Julij	17,00
AVG	17,0	Avg	15	80	Avgust	17,00
SEPT	13,0	Sep	11	85	September	13,00
OKT	8,0	Okt	6	90	Oktober	8,00
NOV	2,0	Nov	1	90	November	2,00
DEC	-1,0	Dec	-2	90	December	-1,00
Ogrev.sezona	5,1					
TOST		KI-Energija			ArchiMAID	

Slika 30: Vhodne povprečne mesečne temperature za stavbo R16 pri različnih programih

Na zgornji sliki lahko vidimo, da so vhodni klimatski podatki za stavbo R16 različni pri programu KI-Energija 2010, kljub temu, da so bile podane iste koordinate. Programa TOST in ArchiMAID sta usklajena. Potrjena je tudi teza, da temperaturni primanjkljaj posredno vpliva na vhodne povprečne

mesečne temperature, kar je vidno pri nižjih povprečnih mesečnih temperaturah programa KI-Energija 2010, pri katerem je $DD = 4700$ danK, za razliko od ostalih dveh, kjer je $DD = 4100$ danK.

Za razlago tega nesmisla je potrebno razumeti, na kakšen način program definira vhodne klimatske podatke. Program glede na podane koordinate objekta GKX in GKY izbere kvadrant ($1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$), za katerega v svoji bazi podatkov poišče vhodne klimatske podatke. Kvadrant določi tako, da zaokroži zadnje tri števke pri koordinatah GKX in GKY na 500 natančno. Način, kako zaokrožuje oziroma meja zaokroževanja pa je različna med programi, kar bi bilo potrebno uskladiti. Že sam sistem določanja kvadrantov je vprašljiv, saj lahko pride ravno do takšnih anomalij, kakršna je v obravnavanem primeru, ko sta dve sosednji stavbi z enako mikroklimo uvrščeni v različna kvadranta in imata s tem drugačne vhodne podatke za izračun potrebne energije za ogrevanje. Potrebno bi bilo določiti smiselne meje med posameznimi klimatskimi conami, ki ne bi bile definirane na osnovi zaokroževanja, kakor je to sedaj, temveč bi sledile geografskim in drugim mikroklimatskim spremembam. To bi bilo seveda precej obsežno delo, zato bi bilo za začetek smiselno zgolj definirati, da se znotraj naselij s podobno klimo le ta ne bi ločevala na različne klimatske cone.

7.1.1 Korekcija merjenih vrednosti glede na klimatske podatke

Opazno je, da so izbrani temperaturni podatki za lokacijo obravnavanih stavb v računalniških programih kar precej višji od dejanskih. To pomeni, da so izračunane vrednosti Q_{NH} izračunane za hladnejšo klimo, kot je bila dejansko v zadnjih sedmih letih in zato eden izmed razlogov, zakaj merjene in izračunane porabe toplote za ogrevanje odstopajo.

Ker je eden izmed ciljev diplomske naloge ugotovitev smiselnost primerjave ravno teh dveh vrednosti, je v nadaljevanju prikazana predlagana korekcija merjenih vrednosti glede na klimatske podatke, ki jih je program upošteval pri izračunu. Podatki o merjeni porabi so normirani na povprečne vremenske pogoje na sledeč način:

$$Q_{kor,TP} = \frac{DD_{dej}}{DD_{rač}} Q_{merjen}$$

$Q_{kor,TP}$ - korigirana specifična merjena poraba glede na računske vremenske pogoje

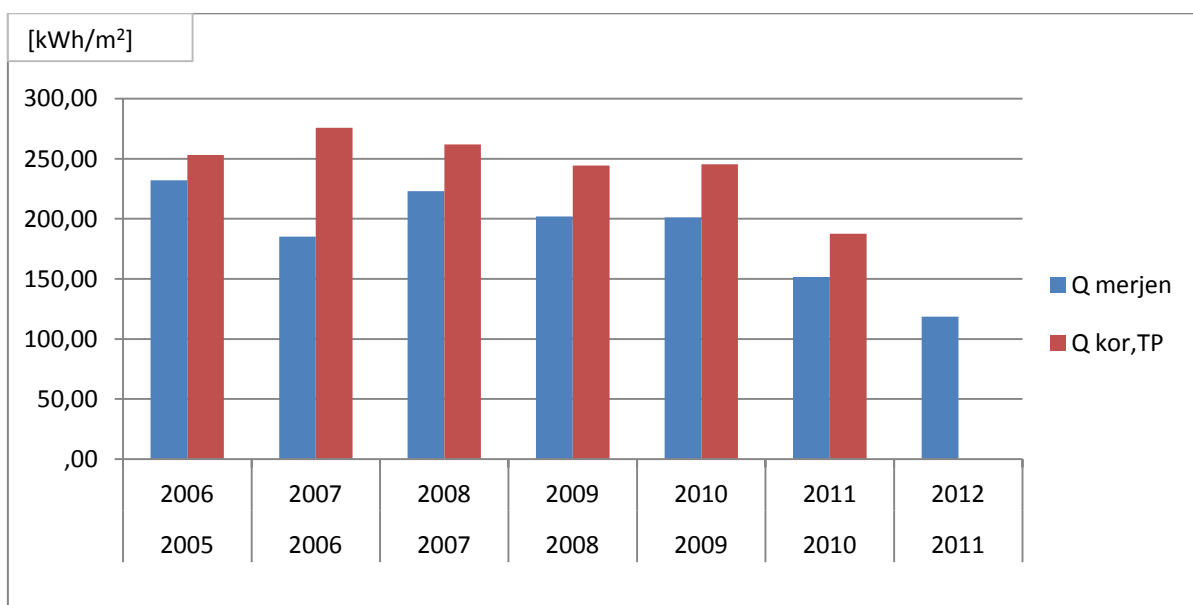
Q_{merjen} - specifična merjena vrednost porabe v posamezni ogrevalni sezoni

$DD_{rač}$ - v programu izbrana računska vrednost temperaturnega primanjkljaja

DD_{dej} - dejanski temperaturni primanjkljaj, izmerjen na najbližji vremenski postaji

S tem, ko so bile vrednosti merjene porabe korigirane, so se nove vrednosti $Q_{kor,TP}$ na nek način približale vrednostim, ki bi ustrezale porabi pri ogrevalni sezoni s temperaturnim primanjkljajem 4300 danK, ki jo je program KI-Energija upošteval pri izračunu Q_{NH} . Prav tako bi morali s to korekcijo dobiti bolj enakomerne merjene letne porabe toplote za ogrevanje za posamezne ogrevalne sezone, saj je ob mili zimi DD majhen, povprečen (v obravnavanem primeru računski 4300 danK) pa večji. S tem, ko izmerjeno porabo v tem letu pomnožimo z njunim količnikom, dobimo višjo vrednost oziroma normirano porabo. Ravno obratno velja tudi za hladnejše zime, vendar v obravnavanih sezonah do tega ni prišlo, saj je bil dejanski DD v vseh letih manjši od tistega, ki ga privzame računalniški program.

Diagram 6: Prikaz korekcije podatkov o merjeni porabi za stavbo R11 s pomočjo DD



Iz zgornjega diagrama je razvidno, da so korigirane merjene vrednosti porabe toplote bolj konstantne tekom posameznih ogrevalnih sezon (rdeči stolpci), kot merjene (modri stolpci). Do očitnega padca pride v ogrevalni sezoni 2010/2011, razlog za to pa je dejstvo, da je bil v tej sezoni na stavbi prenovljen ogrevalni sistem, hkrati pa so bili vgrajeni delilniki toplote. Posledično je tudi korigirana merjena poraba za to sezono očitno manjša od porab v prejšnjih sezonah. Gledano v celoti so razlike med posameznimi korigiranimi vrednostmi za omenjene ogrevalne sezone so manjše, povedano drugače, vrednosti so bolj enakomerno razporejene med obravnavanimi ogrevalnimi sezonami. Za ogrevalno sezono 2011/2012 v času izdelovanja računskega dela diplome še ni bilo podatka DD, zato v diagramu ni korigiranega podatka $Q_{kor,TP}$ za to ogrevalno sezono.

Pri tej stavbi se vrednosti korigirane porabe toplote za ogrevanje zelo dobro ujemajo z izračunanima vrednostnima Q_{NH} , ki je v programu KI-Energija 241,0 kWh/m², v programu TOST pa 230,4 kWh/m².

Potrebno je upoštevati tudi dejstvo, da programa računata z različnimi povprečnimi zunanji temperaturami, kar se odraža v različnih vrednostih temperaturnih primanjkljajev za posamezna programa (KI-Energija: DD = 4300 danK, TOST: DD = 4100 danK). Vse to potrjuje smiselnost te korekcije pri primerjavi računске in merjene porabe toplote za ogrevanje, saj se je tudi na ostalih stavbah korigirana merjena poraba približala vrednostim računске.

7.2 Vpliv lokalnega ogrevanja in praznih stanovanj

Kot je omenjeno že zgoraj, se vrednosti $Q_{kor,TP}$ in Q_{NH} , razen pri stavbi R11 niso ujemale v meri, da bi lahko sklepali o smiselnosti primerjave teh dveh vrednosti. Z namenom, da bi bili ugotovljeni nadaljnji vzroki za odstopanje, se je bilo potrebno podrobneje seznaniti s stavbami. Za vsako stavbo je bil opravljen sestanek in pogovor s predstavnikom ali hišnikom le te, prav tako pa tudi pregled stanja stavbe. Zastavljena vprašanja so se navezovala na več sklopov:

- sanacije oziroma izboljšanja toplotnega ovoja stavbe (okna, fasada, streha, tla nad kletjo),
- ukrepi na ogrevalnem sistemu (hidravlično uravnoteženje, zunanja regulacija ogrevalnega sistema, vgradnja termostatskih ventilov, kalorimetrov ali delilnikov toplote),
- vpliv uporabnikov (lokalno ogrevanje stanovanj, dolgotrajna nezasedenost stanovanj, bivanjske navade stanovalcev, način plačevanja stroškov ogrevanja).

7.2.1 Korekcija merjenih vrednosti glede na dejansko uporabno površino

Pri pridobivanju teh podatkov je bilo ugotovljeno, da daljinsko ogrevanje v nekaterih stavbah ni edini vir ogrevanja, prav tako pa je v nekaterih stavbah nekaj stanovanj, ki so bila ali so še dalj časa prazna. Tako se na primer v stavbi T13 dve stanovanji ogreva s pečmi na kurilno olje, nekatera stanovanja v drugih stavbah pa s kaminom na drva. Torej specifična merjena poraba v teh primerih ni izračunana smiselno, saj je poraba toplote za ogrevanje v teh stavbah deljena s celotno ogrevalno površino A_u in zato manjša, kot bi bila, če bi upoštevali še druge ogrevalne sisteme, ki ogrevajo to stavbo. Ker pa je dejanske podatke o porabljenih lokalnih energentih (kurilno olje in drva) z uporabno natančnostjo skorajda nemogoče pridobiti, je bil uporabljen drugačen pristop. Natančno je znano, kateri prostori se ogrevajo lokalno oziroma so dalj časa prazni, s tem pa tudi njihove uporabne površine, zato je bila izvedena naslednja korekcija:

$$Q_{kor,A} = \frac{Q_{merjen}}{A_{u,kor}}$$

$$A_{u,kor} = A_u - A_{u,lok} - A_{u,praz}$$

- $Q_{kor,A}$ - korigirana specifična merjena poraba glede na dejansko uporabno površino
 Q_{merjen} - specifična merjena vrednost porabe v posamezni ogrevalni sezoni
 $A_{u,kor}$ - korigirana oziroma dejanska ogrevalna površina v stavbi
 A_u - celotna ogrevalna površina v stavbi
 $A_{u,lok}$ - ogrevalna površina, ki se ogreva na lokalne ogrevalne sisteme (kurilno olje in drva)
 $A_{u,praz}$ - ogrevalna površina dalj časa praznih stanovanj

Kot je bilo že omenjeno, so bila v tej korekciji upoštevana tudi dalj časa prazna stanovanja, saj se le ta nič ali minimalno ogrevajo. Za nekatere izmed teh stavb, ki imajo vgrajene kalorimetre, so bili pridobljeni tudi podatki o porabi toplote za ogrevanje na nivoju stanovanj. Iz teh meritev je bilo opazno, da prazna stanovanja porabijo minimalno količino toplote oziroma v nekaterih primerih celo nič, ker jih seveda grejejo sosedi.

