

ŠOLSKI CENTER VELENJE, STROJNA ŠOLA  
TRG MLADOSTI 3, 3320 VELENJE  
MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA

**VARČNO OGREVANJE Z IR-PANELI – RESNIČNOST ALI MIT?**

Tematsko področje: Tehniške vede

Avtor:

Nejc Slemenjak, 4. S

Mentor:

Radovan Repnik,  
univ. dipl. inž. str.

Velenje, 2018

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Strojni šoli Velenje.

Mentor: Radovan Repnik, univ. dipl. inž. str.

Datum predstavitve:

## **KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

ŠD ŠC Velenje, šolsko leto 2017/2018

KG IR-paneli / Ekonomska upravičenost

AV SLEMENJAK, Nejc

SA REPNIK, Radovan

KZ 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3

ZA ŠC Velenje

LI 2018

**IN VARČNO OGREVANJE Z IR-PANELI – RESNIČNOST ALI MIT?**

TD RAZISKOVALNA NALOGA

OP

IJ SL

JI sl/en

AI Kadar se odločamo za nov ali prenovljen način ogrevanja, naletimo na veliko vprašanj. Načinov ogrevanja je precej in izbira najustreznejšega načina ni enostavna. Vsak teži k izbiri cenovno ugodnega, kakovostnega, estetskega, enostavnega in okolju prijaznega sistema. Ogrevanje z IR-paneli (infrardeči paneli) je novejša in ne tako pogosto uporabljena oblika ogrevanja. Deluje na drugačnem principu kot konvencionalni načini ogrevanja. IR-panel v okolico toploto oddaja podobno kot sonce. Toplotno sevanje – radiacija je oblika prenosa toplote, ki nas spremlja že od nekdaj, radiacija pa je sploh omogočila razvoj življenja na Zemlji. Temelji na podlagi Stefan-Boltzmannovega zakona, ki je v nalogi tudi opisan. V nalogi sem raziskoval fizikalne osnove IR-grelcev ter izvedel meritve porazdelitve oddane energije glede na temperaturo ogrevane površine ter delež sevalne energije, ki se pretvori v toploto. Zanimala me je tudi primerjava panelov različnih proizvajalcev. Analiziral sem investicijske in obratovalne stroške ogrevanja z IR-paneli v primerjavi z drugimi ogrevalnimi sistemi na primeru povprečne stanovanjske hiše. Proizvajalci in prodajalci panelov navajajo številne prednosti uporabe IR-panelov. Nekatere od teh so razvidne in merljive, druge pa je težje ali celo nemogoče nedvoumno dokazati. Upam, da bo moja raziskovalna naloga pomagala investitorjem pri odločitvi pri izbiri načina ogrevanja.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

ND ŠC Velenje, 2017/2018

CX IR-panels / heating systems

AU SLEMENJAK, Nejc

AA REPNIK, Radovan

PP 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3

PB ŠC Velenje

PY 2018

TI **ECONOMICAL HEATING WITH IR-PANELS – REALITY OR MYTH?**

DT RESEARCH WORK

NO

LA SLO

AL SLO / EN

AB When choosing a new or refurbished heating method, we encounter a lot of questions. There are many ways of heating, and the choice of the most appropriate way is not easy. Everyone strives to choose an affordable, a high-quality, an aesthetic, an easy-to-use and an environmentally-friendly system. Heating with an IR panel is a quite new and less commonly used form of heating. It works on a different principle than conventional heating methods. An IR panel emits heat in the surroundings in a similar way as the sun. Thermal radiation is a form of the heat transfer that has been with us for a long time – it created the conditions to start the evolution on earth. It is based on the Stefan-Boltzmann law, which is also described in the thesis. I did research in the physical bases of IR heaters, and carried out the measurements of the distribution of emitted energy in relation to the temperature of the heated area and the share of radiation energy, which is converted into heat. I was also interested in comparing different panel producers. I analyzed the investment and operating cost of heating with IR panels compared to other heating systems on the example of an average house.

Manufacturers and panel vendors mention many advantages of using IR panels. Some of these are visible and measurable while others are more difficult or even impossible to prove unambiguously. I hope my research will help investors when making a decision on the way of heating.

## KAZALO VSEBINE

<b>1</b>	<b>UVOD</b> .....	1
<b>2</b>	<b>HIPOTEZI</b> .....	1
<b>3</b>	<b>FIZIKALNE OSNOVE PRENOSA TOPLOTE</b> .....	1
	3.1 PRESTOP TOPLOTE - KONVEKCIJA.....	1
	3.2 PREVOD TOPLOTE - KONDUKCIJA .....	2
	3.3 TOPLOTNO SEVANJE - RADIACIJA .....	3
	3.3.1 Elektromagnetni spekter .....	4
<b>4</b>	<b>MERITVE</b> .....	6
	4.1 MERILNE NAPRAVE.....	6
	4.1.1 Merilna naprava 1: Vernier LabQuest .....	6
	4.1.2 Merilna naprava 2: Flir T335 .....	8
	4.1.3 Merilna naprava 3: Fluke Ti25 .....	9
	4.2 MERITEV 1: MERITVE SEVALNE ENERGIJE.....	11
	4.2.1 Opis meritve.....	11
	4.2.2 Analiza meritev .....	12
	4.3 MERITEV 2: POVRŠINSKA RAZPOREDITEV TEMPERATURE.....	14
	4.3.1 Opis meritve:.....	14
<b>5</b>	<b>EKONOMSKA ANALIZA OGREVANJA STANOVANJSKE HIŠE Z RAZLIČNIMI OGREVALNIMI SISTEMI</b> .....	16
	5.1 OPIS OBJEKTA.....	16
	5.2 NAČRT OBJEKTA.....	16
	5.3 ZNAČILNOSTI OGREVANJA Z IR-PANELI.....	18
	5.4 OCENA INVESTICIJE VKLJUČENIH SISTEMOV OGREVANJA .....	18
	5.5 OSNOVE IN RAZLAGA PREDPOSTAVK UPORABLJENIH V IZRAČUNU.....	19
	5.6 REZULTATI IZRAČUNA STROŠKOV OGREVANJA .....	20
<b>6</b>	<b>UGOTOVITVE</b> .....	25
<b>7</b>	<b>ZAHVALA</b> .....	26
<b>8</b>	<b>PRILOGE</b> .....	26
<b>9</b>	<b>VIRI IN LITERATURA</b> .....	32

## KAZALO SLIK

Slika 1: Prestop toplote .....	2
Slika 2: Prevod toplote.....	3
Slika 3: Elektromagnetni spekter .....	5
Slika 4: Vernier LabQuest .....	6
Slika 5: Termovizijska kamera Flir T335 .....	8
Slika 6: Termovizijska kamera Fluke Ti25.....	9
Slika 7: Merilna mesta .....	11
Slika 8: Panel v fazi preizkušanja .....	11
Slika 9: Diagram spremembe temperature.....	12
Slika 10: IR-panel med delovanjem.....	15
Slika 11: Termovizijski prikaz motečega vpliva - toplovodna cev.....	15
Slika 12: Prva etaža – klet.....	16
Slika 13: Druga etaža – pritličje.....	17
Slika 14: Tretja etaža – mansarda .....	17
Slika 15: Diagram stroškov energenta .....	22
Slika 16: Prikaz stroškov ogrevanja in investicije .....	24

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Primerjava absorbirane gostote sevalnega toka .....	13
Tabela 2: Letni stroški energenta .....	20
Tabela 3: Razvoj stroškov ogrevanja .....	21
Tabela 4: Razvoj stroškov ogrevanja z upoštevano investicijo .....	23

## **1 UVOD**

Raziskoval sem enega izmed mnogih načinov ogrevanja, tj. ogrevanje z IR-paneli. Ker se zavedam obsežne ponudbe ogrevalnih načinov na trgu in kako težko je izbrati najustreznejšega, sem se odločil za raziskovanje/analiziranje IR-panelov. Primerjal sem različne panele različnih proizvajalcev in iskal razlike med njimi. Naredil sem tudi stroškovno primerjavo med različnimi načini ogrevanja.

## **2 HIPOTEZI**

Zastavil sem si hipotezi:

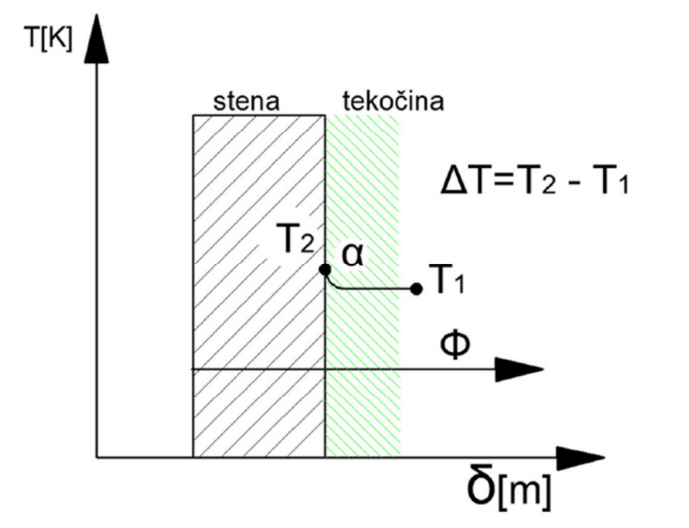
- Ali so med učinkovitostjo delovanja IR-panelov različnih proizvajalcev merljive razlike?
- Ali je ogrevanje z IR-paneli ekonomsko upravičeno v primerjavi s klasičnimi načini ogrevanja?

