

ŠOLSKI CENTER VELENJE  
RUDARSKA ŠOLA  
Trg mladosti 3, 3320 Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA

**TERMOVIZIJA PASIVNE HIŠE NA MIC VELENJE**

Tematsko področje: DRUGO (MERILNA TEHNIKA)

Avtorici:

Katja Deleja, 2. letnik

Živa Hrabra, 2. letnik

Mentor:

Stanislav Osojnik

Velenje, 2012

Raziskovalna naloga je bila izdelana na MIC Velenje, 2012

Mentor:  
Stanislav Osojnik

Datum: predstavitve marec 2012

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD ŠC VELENJE 2012

KG Termovizija pasivne hiše na MIC Velenje

AV **DELEJA Katja, HRABRA Živa**

SA OSOJNIK Stanislav

KZ 3320 Velenje, SLO, Koroška cesta 62 b

ZA ŠC Velenje, Rudarska šola

LI 2012

IN **TERMOVIZIJA PASIVNE HIŠE NA MIC VELENJE**

TD RAZISKOVALNA NALOGA

OP 30 s., 26 fotografij

IJ SL

JI sl / en

AL Odločili sva se, da raziščeva termovizijo pasivne hiše na MICU, da ugotoviva, če je res tako dobro narejena, kot pravijo, predvsem z energetskega vidika. Nizko energetske hiše so zdaj bolj nova stvar, ki je vedno bolj popularna in se zanjo odloča čim večje število ljudi, ker naj bi se zanjo porabilo manj energije in posledično potem tudi manj denarja. Govori se, da naj bi nekoč te hiše zamenjale današnje in hoteli sva se prepričati, če imajo te hiše res prihodnost oz. če niso zelo podobne sodobnim.

S tem raziskovanjem sva se naučili tudi zelo veliko o metodah termovizijskih meritev stavb s pomočjo termovizijske kamere, ki sva jo tudi podrobno spoznali. Na internetu in v praksi. Izvedli sva zunanje in notranje termovizijske meritve pasivne hiše na MICU. Že prve raziskave pa so pokazale, da so ovoj hiše, okna, stekla, vrata, talna in stropna izolacija dobro narejeni. In to nama je prineslo še več zagona za nadaljnje delo.

Pristopili sva še k podrobnejšim in strokovnim obdelavam posnetih slik, kjer sva si pomagali z zato namenjenima specialnima programoma za obdelavo in prikaz rezultatov. In tako sva znova in znova prihajali do novih spoznanj. Če bomo nekoč vsi živeli v takih hišah, se nama je zdelo prav, da najine ugotovitve deliva z drugimi.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND SC VELENJE 2012
- CX thermovision / pasive house at MIC Velenje
- AU DELEJA Katja, HRABRA Živa
- PP OSOJNIK Stanislav
- PB 3320 Velenje, SLO, Koroška cesta 62 b
- ZA SC Velenje, School of Coal-mining
- PY 2012
- TI THERMOVISION OF THE PASSIVE HOUSE AT MIC VELENJE
- DT RESEARCH WORK
- NO 30 p., 26 photos
- LA SL
- AL sl / en
- AB We decided to do a research on thermovision of the passive house at MIC in order to find out whether it is really so well done like they say, especially from the energy point of view. Low-energy houses are becoming more and more popular. A lot of people decide to have low energy houses since these houses use less energy and thus save money in longer terms. It is said that one day these houses will replace today's houses. We wanted to make sure whether this will really happen. Throughout the process of our research we learned a lot about the thermovision methods of measurement of buildings and the thermovision camera. We carried out inner and outer thermal imaging measurements of buildings at MIC. The first studies already showed that the house wrap, windows, glass, door, floor and ceiling insulation are well made. This gave us even a greater motivation for our further work. We studied the images even into a greater and more professional detail using special programmes for processing and displaying the results. This led us to new findings which we find very useful to share with the others.

