

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*

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



Visokošolski program Gradbeništvo,  
Konstrukcijska smer

Kandidat:

**Rok Confidenti**

**Parametrična študija toplotnega odziva stavbe z  
uporabo steklenjakov in zbiralno shranjevalnih  
sten po SIST EN ISO 13790:2004**

**Diplomska naloga št.: 264**

**Mentor:**  
doc. dr. Živa Kristl

Ljubljana, 22. 12. 2006

## **Errata**

**Stran z napako**

**Vrstica z napako**

**Namesto**

**Naj bo**

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Podpisani **ROK CONFIDENTI** izjavljam, de sem avtor diplomske naloge z naslovom:  
**»PARAMETRIČNA ŠTUDIJA TOPLOTNEGA ODZIVA STAVBE Z UPORABO  
STEKLENJAKOV IN ZBIRALNO SHRANJEVALNIH STEN PO SIST EN ISO  
13790:2004«.**

Izjavljam, da prenašam vse materialne avtorske pravice v zvezi z diplomsko nalogo na UL,  
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Ljubljana, 11.12.2006

## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN**

UDK:	620.91+699.86(043.2)
Avtor:	Rok Confidenti
Mentor:	doc. dr. Živa Kristl
Naslov:	Parametrična študija toplotnega odziva stavbe z uporabo steklenjakov in zbiralno shranjevalnih sten po SIST EN ISO 13790:2004
Obseg in oprema:	108 str., 82 pregl., 45 sl.
Ključne besede:	toplotni odziv stavbe, steklenjaki, zbiralno shranjevalne stene, SIST EN ISO 13790:2004

### **Izvelek**

Namen sledeče diplomske naloge je bil, s pomočjo računskega programa v Microsoft Excelu, ki ga je za svojo diplomsko nalogo, po takrat še evropskem predstandardu prEN ISO13790, izdelala Sabina Jereb, opraviti parametrično študijo toplotnega odziva stavbe v skladu s SIST EN ISO 13790:2004, geleda na različno velike in orientirane površine steklenjakov oz. toplotno zbiralnih sten, ter kako na toplotni odziv stavbe vplivajo različne lokacije po Sloveniji. Obenem pa preveriti delovanje in odziv programa ob uporabi navedenih posebnih elementov ovoja.

## **BIBLIOGRAPHIC – DOKUMENTALISTIC INFORMATION**

UDC: 620.91+699.86(043.2)  
Author: Rok Confidenti  
Supervisor: Ass. prof. dr. Živa Kristl  
Title: Parametrical study of a building's thermal response using  
greenhouse and Trombe-Michele wall according to  
SIST EN ISO 13790:2004  
Notes: 108 p., 82 tab., 45 fig.  
Key words: building's thermal response, greenhouse, Trombe-Michele wall,  
SIST EN ISO 13790:2004

### **Abstract**

Purpose of following graduation thesis was parametrical study of a building's thermal response according to SIST EN ISO 13790:2004 using different surfaces and orientations of greenhouse and Trombe-Michele wall and influence of different locations over the Slovenia with calculating program in Microsoft Excel made by Sabina Jereb in her graduation thesis. Second goal was to check working and response of this calculating program using greenhouse and Trombe-Michele wall in calculations.

## **ZAHVALA**

Za pomoč in njeno potrpežljivost pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorici dr. Živi Kristl.

## KAZALO VSEBINE

1	UVOD .....	1
1.1	Namen naloge .....	1
1.2	Zasnova naloge .....	2
2	TEORETIČNE OSNOVE .....	4
2.1	Uvod .....	4
2.2	Računska metoda .....	4
2.2.1	Energijska bilanca .....	5
2.2.2	Postopek izračuna .....	6
2.3	Definicije .....	7
3	CILJI NALOGE .....	10
4	PROGRAM ZA IZRAČUN .....	11
4.1	Uporaba programa .....	12
5	PRIMER .....	14
5.1	Obravnavana stavba .....	14
5.2	Vhodni podatki .....	16
5.2.1	Osnovni podatki o stavbi .....	16
5.2.2	Klimatski podatki .....	18
5.2.3	Podatki za posamezne ogrevalne cone .....	20
6	REZULTATI IZRAČUNA ZA RAZLIČNE POVRŠINE STEKLENJAKOV OZ. ZBIRALNO SHRANJEVALNIH STEN .....	28
6.1	Toplotni odziv stavbe brez posebnih elemntov ovoja .....	29
6.2	Vpliv različnih površin steklenjakov .....	33
6.2.1	Steklenjaki na $\frac{1}{4}$ površine fasad .....	34
6.2.2	Steklenjaki na $\frac{1}{2}$ površine fasad .....	37

6.2.3	Steklenjaki na $\frac{3}{4}$ površine fasad .....	40
6.2.4	Steklenjaki na celi površini fasad .....	43
6.2.5	Ocena toplotnega odziva stavbe ob uporabi različnih površin staklenjakov .....	46
6.3	Vpliv različnih površin zbiralno shranjevalnih sten .....	48
6.3.1	Zbiralno shranjevalne stene na $\frac{1}{4}$ površine fasad .....	50
6.3.2	Zbiralno shranjevalne stene na $\frac{1}{2}$ površine fasad .....	55
6.3.3	Zbiralno shranjevalne stene na $\frac{3}{4}$ površine fasad .....	60
6.3.4	Zbiralno shranjevalne stene na celotni površini fasad .....	65
6.3.5	Ocena toplotnega odziva stavbe ob uporabi različnih površin zbiralno shranjevalnih sten .....	70
7	REZULTATI IZRAČUNA ENAKIH POVRŠIN STEKLENJAKOV PRI RAZLIČNIH ORIENTACIJAH IN NA RAZLIČNIH LOKACIJAH .....	72
7.1	Toplotni odziv stavbe v Ljubljani ob uporabi steklenjakov na različnih orientacijah .....	74
7.2	Toplotni odziv stavbe v Mariboru ob uporabi steklenjakov na različnih orientacijah .....	80
7.3	Toplotni odziv stavbe v Novem mestu ob uporabi steklenjakov na različnih orientacijah .....	85
7.4	Toplotni odziv stavbe v Portorožu ob uporabi steklenjakov na različnih orientacijah .....	90
7.5	Toplotni odziv stavbe v Ratečah ob uporabi steklenjakov na različnih orientacijah .....	95
7.6	Primerjava toplotnega odziva stavbe pri uporabi enakih površin steklenjakov na različnih orientacijah in lokacijah po Sloveniji .....	100
8	OCENA PROGRAMA .....	104
9	OCENA STANDARDA SIST EN ISO 13790:2004 .....	105
10	ZAKLJUČEK .....	106
	VIRI .....	108
	PRILOGE	



## KAZALO PREGLEDNIC

Pregl. 5.2.3.1: Osnovni vhodni podatki za posamezno cono .....	22
Pregl. 5.2.3.2: Vhodni podatki za posamezne elemente .....	23
Pregl. 5.2.3.3: Vhodni podatki za elemente, vezane na posamezne orientacije .....	24
Pregl. 5.2.3.4: Vhodni podatki za steklenjake .....	25
Pregl. 5.2.3.5: Vhodni podatki za zbiralno shranjevalne stene (ZSS) .....	26
Pregl. 5.2.3.6: Vhodni podatki za primere izračuna za različne orientacije .....	27
Pregl. 6.1.1: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani brez posebnih elementov ovoja .....	31
Pregl. 6.1.2: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani brez posebnih elementov ovoja za cel objekt na m <sup>2</sup> na leto .....	32
Pregl. 6.2.1: Vhodni podatki za steklenjake .....	33
Pregl. 6.2.1.1: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani z ¼ dodanih steklenjakov .....	35
Pregl. 6.2.1.2: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani brez in z ¼ steklanjakov v % na leto .....	36
Pregl. 6.2.2.1: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani z ½ dodanih steklenjakov .....	38
Pregl. 6.2.2.2: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani brez in z ½ steklanjakov v % na leto .....	39
Pregl. 6.2.3.1: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani z ¾ dodanih steklenjakov .....	41
Pregl. 6.2.3.2: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani brez in z ¾ steklanjakov v % na leto .....	42
Pregl. 6.2.4.1: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani celotno površino dodanih steklenjakov .....	44
Pregl. 6.2.4.2: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani brez in s celotno površino steklanjakov v % na leto .....	45
Pregl. 6.2.5.1: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani ob uporabi različnih površin steklenjakov na m <sup>2</sup> na leto .....	46
Pregl. 6.3.1: Vhodni podatki za zbiralno shranjevalne stene .....	49

Pregl. 6.3.1.1: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani z $\frac{1}{4}$ dodanih zbiralno shranjevalnih sten KS 1 .....	51
Pregl. 6.3.1.2: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani z $\frac{1}{4}$ dodanih zbiralno shranjevalnih sten KS 2 .....	53
Pregl. 6.3.1.3: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani brez in z $\frac{1}{4}$ zbiralno shranjevalnih sten .....	54
Pregl. 6.3.2.1: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani z $\frac{1}{2}$ dodanih zbiralno shranjevalnih sten KS 1 .....	56
Pregl. 6.3.2.2: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani z $\frac{1}{2}$ dodanih zbiralno shranjevalnih sten KS 2 .....	58
Pregl. 6.3.2.3: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani brez in z $\frac{1}{2}$ zbiralno shranjevalnih sten v % .....	59
Pregl. 6.3.3.1: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani z $\frac{3}{4}$ dodanih zbiralno shranjevalnih sten za celotno stavbo KS 1 .....	61
Pregl. 6.3.3.2: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani z $\frac{3}{4}$ dodanih zbiralno shranjevalnih sten za celotno stavbo KS 2 .....	63
Pregl. 6.3.3.3: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani brez in z $\frac{3}{4}$ zbiralno shranjevalnih sten v % .....	64
Pregl. 6.3.4.1: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani s celotno površino dodanih zbiralno shranjevalnih sten KS 1 .....	66
Pregl. 6.3.4.2: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani s celotno površino dodanih zbiralno shranjevalnih sten KS 2 .....	68
Pregl. 6.3.4.3: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani brez in s celotno površino zbiralno shranjevalnih sten v % .....	69
Pregl. 6.3.5.1: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani ob uporabi različnih površin steklenjakov na $m^2$ na leto .....	70
Pregl. 7.1: Vhodni podatki za steklenjak .....	72
Pregl. 7.1.1: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani brez steklenjakov ..	74
Pregl. 7.1.2: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani – steklenjak V .....	74
Pregl. 7.1.3: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani – steklenjak J .....	75
Pregl. 7.1.4: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani na $m^2$ – steklenjak Z .....	75

Pregl. 7.1.5:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani na m <sup>2</sup> za različne Orientacije na leto .....	76
Pregl. 7.1.6:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani na m <sup>2</sup> za različne orientacije razlike v % na leto .....	76
Pregl. 7.1.7:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Ljubljani brez steklenjakov .....	77
Pregl. 7.1.8:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Ljubljani stekl. J .....	77
Pregl. 7.1.9:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Ljubljani stek. Z .....	78
Pregl. 7.1.10:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Ljubljani na m <sup>2</sup> za različne orientacije na leto .....	78
Pregl. 7.1.11:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Ljubljani na m <sup>2</sup> za različne orientacije razlike v % na leto .....	78
Pregl. 7.2.1:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Mariboru brez stekl. ....	80
Pregl. 7.2.2:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Mariboru – steklenjak V .....	80
Pregl. 7.2.3:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Mariboru – steklenjak J .....	81
Pregl. 7.2.4:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Mariboru – steklenjak Z .....	81
Pregl. 7.2.5:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Mariboru na m <sup>2</sup> za različne orientacije na leto .....	82
Pregl. 7.2.6:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani na m <sup>2</sup> za različne orientacije razlike v % na leto .....	82
Pregl. 7.2.7:	Rezultati izračuna topl. dziva stavbe rotirane za 90° v Mariboru brez stekl. ....	82
Pregl. 7.2.8:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Mariboru steklenjak J .....	83
Pregl. 7.2.9:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Mariboru na m <sup>2</sup> za različne orientacije razlike v % na leto .....	83
Pregl. 7.3.1:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Novem mestu brez steklenjaka .....	85
Pregl. 7.3.2:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Novem mestu steklenjak V .....	85

Pregl. 7.3.3:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Novem mestu steklenjak J .....	86
Pregl. 7.3.4:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Novem mestu steklenjak Z ....	86
Pregl. 7.3.5:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Novem mestu na m <sup>2</sup> za različne orientacije na leot .....	87
Pregl. 7.3.6:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Novem mestu na m <sup>2</sup> za različne orientacije razlike v % na leto .....	87
Pregl. 7.3.7:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Novem mest ubrez steklenjaka .....	87
Pregl. 7.3.8:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Novem mestu steklenjak J .....	88
Pregl. 7.3.9:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Novem mestu na m <sup>2</sup> za različne orientacije razlike v % na leto .....	88
Pregl. 7.4.1:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Portorožu brez steklenjaka .....	90
Pregl. 7.4.2:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Portorožu steklenjak V .....	90
Pregl. 7.4.3:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Portorožu steklenjak J .....	91
Pregl. 7.4.4:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Portorožu steklenjak Z .....	91
Pregl. 7.4.5:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Portorožu na m <sup>2</sup> za različne orientacije na leto .....	92
Pregl. 7.4.6:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Portorožu na m <sup>2</sup> za različne orientacije - razlike v % na leto .....	92
Pregl. 7.4.7:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Portorožu brez stekl .....	93
Pregl. 7.4.8:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Portorožu steklenjak J .....	93
Pregl. 7.4.9:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Portorožu na m <sup>2</sup> za različne orientacije - razlike v % na leto .....	94
Pregl. 7.5.1:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ratečah brez steklenjaka .....	95
Pregl. 7.5.2:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ratečah steklenjak V .....	95
Pregl. 7.5.3:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ratečah steklenjak J .....	96
Pregl. 7.5.4:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ratečah steklenjak Z .....	96
Pregl. 7.5.5:	Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ratečah na m <sup>2</sup> za različne orientacije na leto .....	97

Pregl. 7.5.6: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ratečah na m <sup>2</sup> za različne orientacije razlike v % na leto .....	97
Pregl. 7.5.7: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Ratečah brez steklenjaka .....	98
Pregl. 7.5.8: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Ratečah steklenjak J .....	98
Pregl. 7.5.9: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Ratečah za različne orientacije razlike v % na leto .....	99
Pregl. 7.6.1: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe ob uporabi enakih površin steklenjakov na različnih orientacijah in lokacijah na m <sup>2</sup> in razlike v % ....	100

## KAZALO SLIK

Slika 1.1:	Shematski prikaz poteka prvega dela izračuna .....	3
Slika 1.2:	Shematski prikaz poteka drugega dela izračuna .....	3
Slika 2.1:	Letna energijska bilanca stavbe (po SIST EN ISO 13790) .....	5
Slika 4.1:	Primer komentarja pri oznaki .....	12
Slika 4.2:	Razpored delovnih listov izračuna v programu Excel .....	12
Slika 5.1.1:	Skica tlorisa objekta .....	15
Slika 5.1.2:	Fasada obravnavane stavbe .....	15
Slika 5.2.3.1:	Shema razdelitve ogrevalnih con .....	20
Slika 5.2.3.2:	Skica, fasada 1 .....	20
Slika 5.2.3.3:	Skica, fasada 2 .....	21
Slika 5.2.3.4:	Razdelitev stavbe na posamezne toplotne cone 3-D model stavbe .....	21
Slika 6.1.1:	Toplotni odziv stavbe v Ljubljani po mesecih brez posebnih elementov ovoja v kWh .....	29
Slika 6.1.2:	Toplotni odziv stavbe v Ljubljani na m <sup>2</sup> na leto .....	32
Slika 6.2.1.1:	Skica postavitve ¼ steklenjakov .....	34
Slika 6.2.1.2:	Toplotni odziv stavbe v Ljubljani z ¼ steklenjakov po mesecih .....	34
Slika 6.2.1.3:	Toplotni odziv stavbe v Ljubljani brez in z ¼ steklenjakov na m <sup>2</sup> na leto .....	36
Slika 6.2.2.1:	Skica postavitve ½ površine steklenjakov .....	37
Slika 6.2.2.2:	Toplotni odziv stavbe v Ljubljani z ½ steklenjakov po mesecih .....	37
Slika 6.2.2.3:	Toplotni odziv stavbe v Ljubljani brez in z ½ steklenjakov na m <sup>2</sup> na leto .....	39
Slika 6.2.3.1:	Skica postavitve ¾ steklenjakov .....	40
Slika 6.2.3.2:	Toplotni odziv stavbe v Ljubljani z ¾ steklenjakov po mesecih .....	40
Slika 6.2.3.3:	Toplotni odziv stavbe v Ljubljani brez in z ¾ steklenjakov na m <sup>2</sup> na leto .....	42
Slika 6.2.4.1:	Skica postavitve celotne fasade steklenjakov .....	43
Slika 6.2.4.2:	Toplotni odziv stavbe v Ljubljani celotna fasada steklenjakov po mesecih ....	43
Slika 6.2.4.3:	Toplotni odziv stavbe v Lj brez in s celotno površino stekl. na m <sup>2</sup> na leto .....	45
Slika 6.2.5.1:	Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani ob uporabi različnih površin steklenjakov na m <sup>2</sup> na leto .....	46
Slika 6.3.1.1:	Skica postavitve ¼ zbiralno shranjevalnih sten .....	50
Slika 6.3.1.2:	Toplotni odziv stavbe v Ljubljani z ¼ ZSS po mesecih KS 1 .....	50
Slika 6.3.1.3:	Toplotni odziv stavbe v Ljubljani z ¼ ZSS po mesecih KS 2 .....	52

Slika 6.3.1.4: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani brez in z $\frac{1}{4}$ zbiralno shranjevalnih sten na $m^2$ na leto .....	54
Slika 6.3.2.1: Skica postavitve $\frac{1}{2}$ površine zbiralno shranjevalnih sten .....	55
Slika 6.3.2.2: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani z $\frac{1}{2}$ ZSS po mesecih KS 1 .....	55
Slika 6.3.2.3: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani z $\frac{1}{2}$ ZSS po mesecih KS 2 .....	57
Slika 6.3.2.4: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani brez in z $\frac{1}{2}$ zbiralno shranjevalnih sten na $m^2$ na leto .....	59
Slika 6.3.3.1: Skica postavitve $\frac{3}{4}$ zbiralno shranjevalnih sten .....	60
Slika 6.3.3.2: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani z $\frac{3}{4}$ ZSS po mesecih KS 1 .....	60
Slika 6.3.3.3: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani z $\frac{3}{4}$ ZSS po mesecih KS 2 .....	62
Slika 6.3.3.4: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani brez in z $\frac{3}{4}$ zbiralno shranjevalnih sten na $m^2$ .....	64
Slika 6.3.4.1: Skica postavitve celotne površine zbiralno shranjevalnih sten .....	65
Slika 6.3.4.2: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani s celotno površino ZSS po mesecih KS 1 .....	65
Slika 6.3.4.3: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani s celotno površino ZSS po mesecih KS 2 .....	67
Slika 6.3.4.4: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani brez in s celotno površino zbiralno shranjevalnih sten na $m^2$ na leto .....	69
Slika 6.3.5.1: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani ob uporabi različnih površin zbiralno shranjevalnih sten na $m^2$ na leto .....	70
Slika 7.1: Skica razporeditve steklenjakov na različnih orientacijah .....	72
Slika 7.1.1: Primerjava vpliva različnih orientacij steklenjaka v Ljubljani na $m^2$ na leto .....	79
Slika 7.2.1: Primerjava vpliva različnih orientacij steklenjaka v Mariboru na $m^2$ na leto .....	84
Slika 7.3.1: Primerjava vpliva različnih orientacij steklenjaka v Novem mestu na $m^2$ na leto .....	89
Slika 7.4.1: Primerjava vpliva različnih orientacij steklenjaka v Portorožu na $m^2$ na leto .....	94
Slika 7.5.1: Primerjava vpliva različnih orientacij steklenjaka v Ratečah na $m^2$ na leto .....	99
Slika 7.6.1: Primerjava rezultatov ob uporabi steklenjakov na različnih orientacijah in lokacijah na $m^2$ na leto .....	101

# 1 UVOD

Ob vsesplošnem draženju in predvidenem pomanjkanju fosilnih energentov, so težnje po uporabi obnovljivih virov energije vse večje. Najbolj dosegljiv izmed njih pa je prav gotovo sončno sevanje. Enostavno ga je izkoristi s postavitvijo zimskih vrtov oz. uporabo toplotno zbiralnih sten.

Za dobre rezultate v smislu čim večjih solarnih dobitkov in čim manjših toplotnih izgub pri uporabi steklenjaka oz. toplotno zbiralne stene je pred njihovo postavitvijo potrebno ugotoviti najprimernejšo površino, predvsem pa najprimernejšo orientacijo elementa glede na lokacijo postavljenega objekta.

## 1.1 Namen naloge

Namen predstavljene diplomske naloge je s pomočjo računskega programa v Excelu, ki ga je za svojo diplomsko nalogo, po takrat še evropskem predstandardu prEN ISO13790, izdelala Sabina Jereb, opraviti parametrično študijo toplotnega odziva stavbe glede na različno velike in orientirane površine steklenjakov oz. toplotno zbiralnih sten, ter kako na toplotni odziv stavbe vplivajo različne lokacije po Sloveniji. Obenem pa preveriti delovanje in odziv programa ob uporabi navedenih posebnih elementov ovoja.

Predvidevam, da se ob večanju površine steklenjaka oz. zbiralno shranjevalnih sten solarni dobitki ravno tako povečujejo, vprašanje pa je, kako se pri tem spreminjajo izgube.

Zagotovo je potrebno poiskati optimalno razmerje, ko je uporaba zgoraj navedenih posebnih elementov ovoja najbolj ekonomična in učinkovita. Predvsem poleti se lahko zgodi da je solarnih dobitkov še preveč, vendar pa standard tega ne upošteva, kar pa bi bilo po mojem mnenju nujno za celovito obravnavanje energetske bilance stavbe.

Znano je, da je južna orientacija najbolj ugodna kar se tiče solarnih dobitkov, vendar pa ima stavba obravnavana v našem primeru večino površin odprtih in fasade orientiranih vzhodno in



zahodno. Ugotoviti želim, katera od orientacij je v različnih mestih Slovenije (izbral sem Ljubljano, Maribor, Novo mesto in kot dva ekstrema Portorož in Rateče) najprimernejša.

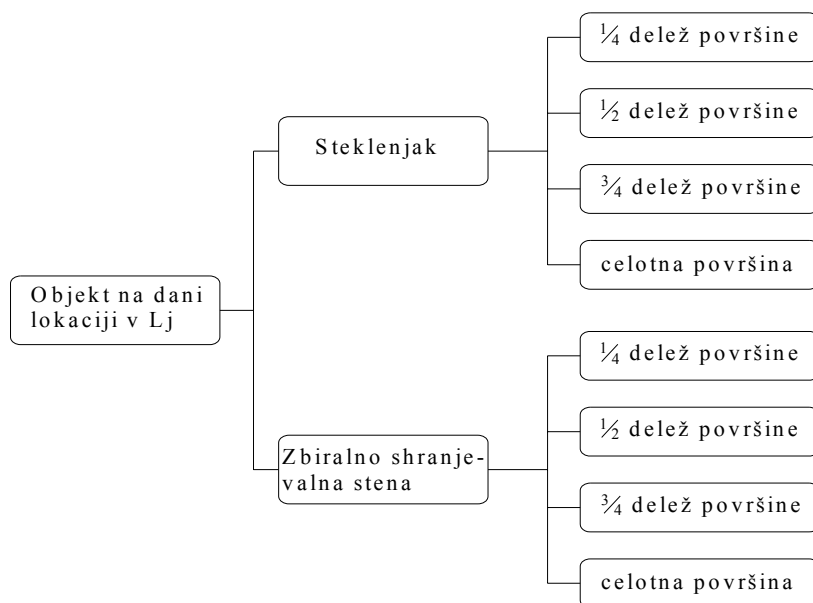
Pri primerjavi tplotnega odziva obravnavane stavbe v različnih mestih, pa pričakujem največje oz. najmanjše izgube v obeh bolj ekstremnih primerih tj. v Ratečah in Portorožu, saj sta trajanji ogrevalne sezoni zelo različni. Vendar pa daljša ogrevalna sezona v Ratečah kar kliče po izkoriščanju solarne energije, ki je ravno tako daljše, in s tem so prihranki še bolj občutni. Kar se tiče izgub v preostalih treh mestih predvidevam, da bodo precej podobne, toplotni solarni dobitki pa se bodo razlikovali, saj so odvisni od količine sončnih dni. V Ljubljani pričakujem manjše solarne dobitke, saj le ta leži v kotlini in se pozimi pogosto pojavlja toplotna inverzija.

## 1.2 Zasnova naloge

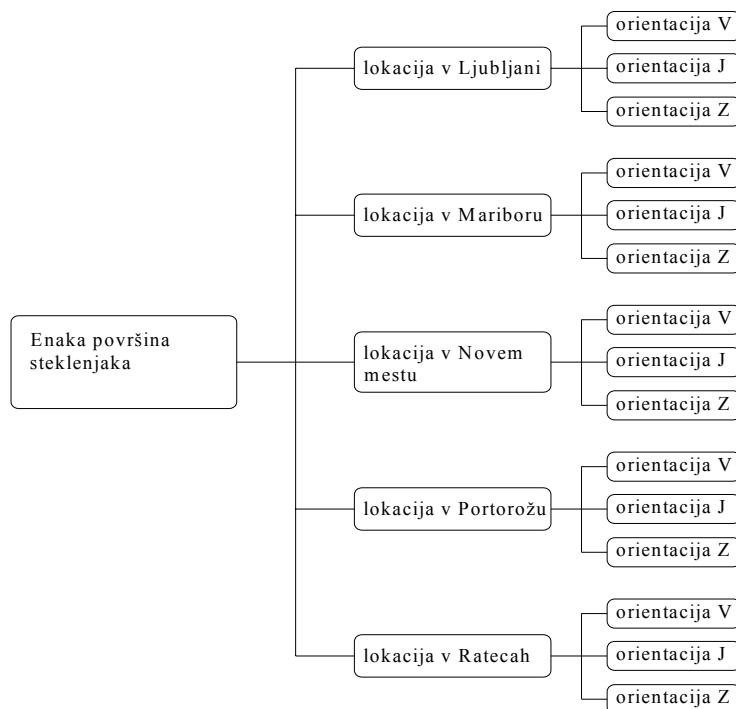
Nalogo sem razdelil na deset glavnih poglavij in le-ta na podpoglavja, ki si sledijo v ustreznem vrstnem redu. Na začetku so predstavljene teoretične osnove za izračune v nalogi, računsko metoda, potek izračuna in definicije pojmov. V nadaljevanju so predstavljeni cilji naloge, ter predstavljen program za izračun. Nadalje je predstavljen primer, kjer je opisana obravnavana stavba, predstavljeni so vhodni podatki stavbe, ki v nadaljnjih računih ne varirajo, ter klimatski podatki za izbrane lokacije po Sloveniji.

Parametrična študija, ki sledi v nadaljevanju, je razdeljen na dva dela. V prvem delu je predstavljen izračun kjer se na dani lokaciji v Ljubljani spreminjajo površine steklenjakov oziroma zbiralno shranjevalnih sten. Potek izračuna je shematsko prikazan na sliki 1.1. V drugem delu pa sem, ob enakih površinah posebnih elementov ovoja na različnih orientacijah na objektu, spreminjal lokacijo objekta. Potek tega izračuna pa je shematsko prikazan na sliki 1.2.

Sledi primerjava in analiza dobljenih rezultatov, ocena uporabnosti ter delovanja programa, ter na koncu zaključek.



Slika 1.1: Shematski prikaz poteka prvega dela izračuna



Slika 1.2: Shematski prikaz poteka drugega dela izračuna

## 2 TEORETIČNE OSNOVE

### 2.1 Uvod

Evropski standard SIST EN ISO 13790:2004 "Thermal performance of buildings and building components" je septembra 2004 objavil slovenski inštitut za standardizacijo (SIST).

Metoda izračuna, ki temelji na energijski bilanci pri stacionarnem stanju, je uporabna v naslednjih primerih:

- ocena skladnosti s tehničnimi predpisi, ki temeljijo na ciljnih vrednostih energijske učinkovitosti,
- optimizacija energijskega odziva načrtovane stavbe z uporabo metode na večih možnih različicah,
- prikaz dogovorjene ravni energijskega odziva obstoječih stavb,
- ovrednotenje možnih varčevalnih ukrepov pri obstoječih stavbah,
- napoved bodočih potreb po energetskih virih na nacionalni in mednarodni ravni.

### 2.2 Računska metoda

Standard SIST EN ISO 13790:2004 podaja poenostavljeno računsko metodo za ovrednotenje porabe toplote za ogrevanje prostorov bivalnih in nebivalnih stavb ali njihovih delov. Stavbo je potrebno obravnavati kot celoto.

Ta metoda vključuje izračun:

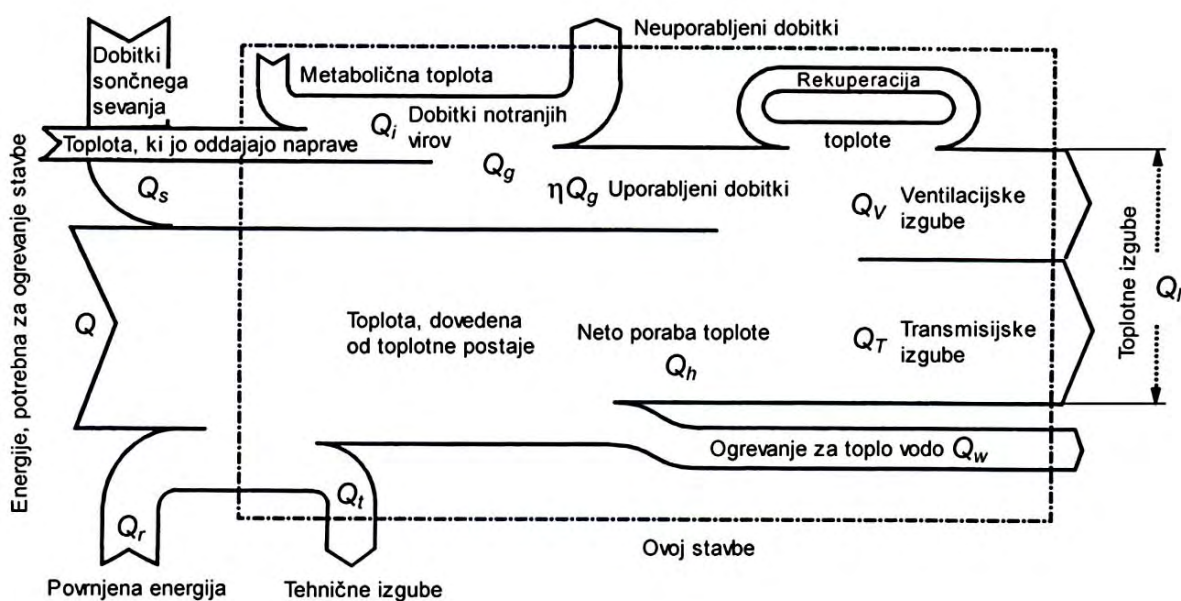
- toplotnih izgub stavbe, ogrevane na konstantno temperaturo,
- letne porabe toplote za vzdrževanje določene projektne notranje temperature.

Stavba ima lahko več toplotnih con z različnimi projektnimi notranjimi temperaturami. Ena toplotna cona ima lahko prekinjeno ogrevanje.

## 2.2.1 Energijska bilanca

Po definiciji energijska bilanca stavbe vključuje sledeče (upoštevana je le senzibilna toplota):

- transmisijske in prezračevalne toplotne izgube iz notranjega v zunanje okolje,
- transmisijske in prezračevalne toplotne izgube oziroma toplotne dobitke v/iz sosednjih con,
- uporabne toplotne dobitke notranjih virov,
- izkoriščene dobitke sončnega sevanja,
- izgube pri proizvodnji toplote (distribucijske, emisijske in kontrolne izgube ogrevalnega sistema)
- dotok energije v ogrevalni sistem za proizvodnjo toplote za ogrevanje.



Slika 2.1: Letna energijska bilanca stavbe (po SIST EN ISO 13790)

V Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah ni upoštevana energija za pripravo tople vode in izgube na ogrevalnem sistemu. Zato tudi program ne izračuna letne porabe energije, ampak letno porabo toplote za ogrevanje stavbe.

### 2.2.2 Postopek izračuna

- 1) Definira se meje ogrevanega prostora in, če je potrebno, različnih con in neogrevanih prostorov.
- 2) V primeru prekinjenega ogrevanja ali prezračevanja se definira časovna podobdobja z različnimi načini ogrevanja in prezračevanja (n.pr. dan, noč).
- 3) Stavbe z eno toplotno cono: izračun koeficienta toplotnih izgub ogrevanega prostora.  
Stavbe z več toplotnimi conami: izračun po postopku, navedenem v prEN ISO 13790, dodatek B.
- 4) V primeru sezonskega izračuna se definira ali izračuna dolžino in klimatske podatke ogrevalne sezone.
- 5) Izračun ekvivalentne notranje temperature za vsako časovno podobdobje.
- 6) Izračun toplotnih izgub.
- 7) Izračun toplotnih dobitkov notranjih virov.
- 8) Izračun dobitkov sončnega sevanja.
- 9) Izračun faktorja izkoristka celotnih dobitkov.
- 10) Izračun porabe toplote.
- 11) Izračun letne porabe toplote.

## 2.3 Definicije

V nadaljevanju navedene definicije so povzete iz SIST EN ISO 13790:2004.

1. *računsko obdobje*: Časovno obdobje, upoštevano pri izračunu toplotnih izgub in dobitkov. Najbolj uporabljena računška obdobja so teden, mesec in ogrevalna sezona.
2. *trajanje ogrevalne sezone*: Število dni med začetkom in koncem ogrevalne sezone.
3. *začetek ogrevalne sezone*: Je določen z naslednjim dnem, ko je po treh dneh zapored zunanja temperatura ob 21. uri nižja ali enaka 12 °C.
4. *konec ogrevalne sezone*: Je določen s časovnim obdobjem, v katerem je zunanja temperatura ob 21. uri v treh zaporednih dneh višja od 12 °C in po tem datumu v obravnavanem letu ni več treh zaporednih dni, ko bi se ponovno znižala na 12 °C ali manj. Tretji dan zadnjega takšnega niza je konec ogrevalne sezone.
5. *energija za ogrevanje*: Energija, ki jo je potrebno dovesti ogrevalnemu sistemu, da se zadovolji porabi toplote.
6. *načini ogrevanja*: Da se lahko omogoči prekinjeno ogrevanje, mora ogrevalni sistem imeti možnost delovanja na različne načine:
  - *normalni način*: sistem ogrevanja deluje tako, da ohranja enako vrednost notranje temperature, kot če ne bi bilo prekinjenega ogrevanja,
  - *izključeni način*: ogrevalni sistem ne dovaja toplote,
  - *reducirani način*: toplota se dovaja kot funkcija zunanje temperature, vendar pa je njena vrednost nižja kot pri normalnem načinu ogrevanja,
  - *nizki način*: količina pretoka toplote je kontrolirana tako, da se ohranja nizka notranja temperatura,
  - *povišani način*: sistem ogrevanja deluje z vso močjo.
7. *prekinjeno ogrevanje*: Program ogrevanja pri katerem lahko v nekem časovnem obdobju temperatura pade pod projektno vrednost.
8. *letna specifična potrebna toplota za ogrevanje*: Potreba po toploti, ki jo je potrebno v enem letu dovesti v stavbo, za doseganje projektnih notranjih temperatur.
9. *poraba toplote*: Toplota, ki jo je potrebno dovajati v ogrevan prostor za ohranjanje projektne notranje temperature.

10. *toplotni dobitki*: Toplota, ki vstopa v ogrevan prostor ali se v njem ustvarja in njen vir ni ogrevalni sistem.
11. *toplotne izgube*: Toplota, ki v nekem časovnem obdobju preide iz ogrevanega prostora v zunanje okolje s transmisijo in izmenjavo zraka.
12. *transmisijske toplotne izgube*: Toplotne izgube zaradi prehoda toplote skozi ovoj stavbe.
13. *prezračevalne toplotne izgube*: Toplotne izgube zaradi izmenjave odtočnega zraka iz prostorov z zunanjim zrakom.
14. *dobitki notranjih virov*: Toplota, ki jo v ogrevanem prostoru proizvajajo notranji viri, razen ogrevalnega sistema.
15. *dobitki sončnega sevanja*: Toplota, ki vstopa v prostor zaradi sončnega sevanja.
16. *globalno sončno sevanje*: Energija Sonca na enoto površine v določenem čas. obdobju.
17. *zunanja temperatura*: Temperatura zunanjega zraka.
18. *notranja temperatura*: Aritmetična sredina temperature zraka in povprečne sevalne temperature v središču prostora (notranja suha rezultatna temperatura).
19. *projektna notranja temperatura*: Predvidena temperatura v prostorih, kot je določena v projektu.
20. *povprečna dnevna temperatura zraka*: Je določena z enačb  $T_d = (T_7 + T_{14} + 2T_{21}) / 4$ , kjer so  $T_7$ ,  $T_{14}$ , in  $T_{21}$  časovne meritve po srednjeevropskem času.
21. *temperturni primanjkljaj*: Razlika med notranjo temperaturo v ogrevanem prostoru in povprečno dnevno zunanjo temperaturo zraka. Upošteva se le dneve, ko je bila le ta nižja od 12 °C.
22. *koeficient toplotnega toka*: Količnik vrednosti pretoka toplote med dvema toplotnima conama in temperaturno razliko med njima.
23. *koeficient toplotnih izgub*: Koeficient toplotnega toka iz ogrevanega prostora v zunanje okolje. Definiran je lahko le za stavbo z eno toplotno cono.
24. *faktor izkoristka*: Faktor, ki določa delež izkoriščenih dobitkov v okviru celotnih mesečnih ali sezonskih dobitkov (notr. virov in pasivnih dobitkov sončnega sevanja).
25. *faktor prehoda celotnega sončnega sevanja*: Razmerje vpadle in prepuščene gostote energijskega toka sončnega sevanja.
26. *faktor oblike*: Razmerje med celotno zunanjo površino in ogrevano prostornino stavbe, ki jo ta površina obdaja.