## **3 FIZIKALNE OSNOVE PRENOSA TOPLOTE**

### **3.1 PRESTOP TOPLOTE - KONVEKCIJA**

Konvekcija je gibanje molekul v tekočini (kapljevini in plinu), ki ne more potekati v trdnem stanju. Konvekcija je eden od glavnih načinov prenosa toplote in prenosa snovi, ki poteka skozi difuzijo – naključno Brownovo gibanje posameznih delcev v tekočini – in advekcijo, v kateri se snov in toplota prenašata v tekočini. Ko se toplota prenese med prometom tekočin zaradi vzgona od gostote sprememb, ki jih povzroča ogrevanje, je proces znan kot naravna konvekcija. Znani primeri so pretok zraka navzgor zaradi požara ali vročega predmeta in kroženje vode v loncu. Konvekcija je prenos toplote z gibanjem snovi, bodisi v smeri gravitacije ali kake druge sile, ki temelji na gibanju tekočine ali plina in se dogaja v tekočini ali plinu. Prenos toplote med tekočino in trdno snovjo ali med tekočinama, ki se ne mešata, je mogoč samo s prevajanjem ali sevanjem. Na površini trdne snovi, ki je v stiku z gibajočo tekočino, je mirujoča tanka mejna plast, kjer se odvija prevajanje toplote v eno ali drugo smer, odvisno od temperature medijev. Poznamo naravno konvekcijo, na primer kroženje

vode v loncu, ki se segreva od spodaj. V tem primeru je edina prisotna sila težnost. Pri prisilni konvekciji delujejo tudi druge sile, kot so veter, črpalke, ventilatorji...



Slika 1: Prestop toplote

### 3.2 PREVOD TOPLOTE - KONDUKCIJA

Prevajanje toplote je direkten prenos energije preko trkov molekul v telesu, kjer se prenaša toplota. Toplota in temperatura sta povezani z gibanjem molekul. Ko dve molekuli, ki se gibljeta z različnima hitrostma, trčita, hitrejša odda nekaj svoje gibalne količine in energije počasnejši. Ta proces v fazi prevajanja seveda teče kontinuirano in tako se toplota prenaša s toplejšega na hladnejše mesto. Pomembno je tudi dejstvo, da se morajo molekule za prenos toplote s prevajanjem dotakniti druga druge. Primer: na plošči grelca imamo ponev, ki ni idealno ravna in zato ni po vsej površini v direktnem stiku z grelcem, obstajajo vmesni zračni žepi, toda tudi zrak prevaja toploto in tako segreva ponev, čeprav je to segrevanje manj učinkovito kot z direktnim stikom kovine s kovino. Prenos toplote s prevajanjem nastopa povsod, kjer so molekule z različno temperaturo v medsebojnem stiku. Prevajanje nastopi med različnimi telesi, ki so v dotiku ali v istem telesu, ne glede na zgradbo snovi – v trdni snovi, tekočinah in plinih. Prevajanje je, z nekaj izjemami, edini način prenosa toplote v trdnih snoveh. Pri prevajanju je toplotni tok premo sorazmeren toplotni prevodnosti telesa, površini preseka, skozi katerega teče toplota, temperaturni razliki na koncih telesa in obratno sorazmeren dolžini, ki jo mora prepotovati toplota. Iz tega dobimo formulo:



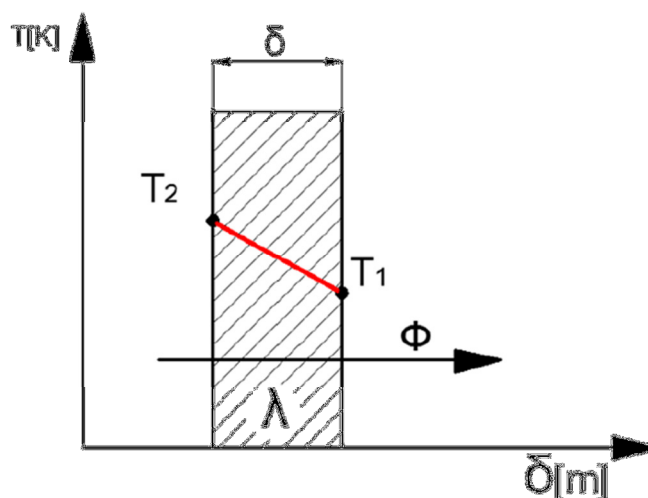
$$\frac{Q}{t} = \frac{\lambda \cdot A \cdot (T_1 - T_2)}{L}$$

$\lambda$  ... toplotna prevodnost snovi ( $\frac{W}{m \cdot K}$ )

$A$  ... prečni presek ( $m^2$ )

$T_1 - T_2$  ... temperaturna razlika (K)

$L$  ... debelina stene (m)



Slika 2: Prevod toplote

### 3.3 TOPLOTNO SEVANJE - RADIACIJA

Prenos toplote z oddajanjem in absorpcijo toplotne energije imenujemo prenos toplote s sevanjem. Pri konvekciji in prevajanju so imele molekule pomembno vlogo pri prenosu toplote. Pri prevajanju se toplota prenaša preko trkov molekul, pri konvekciji pa z gibanjem molekul pod vplivom težnosti ali kake druge zunanje sile. Prenos toplote s sevanjem je mehanizem popolnoma drugačne narave. Za prenos toplote s sevanjem ne potrebujemo nobenega medija, snovi, najbolje se toplota prenaša s sevanjem skozi prazen prostor, vakuum. Toplotno sevanje je v bistvu elektromagnetno valovanje, ki se širi skozi vakuum s hitrostjo približno 300.000 km na sekundo. Vsa telesa v tem vesolju oddajajo energijo v obliki elektromagnetnega valovanja kot posledico svoje temperature. Višjo temperaturo, kot imajo, več energije oddajo. Nekatere snovi so pri tem boljše, učinkovitejše. Količina toplotne energije, ki jo seva telo, je zelo odvisna od lastnosti snovi, ki je gradnik tega telesa. Toplotno sevanje z lahkoto prehaja skozi pline, medtem ko ga tekočine in trdna telesa praktično

popolno ustavijo. Pri sevanju se toplota prenaša z oddajanjem in absorpcijo toplotne energije. Vsa telesa oddajajo in hkrati absorbirajo (sprejemajo) toplotno energijo. Neto rezultat je razlika med sprejeto in oddano toplotno energijo. Ta je lahko pozitivna, telo se segreva, ali negativna, telo se ohlaja.

Fizikalni zakon, ki govori o sevanju črnega telesa (črno telo je teoretično telo, ki absorbira vso valovanje/sevanje, ki pade nanj), imenujemo Stefan-Boltzmannov zakon. Gostota energijskega toka  $j$  je sorazmerna četrti potenci absolutne toplote črnega telesa. Stefan-Boltzmannova konstanta  $\sigma = 5,670.37321 \cdot 10^{-8} \text{ J s}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ .

Zakovitost, ki opisuje pojav sevanja, je leta 1879 odkril slovenski fizik Jožef Štefan, nato jo je njegov učenec Ludwig Edward Boltzmann leta 1884 teoretično izpeljal v okviru termodinamike.

$$j = \varepsilon \sigma T^4$$

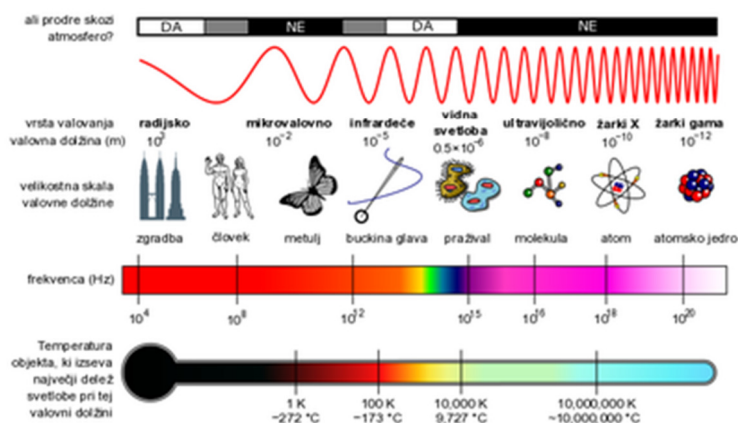
$j$ ... gostota toplotnega toka ( $\frac{W}{m^2}$ )

$\varepsilon$ ... izsevnost telesa

$\sigma$ ... Stefan-Boltzmannova konstanta ( $\frac{W}{m^2 \cdot K^4}$ )

### 3.3.1 Elektromagnetni spekter

Elektromagnetni spekter je sestavljen iz vseh mogočih frekvenc elektromagnetnega valovanja oz. njihovih valovnih dolžin ter energij fotonov. Elektromagnetni spekter ima velik razpon. Vidni del spektra je poznan že iz časov starih Grkov, leta 1800 pa je William Herschel odkril infrardeče sevanje. Vidna svetloba je zelo podobna infrardeči, pravzaprav sta obe elektromagnetni valovanji, le valovne dolžine so različne. Bela vidna svetloba je mešanica različnih valovnih dolžin, in ko je za naše oči nekaj modro, je zato, ker predmet odbija več modrega dela spektra kot ostalih valovnih dolžin. Različne valovne dolžine naše oko zaznava kot barve. Mejne valovne dolžine, ki jih naše oko še zaznava, so pri  $0,4 \mu\text{m}$  (vijolična) in pri  $0,7 \mu\text{m}$  (rdeča). Vmes so zastopane vse ostale barve vidnega spektra, kot jih vidimo v mavrici.