Preglednica 10: Specifične porabe toplote za ogrevanje na nivoju stanovanj za stavbo H57 [32]

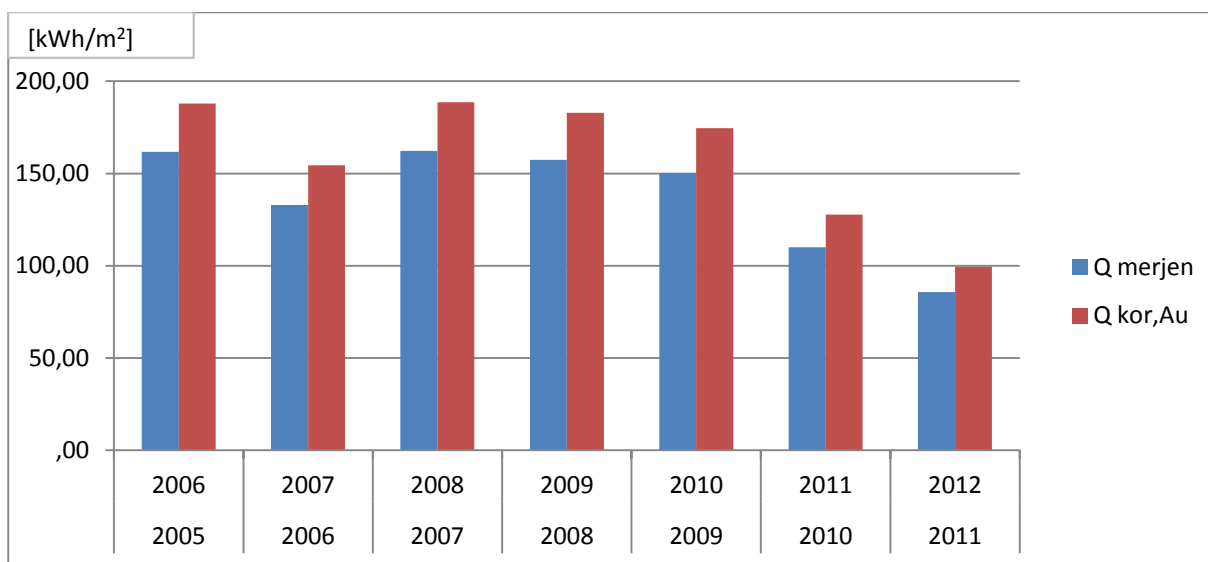
Stanovanje št.	A_u [m ²]	Specifična poraba za stanovanje v ogrevalni sezoni [kWh/m ²]							
		2005 2006	2006 2007	2007 2008	2008 2009	2009 2010	2010 2011	2011 2012	
1	72,8	101,9	72,4	101,2	92,0	93,5	86,1	46,9	
2	38,6	137,9	97,0	118,4	131,7	93,2	113,9	94,7	
3	55,6	68,3	24,2	35,7	41,3	31,4	28,0	37,5	
4	72,8	55,4	21,9	12,3	3,4	6,0	0,6	66,4	
5	38,6	/	/	/	/	/	/	/	
6	55,6	146,3	109,0	102,6	83,7	96,4	93,0	14,1	
7	72,8	148,3	107,8	100,2	131,4	143,9	122,4	95,7	
8	63,7	139,7	103,6	143,2	146,3	112,4	113,8	107,6	
9	77,1	54,4	24,7	24,7	43,7	28,2	33,7	44,0	

Iz gornje preglednice je razvidno, da za stanovanje št. 5 v stavbi H57 ni zabeležene porabe toplote za ogrevanje. Stanovanje je že dalj časa prazno in ni niti priklopljeno na sistem daljinskega ogrevanja. Glede porabe toplote za ogrevanje sta zanimivi tudi stanovanji št. 4 in 6. Med pridobivanjem in analiziranjem podatkov o porabi toplote na nivoju posameznih stanovanj je bilo ugotovljeno, da sta bili ti dve stanovanji v posameznih obdobjih prazni in sta se zato minimalno ogrevali. Stanovanje št. 4 je bilo prazno med obdobjem 2007–2011, medtem ko je bilo stanovanje št. 6 prazno v zadnji ogrevalni sezoni 2011/2012. Opazno je, da so v teh obdobjih porabe toplote za ogrevanje teh stanovanj občutno manjše, kot so le te, če so stanovanja v uporabi. Ker se pri računu Q_{NH} v programih upošteva 24 urna uporaba in s tem potreba po ogrevanju, je zato smiselno, da se pri izračunu specifične merjene porabe te prostore ne upošteva pri ogrevalni površini.

V primeru stavbe R15 se stanovanje št. 3 ne ogreva preko sistema daljinskega ogrevanja, temveč se ogreva lokalno s kaminom. Korekcija s pomočjo uporabne površine je zato popolnoma smiselna. Kot

je razvidno iz naslednjega diagrama, se vrednosti merjene porabe toplote za ogrevanje po korekciji občutno povečajo ter tako približajo vrednostim Q_{NH} , izračunane s programoma. Ta primerjava in dejstvo, da se tudi pri drugih stavbah korigirane vrednosti s pomočjo ogrevalne površine približajo računskim vrednostim potrebne toplote za ogrevanje Q_{NH} potrjuje smiselnost te korekcije.

Diagram 7: Prikaz korekcije podatkov o merjeni porabi za stavbo R15 glede na dejansko uporabno površino



7.2.2 Korekcija merjenih vrednosti glede na klimatske podatke in uporabno površino

Pri tej korekciji gre za združitev prejšnjih dveh posameznih korekcij, torej zaradi različnih vhodnih in dejanskih klimatskih pogojev in dejanske uporabne površine.

$$Q_{kor, A, TP} = \frac{Q_{merjen}}{DD_{dej}} \cdot DD_{rač}$$

$Q_{kor, A, TP}$ - korigirana specifična poraba glede na računske vremenske pogoje in dejansko uporabno površino

$DD_{rač}$ - v programu izbrana računska vrednost temperaturnega primanjkljaja

DD_{dej} - dejanski temperaturni primanjkljaj, izmerjen na najbližji vremenski postaji

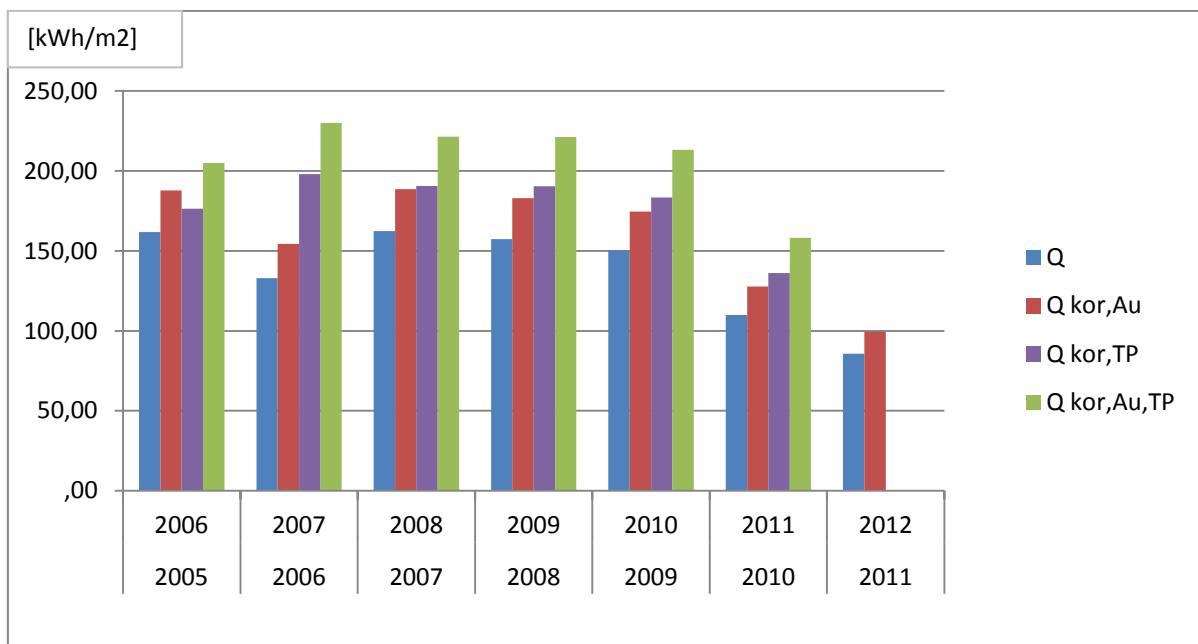
A_u - celotna ogrevalna površina v stavbi (glej enačbo v poglavju 7.2.1 Korekcija merjenih vrednosti glede na dejansko uporabno površino)

$A_{u, kor}$ - korigirana oziroma dejanska ogrevalna površina v stavbi

Q_{merjen} - specifična merjena vrednost porabe v posamezni ogrevalni sezoni

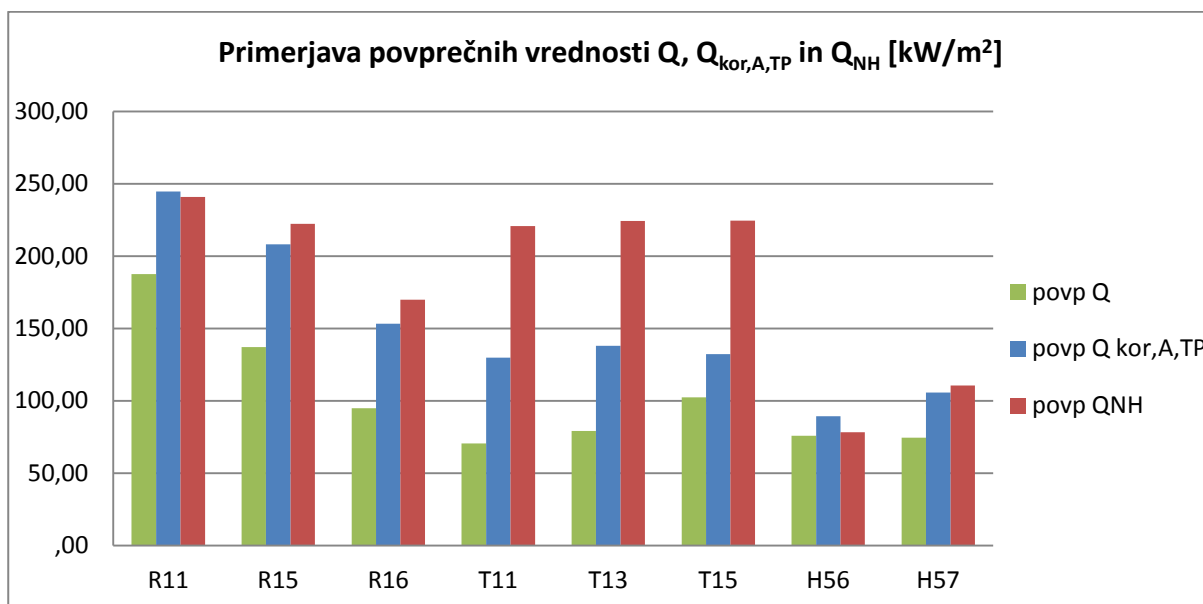
Jasno je, da so korigirane merjene vrednosti v vseh primerih višje od dejansko izmerjenih, kar je tudi logično, saj je analiza vseh obravnavanih stavb pokazala, da so računske vrednosti občutno višje od merjenih (glej *Diagram 5*). Prav tako je bil cilj korekcij ravno to, da se s korigiranimi vrednostmi približamo izračunanim. Opazno je, da v nekaterih ogrevalnih sezonah korekcija zaradi uporabne površine presega korekcijo zaradi vhodnih klimatskih podatkov.

Diagram 8: Prikaz korekcije podatkov o merjeni porabi za stavbo R15



Zelen diagram nam kaže skupno korekcijo, torej če je upoštevana tako korekcija zaradi temperaturnega primanjkljaja, kakor tudi korekcija zaradi ogrevalne površine. Ta vrednost se zelo približa vrednostnima Q_{NH} v programih ($Q_{NH,KI-Energija} = 236,6 \text{ kWh/m}^2$ in $Q_{NH,TOST} = 225,8 \text{ kWh/m}^2$). Kot je razvidno iz diagrama porabi za ogrevalni sezoni 2010/2011 in 2011/2012 močno odstopata od ostalih sezon, kar je posledica obnove strehe in vgradnje 15 cm kamene volne na stropno ploščo proti neogrevanemu podstrešju. Prav tako je vzrok za padec lahko pripisati vgradnji delilnikov toplote in termostatskih ventilov v letu 2011, kar je prispevalo k bolj ekonomični rabi energije pri stanovalcih. Z energetske sanacije podstrešja se je seveda zmanjšala tudi potrebna energija za ogrevanje, na vrednost $Q_{NH,KI-Energija} = 186,3 \text{ kWh/m}^2$ in $Q_{NH,TOST} = 178,6 \text{ kWh/m}^2$.

Če torej pri podatkih o merjeni porabi toplote za ogrevanje upoštevamo korekcijo s temperaturnim primanjkljajem in ogrevalno površino, se v 5 izmed 8 stavb približamo vrednostim računske potrebne energije za ogrevanje, kar je lepo razvidno iz naslednjega diagrama. Torej je očitno primerjava navsezadnje le smiselna, kljub temu, da so vrednosti pred korekcijami v nekaterih primerih močno odstopale.