27. *faktor okvirja*: Razmerje med transparentno površino in celotno površino odprtine.
28. *izkoristek rekuperacijskega sistema*: Delež toplote, ki ga sistem odvzame zavrženemu ali odtočnemu zraku in ga prenese v notranje okolje.
29. *ogrevan prostor*: Soba ali omejen zaprt prostor, ogrevan na določeno projektno notranjo temperaturo.
30. *toplotna cona*: Del ogrevanega prostora z določeno projektno notranjo temperaturo, v katerem se domneva, da so prostorska odstopanja temperature zanemarljiva.
31. *neogrevan prostor*: Soba ali omejen zaprt prostor, ki ni del ogrevanega prostora.
32. *celotna zunanja površina stavbe (cone)*: Zunanja površina stavbe (cone), skozi katero toplota prehaja v zunanje okolje.
33. *uporabna površina*: Notranja tlorisna površina ogrevanih prostorov po projektu.
34. *ogrevana prostornina stavbe (cone)*: Prostornina stavbe (cone), ki jo obdaja zunanja površina stavbe, skozi katero toplota prehaja v okolico.
35. *izpostavljeni obseg tal*: Celotna dolžina zunanjega zidu, ki ločuje ogrevani prostor od zunanjega okolja oz. neogrevanega prostora izven izolacijskega ovoja stavbe.
36. *toplotna prevodnost*: Snovna lastnost materiala, določena pri srednji delovni temperaturi in vlažnosti materiala.
37. *toplotna prehodnost*: Celotna toplotna prehodnost, ki upošteva prehod toplote skozi element ovoja stavbe in vključuje prevajanje, konvekcijo in sevanje.
38. *linijska toplotna prehodnost*: Toplotna prehodnost, določena po SIST EN ISO 14683.
39. *toplotni most*: Mesto v ovoju stavbe, kjer je prehod toplote povečan zaradi spremembe materiala, debeline ali geometrije konstrukcije.
40. *urna izmenjava zraka*: Urno število izmenjav notranjega zraka z zunanjim, preračunano na neto ogrevano prostornino stavbe (cone), upošteva sistem notranjih mer le te.
41. *meja ogrevanega prostora*: Sestoji se iz sten, tal in stropov ali streh, ki ločujejo obravnavani ogrevani prostor od zunanjega okolja oziroma sosednjih toplotnih con in neogrevanih prostorov.
42. *toplotna cona*: Če je potrebno, je ogrevani prostor razdeljen na toplotne cone. Če je ogrevani prostor v celoti ogrevan na isto temperaturo in so dobitki notranjih virov ter dobitki sončnega sevanja relativno majhni oziroma enakomerno razporejeni po celotni stavbi, potem se lahko uporabi izračun z eno toplotno cono.



### **3 CILJI NALOGE**

Prvi cilj naloge je ugotoviti primernost uporabe steklenjakov oz. zbiralno shranjevalnih sten na izbranem objektu v Ljubljani, oziroma ugotoviti najprimernejšo površino le teh, v smislu uravnoteženja energetskih dobitkov in izgub, ki jih prinaša njihova uporaba.

Drugi cilj je ugotoviti najprimernejšo orientacijo posebnih elementov ovoja glede na različne lokacije po Sloveniji ter njihova primerjava.

Na koncu pa je cilj ugotoviti odziv uporabljenega programa, ter ugotoviti morebitne napake in pomankljivosti v njem.

## 4 PROGRAM ZA IZRAČUN

Program v Excelu je v okviru svoje diplomske naloge, po takrat še evropskem predstandardu prEN ISO13790, izdelala Sabina Jereb.

V skladu s standardom EN ISO 13790:2004 program izračuna rezultate, potrebne za končno poročilo o energijski bilanci stavbe, oziroma dokaz ustreznosti toplotne zaščite stavbe (v skladu s Pravilnikom o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah).

Program omogoča izračun porabe toplote za ogrevanje bivalnih in nebivalnih stavb po obeh metodah; mesečni in sezonski. Za vsak mesec se lahko upošteva tudi po eno obdobje nezasedenosti. Mogoče je upoštevati vpliv prekinjenega ogrevanja (predhodno je potrebno izračunati ekvivalentno notranjo temperaturo) in ostalih časovno odvisnih karakteristik (n.pr. količine pretoka zraka, toplotne prehodnosti oken, dobitkov notranjih virov,...) posameznih toplotnih con.

Izračun se lahko izvede za štiri značilna časovna podobdobja:

- normalno (preko dneva),
- noč,
- vikend,
- obdobje nezasedenosti.

V izračun je mogoče vključiti tudi posebne elemente ovoja. To so steklenjaki, prezračevani in ogrevani elementi ovoja, netransparentni elementi s transparentno izolacijo ter zbiralno shranjevalne stene.

Program upošteva le horizontalne in vertikalne površine (nazivno) orientirane na J, S, V ali Z. Če je objekt orientiran v druge smeri in orientacije močno odstopajo od osnovnih, program ni primeren.

Program omogoča izvedbo stacionarnega izračuna, kot je to predpisano v EN ISO 13790:2004 zato je omejen na določeno število toplotnih con in njihovih elementov.

Upošteva se lahko:

- 3 različne ogrevane cone nad nivojem terena,
- 4 različne neogrevane cone nad nivojem terena,
- 1 neogrevano cono ki sega oziroma se v celoti nahaja pod nivojem terena,
- 1 (ogrevani coni) pridružen steklenjak.

#### 4.1 UPORABA PROGRAMA

Izračun je zasnovan v računalniškem programu Microsoft Excel. Podatke in rezultate podajamo in predstavimo v preglednicah. Zaradi lažjega razumevanja oznak ter podajanja zahtevanih podatkov, je v programu vsaki oznaki pripet komentar. Komentar navaja kateri vhodni podatek je potrebno vstaviti v določeno okence tabele. Potek izračuna je razdeljen na več delavnih listov, nekteri so namenjeni vnosu podatkov, drugi izračuni, ter predstavitvi rezultatov.

prostornina cone $V_e$ ( $m^3$ )	
uporabna površina cone $A_u$ ( $m^2$ )	243,50
aciteta cone C pri $d_{max}=10$ cm (MJ/K)	113,0

Slika 4.1: Primer komentarja pri oznaki

Slika 4.2: Razpored delovnih listov izračuna v programu Excel

Predatavitev delovnih listov izračuna v programu Excel:

- list *oznake* – predstavljene so oznake, ki se pojavljajo v izračunih
- list *OP* – podajo se osnovni vhodni podatki za celotno stavbo
- list *izhodni* – v preglednicah so predstavljeni izračunani rezultati
- list *KP* – podajo se klimatski podatki za območje kjer stoji stavba
- listi *1. OC, 2. OC, 3. OC* – podajo se podatki za tri različne ogrevane cone
- listi *1. NC do 5.NC* – podajo se podatki za do pet neogrevanih con
- list *OC z OK* – podajo se podatki za eno ogrevano cono z ogrevano kletjo
- list *NC z NK* – podajo se podatki za eno neogrevano cono z neogrevano kletjo
- list *ST* – podajo se podatki za steklenjake
- list *izrač. OC* – izračunajo se rezultati za ogrevane cone
- list *izrač. NC* – izračunajo se rezultati za neogrevane cone
- list *izrač. ST* – izračunajo se rezultati za steklenjake
- list *izrač. KL* – izračunajo se rezultati za kleti

## 5 PRIMER

### 5.1 Obravnavana stavba

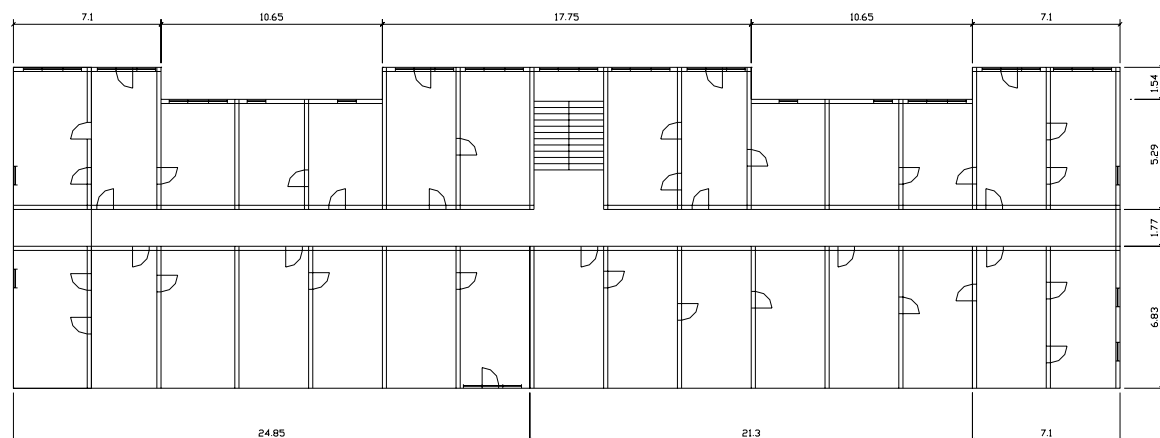
Za simulacijo je izbrana večstanovanjska stavba na Ulici Hermana Potočnika 17, v Ljubljani. Zaradi spremembe namembnosti stavbe iz samskega doma v večstanovanjski objekt jo je investitor Javni stanovanjski sklad mestne občine Ljubljana obnovil. Na Katedri za stavbe in konstrukcijske elemente Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, so pripravili natančno analizo toplotnega odziva obstoječe in načrtovane stavbe, sodelovali so pri prenovi, ter vršijo monitoring porabe energije po stanovanjih. Zato so bili na razpolago tudi točni podatki glede geometrije stavbe in sestave konstrukcijskih sklopov.

Tlorisne dimenzije objekta so 53,35 m x 15,80 m etažnost pa je K+P+4. Objekt ima centralno postavljeno stopnišče, ki je vezano na hodnike, ki so osvetljeni s koncev. V objektu je urejenih 57 stanovanj različnih velikosti od eno do tri sobnega stanovanja. V kletnem nivoju sta dve stanovanji ter pomožni prostori kot so shrambe in kolesarnica, v vsaki naslednji etaži pa po enajst stanovanj. Stanovanja na zahodni strani objekta imajo urejene atrije, ograjene z živo mejo, stanovanja v nadstropjih pa balkone iz jeklene konstrukcije dodane k fasadi. V objektu je 8 nadzorovanih stanovanj kjer lahko najemniki individualno regulirajo in nadzorujejo porabo energije preko prikazovalnikov merjenih količin. Poleg teh poteka monitoring tudi na 4 stanovanjih, kjer pa teh prikazovalnikov ni.

Objekt je zgrajen iz AB nosilne konstrukcije. To so stene vzdolž hodnika in pa stebri ob fasadni steni ki je iz siporeks zidakov. Horizontalna nosilna konstrukcija je iz gladkih AB plošč debeline 18 cm. Predelne stene med sobami so iz betonskih votlakov v debelini 20 cm. Streha je ravna, nepohodna z minimalnim potrebnim naklonom, nosilno konstrukcijo pa tvori AB plošča.

Stavba po prenovi nima pomembnejših toplotnih mostov, nima mehanskega sistema prezračevanja, ni prisotnih posebni elementi ovoja. Pri izračunu sem zaradi majhne površine kleti le to izpustil in stavbo obravnaval kot P+4 etaže.

Objekt se nahaja na SV delu Ljubljane v stanovanjski soseski v Novih Jaršah na Ulici Hermana Potočnika 17.



*Slika 5.1.1: Skica tlorisa objekta*



*Slika 5.1.2: Fasada obravnavane stavbe*

## 5.2 VHODNI PODATKI

### 5.2.1 Osnovni podatki o stavbi

- Stanovanjska stavba,  $T_n = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Število stanovanj je 57.
- Etažnost objekta je K+P+4 v izračunu pa P+4.
- Uporabljen je mesečni izračun brez upoštevanja obdobj nezasedenosti in sezonski izračun.
- Delitev na časovna podobdobja ni upoštevana.
- Tlorisne dimenzije objekta so 53,35 m x 15,80 m.
- Višina stavbe nad tlemi je 15,68 m
- Uporabna površina  $A_u = 3723 \text{ m}^2$
- Prostornina  $V_e = 11642 \text{ m}^3$

Zunanji ovoj stavbe predstavlja fasadna stena, ki je sestavljena iz nosilne AB konstrukcije sestavljene iz stebrov in siporeks zidakov debeline 22,5 cm, izolirana z 20 cm steklene volne ( $U = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), ter AB ravna streha ( $U = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Vse odprtine imajo dvojno zasteklitev in min. petprekatne PVC profile s skupno toplotno prehodnostjo  $U_w = 1,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Faktor okvirja, ki odraža razmerje med transparentno površino in celotno površino odprtine, je v razponu od 0.82 do 0.86.

Sestave konstrukcijskih sklopov:

- Fasadna stena:
  - o vlaknocementne fasadne plošče + pritrdilni material (sistem CLINAR)  $d = 1,0 \text{ cm}$
  - o zrak – netto debelina zračne plasti  $d = 6,0 \text{ cm}$
  - o T.I. – steklena volna (URSA TIP/S-V)  $d = 10,0 \text{ cm}$
  - o T.I. – steklena volna (URSA TIP/S-H)  $d = 10,0 \text{ cm}$
  - o penobeton (SIPOREX)  $d = 22,5 \text{ cm}$
  - o omet  $d = 2,0 \text{ cm}$

- Notranja stena:
  - omet  $d = 2,0 \text{ cm}$
  - betonski modularec  $d = 20,0 \text{ cm}$
  - omet  $d = 2,0 \text{ cm}$
- Ravna streha:
  - prani prodec  $d = 8,0 \text{ cm}$
  - geofilc
  - T.I. – ekstr. polistiren (kot URSA FOAM)  $d = 10,0 \text{ cm}$
  - H.I. – 2xbitumenski trak (kot IZOTEKT)  $d = 1,0 \text{ cm}$
  - T.I. – ekstr. polistiren (kot URSA FOAM)  $d = 10,0 \text{ cm}$
  - naklonski beton 5 – 15 cm  $d = 15,0 \text{ cm}$
  - AB plošča  $d = 18,0 \text{ cm}$
- Okna:
  - zasteklitev – 2 x nizkoemisijsko steklo, polnitev argon
  - okvirji – PVC s kovinskim jedrom petprekatni
  - senčila na zunanji strani – PVC roloji z izolacijskimi lamelami
- Steklenjaki:
  - zasteklitev – 2 x nizkoemisijsko steklo, polnitev argon
  - okvirji – PVC s kovinskim jedrom petprekatni
- Stena steklenjak - notranjost:
  - omet  $d = 2,0 \text{ cm}$
  - betonski modularec  $d = 20,0 \text{ cm}$
  - omet  $d = 2,0 \text{ cm}$
- Zbiralno shranjevalna stena:
  - omet  $d = 2,0 \text{ cm}$
  - armiran beton  $d = 20,0 \text{ cm}$
  - zrak – netto debelina zračne plasti  $d = 10,0 \text{ cm}$
  - zasteklitev – 2 x 4mm steklo, polnitev argon
  - okvirji – PVC s kovinskim jedrom petprekatni



### 5.2.2 Klimatski podatki

Za primerjavo sem izbral pet mest po Sloveniji. Tri z enakimi dnevnimi temperaturnimi primankljaji in enakimi trajanji ogrevalne sezone, razlikujejo pa se v povprečnih zunanjih temperaturah ter v globalnem sončnem sevanju, to so Ljubljana, kjer obravnavana stavba tudi stoji, Maribor in Novo mesto. Drugi dve mesti pa imata za razliko od prejšnjih treh precej drugačne klimatske razmere in sicer je klima v Portorožu mnogo milejša, temperaturni primankljaj je manjši, trajanje ogrevalne sezone je krajše, povprečne temperature so višje, globalno sončno sevanje pa je večje, za razliko od Rateč, ki je eden najhladnejših krajev v Sloveniji, kjer vsi podatki odstopajo ravno v obratno smer.

Krajevno ugotovljeni klimatski podatki za obravnavane lokacije (Ljubljana, Maribor, Novo mesto, Portorož, Rateče) so povzeti iz podatkov, ki jih na svojih spletnih straneh objavlja Ministrstvo za okolje in prostor.

#### **Ljubljana:**

- temperaturni primanjkljaj,  $DD$ : 3300 [K dan],
- trajanje ogrevalne sezone: od 01. oktobra do 15. maja
- podatki o povprečnih zunanjih temperaturah,  $\theta_e$  in globalnem sončnem sevanju na posamezni orientaciji,  $I_{s,j}$ , so zbrani v dodatku A tabela 1.

#### **Maribor:**

- temperaturni primanjkljaj,  $DD$ : 3300 [K dan],
- trajanje ogrevalne sezone: od 01. oktobra do 15. maja
- podatki o povprečnih zunanjih temperaturah,  $\theta_e$  in globalnem sončnem sevanju na posamezni orientaciji,  $I_{s,j}$ , so zbrani v dodatku A tabela 2.

**Novo mesto:**

- temperaturni primanjkljaj,  $DD$ : 3300 [K dan],
- trajanje ogrevalne sezone: od 01. oktobra do 15. maja
- podatki o povprečnih zunanjih temperaturah,  $\theta_e$  in globalnem sončnem sevanju na posamezni orientaciji,  $I_{s,j}$ , so zbrani v dodatku A tabela 3.

**Portorož:**

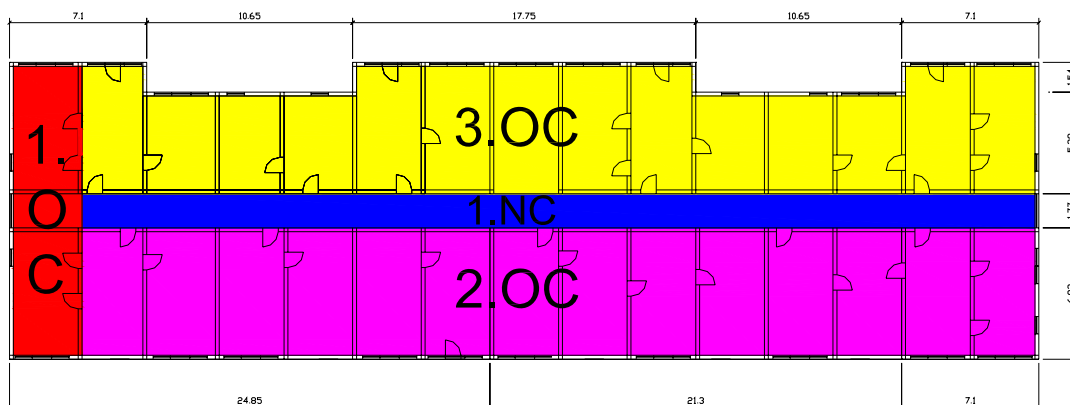
- temperaturni primanjkljaj,  $DD$ : 2400 [K dan],
- trajanje ogrevalne sezone: od 15. oktobra do 30. aprila
- podatki o povprečnih zunanjih temperaturah,  $\theta_e$  in globalnem sončnem sevanju na posamezni orientaciji,  $I_{s,j}$ , so zbrani v dodatku A tabela 4.

**Rateče:**

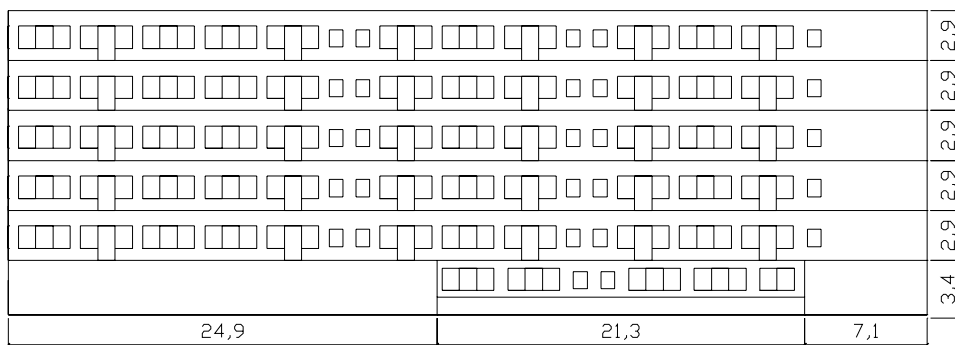
- temperaturni primanjkljaj,  $DD$ : 4000 [K dan],
- trajanje ogrevalne sezone: od 15. oktobra do 30. maja
- podatki o povprečnih zunanjih temperaturah,  $\theta_e$  in globalnem sončnem sevanju na posamezni orientaciji,  $I_{s,j}$ , so zbrani v dodatku A tabela 5.

### 5.2.3 Podatki za posamezne ogrevalne cone

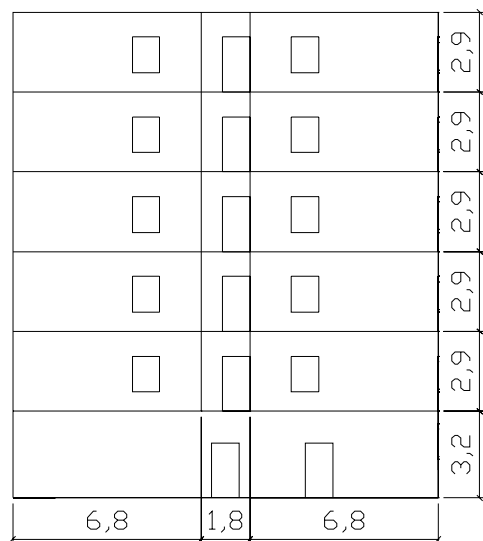
Stavba je bila za potrebe izračuna razdeljena na tri ogrevalne cone (1. OC je orientirana proti jugu, 2. OC na zahod in 3. OC na vzhod) in eno neogrevano cono (NC predstavlja območje hodnikov po sredini stavbe), kot to prikazuje shema na slik1 3.1 in 3-D model na sliki 3.2. Gre za relativno veliko stavbo, ki je razdeljena na le nekaj con, zato so posledično prostornine in površine posameznih con zelo velike.



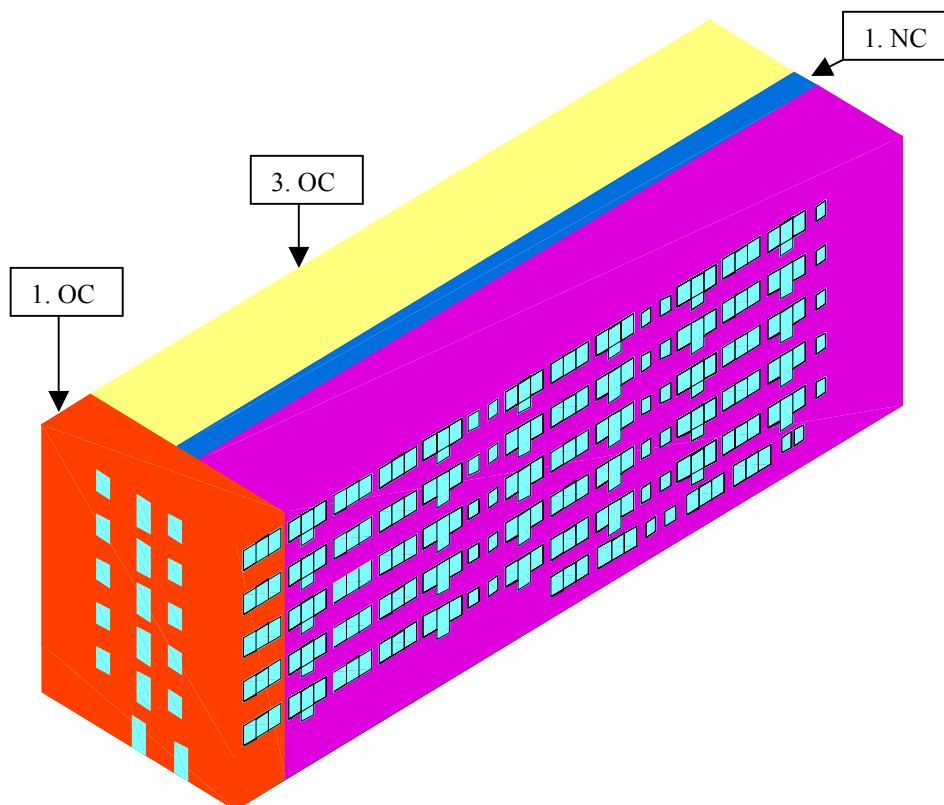
Slika 5.2.3.1: Shema razdelitve ogrevalnih con



Slika 5.2.3.2: Skica, fasada 1



Slika 5.2.3.3: Skica, fasada 2



Slika

5.2.3.4: Razdelitev stavbe na posamezne toplotne cone 3-D model stavbe

1. ogrevana cona (1.OC – označena rdeče) zavzema stanovanja na južni strani objekta ter znotraj objekta meji še z drugima dvema conama in neogrevano cono. 2. ogrevana cona (2.OC – označena vijolično) zavzema vsa stanovanja orientirana na zahod in je po obliki in prostornini skoraj identična 3. ogrevani coni (3.OC – označena rumeno), le da so pri tej vsa stanovanja orientirana na vzhod. 2. in 3. OC ločuje neogrevana cona (NC – označena modro), ki zavzema neogrevane hodnike ki potekajo po sredini in celotni višini stavbe.

Za tako razdelitev sem se odločil, ker sem ob uporabi programa ugotovil, da je mogoče za eno ogrevano cono določiti le eno orientacijo steklenjakov in zbiralno shranjevalnih sten, obenem pa sem želel ločiti solarne dobitke po orientacijah za primerjavo.

Pri primeru izračuna brez dodanih steklenjakov oz. vgrajenih zbiralno shranjevalnih sten efektivne zbiralne površine predstavljajo le zunanje odprtine, ki predstavljajo velik del ovoja stavbe (največ jih je orientiranih proti V in Z).

Vhodni podatki za posamezne cone so zbrani v preglednicah 5.2.3.1 do 5.2.3.3.

*Preglednica 5.2.3.1: Osnovni vhodni podatki za posamezno cono*

	1. OC	2. OC	3. OC	NC
Prostornina cone $V_e$ [m <sup>3</sup> ]	761,25	4715,50	4712,50	1450,00
Uporabna površina $A_u$ [m <sup>2</sup> ]	243,50	1508,00	1508,00	
Efektivna toplotna kapaciteta cone $C$ [MJ/K]	113,0	699,3	699,3	
Projektna notranja temperatura $\theta_e$ [°C]	20,0	20,0	20,0	
Povprečna moč dobitkov notranjih virov $\phi_i$ [W]	1217,5	7540,0	7540,0	

Preglednica 5.2.3.2: Vhodni podatki za posamezne elemente

ELEMENT	1. OC	2. OC	3. OC	NC
<b>Zunanja stena</b>				
Površina $A$ [m <sup>2</sup> ]	267,00	598,75	544,75	
Toplotna prehodnost $U$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,18	0,18	0,18	
<b>Tla</b>				
Površina tal $A_f$ [m <sup>2</sup> ]	52,50	325,00	325,00	100,00
Izpostavljeni obseg tal $P$ [m]	22,00	56,50	56,50	2,00
Toplotni upor tal $R_{f,t}$ [m <sup>2</sup> K/W]	1,60	1,60	1,60	1,60
<b>Streha</b>				
Površina $A$ [m <sup>2</sup> ]	52,50	325,00	325,00	100,00
Toplotna prehodnost $U$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,19	0,19	0,19	0,19
<b>Vmesni elementi med 1. OC in sosednjo cono</b>				
Površina $A$ [m <sup>2</sup> ]		54,25	54,25	29,00
Toplotna prehodnost $U$ [W/m <sup>2</sup> K]		0,82	0,82	0,82
Element	1. OC	2. OC	3. OC	NC
<b>Odprtine v vmesnih elementih med 1. OC in sos. cono</b>				
Površina $A_w$ [m <sup>2</sup> ]		20,00	20,00	
Toplotna prehodnost $U_w$ [W/m <sup>2</sup> K]		2,00	2,00	
<b>Vmesni elementi med 2. OC in sosednjo cono</b>				
Površina $A$ [m <sup>2</sup> ]	54,25			665,00
Toplotna prehodnost $U$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,82			0,82
<b>Odprtine v vmesnih elementih med 2. OC in sos. cono</b>				
Površina $A_w$ [m <sup>2</sup> ]	20,00			60,00
Toplotna prehodnost $U_w$ [W/m <sup>2</sup> K]	2,00			2,00
<b>Vmesni elementi med 3. OC in sosednjo cono</b>				
Površina $A$ [m <sup>2</sup> ]	54,25			665,00
Toplotna prehodnost $U$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,82			0,82
<b>Odprtine v vmesnih elementih med 3. OC in sos. cono</b>				
Površina $A_w$ [m <sup>2</sup> ]	20,00			60,00
Toplotna prehodnost $U_w$ [W/m <sup>2</sup> K]	2,00			2,00
<b>Vmesni elementi med NC in sosednjo cono</b>				
Površina $A$ [m <sup>2</sup> ]	29,00	665,00	665,00	
Toplotna prehodnost $U$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,82	0,82	0,82	
<b>Odprtine v vmesnih elementih med NC in sos. cono</b>				
Površina $A_w$ [m <sup>2</sup> ]		60,00	60,00	
Toplotna prehodnost $U_w$ [W/m <sup>2</sup> K]		2,00	2,00	

Preglednica 5.2.3.3: Vhodni podatki za elemente, vezane na posamezne orientacije

<b>ELEMENT</b>	1. OC	2. OC	3. OC	NC
<b>Odprtine v zunanjem ovoju stavbe - jug</b>				
Površina odprtine $A_w$ [m <sup>2</sup> ]	13,00			
Toplotna prehodnost okna $U_w$ [W/m <sup>2</sup> K]	1,35			
Faktor okvirja $F_F$ [/]	0,82			
Faktor osenčenosti $F_S$ [/]	1,00			
Faktor zaves $F_C$ [/]	1,00			
<b>Odprtine v zunanjem ovoju stavbe - sever</b>				
Površina odprtine $A_w$ [m <sup>2</sup> ]		5,00	26,00	29,00
Toplotna prehodnost okna $U_w$ [W/m <sup>2</sup> K]		1,35	1,35	1,35
Faktor okvirja $F_F$ [/]		0,82	0,82	0,82
Faktor osenčenosti $F_S$ [/]		1,00	1,00	1,00
Faktor zaves $F_C$ [/]		1,00	1,00	1,00
<b>Odprtine v zunanjem ovoju stavbe - vzhod</b>				
Površina odprtine $A_w$ [m <sup>2</sup> ]	19,50		248,00	
Toplotna prehodnost okna $U_w$ [W/m <sup>2</sup> K]	1,35		1,35	
Faktor okvirja $F_F$ [/]	0,82		0,82	
Faktor osenčenosti $F_S$ [/]	1,00		1,00	
Faktor zaves $F_C$ [/]	1,00		1,00	
<b>Odprtine v zunanjem ovoju stavbe - zahod</b>				
Površina odprtine $A_w$ [m <sup>2</sup> ]	19,50	215,50		
Toplotna prehodnost okna $U_w$ [W/m <sup>2</sup> K]	1,35	1,35		
Faktor okvirja $F_F$ [/]	0,82	0,82		
Faktor osenčenosti $F_S$ [/]	1,00	1,00		
Faktor zaves $F_C$ [/]	1,00	1,00		

V primerih za ugotavljanje toplotnega odziva stavbe glede na velikost površine steklenjakov in zbiralno shranjevalnih sten se sorazmerno z večanjem površin le teh (zbrani v preglednicah 5.2.3.4 in 5.2.3.5) zamnjšajo (v preglednici 5.2.3.3) navedeni parametri površin zunanjega ovoja stavbe. Na južni, vzhodni in zahodni strani objekta sem dodajal različen delež steklenjakov oz. zbiralno shranjevalnih sten glede na površino fasade. Dodajal sem po  $\frac{1}{4}$  površine fasade vse do polne prekritosti fasade. Steklenjaki imajo dvojno zasteklitev s toplotno prehodnostjo  $U_w = 1,35$  [W/m<sup>2</sup>K], in v času ogrevalne sezone niso senčeni. Faktor okvirja, ki odraža razmerje med transparentno površino in celotno površino steklenjaka, je 0,85.

Preglednica 5.2.3.4: Vhodni podatki za steklenjake

ELEMENT	1/4 stekl.	1/2 stekl.	3/4 stekl.	1/1 stekl.
Prostornina cone $V_e$ [m <sup>3</sup> ]	416,9	833,75	1250,65	1667,5
<b>Tla</b>				
Površina tal $A_f$ [m <sup>2</sup> ]	28,75	57,5	86,25	115
Izpostavljeni obseg tal $P$ [m]	34,75	63,5	92,25	121
Toplotni upor tal $R_{f,t}$ [m <sup>2</sup> K/W]	1,6	1,60	1,60	1,60
<b>Streha</b>				
Površina $A$ [m <sup>2</sup> ]	28,75	57,5	86,25	115
Toplotna prehodnost $U$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,19	0,19	0,19	0,19
<b>Vmesni elementi med ST in 1. OC</b>				
Površina $A$ [m <sup>2</sup> ]	51,13	102,25	153,39	204,5
Toplotna prehodnost $U$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,82	0,82	0,82	0,82
<b>Odprtine v vmesnih elementih med ST in 1. OC</b>				
Površina $A_w$ [m <sup>2</sup> ]	3,25	6,5	9,75	13
Toplotna prehodnost $U_w$ [W/m <sup>2</sup> K]	1,35	1,35	1,35	1,35
<b>Vmesni elementi med ST in 2. OC</b>				
Površina $A$ [m <sup>2</sup> ]	127,37	254,75	382,12	509,5
Toplotna prehodnost $U$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,82	0,82	0,82	0,82
<b>Odprtine v vmesnih elementih med ST in 2. OC</b>				
Površina $A_w$ [m <sup>2</sup> ]	53,87	107,75	161,62	215,5
Toplotna prehodnost $U_w$ [W/m <sup>2</sup> K]	1,35	1,35	1,35	1,35
<b>Vmesni elementi med ST in 3. OC</b>				
Površina $A$ [m <sup>2</sup> ]	119	238	357	476,5
Toplotna prehodnost $U$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,82	0,82	0,82	0,82
<b>Odprtine v vmesnih elementih med ST in 3. OC</b>				
Površina $A_w$ [m <sup>2</sup> ]	62,12	124,25	186,37	248,5
Toplotna prehodnost $U_w$ [W/m <sup>2</sup> K]	1,35	1,35	1,35	1,35
<b>Transparentni elementi ovoja - jug</b>				
Površina odprtine $A_e$ [m <sup>2</sup> ]	83,37	137,75	192,12	246,5
Toplotna prehodnost $U_e$ [W/m <sup>2</sup> K]	1,35	1,35	1,35	1,35
Faktor okvirja $F_F$ [/]	0,85	0,85	0,85	0,85
<b>Transparentni elementi ovoja - sever</b>				
Površina odprtine $A_e$ [m <sup>2</sup> ]	29	29	29	29
Toplotna prehodnost $U_e$ [W/m <sup>2</sup> K]	1,35	1,35	1,35	1,35
Faktor okvirja $F_F$ [/]	0,85	0,85	0,85	0,85
<b>Transparentni elementi ovoja - vzhod</b>				
Površina odprtine $A_e$ [m <sup>2</sup> ]	195,75	377	558,65	739,5
Toplotna prehodnost $U_e$ [W/m <sup>2</sup> K]	1,35	1,35	1,35	1,35
Faktor okvirja $F_F$ [/]	0,85	0,85	0,85	0,85
<b>Transparentni elementi ovoja - zahod</b>				
Površina odprtine $A_e$ [m <sup>2</sup> ]	195,75	377	558,65	739,5
Toplotna prehodnost $U_e$ [W/m <sup>2</sup> K]	1,35	1,35	1,35	1,35
Faktor okvirja $F_F$ [/]	0,85	0,85	0,85	0,85



Preglednica 5.2.3.5: Vhodni podatki za zbiralno shranjevalne stene (ZSS)

ELEMENT	1/4 ZSS	1/2 ZSS	3/4 ZSS	1/1 ZSS
<b>Zbiralno shranjevalna stena - jug</b>				
Površina elementa $A_{sW}$ (m <sup>2</sup> )	51,13	102,26	153,38	204,50
Pretok zraka $V$ (m <sup>3</sup> /h)	5,1	10,3	15,4	12,5
Radiacijski koeficient zr. sloja $h_r$ (/)	5,0	5,0	5,0	5,0
Konvekcijski koeficient zr. sloja $h_c$ (/)	0,01	0,01	0,01	0,01
Zbiralna površina zračnega sl. $A_{s,al}$ (m <sup>2</sup> )	51,13	51,13	153,38	204,50
Faktor okvirja $F_F$ (/)	0,82	0,82	0,82	0,82
Faktor osončenosti $F_S$ (/)	1,00	1,00	1,00	1,00
Absorbcijski koeficient zbiralne površine $\alpha$	0,80	0,80	0,80	0,80
Koef. toplotne prestopnosti zunaj $h_e$ (/)	1,0	1,0	1,0	1,0
<b>Zbiralno shranjevalna stena - vzhod</b>				
Površina elementa $A_{sW}$ (m <sup>2</sup> )	126,93	253,86	381,38	507,75
Pretok zraka $V$ (m <sup>3</sup> /h)	12,7	25,4	38,2	50,8
Radiacijski koeficient zr. sloja $h_r$ (/)	5,0	5,0	5,0	5,0
Konvekcijski koeficient zr. sloja $h_c$ (/)	0,01	0,01	0,01	0,01
Zbiralna površina zračnega sl. $A_{s,al}$ (m <sup>2</sup> )	126,93	253,86	381,38	507,75
Faktor okvirja $F_F$ (/)	0,82	0,82	0,82	0,82
Faktor osončenosti $F_S$ (/)	1,00	1,00	1,00	1,00
Absorbcijski koeficient zbiralne površine $\alpha$	0,80	0,80	0,80	0,80
Koef. toplotne prestopnosti zunaj $h_e$ (/)	1,0	1,0	1,0	1,0
<b>Zbiralno shranjevalna stena - zahod</b>				
Površina elementa $A_{sW}$ (m <sup>2</sup> )	135,08	270,3	382,13	540,75
Pretok zraka $V$ (m <sup>3</sup> /h)	13,6	27,0	38,2	54,1
Radiacijski koeficient zr. sloja $h_r$ (/)	5,0	5,0	5,0	5,0
Konvekcijski koeficient zr. sloja $h_c$ (/)	0,01	0,01	0,01	0,01
Zbiralna površina zračnega sl. $A_{s,al}$ (m <sup>2</sup> )	135,08	270,3	382,13	540,75
Faktor okvirja $F_F$ (/)	0,82	0,82	0,82	0,82
Faktor osončenosti $F_S$ (/)	1,00	1,00	1,00	1,00
Absorbcijski koeficient zbiralne površine $\alpha$	0,80	0,80	0,80	0,80
Koef. toplotne prestopnosti zunaj $h_e$ (/)	1,0	1,0	1,0	1,0

V primerih za ugotavljanje toplotnega odziva stavbe glede na njeno lokacijo in orientacijo steklenjaka oz. toplotno zbiralnih sten, pa so vhodni podatki za različne orientacije enaki in so zbrani v preglednici 5.2.3.6.