Slika 3: Elektromagnetni spekter

### Glavni spektralni pasovi:

- gama žarki,
- x-žarki,
- ultravijolični žarki,
- vidna svetloba,
- infrardeči žarki,
- mikrovalovni žarki,
- radijski valovi.

Na tem seznamu imajo gama žarki najkrajšo valovno dolžino, ki nato po lestvici navzdol raste.

**Infrardeči spekter** se naprej deli po skupinah:

- vidni pas 0,4–0,7  $\mu\text{m}$ ,
- bližnji IR-pas 0,8–1,7  $\mu\text{m}$ ,
- kratkovalovni IR-pas 1,0–2,5  $\mu\text{m}$ ,
- srednjevalovni IR-pas 2–5  $\mu\text{m}$ ,
- dolgovalovni IR-pas 8–14  $\mu\text{m}$ .

### Toplotno (termično) sevanje

Toplotno sevanje je širši pojem kot infrardeče, kajti to sevanje z oddajanjem (emitiranjem) in absorpcijo prenaša toploto. Seveda pa to ni edino sevanje, ki prenaša toploto. Sončno sevanje ima največ energije prav v vidnem delu spektra. Toplotno sevanje se v bistvu dogaja v celotnem EM-spektru, saj je njegova jakost sorazmerna temperaturi sevalca. Pri sobnih temperaturah pa je njegova intenziteta največja prav v infrardečem pasu. Če bi nas lahko radijski valovi grelji, bi se v svetu brezžičnih komunikacij verjetno scvrli. Mikrovalovni sicer

segrejejo hrano v mikrovalovnih pečicah, a tu gre za direktno delovanje teh valov na vodo, suhi objekti ostanejo toplotno bolj ali manj neprizadeti. Gama in X-sevanje tudi ne delujeta toplotno na nas, čeprav je izredno nevarno, ker direktno razbija molekule in atome v naših celicah in jih tako uničuje. Tega sevanje v začetku niti ne občutimo, kasneje pa je za človeka zelo slabo in ob premočni dozi nastopi smrt.

## 4 MERITVE

### 4.1 MERILNE NAPRAVE

#### 4.1.1 Merilna naprava 1: Vernier LabQuest



Slika 4: Vernier LabQuest

#### Opis:

Vernier LabQuest omogoča priklop šestih merilnih senzorjev. Priključimo lahko najrazličnejše senzorje, od temperaturnih senzorjev do CO<sub>2</sub>-senzorjev. Nastavljamo lahko trajanje vzorčenja in frekvenco beleženja vzorcev. Podatki se obdelajo preko programa Logger Lite, kjer se ustrezno tabelirajo in prikažejo v obliki diagrama.

### **Tehnični podatki:**

#### Zaslon:

- 7 cm x 5 cm (diagonala zaslona 8,89 cm)
- 320 x 240 pixel barvni grafični zaslon
- lahko čitljiv na prostem

#### Procesor:

- 416 MHz procesor

#### Prilagojen uporabnikom:

- zaslon na dotik za lažje upravljanje
- štiri gumbi za hiter dostop do funkcij

#### Zbiranje podatkov:

- šest priključkov za senzorje
- možnost odvzema 100.000 vzorcev na sekundo
- vgrajeni zračni temperaturni senzor, mikrofoni in zvočnik

#### Trpežnost:

- deluje na od 0 do 70 °C
- odporen na škropljenje
- močno ogrodje obdano z gumo za dodatno odpornost proti padcem

#### Povezljivost:

- povezljiv z ogromno senzorji in laboratorijsko opremo
- standardni USB A-port
- USB mini AB-port
- SD/MMC-spominska kartica
- priključek za mikrofoni

#### Dimenzije:

- velikost: 16,5 cm x 10 cm x 4 cm
- teža: 350 g

#### 4.1.2 Merilna naprava 2: Flir T335



*Slika 5: Termovizijska kamera Flir T335*

#### **Opis:**

FLIR T335 je mala in lahka infrardeča kamera z odlično kakovostjo slik, visoko občutljivostjo in velikim temperaturnim razponom. Idealna je za profesionalno uporabo za tako imenovano iskanje »vročih točk« v električni inštalaciji in v defektnih napravah. Kamera ima vgrajeno možnost slike v sliki, ki omogoča dodajanje teksta in zvočnih komentarjev, omogoča tudi uporabo različnih leč.

#### **Značilnosti:**

- vgrajen barvni LED-zaslon na dotik diagonale 88 mm (3,5-inčni)
- možnosti slik: infrardeča slika, vidna slika, picture-in-picture možnost
- vgrajena digitalna kamera s 3,1 megapiksli (2048 x 1536 pikslov)
- snemanje zvoka
- digitalna povečava 1–2x

#### 4.1.3 Merilna naprava 3: Fluke Ti25



*Slika 6: Termovizijska kamera Fluke Ti25*

#### **Opis:**

Termovizijska kamera Fluke Ti25 je lahka, prenosljiva in robustna. Primerna je za uporabo v industriji. Odlikuje jo veliko temperaturno merilno območje od  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $350\text{ }^{\circ}\text{C}$  in visoka termična občutljivost.

#### **Tehnične informacije:**

- IR-Fusion® tehnologija omogoča prikaz infrardeče (IR) slike, kombinacijo infrardeče (IR) in vidne (Visual) slike v načinu "slika v sliki" (picture-in-picture) ter prelivne (IR Blending) slike z nastavljenim nivojem jakosti IR/Visual slike
- $160 \times 120$ -točkovni senzor za kakovostne IR-posnetke
- velik, barven, osvetljen VGA-širokokoten LCD-zaslon z diagonalo 9 cm (3,6") in ločljivostjo  $640 \times 480$  točk
- temperaturno merilno področje od  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $350\text{ }^{\circ}\text{C}$
- visoka termična občutljivost z ločljivostjo  $< 0,09\text{ }^{\circ}\text{C}$
- nastavitev najmanjšega temperaturnega področja prikaza slike v območju  $5\text{ }^{\circ}\text{C}/2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (avtomatično/ročno)

- prostorski kot  $23^\circ$  horizontalno  $\times$   $17^\circ$  vertikalno omogoča uporabo na najmanjši oddaljenosti od objekta 15 cm in določanje temperature točke premera manj kot 1,5 mm na oddaljenosti 60 cm
- izbira različnih palet slike za lažje določanje temperaturnih razlik različnih materialov
- nastavljiva emisivnost od 0,10 do 1,00 v korakih po 0,01
- 2 GB SD-spominska kartica za shranjevanje več kot 3000 slik v .jpg-formatu oz. več kot 1200 radiometričnih posnetkov v .is2-formatu
- snemalnik zvočnega komentarja dolžine do 60 sekund pri vsakem posnetku
- enostavna uporaba s pomočjo treh tipk, sprožilca in objektiva za ostrenje slike
- IP54-standard



## 4.2 MERITEV 1: MERITVE SEVALNE ENERGIJE

### 4.2.1 Opis meritve

Pri tem poizkusu sem primerjal panele treh različnih proizvajalcev:

- easyTherm, comfort1350, 1020 mm x 650 mm x 20 mm, 675W, 12 kg
- D4H (GL&P) Classic, 800 mm x 600 mm x 20 mm, 500W, 1,2 kg
- Ekosen, SOP700, 1192 mm x 592 mm x 20 mm, 700W, 9,6 kg

Vse panele sem namestil 1 m oddaljene od tal, direktno pod panele sem postavil 6 cm stiropora, da bi izničil morebitno segrevanje iz tal. Na toplotno izolacijo sem postavil tri enake pladnje s površino 0,19 m<sup>2</sup>, ki so bili neposredno pod panelom. Potem sem panel priključil na električno omrežje in počakal, da se segreje na delovno temperaturo, ki je različna od proizvajalca do proizvajalca. V vsak pladenj sem nalil točno 800 ml vode in potem z Vernier LabQuest meril temperaturo vode. Temperaturo vode sem meril 30 min, meritve pa so se beležile vsakih 30 s. Nato sem dane podatke z uporabo programa Logger Lite prenesel na računalnik in analiziral.