## KAZALO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....	II
KEY WORDS DOCUMENTATION .....	III
KAZALO .....	IV
KAZALO SLIK.....	V
1. UVOD.....	1
1.1 Termovizija ali termografija.....	1
1.2 Termo kamera.....	1
2. UPORABA TERMOVIZIJE .....	3
2.1 Uporaba termovizije v gradbeništvu.....	3
2.2 HIPOTEZA: .....	4
3. CILJ NALOGE.....	5
4. IZVEDBA TERMOVIZIJSKIH MERITEV .....	6
4.1 Rezultati meritev .....	7
4.2 Splošni podatki objekta .....	8
4.3 Analiza termovizijskih meritev .....	9
4.31 Splošne ugotovitve .....	9
4.4 ZUNANJA TERMOVIZIJA: .....	10
4.5 NOTRANJA TERMOVIZIJA:.....	17
5. RAZPRAVA.....	21
6. ZAKLJUČEK .....	22
7. VIRI IN LITERATURA:.....	23
8. ZAHVALA.....	24

## KAZALO SLIK

Slika 1: Termovizijska kamera .....	2
Slika 2: Cerkev .....	4
Slika 3: Termovizija cerkve .....	4
Slika 4: Lega pasivne hiše .....	8
Slika 5: Situacija pri vhodnih vratih .....	10
Slika 6: Razporeditev temperatur na oblogi sev. fasade .....	10
Slika 7: Razmere pri dotiku s tlemi .....	11
Slika 8: Porazdelitev temperatur na ostrešju .....	11
Slika 9: Kopičenje toplotne energije pri strehi .....	12
Slika 10: Primerjava okna z lesenim delom fasade .....	12
Slika 11: Temperaturna razporeditev na zastrtem oknu .....	13
Slika 12: Primerjava med oknom in fasado .....	13
Slika 13: Ekstrem: temperatura pri zračniku .....	14
Slika 14: Prikaz temperaturne porazdelitve na lesenem delu fasade .....	14
Slika 15: Les pri dotiku s tlakovci .....	15
Slika 16: Primerjava: steklo, okvir, les .....	15
Slika 17: Razporeditve temperatur na vzhodnem delu fasade .....	16
Slika 18: Situacija pri prisilnem zračenju .....	16
Slika 19: Talno ogrevanje pri dotiku s steno .....	17
Slika 20: Razpon temperatur pri talnem ogrevanju .....	17
Slika 21: Temperature na steni .....	18
Slika 22: Temperature na steklu manjše kot drugje .....	18
Slika 23: Primerjava: strop, okno, prehod .....	19
Slika 24: Opazovanje tople vode pri umivalniku .....	19
Slika 25: Ekstrem notranje temperature na grelniku vode .....	20
Slika 26: Temperaturne razmere pri razsmerniku .....	20

## **1. UVOD**

### **1.1 Termovizija ali termografija**

Termografija je nekontaktna, nedestruktivna in neinvazivna metoda merjenja temperature na površini kakršnegakoli objekta.

Termografska kamera nam omogoča zelo hitro in enostavno merjenje temperature na površini merjenih objektov ter slikovni prikaz porazdelitve temperature po površini merjenega objekta v različnih barvnih skalah. Barvne skale izberemo glede na merjen objekt in potrebo prikazovanja porazdelitve temperature.

Pri termografskih pregledih uporabljamo visoko kvalitetno termografsko kamero podjetja Fluke s temperaturno občutljivostjo  $0,08^{\circ}\text{C}$ , kar nam omogoča prikazovanje najmanjših temperaturnih razlik.

Termovizija omogoča zelo natančne brezkontaktne meritve temperature z velikih razdalj in porazdelitev toplote na merjencu. Termovizija omogoča identifikacijo napak in toplotnih izgub objekta. [2]

### **1.2 Termo kamera**

Termokamere, ki jih pogosto imenujemo tudi infrardeče ali pa toplotne kamere, so človekovo sposobnost zaznavanja svetlobe razširile iz vidnega v srednji in dolgovalovni infrardeči del spektra. Po delovanju in zgradbi so enake običajnim TV video kameram, imajo optiko, detektor IR sevanja, elektroniko za obdelavo signalov in zaslon za prikaz toplotne slike. Format slike običajno ustreza različnim TV standardom, od tod tudi ime »termovizija«, ki pa se vse manj uporablja. To ime je zaščitila švedska firma AGA, ki je leta 1965 izdelala prvo termokamero za nevojaške uporabnike. Američani te naprave že od začetkov petdesetih letih imenujejo FLIR, »Forward Looking InfraRed«, medtem ko Evropejci pogosteje uporabljajo ime »Thermal Imager« ali »IR Camera«.