*Preglednica 5.2.3.6: Vhodni podatki za primere izračuna za različne orientacije*

<b>STEKLENJAK</b>	
Prostornina cone $V_e$ (m <sup>3</sup> )	217,5
<b>Tla</b>	
Površina tal $A_f$ [m <sup>2</sup> ]	15
Izpostavljeni obseg tal $P$ [m]	17
Toplotni upor tal $R_{f,t}$ [m <sup>2</sup> K/W]	1,6
Absorbcijski koeficient površine za sončno sevanie $\alpha$	0,5
<b>Streha</b>	
Površina $A$ [m <sup>2</sup> ]	15
Toplotna prehodnost $U$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,19
<b>Vmesni elementi med ST in pripadajočo OC</b>	
Površina $A$ [m <sup>2</sup> ]	204,5

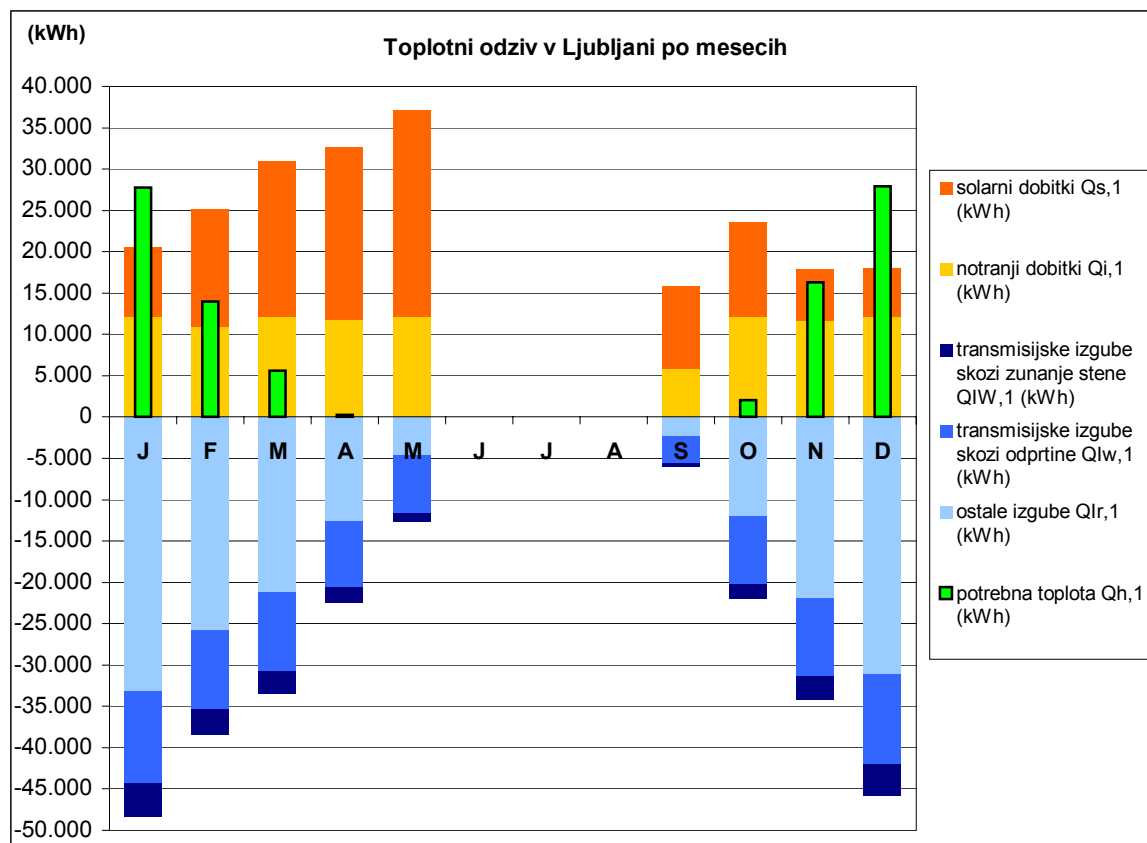
## **6 REZULTATI IZRAČUNA ZA RAZLIČNE POVRŠINE STEKLENJAKOV OZ. ZBIRALNO SHRANJEVALNIH STEN**

V podpoglavjih so v preglednicah podani rezultati posameznih izračunov, kjer sem izbranemu objektu dodajal različne površine steklenjakov oziroma zbiralno shranjevalnih sten. Na začetku posameznega podpoglavja so predstavljeni absolutni rezultati po mesecih za celotno stavbo, ter prispevki posameznih con k celotnim letnim toplotnim izgubam in dobitkom. Ker ogrevane cone nimajo enakih uporabnih površin, ter se te z dodajanjem steklenjakov tudi povečujejo, so v nadaljevanju za nadaljno lažjo primerjavo podani tudi rezultati na  $m^2$  na leto ( $kWh/m^2a$ ).

V prvem podpoglavju je predstavljen izračun toplotnega odziva stavbe brez posebnih elementov ovoja, ki bo v nadalje služil kot referenca za primerjavo ostalih rezultatov.

## 6.1 Toplotni odziv stavbe brez posebnih elementov ovoja

V preglednici 6.1.1 so podani rezultati izračuna na lokaciji v Ljubljani, kjer objekt tudi stoji, če ne uporabimo posebnih elementov ovoja. Ti podatki so osnova in referenca za nadaljnjo primerjavo vpliva različnih površin steklenjakov oziroma zbiralno shranjevalnih sten.



Slika 6.1.1: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani po mesecih brez posebnih elementov ovoja v kWh

Na sliki 6.1.1 je prikazan graf, kjer vidimo kašni so toplotni pritoki in izgube v stavbi po mesecih, ko ne uporabimo posebnih elementov ovoja. Na abscisi so razporejeni razporejeni meseci. Na ordinati so v pozitivni smeri v stolpcih prikazani toplotni pritoki v stavbo, najprej so prikazani notranji dobitki (oranžna), nad njimi pa (rdeče) solarni dobitki. Stolpca skupaj predstavljata vse toplotne dobitke. Potrebna toplota za ogrevanje je prikazana v ožjem stolpcu (zeleno). V negativni smeri so v stolpcu prikazane toplotne izgube.

Na koncu stolpca (temno modro) so prikazane transmisijske izgube skozi zunanje stene. V sredini stolpca (modro) so prikazane transmisijske izgube skozi transparentne dele ovoja stavbe. Na začetku stolpca (svetlo modro) pa so predstavljene ostale izgube, v katere spadajo med drugimi tudi prezračevalne izgube. Modri stolpci predstavljajo celotne toplotne izgube stavbe. Na enak način so grafično v nadaljevanju predstavljeni tudi ostali rezultati. Na sliki 6.1.1 vidimo, da solarni pritoki v maju in septembru dovolj veliki, da dodatno ogrevanje ni potrebno, v mesecu aprilu pa je minimalno.

Preglednica 6.1.1: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani brez posebnih elementov ovoja

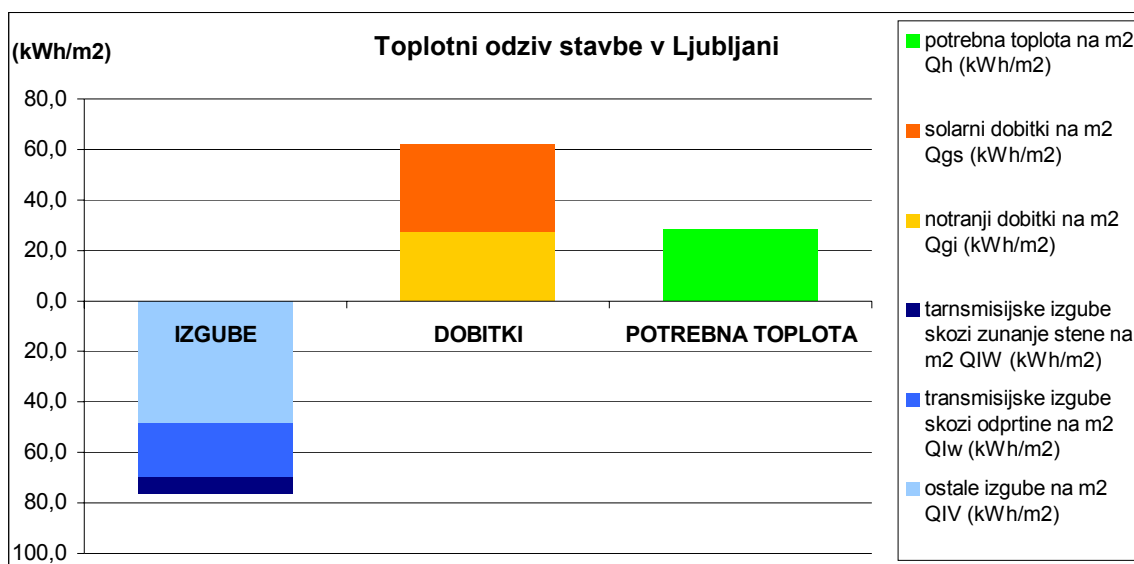
1. OC	Trajanje ogrevalne sezone (dnevi)	IZGUBE					DOBITKI				Potrebna toplota Qh,1 (kWh)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )
		Izgube skozi odprtine Ql,w,1 (kWh)	Izgube skozi zunanje stene Ql,w,1 (kWh)	Ostale izgube Ql,r,1 (kWh)	Celotne izgube Ql,1 (kWh)	Notranji dobitki Qi,1 (kWh)	Solarni dobitki Qs,1 (kWh)	Celotni dobitki Qg,1 (kWh)	Dobitki / izgube g (/)	Faktor izkoristika h (/)		
skupaj	258	5,973	3,975	13,054	23,018	7,539	12,372	19,910			7,992	32,9
skupaj na m <sup>2</sup>		24,6	16,4	53,7	94,7	31,0	50,9	81,9			7,992	32,9
2. OC												
JAN	31	4,673	1,692	15,194	21,560	5,610	5,830	11,440	0,53	1	10,130	6,7
FEB	28	3,721	1,347	12,097	17,166	5,067	9,713	14,780	0,86	0,96	2,973	2,0
MAR	31	3,233	1,171	10,513	14,918	5,610	11,339	16,949	1,14	0,84	680	0,5
APR	30	2,165	784	7,038	9,987	5,429	10,787	16,216	1,62	0,61	33	0,0
MAJ	31	1,196	433	3,888	5,518	5,610	11,750	17,360	3,15	0,32	0	0,0
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
SEPT	15	482	175	1,568	2,225	2,714	5,653	8,368	3,66	0,27	0	0,0
OKT	31	2,126	770	6,913	9,809	5,610	6,895	12,505	1,27	0,77	209	0,1
NOV	30	3,301	1,195	10,732	15,228	5,429	3,694	9,123	0,6	1	6,129	4,1
DEC	31	4,429	1,604	14,402	20,436	5,610	3,722	9,332	0,46	1	11,106	7,4
skupaj	258	25,326	9,170	82,345	116,847	46,688	69,151	115,838			31,255	20,7
skupaj na m <sup>2</sup>		16,8	6,1	54,6	77,5	31,0	45,9	76,8			31,255	20,7
3. OC												
JAN	31	5,504	1,539	15,490	22,535	5,610	1,698	7,307	0,32	1	15,227	10,1
FEB	28	4,971	1,226	11,744	17,942	5,067	2,998	8,065	0,45	1	9,879	6,6
MAR	31	5,504	1,065	9,023	15,593	5,610	5,523	11,133	0,71	0,99	4,595	3,0
APR	30	5,327	713	4,399	10,439	5,429	8,039	13,467	1,29	0,76	227	0,2
MAJ	31	5,504	394	131	5,767	5,610	10,815	16,425	2,85	0,35	0	0,0
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
SEPT	15	2,663	159	497	2,325	2,714	3,287	6,001	2,48	0,4	0	0,0
OKT	31	5,504	700	4,048	10,253	5,610	3,323	8,933	0,87	0,95	1,729	1,1
NOV	30	5,327	1,087	9,502	15,916	5,429	1,797	7,226	0,45	1	8,693	5,8
DEC	31	5,504	1,459	14,396	21,360	5,610	1,419	7,029	0,33	1	14,331	9,5
skupaj	258	45,808	8,343	67,973	122,130	46,688	38,664	85,352			54,677	36,3
skupaj na m <sup>2</sup>		30,4	5,5	45,1	81,0	31,0	25,6	56,6			54,677	36,3
CELOTEN OBJEKT												
JAN	31	11,279	3,965	33,093	48,342	12,126	8,432	20,557	0,43	1,00	27,795	8,4
FEB	28	9,569	3,157	25,759	38,490	10,952	14,213	25,165	0,67	0,98	13,947	4,2
MAR	31	9,500	2,744	21,203	33,450	12,126	18,816	30,942	0,94	0,91	5,630	1,7
APR	30	8,002	1,837	12,553	22,393	11,735	20,921	32,655	1,47	0,67	284	0,1
MAJ	31	6,982	1,015	4,635	12,372	12,126	25,017	37,143	3,03	0,33	1	0,0
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,0
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,0
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,0
SEPT	15	3,259	410	2,314	4,988	5,866	9,937	15,804	3,12	0,33	0	0,0
OKT	31	8,131	1,804	12,057	21,994	12,126	11,416	23,542	1,08	0,86	2,082	0,6
NOV	30	9,406	2,800	21,935	34,144	11,735	6,154	17,889	0,52	1,00	16,285	4,9
DEC	31	10,978	3,758	31,081	45,822	12,126	5,774	17,900	0,39	1,00	27,924	8,5
skupaj	258	77,107	21,487	163,373	261,995	100,914	120,187	221,101			93,924	28,5
skupaj na m <sup>2</sup>		23,4	6,5	49,6	79,5	30,6	36,5	67,1			28,5	8,5

8.1.1

Za lažjo primerjavo dobljenih rezultatov so v preglednici 6.1.5 in na sliki 6.1.2 skupni letni rezultati podani v kWh/m<sup>2</sup>

*Preglednica 6.1.2: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani brez posebnih elementov ovoja za cel objekt na m<sup>2</sup> na leto*

Izgube skozi odprtine na m <sup>2</sup> Qlw (kWh/m <sup>2</sup> )	21,61
Izgube skozi zunanje stene na m <sup>2</sup> QIW (kWh/m <sup>2</sup> )	6,24
Ostale izgube na m <sup>2</sup> QIV (kWh/m <sup>2</sup> )	48,27
Celotne izgube na m <sup>2</sup> QIt (kWh/m <sup>2</sup> )	76,13
Notranji dobitki na m <sup>2</sup> Qgi (kWh/m <sup>2</sup> )	27,57
Solarni dobitki na m <sup>2</sup> Qgs (kWh/m <sup>2</sup> )	34,34
Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Qgt (kWh/m <sup>2</sup> )	61,91
Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )	28,17



Slika 6.1.2: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani na m<sup>2</sup> na leto

Iz rezultatov se vidi, da je razlika med izgubami in dobitki manjša kot je izračunana potrebna toplota za vzdrževanje željene temperature. To je posledica vpliva faktorja izkoristka  $\eta$ .

Sistem ne zmore akumulirati vse toplote solarnih dobitkov v času, ko ti nastajajo, obenem pa so v tem času tudi izgube manjše saj se zunanja temperatura ob sončnih dneh, ko ti dobitki nastajajo, poveča. Izračun kaže, da je potrebna toplota pri tako izolirani stavbi že v osnovi nizka. Na sliki 6.1.2 vidimo, da imajo pri izgubah največji delež prezračevalne izgube, ki so zajete v ostalih izgubah, sledijo izgube skozi odprtine, najmanjše pa so izgube skozi zunanje stene. Pri toplotnih dobitkih, pa so solarni dobitki nekoliko večji vendar, pa niso veliko večji od notranjih dobitkov.

## 6.2 Vpliv različnih površin steklenjakov

Obravnavani stavbi sem v izračunu dodajal steklenjake po  $\frac{1}{4}$  površine celotne fasade. Razporedil sem jih sorazmerno glede na površino posameznih fasad orientiranih na vzhod, jug in zahod. Severnega dela, ki je v ogrevalni sezoni neosončen nisem spreminjal, oz. mu dodajal steklenjakov.

Preglednica 6.2.1: Vhodni podatki za steklenjake

ELEMENT	1/4 stekl.	1/2 stekl.	3/4 stekl.	1/1 stekl.
Prostornina cone steklenjaka $V_e$ [m <sup>3</sup> ]	416,9	833,75	1250,65	1667,5
<b>Stene med ST in ogrevanimi conami</b>				
Površina med ST in 1. OC $A$ [m <sup>2</sup> ]	51,1	102,2	153,4	204,5
Površina med ST in 2. OC $A$ [m <sup>2</sup> ]	127,4	254,7	382,1	509,5
Površina med ST in 3. OC $A$ [m <sup>2</sup> ]	119,0	238,0	357,0	476,5
Toplotna prehodnost $U$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,82	0,82	0,82	0,82
<b>Odprtine v vmesnih elementih med ST in ogrevanimi</b>				
Površina med ST in 1. OC $A_w$ [m <sup>2</sup> ]	3,25	6,5	9,75	13
Površina med ST in 2. OC $A_w$ [m <sup>2</sup> ]	53,87	107,75	161,62	215,5
Površina med ST in 3. OC $A_w$ [m <sup>2</sup> ]	62,12	124,25	186,37	248,5
Toplotna prehodnost $U_w$ [W/m <sup>2</sup> K]	1,35	1,35	1,35	1,35
<b>Transparentni elementi ovoja - jug</b>				
Površina odprtine – jug $A_e$ [m <sup>2</sup> ]	83,37	137,75	192,12	246,5
Površina odprtine – sever $A_e$ [m <sup>2</sup> ]	29	29	29	29
Površina odprtine – vzhod $A_e$ [m <sup>2</sup> ]	195,75	377	558,65	739,5
Površina odprtine – zahod $A_e$ [m <sup>2</sup> ]	195,75	377	558,65	739,5
Toplotna prehodnost $U_e$ [W/m <sup>2</sup> K]	1,35	1,35	1,35	1,35
Faktor prehoda celotnega sončnega sevanja $g_g$ [/]	0,8	0,8	0,8	0,8
Faktor okvirja $F_F$ [/]	0,85	0,85	0,85	0,85

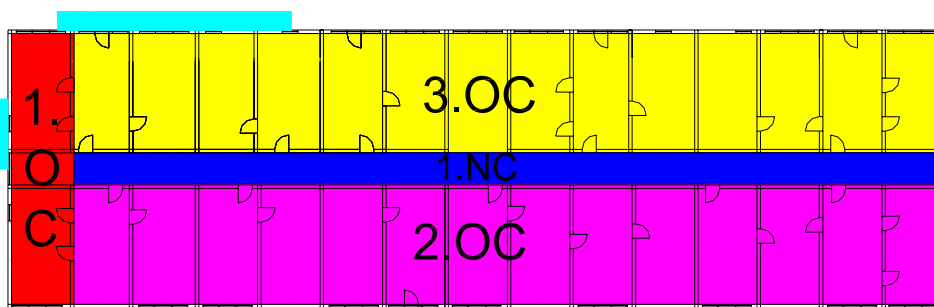
konstrukcijskih sklop steklenjaki:

- zasteklitev – 2 x nizkoemisijsko steklo, polnitev argon
- okvirji – PVC s kovinskim jedrom petprekatni

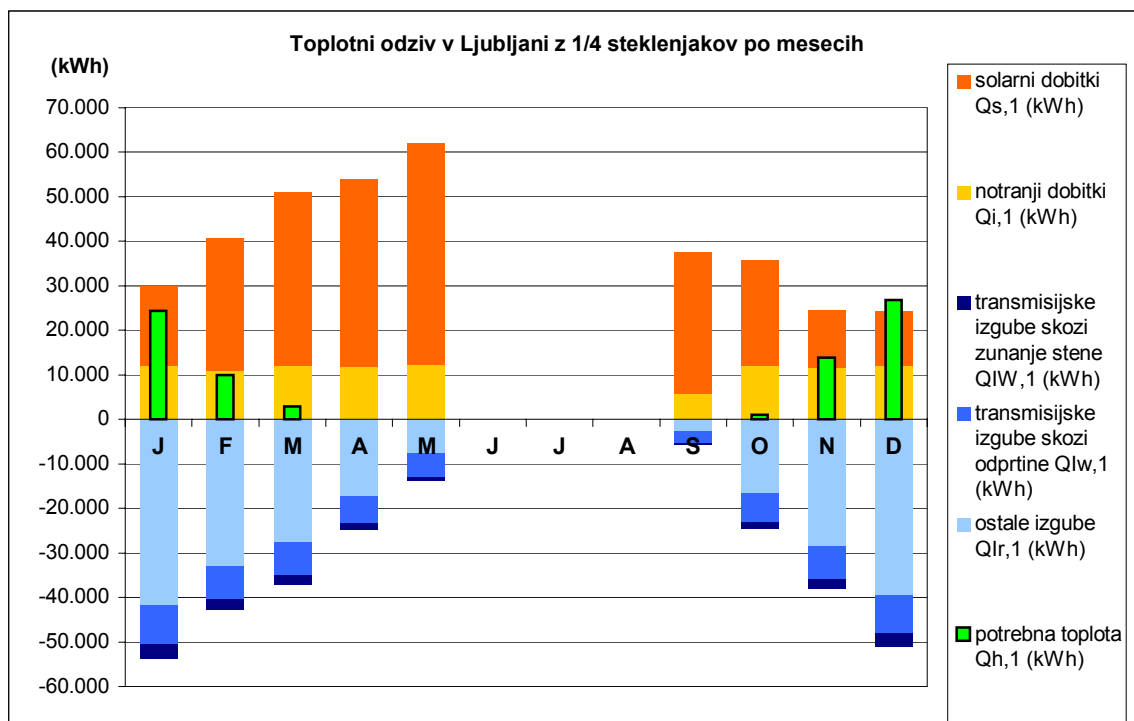


## 6.2.1 Steklenjaki na ¼ površine fasad

V tem primeru izračuna sem fasadam na vzhodu, jugu in zahodu dodal ¼ površine fasade steklenjakov. Prostornina dodanih steklenjakov znaša 417 m<sup>3</sup>. Površina steklenih površin na vzhodu je 196 m<sup>2</sup>, na jugu 83m<sup>2</sup>, na zahodu 196 m<sup>2</sup> in na severu 29 m<sup>2</sup>. Uporabna površina (A) celotne stavbe pa se poveča za 144 m<sup>2</sup> in znaša 3403 m<sup>2</sup>.



Slika 6.2.1.1: Skica postavitve ¼ steklenjakov



Slika 6.2.1.2: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani z ¼ steklenjakov po mesecih

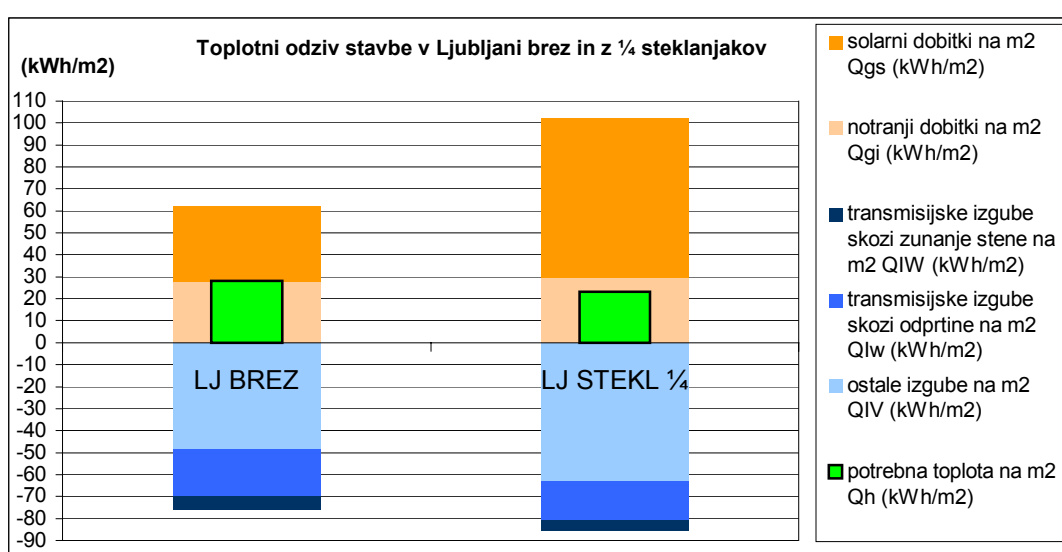
Preglednica 6.2.1.1: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani z 1/4 dodanih steklenjakov

1. OC	Trajanje ogrevalne sezone (dnevi)	IZGUBE				DOBITKI			Potrebna toplota Qh,1 (kWh)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )		
		Izgube skozi odprtine Qlw,1 (kWh)	Izgube skozi zunanje stene Qlw,1 (kWh)	Ostale izgube Qlr,1 (kWh)	Celotne izgube Ql,1 (kWh)	Notranji dobitki Qi,1 (kWh)	Solarni dobitki Qs,1 (kWh)	Celotni dobitki Qg,1 (kWh)			Dobitki / izgube g (/)	Faktor izkoristka h (/)
JAN	31	1.033	593,04	4.504	6.132	905,82	3107,01	4.013	0,65	0,97	2.233	8,7
FEB	28	822,6	472,19	3.586	4.883	818,16	5.100	5.918	1,21	0,76	363	1,4
MAR	31	714,88	410,35	3.116	4.243	905,82	6.729	7.635	1,8	0,55	57,22	0,2
APR	30	478,59	274,72	2.086	2.841	876,6	7.086	7.962	2,8	0,36	4,8	0,0
MAJ	31	264,41	151,77	1152,61	1.569	905,82	8.172	9.078	5,79	0,17	0,66	0,0
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
SEPT	15	106,62	61,2	464,76	632,83	438,3	5791	6.229	5,96	0,17	0	0,0
OKT	31	470,06	269,82	2.049	2.790	905,82	4.172	5.078	1,82	0,54	35,65	0,1
NOV	30	729,73	418,87	3.181	4.331	876,6	2409,51	3.286	0,76	0,95	1.221	4,8
DEC	31	979	562,13	4.269	5.813	905,82	2308,86	3.215	0,55	0,99	2.639	10,3
<b>skupaj</b>	<b>258</b>	<b>5.599</b>	<b>3.214</b>	<b>24.409</b>	<b>33.235</b>	<b>7.539</b>	<b>42.416</b>	<b>49.955</b>			<b>6.542</b>	<b>25,5</b>
<b>skupaj na m<sup>2</sup></b>		<b>21,8</b>	<b>12,5</b>	<b>95,0</b>	<b>129,3</b>	<b>29,3</b>	<b>165,0</b>	<b>194,4</b>			<b>25,5</b>	
<b>2. OC</b>												
JAN	31	3.531	1.332	18.553	23.417	5.610	11.844	17.454	0,75	0,98	6.283	4,0
FEB	28	2.812	1.061	14.772	18.645	5.067	19.695	24.762	1,33	0,74	366	0,2
MAR	31	2.443	922	12.838	16.203	5.610	22.895	28.505	1,76	0,57	40,78	0,0
APR	30	1.636	617,02	8.594	10.848	5.429	21.627	27.056	2,49	0,4	1,94	0,0
MAJ	31	904	340,89	4.748	5.993	5.610	23.481	29.091	4,85	0,21	0,23	0,0
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
SEPT	15	364,4	137,45	1.915	2.417	2.714	17.941	20.655	5,64	0,18	0	0,0
OKT	31	1.607	606,02	8.441	10.654	5.610	13.942	19.551	1,84	0,54	19,32	0,0
NOV	30	2.494	941	13.104	16.540	5.429	7.465	12.894	0,78	0,98	3.963	2,5
DEC	31	3.347	1.263	17.586	22.196	5.610	7.543	13.152	0,59	1	9.089	5,8
<b>skupaj</b>	<b>258</b>	<b>19.138</b>	<b>7.219</b>	<b>100.551</b>	<b>126.913</b>	<b>46.688</b>	<b>139.413</b>	<b>186.101</b>			<b>19.758</b>	<b>12,7</b>
<b>skupaj na m<sup>2</sup></b>		<b>12,3</b>	<b>4,6</b>	<b>64,4</b>	<b>81,3</b>	<b>29,9</b>	<b>89,3</b>	<b>119,2</b>			<b>12,7</b>	
<b>3. OC</b>												
JAN	31	4.266	1.202	18.818	24.286	5.610	2.865	8.475	0,35	1	15.812	10,1
FEB	28	3.853	957	14.526	19.337	5.067	5.017	10.084	0,52	1	9.268	5,9
MAR	31	4.266	831	11.706	16.805	5.610	9.269	14.879	0,89	0,94	2.758	1,8
APR	30	4.129	556,64	6.565	11.250	5.429	13.495	18.924	1,68	0,59	46,43	0,0
MAJ	31	4.266	307,53	1641,42	6.215	5.610	18.199	23.809	3,83	0,26	0,24	0,0
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
SEPT	15	2.064	124	317,81	2.506	2.714	8.058	10.773	3,13	0,32	0	0,0
OKT	31	4.266	546,72	6.236	11.050	5.610	5.603	11.213	1,01	0,89	1.051	0,7
NOV	30	4.129	849	12.176	17.154	5.429	3.029	8.457	0,49	1	8.705	5,6
DEC	31	4.266	1.139	17.614	23.020	5.610	2.395	8.005	0,35	1	15.016	9,6
<b>skupaj</b>	<b>258</b>	<b>35.507</b>	<b>6.512</b>	<b>89.600</b>	<b>131.623</b>	<b>46.688</b>	<b>64.973</b>	<b>111.661</b>			<b>52.652</b>	<b>33,7</b>
<b>skupaj na m<sup>2</sup></b>		<b>22,7</b>	<b>4,2</b>	<b>57,4</b>	<b>84,3</b>	<b>29,9</b>	<b>41,6</b>	<b>71,5</b>			<b>33,7</b>	
<b>CELOTEN OBJEKT</b>												
JAN	31	8.831	3.127	41.874	53.836	12.125	17.816	29.941	0,58	0,98	24.328	7,1
FEB	28	7.488	2.489	32.884	42.864	10.952	29.813	40.765	1,02	0,83	9.997	2,9
MAR	31	7.425	2.163	27.660	37.251	12.125	38.893	51.019	1,48	0,69	2.856	0,8
APR	30	6.243	1.448	17.245	24.938	11.734	42.208	53.943	2,32	0,45	53,17	0,0
MAJ	31	5.434	800	7.542	13.778	12.125	49.852	61.977	4,82	0,21	1,13	0,0
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,0
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,0
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,0
SEPT	15	2.535	323	2.697	5.556	5.867	31.790	37.657	4,91	0,22	0	0,0
OKT	31	6.343	1.423	16.727	24.494	12.125	23.716	35.841	1,56	0,66	1.106	0,3
NOV	30	7.353	2.208	28.461	38.025	11.734	12.903	24.637	0,68	0,98	13.889	4,1
DEC	31	8.593	2.964	39.469	51.029	12.125	12.246	24.372	0,50	1,00	26.744	7,9
<b>skupaj</b>	<b>258</b>	<b>60.244</b>	<b>16.945</b>	<b>214.560</b>	<b>291.771</b>	<b>100.914</b>	<b>246.802</b>	<b>347.716</b>			<b>78.952</b>	<b>23,2</b>
<b>skupaj na m<sup>2</sup></b>		<b>17,7</b>	<b>5,0</b>	<b>63,1</b>	<b>85,7</b>	<b>29,7</b>	<b>72,5</b>	<b>102,2</b>			<b>23,2</b>	

6.2.1.1

Preglednica 6.2.1.2: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani brez in z ¼ steklanjakov v % na leto

	LJ BREZ	LJ STEKL ¼	RAZLIKA V %
Izgube skozi odprtine na m <sup>2</sup> Qlw (kWh/m <sup>2</sup> )	21,61	17,71	- 18,0%
Izgube skozi zunanje stene na m <sup>2</sup> QIW (kWh/m <sup>2</sup> )	6,24	4,98	- 20,2%
Ostale izgube na m <sup>2</sup> QIV (kWh/m <sup>2</sup> )	48,27	63,07	+ 30,7%
Celotne izgube na m <sup>2</sup> QIt (kWh/m <sup>2</sup> )	76,13	85,76	+ 12,6%
Notranji dobitki na m <sup>2</sup> Qgi (kWh/m <sup>2</sup> )	27,57	29,66	+ 7,6%
Solarni dobitki na m <sup>2</sup> Qgs (kWh/m <sup>2</sup> )	34,34	72,55	+ 111,3%
Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Qgt (kWh/m <sup>2</sup> )	61,91	102,21	+ 65,1%
Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )	28,17	23,21	- 17,6%

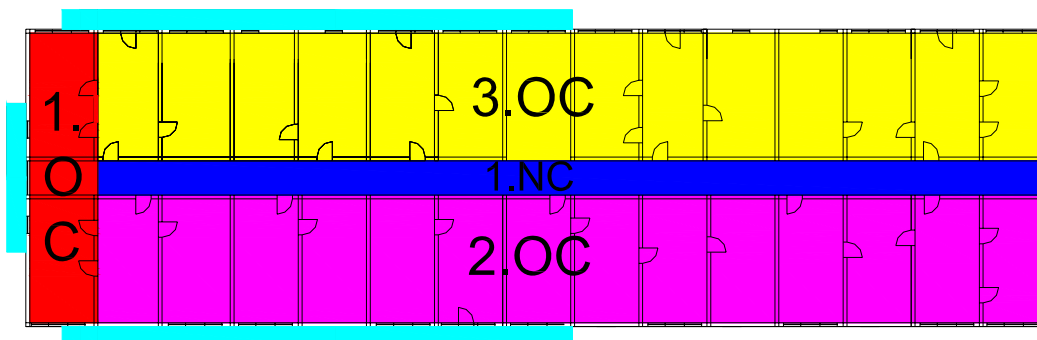


Slika 6.2.1.3: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani brez in z ¼ steklenjakov na m<sup>2</sup> na leto

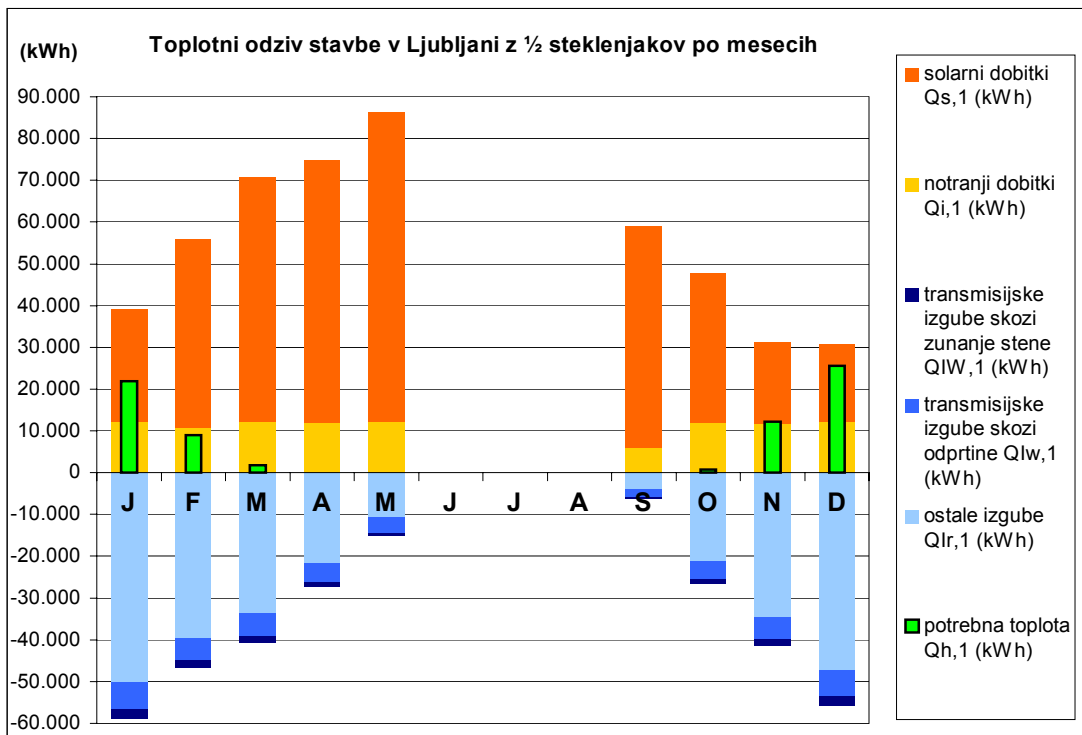
Zaradi različne uporabne površine objekta s steklenjaki in brez, primerjava absolutnih rezultatov ni primerna, zato so primerjani rezultati na m<sup>2</sup> na leto. Izgube skozi odprtine se zmanjšajo za 18 odstotkov zato, ker se sorazmerni del le teh ob uporabi steklenjakov znadje v njih. Podobno je pri izgubah skozi stene, ker se površina zunanjih sten zmanjša sorazmerno s povečevanjem površin steklenjakov. Povečajo pa se ostale izgube v katere so vštete tudi prezračevalne izgube, izgube skozi toplotne mostove in izgube skozi posebne elemente ovoja. Celotne izgube se povečajo za 12,6 odstotka. Solarni dobitki se povečajo za 111,3 odstotka. Celotni dobitki pa na račun tega za 65,1 odstotek. Potrebna toplota se glede na referenčni primer zmanjša za 17,6 odstotka. Na sliki 6.2.1.2 vidimo podobno kot pri objektu brez steklenjaka, da se ogrevalna sezona skrajša, saj maja in junija tudi v tem primeru ne potrebujemo dodatnega ogrevanja v aprilu pa je potrebna toplota minimalna.

### 6.2.2 Steklenjaki na 1/2 površine fasad

V tem primeru izračuna sem fasadam na vzhodu, jugu in zahodu dodal 1/2 površine fasade steklenjakov. Prostornina dodanih steklenjakov znaša 834 m<sup>3</sup>. Površina steklenih površin na vzhodu je 377 m<sup>2</sup>, na jugu 138 m<sup>2</sup>, na zahodu 377 m<sup>2</sup> in na severu 29 m<sup>2</sup>. Uporabna površina (A) celotne stavbe se poveča za 287 m<sup>2</sup> in znaša 3547 m<sup>2</sup>.