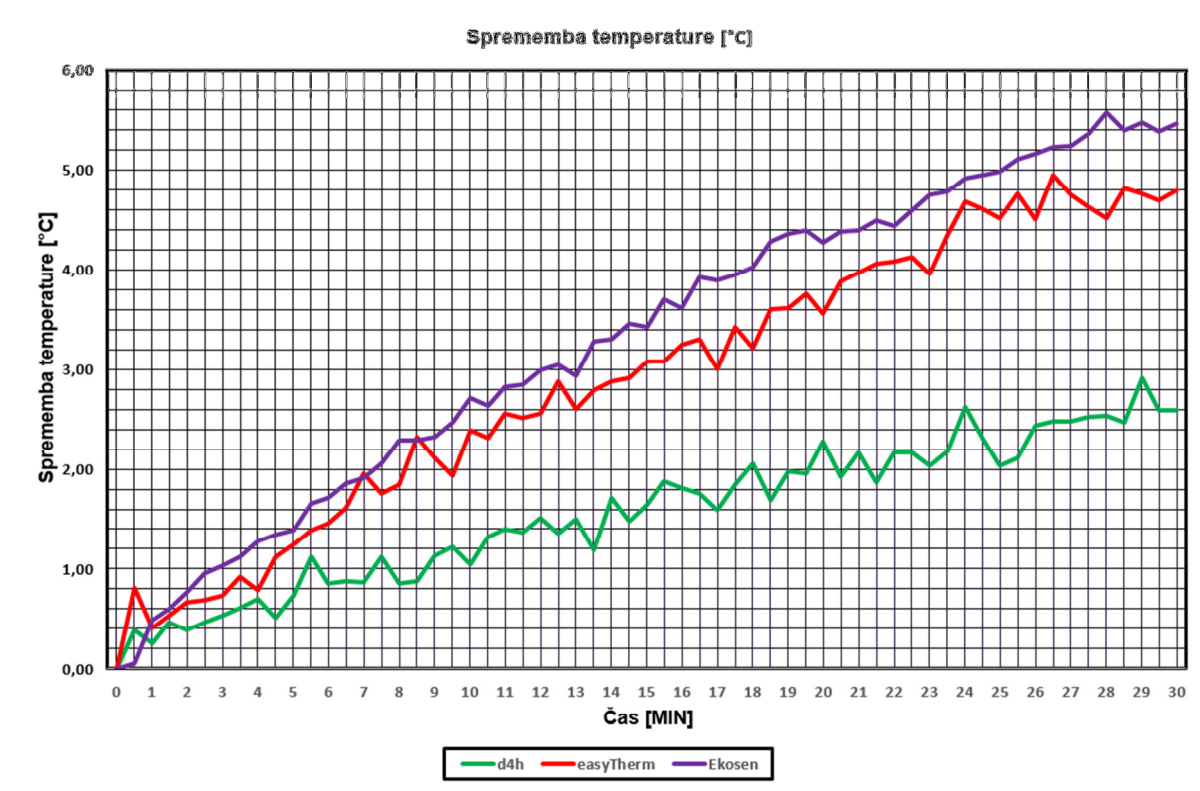
Slika 7: Merilna mesta



Slika 8: Panel v fazi preizkušanja

#### 4.2.2 Analiza meritev

Rezultate meritev najbolj nazorno prikazuje diagram, ki kaže spremembo temperature vode v odvisnosti od časa in od proizvajalca panela.



Slika 9: Diagram spremembe temperature

Največje povišanje temperature je dosegel panel proizvajalca Ekosen, kjer ugotovimo, da je temperaturna razlika v času meritve (30 min) znašala 5,43 °C. easyThermov panel je v času meritve dosegel temperaturno razliko 4,80 °C. Panel proizvajalca D4H je dosegel temperaturno razliko 2,59 °C. Menim, da na rezultate meritev ne vpliva nazivna moč panela, saj so bili vsi paneli nameščeni neposredno nad pladnje z vodo. Ugotavljam, da je nazivna moč odvisna samo od njegove površine – paneli istega proizvajalca imajo enako specifično moč na enoto sevalne površine. Proizvajalci povečujejo nazivno moč panelov le s povečevanjem njihove sevalne površine. Površina vode, ki je absorbirala sevanje, pa je bila tako rekoč enaka površini najmanjšega panela, zato po mojem mnenju različna nazivna moč panelov ne vpliva na rezultate meritev. Na rezultate vpliva samo specifična moč panela ( $\frac{W}{m^2}$ ), ki pa je pri panelih različnih proizvajalcev različna. Panel proizvajalca easyTherm ima specifično moč  $980,4 \frac{W}{m^2}$ , panel proizvajalca Ekosen ima specifično moč  $949 \frac{W}{m^2}$  in panel

proizvajalca D4H ima specifično moč  $791,7 \frac{W}{m^2}$ . Specifični moči panelov Ekosen in easyTherm se le neznatno razlikujeta (3%), panel D4H pa ima bistveno nižjo specifično moč za približno 20%. Kar je razvidno tudi iz rezultatov mojih meritev.

Z uporabo enačbe  $Q_{12} = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1)$  sem izračunal sprejeto toploto vode v pladnju. Z upoštevanjem absorpcijske površine sem ugotovil gostoto absorbiranega sevalnega toka, ki ga odda panel easyTherm.

### Primer izračuna za IR-panel easyTherm

$$Q_{12} = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1) = 0,8\text{kg} \cdot 4200 \frac{J}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot 4,8\text{K} = 16\,128\text{ J}$$

$$P = \frac{Q_{12}}{t} = \frac{16128\text{ J}}{1800\text{ s}} = 8,96\text{ W}$$

$$j = \frac{P}{A} = \frac{8,96\text{ W}}{0,19\text{ m}^2} = 47,16 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Po istem principu sem naredil izračun za ostala panela in dobil rezultate:

Tabela 1: Primerjava absorbirane gostote sevalnega toka

Proizvajalec	Gostota absorbiranega sevalnega toka $\left(\frac{W}{m^2}\right)$
D4H	26,98
easyTherm	47,16
Ekosen	53,35

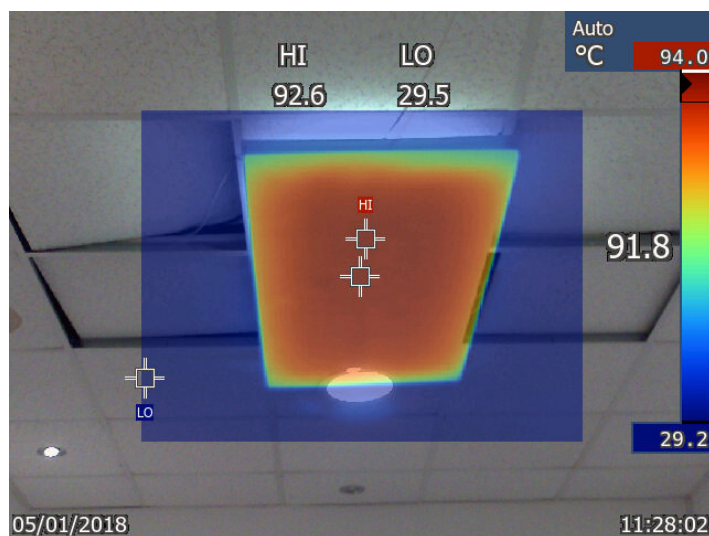
Človek v sedečem položaju oddaja toplotni tok  $57 \frac{W}{m^2}$ . Če pa želimo doseči toplotno ugodje človeka v prostoru, morajo biti toplotne izgube in toplotni dobitki v ravnovesju. Na podlagi dobljenih rezultatov lahko ugotovimo, da je vsaj v primeru panelov easyTherm in Ekosen ta pogoj v velikem deležu izpolnjen.

## 4.3 MERITEV 2: POVRŠINSKA RAZPOREDITEV TEMPERATURE

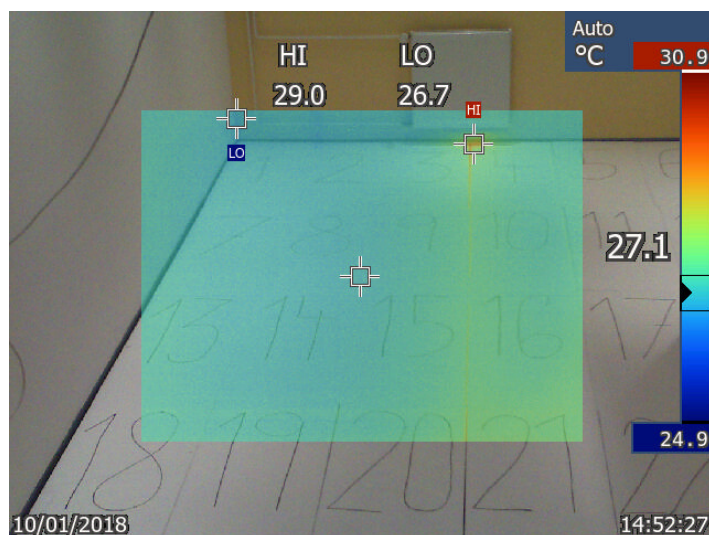
### 4.3.1 Opis meritve:

Za ta poizkus sem se odločil, ker me je zanimalo, ali so in kako velike so temperaturne razlike tal v prostoru, ki ga ogrevajo IR-paneli. Po tleh sem položil 3 cm debel stiropor, da bi preprečil dovod toplote iz tal. Vsako ploščo stiropora sem tudi oštevilčil, da sem si zagotovil večjo preglednost. Na strop sem namestil dva IR-panela Ekosen SOP700, ki sem ju povezal z regulacijsko enoto. Nato sem panela priključil na električno omrežje in po časovnih intervalih s termovizijsko kamero slikal tla. Za slikanje sem uporabil dve termovizijski kameri Fluke Ti25 in Flir T335. Po analizi sem ugotovil, da prostor, ki sem ga imel na voljo, ni bil najprimernejši. Zato menim, da narejene meritve niso dovolj točne. Kot motnje pri meritvi se izkažejo viri toplote, kot so osvetlitev prostora, električni aparati, cevne inštalacije ogrevanja in sanitarne vode. Zaradi majhne gostote energije, ki doseže tla, in zaradi prevoda toplote materiala tal je temperaturni gradient na površini plošče zelo majhen, skoraj nezaznaven z mojim načinom meritve in precej odvisen od motečih faktorjev, bistveno bolj kot zaradi ogrevanja samega.

Spoznal sem, da bi za verodostojnost meritev moral zagotoviti bistveno bolj toplotno izoliran prostor s skoraj adiabatnimi stenami, ki bi preprečevale vnos moteče toplote v prostor. Menim, da bi bilo potrebno za točne meritve površinskih temperatur, ki so posledica zgolj IR-sevanja, uporabiti podlago, narejeno iz segmentov, ki ne bi bili v medsebojnem stiku, saj bi s tem preprečil tok toplote zaradi prevoda (kondukcije) skozi material.