Diagram 9: Primerjava povprečnih vrednosti merjene, korigirane merjene porabe in računske potrebne energije za ogrevanje za obravnavane stavbe

Ugotovimo lahko, da je prav to lahko razlog, zakaj je pri stanovanjskih stavbah za izračun energetskega razreda obvezna računska energetska izkaznica in ne merjena. Problem torej ni v pridobivanju izmerjenih podatkov o rabi toplote, temveč njihova interpretacija. Izdelovalci energetskih izkaznic bi ob nezadostni analizi objekta in uporabnikov lahko prišli do popolnoma napačnih rezultatov oziroma energijskih razredov. V obravnavanem primeru bi, če bi upoštevali merjene podatke za stavbo R15 pred sanacijo, dobili energetski razred E (105–150 kWh/m²), dejansko pa smo z detajlno analizo merjenih podatkov in tudi izračunom Q_{NH} prišli v razred G (210–300 kWh/m²). Torej razlika kar dveh energetskih razredov. Določilo v Pravilniku o metodologiji izdelave in izdaje energetskih izkaznic (PEI), da se računska energetska izkaznica izdelava za novozgrajene stavbe in obstoječe stanovanjske stavbe, ima torej smiselno utemeljitev.

7.3 Vpliv uporabnikov

Kot je bilo že omenjeno, podatki o računski in merjeni porabi toplote kljub korekcijama še vedno precej odstopajo pri stavbah T11, T13 in T15. Glede na to, da gre za enake tipske stavbe kot pri stavbah R11, R15 in R16, je odstopanje zato še bolj presenetljivo. Primerjava specifičnih korigiranih merjenih porab in računskih porab je prikazan v *Diagramu 9*.

Pri iskanju možnih vzrokov za odstopanje je prišlo do zanimive ugotovitve. Stavbe T11, T13 in T15 so za razliko od stavb R11, R15 in R16 od leta 2000 dalje (celotno obravnavano obdobje) pomerjene na nivoju stanovanj s kalorimetri. Le ti pred vstopom ogrevalnih vodov v stanovanje (nad vhodnimi vrati) merijo dejansko porabo toplote za ogrevanje. Ker gre pri teh posameznih vodih za zaključene zanke po

stanovanjih, nam le te meritve predstavljajo porabo toplote za ogrevanje posameznega stanovanja. Na osnovi teh meritev pa se v teh stavbah razdeli in plačuje skupen strošek ogrevanja. V omenjenih stavbah so bili uporabniki torej nagrajeni za varčevanje z energijo z manjšimi mesečnimi računi za strošek ogrevanja, za razliko od ostalih stavb, kjer so se stroški ogrevanja delili ne glede na dejansko porabo uporabnikov (v večini primerov glede na delež ogrevalne površine). V takšnih večstanovanjskih stavbah je bil torej prihranek zaradi varčevanja posameznega uporabnika porazdeljen na vse uporabnike, s tem pa motivacija posameznikov za varčevanje mnogo manjša. Mnogo bolj smiselna je zato delitev stroškov ogrevanja glede na meritve lokalnih kalorimetrov ali kot je v zadnjih letih celo obvezno, po delilnikih toplote. Način delitve in obračunavanja stroškov za toploto v večstanovanjskih stavbah je predpisan v pravilniku iz leta 2010 [38]. Tak način obračunavanja stroškov omogoča, da je nagrajen zgolj tisti uporabnik, ki je dejansko varčeval.

Zaradi tega gre sklepati, da je to glavni vzrok za odstopanje korigiranih merjenih in računskih vrednosti porabe toplote za ogrevanje pri omenjenih stavbah. Glede na to, da gre pri uporabnikih oziroma lastnikih stanovanj v teh stavbah pretežno za socialno šibkejši sloj prebivalstva, gre sklepati, da so začeli po vgradnji kalorimetrov varčevati z toplotno energijo, za kar so bili nagrajeni z nižjimi mesečnimi položnicami za stroške ogrevanja. Dodatno jih je k bolj ekonomični rabi toplote za ogrevanje spodbudilo tudi neprestano dviganje cen energentov, s čimer je ogrevanje postajalo vse dražje. Potrditev te teze je opazna tudi pri stavbah R11 in R15, kjer so bili leta 2010 vgrajeni delilniki toplote in učinek v porabi je bil opazen takoj. Poraba se je zmanjšala v obeh primerih za približno 30 %, kar je tudi približna vrednost za katero odstopajo podatki korigirane merjene in računske porabe pri stavbah T11, T13 in T15.

Pomembna ugotovitev v tem primeru je, da je vpliv uporabnikov na porabo energije za ogrevanje zelo velik, le ta pa seveda pri vrednosti Q_{NH} ni nikjer upoštevan. Enako velja tudi za vpliv ogrevalnega sistema, pri čemer je bilo ugotovljeno, da ima velik vpliv hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema, vgradnja termostatskih ventilov, delilnikov toplote ali kalorimetrov. Torej gre pri izračunu Q_{NH} dejansko za energetske karakteristike stavbe izračunane ob standardnih pogojih uporabe, ki je odvisna predvsem od vgrajenega toplotnega ovoja. Pove nam torej zgolj oceno dejanske porabe, ki pa je v veliki meri odvisna od bivalnih navad stanovalcev.

7.4 Vpliv napak pri meritvah oziroma nepravilno delovanje števec

Dejstvo je, da so napake pri meritvah prisotne, težko pa je ugotoviti v kolikšni meri. Strokovnjak, ki je zadolžen za distribucijo toplote in delitev stroškov za ogrevanje v podjetju, kjer so mi zagotovili večino podatkov o merjeni porabi, mi je pojasnil, zakaj bi lahko prihajalo do napak oziroma v obravnavanem primeru vzrokov za odstopanje rezultatov merjenih porab toplote in izračunanih

vrednosti potrebne energije za ogrevanje. Kalorimetre je potrebno vsake toliko časa umerjati, tako da se jih odstrani in odpelje na testiranje. Po umerjanju lahko rečemo, da le ti z majhno napako merijo dovedeno toplotno energijo. Napaka pa se povečuje s časom in če le ti dolgo niso umerjeni lahko napaka meritev znaša tudi do 10 %. Potrebno je še povedati, da je napaka meritev odvisna tudi od pretoka ogrevalnega medija, manjši kot je pretok, večja je napaka.

Dejstvo je, da imajo stanovanja v stavbah T11, T13 in T15 že dalj časa vgrajene kalorimetre. Tako imajo uporabniki že dolgoletne izkušnje in so spoznali, kako obvladovati merilnike toplote, da le ti pokažejo manj. Namreč ob manjšem pretoku ogrevalnega medija je napaka meritev kalorimetrov večja, kot pri večjem pretoku. Večja v smislu, da le ti izmerijo manj, kot je bilo dejansko dovedeno v stanovanje. Pretok ogrevalnega medija pa je odvisen od razlike vhodnih in izhodnih temperatur v ogrevalih, ki pa jih uporabniki na nivoju stanovanj lahko regulirajo.

8 UGOTOVITVE

Določilo v Pravilniku o metodologiji izdelave in izdaje energetskih izkaznic stavb [19], da se računska energetska izkaznica izdelava za novozgrajene stavbe in obstoječe stanovanjske stavbe, ima smiselno utemeljitev. Problem ni v pridobivanju izmerjenih podatkov o rabi toplote za ogrevanje, temveč njihova interpretacija. Ugotovljeno je bilo namreč, da nepoznavanje stavbe in uporabnikov hitro privede do popolnoma napačnih rezultatov oziroma energijskih razredov, če se le ti določijo na osnovi meritev toplote.

Pri primerjavi računske energetske bilance obravnavanih stavb izračunane z dvema oziroma s tremi conami je bilo ugotovljeno sledeče. Poenostavitev za določitev toplotnih con v 2. členu poglavja 9.2.3 tehnične smernice TSG-1-004:2010 [12] za obravnavane stavbe ni na varni strani. Računska analiza z upoštevanjem omenjene predpostavke pri obravnavanih stavbah daje »boljše energetske izkaznice« oziroma nižje vrednosti potrebne toplote za ogrevanje – Q_{NH} kot natančnejša analiza brez upoštevanja te predpostavke.

Vhodni klimatski podatki za območje Jesenic so za obravnavano obdobje predimenzionirani, vsaj tako je pokazala primerjava merjenih in računskih vrednosti porabe toplote za ogrevanje in primerjava dejanskih in vhodnih klimatskih podatkov. Potrebno bi jih bilo dodatno preučiti in razmisliti, da bi se le ti popravili, saj je možno, da se navezujejo zgolj na meritve v treh letih (1977 – 1979), ko se je meritev izvajala na vremenski postaji Jesenice-Hrušica in so bili izračunani temperaturni primanjkljaji na vseh vremenskih postajah občutno večji od povprečnih.

Vhodni klimatski podatki za isto lokacijo niso usklajeni med posameznimi programi. Posebej je potrebno opozoriti na dejstvo, da različna programa, ki sta hkrati oba uradna programa za izdelavo računskih energetskih izkaznic, za isto lokacijo vzameta različne mesečne povprečne temperature. To pa pomeni, da za isti objekt izračunata različna energetska razreda.

Razloge za napake pri vhodnih klimatskih podatkih je možno iskati pri načinu zaokroževanja geodetskih koordinat v posamezne kvadrante z enakimi vhodnimi klimatskimi podatki. Le ta ni poenoten med posameznimi programi. Potrebno bi bilo določiti smiselne meje med posameznimi klimatskimi conami, ki ne bi bile določene na osnovi zaokroževanja, kakor je to sedaj, temveč bi sledile geografskim in drugim mikroklimatskim spremembam. To bi bilo seveda precej obsežno delo, zato bi bilo za začetek smiselno zgolj definirati, da se znotraj naselij s podobno klimo le ta ne bi ločevala na različne klimatske cone.

Za izdelovanje računskih energetskih izkaznic je predvidena uporaba kateregakoli izmed treh komercialnih programov (KI-Energija 2010, Gradbena Fizika, ArchiMAID), ki so prosto dostopni na spletu. Dejstvo je, da so vsi trije programi sicer narejeni po TSG-1-004:2010 [12] in SIST EN ISO 13790 [22], vendar niso nepristransko preverjeni. Ugotovljeno je bilo, da med njimi prihaja do očitnih razlik. To pomeni, da bodo nastajale napake pri računu energetskih izkaznic oziroma, kar je veliko hujše, do napak prihaja že sedaj pri projektiranju. Z nezanesljivimi računalniškimi orodji se namreč izdelujejo elaborati gradbene fizike, ki so nujni sestavni deli pri izdaji gradbenih dovoljenj. Edina smiselna rešitev tega problema je obvezna potrditev vsakega izmed programov, ki bi jo morala izdelati neodvisna strokovna akreditacijska skupina ali določitev enega nekomercialnega programa za uradnega, ki bi bil seveda ustrezno strokovno preverjen. Težave ter nepravilno delovanje posameznih programov se je izkazalo za zelo obsežen problem tudi v diplomu, ki jo je nedavno izdelal in zagovarjal Primož Šestan [37] na Katedri za stavbe in konstrukcijske elemente. Torej do podobnih ugotovitev se je popolnoma neodvisno prišlo v dveh diplomskih delih, kar še bolj potrjuje nujnost po spremembah na tem področju.

Pri podrobnejši analizi stavbe H56, ki je bila zgrajena leta 2008, je bilo ugotovljeno, da le delno izpolnjuje zahteve takrat veljavnega Pravilnika o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah [14]. Izpolnjene so zahteve glede toplotnih prehodnosti posameznih konstrukcijskih sklopov, niso pa izpolnjene zahteve glede izračuna potrebne toplote za ogrevanje. Pri projektiranju je bilo očitno premalo pozornosti namenjene izračunu celostne energetske bilance stavbe. Pozornost je bila očitno usmerjena zgolj v zmanjševanje transmisijskih izgub, medtem ko je bilo premalo narejeno na področju ventilacijskih izgub in dobitkov sončnega sevanja. Gre za dokaz, da se v praksi z rezultati gradbene fizike manipulira in se jih potvarja, upravne enote pa nimajo interesa oziroma niso sposobne tega preveriti ter posledično sankcionirati.

Narejeni oziroma predlagani sta bili dve korekciji merjenih vrednosti porabe toplote za ogrevanje. Prva upošteva razlike med dejanskimi in vhodnimi (računskimi) klimatskimi podatki in temelji na osnovi razlik med dejanskimi in vhodnimi vrednostmi temperaturnega primanjkljaja. Druga upošteva lokalne vire ogrevanja in dalj časa prazna stanovanja, temelji pa na osnovi razlik med dejansko ogrevano površino za primarni vir ogrevanja in celotno uporabno površino stavbe. Obe korekciji sta se izkazali za smiselni, zato sta bili združeni v skupno korekcijo. Skupne korigirane merjene porabe se bolje ujemajo z računskimi vrednostmi Q_{NH} in nam omogočajo kvalitetnejšo primerjavo merjenih in računskih vrednosti.

Ena najpomembnejših ugotovitev je, da je vpliv uporabnikov na porabo energije za ogrevanje zelo velik. Pomembno je vedeti, da le ta pri Q_{NH} ni nikjer upoštevan, kar pomeni, da je natančna primerjava

merjenih porab in vrednosti Q_{NH} nemogoča. Kljub temu pa je bilo tekom analize dokazano, da je groba primerjava teh dveh količin smiselna, vendar le ob dobrem poznavanju stavb in uporabnikov.