Slika 6.2.2.1: Skica postavitve 1/2 površine steklenjakov



Slika 6.2.2.2: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani z 1/2 steklenjakov po mesecih

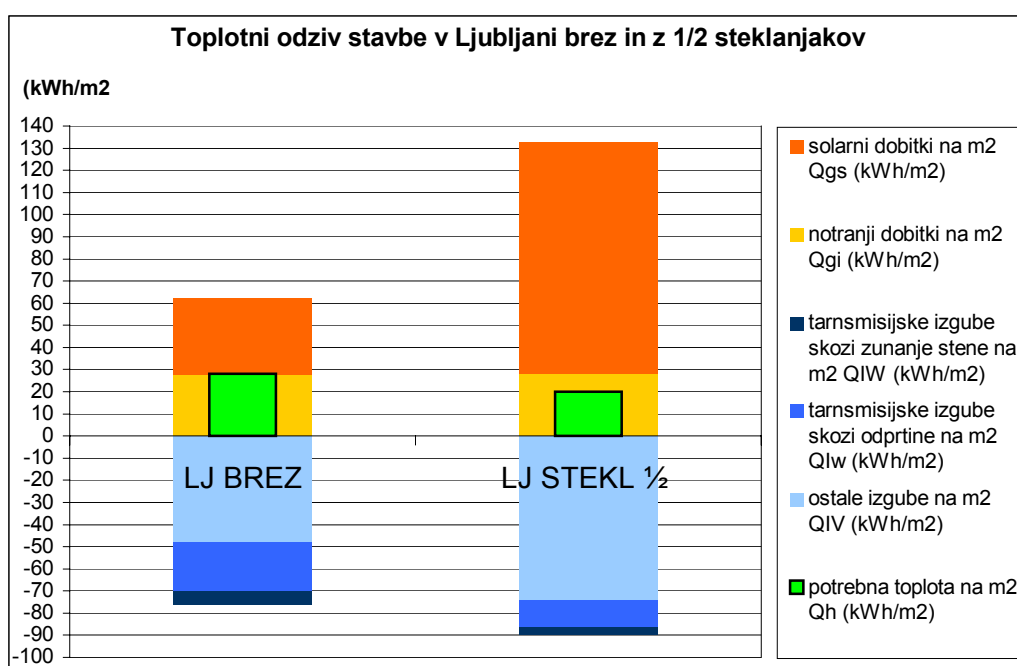
Preglednica 6.2.2.1: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani z 1/2  
 dodanih steklenjakov

Trajanje ogrevalne sezone (dnevi)	IZGUBE				DOBITKI			Faktor izkoristika h (/)	Potrebna toplota Qh,1 (kWh)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )
	Izgube skozi odprtine Qi,w,1 (kWh)	Izgube skozi zunanje stene Qi,w,1 (kWh)	Ostale izgube Qi,r,1 (kWh)	Celotne izgube Qi,1 (kWh)	Notranji dobitki Qi,1 (kWh)	Solarni dobitki Qs,1 (kWh)	Celotni dobitki Qg,1 (kWh)			
<b>1. OC</b>										
JAN	964	452,6	6.332	7.751	905,82	5304,6	6.210	0,8	2.100	7,7
FEB	767,76	360,37	5.042	6.171	818,16	8.690	9.508	1,54	274	1,0
MAR	667,22	313,18	4.382	5.363	905,82	11.493	12.399	2,31	48,64	0,2
APR	446,68	209,66	2.933	3.591	876,6	12.066	12.943	3,61	5,26	0,0
MAJ	246,78	115,83	1620,6	1.984	905,82	13.880	14.786	7,46	0,55	0,0
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
SEPT	99,51	46,71	653,47	799,87	438,3	10575,15	11.013	7,66	0	0,0
OKT	438,72	205,92	2.881	3.527	905,82	7.138	8.044	2,28	33,81	0,1
NOV	681,08	319,68	4.473	5.475	876,6	4151,49	5.028	0,92	1.121	4,1
DEC	914	429,01	6.002	7.347	905,82	3980,49	4.886	0,67	2.697	9,9
<b>skupaj</b>	<b>5.226</b>	<b>2.453</b>	<b>34.319</b>	<b>42.008</b>	<b>7.539</b>	<b>72.394</b>	<b>79.932</b>		<b>6.270</b>	<b>23,1</b>
<b>skupaj na m<sup>2</sup></b>	<b>19,2</b>	<b>9,0</b>	<b>126,2</b>	<b>154,4</b>	<b>27,7</b>	<b>266,2</b>	<b>293,9</b>			
<b>2. OC</b>										
JAN	2.389	972	21.777	25.139	5.610	17.685	23.295	0,93	3.559	2,2
FEB	1.903	774	17.339	20.016	5.067	29.394	34.461	1,72	80	0,0
MAR	1.653	673	15.068	17.395	5.610	34.134	39.744	2,28	8,59	0,0
APR	1.107	450,28	10.088	11.645	5.429	32.183	37.612	3,23	0,64	0,0
MAJ	612	248,77	5.573	6.434	5.610	34.915	40.525	6,3	0,17	0,0
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
SEPT	246,58	100,31	2.247	2.594	2.714	29.932	32.646	7,32	0	0,0
OKT	1.087	442,26	9.908	11.438	5.610	20.794	26.403	2,31	5,24	0,0
NOV	1.688	687	15.381	17.756	5.429	11.130	16.559	0,93	2.455	1,5
DEC	2.265	921	20.641	23.828	5.610	11.254	16.864	0,71	7.228	4,5
<b>skupaj</b>	<b>12.950</b>	<b>5.268</b>	<b>118.022</b>	<b>136.244</b>	<b>46.688</b>	<b>207.766</b>	<b>254.454</b>		<b>13.333</b>	<b>8,3</b>
<b>skupaj na m<sup>2</sup></b>	<b>8,0</b>	<b>3,3</b>	<b>73,1</b>	<b>84,4</b>	<b>28,9</b>	<b>128,7</b>	<b>157,7</b>			
<b>3. OC</b>										
JAN	3.018	865	22.006	25.890	5.610	3.991	9.601	0,37	16.291	10,1
FEB	2.726	689	17.198	20.614	5.067	6.966	12.033	0,58	8.636	5,4
MAR	3.018	599	14.297	17.914	5.610	12.879	18.489	1,03	1.671	1,0
APR	2.921	400,87	8.671	11.993	5.429	18.746	24.175	2,02	17,49	0,0
MAJ	3.018	221,47	3386,01	6.626	5.610	25.303	30.913	4,67	0,16	0,0
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
SEPT	1.460	89,3	1121,92	2.672	2.714	12.685	15.399	3,68	0	0,0
OKT	3.018	393,72	8.367	11.779	5.610	7.799	13.409	1,14	690	0,4
NOV	2.921	611	14.754	18.286	5.429	4.214	9.643	0,53	8.665	5,4
DEC	3.018	820	20.701	24.540	5.610	3.334	8.944	0,36	15.597	9,7
<b>skupaj</b>	<b>25.119</b>	<b>4.690</b>	<b>110.502</b>	<b>140.314</b>	<b>46.688</b>	<b>90.307</b>	<b>136.994</b>		<b>51.565</b>	<b>31,9</b>
<b>skupaj na m<sup>2</sup></b>	<b>15,6</b>	<b>2,9</b>	<b>68,5</b>	<b>86,9</b>	<b>28,9</b>	<b>56,0</b>	<b>84,9</b>		<b>31,9</b>	
<b>CELOTEN OBJEKT</b>										
JAN	6.372	2.290	50.115	58.780	12.125	26.981	39.106	0,70	21.950	6,2
FEB	5.396	1.823	39.579	46.801	10.952	45.051	56.003	1,28	8.991	2,5
MAR	5.339	1.585	33.747	40.672	12.125	58.506	70.631	1,87	1.729	0,5
APR	4.474	1.061	21.692	27.229	11.734	62.996	74.730	2,95	23,39	0,0
MAJ	3.877	586	10.580	15.043	12.125	74.098	86.224	6,14	0,88	0,0
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0,0
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0,0
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0,0
SEPT	1.807	236	4.023	6.066	5.867	53.192	59.059	6,22	0	0,0
OKT	4.544	1.042	21.156	26.743	12.125	35.731	47.856	1,91	729	0,2
NOV	5.290	1.617	34.608	41.517	11.734	19.496	31.230	0,79	12.241	3,5
DEC	6.197	2.171	47.345	55.715	12.125	18.569	30.694	0,58	25.522	7,2
<b>skupaj</b>	<b>43.296</b>	<b>12.411</b>	<b>262.843</b>	<b>318.566</b>	<b>100.914</b>	<b>370.466</b>	<b>471.380</b>		<b>71.168</b>	<b>20,1</b>
<b>skupaj na m<sup>2</sup></b>	<b>12,2</b>	<b>3,5</b>	<b>74,1</b>	<b>89,8</b>	<b>28,5</b>	<b>104,4</b>	<b>132,9</b>		<b>20,1</b>	

6.2.2.1

*Preglednica 6.2.2.2: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani brez in z 1/2 steklanjakov v % na leto*

	LJ BREZ	LJ STEKL 1/2	RAZLIKA V %
Izgube skozi odprtine na m <sup>2</sup> Qlw (kWh/m <sup>2</sup> )	21,61	12,21	- 43,5%
Izgube skozi zunanje stene na m <sup>2</sup> QIW (kWh/m <sup>2</sup> )	6,24	3,5	- 43,9%
Ostale izgube na m <sup>2</sup> QIV (kWh/m <sup>2</sup> )	48,27	74,11	+ 53,5%
Celotne izgube na m <sup>2</sup> QIt (kWh/m <sup>2</sup> )	76,13	89,83	+ 18,0%
Notranji dobitki na m <sup>2</sup> Qgi (kWh/m <sup>2</sup> )	27,57	28,45	+ 3,2%
Solarni dobitki na m <sup>2</sup> Qgs (kWh/m <sup>2</sup> )	34,34	104,46	+ 204,2%
Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Qgt (kWh/m <sup>2</sup> )	61,91	132,91	+ 114,7%
Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )	28,17	20,07	- 28,8%

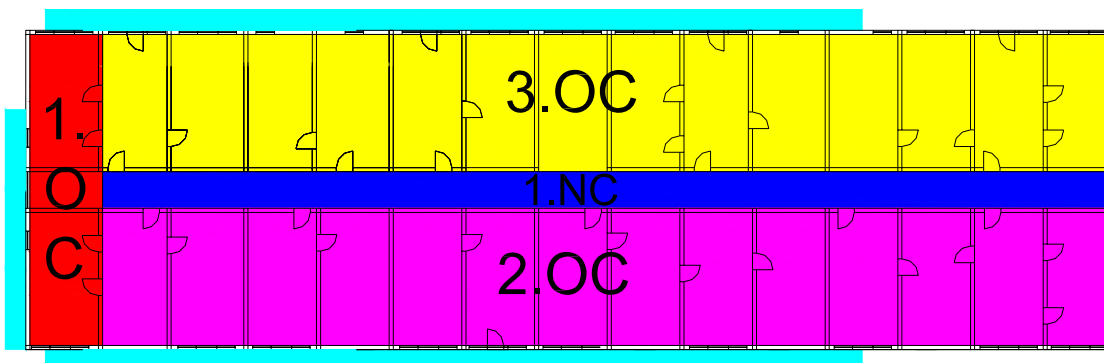


Slika 6.2.2.3: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani brez in z 1/2 steklenjakov na m<sup>2</sup> na leto

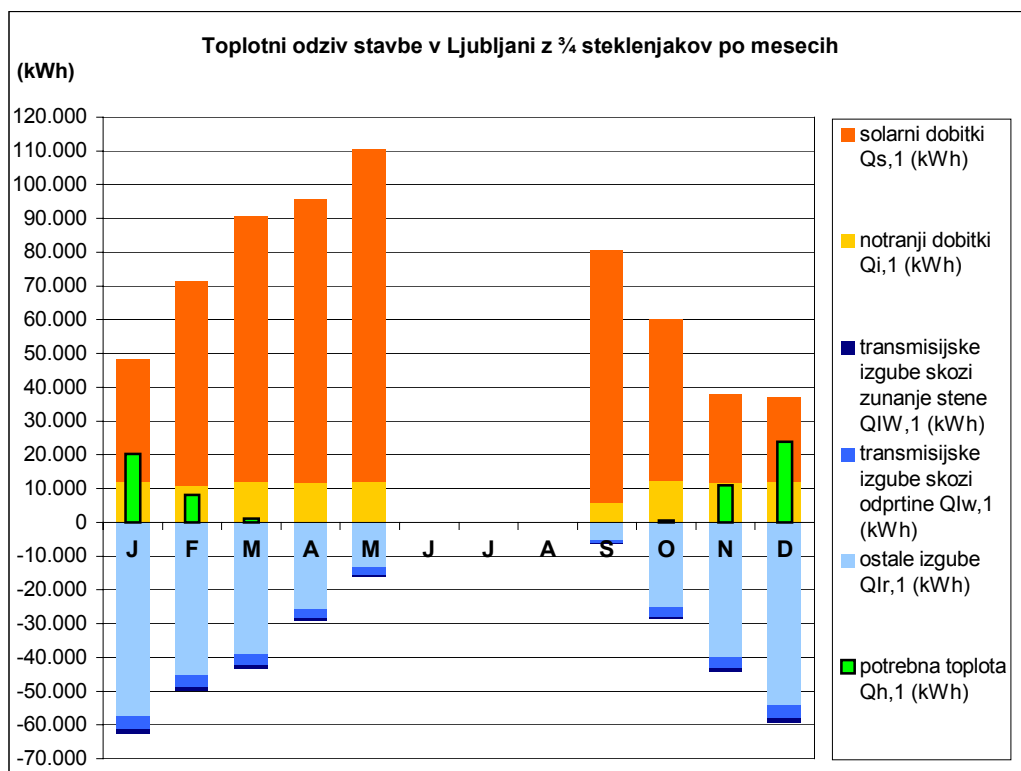
Podobno kot pri prejšnjem primeru se tu sorazmerno z večanjem steklenjaka zmanjšujejo izgube skozi odprtine in zunanje stene, povečajo pa se ostale izgube, predvsem na račun izgub skozi steklenjake tako, da se celotne izgube povečajo za 18 odstotkov. Celotni dobitki pa se povečajo za 114,7 odstotkov na račun za 204,2 odstotka povečanih solarnih dobitkih. Tako se potrebna toplota glede na referenčni primer zmanjša za 28,8 odstotkov. Tudi v tem primeru se v tej stavbi ogrevalna sezona skrajša saj vidimo, da tu aprila še ne potrebujemo dodatnega ogrevanja, v marcu in oktobru pa se precej zmanjša.

### 6.2.3 Steklenjaki na $\frac{3}{4}$ površine fasad

V tem primeru izračuna sem fasadam na vzhodu, jugu in zahodu dodal  $\frac{3}{4}$  površine fasade steklenjakov. Prostornina dodanih steklenjakov znaša  $1251 \text{ m}^3$ . Površina steklenih površin na vzhodu je  $559 \text{ m}^2$ , na jugu  $192 \text{ m}^2$ , na zahodu  $559 \text{ m}^2$  in na severu  $29 \text{ m}^2$ . Uporabna površina celotne stavbe (A) pa se poveča za  $431 \text{ m}^2$  in znaša  $3690 \text{ m}^2$ .



Slika 6.2.3.1: Skica postavitve  $\frac{3}{4}$  steklenjakov



Slika 6.2.3.2: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani z  $\frac{3}{4}$  steklenjakov po mesecih

Preglednica 6.2.3.1: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani z 3/4  
dodanih steklenjakov

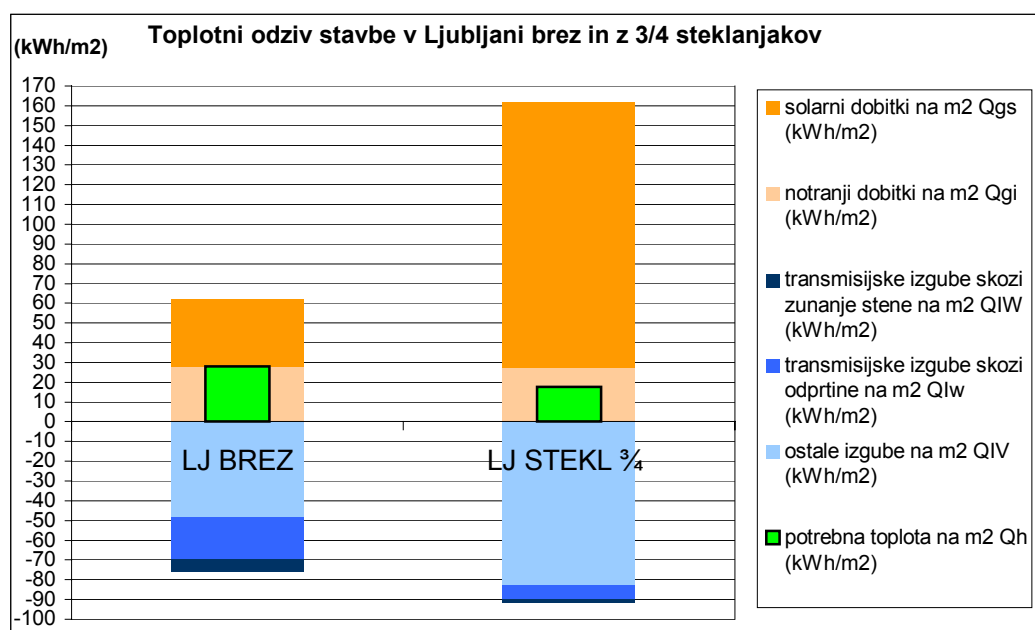
	Trajanje ogrevalne sezone (dnevi)	IZGUBE				DOBITKI			Dobitki / izgube g (/)	Faktor izkoristika h (/)	Potrebna toplota Qh,1 (kWh)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )
		Izgube skozi odprtine Qlw,1 (kWh)	Izgube skozi zunanje stene Qlw,1 (kWh)	Ostale izgube Qlr,1 (kWh)	Celotne izgube Ql,1 (kWh)	Notranji dobitki Qi,1 (kWh)	Solarni dobitki Qs,1 (kWh)	Celotni dobitki Qg,1 (kWh)				
<b>1. OC</b>												
JAN	31	895	312,11	7.102	8.311	905,82	7648,38	8.554	1,03	0,81	4,7	
FEB	28	712,92	248,51	5.655	6.617	818,16	12.510	13.329	2,01	0,49	0,4	
MAR	31	619,56	215,96	4.915	5.751	905,82	16.543	17.449	3,03	0,33	0,1	
APR	30	414,78	144,58	3.290	3.850	876,6	17.321	18.198	4,73	0,21	0,0	
MAJ	31	229,15	79,88	1817,69	2.127	905,82	19.881	20.787	9,77	0,1	0,0	
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
SEPT	15	92,4	32,21	732,94	857,68	438,3	15629,48	16.068	10,05	0,1	0,0	
OKT	31	407,38	142	3.231	3.781	905,82	10.287	11.193	2,96	0,34	0,1	
NOV	30	632,43	220,45	5.017	5.870	876,6	6007,14	6.884	1,17	0,75	2,4	
DEC	31	849	295,84	6.732	7.878	905,82	5765,35	6.671	0,85	0,89	6,8	
<b>skupaj</b>	<b>258</b>	<b>4.853</b>	<b>1.692</b>	<b>38.493</b>	<b>45.044</b>	<b>7.539</b>	<b>104.145</b>	<b>111.684</b>			<b>14,4</b>	
<b>skupaj na m<sup>2</sup></b>		<b>16,8</b>	<b>5,9</b>	<b>133,2</b>	<b>155,9</b>	<b>26,1</b>	<b>360,4</b>	<b>386,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>14,4</b>	
<b>2. OC</b>												
JAN	31	1.248	612	24.996	26.856	5.610	23.521	29.130	1,08	0,85	1,2	
FEB	28	993	487	19.902	21.383	5.067	39.084	44.151	2,06	0,48	0,0	
MAR	31	863	424	17.296	18.583	5.610	45.362	50.972	2,74	0,36	0,0	
APR	30	578	283,56	11.579	12.441	5.429	42.730	48.158	3,87	0,26	0,0	
MAJ	31	319	156,66	6.397	6.873	5.610	46.339	51.948	7,56	0,13	0,0	
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
SEPT	15	128,75	63,17	2.579	2.771	2.714	41.913	44.627	8,78	0,11	0,0	
OKT	31	568	278,51	11.373	12.219	5.610	27.639	33.249	2,72	0,37	0,0	
NOV	30	881	432	17.655	18.969	5.429	14.792	20.221	1,07	0,86	1,0	
DEC	31	1.183	580	23.693	25.456	5.610	14.962	20.572	0,81	0,96	3,4	
<b>skupaj</b>	<b>258</b>	<b>6.762</b>	<b>3.318</b>	<b>135.471</b>	<b>145.552</b>	<b>46.688</b>	<b>276.054</b>	<b>322.741</b>			<b>5,6</b>	
<b>skupaj na m<sup>2</sup></b>		<b>4,1</b>	<b>2,0</b>	<b>81,2</b>	<b>87,3</b>	<b>28,0</b>	<b>165,5</b>	<b>193,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>5,6</b>	
<b>3. OC</b>												
JAN	31	1.770	529	25.190	27.490	5.610	5.116	10.726	0,39	1	10,1	
FEB	28	1.599	421	19.867	21.887	5.067	8.914	13.981	0,64	0,99	4,8	
MAR	31	1.770	366	16.885	19.021	5.610	16.485	22.095	1,16	0,81	0,7	
APR	30	1.713	245,1	10.776	12.734	5.429	23.992	29.421	2,31	0,43	0,0	
MAJ	31	1.770	135,41	5129,58	7.035	5.610	32.399	38.009	5,4	0,19	0,0	
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
SEPT	15	857	54,6	1925,63	2.837	2.714	17.308	20.022	4,17	0,24	0,0	
OKT	31	1.770	240,73	10.496	12.507	5.610	9.993	15.603	1,25	0,77	0,3	
NOV	30	1.713	374	17.329	19.416	5.429	5.398	10.827	0,56	1	5,2	
DEC	31	1.770	502	23.784	26.056	5.610	4.273	9.882	0,38	1	9,7	
<b>skupaj</b>	<b>258</b>	<b>14.732</b>	<b>2.868</b>	<b>131.382</b>	<b>148.984</b>	<b>46.688</b>	<b>115.614</b>	<b>162.302</b>			<b>30,7</b>	
<b>skupaj na m<sup>2</sup></b>		<b>8,8</b>	<b>1,7</b>	<b>78,8</b>	<b>89,3</b>	<b>28,0</b>	<b>69,3</b>	<b>97,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>30,7</b>	
<b>CELOTEN OBJEKT</b>												
JAN	31	3.913	1.453	57.289	62.657	12.125	36.285	48.410	0,83	0,89	5,5	
FEB	28	3.305	1.157	45.424	49.888	10.952	60.508	71.460	1,57	0,65	2,2	
MAR	31	3.253	1.006	39.095	43.355	12.125	78.391	90.516	2,31	0,50	0,3	
APR	30	2.706	673	25.645	29.025	11.734	84.043	95.777	3,64	0,30	0,0	
MAJ	31	2.319	372	13.344	16.035	12.125	98.619	110.744	7,58	0,14	0,0	
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,0	
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,0	
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,0	
SEPT	15	1.078	150	5.238	6.466	5.867	74.850	80.717	7,67	0,15	0,0	
OKT	31	2.745	661	25.100	28.508	12.125	47.919	60.045	2,31	0,49	0,1	
NOV	30	3.227	1.027	40.001	44.256	11.734	26.197	37.931	0,93	0,87	3,0	
DEC	31	3.801	1.378	54.210	59.391	12.125	25.000	37.126	0,68	0,95	6,5	
<b>skupaj</b>	<b>258</b>	<b>26.347</b>	<b>7.877</b>	<b>305.346</b>	<b>339.581</b>	<b>100.914</b>	<b>495.813</b>	<b>596.727</b>			<b>17,6</b>	
<b>skupaj na m<sup>2</sup></b>		<b>7,1</b>	<b>2,1</b>	<b>82,7</b>	<b>92,0</b>	<b>27,3</b>	<b>134,4</b>	<b>161,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>17,6</b>	

6.2.3.1



Preglednica 6.2.3.2: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani brez in z  $\frac{3}{4}$  steklenjakov v % na leto

	LJ BREZ	LJ STEKL $\frac{3}{4}$	RAZLIKA V %
Izgube skozi odprtine na $m^2$ Qlw (kWh/m <sup>2</sup> )	21,61	7,14	- 67,0%
Izgube skozi zunanje stene na $m^2$ QIW (kWh/m <sup>2</sup> )	6,24	2,13	- 65,9%
Ostale izgube na $m^2$ QIV (kWh/m <sup>2</sup> )	48,27	82,74	+ 71,4%
Celotne izgube na $m^2$ QIt (kWh/m <sup>2</sup> )	76,13	92,02	+ 20,9%
Notranji dobitki na $m^2$ Qgi (kWh/m <sup>2</sup> )	27,57	27,35	- 0,8%
Solarni dobitki na $m^2$ Qgs (kWh/m <sup>2</sup> )	34,34	134,36	+ 291,3%
Celotni dobitki na $m^2$ Qgt (kWh/m <sup>2</sup> )	61,91	161,7	+ 161,2%
Potrebna toplota na $m^2$ Qh (kWh/m <sup>2</sup> )	28,17	17,56	- 37,7%



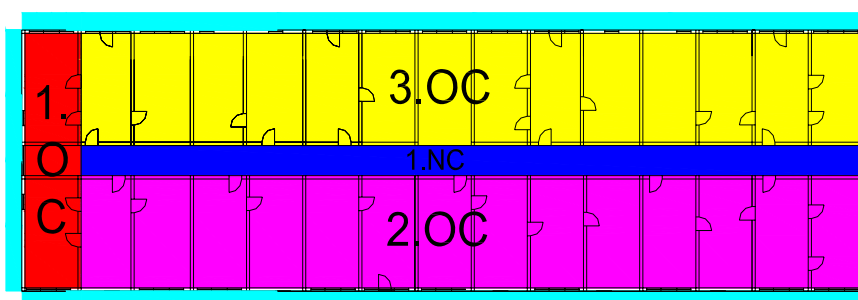
Slika 6.2.3.3: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani brez in z  $\frac{3}{4}$  steklenjakov na  $m^2$  na leto

Tudi v tem primeru se sorazmerno z večanjem površin steklenjakov zmanjšujejo izgube skozi odprtine in zunanje stene, povečajo pa se ostale izgube, predvsem na račun izgub skozi steklenjake tako, da se celotne izgube povečajo za 20,9 odstotka. Celotni dobitki pa se povečajo za 161,2 odstotka na račun za 291,3 odstotka povečanih solarnih dobitkih. Potrebna toplota se v primerjavi z referenčnim primerom zmanjša za 37,7 odstotkov.

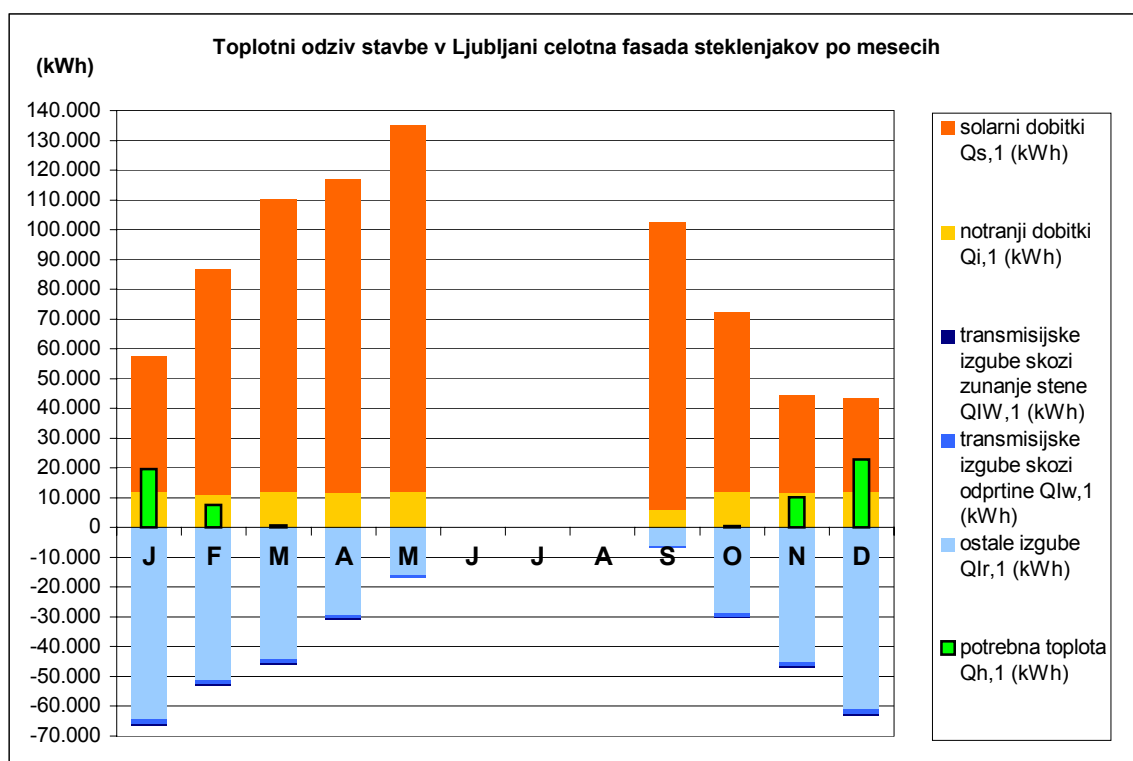
Na sliki 6.2.3.2 vidimo, da je v tem primeru za ta objekt ogrevalna sezona enako kot pri prejšnjem primeru krajša, saj v mesecih aprilu, maju in septembru, ko sicer še traja ogrevalna sezona dodatno ogrevanje ni potrebno, v marcu in oktobru pa je minimalno.

## 6.2.4 Steklenjaki na celi površini fasad

V tem primeru izračuna sem fasadam na vzhodu, jugu in zahodu dodal celotno površino fasade steklenjakov. Prostornina dodanih steklenjakov znaša  $1668 \text{ m}^3$ . Površina steklenih površin na vzhodu je  $745 \text{ m}^2$ , na jugu  $256 \text{ m}^2$ , na zahodu  $745 \text{ m}^2$  in na severu  $29 \text{ m}^2$ . Uporabna površina celotne stavbe (A) pa se poveča za  $575 \text{ m}^2$  in znaša  $3834 \text{ m}^2$ .



Slika 6.2.4.1: Skica postavitve celotne fasade steklenjakov



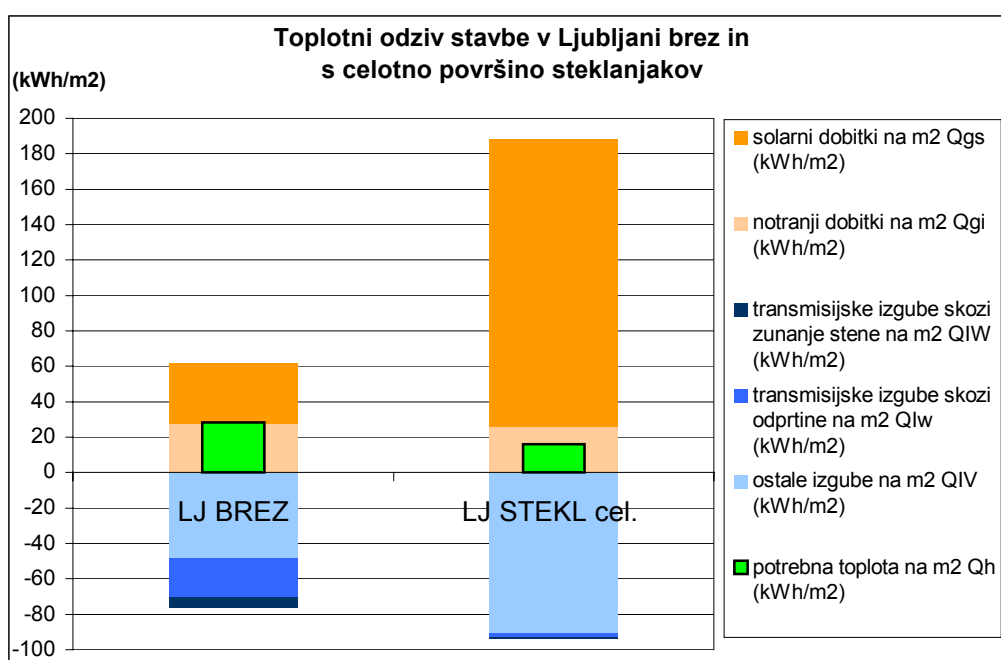
Slika 6.2.4.2: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani celotna fasada steklenjakov po mesecih

Preglednica 6.2.4.1: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani celotno površino dodanih steklenjakov

Trajanje ogrevalne sezone (dnevi)	IZGUBE			DOBITKI			Dobitki / izgube g (/)	Faktor izkoristika h (/)	Potrebna toplota Qh,1 (kWh)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )
	Izgube skozi odprtine Ql,w,1 (kWh)	Izgube skozi zunanje stene Ql,w,1 (kWh)	Ostale izgube Ql,r,1 (kWh)	Celotne izgube Ql,1 (kWh)	Notranji dobitki Qi,1 (kWh)	Solarni dobitki Qs,1 (kWh)				
<b>1. OC</b>										
JAN	827	171,7	7.832	8.831	905,82	9999,74	1,24	0,72	951	3,1
FEB	658,08	136,71	6.236	7.031	818,16	16.342	2,44	0,41	77	0,3
MAR	571,91	118,81	5.419	6.110	905,82	21.608	3,68	0,27	13,28	0,0
APR	382,87	79,54	3.628	4.091	876,6	22.590	5,74	0,17	1,66	0,0
MAJ	211,53	43,94	2.004,39	2.260	905,82	25.896	11,86	0,08	0,21	0,0
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
SEPT	85,29	17,72	808,22	911,31	438,3	20697,47	12,2	0,08	0	0,0
OKT	376,05	78,12	3.563	4.018	905,82	13.446	3,57	0,28	9,88	0,0
NOV	583,78	121,28	5.532	6.237	876,6	7868,67	1,4	0,66	466	1,5
DEC	783	162,75	7.424	8.371	905,82	7556,11	1,01	0,81	1.489	4,9
<b>skupaj</b>	<b>4.479</b>	<b>931</b>	<b>42.447</b>	<b>47.860</b>	<b>7.539</b>	<b>135.987</b>			<b>3.003</b>	<b>9,8</b>
<b>skupaj na m<sup>2</sup></b>	<b>14,7</b>	<b>3,1</b>	<b>139,2</b>	<b>156,9</b>	<b>24,7</b>	<b>445,9</b>			<b>9,8</b>	
<b>2. OC</b>										
JAN	106	252	28.212	28.570	5.610	29.352	1,22	0,78	1.343	0,8
FEB	84	201	22.462	22.748	5.067	48.766	2,37	0,42	18	0,0
MAR	73	175	19.521	19.769	5.610	56.582	3,15	0,32	2,17	0,0
APR	49	116,82	13.069	13.235	5.429	58.697	4,44	0,23	0,19	0,0
MAJ	27	64,54	7.220	7.312	5.610	57.755	8,67	0,12	0,04	0,0
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
SEPT	10,94	26,03	2.911	2.948	2.714	53.886	10,07	0,1	0	0,0
OKT	48	114,74	12.836	12.999	5.610	34.479	3,08	0,32	1,63	0,0
NOV	75	178	19.926	20.179	5.429	18.451	1,18	0,8	1.119	0,7
DEC	100	239	26.741	27.081	5.610	18.668	0,9	0,93	4.578	2,7
<b>skupaj</b>	<b>574</b>	<b>1.367</b>	<b>152.898</b>	<b>154.840</b>	<b>46.688</b>	<b>344.293</b>			<b>7.062</b>	<b>4,1</b>
<b>skupaj na m<sup>2</sup></b>	<b>0,3</b>	<b>0,8</b>	<b>88,8</b>	<b>90,0</b>	<b>27,1</b>	<b>200,1</b>			<b>4,1</b>	
<b>3. OC</b>										
JAN	522	193	28.373	29.088	5.610	6.244	0,41	1	17.242	10,3
FEB	472	154	22.535	23.160	5.067	10.867	0,69	0,98	7.534	4,5
MAR	522	133	19.472	20.128	5.610	20.102	1,28	0,75	785	0,5
APR	505	89,34	12.880	13.475	5.429	29.253	2,57	0,39	6.59	0,0
MAJ	522	49,36	6872,76	7.444	5.610	39.517	6,06	0,16	0,04	0,0
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
SEPT	253	19,9	2729,16	3.002	2.714	21.942	4,61	0,22	0	0,0
OKT	522	87,74	12.624	13.235	5.610	12.194	1,35	0,72	393	0,2
NOV	505	136	19.904	20.546	5.429	6.585	0,58	0,99	8.619	5,2
DEC	522	183	26.867	27.572	5.610	5.214	0,39	1	16.754	10,0
<b>skupaj</b>	<b>4.347</b>	<b>1.045</b>	<b>152.257</b>	<b>157.650</b>	<b>46.688</b>	<b>140.997</b>			<b>51.333</b>	<b>30,8</b>
<b>skupaj na m<sup>2</sup></b>	<b>2,6</b>	<b>0,6</b>	<b>91,3</b>	<b>94,5</b>	<b>28,0</b>	<b>84,5</b>			<b>30,8</b>	
<b>CELOTEN OBJEKT</b>										
JAN	1.455	617	64.417	66.489	12.125	45.596	0,96	0,83	19.536	5,1
FEB	1.214	491	51.233	52.939	10.952	75.975	1,83	0,60	7.629	2,0
MAR	1.168	427	44.412	46.007	12.125	98.293	2,70	0,45	800	0,2
APR	937	286	29.576	30.800	11.734	105.112	4,25	0,26	8,44	0,0
MAJ	761	158	16.097	17.016	12.125	123.168	8,86	0,12	0,29	0,0
JUN	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,0
JUL	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,0
AVG	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,0
SEPT	349	64	6.449	6.861	5.867	96.526	8,96	0,13	0	0,0
OKT	947	281	29.023	30.251	12.125	60.119	2,67	0,44	404	0,1
NOV	1.164	436	45.362	46.962	11.734	32.905	1,05	0,82	10.204	2,7
DEC	1.406	585	61.031	63.023	12.125	31.437	0,77	0,91	22.821	6,0
<b>skupaj</b>	<b>9.401</b>	<b>3.343</b>	<b>347.601</b>	<b>360.350</b>	<b>100.914</b>	<b>621.277</b>			<b>61.398</b>	<b>16,0</b>
<b>skupaj na m<sup>2</sup></b>	<b>2,5</b>	<b>0,9</b>	<b>90,7</b>	<b>94,0</b>	<b>26,3</b>	<b>162,0</b>			<b>16,0</b>	

Preglednica 6.2.4.2: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani brez in s celotno površino steklanjakov v % na leto

	LJ BREZ	LJ STEKL cel.	RAZLIKA V %
Izgube skozi odprtine na m <sup>2</sup> Qlw (kWh/m <sup>2</sup> )	21,61	2,45	- 88,7%
Izgube skozi zunanje stene na m <sup>2</sup> QIW (kWh/m <sup>2</sup> )	6,24	0,87	- 86,1%
Ostale izgube na m <sup>2</sup> QIV (kWh/m <sup>2</sup> )	48,27	90,66	+ 87,8%
Celotne izgube na m <sup>2</sup> QIt (kWh/m <sup>2</sup> )	76,13	93,99	+ 23,5%
Notranji dobitki na m <sup>2</sup> Qgi (kWh/m <sup>2</sup> )	27,57	26,32	- 4,5%
Solarni dobitki na m <sup>2</sup> Qgs (kWh/m <sup>2</sup> )	34,34	162,04	+ 371,9%
Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Qgt (kWh/m <sup>2</sup> )	61,91	188,36	+ 204,2%
Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )	28,17	16,01	- 43,2%



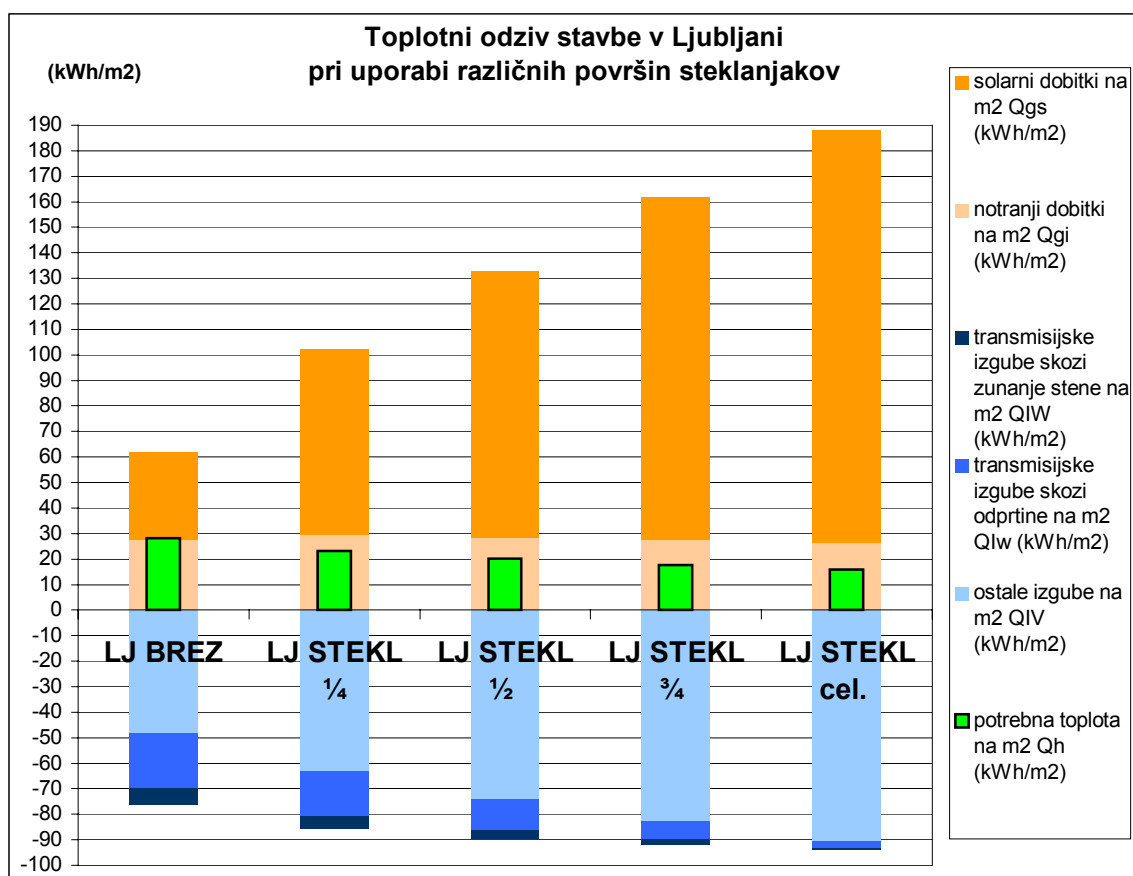
Slika 6.2.4.3: Toplotni odziv stavbe v Lj brez in s celotno površino stekl. na m<sup>2</sup> na leto

V primeru ko celotno površino fasade prekrijemo s steklenjaki, se podobno kot pri prejšnjih primerih tudi tu sorazmerno z večanjem steklenjaka zmanjšujejo izgube skozi odprtine in zunanje stene, povečajo pa se ostale izgube, predvsem na račun izgub skozi steklenjake tako, da se celotne izgube povečajo za 23,5 odstotkov. Celotni dobitki pa se povečajo za 204,2 odstotkov na račun za kar 371,9 odstotka povečanih solarnih dobitkih. Tako se potrebna toplota zmanjša za 43,2 odstotka. Tudi tu vidimo podobno kot v prejšnjih primerih, da za mesece april, maj in september ni potrebno dovajanje dodatne toplote v mesecih marec in oktober pa je ta malenkost manjša kot pri prejšnjem primeu.