Uporabnost termokamer je omejena na območje »atmosferskih oken«, to je na tisti del spektra IR sevanja, ki ga ozračje prepušča v zadovoljivi meri. Najpomembnejši sta okni v območju valovnih dolžin med 3 in 5 ter med 8 in 14 mikrometri. Za termokamere je ugodna okoliščina, da telesa z normalnimi zemeljskimi temperaturami, to je približno 300K, sevajo največ energije prav v območju valovnih dolžin med 8 in 14 mikrometri. Na kratko lahko rečemo, da termokamere združujejo tehnologije, ki v stvarnem času pretvarjajo toplotno sliko v vidno. Medtem ko je vidna slika predvsem rezultat razlik v reflektivnosti površin teles in je za njen nastanek nujno potrebna osvetlitev, bodisi z naravno ali umetno svetlobo, je toplotna slika rezultat lastnega sevanja, ki ga

določata temperatura ter emitivnost površine sevalca. Prav v tem pa tiči razlog za izredno razširjeno uporabo termokamer na vseh področjih človekovega delovanja. [1]

Termovizijska kamera je razširila človekovo sposobnost zaznavanja iz področja vidne svetlobe tudi na infrardeči spekter in s tem neposreden vpogled v stanje snovi. Pri uporabi termovizije moramo poznati fizikalne, biološke ali kemične procese in zakonitosti, ki nam omogočajo odkrivati posamezne dogodke na osnovi toplotnih sprememb, sicer nam sama slika ne pove veliko.

Vsa telesa sevajo toploto glede na temperaturo v skladu z zakonom radiacije črnega telesa.

Termovizija ali toplotne kamere detektirajo radiacijo v infrardečem spektru elektromagnetnega valovanja (valovna dolžina od približno 4 do 14  $\mu\text{m}$ ) in prikažejo slike na osnovi te radiacije.

Začetki uporabe termovizije segajo v leto 1950, v obdobje hladne vojne, kjer sta obe strani razvijale termovizijo kot zelo pomembno vojaško orodje pod oznako strogo zaupno. Razvoj termografije se je v letih 1960 preselil tudi na civilno področje. Največji napredek pa je nastal z razvojem računalnikov, ki so dvignile termovizijo na drugo raven in je postala počasi dostopna tudi v industrijske in gradbene namene.

Cene kamer so se iz nekaj deset tisoč evrov spustile do tisoč evrov, kar pomeni da si že vsako podjetje lahko privošči nakup kamere za vsakodnevno uporabo.



Slika 1: Termovizijska kamera



## **2. UPORABA TERMOVIZIJE**

Danes se termovizija zaradi dovršenosti in cenovne sprejemljivosti uporablja v zelo praktično na vseh področjih. Tipična področja uporabe so:

- vojaška panoga
- medicina
- varovanje in zaščita
- industrija
- transport
- gradbeništvo
- razvoj [4]

### **2.1 Uporaba termovizije v gradbeništvu**

Pomen energetske učinkovitosti je zaradi cene energentov za ogrevanje in hlajenje vedno bolj prisotno tudi v gradbeništvu, poleg tega pa se zavedamo pomebnosti udobnega in zdravega bivalnega okolja. Večina starejših zgradb in tudi nekatere nove zgradbe ne ustrezajo zahtevam po energetske učinkovitosti.

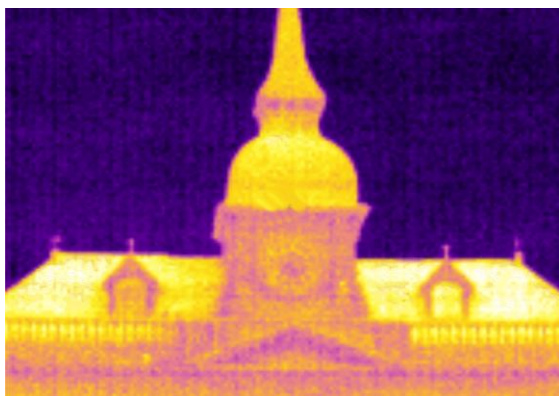
Napake, ki se pojavljajo tudi pri novogradnjah, so konstrukcijske napake pri gradnji, izvedbi toplotne izolacije, napake pri vgradnji oken in vrat, hidroizolaciji streh, sten, balkonov, napake na instalacijskih sistemih električnega sistema in toplovoda.

Te napake pa so vzrok za povečano porabo energije pri ogrevanju ali hlajenju in slabšanje kakovosti bivalnega okolja.

Vse to so razlogi za uporabo orodja kot je termovizija, ki te nepravilnosti hitro odkrije in omogoči pravočasno sanacijo. [3]



Slika 2: Cerkev



Slika 3: Termovizija cerkve

## 2.2 HIPOTEZA:

- Pasivna hiša na MIC Velenje je dobro izolirana.