Enako velja tudi za vpliv ogrevalnega sistema, pri čemer gre predvsem za hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema, vgradnjo termostatskih ventilov, delilnikov toplote ali kalorimetrov. Torej gre pri izračunu vrednosti Q_{NH} dejansko za energetske karakteristike stavbe, izračunane ob standardnih pogojih uporabe, ki je odvisna predvsem od kvalitete stavbnega ovoja. Pove nam oceno porabe toplote za ogrevanje, dejanska poraba pa je nato v veliki meri odvisna od bivalnih navad stanovalcev.

9 ZAKLJUČEK

Izračun porabe energije za ogrevanje se v Sloveniji že nekaj časa izvaja v praksi, saj je obvezen sestavni del projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja. Nezadostni usposobljenost in strokovnost izdelovalcev ter pomanjkanje strokovnega nadzora nad izračuni in izdelovalci je pripeljalo do alarmantnega stanja na tem področju. Tekom študija in izdelave diplomskega dela je bilo ugotovljeno kar nekaj primerov, kjer so izračuni pokazali, da objekti ne izpolnjujejo zahtevam predpisov na področju energetske učinkovitosti, izdelovalcem pa je kljub temu uspelo pridobiti vsa potrebna dovoljenja. Zdi se, da so ukrepi na nivoju projektiranja predvsem pa na nivoju nadzora (upravne enote) nujno potrebni. Le z ukrepi, ki izboljšajo stanje na začetku verige, lahko izboljšamo učinkovitost celotnega sistema.

Upajmo, da bo sistem obveznega energetskega certificiranja v Sloveniji prinesel izboljšanje na tem področju. Za razliko od izdelovalcev elaboratov gradbene fizike, so namreč za neodvisne izdelovalce energetske izkaznice določeni tako kriteriji glede izobrazbe, kakor tudi obvezno izobraževanje za pridobitev licence. Vsekakor je takšen pristop dobrodošel, vendar je sočasno potrebno zagotoviti tudi ustrezne pogoje za izdelavo izračunov, ki bodo omogočali, da bodo energetske izkaznice verodostojne. Prvi pogoj se nanaša na nekaj pomanjkljivosti v metodologiji in programski opreми za izračun energetske izkaznice, ki so bili ugotovljeni v diplomskem delu. Drugi pogoj pa se nanaša na problem »neodvisnosti« strokovnjakov za izdelavo energetske izkaznice, saj bodo le ti, če ne bo ustreznega nadzora, neodvisni le na papirju. Potrebno je upoštevati namreč dejstvo, da bodo izdelovalci plačani s strani lastnikov nepremičnin, za katere bodo izdelovali energetske izkaznice, kar pomeni, da bodo lastniki lahko zelo močno vplivali na »neodvisnega« strokovnjaka. Vse zgoraj omenjeno bo potrebno upoštevati in smiselno ukrepati, če želimo, da bo sistem energetskega certificiranja stavb v Sloveniji uspešno zaživel.

Področje energetske učinkovitosti v stavbah se zdi pri projektiranju še vedno zapostavljeno področje. Prisotna je miselnost, da so dokazila o energetske učinkovitosti nekakšno nujno zlo, še en dokument, ki ga mora vsebovati projektna dokumentacija. Resnica pa je daleč od tega, saj nas stroški ogrevanja, ekološka osveščenost in tudi zakonodaja spodbujajo k varčevanju z energijo, ki pa ga v velikem deležu lahko dosežemo z upoštevanjem veljavnih predpisov na področju gradnje. Kot je bilo že v uvodu predstavljeno, kar okoli 40 % celotne energijske porabe v Evropi odpade na rabo energije v stavbah in s tem pogojuje nastanku 35 % emisij CO₂. Torej nista zgolj industrija in promet tista, ki sta odgovorna za stanje, kakršno je na tem področju, temveč vsak izmed nas lahko prispeva nekaj k skupnemu cilju, čistejšemu okolju.

Pa naj zaključim z modro mislijo, ki upam, da nas bo vse motivirala k temu: »Narave nismo podedovali od naših staršev, pač pa smo si jo izposodili od naših vnukov«.

VIRI

- [1] Masoso, O. T., Grobler, L. J. 2010. The dark side of occupants' behaviour on building energy use. *Energy and Buildings* 42, 173–177.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778809001893> (Pridobljeno 17. 9. 2012.)
- [2] Poraba energije in goriv v gospodinjstvih, Slovenija, 2010 – končni podatki. Ljubljana. SURS. 2011.
http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=4051 (Pridobljeno 17. 9. 2012.)
- [3] Šijanec Zavrl, M., Rakušček, A. 2008. EFFCOBUILD – Spodbujanje energijske prenove večjih stavb v Občini Jesenice.
<http://www.gi-zrmk.eu/wp-content/uploads/2009/10/clanek-o-projektu-EffCobuild-EGES-julij-20081.pdf> (Pridobljeno 17. 9. 2012.)
- [4] Šijanec Zavrl, M., Skubic, M., Rakušček, A., Kolšek, J., Noč, B., 2007. Varčno z energijo. Program zmanjševanja rabe energije za ogrevanje stavb v Občini Jesenice. Ljubljana, Gradbeni inštitut ZRMK: 41 str.
- [5] Direktiva 2002/91/ES Evropskega parlamenta in sveta z dne 16. decembra 2002 o energetske učinkovitosti stavb. Ur. l. EU, št. 12/Zv.2.
- [6] Direktiva 2010/31/EU Evropskega parlamenta in sveta z dne 19. maja 2010 o energetske učinkovitosti stavb (prenovitev). Ur. l. EU, št. L 153/13.
- [7] Ahčin, M. 2011. Obnova fasadnega ovoja večstanovanjske stavbe. *Gradbenik. Nizkoenergijske in pasivne hiše*, 80–83.
- [8] Zakon o graditvi objektov (ZGO-1). Ur.l. RS, št. 110/2002.
http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r00/predpis_ZAKO3490.html (Pridobljeno 18. 9. 2012.)
- [9] Energetski zakon (EZ). Ur.l. RS, št. 79/1999 (8/2000 popr.).
http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r00/predpis_ZAKO1550.html (Pridobljeno 18. 9. 2012.)
- [10] Zakon o varstvu okolja (ZVO-1). Ur.l. RS, št. 41/2004.
http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r05/predpis_ZAKO1545.html (Pridobljeno 18. 9. 2012.)
- [11] Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. Ur.l. RS, št. 52/2010.
<http://www.uradni-list.si/1/content?id=98727> (Pridobljeno 18. 9. 2012.)
- [12] Tehnična smernica za graditev TSG-1-004:2010. Učinkovita raba energije. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor.
http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/prostor/graditev/TSG-01-004_2010.pdf (Pridobljeno 18. 9. 2012.)
- [13] Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. Ur.l. RS, št. 93/2008.

- <http://www.uradni-list.si/1/content?id=88520> (Pridobljeno 18. 9. 2012.)
- [14] Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah. Ur.l. RS, št. 42/2002.
http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r02/predpis_PRAV4222.html (Pridobljeno 18. 9. 2012.)
- [15] Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb. Ur.l. RS, št. 42/2002.
http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r03/predpis_PRAV4223.html (Pridobljeno 18. 9. 2012.)
- [16] Šijanec Zavrl, M., Tomšič, M., 2012. 1.2 Predpisi, ki urejajo projektiranje stavb. Usposabljanje za neodvisne strokovnjake za izdelavo energetskih izkaznic. Ljubljana, Gradbeni inštitut ZRMK: 20 str.
- [17] Uredba (EU) št. 305/2011 Evropskega parlamenta in sveta z dne 9. marca 2011 o določitvi usklajenih pogojev za trženje gradbenih proizvodov in razveljavitvi Direktive Sveta 89/106/EGS. Ur. l. EU, št. L 88/5.
- [18] Zakon o spremembah in dopolnitvah energetskega zakona (EZ-B). Ur.l. RS, št. 118/2006 (9/2007 popr.).
http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r05/predpis_ZAKO4645.html (Pridobljeno 18. 9. 2012.)
- [19] Zakon o spremembah in dopolnitvah energetskega zakona (EZ-E). Ur.l. RS, št. 10/2012.
http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r07/predpis_ZAKO6327.html (Pridobljeno 18. 9. 2012.)
- [20] Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb. Ur.l. RS, št. 77/2009.
http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r01/predpis_PRAV8151.html (Pridobljeno 18. 9. 2012.)
- [21] Pravilnik o usposabljanju, licencah in registru licenc neodvisnih strokovnjakov za izdelavo energetskih izkaznic. Ur.l. RS, št. 6/2010.
http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r00/predpis_PRAV10090.html (Pridobljeno 18. 9. 2012.)
- [22] SIST EN ISO 13790:2008 – Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling.
- [23] Krainer, A., Perdan, R. 2012. TOST – Program za izračun energetske bilance stavb po Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah upoštevajoč SIST EN ISO 13790 in TSG-1-004. Ljubljana, UL FGG, KSKE.
- [24] Medved, S., Arkar, C., Šuklje T., 3K-IT d.o.o., Knaufinsulation tehnična služba. 2012. KI Energija 2012. Verzija 3.8.6.0, Knauf Insulation d.o.o.
- [25] Krainer, A., Perdan, R. 2012. TEDI – Program za analizo toplotnega prehoda, toplotne stabilnosti in difuzije vodne pare skozi večplastne KS po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211-1 in SIST 1025:2002. Ljubljana, UL FGG, KSKE.
- [26] Krainer, A., Perdan, R. 2012. Računalniški program TOST – Uporabniški priročnik. Ljubljana, UL FGG, KSKE: 47 str.

- [27] Atlas okolja. Ljubljana. ARSO. 2012.
http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (Pridobljeno 18. 9. 2012.)
- [28] Grasselli, K. 1959. Stanovanjski šestorček Jesenice. Glavni projekt. Št. proj.: 509 XVI-P-289/55. Jesenice, Zavod za stanovanjsko in komunalno izgradnjo Jesenice.
- [29] Urevc, A. 2012. Vpis stavbe 2175-133 v kataster stavb. Jesenice, Dominvest d.o.o.: 10 f.
- [30] Noč, Z. 1992. Nadomestna gradnja stanovanjskega bloka Hrušica 57. Št. proj.: II/365-1/92. Jesenice, Dominvest Jesenice.
- [31] Baburek, S. 2004. Večstanovanjski objekt na Hrušici 56. Št. proj.: II/1295-1/03. Jesenice, Občina Jesenice.
- [32] Kotlovnica in vročevodni sistem Hrušica. Meritve porabljene toplote. 2004–2012. Jesenice, Dominvest d.o.o.
- [33] Jakšič, J. 2012. E-poštno pošiljanje: AHCIN_MARKO03 (online). Message to: Ahčin, M. 8. 6. 2012. Osebna komunikacija.
- [34] Tomšič, M., Zupan, M. 2012. 3.2 Ukrepi za izboljšanje kakovosti ovoja stavbe. Usposabljanje za neodvisne strokovnjake za izdelavo energetskih izkaznic. Ljubljana, Gradbeni inštitut ZRMK: 31 str.
- [35] Temperaturni primanjkljaj in presežek ter kurilna sezona 1961–2012. Ljubljana. ARSO. 2012.
http://www.meteo.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by_variable/cooling-heating-degree-days.txt (Pridobljeno 25. 5. 2012.)
- [36] Zupan, M. 2007–2012. ArchiMAID. Verzija 2.1.4484.35674, Fibran Nord d.o.o.
- [37] Šestan, P. 2012. Primerjava delovanja programskih orodij za izračun porabe energije v stavbah. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba P. Šestan): 119 f.
- [38] Pravilnik o načinu delitve in obračunu stroškov za toploto v stanovanjskih in drugih stavbah z več posameznimi del. Ur.l. RS, št. 7/2010.
<http://www.uradni-list.si/1/content?id=96017> (Pridobljeno 27. 9. 2012.)

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A: REZULTATI IZRAČUNOV ZA POSAMEZNE STAVBE	A-2
PRILOGA A.1: Rezultati za stavbo R11	A-3
PRILOGA A.2: Rezultati za stavbo R15	A-5
PRILOGA A.3: Rezultati za stavbo R16	A-9
PRILOGA A.4: Rezultati za stavbo T11	A-13
PRILOGA A.5: Rezultati za stavbo T13	A-17
PRILOGA A.6: Rezultati za stavbo T15	A-21
PRILOGA A.7: Rezultati za stavbo H57	A-25
PRILOGA A.8: Rezultati za stavbo H56	A-27

PRILOGA A: REZULTATI IZRAČUNOV ZA POSAMEZNE STAVBE

V tej prilogi so prikazani izpisi osnovnih rezultatov za vse obravnavane stavbe. Za vsako stavbo so prikazani izpisi iz obeh programov KI-Energija 2010 in TOST. Posebej so izpisani rezultati za osnovno varianto, kjer je bilo stopnišče upoštevano kot del ogrevane cone (izračun z upoštevanjem dveh con) in varianto, kjer je bilo stopnišče obravnavano kot samostojna neogrevana cona (izračun z upoštevanjem treh con).