## 6.2.5 Ocena toplotnega odziva stavbe ob uporabi različnih površin steklenjakov

Preglednica 6.2.5.1: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani ob uporabi različnih površin steklenjakov na m<sup>2</sup> na leto

	Celotne izgube			Celotni dobitki			Potrebna toplota		
	Celotne izgube na m <sup>2</sup> Qlt (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na izrač brez stekl. (%)	Razlika glede na predhodnji rezultat (%)	Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Qgt (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na izrač brez stekl. (%)	Razlika glede na predhodnji rezultat (%)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na izrač brez stekl. (%)	Razlika glede na predhodnji rezultat (%)
LJ BREZ	76,13			61,91			28,17		
LJ STEKL ¼	85,76	+12,65%	+12,65%	102,21	+65,09%	+65,09%	23,21	-17,61%	-17,61%
LJ STEKL ½	89,83	+18,00%	+4,75%	132,91	+114,68%	+30,04%	20,07	-28,75%	-13,53%
LJ STEKL ¾	92,02	+20,87%	+2,44%	161,70	+161,19%	+21,66%	17,56	-37,66%	-12,51%
LJ STEKL cel.	93,99	+23,46%	+2,14%	188,36	+204,25%	+16,49%	16,01	-43,17%	-8,83%



Slika 6.2.5.1: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani ob uporabi različnih površin steklenjakov na m<sup>2</sup> na leto

V preglednici 6.2.5.1 in na sliki 6.2.5.1 vidimo kakšen je odziv stavbe v Ljubljani če uporabimo različne površine steklenjakov. Izkaže se, da se s povečevanjem površine steklenjaka potrebna toplota ne zmanjšuje obratnosorazmerno. Sorazmerno s tem, da se solarni dobitki hitro povečujejo se sicer povečujejo tudi izgube vendar ne tako ekstremno. Ob velikem povečevanju steklenih površin bi pričakovali, da se bodo izgube zelo povečale. Vendar pa program steklenjake obravnava kot neogrevane cone in so zato izgube iz njih mnogo manjše. Steklenjaki sedaj prekrivajo tudi stene in prvotne odprtine v ovoju, zato sedaj izgube skozi steklenjake nadomestijo prejšnje izgube skozi zunanje stene in odprtine v njih.

Pri  $\frac{1}{4}$  površine steklenjaka so dobitki že večji od izgub. Potrebna toplota se zmanjša za približno 18%. Z nadaljnim povečevanjem površine steklenjaka za  $\frac{1}{4}$  se dobitki ekstremno povečujejo. Pri površini steklenjakov, ki prekriva celotno površino fasade, se dobitki povečajo kar za 204 odstotke. Vendar pa se potrebna toplota kljub tako velikemu povečevanju dobitkov zmanjšuje vedno počasneje. To gre pripisati faktorju izkoristka, torej nezmožnosti sistema, da akumulira dobljeno toploto in povečanju uporabne površine dobljene z dodajanjem steklenjakov.

Od izračuna, kjer nismo uporabili steklenjaka in smo ugotovili, da je stavba že v osnovi dobro izolirana, saj s potrebno toploto za ogrevanje  $28,2 \text{ kWh/m}^2$  na leto spada v A energijski razred v skladu z direktivo EU 76/93/EEC in SIST EN 839, smo z uporabo steklenjakov prišli do potrebne toplote za ogrevanje  $16,0 \text{ kWh/m}^2$  na leto, a pri stavbi, kjer smo vse fasade orientirane na vzhod, jug in zahod prekrili s steklenjaki.

Ob uporabi steklenjakov opazimo tudi, da se nam ogrevalna sezona efektivno skrajša, za tri mesece ob uporabi  $\frac{1}{2}$  površine steklenjakov in naprej. Vendar pa je ogrevalna sezona efektivno krajša tudi že pri stavbi, kjer ne uporabimo steklenjakov in sicer za meseca maj in september.

### 6.3 Vpliv različnih površin zbiralno shranjevalnih sten

Obravnavani stavbi sem v izračunu dodajal zbiralno shranjevalne stene po  $\frac{1}{4}$  površine celotne fasade. Razporedil sem jih sorazmerno glede na površino posameznih fasad orientiranih na vzhod, jug in zahod. Severnega dela, ki je v ogrevalni sezoni neosončen nisem spreminjal, oz. mu dodajal zbiralno shranjevalnih sten.

Prenos v zbiralno shranjevalnij stenah zbrane toplotne energije v stavbo poteka na dva načina. Toplota, ki se akumulira v zbiralni površini, v našem primeru je to 20 cm debela armirano betonska stena, se prvič prenaša s prehajanjem skozi steno v notranjost, drugi prenos pa se vrši s kroženjem zraka skozi zračni sloj zbiralno shranjevalne stene preko loput v notranjost.

Prvi konstrukcijski sklop (KS 1), ki sem ga izbral, ima med zračnim slojem in notranjostjo samo AB steno, zato je prenos toplote skozi njo v tem primeru zelo dober, vendar pa ima celotni sklop tudi precej veliko toplotno prehodnost, zato je pričakovati večje izgube.

Drugi konstrukcijski sklop (KS 2) pa ima na notranji strani dodano 15 cm toplotne izolacije, tako da je sedaj toplotna prehodnost celotnega sklopa enaka, kot jo imajo ostale zunanje stene. V tem primeru se prenos toplote v glavnem vrši s kroženjem toplega zraka skozi zračni sloj. Za drugi konstrukcijski sklop sem se odločil zaradi zmanjšanja toplotne prehodnosti in zato, da bi ugotovil kateri od zgoraj navedenih prenosov toplote iz zbiralno shranjevalnih sten v notranjost ima večji vpliv.

Preglednica 6.3.1: Vhodni podatki za zbiralno shranjevalne stene

Parametri	1/4	1/2	3/4	1/1 ZSS
Površina ZSS - jug $A_{sW}$ (m <sup>2</sup> )	51,13	102,26	153,38	204,50
Površina ZSS - vzhod $A_{sW}$ (m <sup>2</sup> )	126,93	253,86	381,38	507,75
Površina ZSS - zahod $A_{sW}$ (m <sup>2</sup> )	135,08	270,3	382,13	540,75
Top. prehodnost el. $U_{sW}$ (W/m <sup>2</sup> K) KS 1	0,95	0,95	0,95	0,95
Notranji topl. upor $R_i$ (m <sup>2</sup> K/W) KS 1	0,15	0,15	0,15	0,15
Top. prehodnost el. $U_{sW}$ (W/m <sup>2</sup> K) KS 2	0,18	0,18	0,18	0,18
Notranji topl. upor $R_i$ (m <sup>2</sup> K/W) KS 2	4,52	4,52	4,52	4,52
Zunanji topl. upor $R_e$ (m <sup>2</sup> K/W)	0,74	0,74	0,74	0,74
Topl. upor zračnega sloja $R_{al}$ (m <sup>2</sup> K/W)	0,16	0,16	0,16	0,16
Pretok zraka $V$ (m <sup>3</sup> /h)	5,1	10,2	15,3	20,4
Radiacijski koeficient zr. sloj $h_r$ (/)	5,0	5,0	5,0	5,0
Konvekcijski koeficient zr. sloja $h_c$ (/)	0,01	0,01	0,01	0,01
Faktor okvirja $F_F$ (/)	0,82	0,82	0,82	0,82
Faktor osončenosti $F_S$ (/)	1,00	1,00	1,00	1,00
Absorbcijski koeficient zbiralne površine $\alpha$	0,80	0,80	0,80	0,80
Koef. toplotne prestopnosti zunaj $h_e$ (/)	1,0	1,0	1,0	1,0

1. konstrukcijskih sklop zbiralno shranjevalne stene:

- omet  $d = 2,0$  cm  $R = 0,02$  m<sup>2</sup>K/W
- armiran beton  $d = 20,0$  cm  $R = 0,13$  m<sup>2</sup>K/W
- zrak – netto debelina zračne plasti  $d = 10,0$  cm  $R = 0,16$  m<sup>2</sup>K/W
- dvojna zasteklitev, polnitev argon  
okvirji – PVC s kovinskim jedrom petprekatni  $R = 0,74$  m<sup>2</sup>K/W

Toplotna prevodnost konstrukcijskega sklopa  $U = 0,95$  W/m<sup>2</sup>K

2. konstrukcijskih sklop zbiralno shranjevalne stene:

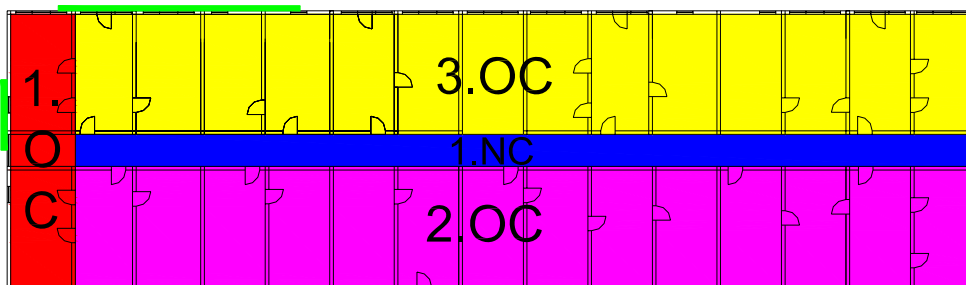
- omet  $d = 2,0$  cm  $R = 0,02$  m<sup>2</sup>K/W
- ekstrudiran polistiren  $d = 15,0$  cm  $R = 4,37$  m<sup>2</sup>K/W
- armiran beton  $d = 20,0$  cm  $R = 0,13$  m<sup>2</sup>K/W
- zrak – netto debelina zračne plasti  $d = 10,0$  cm  $R = 0,16$  m<sup>2</sup>K/W
- dvojna zasteklitev, polnitev argon  
okvirji – PVC s kovinskim jedrom petprekatni  $R = 0,74$  m<sup>2</sup>K/W

Toplotna prevodnost konstrukcijskega sklopa  $U = 0,18$  W/m<sup>2</sup>K

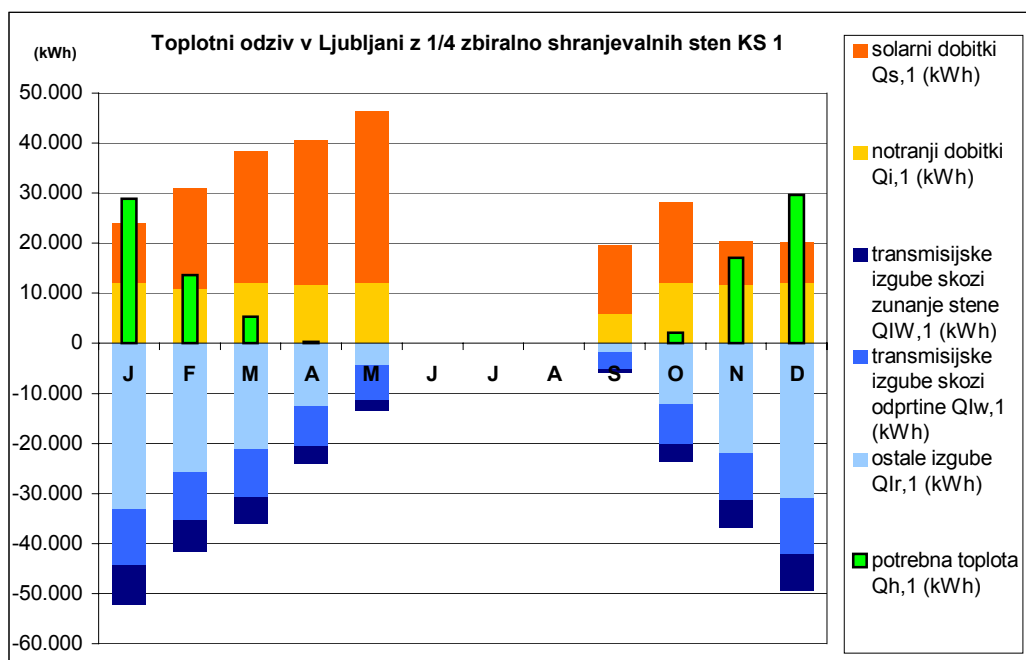


### 6.3.1 Zbiralno shranjevalne stene na ¼ površine fasad

V tem primeru izračuna sem fasadam na vzhodu, jugu in zahodu dodal ¼ površine (netransparentnega dela fasade) zbiralno shranjevalnih sten. Površina zbiralno shranjevalnih sten na vzhodu je 126,9 m<sup>2</sup>, na jugu 52,1 m<sup>2</sup> in na zahodu 135,2 m<sup>2</sup>.



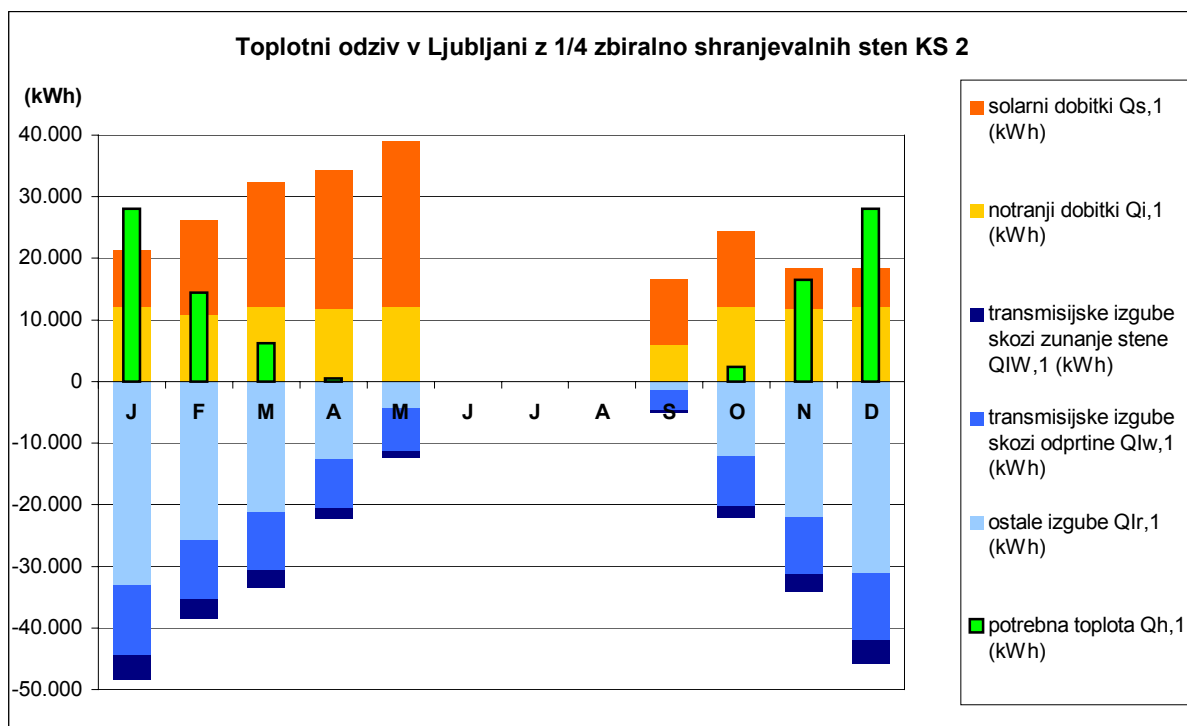
Slika 6.3.1.1: Skica postavitve ¼ zbiralno shranjevalnih sten



Slika 6.3.1.2: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani z ¼ ZSS po mesecih KS 1

Na sliki 6.3.1.2 vidimo, da ogrevalna sezona v izbrani stavbi ostaja enaka kot pri objektu brez zbiralno shranjevalnih sten, saj že v tem primeru ni bilo potrebno dodatno ogrevanje v maju in septembru, v aprilu pa je potrebno ogrevanje minimalno.





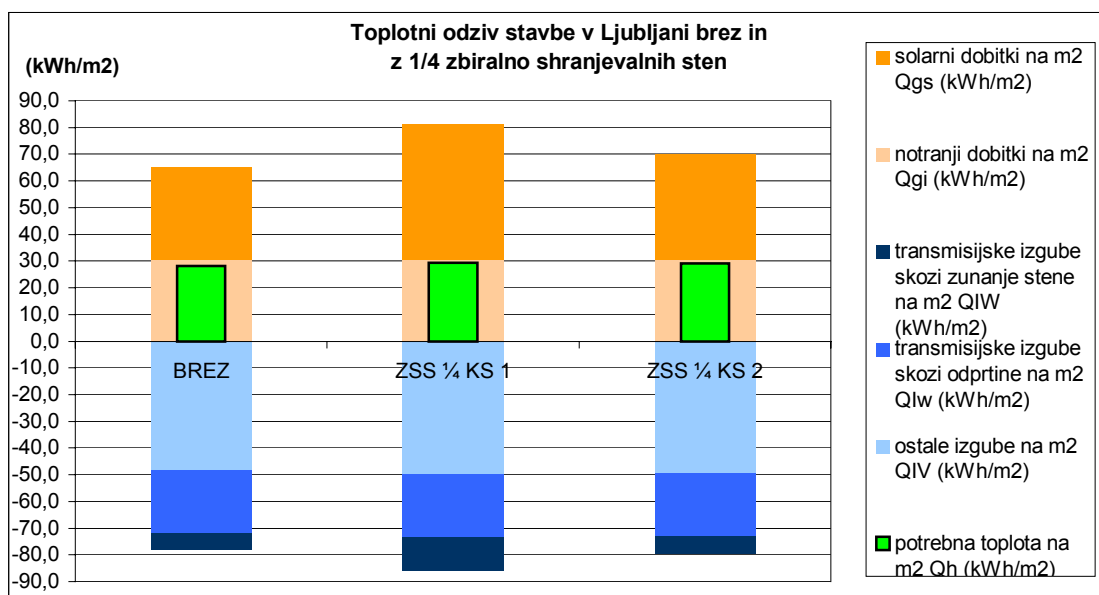
Slika 6.3.1.3: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani z 1/4 ZSS po mesecih KS 2

Na sliki 6.3.1.3 vidimo, da tudi pri drugem konstrukcijskem sklopu ogrevalna sezona v izbrani stavbi ostaja enaka kot pri objektu brez zbiralno shranjevalnih sten, saj že v tem primeru ni bilo potrebno dodatno ogrevanje v maju in septembru, v aprilu pa je potrebno ogrevanje minimalno.



Preglednica 6.3.1.3: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani brez in z  $\frac{1}{4}$  zbiralno shranjevalnih sten

	BREZ	ZSS $\frac{1}{4}$ KS 1	RAZLIKA V %	ZSS $\frac{1}{4}$ KS 2	RAZLIKA V %
Izgube skozi zunanje stene na m <sup>2</sup> Q <sub>IW</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )	6,2	12,8	+104,4%	6,5	+4,6%
Ostale izgube na m <sup>2</sup> Q <sub>IV</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )	48,3	49,7	+3,0%	49,6	+2,7%
Celotne izgube na m <sup>2</sup> Q <sub>It</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )	76,1	88,6	+16,4%	83,5	+9,7%
Solarni dobitki na m <sup>2</sup> Q <sub>gs</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )	34,3	50,8	+47,9%	39,5	+15,0%
Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Q <sub>gt</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )	61,9	81,4	+31,5%	70,1	+13,3%
Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Q <sub>h</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )	28,2	29,4	+4,4%	29,1	+3,4%

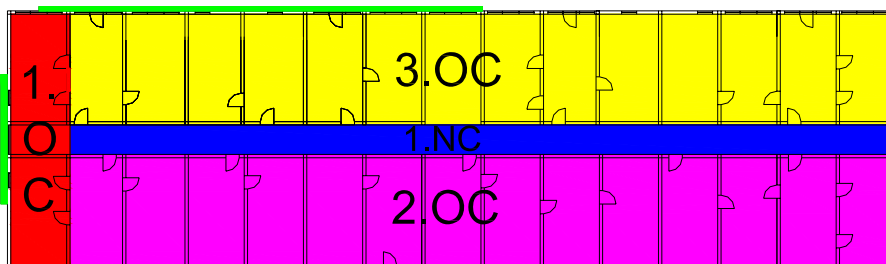


Slika 6.3.1.4: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani brez in z  $\frac{1}{4}$  zbiralno shranjevalnih sten na m<sup>2</sup> na leto

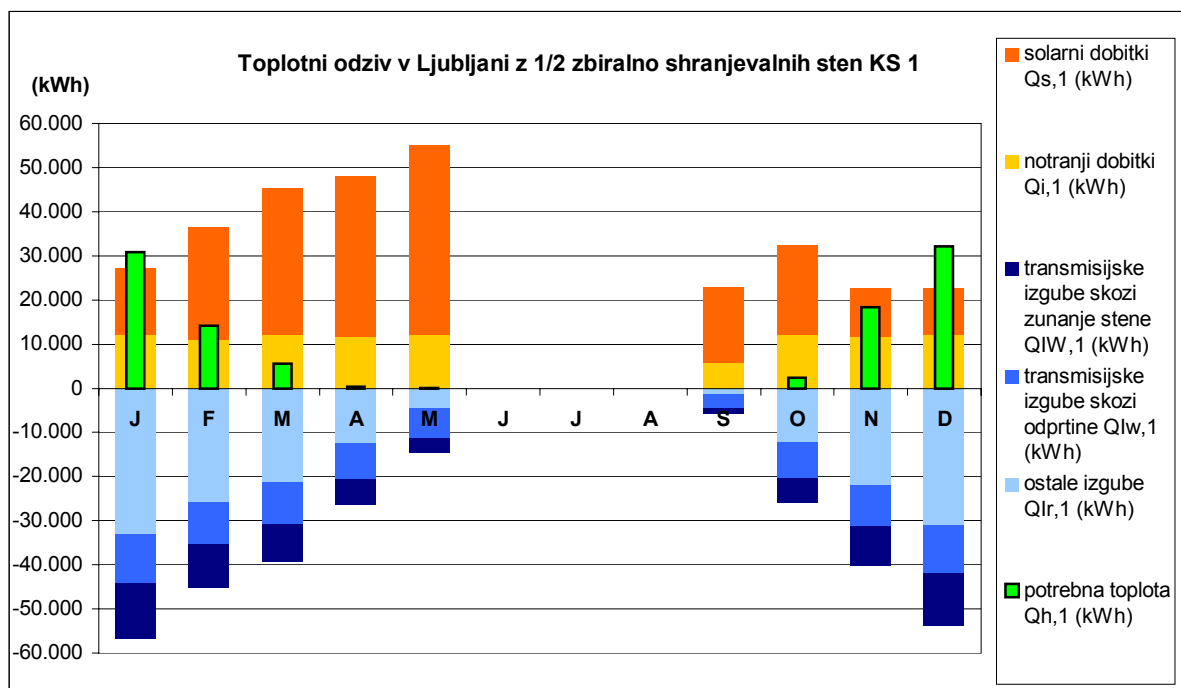
V primeru, ko obravnavani stavbi dodamo  $\frac{1}{4}$  fasade zbiralno shranjevalne stene, se celotne izgube pri prvem konstrukcijskem sklopu povečajo za 16,4 odstotka, pri drugem pa za 9,7 odstotka. Pri prvem KS k povečanju celotnih izgub največ prispevajo povečane izgube skozi zunanje stene, ki se povečajo kar za 104,4 odstotka, pri drugem KS pa se povečajo minimalno in sicer za 4,6 odstotka. Solarni dobitki se pri prvem KS povečajo za 47,9 odstotkov, kar pa ne prispeva dovolj k zmanjšanju potrebne toplote, razlog je zopet v faktorju izkoristka. Potrebna toplota se poveča za 4,4 odstotka. Pri drugem KS pa se solarni dobitki povečajo za 15 odstotkov, kar kaže na to, da se večji del toplote zbrane v zbiralno shranjevalnih stenah prenaša v notranjost transmisijsko skozi notranjo steno, kot pa s pretokom zraka. Tudi pri drugem KS se potrebna toplota poveča in sicer za 3,4 odstotke.

### 6.3.2 Zbiralno shranjevalne stene na 1/2 površine fasad

V tem primeru izračuna sem fasadam na vzhodu, jugu in zahodu dodal 1/2 površine (netransparentnega dela fasade) zbiralno shranjevalnih sten. Površina zbiralno shranjevalnih sten na vzhodu je 253,9 m<sup>2</sup>, na jugu 102,3 m<sup>2</sup> in na zahodu 270,4 m<sup>2</sup>.



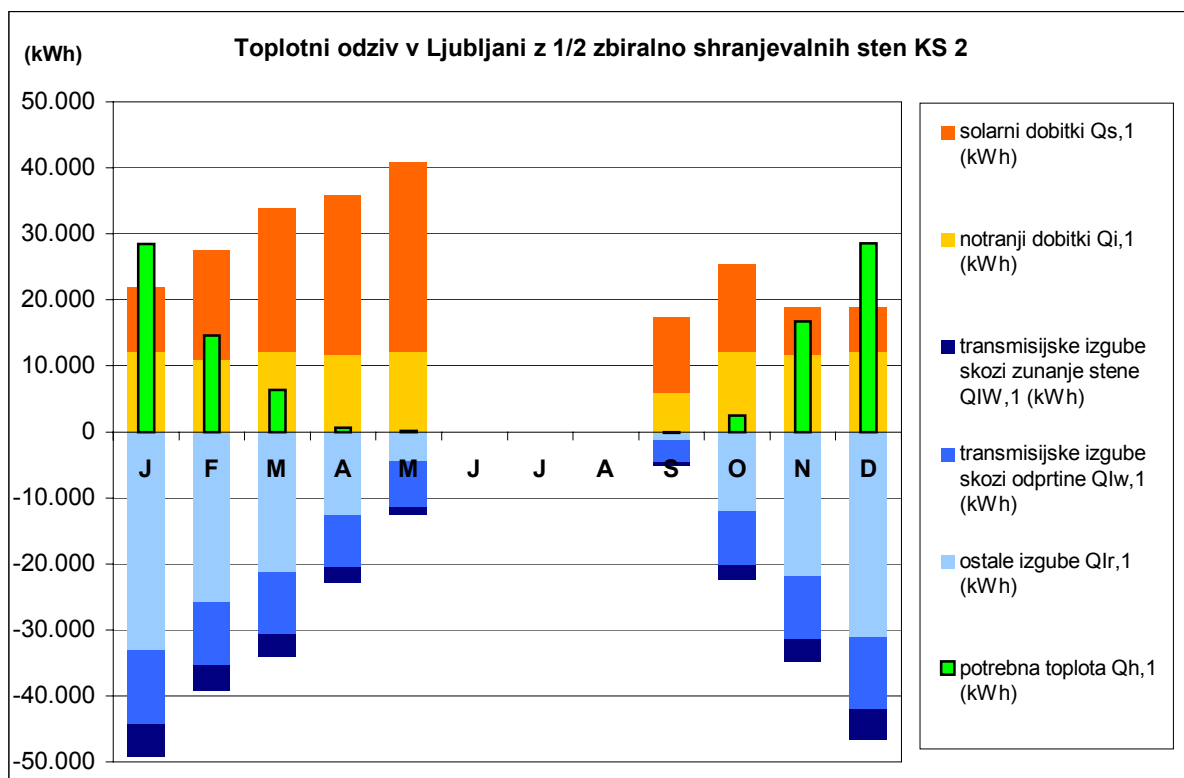
Slika 6.3.2.1: Skica postavitve 1/2 površine zbiralno shranjevalnih sten



Slika 6.3.2.2: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani z 1/2 ZSS po mesecih KS 1

Na sliki 6.3.2.2 vidimo, da ogrevalna sezona v izbrani stavbi ne ostaja enaka kot pri objektu brez zbiralno shranjevalnih sten, saj v tem primeru ni potrebno dodatno ogrevanje samo v septembru, v aprilu in maju pa je potrebno ogrevanje minimalno.





Slika 6.3.2.3: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani z  $\frac{1}{2}$  ZSS po mesecih KS 2

Na sliki 6.3.2.3 vidimo, da pri drugem konstrukcijskem sklopu ogrevalna sezona v izbrani stavbi ostaja enaka kot pri objektu brez zbiralno shranjevalnih sten, saj tudi v tem primeru ni bilo potrebno dodatno ogrevanje v maju in septembru, v aprilu pa je potrebno ogrevanje minimalno.



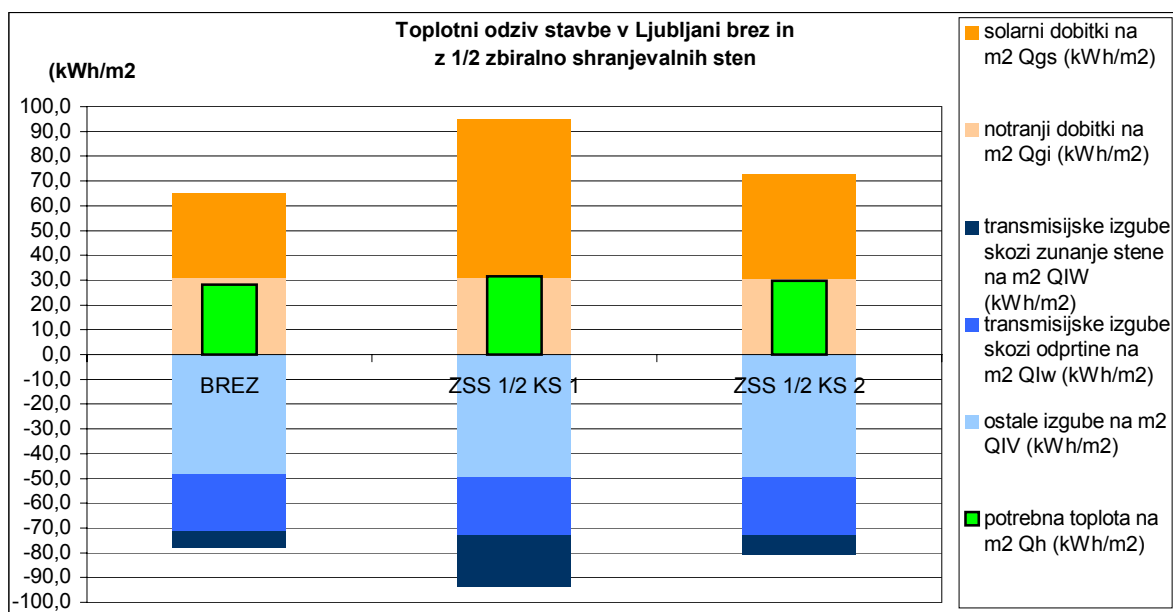
Preglednica 6.3.2.2: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani z 1/2 dodanih zbiralno shranjevalnih sten KS 2

Trajanje ogrevalne sezone (dnevi)	IZGUBE				DOBITKI			Potrebna toplota Qh,1 (kWh)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )
	Izgube skozi odprtine Qlw,1 (kWh)	Izgube skozi zunanje stene Qlw,1 (kWh)	Ostale izgube Qlr,1 (kWh)	Celotne izgube Qi,1 (kWh)	Notranji dobitki Qi,1 (kWh)	Solarni dobitki Qs,1 (kWh)	Celotni dobitki Qg,1 (kWh)		
<b>1. OC</b>									
JAN	1.102	927	2.409	4.901	906	1.243	2.149	0,44	1,00
FEB	877	738	1.918	4.313	818	2.057	2.876	0,67	0,98
MAR	763	642	1.667	4.102	906	2.683	3.589	0,88	0,91
APR	510	430	1.116	3.139	877	2.856	3.733	1,19	0,76
MAJ	282	237	616	2.385	906	3.325	4.231	1,78	0,54
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
SEPT	114	96	249	972	438	1.356	1.794	1,82	0,53
OKT	501	422	1.096	2.659	906	1.651	2.557	0,96	0,88
NOV	778	655	1.701	3.495	877	926	1.803	0,52	1,00
DEC	1.045	879	2.283	4.546	906	885	1.791	0,39	1,00
<b>skupaj</b>	<b>5.973</b>	<b>5.025</b>	<b>13.054</b>	<b>30.512</b>	<b>7.539</b>	<b>16.959</b>	<b>24.498</b>		
<b>skupaj na m<sup>2</sup></b>	<b>24,6</b>	<b>20,7</b>	<b>53,7</b>	<b>125,6</b>	<b>31,0</b>	<b>69,8</b>	<b>100,8</b>		<b>44,4</b>
<b>2. OC</b>									
JAN	4.673	2.052	15.194	22.496	5.610	6.709	12.319	0,55	1,00
FEB	3.721	1.634	12.097	18.456	5.067	11.176	16.243	0,88	0,95
MAR	3.233	1.420	10.513	16.334	5.610	13.022	18.632	1,14	0,83
APR	2.165	950	7.038	11.249	5.429	12.352	17.781	1,58	0,63
MAJ	1.196	525	3.888	6.801	5.610	13.432	19.042	2,80	0,36
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
SEPT	482	212	1.568	2.828	2.714	6.452	9.166	3,16	0,32
OKT	2.126	934	6.913	10.683	5.610	7.922	13.532	1,27	0,77
NOV	3.301	1.449	10.732	15.837	5.429	4.242	9.670	0,61	1,00
DEC	4.429	1.945	14.402	21.125	5.610	4.276	9.886	0,47	1,00
<b>skupaj</b>	<b>25.326</b>	<b>11.120</b>	<b>82.345</b>	<b>125.810</b>	<b>46.688</b>	<b>79.360</b>	<b>126.047</b>		
<b>skupaj na m<sup>2</sup></b>	<b>16,8</b>	<b>7,4</b>	<b>54,6</b>	<b>83,4</b>	<b>31,0</b>	<b>52,6</b>	<b>83,6</b>		<b>21,1</b>
<b>3. OC</b>									
JAN	5.504	1.876	15.490	22.954	5.610	1.870	7.480	0,33	1,00
FEB	4.971	1.494	11.744	18.389	5.067	3.300	8.367	0,46	1,00
MAR	5.504	1.298	9.023	16.202	5.610	6.098	11.707	0,72	0,99
APR	5.327	869	4.399	11.178	5.429	8.888	14.316	1,28	0,76
MAJ	5.504	480	-131	6.664	5.610	11.966	17.576	2,64	0,38
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
SEPT	2.663	194	-497	2.583	2.714	3.606	6.320	2,36	0,42
OKT	5.504	854	4.048	10.634	5.610	3.673	9.283	0,87	0,95
NOV	5.327	1.325	9.502	16.256	5.429	1.984	7.412	0,46	1,00
DEC	5.504	1.778	14.396	21.746	5.610	1.565	7.175	0,33	1,00
<b>skupaj</b>	<b>45.808</b>	<b>10.167</b>	<b>67.973</b>	<b>126.608</b>	<b>46.688</b>	<b>42.717</b>	<b>89.404</b>		
<b>skupaj na m<sup>2</sup></b>	<b>30,4</b>	<b>6,7</b>	<b>45,1</b>	<b>84,0</b>	<b>31,0</b>	<b>28,3</b>	<b>59,3</b>		<b>36,9</b>
<b>CELOTEN OBJEKT</b>									
JAN	11.279	4.855	33.093	50.351	12.125	9.823	21.948	0,44	1,00
FEB	9.570	3.866	25.760	41.158	10.952	16.533	27.485	0,67	0,98
MAR	9.500	3.359	21.203	36.638	12.125	21.803	33.928	0,91	0,91
APR	8.002	2.249	12.553	25.567	11.734	24.096	35.830	1,35	0,72
MAJ	6.982	1.243	4.374	15.850	12.125	28.724	40.849	2,41	0,43
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
SEPT	3.259	501	1.320	6.384	5.867	11.414	17.281	2,45	0,42
OKT	8.132	2.209	12.056	23.977	12.125	13.247	25.372	1,03	0,87
NOV	9.406	3.429	21.935	35.588	11.734	7.151	18.885	0,53	1,00
DEC	10.978	4.602	31.080	47.417	12.125	6.726	18.852	0,40	1,00
<b>skupaj</b>	<b>77.107</b>	<b>26.313</b>	<b>163.373</b>	<b>282.930</b>	<b>100.914</b>	<b>139.516</b>	<b>240.431</b>		
<b>skupaj na m<sup>2</sup></b>	<b>23,4</b>	<b>8,0</b>	<b>49,6</b>	<b>85,9</b>	<b>30,6</b>	<b>42,3</b>	<b>73,0</b>		<b>29,7</b>