Slika 10: IR-panel med delovanjem



Slika 11: Termovizijski prikaz motečega vpliva - toplotvodna cev

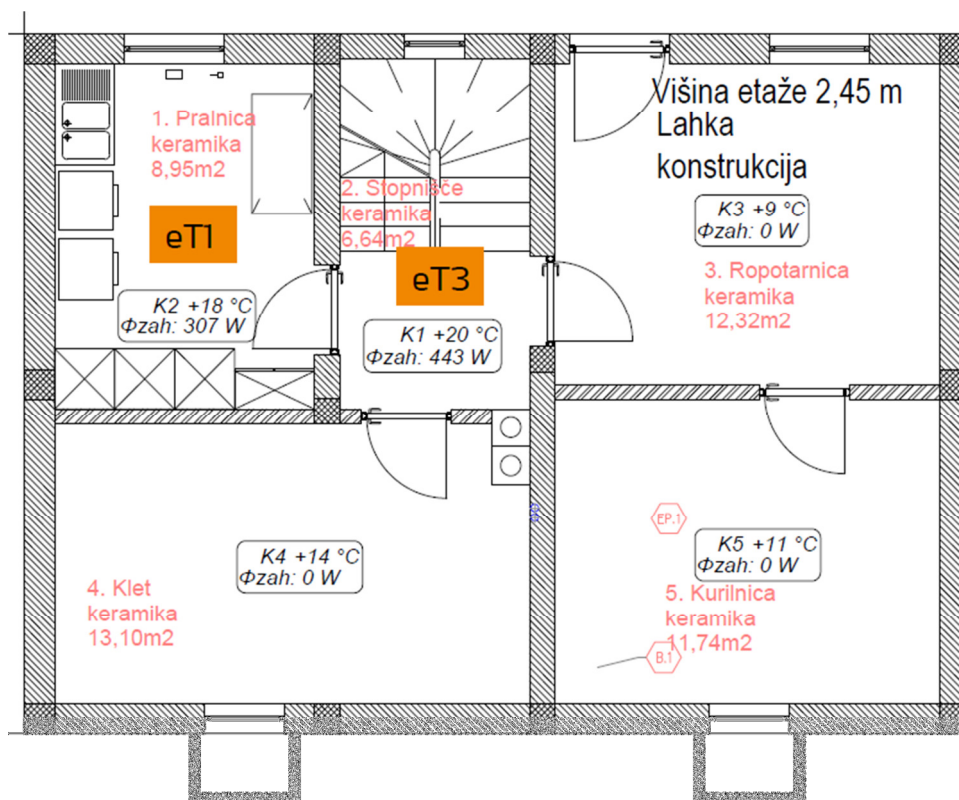
## 5 EKONOMSKA ANALIZA OGREVANJA STANOVANJSKE HIŠE Z RAZLIČNIMI OGREVALNIMI SISTEMI

### 5.1 OPIS OBJEKTA

V nalogi sem primerjal stroške, ki nastanejo pri ogrevanju izbranega objekta z različnimi načini ogrevanja. Stanovanjska hiša, ki sem jo uporabil za primer objekta, ima tri etaže – klet, pritličje in mansardo. Skupna neto uporabna površina stavbe je 111,93 m<sup>2</sup>, kondicionirana prostornina stavbe pa je 285,25 m<sup>3</sup>, površina ovoja stavbe je 286 m<sup>2</sup>. Samostojna stavba leži v normalni pokrajini s projektno temperaturo -13 °C. Temperaturni primanjkljaj znaša 3700 K dni, povprečna letna temperatura znaša 8,7 °C. Z uporabo programa URSA 4 sem izračunal potrebno letno energijo za ogrevanje, ki znaša 6809,00 kWh. Predvidoma naj bi se v stavbo vgradil toplovodni sistem ogrevanja z radiatorji. V raziskavi sem ugotavljal, kateri način ogrevanja stanovanjske hiše bi bil najugodnejši s stališča obratovalnih stroškov z upoštevanjem investicijske vrednosti ali brez nje.

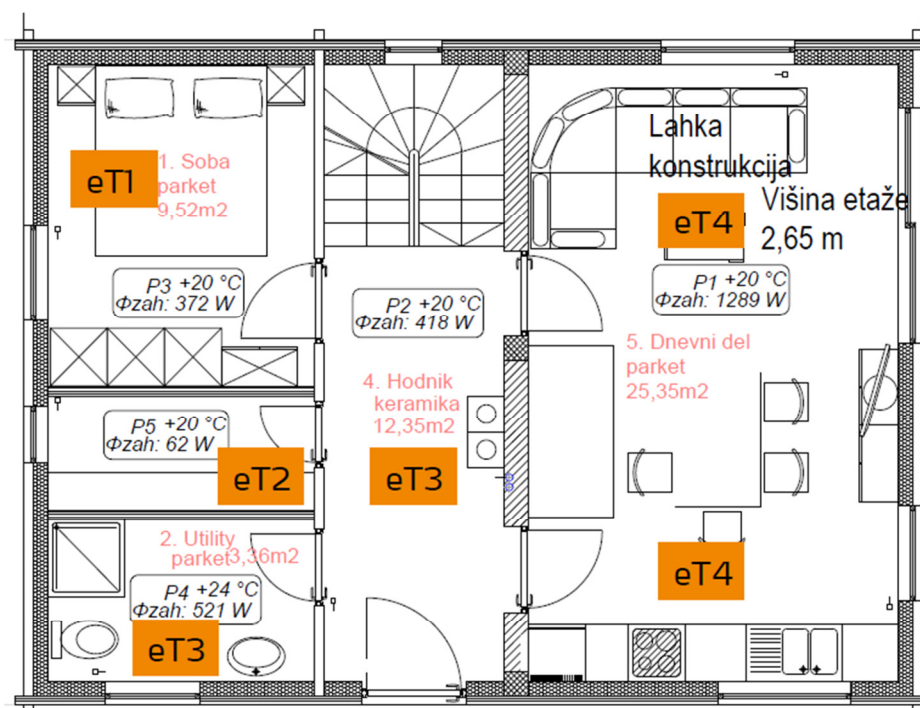
### 5.2 NAČRT OBJEKTA

#### Klet



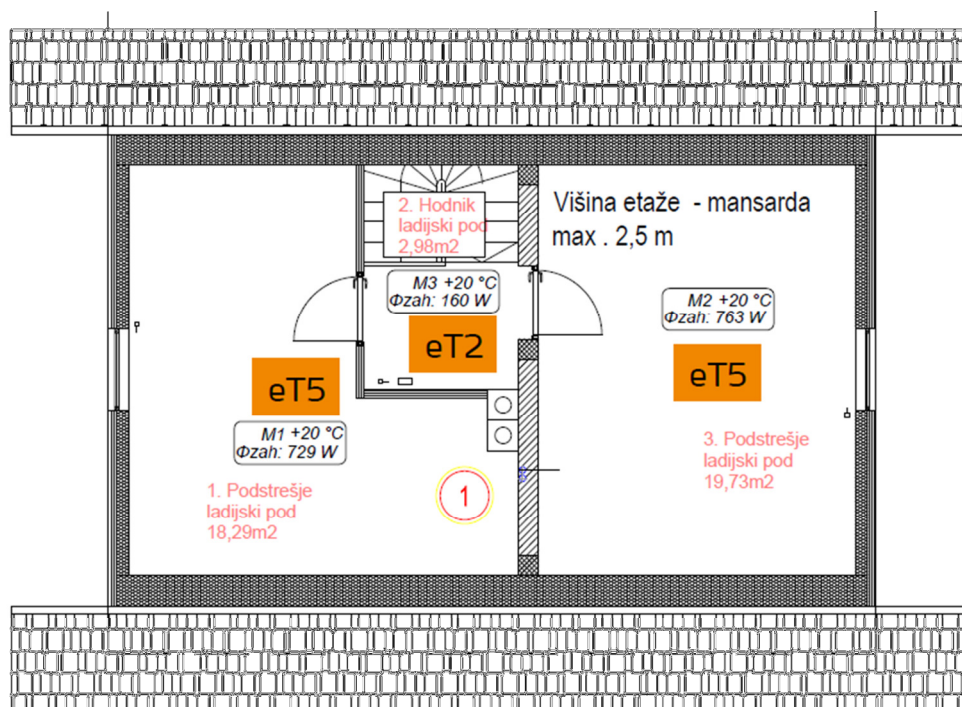
Slika 12: Prva etaža – klet

## Pritličje



Slika 13: Druga etaža – pritličje

## Mansarda



Slika 14: Tretja etaža – mansarda

### 5.3 ZNAČILNOSTI OGREVANJA Z IR-PANELI

Proizvajalci navajajo naslednje prednosti:

- velike prihranke,
- enostavno montažo,
- odlično razporeditev toplote,
- nizko porabo,
- minimalne stroške vzdrževanja,
- minimalno dvigovanje prahu – primerno za astmatike,
- enostavno in natančno upravljanje,
- zagotavljanje optimalne vlažnosti,
- brez vlage v zidovih,
- brez CO<sub>2</sub>-emisij,
- prijeten in naraven občutek toplote,
- zanesljivost sistema,
- pozitivne učinke na zdravje,
- neslišno delovanje,
- idealno za objekte, ki jih ogrevamo le občasno,
- pri adaptaciji objekta panele lahko poljubno prestavljamo.