Pri izračunih je bilo potrebno upoštevati tudi delne sanacije stavbnega ovoja posameznih stavb, saj le te pomembno vplivajo na rezultate izračunov. Tako so za stavbe, kjer je bila obnovljena fasada ali strop proti podstrešju, predstavljeni tudi rezultati izračunov za te primere. V spodnji preglednici so razloženi vsi izračuni, na katere se sklicujejo rezultati v nadaljevanju te priloge.

Preglednica 11: Razlaga vrst izračunov prikazanih v prilogi

Vrsta izračuna	Razlaga
TOST - 2	Izračun s programom TOST z upoštevanjem dveh con (osnovni izračun)
KI_En - 2	Izračun s programom KI-Energija 2010 z upoštevanjem dveh con (osnovni izračun)
TOST - 3	Izračun s programom TOST z upoštevanjem treh con (stopnišče je svoja neogrevana cona)
KI_En - 3	Izračun s programom KI-Energija 2010 z upoštevanjem treh con (stopnišče je svoja neogrevana cona)
TOST - 2 - izolacija fasade	Izračun s programom TOST z upoštevanjem dveh con (osnovni izračun) za stanje po sanaciji fasade
KI_En - 2 - izolacija fasade	Izračun s programom KI-Energija 2010 z upoštevanjem dveh con (osnovni izračun) za stanje po sanaciji fasade
TOST - 3 - izolacija fasade	Izračun s programom TOST z upoštevanjem treh con (stopnišče je svoja neogrevana cona) za stanje po sanaciji fasade
KI_En - 3 - izolacija fasade	Izračun s programom KI-Energija 2010 z upoštevanjem treh con (stopnišče je svoja neogrevana cona) za stanje po sanaciji fasade
TOST - 2 - izolacija strehe	Izračun s programom TOST z upoštevanjem dveh con (osnovni izračun) za stanje po sanaciji stropa proti neogrevanemu podstrešju
KI_En - 2 - izolacija strehe	Izračun s programom KI-Energija 2010 z upoštevanjem dveh con (osnovni izračun) za stanje po sanaciji stropa proti neogrevanemu podstrešju
TOST - 3 - izolacija strehe	Izračun s programom TOST z upoštevanjem treh con (stopnišče je svoja neogrevana cona) za stanje po sanaciji stropa proti neogrevanemu podstrešju
KI_En - 3 - izolacija strehe	Izračun s programom KI-Energija 2010 z upoštevanjem treh con (stopnišče je svoja neogrevana cona) za stanje po sanaciji stropa proti neogrevanemu podstrešju

Ker je bila v diplomski nalogi narejena analiza na nivoju potrebne toplote za ogrevanje Q_{NH} , sistemi v stavbi niso bili natančneje podani, tudi rezultati dovedene in primarne energije na izpisih programa TOST niso merodajni oziroma preverjeni.

PRILOGA A.1: Rezultati za stavbo R11

Stavba	Revolucije 11		Izgube in dobitki		
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba				
Neto uporabna površina stavbe A_u (m ²)	480,00	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija		
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m ³)	1.719,00	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)			
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m ²)	867,40				
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m ⁻¹)	0,50				
Koefficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m ² K)	Izračunan	Največji dovoljen			
	1,03	0,41			
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	Izračunana	Največja dovoljena	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO ₂ za delovanje sistemov stavbe		
	132.703	130.562			
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	110.586	20.292		Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/m ² a)	276,46
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	33.600		Letni izpusti CO ₂ (kg)	43.792
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine Q_{NH}/A_u (kWh/m ² a) Q_{NH}/V_e (kWh/m ³ a)	230,39	42,28		Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine (kg/m ² a)	91,23
	64,33	-	NI IZPOLNJENO		

Slika 31: Rezultati R11: TOST - 2

Projekt: Revolucije 11		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	480 m ²	Neto ogrevana prostornina	1375 m ³
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji	Površina ovoja	867 m ² z 0,095 fo 0,50 m ⁻¹
Ovoj stavbe			
	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
H't z dod. topl. mostov	1,240 W/m ² K	0,405 W/m ² K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev			
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	39625 W	23,1 W/m ³	82,6 W/m ²
Hladilna obremenitev	17200 W	10,0 W/m ³	35,8 W/m ²
Toplota za gretje Q_{NH}	115780 kWh/a	67,4 kWh/m ³ a	241,2 kWh/m ² a
Hladilna toplota Q_{NC}	0 kWh/a	0,0 kWh/m ³ a	0,0 kWh/m ² a
Ustreznost			
	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	241,2 kWh/m ² a	56,1 kWh/m ² a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,0 kWh/m ² a	70,0 kWh/m ² a	DA

Slika 32: Rezultati R11: KI_En - 2

Stavba	Revolucije 11		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			
Neto uporabna površina stavbe A_u (m^2)	407,00	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija	
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m^3)	1.519,00	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m^2)	1.018,60			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m^{-1})	0,67			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m^2K)	0,85	0,38		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	129.499	115.164	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO_2 za delovanje sistemov stavbe	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	107.916	21.259		
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	28.490		
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine				
Q_{NH}/A_u (kWh/m^2a)	265,15	52,23	Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/m^2a)	318,18
Q_{NH}/V_e (kWh/m^3a)	71,04	-	Letni izpusti CO_2 (kg)	42.735
			Letni izpusti CO_2 na enoto uporabne površine (kg/m^2a)	105,00
			NI IZPOLNJENO	

Slika 33: Rezultati R11: TOST - 3

Projekt: Revolucije 11 - 3 CONE		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	407 m ²	Neto ogrevana prostornina	1215,2 m ³
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
Površina ovoja	1019 m ²	z	0,076 fo
			0,67 m ⁻¹
Ovoj stavbe			
	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
H't z dod. topl. mostov	1,356 W/m ² K	0,381 W/m ² K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev			
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	37902 W	25,0 W/m ³	93,1 W/m ²
Hladilna obremenitev	16871 W	11,1 W/m ³	41,5 W/m ²
Toplota za gretje Q_{NH}	113284 kWh/a	74,6 kWh/m ³ a	278,3 kWh/m ² a
Hladilna toplota Q_{NC}	1 kWh/a	0,0 kWh/m ³ a	0,0 kWh/m ² a
Ustreznost			
	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	278,3 kWh/m ² a	66,1 kWh/m ² a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,0 kWh/m ² a	70,0 kWh/m ² a	DA

Slika 34: Rezultati R11: KI_En - 3

PRILOGA A.2: Rezultati za stavbo R15

Stavba	Revolucije 15		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			
Neto uporabna površina stavbe A_u (m^2)	480,00	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija	
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m^3)	1.719,00	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m^2)	867,98			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m^{-1})	0,50			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m^2K)	1,02	0,41		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	130.102	130.572	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO ₂ za delovanje sistemov stavbe Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/m ² a) 271,05 Letni izpusti CO ₂ (kg) 42.934 Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine (kg/m ² a) 89,44	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	108.418	20.302		
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	33.600		
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	Q_{NH}/A_u (kWh/m ² a)	225,87		42,30
	Q_{NH}/V_e (kWh/m ³ a)	63,07		-
			NI IZPOLNJENO	

Slika 35: Rezultati R15: TOST - 2

Projekt: Revolucija 15		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	478,56 m ²	Neto ogrevana prostornina	1375 m ³
		Površina ovoja	868 m ²
		z	0,102
		fo	0,50 m ⁻¹
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
Ovoj stavbe			
	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
H _T z dod. topl. mostov	1,230 W/m ² K	0,407 W/m ² K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev			
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	39385 W	22,9 W/m ³	82,3 W/m ²
Hladilna obremenitev	17102 W	9,9 W/m ³	35,7 W/m ²
Toplota za gretje Q_{NH}	113301 kWh/a	65,9 kWh/m ³ a	236,8 kWh/m ² a
Hladilna toplota Q_{NC}	1 kWh/a	0,0 kWh/m ³ a	0,0 kWh/m ² a
Ustreznost			
	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	236,8 kWh/m ² a	56,1 kWh/m ² a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,0 kWh/m ² a	70,0 kWh/m ² a	DA

Slika 36: Rezultati R15: KI_En - 2

Stavba	Revolucije 15		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			
Neto uporabna površina stavbe A_u (m^2)	428,56	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija	
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m^3)	1.537,80	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m^2)	940,98			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m^{-1})	0,61			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmissijskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m^2K)	0,88	0,39		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	122.387	119.605	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO_2 za delovanje sistemov stavbe	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	101.989	20.877		
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	29.999		
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine				
Q_{NH}/A_u (kWh/m^2a)	237,98	48,71	Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/m^2a)	285,58
Q_{NH}/V_e (kWh/m^3a)	66,32	-	Letni izpusti CO_2 (kg)	40.388
			Letni izpusti CO_2 na enoto uporabne površine (kg/m^2a)	94,24
			NI IZPOLNJENO	

Slika 37: Rezultati R15: TOST - 3

Projekt: Revolucija 15 - 3 CONE		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	428,56 m^2	Neto ogrevana prostornina	1230,2 m^3
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji	Površina ovoja	941 m^2 z 0,080 f_o 0,61 m^{-1}
Ovoj stavbe			
	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
Ht' z dod. topl. mostov	1,317 W/m^2K	0,388 W/m^2K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev			
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	37241 W	24,2 W/m^3	86,9 W/m^2
Hladilna obremenitev	16238 W	10,6 W/m^3	37,9 W/m^2
Toplota za gretje Q_{NH}	108706 kWh/a	70,7 kWh/m^3a	253,7 kWh/m^2a
Hladilna toplota Q_{NC}	1 kWh/a	0,0 kWh/m^3a	0,0 kWh/m^2a
Ustreznost			
	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	253,7 kWh/m^2a	62,6 kWh/m^2a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,0 kWh/m^2a	70,0 kWh/m^2a	DA

Slika 38: Rezultati R15: KI_En - 3

Ahčin, M. 2012. Primerjava merjene in računске porabe toplote za ogrevanje v večstanovanjskih stavbah na Jesenicah.
Dipl. naloga. - UNI. Ljubljana, UL FGG, Odd. za gradbeništvo, Konstrukcijska smer.

Stavba	Revolucije 15		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			
Neto uporabna površina stavbe A_u (m^2)	480,00	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija	
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m^3)	1.719,00	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m^2)	867,98			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m^{-1})	0,50			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmissijskih toplotnih izgub stavbe H_T' ($W/m^2 K$)	0,78	0,41		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	102.892	130.572	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO_2 za delovanje sistemov stavbe	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	85.744	20.302		
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	33.600		
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine				
Q_{NH}/A_u ($kWh/m^2 a$)	178,63	42,30	Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u ($kWh/m^2 a$)	214,36
Q_{NH}/V_e ($kWh/m^3 a$)	49,88	-	Letni izpusti CO_2 (kg)	33.954
			Letni izpusti CO_2 na enoto uporabne površine ($kg/m^2 a$)	70,74
			NI IZPOLNJENO	

Slika 39: Rezultati R15: TOST - 2 - izolacija strehe

Projekt: Revolucija 15 -IZOLACIJA STREHE		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	478,56 m^2	Neto ogrevana prostornina	1375 m^3
		Površina ovoja	868 m^2
		z	0,102
		f_o	0,50 m^{-1}
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
Dvoj stavbe			
	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
H't z dod. topl. mostov	0,989 $W/m^2 K$	0,407 $W/m^2 K$	NE
Toplotna in hladilna obremenitev			
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	32473 W	18,9 W/m^3	67,9 W/m^2
Hladilna obremenitev	14369 W	8,4 W/m^3	30,0 W/m^2
Toplota za gretje Q_{NH}	89233 kWh/a	51,9 $kWh/m^3 a$	186,5 $kWh/m^2 a$
Hladilna toplota Q_{NC}	1 kWh/a	0,0 $kWh/m^3 a$	0,0 $kWh/m^2 a$
Ustreznost			
	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	186,5 $kWh/m^2 a$	56,1 $kWh/m^2 a$	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,0 $kWh/m^2 a$	70,0 $kWh/m^2 a$	DA

Slika 40: Rezultati R15: KI_En - 2 - izolacija strehe

Stavba	Revolucije 15		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			
Neto uporabna površina stavbe A_u (m ²)	428,56	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija	
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m ³)	1.537,80	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m ²)	940,98			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m ⁻¹)	0,61			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmisivskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m ² K)	0,68	0,39		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	97.525	119.605	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO ₂ za delovanje sistemov stavbe	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	81.271	20.877		
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	29.999		
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine				
Q_{NH}/A_u (kWh/m ² a)	189,64	48,71	Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/m ² a)	227,56
Q_{NH}/V_e (kWh/m ³ a)	52,85	-	Letni izpusti CO ₂ (kg)	32.183
			Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine (kg/m ² a)	75,10
			NI IZPOLNJENO	