6.3.2.2

Preglednica 6.3.2.3: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani brez in z 1/2 zbiralno shranjevalnih sten v %

	BREZ	ZSS 1/2 KS 1	RAZLIKA V %	ZSS 1/2 KS 2	RAZLIKA V %
Izgube skozi zunanje stene na m2 QIW (kWh/m2)	6,2	20,4	+227,6%	8,0	+28,0%
Ostale izgube na m2 QIV (kWh/m2)	48,3	49,6	+2,7%	49,6	+2,7%
Celotne izgube na m2 QIt (kWh/m2)	76,1	98,1	+28,8%	85,9	+12,8%
Solarni dobitki na m2 Qgs (kWh/m2)	34,3	64,2	+87,0%	42,3	+23,3%
Celotni dobitki na m2 Qgt (kWh/m2)	61,9	94,8	+53,2%	73,0	+17,9%
Potrebna toplota na m2 Qh (kWh/m2)	28,2	31,5	+11,7%	29,7	+5,3%

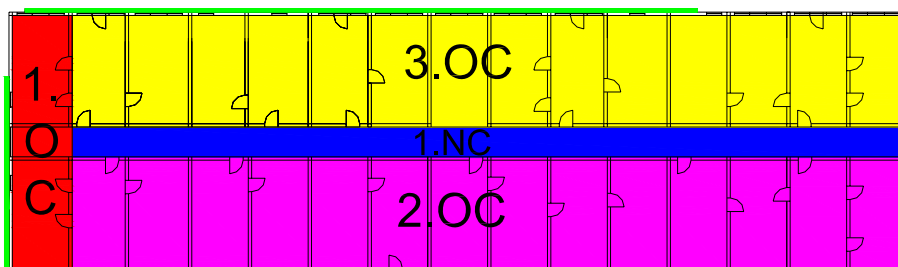


Slika 6.3.2.4: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani brez in z 1/2 zbiralno shranjevalnih sten na m<sup>2</sup> na leto

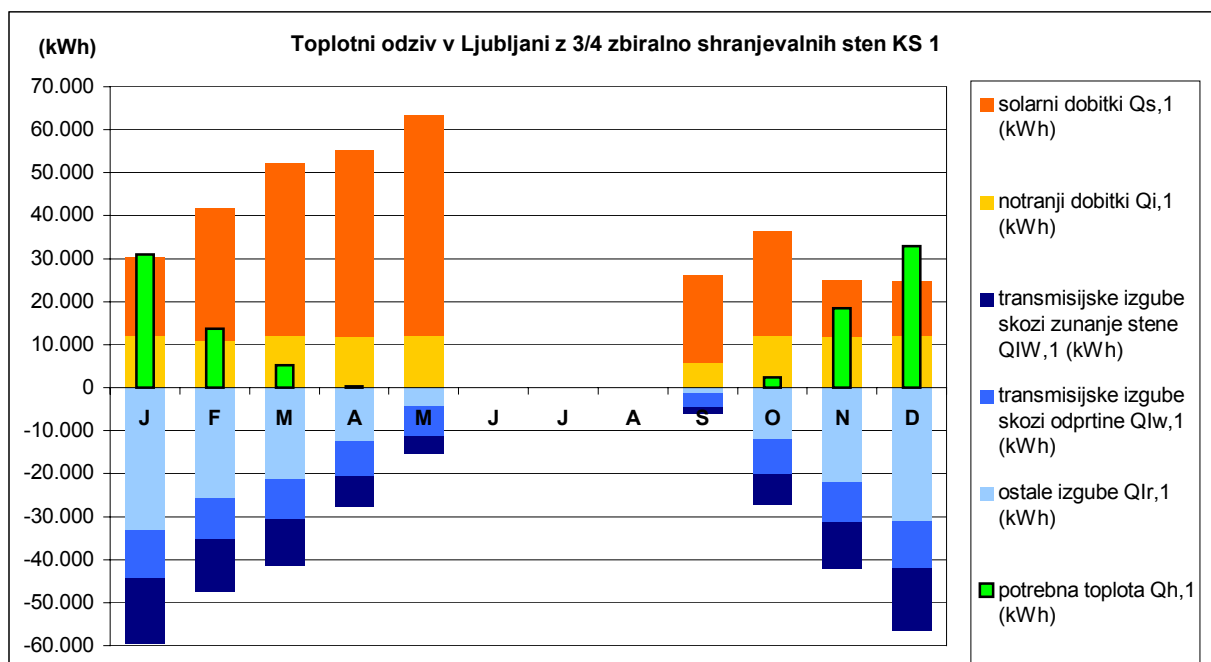
V primeru, ko obravnavani stavbi dodamo 1/2 fasade zbiralno shranjevalne stene, se celotne izgube pri prvem konstrukcijskem sklopu povečajo za 28,8 odstotka, pri drugem pa za 12,8 odstotka. Pri prvem KS k povečanju celotnih izgub največ prispevajo povečane izgube skozi zunanje stene, ki se povečajo kar za 227,6 odstotka, pri drugem KS pa se povečajo za 28 odstotkov. Solarni dobitki se pri prvem KS povečajo za 87 odstotkov, kar pa ne prispeva dovolj k zmanjšanju potrebne toplote, razlog je zopet v faktorju izkoristka. Potrebna toplota se poveča za 11,7 odstotka. Pri drugem KS pa se solarni dobitki povečajo za 23,3 odstotke, kar zopet kaže na to, da se večji del toplote zbrane v zbiralno shranjevalnih stenah prenaša v notranjost transmissijsko skozi notranjo steno, kot pa s pretokom zraka. Tudi pri drugem KS se potrebna toplota poveča in sicer za 5,3 odstotke.

### 6.3.3 Zbiralno shranjevalne stene na $\frac{3}{4}$ površine fasad

V tem primeru izračuna sem fasadam na vzhodu, jugu in zahodu dodal  $\frac{3}{4}$  površine (netransparentnega dela fasade) zbiralno shranjevalnih sten. Površina zbiralno shranjevalnih sten na vzhodu je 380,8 m<sup>2</sup>, na jugu 153,4 m<sup>2</sup> in na zahodu 405,6 m<sup>2</sup>.



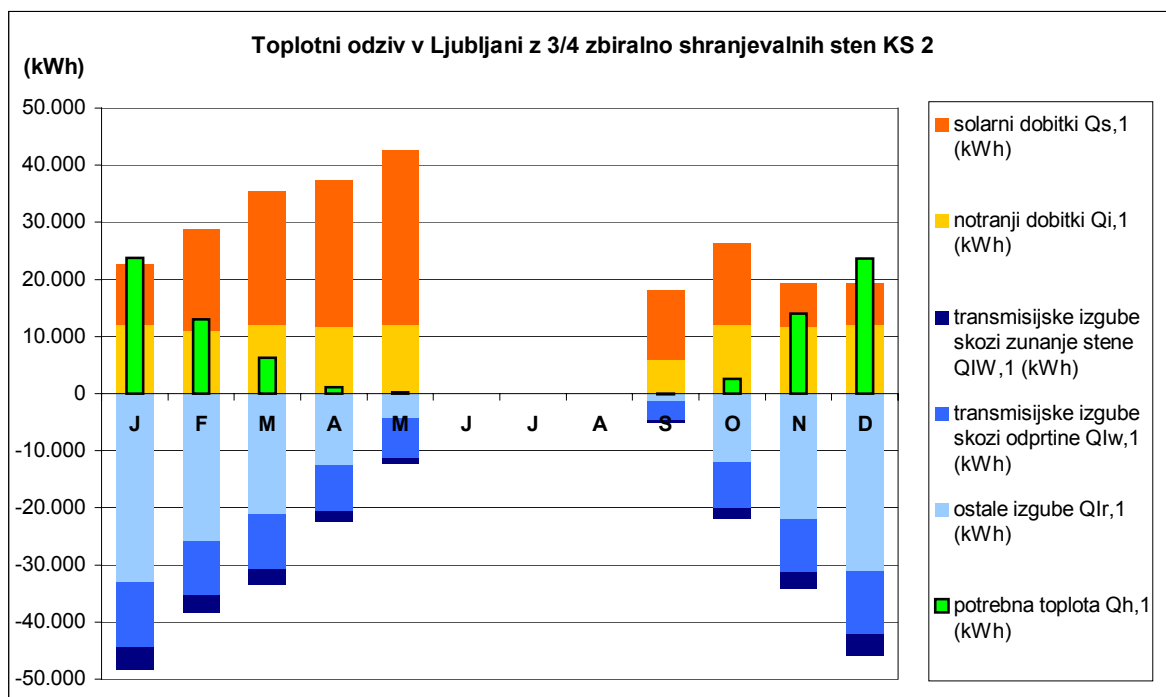
Slika 6.3.3.1: Skica postavitve  $\frac{3}{4}$  zbiralno shranjevalnih sten



Slika 6.3.3.2: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani z  $\frac{3}{4}$  ZSS po mesecih KS 1

Na sliki 6.3.3.2 vidimo, da ogrevalna sezona v izbrani stavbi ostaja enaka kot pri objektu brez zbiralno shranjevalnih sten, saj v tem primeru ni potrebno dodatno ogrevanje v maju in septembru, v aprilu pa je potrebno ogrevanje minimalno.





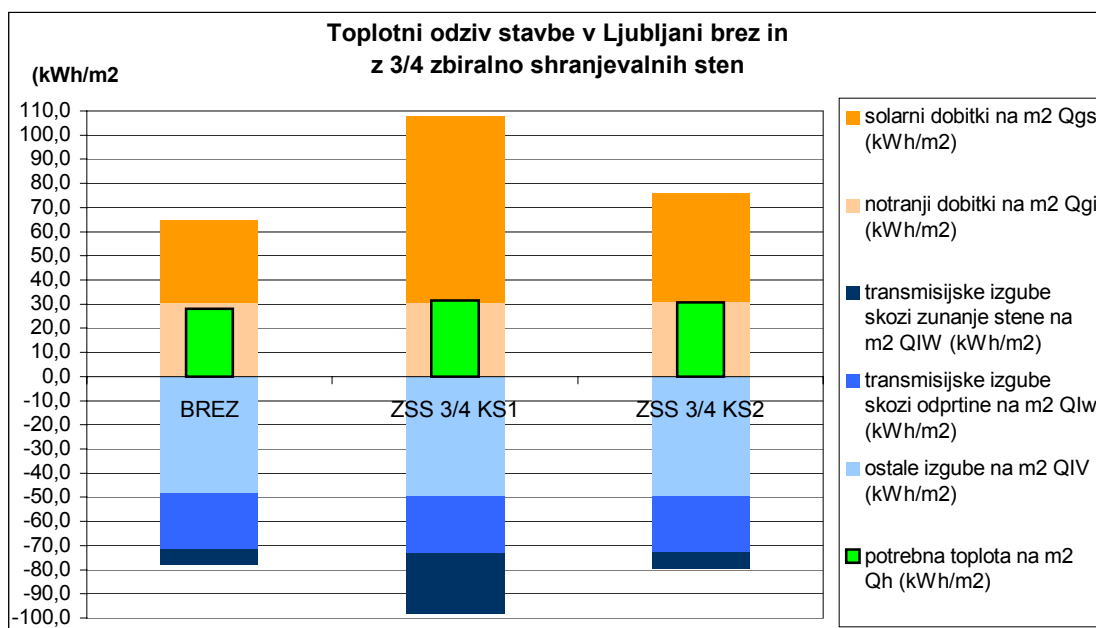
Slika 6.3.3.3: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani z  $\frac{3}{4}$  ZSS po mesecih KS 2

Na sliki 6.3.3.3 vidimo, da ogrevalna sezona v izbrani stavbi ne ostaja enaka kot pri objektu brez zbiralno shranjevalnih sten, saj v tem primeru ni potrebno dodatno ogrevanje le v septembru, v maju pa je potrebno ogrevanje minimalno.



Preglednica 6.3.3.3: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani brez in z  $\frac{3}{4}$  zbiralno shranjevalnih sten v %

	BREZ	ZSS 3/4 KS1	RAZLIKA V %	ZSS 3/4 KS2	RAZLIKA V %
Izgube skozi zunanje stene na m2 QIW (kWh/m2)	6,2	25,2	+304,4%	6,5	+4,9%
Ostale izgube na m2 QIV (kWh/m2)	48,3	49,6	+2,7%	49,6	+2,7%
Celotne izgube na m2 QIt (kWh/m2)	76,1	104,0	+36,6%	91,5	+20,2%
Solarni dobitki na m2 Qgs (kWh/m2)	34,3	77,2	+124,9%	45,2	+31,7%
Celotni dobitki na m2 Qgt (kWh/m2)	61,9	107,9	+74,2%	75,8	+22,5%
Potrebna toplota na m2 Qh (kWh/m2)	28,2	31,6	+12,1%	30,8	+9,2%



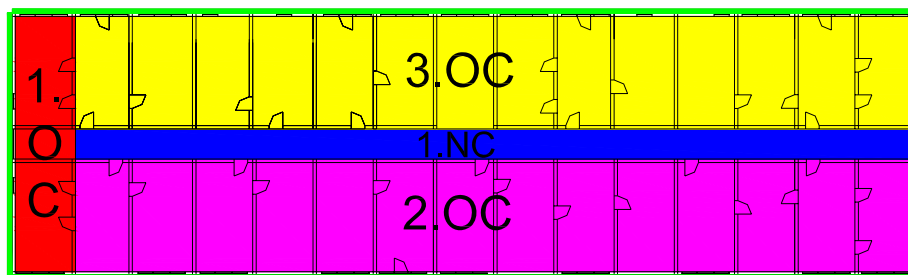
Slika 6.3.3.4: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani brez in z  $\frac{3}{4}$  zbiralno shranjevalnih sten na m<sup>2</sup>

V primeru, ko obravnavani stavbi dodamo  $\frac{3}{4}$  fasade zbiralno shranjevalne stene se pri prvem KS izgube skozi zunanje stene povečajo za 304,4 odstotka. Celotne izgube se povečajo za 36,6 odstotka. Solarni dobitki se povečajo za 124,9 odstotkov, kar prispeva k povečanju celotnih dobitkov za 74,2 odstotka. Potrebna toplota se poveča za 12,1 odstotka.

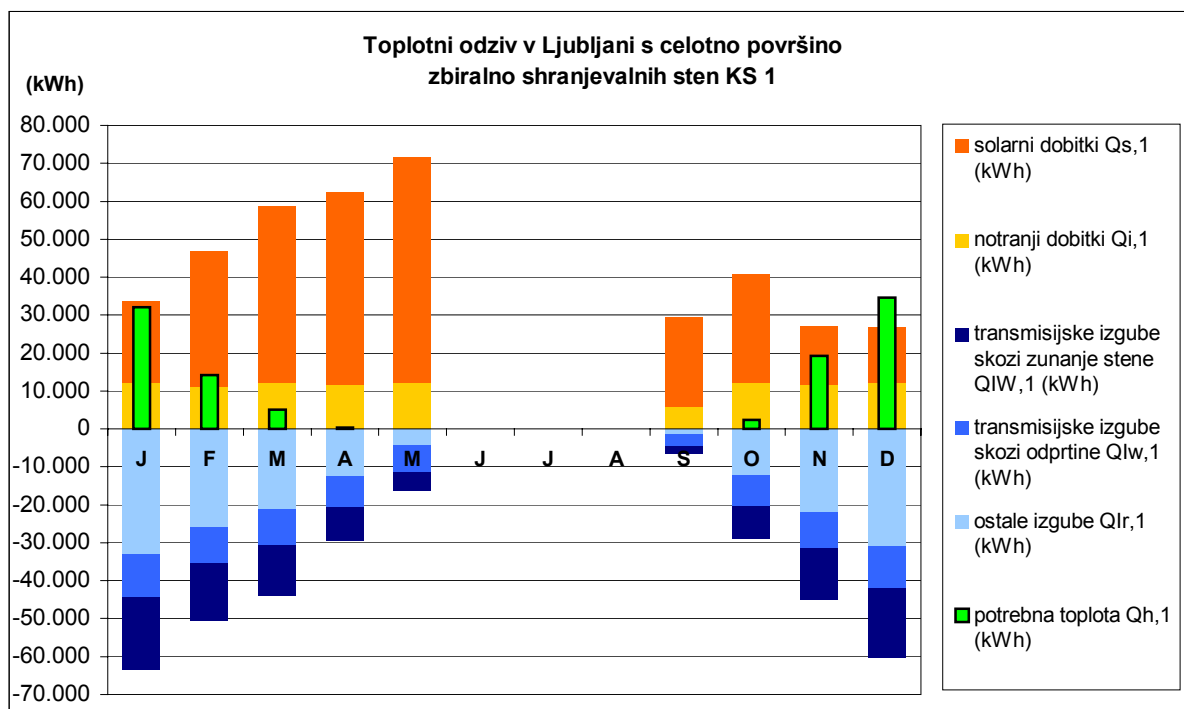
Pri drugem KS se izgube skozi zunanje stene povečajo za 4,9 odstotka, kar skupaj s povečanjem ostalih izgub za 2,7 odstotka prispeva k povečanju celotnih izgub za 20,2 odstotka. Solarni dobitki se povečajo za 31,7 odstotka in prispevajo k povečanju celotnih dobitkov za 22,5 odstotka. Potrebna toplota pa se poveča za 9,2 odstotka.

### 6.3.4 Zbiralno shranjevalne stene na celotni površini fasad

V tem primeru izračuna sem fasadam na vzhodu, jugu in zahodu dodal za celotno površino (netransparentnega dela fasade) zbiralno shranjevalnih sten. Površina zbiralno shranjevalnih sten na vzhodu je 507,7 m<sup>2</sup>, na jugu 204,5 m<sup>2</sup> in na zahodu 504,7 m<sup>2</sup>.



Slika 6.3.4.1: Skica postavitve celotne površine zbiralno shranjevalnih sten

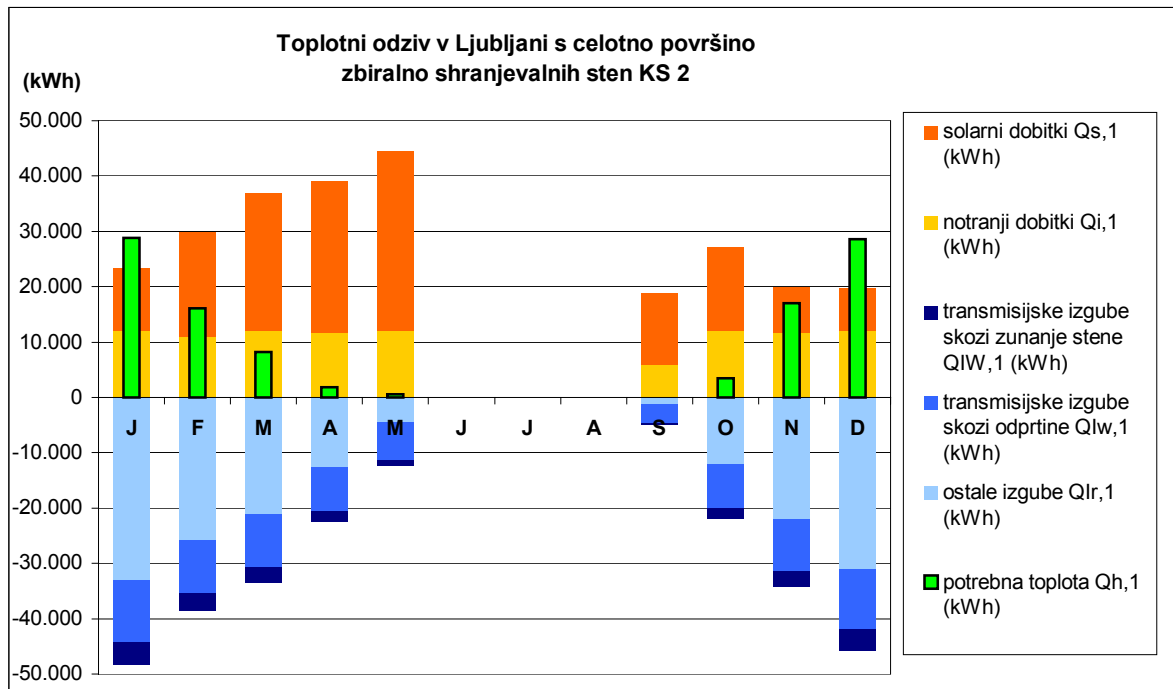


Slika 6.3.4.2: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani s celotno površino ZSS po mesecih KS 1

Tudi v tem primeru se podobno kot pri prejšnjih dolžina ogrevalne sezone ne spremeni.







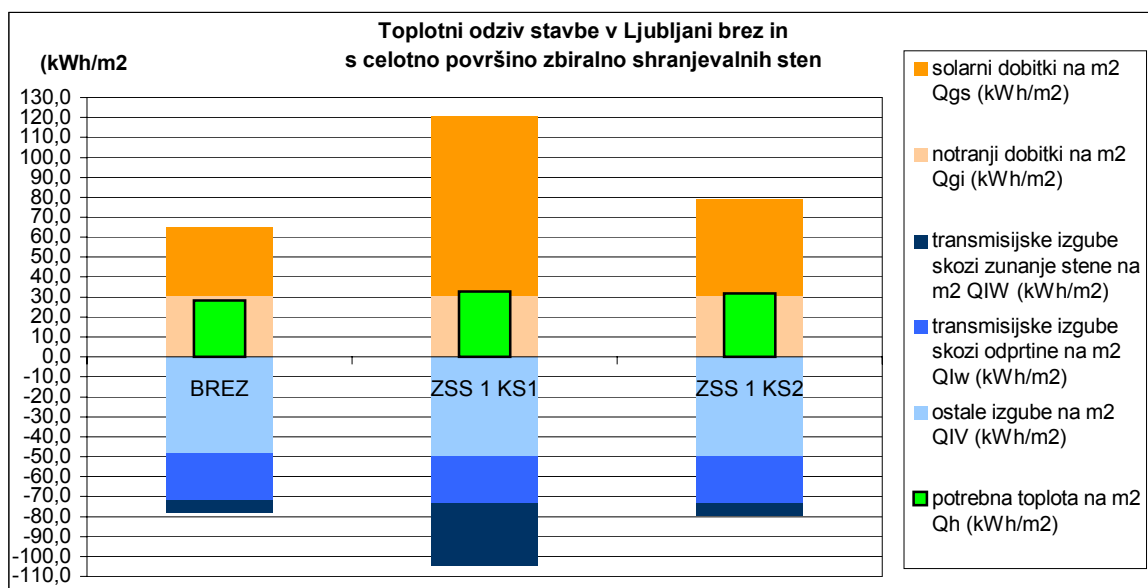
Slika 6.3.4.3: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani s celotno površino ZSS po mesecih KS 2

Na sliki 6.3.4.3 vidimo, da ogrevalna sezona v izbrani stavbi ne ostaja enaka kot pri objektu brez zbiralno shranjevalnih sten, saj v tem primeru ni potrebno dodatno ogrevanje le v septembru, v maju pa je potrebno ogrevanje minimalno.



Preglednica 6.3.4.3: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani brez in s celotno površino zbiralno shranjevalnih sten v %

	BREZ	ZSS 1 KS1	RAZLIKA V %	ZSS 1 KS2	RAZLIKA V %
Izgube skozi zunanje stene na m2 QIW (kWh/m2)	6,2	31,5	+404,3%	6,6	+5,1%
Ostale izgube na m2 QIV (kWh/m2)	48,3	49,6	+2,7%	49,6	+2,7%
Celotne izgube na m2 QIt (kWh/m2)	76,1	111,0	+45,8%	95,5	+25,5%
Solarni dobitki na m2 Qgs (kWh/m2)	34,3	90,0	+162,0%	48,1	+40,0%
Celotni dobitki na m2 Qgt (kWh/m2)	61,9	120,6	+94,8%	78,7	+27,1%
Potrebna toplota na m2 Qh (kWh/m2)	28,2	32,7	+16,2%	31,7	+12,6%



Slika 6.3.4.4: Toplotni odziv stavbe v Ljubljani brez in s celotno površino zbiralno shranjevalnih sten na m<sup>2</sup> na leto

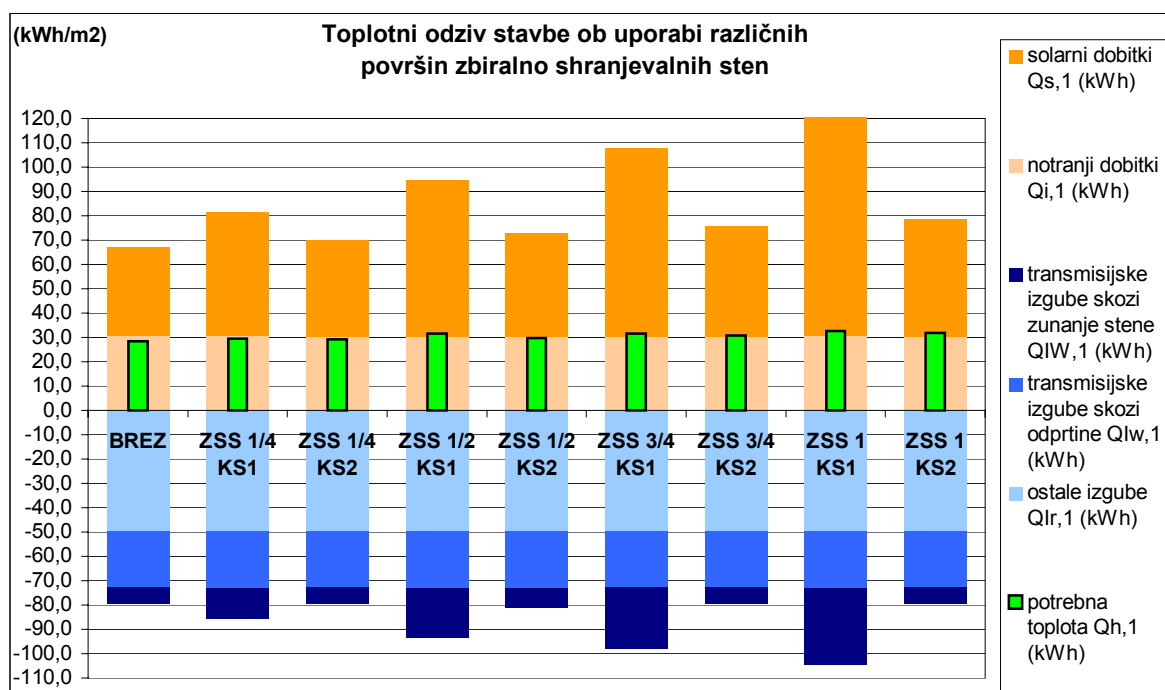
V primeru, ko obravnavani stavbi na celotni V, J in Z strani namestimo zbiralno shranjevalne stene s konstrukcijo sklopa 1. se celotne izgube povečajo za 45,8 odstotka. Pri čemer se izgube skozi zunanje stene povečajo za 404,3 odstotka. Solarni dobitki se povečajo za 162 odstotkov, kar prispeva k povečanju celotnih dobitkov za 94,8 odstotkov. Potrebna toplota se poveča za 16,2 odstotka.

V primeru drugega KS se celotne izgube povečajo 25,5 odstotka. Solarni dobitki se povečajo za 40 odstotkov, kar prispeva k povečanju celotnih dobitkov za 27,1 odstotka. Potrebna toplota se poveča 12,6 odstotka.

### 6.3.5 Ocena toplotnega odziva stavbe ob uporabi različnih površin zbiralno shranjevalnih sten

Preglednica 6.3.5.1: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani ob uporabi različnih površin steklenjakov na m<sup>2</sup> na leto

	Celotne izgube Q <sub>i,1</sub> (kWh)	Razlika glede na izrač brez ZSS (%)	Celotni dobitki Q <sub>g,1</sub> (kWh)	Razlika glede na izrač brez ZSS (%)	Potrebna toplota Q <sub>h,1</sub> (kWh)	Razlika glede na izrač brez ZSS (%)
BREZ	79,5		67,1		28,5	
ZSS 1/4 KS 1	88,6	+11,47%	81,4	+21,33%	29,4	+3,20%
ZSS 1/4 KS 2	83,5	+5,03%	70,1	+4,49%	29,1	+2,20%
ZSS 1/2 KS 1	98,1	+23,35%	94,8	+41,34%	31,5	+10,41%
ZSS 1/2 KS 2	85,9	+7,99%	73,0	+8,74%	29,7	+4,08%
ZSS 3/4 KS 1	104,0	+30,80%	107,9	+60,73%	31,6	+10,74%
ZSS 3/4 KS 2	91,5	+15,10%	75,8	+13,02%	30,8	+7,91%
ZSS 1 KS 1	111,0	+39,57%	120,6	+79,73%	32,7	+14,81%
ZSS 1 KS 2	95,5	+20,14%	78,7	+17,29%	31,7	+11,28%



Slika 6.3.5.1: Primerjava rezultatov izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani ob uporabi različnih površin zbiralno shranjevalnih sten na m<sup>2</sup> na leto

V preglednici 6.3.5.1 vidimo kakšen je odziv stavbe v Ljubljani če uporabimo različne površine zbiralno shranjevalnih sten. Izkaže se, da se s povečevanjem površin zbiralno shranjevalnih sten potrebna toplota v vseh primerih poveča. Razlog je v povečanju izgub skozi zunanje stene predvsem ponoči, kot vidimo na sliki 6.3.5.1, obenem, pa ostale izgube ostajajo praktično nespremenjene, kar je razumljivo, ker drugih parametrov nismo spreminjali.

Pri prvem konstrukcijskem sklopu, kjer stena znotraj ni izolirana in je zaradi tega toplotna prehodnost v primerjavi z ostalimi stenami precej večja, se solarni dobitki povečujejo in sicer kar za približno sto odstotkov na vsako dodano četrtno površine zbiralno shranjevalnih sten. Vendar pa povečanje toplotnih dobitkov, ko jih pomnožimo s faktorjem izkoristka, ne preseže povečanja toplotnih izgub.

Pri drugem konstrukcijskem sklopu, kjer je steni znotraj dodana izolacija, tako da je sedaj skupna toplotna prehodnost sklopa enaka ostalim zunanjim stenam pa opazimo, da se sicer transmisijske izgube skozi zunanje stene zmanjšajo in so le malo večje od izgub pri objektu kjer ne uporabimo zbiralno shranjevalnih sten, vendar pa se sedaj solarni dobitki ne povečajo toliko kot pri uporabi zbiralno shranjevalnih sten konstrukcijskega sklopa 1. Zato se potrebna toplota, tudi v primeru uporabe zbiralno shranjevalnih sten drugega konstrukcijskega sklopa, poveča.

Rezultati kažejo, da ima pri izračunu toplotnih dobitkov zbiralno shranjevalnih sten večjo težo toplota ki prehaja v stavbo skozi steno, kot pa tista, ki se prenaša s kroženjem zraka skozi zračni sloj zbiralno shranjevalne stene.

Da bi bila uporaba zbiralno shranjevalnih sten v naših klimatskih razmerah primerna, bi morali zagotoviti veliko toplotno prehodnost dela konstrukcijskega sklopa med zračnim slojem in notranjostjo, obenem pa majhno toplotno prehodnost celotnega konstrukcijskega sklopa v nočnem času oziroma v času, ko ni solarnega sevanja. To bi lahko zagotovili z pomično izolacijo na zunanji strani konstrukcijskega sklopa, ki bi bila avtomatsko krmiljena. Sicer pa lahko rečemo, da sistem deluje dobro, saj se kljub veliko slabši toplotni izoliranosti zbiralno shranjevalnih sten potrebna toplota ne veča pretirano. Za podrobnejšo analizo uporabe zbiralno shranjevalnih sten bi bilo potrebno izvesti dinamični izračun, ki pa ga standard ne podaja.

## 7 REZULTATI IZRAČUNA ENAKIH POVRŠIN STEKLENJAKOV PRI RAZLIČNIH ORIENTACIJAH IN NA RAZLIČNIH LOKACIJAH

Obravnavani stavbi sem na vseh orientacijah razen severnega dela, ki je v ogrevalni sezoni neosončen, v izračunu posamično dodajal enake površine steklenjakov. Potem pa sem za dane konfiguracije variral klimatske podatke.

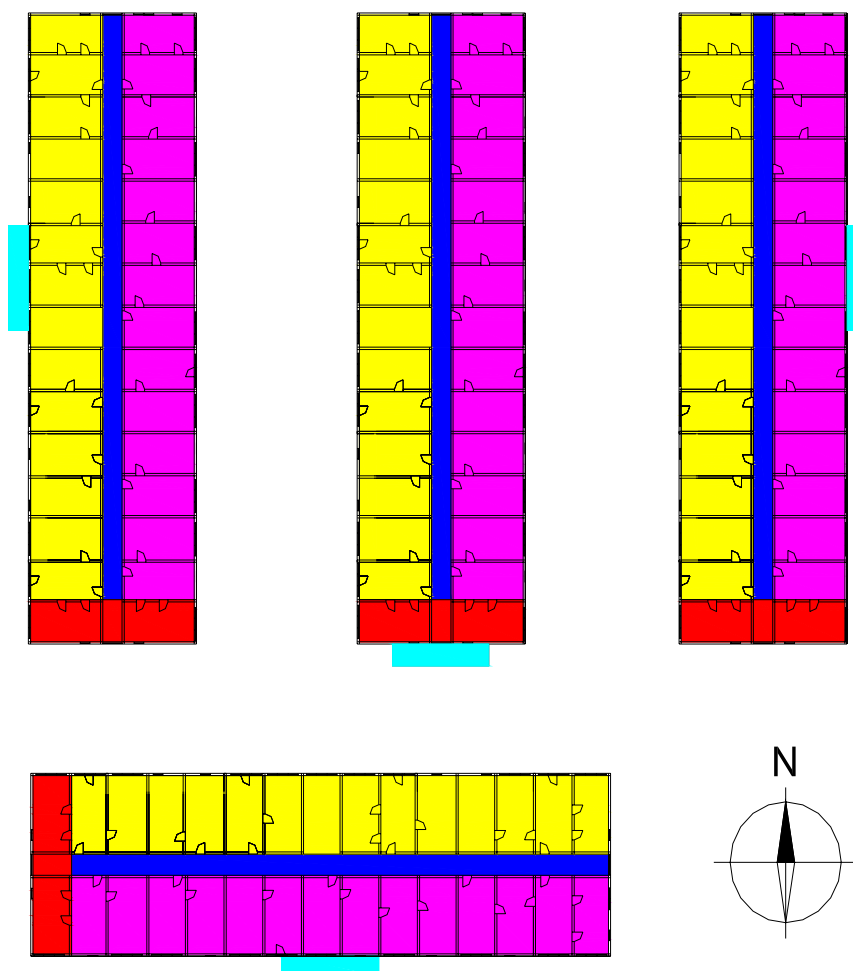
V podpoglavjih so v preglednicah podani rezultati posameznih izračunov, kjer sem izbranemu objektu dodajal enake površine steklenjakov oz. zbiralno shranjevalnih sten na vzhod, jug in zahod in to za različne kraje po Sloveniji in sicer v Ljubljani, Mariboru, Novem mestu, Portorožu in Ratečah. Na začetku posameznega podpoglavja so predstavljeni rezultati po mesecih, najprej za objekt brez steklenjakov, nato pa za vsako orientacijo posebjaj. Ker ogrevane cone nimajo enakih uporabnih površin, ter se te z dodajanjem steklenjakov tudi povečujejo, so rezultati za lažjo primerjavo podani tudi na  $m^2$ . Na koncu pa so v skupni preglednici predstavljeni rezultati na  $m^2$  za vse tri orientacije in kot referenca rezultati brez dodanega steklenjaka oz. zbiralno shranjevalnih sten. V nadaljevanju pa še rezultati rotiranega objekta in primerjava vseh rezultatov.

*Preglednica 7.1: Vhodni podatki za steklenak*

<b>STEKLENJAK</b>	
Prostornina cone $V_e$ [ $m^3$ ]	217,5
<b>Tla</b>	
Površina tal $A_f$ [ $m^2$ ]	15
Izpostavljeni obseg tal $P$ [m]	17
Toplotni upor tal $R_{ft}$ [ $m^2K/W$ ]	1,6
Absorbcijski koeficient površine za sončno sevanie $\alpha$	0,5
<b>Streha</b>	
Površina $A$ [ $m^2$ ]	15
Toplotna prehodnost $U$ [ $W/m^2K$ ]	0,19
<b>Vmesni elementi med ST in pripadajočo OC</b>	
Površina $A$ [ $m^2$ ]	204,5

### Sestave konstrukcijskih sklopov:

- Steklenjaki:
  - o zasteklitev – 2 x nizko e steklo, polnitev argon
  - o okvirji – PVC s kovinskim jedrom petprekatni
- Stena steklenjak - notranjost:
  - o omet d = 2,0 cm
  - o betonski modularec d = 20,0 cm
  - o omet d = 2,0 cm



Slika 7.1: Skica razporeditve steklenjakov na različnih orientacijah







Rezultati izračuna za steklenjak orientiran na zahod, kažejo, da je pri dani orientaciji toplotni odziv stavbe najboljši. Toplotne izgube se povečajo za 5,6 odstotka, kar je manj kot pri steklenjaku orientiranem na jug. Nekaj manjši so tudi celotni toplotni dobitki in sicer se povečajo za 48,8 odstotkov. Vendar pa je njihov izkoristek boljši in se zato potrebna toplota zmanjša za 17,2 odstotka.