### 5.4 OCENA INVESTICIJE VKLJUČENIH SISTEMOV OGREVANJA

V raziskavo sem vključil naslednje variante:

- radiatorsko ogrevanje z ELKO,
- radiatorsko ogrevanje z uporabo zemeljskega plina,
- talno ogrevanje z uporabo toplotne črpalke zrak/voda,
- ogrevanje z IR-paneli proizvajalca easyTherm,
- ogrevanje z IR-paneli proizvajalca Ekosen.

Za ocenitev ekonomike posamezne variante sem potreboval tudi investicijske vrednosti posameznih izvedb ogrevanja. Vrednosti investicije radiatorskega ogrevanja z ELKO, zemeljskim plinom in talnega ogrevanja sem določil na podlagi ocenjene vrednosti in



izkušenj. Pri tem sem si pomagal s portalom [www.mojmojster.net](http://www.mojmojster.net), ki podaja ocenjene vrednosti tipičnih primerov izvedenih instalacij.

Vrednosti investicije z IR-paneli pa sem dobil od prodajalcev in zastopnikov posameznega proizvajalca. Za pomoč pri izbiri ustreznih panelov sem jim poslal načrt objekta z izračunanimi toplotnimi izgubami posameznih prostorov.

Ocenjene vrednosti investicije so:

- radiatorsko ogrevanje z ELKO – ocenjena investicija  $60 \text{ EUR/m}^2 \times 110 \text{ m}^2 = 6600 \text{ EUR}$
- radiatorsko ogrevanje z uporabo zemeljskega plina in plinskim priključkom –  $75 \text{ EUR/m}^2 \times 110 \text{ m}^2 = 8250 \text{ EUR}$
- talno ogrevanje z uporabo toplotne črpalke zrak/voda moči 5 kW –  $30 \text{ EUR/m}^2 \times 110 \text{ m}^2 = 3300 \text{ EUR} + 4500 \text{ EUR} - \text{TČ} = 7800 \text{ EUR}$
- ogrevanje z IR-paneli proizvajalca Easytherm – ponudba zastopnika 10499 EUR, v kateri je 11 IR-panelov skupne nazivne moči 5445 W z regulacijo (ponudba je v prilogi C)
- ogrevanje z IR-paneli proizvajalca Ekosen – ponudba zastopnika 2848 EUR, v kateri je predvidenih 10 IR-panelov z nosilci skupne nazivne moči 5800 W in 10 brezžičnih termostатов (ponudba je v prilogi B)

## 5.5 OSNOVE IN RAZLAGA PREDPOSTAVK UPORABLJENIH V IZRAČUNU

Pri izračunu porabljene električne energije IR-panelov sem za osnovo uporabil študijo, ki jo je na graški tehnični fakulteti (Tehnische Universitat Graz, Institut fuer Experimentalphysik) izvedel prof. dr. Gernot Potlacher, kjer je ugotovil, da:

- IR-paneli proizvajalca EasyTherm porabijo v primerjavi s konvektorskim električnim grelcem z naravno konvekcijo – električnim radiatorjem moči 1,8 kW 22 % manj električne energije za ogrevanje prostora, če so preskusna prostora ogrevali na enako temperaturo (20 °C). Poizkus je potekal v dveh gradbenih kontejnerjih sočasno, zato da so zagotovili enake temperaturne razmere okolice kontejnerjev;
- da je porabljena električna energija pri ogrevanju z IR-panelom v primerjavi z električnim radiatorjem manjša celo za 43 %, če upoštevamo, da dosežemo enako toplotno ugodje skladno z ISO 7730, tudi če temperaturo zraka v kontejnerju z IR-

panelom zmanjšamo na 18 °C. To vrednost sem upošteval pri izdelavi izračuna simulacije porabljene energije za ogrevanje.

Za primerjavo med porabljeno električno energijo pri uporabi IR-panelov različnih proizvajalcev sem uporabil študijo, ki jo je izdelalo podjetje FTA, d. o. o., ki je bila izvedena na podoben način kot študija na tehnični univerzi v Gradcu, samo da sta bila v kontejnerjih nameščena dva različna IR-panela.

- Študija je pokazala, da je poraba električne energije IR-panela Ekosen v primerjavi s panelom EasyTherm za 11 % večja.

## 5.6 REZULTATI IZRAČUNA STROŠKOV OGREVANJA

Tabela 2: Letni stroški energenta

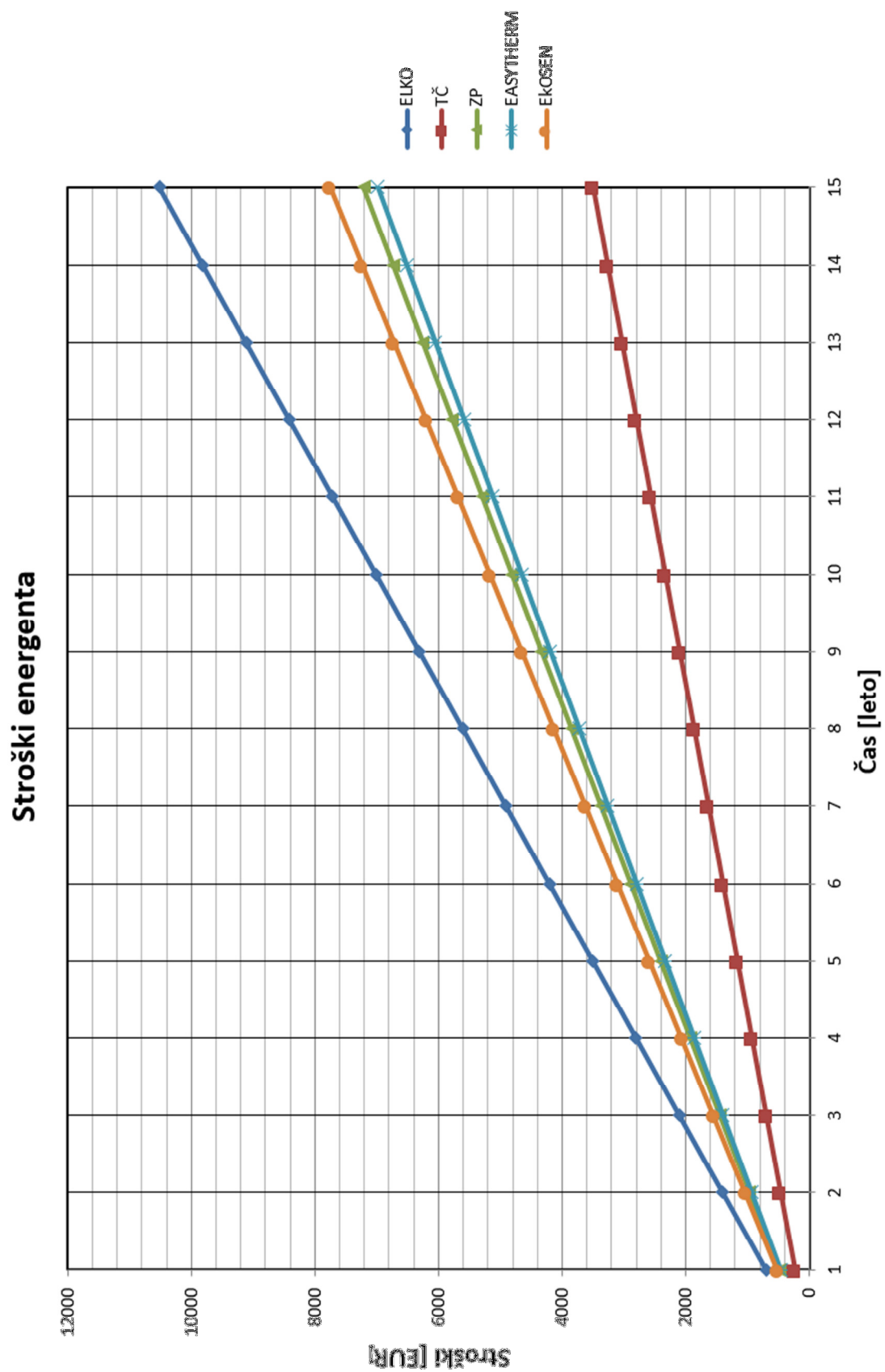
Gorivo	Potrebna količina kuriva	Izkoristek kotla	cena na enoto kuriva	cena na enoto koristne energije (cent/kWh)	Potrebna energija /leto(kWh)	strošek ogrevanja EUR	Razlika glede na ELKO
ELKO	801	0,85	0,875	10,29	6809,00	700,9	<b>0,0</b>
		COP					
ELEKTRIKA TČ	1945	3,5	0,1200	12,00	6809,00	233,5	<b>-467,5</b>
ELEKTRIKA - KONVEKTOR	6809	1	0,1200	12,00	6809,00	817,1	<b>116,2</b>
ZEM.PLIN	717	1	0,671	7,06	6809,00	480,9	<b>-220,0</b>
EASYTHERM	3881,13	1	0,1200	12,00	6809,00	465,7	<b>-235,2</b>
ECOSEN	4308	1	0,1200	12,00	6809,00	517,0	<b>-184,0</b>

Iz tabele so razvidni letni stroški energenta v odvisnosti od vrste ogrevalnega sistema in razlike glede na ELKO (ekstra lahko kurilno olje).