Slika 41: Rezultati R15: TOST - 3 - izolacija strehe

Projekt: Revolucija 15 - 3 CONE - izolacija strehe		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	428,56 m ²	Neto ogrevana prostornina	1230,2 m ³
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
	Površina ovoja	957 m ²	z 0,078 fo 0,62 m ⁻¹
Ovoj stavbe			
	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
H't z dod. topl. mostov	1,103 W/m ² K	0,386 W/m ² K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev			
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	30909 W	20,1 W/m ³	72,1 W/m ²
Hladilna obremenitev	13838 W	9,0 W/m ³	32,3 W/m ²
Toplota za gretje Q_{NH}	86733 kWh/a	56,4 kWh/m ³ a	202,4 kWh/m ² a
Hladilna toplota Q_{NC}	1 kWh/a	0,0 kWh/m ³ a	0,0 kWh/m ² a
Ustreznost			
	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	202,4 kWh/m ² a	63,2 kWh/m ² a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,0 kWh/m ² a	70,0 kWh/m ² a	DA

Slika 42: Rezultati R15: KI_En - 3 - izolacija strehe

PRILOGA A.3: Rezultati za stavbo R16

Stavba	Revolucije 16		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			
Neto uporabna površina stavbe A_u (m^2)	477,60	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija	
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m^3)	1.719,00	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m^2)	863,02			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m^{-1})	0,50			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmisivskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m^2K)	0,74	0,41		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	99.235	129.828	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO_2 za delovanje sistemov stavbe	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	82.696	20.118		
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	33.432		
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine Q_{NH}/A_u (kWh/m^2a) Q_{NH}/V_e (kWh/m^3a)	173,15 48,11	42,12 -		
			Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/m^2a)	207,78
			Letni izpusti CO_2 (kg)	32.748
			Letni izpusti CO_2 na enoto uporabne površine (kg/m^2a)	68,57
NI IZPOLNJENO				


Slika 43: Rezultati R16: TOST - 2

Projekt: Revolucija 16		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	477,6 m^2	Neto ogrevana prostornina	1375 m^3
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
Površina ovoja	863 m^2	z	0,097
fo	0,50 m^{-1}		
Ovoj stavbe			
	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
Ht z dod. topl. mostov	0,957 W/m^2K	0,406 W/m^2K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev			
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	31399 W	18,3 W/m^3	65,7 W/m^2
Hladilna obremenitev	13298 W	7,7 W/m^3	27,8 W/m^2
Toplota za gretje Q_{NH}	86673 kWh/a	50,4 kWh/m^3a	181,5 kWh/m^2a
Hladilna toplota Q_{NC}	1 kWh/a	0,0 kWh/m^3a	0,0 kWh/m^2a
Ustreznost			
	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	181,5 kWh/m^2a	56,0 kWh/m^2a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,0 kWh/m^2a	70,0 kWh/m^2a	DA

Slika 44: Rezultati R16: KI_En - 2

Stavba	Revolucije 16		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			
Neto uporabna površina stavbe A_u (m^2)	427,60	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija	
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m^3)	1.537,80	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m^2)	936,02			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m^{-1})	0,61			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmissijskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m^2K)	0,65	0,39		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	95.894	119.246	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO_2 za delovanje sistemov stavbe	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	79.912	20.747		
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	29.932		
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine				
Q_{NH}/A_u (kWh/m^2a)	186,88	48,52	Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/m^2a)	224,26
Q_{NH}/V_e (kWh/m^3a)	51,97	-	Letni izpusti CO_2 (kg)	31.645
			Letni izpusti CO_2 na enoto uporabne površine (kg/m^2a)	74,01
			NI IZPOLNJENO	

Slika 45: Rezultati R16: TOST - 3

Projekt: Revolucija 16 - 3 CONE			
Analiza stavbe			
Uporabna površina	427,6 m^2	Neto ogrevana prostornina	1230,2 m^3
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
Površina ovoja	936 m^2	z	0,075
		f_o	0,61 m^{-1}
Ovoj stavbe			
	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
H_T' z dod. topl. mostov	1,093 W/m^2K	0,387 W/m^2K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev			
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	29983 W	19,5 W/m^3	70,1 W/m^2
Hladilna obremenitev	12757 W	8,3 W/m^3	29,8 W/m^2
Toplota za gretje Q_{NH}	84542 kWh/a	55,0 kWh/m^3a	197,7 kWh/m^2a
Hladilna toplota Q_{NC}	1 kWh/a	0,0 kWh/m^3a	0,0 kWh/m^2a
Ustreznost			
	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	197,7 kWh/m^2a	62,4 kWh/m^2a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,0 kWh/m^2a	70,0 kWh/m^2a	DA

Slika 46: Rezultati R16: KI_En - 3

Stavba	Revolucije 16		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			
Neto uporabna površina stavbe A_u (m ²)	477,60	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija	
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m ³)	1.719,00	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m ²)	863,02			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m ⁻¹)	0,50			
Koefficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m ² K)	Izračunan	Največji dovoljen		
	0,35	0,41		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	Izračunana	Največja dovoljena	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO ₂ za delovanje sistemov stavbe	
	55.381	129.828		
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	46.151	20.118		Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p / A_u (kWh/m ² a)
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	33.432		115,96
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	Q_{NH}/A_u (kWh/m ² a)	96,63		42,12
	Q_{NH}/V_e (kWh/m ³ a)	26,85	-	18.276
			Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine (kg/m ² a)	38,27
NI IZPOLNJENO				


Slika 47: Rezultati R16: TOST - 2 - izolacija fasade

Projekt: Revolucija 16 - IZOLACIJA FASADE 2011		KNAUF INSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	477,6 m ²	Neto ogrevana prostornina	1375 m ³
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
	Površina ovoja	863 m ²	z 0,097 fo 0,50 m ⁻¹
Ovoj stavbe			
	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
H _t z dod. topl. mostov	0,561 W/m ² K	0,406 W/m ² K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev			
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	20125 W	11,7 W/m ³	42,1 W/m ²
Hladilna obremenitev	10938 W	6,4 W/m ³	22,9 W/m ²
Toplota za gretje Q_{NH}	48292 kWh/a	28,1 kWh/m ³ a	101,1 kWh/m ² a
Hladilna toplota Q_{NC}	29 kWh/a	0,0 kWh/m ³ a	0,1 kWh/m ² a
Ustreznost			
	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	101,1 kWh/m ² a	56,0 kWh/m ² a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,1 kWh/m ² a	70,0 kWh/m ² a	DA

Slika 48: Rezultati R16: KI_En - 2 - izolacija fasade

Stavba	Revolucije 16		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			
Neto uporabna površina stavbe A_u (m ²)	427,60	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija	
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m ³)	1.537,80	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m ²)	936,02			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m ⁻¹)	0,61			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmissijskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m ² K)	0,30	0,39		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	52.672	119.246	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO ₂ za delovanje sistemov stavbe	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	43.893	20.747		
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	29.932		
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine				
Q_{NH}/A_u (kWh/m ² a)	102,65	48,52	Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/m ² a)	123,18
Q_{NH}/V_e (kWh/m ³ a)	28,54	-	Letni izpusti CO ₂ (kg)	17.382
			Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine (kg/m ² a)	40,65
			NI IZPOLNJENO	

Slika 49: Rezultati R16: TOST - 3 - izolacija fasade

Projekt: Revolucija 16 - 3 CONE - izolacija fasade									
Analiza stavbe									
Uporabna površina	427,6 m ²	Neto ogrevana prostornina	1230,2 m ³	Površina ovoja	936 m ²	z	0,075	fo	0,61 m ⁻¹
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji								
Ovoj stavbe		po projektu		dovoljeno		status			
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam						NE			
H't z dod. topl. mostov		0,743 W/m ² K		0,387 W/m ² K		NE			
Toplotna in hladilna obremenitev		po projektu		na enoto prostornine		na enoto površine			
Toplotna obremenitev		18449 W		12,0 W/m ³		43,1 W/m ²			
Hladilna obremenitev		10431 W		6,8 W/m ³		24,4 W/m ²			
Toplota za gretje QNH		45143 kWh/a		29,4 kWh/m ² a		105,6 kWh/m ² a			
Hladilna toplota QNC		24 kWh/a		0,0 kWh/m ² a		0,1 kWh/m ² a			
Ustreznost		po projektu		dovoljeno		status			
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje		105,6 kWh/m ² a		62,4 kWh/m ² a		NE			
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje		0,1 kWh/m ² a		70,0 kWh/m ² a		DA			

Slika 50: Rezultati R16: KI_En - 3 - izolacija fasade

PRILOGA A.4: Rezultati za stavbo T11

Stavba	Tavčarja 11		Izgube in dobitki		
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba				
Neto uporabna površina stavbe A_u (m^2)	485,90	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija		
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m^3)	1.719,00	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)			
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m^2)	867,94				
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m^{-1})	0,50				
	Izračunan	Največji dovoljen			
Koeficient specifičnih transmisivskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m^2K)	1,02	0,41			
	Izračunana	Največja dovoljena			
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	129.826	132.176	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO_2 za delovanje sistemov stavbe		
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	108.188	20.551			
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	34.013			
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine Q_{NH}/A_u (kWh/m^2a)	222,65	42,29			
	Q_{NH}/V_e (kWh/m^3a)	62,94	-	Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/m^2a)	267,19
				Letni izpusti CO_2 (kg)	42.842
				Letni izpusti CO_2 na enoto uporabne površine (kg/m^2a)	88,17
NI IZPOLNJENO					

Slika 51: Rezultati T11: TOST - 2

Projekt: Tavčarja 11		KNAUF INSULATION			
Analiza stavbe					
Uporabna površina	485,9 m^2	Neto ogrevana prostornina	1375 m^3	Površina ovoja	868 m^2 z 0,102 f_o 0,50 m^{-1}
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji				
Ovoj stavbe					
	po projektu	dovoljeno	status		
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE		
H't z dod. topl. mostov	1,230 W/m^2K	0,407 W/m^2K	NE		
Toplotna in hladilna obremenitev					
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine		
Toplotna obremenitev	39383 W	22,9 W/m^3	81,1 W/m^2		
Hladilna obremenitev	17078 W	9,9 W/m^3	35,1 W/m^2		
Toplota za gretje Q_{NH}	112986 kWh/a	65,7 kWh/m^3a	232,5 kWh/m^2a		
Hladilna toplota Q_{NC}	0 kWh/a	0,0 kWh/m^3a	0,0 kWh/m^2a		
Ustreznost					
	po projektu	dovoljeno	status		
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	232,5 kWh/m^2a	56,1 kWh/m^2a	NE		
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,0 kWh/m^2a	70,0 kWh/m^2a	DA		

Slika 52: Rezultati T11: KI_En - 2

Stavba	Tavčarja 11		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			Potrebna energija
Neto uporabna površina stavbe A_u (m^2)	435,90	(obvezno za stanovanjske stavbe)		
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m^3)	1.537,80	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m^2)	942,34			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m^{-1})	0,61			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmissijskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m^2K)	0,88	0,39		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	123.323	121.679	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO_2 za delovanje sistemov stavbe	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	102.769	21.258		Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/ m^2 a)
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	30.513		Letni izpusti CO_2 (kg)
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine				Letni izpusti CO_2 na enoto uporabne površine (kg/ m^2 a)
Q_{NH}/A_u (kWh/ m^2 a)	235,76	48,77		
Q_{NH}/V_e (kWh/ m^3 a)	66,83	-		
			NI IZPOLNJENO	

Slika 53: Rezultati T11: TOST - 3

Projekt: Tavčarja 11 - 3 CONE		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	435,9 m^2	Neto ogrevana prostornina	1230,2 m^3
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
	Površina ovoja	941 m^2	z 0,080 f_o 0,61 m^{-1}
Ovoj stavbe	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
H't z dod. topl. mostov	1,320 W/m^2K	0,388 W/m^2K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	37554 W	24,4 W/m^3	86,2 W/m^2
Hladilna obremenitev	16227 W	10,6 W/m^3	37,2 W/m^2
Toplota za gretje Q_{NH}	109460 kWh/a	71,2 kWh/ m^3 a	251,1 kWh/ m^2 a
Hladilna toplota Q_{NC}	1 kWh/a	0,0 kWh/ m^3 a	0,0 kWh/ m^2 a
Ustreznost	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	251,1 kWh/ m^2 a	62,6 kWh/ m^2 a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,0 kWh/ m^2 a	70,0 kWh/ m^2 a	DA

Slika 54: Rezultati T11: KI_En - 3

Stavba	Tavčarja 11		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			
Neto uporabna površina stavbe A_u (m^2)	485,90	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija	
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m^3)	1.719,00	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m^2)	867,94			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m^{-1})	0,50			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m^2K)	0,63	0,41		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	85.281	132.176	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO ₂ za delovanje sistemov stavbe	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	71.067	20.551		Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/m ² a)
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	34.013		28.143
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine				57,92
Q_{NH}/A_u (kWh/m ² a)	146,26	42,29		
Q_{NH}/V_e (kWh/m ³ a)	41,34	-		
NI IZPOLNJENO				