*Preglednica 7.1.5: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani na m<sup>2</sup> za različne orientacije na leto*

Lj	Izgube skozi odprtine na m <sup>2</sup> Qlw (kWh/m <sup>2</sup> )	Izgube skozi zunanje stene na m <sup>2</sup> QlW (kWh/m <sup>2</sup> )	Ostale izgube na m <sup>2</sup> Qlr (kWh/m <sup>2</sup> )	Celotne izgube na m <sup>2</sup> Qlt (kWh/m <sup>2</sup> )	Notranji dobitki na m <sup>2</sup> Qgi (kWh/m <sup>2</sup> )	Solarni dobitki na m <sup>2</sup> Qgs (kWh/m <sup>2</sup> )	Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Qgt (kWh/m <sup>2</sup> )	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )
BREZ	21,61	6,24	48,27	76,13	30,27	31,64	61,91	28,17
V	19,00	5,81	54,67	79,49	30,27	43,89	74,16	26,05
J	22,68	5,53	52,88	81,09	30,27	64,58	94,85	25,93
Z	20,65	5,66	54,07	80,39	30,27	61,87	92,14	23,31

*Preglednica 7.1.6: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani na m<sup>2</sup> za različne orientacije razlike v % na leto*

Lj	Celotne izgube na m <sup>2</sup> Qlt (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Qgt (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)
BREZ	76,13		61,91		28,17	
V	79,49	+4,41%	74,16	+19,79%	26,05	-7,52%
J	81,09	+6,52%	94,85	+53,21%	25,93	-7,95%
Z	80,39	+5,60%	92,14	+48,83%	23,31	-17,25%

V primeru izračuna za stavbo ki stoji v Ljubljani se izkaže, da dajeta vzhodna in južna lokacija slabše rezultate kot zahodna. Ob dani orientaciji stavbe daje enaka površina steklenjaka boljši rezultat na zahodni legi, saj ima ta ogrevana cona večjo prostornino in s tem tudi večjo efektivno toplotno kapaciteto, in sistem večjo zmožnost absorbiranja in akumuliranja solarnih dobitkov, kot ogrevana cona orientirana na jug.

V nadaljevanju so podani rezultati, ko celotno stavbo zarotirano za devetdeset stopinj kot je razvidno na sliki 7.1 tako, da je zdaj 1. ogrevana cona ki ima najmanjši volumen orientirana na zahod, 2. in 3. cona, ki imata večjo prostornino pa sta, ena orientirana na jug, druga pa na sever. Podani so podatki za objekt brez steklenjaka za primerjavo in podatki za južno in zahodno orientacijo, za vzhodno pa sem predpostavil, da bo tudi v tem primeru dala slabše rezultate, kar je razvidno že iz prejšnjega primera.



Preglednica 7.1.9: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90°

v Ljubljani stek. Z

Lj Z	Trajanje ogrevalne sezone (dnevi)	Izgube skozi odprtine Qlw,1 (kWh)	Izgube skozi zunanje stene QIW,1 (kWh)	Ostale izgube Qlr,1 (kWh)	Celotne izgube Ql,1 (kWh)	Notranji dobitki Qi,1 (kWh)	Solarni dobitki Qs,1 (kWh)	Celotni dobitki Qg,1 (kWh)	Dobitki / izgube g (l)	Faktor izkoristka h (l)	Potrebna toplota Qh,1 (kWh)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )
JAN	31	9.758	3.485	36.760	50.008	12.125	16.845	28.971	0,58	0,87	25.547	7,66
FEB	28	8.358	2.775	28.680	39.817	10.952	28.215	39.166	0,98	0,76	13.507	4,05
MAR	31	8.447	2.411	23.741	34.602	12.125	35.606	47.731	1,38	0,69	5.846	1,75
APR	30	7.297	1.614	14.252	23.165	11.734	36.698	48.432	2,09	0,54	532	0,16
MAJ	31	6.593	892	5.312	12.798	12.125	41.815	53.940	4,21	0,27	2	0,00
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
SEPT	15	3.102	360	1.698	5.161	5.867	26.765	32.632	6,32	0,27	0	0,00
OKT	31	7.439	1.586	13.725	22.752	12.125	21.674	33.799	1,49	0,66	2.132	0,64
NOV	30	8.331	2.461	24.526	35.321	11.734	11.987	23.721	0,67	0,88	14.369	4,31
DEC	31	9.536	3.303	34.557	47.401	12.125	11.617	23.742	0,50	0,93	25.298	7,59
Skupaj	258	68.860	18.887	183.251	271.024	100.914	221.948	322.862			87.206	26,16
Skupaj na m <sup>2</sup>		20,65	5,66	54,96	81,29	30,27	66,57	96,84			26,16	

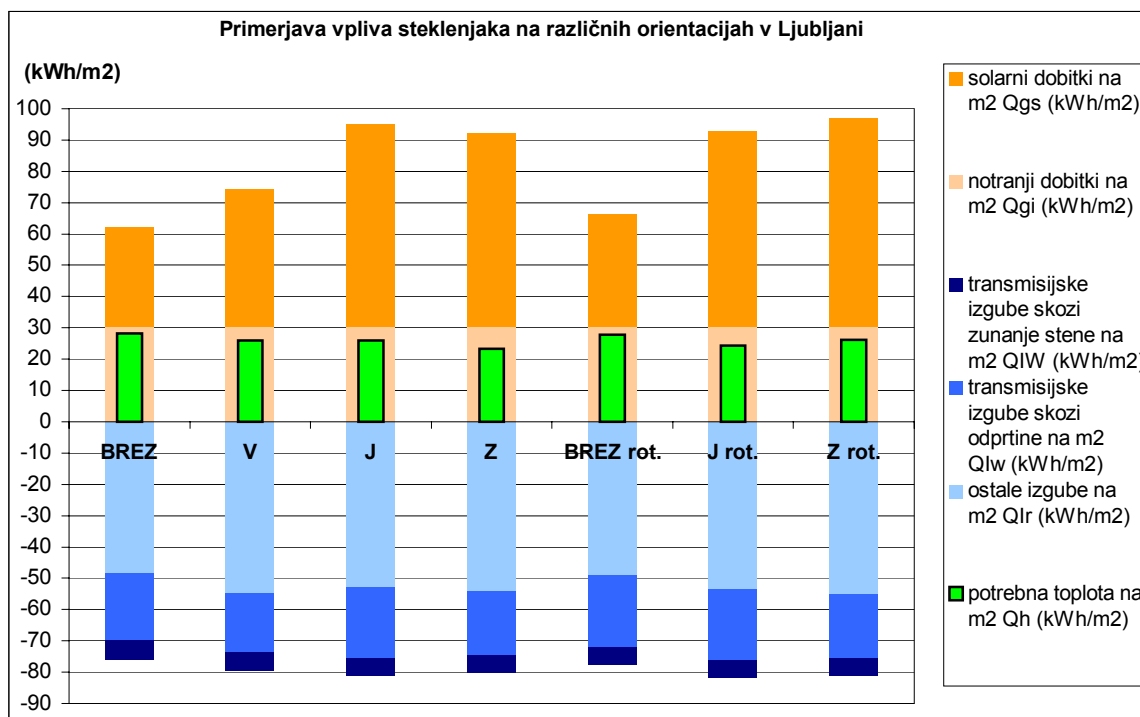
Zahodna orientacija steklenjakov pri rotiranem objektu pa ne daje tako dobrih rezultatov, kot ista orientacija na nerotiranem objektu. Potrebna toplota se zmanjša za 7,1 odstotek. Razlog je v tem, da ima po rotaciji cona orientirana na zahod sedaj manjšo specifično toplotno kapaciteto.

Preglednica 7.1.10: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Ljubljani na m<sup>2</sup> za različne orientacije na leto

Lj	Izgube skozi odprtine na m <sup>2</sup> Qlw (kWh/m <sup>2</sup> )	Izgube skozi zunanje stene na m <sup>2</sup> QIW (kWh/m <sup>2</sup> )	Ostale izgube na m <sup>2</sup> Qlr (kWh/m <sup>2</sup> )	Celotne izgube na m <sup>2</sup> Qlt (kWh/m <sup>2</sup> )	Notranji dobitki na m <sup>2</sup> Qgi (kWh/m <sup>2</sup> )	Solarni dobitki na m <sup>2</sup> Qgs (kWh/m <sup>2</sup> )	Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Qgt (kWh/m <sup>2</sup> )	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )
BREZ rot.	23,13	5,51	49,00	77,64	30,27	35,90	66,17	27,80
J rot.	22,68	5,53	53,55	81,77	30,27	62,56	92,83	24,32
Z rot.	20,65	5,66	54,96	81,29	30,27	66,57	96,84	26,16

Preglednica 7.1.11: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Ljubljani na m<sup>2</sup> za različne orientacije razlike v % na leto

Lj	Celotne izgube na m <sup>2</sup> Qlt (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Qgt (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)
BREZ	76,13		61,91		28,17	
BREZ rot.	77,64	+1,98%	66,17	+6,88%	27,8	-1,31%
J rot.	81,77	+7,41%	92,83	+49,97%	24,32	-13,67%
Z rot.	81,29	+6,78%	96,84	+56,42%	26,16	-7,13%



Slika 7.1.1: Primerjava vpliva različnih orientacij steklenjaka v Ljubljani na m<sup>2</sup> na leto

Če stavbo zarotirano za devetdeset stopinj kot je razvidno na sliki 7.1 tako, da je zdaj 1. ogrevana cona ki ima najmanjši volumen orientirana na zahod, 2. in 3. cona, ki imata večjo prostornino pa sta, ena orientirana na jug, druga pa na sever, se tudi brez uporabe steklenjakov potrebna toplota malenkost zmanjša. Pri takšni orientiranosti stavbe pa se izkaže, da se potrebna toplota zmanjša bolj pri orientiranosti steklenjaka na jug, kar pomeni, da je pri izkoriščanju solarnih dobitkov zelo pomembna tudi prostornina ogrevane cone, torej posledično učinkovita toplotna kapaciteta cone.

Rezultati kažejo, da daje prvotna orientiranost stavbe in steklenjaki na zahodni orientaciji najboljše rezultate – potrebna toplota se zmanjša 17%. V nasprotju s pričakovanji pa so, ko stavbo zarotiramo za 90° in steklenjake namestimo na južno orientacijo, tako da ima sedaj južno orientirana cona kjer postavimo steklenjake enako specifično toplotno kapaciteto, kot jo je prej imela zahodna orientacija, rezultati nekoliko slabši - potrebna toplota se zmanjša 13,7%.







*Preglednica 7.2.5: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Mariboru na m<sup>2</sup> za različne orientacije na leto*

Mb	Izgube skozi odprtine na m <sup>2</sup> Qlw (kWh/m <sup>2</sup> )	Izgube skozi zunanje stene na m <sup>2</sup> QIW (kWh/m <sup>2</sup> )	Ostale izgube na m <sup>2</sup> Qlr (kWh/m <sup>2</sup> )	Celotne izgube na m <sup>2</sup> Qlt (kWh/m <sup>2</sup> )	Notranji dobitki na m <sup>2</sup> Qgi (kWh/m <sup>2</sup> )	Solarni dobitki na m <sup>2</sup> Qgs (kWh/m <sup>2</sup> )	Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Qgt (kWh/m <sup>2</sup> )	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )
BREZ	21,67	6,29	48,70	76,68	27,57	33,67	61,24	28,99
V	17,91	5,67	53,97	77,56	27,57	45,29	72,86	25,66
J	21,24	5,40	52,49	79,13	27,57	67,31	94,88	26,66
Z	19,26	5,53	53,65	78,44	27,57	51,08	78,65	24,50

*Preglednica 7.2.6: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ljubljani na m<sup>2</sup> za različne orientacije razlike v % na leto*

Mb	Celotne izgube na m <sup>2</sup> Qlt (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Qgt (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)
BREZ	76,68		61,24		28,99	
V	77,56	+1,15%	72,86	+18,97%	25,66	-11,49%
J	79,13	+3,20%	94,88	+54,93%	26,66	-8,04%
Z	78,44	+2,30%	78,65	+28,43%	24,5	-15,49%

Izračuni za stavbo locirano v Mariboru kažejo, da so za uporabo steklenjakov primerne vse tri orientacije. Pri dani orientiranosti stavbe pa daje najboljše rezultate steklenjak orientiran na zahod, južna orientacija pa zaradi manjše učinkovite toplotne kapacitete ne daje tako dobrih rezultatov kot bi pričakovali. Zato so v nadaljevanju podani rezultati za južno orientacijo steklenjaka in brez steklenjaka, če stavbo zarotiramo za 90°.

*Preglednica 7.2.7: Rezultati izračuna topl. dziva stavbe rotirane za 90° v Mariboru brez stekl.*

Mb	Trajanje ogrevalne sezone (dnevi)	Izgube skozi odprtine Qlw,1 (kWh)	Izgube skozi zunanje stene QIW,1 (kWh)	Ostale izgube Qlr,1 (kWh)	Celotne izgube Ql,1 (kWh)	Notranji dobitki Qi,1 (kWh)	Solarni dobitki Qs,1 (kWh)	Celotni dobitki Qg,1 (kWh)	Dobitki / izgube g (l)	Faktor izkoristka h (l)	Potrebna toplota Qh,1 (kWh)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )
<b>BREZ</b>												
JAN	31	11.334	3.419	33.458	48.216	12.125	10.789	22.915	0,48	1,00	25.357	7,61
FEB	28	9.644	2.740	26.255	38.643	10.952	16.735	27.687	0,72	0,97	12.579	3,77
MAR	31	9.555	2.376	21.568	33.502	12.125	18.516	30.641	0,91	0,91	6.832	2,05
APR	30	7.975	1.553	12.376	21.906	11.734	19.266	31.000	1,42	0,72	663	0,20
MAJ	31	5.160	631	3.109	8.901	8.996	16.167	25.163	2,83	0,37	0	0,00
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
SEPT	15	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
OKT	31	8.214	1.589	12.605	22.410	12.125	13.866	25.991	1,16	0,83	2.076	0,62
NOV	30	9.432	2.408	22.112	33.955	11.734	9.083	20.817	0,61	0,99	13.350	4,00
DEC	31	10.951	3.194	30.898	45.047	12.125	8.436	20.561	0,46	1,00	24.509	7,35
Skupaj	258	72.264	17.910	162.382	252.581	91.918	123.585	215.503			85.345	25,60
Skupaj na m2		21,67	5,37	48,70	75,76	27,57	37,07	64,64			25,60	

Toplotni odziv rotirane stavbe, ko ne uporabimo steklenjakov, se glede na nerotiran objekt, za razliko od objekta v Ljubljani, kar izboljša. Celotne izgube se zmanjšajo za 1,2 odstotka. Celotni dobitki se povečajo za 5,6 odstotka. Potrebna toplota pa se zmanjša za 11,7 odstotka.

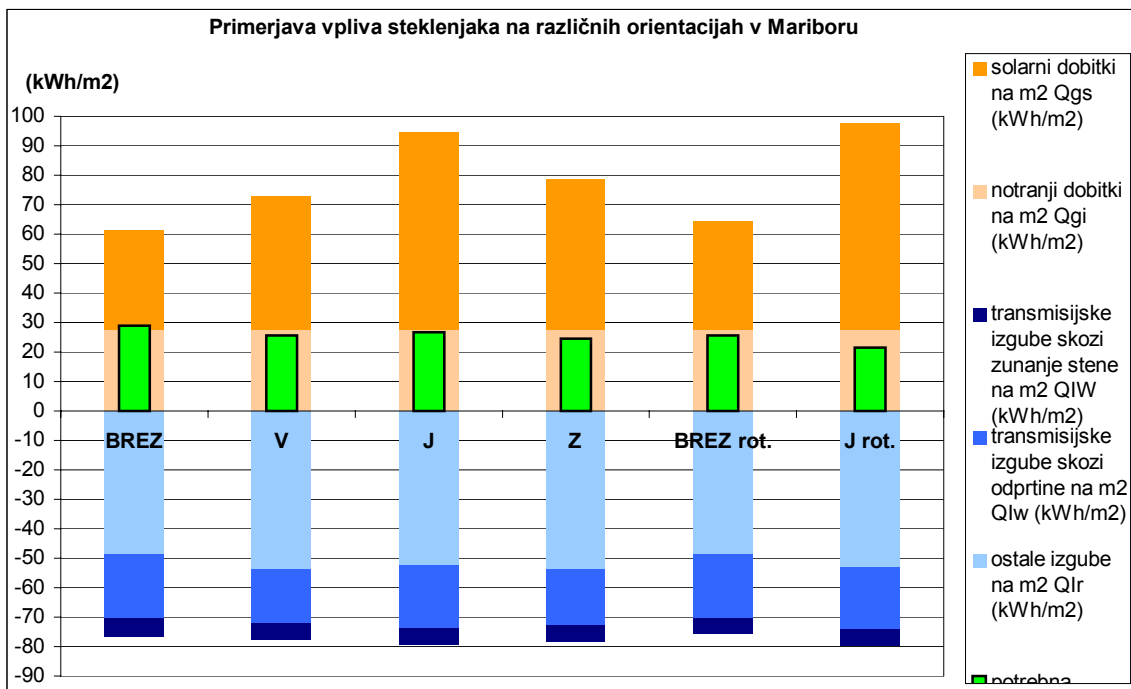
*Preglednica 7.2.8: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Mariboru steklenjak J*

<b>Mb</b> <b>J</b>	Trajanje ogrevalne sezone (dnevi)	Izgube skozi odprtine Q <sub>l,w,1</sub> (kWh)	Izgube skozi zunanje stene Q <sub>l,w,1</sub> (kWh)	Ostale izgube Q <sub>l,r,1</sub> (kWh)	Celotne izgube Q <sub>l,1</sub> (kWh)	Notranji dobitki Q <sub>i,1</sub> (kWh)	Solarni dobitki Q <sub>s,1</sub> (kWh)	Celotni dobitki Q <sub>g,1</sub> (kWh)	Dobitki / izgube g (l)	Faktor izkoristka h (l)	Potrebna toplota Q <sub>h,1</sub> (kWh)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Q <sub>h</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )
JAN	31	11.056	3.435	36.284	50.778	12.125	21.681	33.807	0,67	0,96	19.662	5,90
FEB	28	9.421	2.753	28.520	40.696	10.952	33.389	44.341	1,09	0,85	11.473	3,44
MAR	31	9.362	2.387	23.532	35.282	12.125	35.452	47.578	1,35	0,81	6.962	2,09
APR	30	7.849	1.561	13.659	23.070	11.734	34.471	46.205	2,00	0,68	835	0,25
MAJ	31	5.109	634	3.631	9.374	8.996	31.634	40.630	4,33	0,35	0	0,00
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
SEPT	15	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
OKT	31	8.084	1.597	13.919	23.601	12.125	26.492	38.618	1,64	0,76	2.312	0,69
NOV	30	9.236	2.419	24.102	35.759	11.734	17.437	29.171	0,82	0,94	10.426	3,13
DEC	31	10.691	3.209	33.538	47.440	12.125	16.635	28.761	0,61	0,98	19.767	5,93
Skupaj	258	70.807	17.995	177.184	266.002	91.918	233.576	325.494			71.427	21,42
Skupaj na m <sup>2</sup>		21,24	5,40	53,14	79,78	27,57	70,06	97,63			21,42	

Najboljši rezultat dobimo, ko objekt zarotiramo za devetdeset stopinj in steklenjake namestimo na južni strani. Celotne izgube se povečajo za 4 odstotke, celotni dobitki pa za 59,4 odstotke. Potrebna toplota se zmanjša kar za 26,1 odstotek.

*Preglednica 7.1.2.9: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Mariboru na m<sup>2</sup> za različne orientacije razlike v % na leto*

<b>Mb</b>	Celotne izgube na m <sup>2</sup> Q <sub>l,t</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Q <sub>g,t</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Q <sub>h</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)
BREZ	76,68		61,24		28,99	
BREZ rot.	75,76	-1,20%	64,64	+5,55%	25,6	-11,69%
J rot.	79,78	+4,04%	97,63	+59,42%	21,42	-26,11%



Slika 7.2.1: Primerjava vpliva različnih orientacij steklenjaka v Mariboru na  $m^2$  na leto

Tudi v primeru Maribora se izkaže, da ob rotiranju objekta za devetdeset stopinj kot je razvidno na sliki 7.1 tako, da je zdaj 1. ogrevana cona, ki ima najmanjši volumen orientirana na zahod, 2. in 3. cona, ki imata večjo prostornino pa sta, ena orientirana na jug, druga pa na sever, ko ima tudi južna orientacija večjo efektivno toplotno kapaciteto, in postavitev steklenjaka na južni orientaciji ta izkaže najboljše rezultate toplotnega odziva stavbe. Potrebna toplota se zmanjša za 26,1 odstotka.

Vendar pa se že samo, če objekt zarotiramo in ne uporabimo steklenjakov, potrebna toplota zmanjša za 11,7 odstotka.

### 7.3 Toplotni odziv stavbe v Novem mestu ob uporabi steklenjakov na različnih orientacijah

V tem primeru izračuna, sem objektu v Novem mestu, posamično fasadam na vzhodu, jugu in zahodu dodal 217,5 m<sup>2</sup> površine steklenjakov. Uporabna površina se poveča za 75 m<sup>2</sup>.

Preglednica 7.3.1: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Novem mestu brez steklenjaka

Nm BREZ	Trajanje ogrevalne sezone (dnevi)	Izgube skozi odprtine Q <sub>lw,1</sub> (kWh)	Izgube skozi zunanje stene Q <sub>IW,1</sub> (kWh)	Ostale izgube Q <sub>lr,1</sub> (kWh)	Celotne izgube Q <sub>l,1</sub> (kWh)	Notranji dobitki Q <sub>i,1</sub> (kWh)	Solarni dobitki Q <sub>s,1</sub> (kWh)	Celotni dobitki Q <sub>g,1</sub> (kWh)	Dobitki / izgube g (l)	Faktor izkoristka h (l)	Potrebna toplota Q <sub>h,1</sub> (kWh)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Q <sub>h</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )
JAN	31	11.334	4.002	33.458	48.800	12.125	7.747	19.872	0,41	1,00	28.931	8,68
FEB	28	9.644	3.208	26.255	39.111	10.952	14.036	24.988	0,64	0,99	14.283	4,28
MAR	31	9.610	2.819	21.934	34.366	12.125	18.201	30.326	0,88	0,94	5.552	1,67
APR	30	8.081	1.891	13.084	23.059	11.734	22.142	33.877	1,47	0,67	201	0,06
MAJ	23	5.241	795	3.652	9.689	8.996	20.574	29.570	3,05	0,33	0	0,00
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
SEPT	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
OKT	31	8.268	1.898	12.971	23.140	12.125	11.656	23.781	1,03	0,88	1.937	0,58
NOV	30	9.432	2.819	22.112	34.366	11.734	6.137	17.871	0,52	1,00	16.514	4,95
DEC	31	10.951	3.739	30.898	45.592	12.125	5.859	17.984	0,39	1,00	27.610	8,28
Skupaj	235	72.561	21.170	164.364	258.123	91.918	116.437	208.355			95.002	28,49
Skupaj na m <sup>2</sup>		21,76	6,35	49,30	77,42	27,57	34,92	62,49			28,49	

V preglednici 7.3.1 so podani rezultati izračuna na lokaciji v Novem mestu, če ne uporabimo posebnih elementov ovoja. Ti podatki so osnova in referenca za nadaljno primerjavo vpliva različnih orientacij steklenjakov.

Preglednica 7.3.2: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Novem mestu steklenjak V

Nm V	Trajanje ogrevalne sezone (dnevi)	Izgube skozi odprtine Q <sub>lw,1</sub> (kWh)	Izgube skozi zunanje stene Q <sub>IW,1</sub> (kWh)	Ostale izgube Q <sub>lr,1</sub> (kWh)	Celotne izgube Q <sub>l,1</sub> (kWh)	Notranji dobitki Q <sub>i,1</sub> (kWh)	Solarni dobitki Q <sub>s,1</sub> (kWh)	Celotni dobitki Q <sub>g,1</sub> (kWh)	Dobitki / izgube g (l)	Faktor izkoristka h (l)	Potrebna toplota Q <sub>h,1</sub> (kWh)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Q <sub>h</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )
JAN	31	9.680	3.609	36.070	49.364	12.125	10.097	22.223	0,45	1,00	27.150	8,14
FEB	28	8.150	2.893	28.516	39.563	10.952	18.261	29.213	0,74	0,98	10.929	3,28
MAR	31	7.956	2.542	24.262	34.763	12.125	24.265	36.391	1,05	0,89	3.364	1,01
APR	30	6.481	1.705	15.137	23.325	11.734	30.014	41.748	1,79	0,60	132	0,04
MAJ	23	4.014	717	5.069	9.801	8.996	31.754	40.750	4,16	0,30	0	0,00
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
SEPT	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
OKT	31	6.615	1.711	15.079	23.407	12.125	15.583	27.709	1,18	0,82	1.207	0,36
NOV	30	7.832	2.542	24.387	34.763	11.734	8.279	20.013	0,58	1,00	14.824	4,45
DEC	31	9.297	3.372	33.446	46.119	12.125	7.837	19.962	0,43	1,00	26.163	7,85
Skupaj	235	60.024	19.090	181.966	261.106	91.918	155.964	247.882			83.745	25,12
Skupaj na m <sup>2</sup>		18,00	5,73	54,58	78,32	27,57	46,78	74,35			25,12	

V Novem mestu pri steklenjku orientiranem na vzhod se, glede na objekt brez steklenjaka, celotne izgube povečajo za 1,1 odstotek, celotni dobitki pa za 19 odstotkov. Potrebna toplota se tako zmanjša za 11,8 odstotka. Kar je skoraj identično kot v Mariboru.

*Preglednica 7.3.3: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Novem mestu steklenjak J*

Nm J	Trajanje ogrevalne sezone (dnevi)	Izgube skozi odprtine Qlw,1 (kWh)	Izgube skozi zunanje stene QIW,1 (kWh)	Ostale izgube Qlr,1 (kWh)	Celotne izgube Ql,1 (kWh)	Notranji dobitki Qi,1 (kWh)	Solarni dobitki Qs,1 (kWh)	Celotni dobitki Qg,1 (kWh)	Dobitki / izgube g (l)	Faktor izkoristka h (l)	Potrebna toplota Qh,1 (kWh)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )
JAN	31	11.056	3.435	35.866	50.360	12.125	19.321	31.446	0,62	0,81	26.554	7,96
FEB	28	9.421	2.753	28.185	40.361	10.952	32.436	43.387	1,07	0,74	13.314	3,99
MAR	31	9.414	2.419	23.630	35.465	12.125	36.229	48.354	1,36	0,70	5.169	1,55
APR	30	7.950	1.623	14.221	23.796	11.734	38.088	49.822	2,09	0,50	177	0,05
MAJ	23	5.186	682	4.130	9.999	8.996	36.742	45.738	4,57	0,25	0	0,00
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
SEPT	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
OKT	31	8.137	1.629	14.113	23.879	12.125	24.740	36.865	1,54	0,66	1.791	0,54
NOV	30	9.236	2.419	23.807	35.465	11.734	13.786	25.520	0,72	0,81	15.101	4,53
DEC	31	10.691	3.209	33.147	47.050	12.125	14.249	26.375	0,56	0,85	25.293	7,59
Skupaj	235	71.090	18.170	177.098	266.373	91.918	231.662	323.580			87.386	26,21
Skupaj na m2		21,32	5,45	53,12	79,90	27,57	69,48	97,05			26,21	

Pri steklenjaku orientiranem na jug so rezultati nekoliko slabši. Celotne izgube se povečajo za 3,2 odstotka. Potrebna toplota pa se, kljub povečanju celotnih dobitkov za 55,3 odstotkov, poveča manj kot pri vzhodni orientaciji steklenjaka, in sicer za 8 odstotkov.

*Preglednica 7.3.4: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Novem mestu steklenjak Z*

Nm Z	Trajanje ogrevalne sezone (dnevi)	Izgube skozi odprtine Qlw,1 (kWh)	Izgube skozi zunanje stene QIW,1 (kWh)	Ostale izgube Qlr,1 (kWh)	Celotne izgube Ql,1 (kWh)	Notranji dobitki Qi,1 (kWh)	Solarni dobitki Qs,1 (kWh)	Celotni dobitki Qg,1 (kWh)	Dobitki / izgube g (l)	Faktor izkoristka h (l)	Potrebna toplota Qh,1 (kWh)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )
JAN	31	9.798	3.518	36.603	49.924	12.125	12.145	24.270	0,49	1,00	25.695	7,71
FEB	28	8.413	2.819	28.775	40.011	10.952	22.282	33.234	0,83	0,95	9.557	2,87
MAR	31	8.528	2.477	24.149	35.157	12.125	28.163	40.289	1,15	0,85	3.274	0,98
APR	30	7.355	1.662	14.570	23.590	11.734	33.483	45.217	1,92	0,57	99	0,03
MAJ	23	4.936	698	4.277	9.912	8.996	34.990	43.986	4,44	0,28	0	0,00
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
SEPT	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
OKT	31	7.540	1.668	14.462	23.673	12.125	17.723	29.849	1,26	0,80	1.130	0,34
NOV	30	8.350	2.477	24.326	35.157	11.734	9.111	20.845	0,59	1,00	14.410	4,32
DEC	31	9.516	3.287	33.835	46.642	12.125	8.799	20.924	0,45	1,00	25.729	7,72
Skupaj	235	64.436	18.607	180.997	264.067	91.918	177.889	269.807			79.870	23,96
Skupaj na m2		19,33	5,58	54,29	79,20	27,57	53,36	80,93			23,96	

Pri dani orientiranosti objekta daje steklenjak orientiran na zahod najboljše rezultate. Ob povečanju celotnih izgub za 2,3 odstotka in celotnih dobitkov za 29,5 se potrebna toplota zmanjša za 15,9 odstotkov.

*Preglednica 7.3.5: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Novem mestu na m<sup>2</sup> za različne orientacije na leot*

Nm	Izgube skozi odprtine na m <sup>2</sup> Qlw (kWh/m <sup>2</sup> )	Izgube skozi zunanje stene na m <sup>2</sup> Qlw (kWh/m <sup>2</sup> )	Ostale izgube na m <sup>2</sup> Qlr (kWh/m <sup>2</sup> )	Celotne izgube na m <sup>2</sup> Qlt (kWh/m <sup>2</sup> )	Notranji dobitki na m <sup>2</sup> Qgi (kWh/m <sup>2</sup> )	Solarni dobitki na m <sup>2</sup> Qgs (kWh/m <sup>2</sup> )	Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Qgt (kWh/m <sup>2</sup> )	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )
BREZ	21,76	6,35	49,30	77,42	27,57	34,92	62,49	28,49
V	18,00	5,73	54,58	78,32	27,57	46,78	74,35	25,12
J	21,32	5,45	53,12	79,90	27,57	69,48	97,05	26,21
Z	19,33	5,58	54,29	79,20	27,57	53,36	80,93	23,96

*Preglednica 7.3.6: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Novem mestu na m<sup>2</sup> za različne orientacije razlike v % na leto*

Nm	Celotne izgube na m <sup>2</sup> Qlt (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Qgt (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)
BREZ	77,42		62,49		28,49	
V	78,32	+1,16%	74,35	+18,98%	25,12	-11,83%
J	79,90	+3,20%	97,05	+55,30%	26,21	-8,00%
Z	79,20	+2,30%	80,93	+29,51%	23,96	-15,90%

Na lokaciji v Novem mestu in ob dani orientaciji objekta rezultati kažejo, da se potrebna toplota najbolj zmanjša pri zahodni orientaciji, zanimivo pa je, da se pri dani orientaciji objekta potrebna toplota bolj zmanjša na vzhodni orientaciji kot pa na južni. Kot že na prejšnjih lokacijah je razlog v efektivni toplotni kapaciteti posamezni ogrevalnih con. V nadaljevanju so podani rezultati za južno orientacijo steklenjaka in brez steklenjaka, če stavbo zarotiramo za 90°.

*Preglednica 7.3.7: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Novem mest ubrez steklenjaka*

Nm	Trajanje ogrevalne sezone (dnevi)	Izgube skozi odprtine Qlw,1 (kWh)	Izgube skozi zunanje stene Qlw,1 (kWh)	Ostale izgube Qlr,1 (kWh)	Celotne izgube Ql,1 (kWh)	Notranji dobitki Qi,1 (kWh)	Solarni dobitki Qs,1 (kWh)	Celotni dobitki Qg,1 (kWh)	Dobitki / izgube g (l)	Faktor izkoristka h (l)	Potrebna toplota Qh,1 (kWh)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )
<b>BREZ</b>												
JAN	31	11.334	3.419	33.458	48.216	12.125	11.303	23.428	0,49	1,00	24.860	7,46
FEB	28	9.644	2.740	26.255	38.643	10.952	18.219	29.171	0,75	0,95	11.766	3,53
MAR	31	9.610	2.408	21.934	33.955	12.125	19.326	31.451	0,93	0,91	6.811	2,04
APR	30	8.081	1.616	13.084	22.783	11.734	19.723	31.457	1,38	0,73	799	0,24
MAJ	23	5.241	679	3.652	9.573	8.996	16.388	25.384	2,65	0,39	0	0,00
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
SEPT	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
OKT	31	8.268	1.621	12.971	22.863	12.125	14.134	26.260	1,15	0,84	2.220	0,67
NOV	30	9.432	2.408	22.112	33.955	11.734	8.202	19.937	0,59	1,00	14.155	4,25
DEC	31	10.951	3.194	30.898	45.047	12.125	8.518	20.643	0,46	1,00	24.429	7,33
Skupaj	235	72.561	18.084	164.364	255.035	91.918	126.824	218.742			85.020	25,50
Skupaj na m <sup>2</sup>		21,76	5,42	49,30	76,50	27,57	38,04	65,61			25,50	

Toplotni odziv rotirane stavbe, ko ne uporabimo steklenjakov, se glede na nerotiran objekt, za razliko od objekta v Ljubljani in podobno kot v Mariboru izboljša. Celotne izgube se zmanjšajo za 1,2 odstotka. Celotni dobitki se povečajo za 5 odstotkov. Potrebna toplota pa se zmanjša za 10,5 odstotkov.

Preglednica 7.3.8: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90°

v Novem mestu steklenjak J

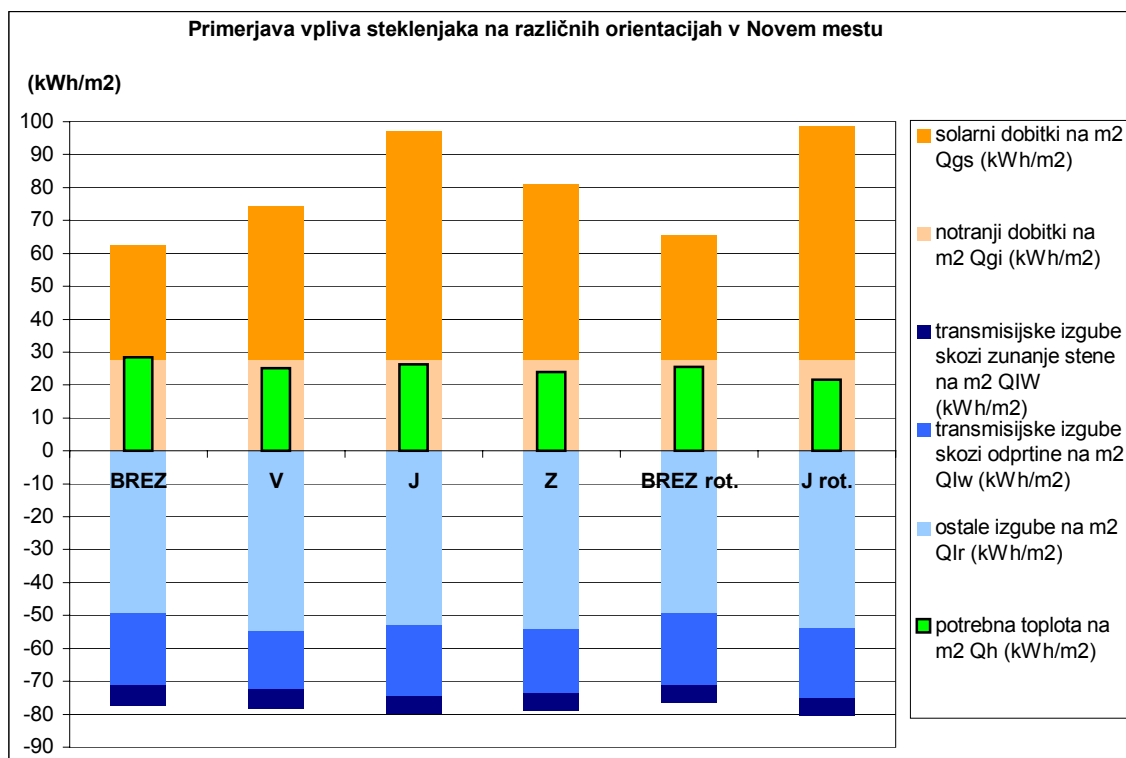
Nm J	Trajanje ogrevalne sezone (dnevi)	Izgube skozi odprtine Q <sub>lw,1</sub> (kWh)	Izgube skozi zunanje stene Q <sub>IW,1</sub> (kWh)	Ostale izgube Q <sub>lr,1</sub> (kWh)	Celotne izgube Q <sub>l,1</sub> (kWh)	Notranji dobitki Q <sub>i,1</sub> (kWh)	Solarni dobitki Q <sub>s,1</sub> (kWh)	Celotni dobitki Q <sub>g,1</sub> (kWh)	Dobitki/ izgube g (l)	Faktor izkoristka h (l)	Potrebna toplota Q <sub>h,1</sub> (kWh)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Q <sub>h</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )
JAN	31	11.056	3.435	36.284	50.778	12.125	22.422	34.548	0,68	0,96	19.309	5,79
FEB	28	9.421	2.753	28.520	40.696	10.952	35.840	46.792	1,15	0,84	11.159	3,35
MAR	31	9.414	2.419	23.924	35.759	12.125	36.519	48.644	1,36	0,81	7.004	2,10
APR	30	7.950	1.623	14.419	23.993	11.734	34.833	46.567	1,94	0,69	994	0,30
MAJ	23	5.186	682	4.213	10.082	8.996	31.641	40.637	4,03	0,38	0	0,00
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
AVG	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
SEPT	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,00
OKT	31	8.137	1.629	14.311	24.078	12.125	26.664	38.790	1,61	0,77	2.464	0,74
NOV	30	9.236	2.419	24.102	35.759	11.734	15.554	27.289	0,76	0,95	11.105	3,33
DEC	31	10.691	3.209	33.538	47.440	12.125	16.593	28.718	0,61	0,98	19.795	5,94
Skupaj	235	71.090	18.170	179.311	268.586	91.918	236.786	328.703			71.824	21,54
Skupaj na m <sup>2</sup>		21,32	5,45	53,78	80,56	27,57	71,02	98,59			21,54	

Tudi na lokaciji v Novem mestu najboljši rezultat dobimo, ko objekt zarotiramo za devetdeset stopinj in steklenjake namestimo na južni strani. Celotne izgube se povečajo za 4,1 odstotk, celotni dobitki pa za 57,8 odstotke. Potrebna toplota se zmanjša za 24,4 odstotke.

Preglednica 7.3.9: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90°

v Novem mestu na m<sup>2</sup> za različne orientacije razlike v % na leto

Nm	Celotne izgube na m <sup>2</sup> Q <sub>lt</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Q <sub>gt</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Q <sub>h</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)
BREZ	77,42		62,49		28,49	
BREZ rot.	76,5	-1,19%	65,61	+4,99%	25,5	-10,49%
J rot.	80,56	+4,06%	98,59	+57,77%	21,54	-24,39%



Slika 7.3.1: Primerjava vpliva različnih orientacij steklenjaka v Novem mestu na m<sup>2</sup> na leto

Tudi v primeru Novega mesta, tako kot v Mariboru, ob rotiranju objekta za devetdeset stopinj kot je razvidno na sliki 7.1 tako, da je zdaj 1. ogrevana cona ki ima najmanjši volumen orientirana na zahod, 2. in 3. cona, ki imata večjo prostornino pa sta, ena orientirana na jug, druga pa na sever, ko ima tudi južna orientacija večjo efektivno toplotno kapaciteto, in postavitvi steklenjaka na južni orientaciji, ta izkaže najboljše rezultate toplotnega odziva stavbe. Potrebna toplota se zmanjša za 24,4 odstotke.