Tabela 3: Razvoj stroškov ogrevanja

RAZVOJ STROŠKOV OGREVANJA						
Leto	ELKO	TČ	EL. KONVEKTOR	ZEM.PLIN	EASYTERM	ECOSEN
1	701	233	817	481	466	517
2	1402	467	1634	962	931	1034
3	2103	700	2451	1443	1397	1551
4	2804	934	3268	1924	1863	2068
5	3505	1167	4085	2405	2329	2585
6	4206	1401	4902	2886	2794	3102
7	4906	1634	5720	3367	3260	3619
8	5607	1868	6537	3847	3726	4136
9	6308	2101	7354	4328	4192	4653
10	7009	2335	8171	4809	4657	5170
11	7710	2568	8988	5290	5123	5687
12	8411	2801	9805	5771	5589	6204
13	9112	3035	10622	6252	6055	6721
14	9813	3268	11439	6733	6520	7238
15	10514	3502	12256	7214	6986	7754

Tabela prikazuje razvoj kumulativnih stroškov energenta v pričakovani življenjski dobi ogrevalnega sistema.

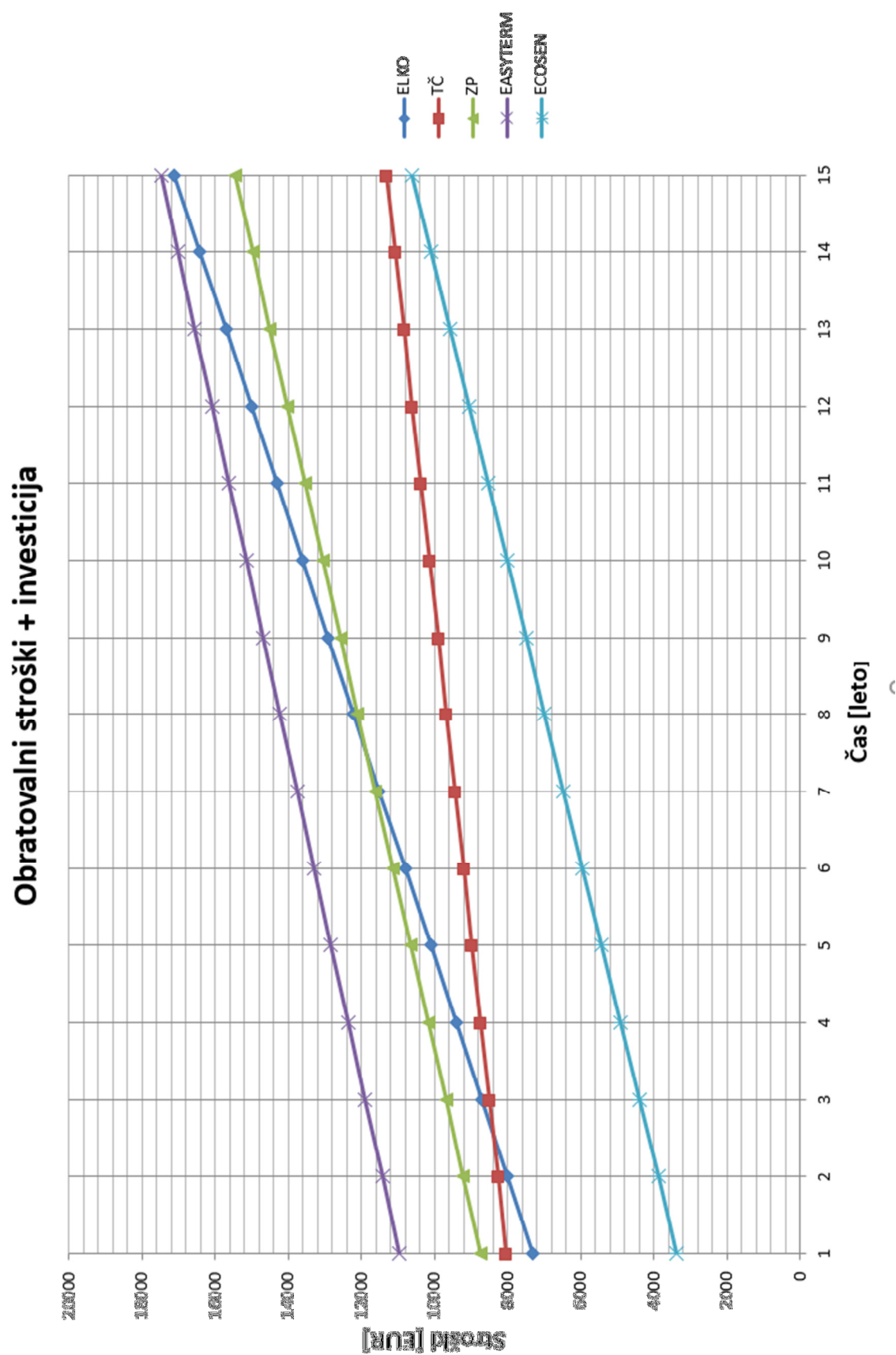


Slika 15: Diagram stroškov energenta

Tabela 4: Razvoj stroškov ogrevanja z upoštevano investicijo

RAZVOJ STROŠKOV OGREVANJA Z INVESTICIJO						
Leto	ELKO	TČ	EL. KONVEKTOR	ZEM.PLIN	EASYTERM	ECOSEN
INVESTICIJA	6600	7800		8250	10499	2848
1,00	7301	8033	817	8731	10965	3365
2,00	8002	8267	1634	9212	11430	3882
3,00	8703	8500	2451	9693	11896	4399
4,00	9404	8734	3268	10174	12362	4916
5,00	10105	8967	4085	10655	12828	5433
6,00	10806	9201	4902	11136	13293	5950
7,00	11506	9434	5720	11617	13759	6467
8,00	12207	9668	6537	12097	14225	6984
9,00	12908	9901	7354	12578	14691	7501
10,00	13609	10135	8171	13059	15156	8018
11,00	14310	10368	8988	13540	15622	8535
12,00	15011	10601	9805	14021	16088	9052
13,00	15712	10835	10622	14502	16554	9569
14,00	16413	11068	11439	14983	17019	10086
15,00	17114	11302	12256	15464	17485	10602

Ugotovimo lahko, da ima investicija velik vpliv na ekonomiko ogrevalnega sistema.



Slika 16: Prikaz stroškov ogrevanja in investicije

## 6 UGOTOVITVE

S prvo hipotezo sem se spraševal, ali so razlike med IR-paneli različnih proizvajalcev merljive. Pri meritvi 1 – segrevanje vode v pladnjih – sem na osnovi izmerjenih rezultatov ugotovil, da razlike zagotovo so. Razlike, ki sem jih izmeril in izračunal, pa so precejšne. Po mojem mnenju so odvisne od specifične gostote sevalnega toka panela posameznega proizvajalca. Ob pregledu dosegljive strokovne literature sem ugotovil, da tudi druge študije ugotavljajo razlike, podobne kot so se pojavile v moji raziskavi. Za večjo verodostojnost rezultatov in opredelitev vseh možnih dejavnikov, ki vplivajo na natančnost in celovitost pridobljenih spoznanj, pa bi bilo potrebno narediti obsežnejšo raziskavo. Meritve bi morale zajeti čim večje število panelov različnih proizvajalcev, segrevati bi morali različne materiale različni barv, z različnimi stanji površine, na različnih razdaljah od vira sevanja, v strogo nadzorovanih pogojih itd. Takšne kompleksne raziskave pa zahtevajo znatna finančna sredstva, ustrezno opremo, znanje in čas.

Z drugo hipotezo sem želel ugotoviti, ali je ogrevanje z IR-paneli ekonomično in gospodarno v primerjavi s klasičnimi sistemi ogrevanja. V primeru stanovanjske hiše, na kateri so temeljijo moji izračuni, sem ugotovil, da ima višina investicije ključno vlogo pri odgovoru na zastavljeno hipotezo, zato enoznačen odgovor z da ali ne ni možen. V mojem primeru se izkaže investicija v IR-panele proizvajalca Ekosen za uporabnika zelo ugodna. Razlog se skriva predvsem v daleč najnižji investicijski vrednosti, ki znaša 2848 EUR. V primeru odločitve za drugega proizvajalca pa je odgovor popolnoma drugačen. Kljub manjši porabi energenta (ca. 11 %) se nakup IR-panelov Easytherm izkaže za slabšo investicijo zaradi velikega začetnega vložka, ki znaša kar 10499 EUR. Raziskava je pokazala, da je za ogrevanje stanovanjske hiše v mojem primeru glede na potreben začetni vložek in obratovalne stroške najugodnejša odločitev za panele Ekosen. Potrebno pa je upoštevati dejstvo, da potrebujemo dodaten sistem priprave sanitarne tople vode, kar pa omogoča toplotna črpalka. Toplotna črpalka je po vrstnem redu drugi najugodnejši način ogrevanja, saj jo odlikujejo najnižji obratovalni stroški, težava pa je v precej visoki začetni investiciji, ki znaša 7800 EUR.

## **7 ZAHVALA**

Zahvaljujem se svojemu mentorju Radovanu Repniku, ki mi je nudil pomoč in me usmerjal, podjetjem easyTherm GmbH (Avstrija), Ekosen, d. o. o., in FTA, d. o. o., ker so mi posodili panele, Dušanu Jugu, ki nam je omogočil obisk, predstavitev izdelkov in predstavitev prodaje pri podjetju easyTherm GmbH, Polonci Glojek, ki je lektorirala nalogo, in mag. Silvi Hudournik za lektoriranje angleškega povzetka.