Slika 55: Rezultati T11: TOST - 2 - izolacija fasade

Projekt: Tavčarja 11 - IZOLACIJA FASADE 2011		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	485,9 m ²	Neto ogrevana prostornina	1375 m ³
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
	Površina ovoja	868 m ²	z 0,102 fo 0,50 m ⁻¹
Ovoj stavbe			
	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
H't z dod. topl. mostov	0,837 W/m ² K	0,407 W/m ² K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev			
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	28109 W	16,4 W/m ³	57,8 W/m ²
Hladilna obremenitev	14733 W	8,6 W/m ³	30,3 W/m ²
Toplota za gretje QNH	73905 kWh/a	43,0 kWh/m ³ a	152,1 kWh/m ² a
Hladilna toplota QNC	3 kWh/a	0,0 kWh/m ³ a	0,0 kWh/m ² a
Ustreznost			
	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	152,1 kWh/m ² a	56,1 kWh/m ² a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,0 kWh/m ² a	70,0 kWh/m ² a	DA

Slika 56: Rezultati T11: KI_En - 2 - izolacija fasade

Stavba	Tavčarja 11		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			
Neto uporabna površina stavbe A_u (m^2)	435,90	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija	
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m^3)	1.537,80	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m^2)	942,34			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m^{-1})	0,61			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmissijskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m^2K)	0,53	0,39		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	79.455	121.679	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO_2 za delovanje sistemov stavbe	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	66.212	21.258		
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	30.513		
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine				
Q_{NH}/A_u (kWh/m^2a)	151,90	48,77	Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/m^2a)	182,28
Q_{NH}/V_e (kWh/m^3a)	43,06	-	Letni izpusti CO_2 (kg)	26.220
			Letni izpusti CO_2 na enoto uporabne površine (kg/m^2a)	60,15
			NI IZPOLNJENO	

Slika 57: Rezultati T11: TOST - 3 - izolacija fasade

Projekt: Tavčarja 11 - 3 CONE - izolacija fasade		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	435,9 m^2	Neto ogrevana prostornina	1230,2 m^3
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
	Površina ovoja	941 m^2	z 0,080 f_o 0,61 m^{-1}
Ovoj stavbe			
	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
H't z dod. topl. mostov	0,972 W/m^2K	0,388 W/m^2K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev			
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	26506 W	17,2 W/m^3	60,8 W/m^2
Hladilna obremenitev	13922 W	9,1 W/m^3	31,9 W/m^2
Toplota za gretje Q_{NH}	71079 kWh/a	46,2 kWh/m^3a	163,1 kWh/m^2a
Hladilna toplota Q_{NC}	2 kWh/a	0,0 kWh/m^3a	0,0 kWh/m^2a
Ustreznost			
	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	163,1 kWh/m^2a	62,6 kWh/m^2a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,0 kWh/m^2a	70,0 kWh/m^2a	DA

Slika 58 Rezultati T11: KI_En - 3 - izolacija fasade

PRILOGA A.5: Rezultati za stavbo T13

Stavba	Tavčarja 11		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			
Neto uporabna površina stavbe A_u (m^2)	485,20	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija	
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m^3)	1.719,00	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m^2)	867,94			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m^{-1})	0,50			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmisivskih toplotnih izgub stavbe H_T' ($W/m^2 K$)	1,03	0,41		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	131.540	131.986	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO_2 za delovanje sistemov stavbe Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p / A_u (kWh/m ² a) 271,10 Letni izpusti CO_2 (kg) 43.408 Letni izpusti CO_2 na enoto uporabne površine (kg/m ² a) 89,46	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	109.616	20.521		
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	33.964		
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	Q_{NH}/A_u (kWh/m ² a)	225,92		42,29
	Q_{NH}/V_e (kWh/m ³ a)	63,77		-
			NI IZPOLNJENO	

Slika 59: Rezultati T13: TOST - 2

Projekt: Tavčarja 13		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	485,2 m ²	Neto ogrevana prostornina	1375 m ³
		Površina ovoja	868 m ² z 0,102 fo
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
Dvoj stavbe			
	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
Ht z dod. topl. mostov	1,246 W/m ² K	0,407 W/m ² K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev			
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	39831 W	23,2 W/m ³	82,1 W/m ²
Hladilna obremenitev	17148 W	10,0 W/m ³	35,3 W/m ²
Toplota za gretje Q_{NH}	114467 kWh/a	66,6 kWh/m ³ a	235,9 kWh/m ² a
Hladilna toplota Q_{NC}	1 kWh/a	0,0 kWh/m ³ a	0,0 kWh/m ² a
Ustreznost			
	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	235,9 kWh/m ² a	56,1 kWh/m ² a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,0 kWh/m ² a	70,0 kWh/m ² a	DA

Slika 60: Rezultati T13: KI_En - 2

Stavba	Tavčarja 11		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			
Neto uporabna površina stavbe A_u (m^2)	435,20	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija	
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m^3)	1.537,80	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m^2)	942,34			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m^{-1})	0,61			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmissijskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m^2K)	0,88	0,39		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	124.364	121.483	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO_2 za delovanje sistemov stavbe	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	103.637	21.223		
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	30.464		
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	Q_{NH}/A_u (kWh/m^2a)	238,14		48,77
	Q_{NH}/V_e (kWh/m^3a)	67,39		-
			Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/m^2a)	285,76
			Letni izpusti CO_2 (kg)	41.040
			Letni izpusti CO_2 na enoto uporabne površine (kg/m^2a)	94,30
			NI IZPOLNJENO	

Slika 61: Rezultati T13: TOST - 3

Projekt: Tavčarja 13 - 3 CONE		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	435,2 m^2	Neto ogrevana prostornina	1230,2 m^3
		Površina ovoja	941 m^2 z 0,080 f_o 0,61 m^{-1}
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
Ovoj stavbe	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
H_T' z dod. topl. mostov	1,320 W/m^2K	0,388 W/m^2K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	37982 W	24,7 W/m^3	87,3 W/m^2
Hladilna obremenitev	16214 W	10,5 W/m^3	37,3 W/m^2
Toplota za gretje Q_{NH}	110984 kWh/a	72,2 kWh/m^3a	255,0 kWh/m^2a
Hladilna toplota Q_{NC}	0 kWh/a	0,0 kWh/m^3a	0,0 kWh/m^2a
Ustreznost	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	255,0 kWh/m^2a	62,6 kWh/m^2a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,0 kWh/m^2a	70,0 kWh/m^2a	DA

Slika 62: Rezultati T13: KI_En - 3

Stavba	Tavčarja 11		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			
Neto uporabna površina stavbe A_u (m^2)	485,20	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija	
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m^3)	1.719,00	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m^2)	867,94			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m^{-1})	0,50			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe H'_T (W/m^2K)	0,64	0,41		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	86.971	131.986	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO_2 za delovanje sistemov stavbe	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	72.476	20.521		
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	33.964		
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine				
Q_{NH}/A_u (kWh/m^2a)	149,37	42,29	Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/m^2a)	179,25
Q_{NH}/V_e (kWh/m^3a)	42,16	-	Letni izpusti CO_2 (kg)	28.700
			Letni izpusti CO_2 na enoto uporabne površine (kg/m^2a)	59,15
NI IZPOLNJENO				

Slika 63: Rezultati T13: TOST - 2 - izolacija fasade

Projekt: Tavčarja 13 - IZOLACIJA FASADE		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	485,2 m ²	Neto ogrevana prostornina	1375 m ³
		Površina ovoja	868 m ²
		z	0,102
		fo	0,50 m ⁻¹
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
Ovoj stavbe			
	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
H't z dod. topl. mostov	0,852 W/m ² K	0,407 W/m ² K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev			
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	28553 W	16,6 W/m ³	58,8 W/m ²
Hladilna obremenitev	14839 W	8,6 W/m ³	30,6 W/m ²
Toplotna za gretje Q_{NH}	75348 kWh/a	43,8 kWh/m ³ a	155,3 kWh/m ² a
Hladilna toplota Q_{NC}	3 kWh/a	0,0 kWh/m ³ a	0,0 kWh/m ² a
Ustreznost			
	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	155,3 kWh/m ² a	56,1 kWh/m ² a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,0 kWh/m ² a	70,0 kWh/m ² a	DA

Slika 64: Rezultati T13: KI_En - 2 - izolacija fasade

Stavba	Tavčarja 11		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			
Neto uporabna površina stavbe A_u (m^2)	435,20	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija	
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m^3)	1.537,80	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m^2)	942,34			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m^{-1})	0,61			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmissijskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m^2K)	0,53	0,39		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	80.572	121.483	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO_2 za delovanje sistemov stavbe	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	67.144	21.223		
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	30.464		
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine				
Q_{NH}/A_u (kWh/m^2a)	154,28	48,77	Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/m^2a)	185,14
Q_{NH}/V_e (kWh/m^3a)	43,66	-	Letni izpusti CO_2 (kg)	26.589
			Letni izpusti CO_2 na enoto uporabne površine (kg/m^2a)	61,10
			NI IZPOLNJENO	

Slika 65: Rezultati T13: TOST - 3 - izolacija fasade

Projekt: Tavčarja 13 - 3 CONE - IZOLACIJA FASADE		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	435,2 m^2	Neto ogrevana prostornina	1230,2 m^3
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
Površina ovoja	941 m^2	z	0,080
		fo	0,61 m^{-1}
Ovoj stavbe			
	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
H_t z dod. topl. mostov	0,972 W/m^2K	0,388 W/m^2K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev			
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	27170 W	17,7 W/m^3	62,4 W/m^2
Hladilna obremenitev	13911 W	9,0 W/m^3	32,0 W/m^2
Toplotna za gretje Q_{NH}	73383 kWh/a	47,7 kWh/m^3a	168,6 kWh/m^2a
Hladilna toplota Q_{NC}	2 kWh/a	0,0 kWh/m^3a	0,0 kWh/m^2a
Ustreznost			
	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	168,6 kWh/m^2a	62,6 kWh/m^2a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,0 kWh/m^2a	70,0 kWh/m^2a	DA

Slika 66: Rezultati T13: KI_En - 3 - izolacija fasade

PRILOGA A.6: Rezultati za stavbo T15

Stavba	Tavčarja 15		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			
Neto uporabna površina stavbe A_u (m^2)	484,00	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija	
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m^3)	1.719,00	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m^2)	867,98			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m^{-1})	0,50			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmisivnih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m^2K)	1,01	0,41		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	129.082	131.660	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO_2 za delovanje sistemov stavbe	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	107.568	20.471		
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	33.880		
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine Q_{NH}/A_u (kWh/m^2a) Q_{NH}/V_e (kWh/m^3a)	222,25 62,58	42,30 -		
			Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/m^2a)	266,70
			Letni izpusti CO_2 (kg)	42.597
			Letni izpusti CO_2 na enoto uporabne površine (kg/m^2a)	88,01
NI IZPOLNJENO				

Slika 67: Rezultati T15: TOST - 2

Projekt: Tavčarja 15		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	484 m^2	Neto ogrevana prostornina	1375 m^3
		Površina ovoja	868 m^2 z 0,102 f_o 0,50 m^{-1}
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
Dvoj stavbe		po projektu	dovoljeno
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			status
H't z dod. topl. mostov	1,223 W/m^2K	0,407 W/m^2K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev		po projektu	na enoto prostornine
Toplotna obremenitev	39183 W	22,8 W/m^3	na enoto površine
Hladilna obremenitev	17088 W	9,9 W/m^3	81,0 W/m^2
Toplota za gretje Q_{NH}	112236 kWh/a	65,3 kWh/m^3a	35,3 W/m^2
Hladilna toplota Q_{NC}	1 kWh/a	0,0 kWh/m^3a	231,9 kWh/m^2a
			0,0 kWh/m^2a
Ustreznost		po projektu	dovoljeno
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	231,9 kWh/m^2a	56,1 kWh/m^2a	status
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,0 kWh/m^2a	70,0 kWh/m^2a	NE
			DA

Slika 68: Rezultati T15: KI_En - 2

Stavba	Tavčarja 15		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			
Neto uporabna površina stavbe A_u (m^2)	434,00	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija	
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m^3)	1.537,80	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m^2)	954,58			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m^{-1})	0,62			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmissijskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m^2K)	0,88	0,39		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	125.257	121.376	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO_2 za delovanje sistemov stavbe	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	104.381	21.372		
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	30.380		
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine				
Q_{NH}/A_u (kWh/m^2a)	240,51	49,24	Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/m^2a)	288,61
Q_{NH}/V_e (kWh/m^3a)	67,88	-	Letni izpusti CO_2 (kg)	41.335
			Letni izpusti CO_2 na enoto uporabne površine (kg/m^2a)	95,24
			NI IZPOLNJENO	

Slika 69: Rezultati T15: TOST - 3

Projekt: Tavčarja 15 - 3 CONE		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	434 m^2	Neto ogrevana prostornina	1230,2 m^3
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
	Površina ovoja	940 m^2	z 0,080 f_o 0,61 m^{-1}
Ovoj stavbe			
	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
H't z dod. topl. mostov	1,311 W/m^2K	0,388 W/m^2K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev			
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	37466 W	24,4 W/m^3	86,3 W/m^2
Hladilna obremenitev	16209 W	10,5 W/m^3	37,3 W/m^2
Toplota za gretje Q_{NH}	109121 kWh/a	71,0 kWh/m^3a	251,4 kWh/m^2a
Hladilna toplota Q_{NC}	1 kWh/a	0,0 kWh/m^3a	0,0 kWh/m^2a
Ustreznost			
	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	251,4 kWh/m^2a	62,5 kWh/m^2a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,0 kWh/m^2a	70,0 kWh/m^2a	DA