Vendar pa se že samo, če objekt zarotiramo in ne uporabimo steklenjakov potrebna toplota zmanjša kar za 10,5 odstotka.







*Preglednica 7.4.5: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Portorožu na m<sup>2</sup>  
za različne orientacije na leto*

Pr	Izgube skozi odprtine na m <sup>2</sup> Qlw (kWh/m <sup>2</sup> )	Izgube skozi zunanje stene na m <sup>2</sup> Qlw (kWh/m <sup>2</sup> )	Ostale izgube na m <sup>2</sup> Qlr (kWh/m <sup>2</sup> )	Celotne izgube na m <sup>2</sup> Qlt (kWh/m <sup>2</sup> )	Notranji dobitki na m <sup>2</sup> Qgi (kWh/m <sup>2</sup> )	Solarni dobitki na m <sup>2</sup> Qgs (kWh/m <sup>2</sup> )	Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Qgt (kWh/m <sup>2</sup> )	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )
BREZ	17,10	4,24	30,37	51,71	24,05	34,79	58,84	11,28
V	13,81	3,82	34,67	52,31	24,05	45,46	69,51	9,05
J	16,80	3,64	32,92	53,37	24,05	72,32	96,37	10,44
Z	15,47	3,73	33,70	52,90	24,05	54,93	78,98	8,47

*Preglednica 7.4.6: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Portorožu  
na m<sup>2</sup> za različne orientacije - razlike v % na leto*

Pr	Celotne izgube na m <sup>2</sup> Qlt (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Qgt (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)
BREZ	51,71		58,84		11,28	
V	52,31	+1,16%	69,51	+18,13%	9,05	-19,77%
J	53,37	+3,21%	96,37	+63,78%	10,44	-7,45%
Z	52,9	+2,30%	78,98	+34,23%	8,47	-24,91%

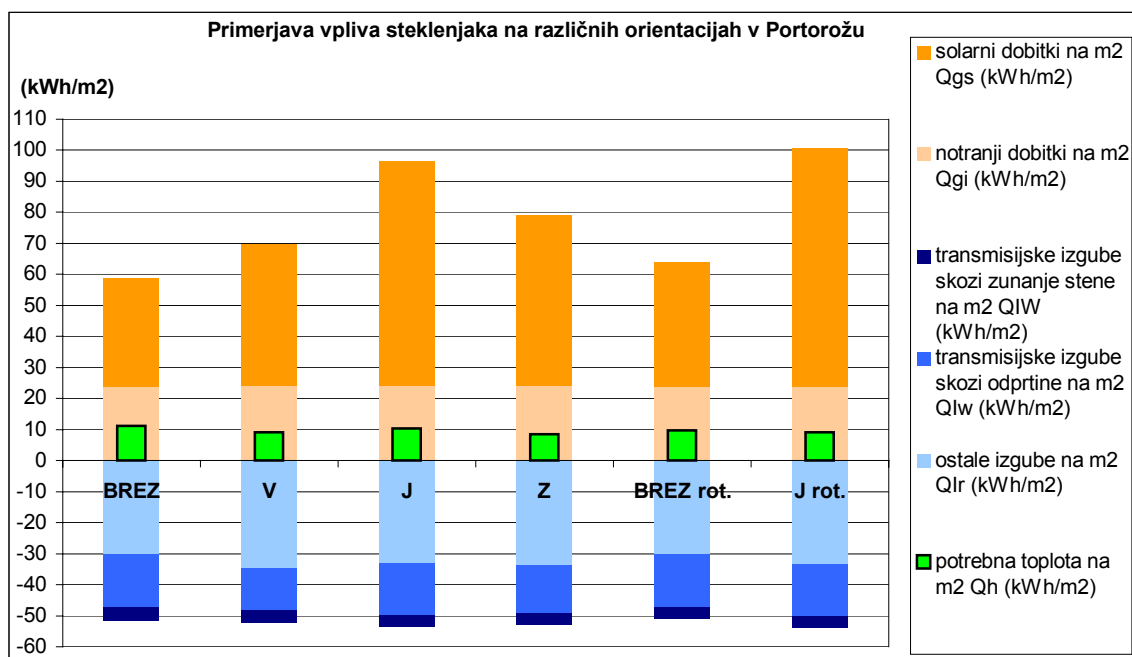
Na lokaciji v Portorožu in ob dani orientaciji objekta rezultati kažejo, da se potrebna toplota najbolj zmanjša pri zahodni orientaciji, ravno tako kot v Mariboru in Novem mestu se pri dani orientaciji objekta potrebna toplota bolj zmanjša na vzhodni orientaciji kot pa na južni. Kot že na prejšnjih lokacijah je razlog v efektivni toplotni kapaciteti posamezni ogrevalnih con. Zmanjšanje potrebne toplote v Portorožu, pa je ob enaki površini steklenjaka za okrog deset odstotkov večje kot pri prejšnjih treh primerih. Kar je razumljivo ob večji količino sončnega sevanja in višji temperaturah.

V nadaljevanju so podani rezultati za južno orientacijo steklenjaka in brez steklenjaka, če stavbo zarotiramo za 90°.



Preglednica 7.4.9: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Portorožu na m<sup>2</sup> za različne orientacije - razlike v % na leto

Pr	Celotne izgube na m <sup>2</sup> Q <sub>lt</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Q <sub>gt</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Q <sub>h</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)
BREZ	51,71		58,84		11,28	
BREZ rot.	51,1	-1,18%	64,03	+8,82%	9,79	-13,21%
J rot.	53,81	+4,06%	100,79	+71,29%	9,14	-18,97%



Slika 7.4.1: Primerjava vpliva različnih orientacij steklenjaka v Portorožu na m<sup>2</sup> na leto

Tudi v tem primeru se izkaže, da se ob rotiranju objekta brez steklenjakov za devetdeset stopinj kot je razvidno na sliki 7.1 tako, da je zdaj 1. ogrevana cona ki ima najmanjši volumen orientirana na zahod, 2. in 3. cona, ki imata večjo prostornino pa sta, ena orientirana na jug, druga pa na sever, potrebna toplota zmanjša kar za 13 odstotkov. Potrebna toplota ob rotiranju objekta in orientaciji steklenjaka na južni strani se v primerjavi z nerotiranim objektom brez steklenjaka zmanjša za približno 19 odstotkov, vendar boljše rezultate daje steklenjak na zahodni orientaciji pri nerotiranem objektu, kjer se potrebna toplota zmanjša za 24,9 odstotkov.





*Preglednica 7.5.5: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ratečah na m<sup>2</sup> za različne orientacije na leto*

Ra	Izgube skozi odprtine na m <sup>2</sup> Qlw (kWh/m <sup>2</sup> )	Izgube skozi zunanje stene na m <sup>2</sup> QlW (kWh/m <sup>2</sup> )	Ostale izgube na m <sup>2</sup> Qlr (kWh/m <sup>2</sup> )	Celotne izgube na m <sup>2</sup> Qlt (kWh/m <sup>2</sup> )	Notranji dobitki na m <sup>2</sup> Qgi (kWh/m <sup>2</sup> )	Solarni dobitki na m <sup>2</sup> Qgs (kWh/m <sup>2</sup> )	Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Qgt (kWh/m <sup>2</sup> )	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )
BREZ	30,59	9,12	71,44	111,15	38,13	44,65	82,78	41,25
V	25,39	8,22	78,82	112,44	38,13	60,06	98,19	36,19
J	29,95	7,82	76,92	114,70	38,13	83,73	121,86	37,96
Z	27,09	8,01	78,60	113,71	38,13	68,00	106,12	34,37

*Preglednica 7.5.6: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe v Ratečah na m<sup>2</sup> za različne orientacije razlike v % na leto*

Ra	Celotne izgube na m <sup>2</sup> Qlt (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Qgt (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)
BREZ	111,15		82,78		41,25	
V	112,44	+1,16%	98,19	+18,62%	36,19	-12,27%
J	114,7	+3,19%	121,86	+47,21%	37,96	-7,98%
Z	113,71	+2,30%	106,12	+28,20%	34,37	-16,68%

Tudi na lokaciji v Ratečah in ob dani orientaciji objekta rezultati kažejo, da se potrebna toplota najbolj zmanjša pri zahodni orientaciji, ravno tako kot v Mariboru, Novem mestu in Portorožu se pri dani orientaciji objekta potrebna toplota bolj zmanjša na vzhodni orientaciji kot pa na južni. Kot že na prejšnjih lokacijah je razlog v efektivni toplotni kapaciteti posamezni ogrevalnih con. Potrebna toplota v Ratečah, pa je ob enaki površini steklenjaka za okrog 10 kWh/m<sup>2</sup> večja kot pri prvih treh primerih. Razlog za to pa je v nižjih povprečnih temperaturah in v občutno daljši ogrevalni sezoni.

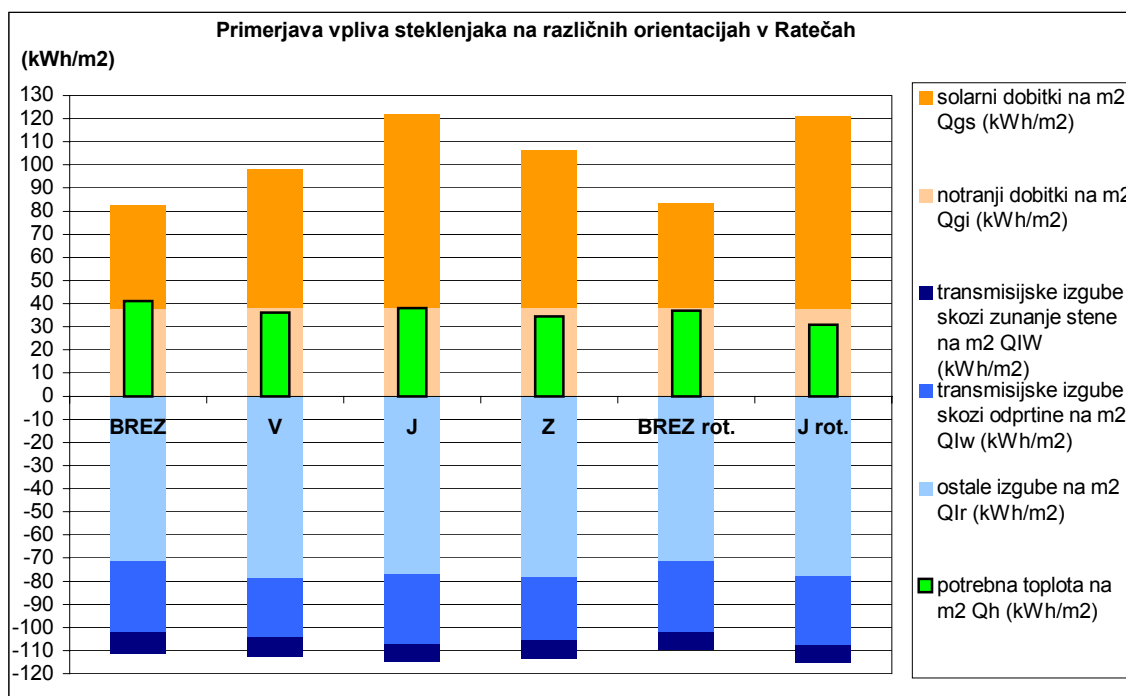
V nadaljevanju so podani rezultati za južno orientacijo steklenjaka in brez steklenjaka, če stavbo zarotiramo za 90°. Pri taki orientaciji ima ogrevana cona orientirana na jug enake lastnosti, kot sta jih prej imeli coni orientirana na vzhod in zahod.





*Preglednica 7.5.9: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe rotirane za 90° v Ratečah  
 za različne orientacije razlike v % na leto*

Ra	Celotne izgube na m <sup>2</sup> Qlt (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Qgt (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Qh (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)
BREZ	111,15		82,78		41,25	
BREZ rot.	109,82	-1,20%	83,08	+0,36%	36,97	-10,38%
J rot.	115,66	+4,06%	121,27	+46,50%	30,88	-25,14%



Slika 7.5.1: Primerjava vpliva različnih orientacij steklenjaka v Ratečah na m<sup>2</sup> na leto

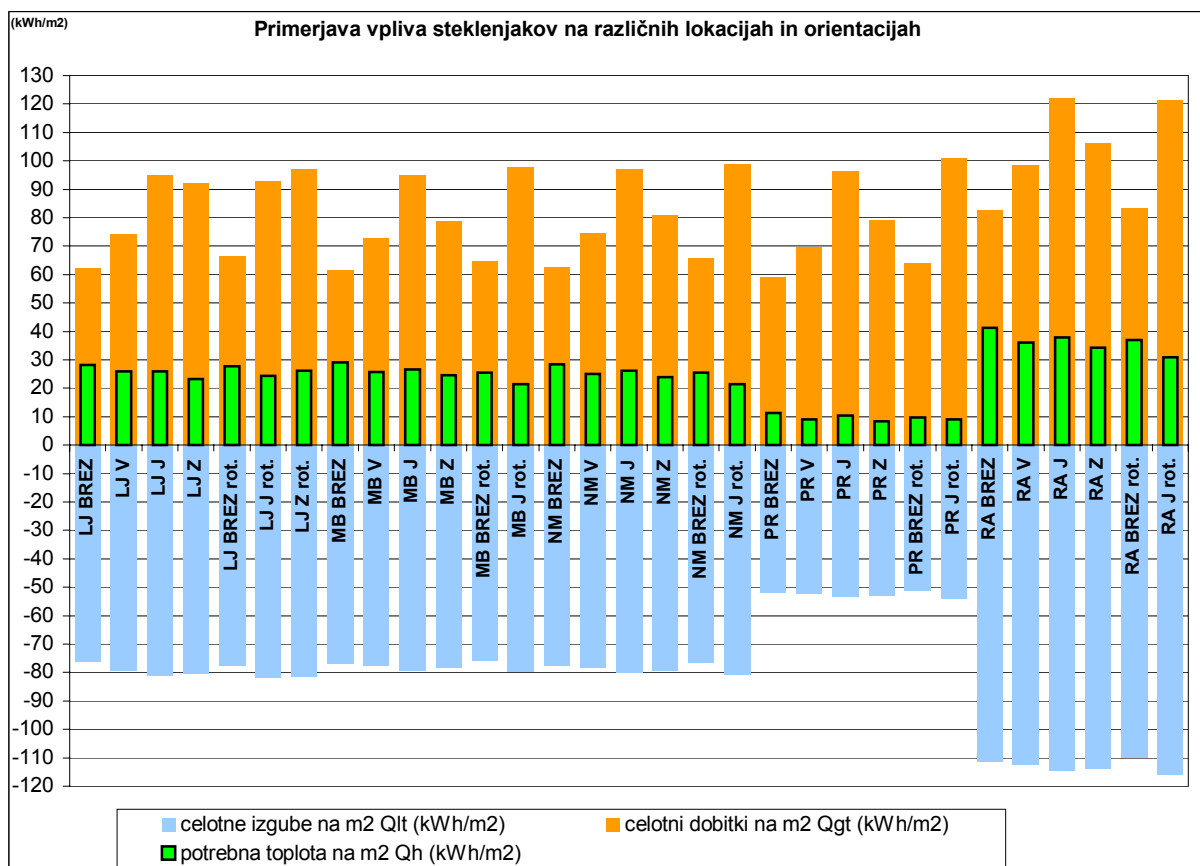
Tudi v tem primeru se izkaže, da se ob rotiranju objekta brez steklenjakov za devetdeset stopinj kot je razvidno na sliki 7.1 tako, da je zdaj 1. ogrevana cona ki ima najmanjši volumen orientirana na zahod, 2. in 3. cona, ki imata večjo prostornino pa sta, ena orientirana na jug, druga pa na sever, potrebna toplota zmanjša za 10 odstotkov. Vidimo, da se celotne izgube in celotni dobitki glede na nerotiran objekt skoraj ne spremenijo, vendar je ogrevana cona, ki ima sedaj večjo efektivno toplotno kapaciteto, pri rotiranem objektu zmožna absorbirati in akumulirati več toplote solarnih dobitkov. Potrebna toplota ob rotiranju objekta in orientaciji steklenjaka na južni strani se v primerjavi z rotiranim objektom brez steklenjaka poveča za 25,1 odstotek in v Ratečah daje najboljše rezultate.

## 7.6 Primerjava toplotnega odziva stavbe pri uporabi enakih površin steklenjakov na različnih orientacijah in lokacijah po Sloveniji

Obravnavani stavbi sem na vseh orientacijah razen severnega dela, ki je v ogrevalni sezoni neosončen, v izračunu dodal enake površine steklenjakov. Fasadam na vzhodu, jugu in zahodu sem dodal 217,5 m<sup>2</sup> površine steklenjakov. Uporabna površina se pri tem poveča za 75 m<sup>2</sup>. Potem pa sem za dane konfiguracije variral klimatske podatke.

Preglednica 7.6.1: Rezultati izračuna toplotnega odziva stavbe ob uporabi enakih površin steklenjakov na različnih orientacijah in lokacijah na m<sup>2</sup> in razlike v %

		Celotne izgube na m <sup>2</sup> Q <sub>lt</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Celotni dobitki na m <sup>2</sup> Q <sub>gt</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)	Potrebna toplota na m <sup>2</sup> Q <sub>h</sub> (kWh/m <sup>2</sup> )	Razlika glede na objekt brez stekl. (%)
L J U B L J A N A	BREZ	76,13		61,91		28,17	
	V	79,49	+4,41%	74,16	+19,79%	26,05	-7,52%
	J	81,09	+6,52%	94,85	+53,21%	25,93	-7,95%
	Z	80,39	+5,60%	92,14	+48,83%	23,31	-17,25%
	BREZ rot.	77,64	+1,98%	66,17	+6,88%	27,8	-1,31%
	J rot.	81,77	+7,41%	92,83	+49,97%	24,32	-13,67%
	Z rot.	81,29	+6,78%	96,84	+56,42%	26,16	-5,90%
M A R I B O R	BREZ	76,68		61,24		28,99	
	V	77,56	+1,15%	72,86	+18,97%	25,66	-11,49%
	J	79,13	+3,20%	94,88	+54,93%	26,66	-8,04%
	Z	78,44	+2,30%	78,65	+28,43%	24,5	-15,49%
	BREZ rot.	75,76	-1,20%	64,64	+5,55%	25,6	-11,69%
	J rot.	79,78	+2,30%	97,63	+55,42%	21,42	-26,11%
N O V O M E S T O	BREZ	77,42		62,49		28,49	
	V	78,32	+1,16%	74,35	+18,98%	25,12	-11,83%
	J	79,9	+3,20%	97,05	+55,30%	26,21	-8,00%
	Z	79,2	+2,30%	80,93	+29,51%	23,96	-15,90%
	BREZ rot.	76,5	-1,19%	65,61	+4,99%	25,5	-10,49%
	J rot.	80,56	+4,06%	98,59	+55,77%	21,54	-24,39%
P O R T O R O Ž	BREZ	51,71		58,84		11,28	
	V	52,31	+1,16%	69,51	+18,13%	9,05	-19,77%
	J	53,37	+3,21%	96,37	+63,78%	10,44	-7,45%
	Z	52,9	+2,30%	78,98	+34,23%	8,47	-24,91%
	BREZ rot.	51,1	-1,18%	64,03	+8,82%	9,79	-13,21%
	J rot.	53,81	+2,30%	100,79	+71,92%	9,14	-18,97%
R A T E Č E	BREZ	111,15		82,78		41,25	
	V	112,44	+1,16%	98,19	+18,62%	36,19	-12,27%
	J	114,7	+3,19%	121,86	+47,21%	37,96	-7,98%
	Z	113,71	+2,30%	106,12	+28,20%	34,37	-16,68%
	BREZ rot.	109,82	-1,20%	83,08	+0,36%	36,97	-10,38%
	J rot.	115,66	+4,06%	121,27	+46,50%	30,88	-25,14%



Slika 7.6.1 Primerjava rezultatov ob uporabi steklenjakov na različnih orientacijah in lokacijah na m<sup>2</sup> na leto

Iz tabele 7.6.1 je razvidno, da so toplotne izgube, ko ne uporabimo steklenjaka v Ljubljani, Mariboru in Novem mestu praktično identične, kar pomeni, da so temperaturne razmere zelo podobne. Tudi toplotni dobitki v teh treh krajih so zelo podobni, razlog pa je v podobnih količinah sončnega sevanja in povprečnih zunanjih temperaturah v teh treh krajih, zaradi tega je tudi potrebna toplota v njih zelo podobna okrog 28 kWh/m<sup>2</sup> pri obstoječi orientaciji objekta. Med njimi izstopa Ljubljana, kjer je pri vzhodni orientaciji steklenjaka zmanjšanje potrebne toplote za približno štiri odstotke manjše kot v drugih dveh mestih. Razlog leži v specifični lokaciji Ljubljane, kjer je v času ogrevalne sezone v dopoldanskih urah manj sončnega sevanja. Zaradi enkega razloga, v Ljubljani tudi ob rotiranju objekta za devetdeset stopinj, ko ne uporabimo steklenjaka, ne pride do občutnega zmanjšanja potrebne toplote, le za 1,3 odstotka, kot to vidimo pri ostalih lokacijah, kjer pride ob rotaciji do zmanjšanja potrebne toplote za približno 10 do 13 odstotkov.

Za rotiranje objekta za devetdeset stopinj sem se odločil zato, ker se ob dani orientaciji objekta izkaže, da so rezultati pri steklenjaku na južni lokaciji slabši od pričakovanih. Razlog je v manjši ogrevalni coni orientirani na jug, in zato manjši specifični toplotni kapaciteti te cone. Po rotiranju objekta za devetdeset stopinj ima cona na južni orientaciji enko specifično toplotno kapaciteto, kot sta jo prej imeli coni orientirani na vzhod in zahod. Po rotiranju se izkaže, da daje uporaba steklenjaka na južni orientaciji v vseh obravnavanih krajih najboljše rezultate.

V Portorožu so toplotne izgube mnogo manjše kot v ostalih krajih, kar je razumljivo ob višjih povprečnih zunanjih temperaturah. Skupni toplotni dobitki pa ostajajo podobni kot v treh prej omenjenih krajih, razlog pa je v tem, da je sicer količina sončnega sevanja večje, vendar pa je ogrevalna sezona krajša. Potrebna toplota je v primerjavi s prej omenjenimi mesti veliko nižja in sicer pri dani orientaciji in brez uporabe steklenjaka približno 11 kWh/m<sup>2</sup>. Ob rotiranju objekta pa se potrebna toplota zmanjša še za 13 odstotkov. V Portorožu so za razliko od ostalih krajev skoraj enako primerne vse tri orientacije steklenjakov, saj se pri vseh potrebna toplota zmanjša za okoli 20 odstotkov in več.

V Ratečah pa so tako toplotne izgube, kot dobitki veliko večji kot drugje po Sloveniji. Višje toplotne izgube so posledica nizkih zunanjih temperatur, saj gre za kraj z enimi od najnižjih temperatur v Sloveniji, obenem pa tudi z najdaljšo ogrevalno sezono. Večji solarni dobitki pa so posledica več sončnih dni, torej večje količine sončnega sevanja, pa tudi čas njihovega zbiranja je daljši zaradi daljše ogrevalne sezone. Potrebna toplota ob nerotiranem objektu in brez uporabe steklenjkov v Ratečah znaša 41,25 kWh/m<sup>2</sup>, ko objekt zarotiramo pa se potrebna toplota zmanjša za deset odstotkov. Tudi v Ratečah se izkaže da najboljše rezultate daje južna orientacija, sledi ji zahodna, nekaj slabše rezultate pa daje vzhodna orientacija.

V vseh obravnavanih krajih po Sloveniji rezultati kažejo, da je uporaba steklenjaka smiselna na vseh treh obravnavanih orientacijah. V vseh obravnavanih krajih daje vzhodna orientacija steklenjaka slabše rezultate kot drugi dve orientaciji, razlika pa je najbolj očitna v Ljubljani.

V izračunu se izkaže, da je pri uporabi steklenjaka potrebno upoštevati tudi specifično toplotno kapaciteto posamezne cone. Saj je le ob dovolj veliki specifični toplotni kapaciteti ogrevana cona sposobna sprejeti vse solarne toplotne dobitke. V vseh krajih izračuni kažejo, da bi se toplotni odziv stavbe izboljšal že samo z rotiranjem objekta za devetdeset stopinj, ko ima sedaj južna orientacija enake lastnosti, kot prej vzhodno in zahodno orientirani coni.

Izračuni toplotnega odziva stavbe kažejo, da toplotni odziv stavbe ob uporabi steklenjakov na različnih orientacijah sorazmerno sledi podanim klimatskim podatkom oz. količinam solarnega sevanja v obravnavanih krajih.

## 8 OCENA PROGRAMA

Program, ki ga je v okviru svoje diplomske naloge izdelala Sabina Jereb in je izdelan v programskem okolju Microsoft Excel, sem preizkusil na približno petdeset različnih kombinacijah klimatskih podatkov in uporabe steklenjakov ter zbiralno shranjevalnih sten. Rezultati izračunov dajejo pričakovane rezultate. V programu nisem odkril napak.

Pri izračunu je možno upoštevati le tri ogrevane cone, kar je za tako velik objekt kot sem ga obravnaval premalo, za uporabo na večjih objekti bi bilo v izračunu potrebno povečati število ogrevanih con. Pomankljivost je tudi v tem, da program upošteva le površine nazivno orientirane na glavne smeri neba, ob objektu orientiranem drugače pa uporaba programa ni možna.

Pri izpisu izhodnih podatkov sem, za primer parametrične študije, pogrešal ločen izpis posameznih toplotnih izgub in dobitkov. Za svoje potrebe sem v listu izhodnih podatkov dodal tabele za vse tri ogrevane cone po mesecih, kjer so podane posamezne toplotne izgube in dobitki. Nisem pa uspel izluščiti deležev, ki jih prispevajo posebni elementi ovoja, v mojem primeru steklenjaki in zbiralno shranjevalne stene. Ko sem program spremenil, da bi dobil tudi te rezultate, je začelo prihajati do napak v izračunu. Zato sem to možnost opustil.

Program omogoča dovolj pregleden način vnosa vhodnih podatkov, kar je še olajšano s komentarji v relevantnih celicah, vendar bi bilo priporočljivo, da bi program tudi opozarjal na morebitne manjkajoče podatke naprimer, ko je za nek element vnešena njegova površina in morda manjka kateri od ostalih podatkov o elementu program vseeno nadaljuje z izračunom. Zato je potrebno biti zelo pazljiv pri vnosu podatkov.

Po izkušnji pri uporabi programa se je izkazal kot primernejši za uporabo mesečni izračun, saj je pri izračunu toplotnih dobitkov zelo pomemben faktor izkoristka  $\eta$  na katerega pa ima zelo velik vpliv količnik dobitkov in izgub  $\gamma$ . Količnik  $\gamma$  pa se od meseca do meseca zelo razlikuje in ga ni najbolje povprečiti na celo sezono, saj je potem zelo približen in ne odseva dejanskega obnašanja stavbe.

## 9 OCENA STANDARDA SIST EN ISO 13790:2004

Računska metoda, predstavljena v tem standardu, temelji na energijski bilanci pri stacionarnem stanju. Upošteva notranje in zunanje temperaturne spremembe ter preko faktorja izkoristka učinek dobitkov notranjih virov in dobitkov sončnega sevanja. SIST EN ISO 13790:2004 navaja, da so rezultati za primere, ko je količnik dobitkov in izgub  $\gamma$  večji od 0,7, vprašljivi. V rezultatih izračunov je razvidno, da je  $\gamma$ , že pri primeru ko ne uporabimo steklenjakov ali zbiralno shranjevalnih sten, pri nekaterih mesecih večji od 0,7. V primeru, ko pa uporabimo steklenjake, ali zbiralno shranjevalne stene, pa je takih mesecev v ogrevalni sezoni še več. Zato se sprašujem, če je računski metoda primerna za stavbe, ki imajo večje površine steklenjakov ali zbiralno shranjevalnih sten.



## 10 ZAKLJUČEK

V nalogi je za izračun toplotnega odziva stavbe uporabljen program v Excelu, ki ga je v okviru svoje diplomske naloge, po takrat še evropskem predstandardu prEN ISO13790, izdelala Sabina Jereb. Pri uporabi programa nisem opazil napak. Obstajajo pa še možnosti za izboljšave, predvsem v smislu bolj preglednega izpisa rezultatov in olajšanja vnosa vhodnih podatkov.

Za obravnavo je bila izbrana večstanovanjska stavba na Ulici Hermana Potočnika 17, v Ljubljani. Zaradi spremembe namembnosti so jo obnovili. Na KSKE so pripravili natančno analizo toplotnega odziva obstoječe in načrtovane stavbe, zato so bili na razpolago tudi točni vhodni podatki.

Za primerjavo sem izbral pet mest po Sloveniji, to so poleg Ljubljane, kjer obravnavana stavba stoji, še Maribor, Novo mesto, Portorož in Rateče. Prva tri mesta imajo zelo podobne klimatske razmere, drugi dve pa bolj odstopata. Krajevno ugotovljeni klimatski podatki za obravnavane lokacije so povzeti iz podatkov, ki jih na svojih spletnih straneh objavlja Ministrstvo za okolje in prostor.

V prvem delu primerjave sem želel ugotoviti najprimernejšo površino steklenjakov oziroma zbiralno shranjevalnih za največji izkoristek solarnih dobitkov. Objektu, za to primerjavo lociranem v Ljubljani, sem dodajal po  $\frac{1}{4}$  površine celotne fasade steklenjakov oziroma zbiralno shranjevalnih sten do pokritosti cele fasde. Izkazalo se je, da je primerna površina steklenjakov tam do  $\frac{1}{4}$  površine ovoja stavbe, ob večjih površinah pa sistem ni več zmožen akumulirati vseh dobitkov. Pri uporabi zbiralno shranjevalnih sten pa izračuni ne dajejo dobrih rezultatov, saj se v vseh primerih potrebna toplota celo poveča.

Ob primerjavi toplotnega odziva obravnavane stavbe na različnih lokacijah sem enakemu objektu na vzhodnih južnih in zahodnih orientacijah izmenično dodajal enake površine steklenjakov oziroma zbiralno shranjevalnih sten. Toplotni odziv stavbe v Ljubljani, Mariboru in Novem mestu je zelo podoben. Najboljše rezultate pa daje uporaba steklenjakov na južni in

zahodni orientaciji. V Ljubljani daje vzhodna orientacija malenkost slabše rezultate kot v drugih mestih, ravno tako pa rotiranje objekta za devedest stopinj prinese manjše zmanjšanje potrebne toplote, kot je to zaznati v vseh ostalih mestih. Tudi v Portorožu in Ratečah dajeta najboljše rezultate južna in zahodna orientacija. Vendar pa je zaradi drugačnih klimatskih razmer v teh dveh krajih potrebna toplota precej drugačna kot v prej omenjenih treh krajih. V Portorožu je zaradi milejše klime precej nižja, v Ratečah pa višja. Izračuni toplotnega odziva stavbe kažejo, da toplotni odziv stavbe ob uporabi steklenjakov na različnih orientacijah sorazmerno sledi podanim klimatskim podatkom oz. količinam solarnega sevanja v obravnavanih krajih. V vseh krajih se za dani objekt izkaže kot primeren ukrep rotiranje stavbe za devetdeset stopinj tako, da na jug orientiramo cono z večjo površino in posledično večjo specifično toplotno kapaciteto.

Ob uporabi posebnih elementov ovoja kot so steklenjaki in toplotno zbiralne stene moramo ravnati preudarno in opraviti vsaj minimalne analize toplotnega odziva stavbe. Pomembno je, da se najde ravnovesje med dobitki, ki jih je sistem še zmožen shraniti in povečanjem izgub zaradi uporabe steklenjakov in toplotno zbiralnih sten. Ravno tako je pomembno, da ima cona, kjer uporabljamo steklenjake ali zbiralno shranjevalne stene, dovolj veliko specifično toplotno kapaciteto. Kar pa se tiče njihove uporabe v različnih mestih po Sloveniji, je povsod primerna, vendar je zopet potrebno površino in orientacijo za najbolj optimalne izkoristke prilagoditi vsakemu kraju posebej.

## VIRI

Sabina Jereb, 2004, Toplotni odziv stavbe po evropskem predstandardu prEN ISO 13790, Ljubljana, mentor Aleš Krainer, diplomska naloga; 100 str.

SIST EN ISO 13790:2004 - Toplotne karakteristike stavb - Izračun potrebne energije za ogrevanje prostora (ISO 13790:2004) - Thermal performance of buildings - Calculation of energy use for space heating (ISO 13790:2004)

Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur.l. RS, št. 42/2002, 29/2004) - Rules on thermal insulation and efficient energy use in buildings

Krajevno ugotovljeni podatki o projektni zunanji temperaturi, temperaturnem primanjkljaju, trajanju ogrevalne sezone in globalnem sončnem sevanju:

<http://www.gov.si/mop/zakonodaja/zakoni/prostor/graditev.htm> (14.03.2006)

Krainer A., Perdan R., Šijanec M. , 1984, TEDI - Program za analizo toplotnega prehoda, toplotne stabilnosti in difuzije vodne pare skozi večplastne KS, Ljubljana, Interna publikacija KSKE št. 8, FGG-KSKE

PZI - Sprememba samskega doma (Ulica Hermana Potočnika 17, Ljubljana) v večstanovanjski objekt, Ljubljana, 2003; odgovorni projektant Aleš Stanovnik

Jezeršek Katarina, 2005, Parametrična študija vplivov na klimo v stavbi, mentor Aleš Krajner, Ljubljana, diplomska naloga; 63 str.

Žveglič Luka, 2006, Primerjalna analiza ukrepov za zmanjšanje porabe energije za ogrevanje v stavbi; mentor Krajner Aleš, komentor Kristl Živa, Ljubljana, diplomska naloga; 84 str.

Kristl Živa, Comparison of new slovene regulation Thermal protection and efficient use of energy in buildings eith EnEV. V: GUARRACION, G. (ur.). EPIC 2002 A/VC: proceeings – actes : energy efficient & healthy buildings in sustainable cities : The 3rd European Conference on Energy Performance & Indoor Climate in Buildings and 23rd Conference of the Air Infiltration & Ventilation Centre, Lyon, France; 23-26 October 2002. Vaulx-en-Verin

Kristl Živa, Zbašnik – Senegačnik Martina, Energy renovation of large neighbourhoods in Slovenia. V: The Fourth (4th) ISES-Europe Solar Congress, Bologna, Italy, June 23-26, 2002. Renewable energy for local communitis of Europe, toward Rio+10: Proceedings. Rome: Internationa Solar Energy Society Italia, 2002

**PRILOGA A:** Klimatski podatki povzeti s spletnih strani Ministrstva za okolje in prostor.

*Tabela 1: Klimatski podatki za Ljubljano.*

	povprečna zunanja temp. $\theta_e$ (°C)	globalno sončno sevanje po orientacijah $I_{s,j}$ (MJ/m <sup>2</sup> )				
		H	J	S	V	Z
JAN	-1,1	121	119	35	33	154
FEB	1,4	228	194	71	57	255
MAR	5,4	369	256	120	108	294
APR	9,9	470	265	166	158	273
MAJ	14,6	619	302	214	215	294
JUN	17,8	628	272	232	219	281
JUL	19,9	648	287	229	206	295
AVG	19,1	580	300	196	180	314
SEPT	15,5	410	252	132	119	279
OKT	10,4	215	160	67	66	179
NOV	4,6	103	94	35	36	96
DEC	0,0	85	91	28	28	98

*Tabela 2: Klimatski podatki za Maribor.*

	povprečna zunanja temp. $\theta_e$ (°C)	globalno sončno sevanje po orientacijah $I_{s,j}$ (MJ/m <sup>2</sup> )				
		H	J	S	V	Z
JAN	-1,3	125	188	35	67	82
FEB	1,1	236	287	56	114	147
MAR	5,2	346	293	80	174	191
APR	10,0	458	263	116	230	222
MAJ	14,7	610	265	149	296	271
JUN	17,9	627	241	169	287	283
JUL	19,6	641	252	147	282	289
AVG	18,7	572	291	124	269	268
SEPT	15,2	408	291	97	197	203
OKT	10,1	230	218	64	115	119
NOV	4,5	126	144	42	73	66
DEC	0,1	100	141	33	58	58

Tabela 3: Klimatski podatki za Novo mesto.

	povprečna zunanja temp. $\theta_e$ (°C)	globalno sončno sevanje po orientacijah $I_{s,j}$ (MJ/m <sup>2</sup> )				
		H	J	S	V	Z
JAN	-1,3	129	197	36	70	91
FEB	1,1	254	313	61	125	170
MAR	5,0	361	305	83	180	205
APR	9,6	468	269	119	234	233
MAJ	14,3	618	269	151	299	277
JUN	17,5	650	249	174	289	300
JUL	19,3	668	263	155	293	306
AVG	18,4	585	298	128	269	283
SEPT	14,9	420	300	99	198	211
OKT	9,9	233	222	65	117	125
NOV	4,5	114	130	38	64	61
DEC	0,1	99	143	32	59	61

Tabela 4: Klimatski podatki za Portorož.

	povprečna zunanja temp. $\theta_e$ (°C)	globalno sončno sevanje po orientacijah $I_{s,j}$ (MJ/m <sup>2</sup> )				
		H	J	S	V	Z
JAN	4,9	145	223	41	73	112
FEB	5,7	240	299	57	110	180
MAR	8,3	408	345	94	187	263
APR	12,0	495	284	125	224	264
MAJ	16,4	669	291	164	298	326
JUN	20,0	729	278	196	306	361
JUL	22,6	737	288	173	303	367
AVG	22,3	632	319	141	276	336
SEPT	19,1	467	332	111	212	259
OKT	14,8	279	267	77	134	160
NOV	9,8	147	170	48	81	85
DEC	6,1	109	158	35	60	73

Tabela 5: Klimatski podatki za Rateče.

	povprečna zunanja temp. $\theta_e$ (°C)	globalno sončno sevanje po orientacijah $I_{s,j}$ (MJ/m <sup>2</sup> )				
		H	J	S	V	Z
JAN	-4,7	163	242	46	86	104
FEB	-2,5	264	321	63	130	162
MAR	0,8	399	337	92	201	230
APR	5,1	476	273	122	237	238
MAJ	10,2	612	265	153	297	280
JUN	13,8	649	249	183	295	309
JUL	15,7	663	259	165	302	319
SEPT	11,4	427	304	102	208	213
OKT	6,6	243	230	68	123	126
NOV	0,9	139	159	46	79	74
DEC	-3,7	116	162	38	67	66