## **8 PRILOGE**

- Priloga A: Izkaz energijskih lastnosti stavbe



### IZKAZ ENERGIJSKIH LASTNOSTI STAVBE

za PGD

Investitor	
Stavba	STANOVANJSKA HIŠA
Lokacija stavbe	
Katastrska občina	
Parcelna(e) številka(e)	
Koordinate lokacije stavbe (X,Y)	
Vrsta stavbe	Šifra: 11100 Enostanovanjske stavbe
Etažnost	do tri etaže
Projektant	
Odgovorni vodja projekta	
Izdelovalec izkaza	
Izdelano na podlagi elaborata	85/12, 10.06.2013
Datum izdelave izkaza	12.06.2013
<b>Izjavljam, da iz izkaza energijskih lastnosti stavbe izhaja, da stavba dosega predpisano raven učinkovite rabe energije.</b>	
Podpis izdelovalca izkaza: .....	

Neto uporabna površina stavbe	$A_n = 311,63 \text{ m}^2$
Kondicionirana prostornina stavbe	$V_n = 288,25 \text{ m}^3$
Površina toplotnega ovoja stavbe	$A = 286,07 \text{ m}^2$
Obilinski faktor	$f_c = A/V_n = 1,00 \text{ m}^{-1}$

Temperaturni prienosni koeficient (za ogravanje)	$DD = 5,702,00 \text{ K ch}$
Temperaturni presček (za hlajenje)	$DH = 0,00 \text{ K ur}$
Povprečna letna temperatura zunanje zraka $T_{e,avg}$	$T_{e,avg} = 6,7 \text{ °C}$

Toplotne prehodnosti elementov ovoja stavbe					
Neprozorni elementi					
Oznaka elementa	Orientac., milion	Površina (m <sup>2</sup> )	U(W/m <sup>2</sup> K)	U <sub>total</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	
01A	S. 00	26,47	0,21	0,20	
01B	V. 00	26,50	0,21	0,20	
01C	J. 00	26,60	0,21	0,20	
01D	Z. 00	26,62	0,21	0,20	
01E	S. 00	27,07	0,20	0,20	
01F	V. 00	26,21	0,21	0,20	
01G	. 0	49,29	0,20	0,20	
01H	S. 45	26,18	0,16	0,20	
01I	J. 45	26,28	0,16	0,20	
01J	J. 00	7,61	1,00	1,00	
01K	Z. 00	7,62	0,20	0,20	
01K na kranju – ENERGETSKO SKLOP					
Prozorni elementi					
Oznaka elementa	Orientac., milion	Površina (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	U <sub>total</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Faktor površin okolišnega sredstva
02A	S. 00	1,40	1,40	1,70	0,50
02B	V. 00	2,40	1,40	1,70	0,50
02C	J. 00	2,40	1,40	1,70	0,50
02D	Z. 00	2,40	1,40	1,70	0,50
02E	S. 00	0,64	1,40	1,70	0,50
02F	Z. 00	0,64	1,40	1,70	0,50

Prozorni elementi					
	Orientac. milon	Površina (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	U <sub>norm</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Faktor povečanja osrednjega srednjega srednjega
Okna	5,90	1,96	1,02	1,30	0,52
Strop	9,90	6,00	1,21	1,30	0,47

Način upoštevanja vpliva toplotnih mostov	- EN ISO 13789, SIST EN ISO 14683 - SIST EN ISO 10211 - s katalogi, razpisni listi strojarstvi - na prostovoljni način	
Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe	<b>končni</b> $K'_{t} = 0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$	<b>največji dovoljeni</b> $K'_{t,max} = 0,37 \text{ W/m}^2\text{K}$
Letna raba primarne energije	$Q_p = 2.740,95 \text{ kWh}$	$Q_{p,max} = 33.494,66 \text{ kWh}$
Letna potrebna toplota za ogrevanje	$Q_{ht} = 6.802,89 \text{ kWh}$	$Q_{ht,max} = 8.601,82 \text{ kWh}$
Letni potrebni hladi za hlajenje	$Q_{ht,c} = 145,57 \text{ kWh}$	$Q_{ht,c,max} = 7.835,10 \text{ kWh}$
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enote nato upoštevna posušila in kondicionirna prostornina	<b>končni</b>	<b>največje dovoljena</b>
1 - stanovanjska stavba	$Q_{ht}/A_{t} = 60,83 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$(Q_{ht}/A_{t})_{max} = 76,85 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
	$Q_{ht}/V_{t} = 23,67 \text{ kWh/m}^3\text{a}$	
2 - nestanovanjska stavba		
3 - javna stavba		
Zagotavljanje obnovljivih virov energije		
	Doseženo (%)	Zagotovljeno (DA/NE)
<b>Osnovni pogoj</b>		
najmanj 25% celotne končne energije je zagotovljeno z uporabo obnovljivih virov	Viri Trdn.bio. 93 Viri Viri Skupaj 93	DA
<b>Izjeme, ki nadomeščajo osnovni pogoj</b>		
najmanj 25% potrebne energije je iz sončnega obsevanja		
najmanj 30% potrebne energije je iz plovilne biomase		
najmanj 50% potrebne energije je iz trdn biomasa	100	DA
najmanj 70% potrebne energije je iz geotermalne energije		
najmanj 50% potrebne energije je iz toplote okolja		

najmanj 50% potrebne energije je iz naprav SPTE z visokim izkoristkom		
stavba je najmanj 50 % oskrbovana iz energetske učinkovitega sistema daljnosežnega ogrevanja/hlajenja		
letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe, preračunana na enoto uporabne površine, je najmanj za 30 % manjša od največji vrednosti	79	NE
vsajeden je najmanj 6 m <sup>2</sup> (svetlo površina) oprejenikov svetlo energije z letno donosom najmanj 500 kWh/(m <sup>2</sup> a)		

Kazalniki letne rabe primarne energije za delovanje sistemov	
Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine stavbe 2- stanovanjske stavbe	$Q_{PE} = 2155 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Letna raba primarne energije na enoto kondicionirane prostornine stavbe (2 - stanovanjske stavbe 3 - javne stavbe)	

Kazalniki letnih izpustov CO <sub>2</sub> zaradi delovanja sistemov	
Letni izpusti CO <sub>2</sub>	925,32 kg
Letni izpusti CO <sub>2</sub> na enoto uporabne površine stavbe (1- stanovanjske stavbe)	6,30 kg/m <sup>2</sup> a
Letni izpusti CO <sub>2</sub> na enoto kondicionirane prostornine stavbe (2 - stanovanjske stavbe 3 - javne stavbe)	1,26 kg/m <sup>3</sup> a

○ Priloga B

Poz.	Vrsta blaga - storitev	Kol.	EM	MPC	R %	DDV %	Vred. z DDV
1.	IR. Panel Ecosun 700U	2	kos	262,80	18	22%	430,99
2.	IR. Panel Ecosun 600U	3	kos	238,79999	18	22%	587,44
3.	IR. Panel Ecosun 300U	1	kos	158,79999	18	22%	130,21
4.	Ir. Panel ECOSUN 400K+	5	kos	198,80	18	22%	815,08
5.	IR panel Ecosun 100K+	1	kos	128,80	18	22%	105,62
6.	Ir. Panel ECOSUN 200K+	1	kos	132,858	18	22%	108,95
7.	Stropni nosilec za Ecosun K+	7	kos	9,60	18	22%	55,10
8.	Brezžični termostat T15RF	10	kos	74,90	18	22%	614,18

Kontrolna količina:	30
Znesek brez popusta:	3.472,66
Popust:	-625,09
Skupaj vrednost brez DDV:	2.334,07
Osnova 22%:	2.334,07
DDV 22%:	513,50
<b>Za plačilo EUR:</b>	<b>2.847,57</b>

○ Priloga C

Panel	količina	cena/kos	cena	moč enega (W)	moč (W)
eT1 comfort701	2	829 €	1.658 €	350	700
eT2 comfort350	2	459 €	918 €	175	350
eT3 comfort1030	3	989 €	2.967 €	515	1545
eT4 comfort1350	2	1.099 €	2.198 €	675	1350
eT5 comfortSoft1500	2	1.379 €	2.758 €	750	1500
		skupna cena	10.499 €	skupna moč (W)	5445

## 9 VIRI IN LITERATURA

- [https://sl.wikipedia.org/wiki/Stefan-Boltzmannov\\_zakon](https://sl.wikipedia.org/wiki/Stefan-Boltzmannov_zakon) (15. 1. 2018)
- Infrared Training Centre, Stockholm, Sweden (prevod v slovenščino) (9. 1. 2018)
- Container test 2017: GL&P vs. EasyTherm, FTA, d. o. o. (20. 1. 2018)
- Auswertung Testcontainer Winter 2011/12 Betriebsgelände der Fa. easyTherm, Graška tehnična fakulteta. (20. 12. 2017)
- [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/sl/thumb/d/d9/Lastnosti\\_em\\_spektra.png/400px-Lastnosti\\_em\\_spektra.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/sl/thumb/d/d9/Lastnosti_em_spektra.png/400px-Lastnosti_em_spektra.png) (21. 1. 2018)
- <https://www.vernier.com/products/interfaces/labq/hardware/> (14. 2. 2018)
- <http://www.schoolsavers.com/store/Vernier-LABQ-LabQuest-P506C98.aspx> (14. 2. 2018)
- <https://www.conrad.com/ce/en/product/104366/FLIR-T335-Thermal-Imaging-Camera> (16. 2. 2018)
- <http://www.proficenter.si/ponudba/instrumenti/enostavna-termografska-kamera-za-industrijske-uporabnike-ti25> (16. 2. 2018)