Slika 70: Rezultati T15: KI_En - 3

Stavba	Tavčarja 15		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			
Neto uporabna površina stavbe A_u (m^2)	484,00	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija	
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m^3)	1.719,00	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m^2)	867,98			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m^{-1})	0,50			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmisivskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m^2K)	0,76	0,41		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	100.754	131.660	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO_2 za delovanje sistemov stavbe	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	83.962	20.471		
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	33.880		
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine				
Q_{NH}/A_u (kWh/m^2a)	173,47	42,30	Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/m^2a)	208,17
Q_{NH}/V_e (kWh/m^3a)	48,84	-	Letni izpusti CO_2 (kg)	33.249
			Letni izpusti CO_2 na enoto uporabne površine (kg/m^2a)	68,70
			NI IZPOLNJENO	

Slika 71: Rezultati T15: TOST - 2 - izolacija strehe

Projekt: Tavčarja 15 - izolacija strehe		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	484 m^2	Neto ogrevana prostornina	1375 m^3
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
	Površina ovoja	868 m^2	z 0,102 f_o 0,50 m^{-1}
Ovoj stavbe			
	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
H't z dod. topl. mostov	0,972 W/m^2K	0,407 W/m^2K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev			
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	31983 W	18,6 W/m^3	66,1 W/m^2
Hladilna obremenitev	14242 W	8,3 W/m^3	29,4 W/m^2
Toplota za gretje Q_{NH}	87199 kWh/a	50,7 kWh/m^3a	180,2 kWh/m^2a
Hladilna toplota Q_{NC}	1 kWh/a	0,0 kWh/m^3a	0,0 kWh/m^2a
Ustreznost			
	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	180,2 kWh/m^2a	56,1 kWh/m^2a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,0 kWh/m^2a	70,0 kWh/m^2a	DA

Slika 72: Rezultati T15: KI_En - 2 - izolacija strehe

Stavba	Tavčarja 15		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			
Neto uporabna površina stavbe A_u (m ²)	434,00	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija	
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m ³)	1.537,80	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m ²)	954,58			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m ⁻¹)	0,62			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmissijskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m ² K)	0,67	0,39		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	97.879	121.376	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO ₂ za delovanje sistemov stavbe	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	81.566	21.372		
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	30.380		
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine				
Q_{NH}/A_u (kWh/m ² a)	187,94	49,24	Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/m ² a)	225,53
Q_{NH}/V_e (kWh/m ³ a)	53,04	-	Letni izpusti CO ₂ (kg)	32.300
			Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine (kg/m ² a)	74,42
			NI IZPOLNJENO	

Slika 73: Rezultati T15: TOST - 3 - izolacija strehe

Projekt: Tavčarja 15 - 3 CONE - izolacija strehe		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	434 m ²	Neto ogrevana prostornina	1230,2 m ³
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
	Površina ovoja	940 m ²	z 0,080 fo 0,61 m ⁻¹
Ovoj stavbe			
	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
H't z dod. topl. mostov	1,103 W/m ² K	0,388 W/m ² K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev			
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	30796 W	20,0 W/m ³	71,0 W/m ²
Hladilna obremenitev	13664 W	8,9 W/m ³	31,5 W/m ²
Toplota za gretje Q_{NH}	85870 kWh/a	55,8 kWh/m ³ a	197,9 kWh/m ² a
Hladilna toplota Q_{NC}	1 kWh/a	0,0 kWh/m ³ a	0,0 kWh/m ² a
Ustreznost			
	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	197,9 kWh/m ² a	62,5 kWh/m ² a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,0 kWh/m ² a	70,0 kWh/m ² a	DA

Slika 74: Rezultati T15: KI_En - 3 - izolacija strehe

PRILOGA A.7: Rezultati za stavbo H57

Stavba	Hrušica 57		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			
Neto uporabna površina stavbe A_u (m^2)	607,00	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija	
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m^3)	1.942,00	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m^2)	1.087,10			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m^{-1})	0,56			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmisivskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m^2K)	0,54	0,40		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	86.296	168.492	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO_2 za delovanje sistemov stavbe Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/m ² a) 142,17 Letni izpusti CO_2 (kg) 28.478 Letni izpusti CO_2 na enoto uporabne površine (kg/m ² a) 46,92	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	71.913	28.740		
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	42.490		
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	Q_{NH}/A_u (kWh/m ² a)	118,47		47,35
	Q_{NH}/V_e (kWh/m ³ a)	37,03		-
			NI IZPOLNJENO	

Slika 75: Rezultati H57: KI_En - 2

Projekt: Hrušica 57		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	607 m ²	Neto ogrevana prostornina	1553 m ³
		Površina ovoja	1087 m ²
		z	0,106
		f_o	0,56 m ⁻¹
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
Dvoj stavbe			
	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
H_T' z dod. topl. mostov	0,624 W/m ² K	0,402 W/m ² K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev			
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	28630 W	14,7 W/m ³	47,2 W/m ²
Hladilna obremenitev	14998 W	7,7 W/m ³	24,7 W/m ²
Toplotna za gretje Q_{NH}	67057 kWh/a	34,5 kWh/m ³ a	110,5 kWh/m ² a
Hladilna toplota Q_{NC}	58 kWh/a	0,0 kWh/m ³ a	0,1 kWh/m ² a
Ustreznost			
	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	110,5 kWh/m ² a	57,6 kWh/m ² a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,1 kWh/m ² a	70,0 kWh/m ² a	DA

Slika 76: Rezultati H57: KI_En - 2

Stavba	Hrušica 57		Izgube in dobitki						
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba								
Neto uporabna površina stavbe A_u (m ²)	547,00	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija						
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m ³)	1.723,00	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)							
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m ²)	1.070,14								
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m ⁻¹)	0,62								
Koefficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m ² K)	Izračunan	Največji dovoljen	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO ₂ za delovanje sistemov stavbe <table border="1"> <tr> <td>Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine $Q_{p,1}/A_u$ (kWh/m²a)</td> <td>146,77</td> </tr> <tr> <td>Letni izpusti CO₂ (kg)</td> <td>26.494</td> </tr> <tr> <td>Letni izpusti CO₂ na enoto uporabne površine (kg/m²a)</td> <td>48,44</td> </tr> </table>	Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine $Q_{p,1}/A_u$ (kWh/m ² a)	146,77	Letni izpusti CO ₂ (kg)	26.494	Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine (kg/m ² a)	48,44
	Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine $Q_{p,1}/A_u$ (kWh/m ² a)	146,77							
Letni izpusti CO ₂ (kg)	26.494								
Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine (kg/m ² a)	48,44								
	0,51	0,39							
Letna raba primarne energije $Q_{p,1}$ (kWh)	Izračunana	Največja dovoljena							
	80.285	154.051							
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	66.904	27.911							
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	38.290							
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	Q_{NH}/A_u (kWh/m ² a)	122,31		51,03					
	Q_{NH}/V_e (kWh/m ³ a)	38,83	-						
			NI IZPOLNJENO						

Slika 77: Rezultati H57: KI_En - 3

Projekt: Hrušica 57 - 3 CONE		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	547 m ²	Neto ogrevana prostornina	1378,6 m ³
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
	Površina ovoja	1070 m ²	z 0,093 fo 0,62 m ⁻¹
Ovoj stavbe			
	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
H't z dod. topl. mostov	0,742 W/m ² K	0,391 W/m ² K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev			
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	26564 W	15,4 W/m ³	48,6 W/m ²
Hladilna obremenitev	14277 W	8,3 W/m ³	26,1 W/m ²
Toplota za gretje Q_{NH}	62610 kWh/a	36,3 kWh/m ³ a	114,5 kWh/m ² a
Hladilna toplota Q_{NC}	53 kWh/a	0,0 kWh/m ³ a	0,1 kWh/m ² a
Ustreznost			
	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	114,5 kWh/m ² a	61,3 kWh/m ² a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,1 kWh/m ² a	70,0 kWh/m ² a	DA

Slika 78: Rezultati H57: KI_En - 3

PRILOGA A.8: Rezultati za stavbo H56

Stavba	Hrušica 56		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			
Neto uporabna površina stavbe A_u (m ²)	678,70	(obvezno za stanovanjske stavbe)	Potrebna energija	
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m ³)	2.390,00	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m ²)	1.122,28			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m ⁻¹)	0,47			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmisivskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m ² K)	0,39	0,41		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	68.118	184.354	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO ₂ za delovanje sistemov stavbe	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	56.765	28.461		
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	47.509		
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine				
Q_{NH}/A_u (kWh/m ² a)	83,64	41,93	Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/m ² a)	100,37
Q_{NH}/V_e (kWh/m ³ a)	23,75	-	Letni izpusti CO ₂ (kg)	22.479
			Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine (kg/m ² a)	33,12
NI IZPOLNJENO				

Slika 79: Rezultati H56: KI_En - 2

Projekt: Hrušica 56		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	678,7 m ²	Neto ogrevana prostornina	1912 m ³
		Površina ovoja	1122 m ² z 0,101 fo 0,47 m ⁻¹
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
Dvoj stavbe			
	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
H't z dod. topl. mostov	0,441 W/m ² K	0,414 W/m ² K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev			
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	24578 W	10,3 W/m ³	36,2 W/m ²
Hladilna obremenitev	16499 W	6,9 W/m ³	24,3 W/m ²
Toplota za gretje Q_{NH}	53076 kWh/a	22,2 kWh/m ³ a	78,2 kWh/m ² a
Hladilna toplota Q_{NC}	202 kWh/a	0,1 kWh/m ³ a	0,3 kWh/m ² a
Ustreznost			
	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	78,2 kWh/m ² a	52,2 kWh/m ² a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,3 kWh/m ² a	70,0 kWh/m ² a	DA

Slika 80: Rezultati H56: KI_En - 2

Stavba	Hrušica 56		Izgube in dobitki	
Vrsta stavbe	Večstanovanjska stavba			Potrebna energija
Neto uporabna površina stavbe A_u (m^2)	606,20	(obvezno za stanovanjske stavbe)		
Kondicionirana prostornina stavbe V_e (m^3)	2.163,00	(obvezno za nestanovanjske in javne stavbe)		
Površina toplotnega ovoja stavbe A (m^2)	1.200,69			
Oblikovni faktor $f_o = A/V_e$ (m^{-1})	0,56			
	Izračunan	Največji dovoljen		
Koeficient specifičnih transmissijskih toplotnih izgub stavbe H_T' (W/m^2K)	0,35	0,40		
	Izračunana	Največja dovoljena		
Letna raba primarne energije Q_p (kWh)	66.516	168.083	Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO_2 za delovanje sistemov stavbe	
Letna potrebna toplota za ogrevanje Q_{NH} (kWh)	55.430	28.532		Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine Q_p/A_u (kWh/ m^2 a)
Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{NC} (kWh)	0	42.434		Letni izpusti CO_2 (kg)
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine				Letni izpusti CO_2 na enoto uporabne površine (kg/ m^2 a)
Q_{NH}/A_u (kWh/ m^2 a)	91,44	47,07		
Q_{NH}/V_e (kWh/ m^3 a)	25,63	-		
			NI IZPOLNJENO	

Slika 81: Rezultati H56: KI_En - 3

Projekt: Hrušica 56 -3 C0NE		KNAUFINSULATION	
Analiza stavbe			
Uporabna površina	606,2 m^2	Neto ogrevana prostornina	1709 m^3
		Površina ovoja	1200 m^2
		z	0,082
		f_o	0,56 m^{-1}
Namembnost	11221 Stanovanja v stavbi z več stanovanji		
Ovoj stavbe			
	po projektu	dovoljeno	status
Gradbene konstrukcije ustrezajo zahtevam			NE
H't z dod. topl. mostov	0,574 W/m^2K	0,395 W/m^2K	NE
Toplotna in hladilna obremenitev			
	po projektu	na enoto prostornine	na enoto površine
Toplotna obremenitev	23084 W	10,8 W/m^3	38,1 W/m^2
Hladilna obremenitev	15711 W	7,4 W/m^3	25,9 W/m^2
Toplota za gretje Q_{NH}	51389 kWh/a	24,1 kWh/ m^3 a	84,8 kWh/ m^2 a
Hladilna toplota Q_{MC}	160 kWh/a	0,1 kWh/ m^3 a	0,3 kWh/ m^2 a
Ustreznost			
	po projektu	dovoljeno	status
Specifična letna potrebna toplota za ogrevanje	84,8 kWh/ m^2 a	57,8 kWh/ m^2 a	NE
Specifični letni potrebni hlad za hlajenje	0,3 kWh/ m^2 a	70,0 kWh/ m^2 a	DA

Slika 82: Rezultati H56: KI_En - 3