### **3. CILJ NALOGE:**

Cilj naloge je bil, da ugotoviva, če je pasivna hiša na MIC Velenje dobro izolirana. Da bi to ugotovili, sva izvedli notranje in zunanje termovizijske meritve. Pri tem sva si pomagali s termovizijsko kamero, slike pa sva potem obdelali v programu Smart View.

#### **4. IZVEDBA TERMOVIZIJSKIH MERITEV**

Objekt: PASIVNA HIŠA MIC Velenje  
Koroška cesta 62 b  
3320 Velenje

Čas izvajanja meritve: četrtek, 19. 1. 2012 od 13.10 do 13.40

Merilni instrument: Fluke Ti25 Thermal Imager  
Serijska številka: Ti25 08080789

Meritve izvedel: Katja Deleja, Živa Hrabra

#### **4.1 Rezultati meritev**

**Minimalna temperatura na ovoju objekta: - 1,5 °C**

**Maksimalna temperatura na ovoju objekta: 24,9 °C**

**Notranja temperatura: 23,0 °C**

**Zunanja temperatura: 1 °C**

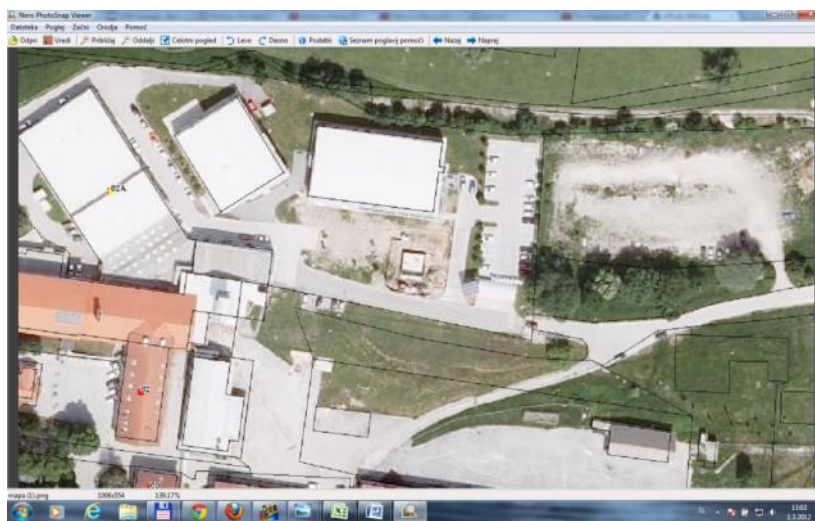
**Zunanja vlaga: 59,5 %**

## 4.2 Splošni podatki objekta

PASIVNA HIŠA MIC

Koroška cesta 62 b

3320 Velenje



Slika 4: Lega pasivne hiše

- Objekt leži na koordinatah

GKY = 508059, GKX = 136506

- Nadmorska višina je 390 m

### **4.3 Analiza termovizijskih meritev**

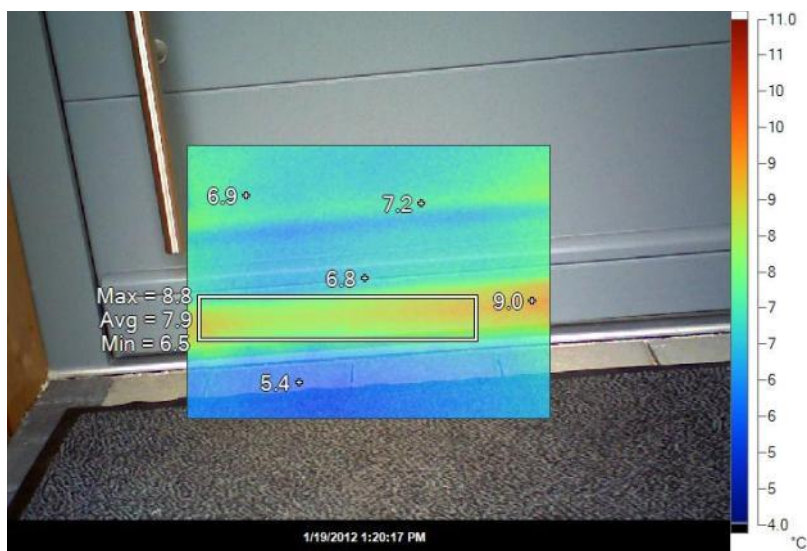
#### **4.31 Splošne ugotovitve**

Termovizijske meritve na zunanem delu objekta, so potrdile naše domneve, da je ovoj PASIVNE HIŠE na MIC narejen zadovoljivo. Ni opaziti prevelikih temperaturnih razlik.

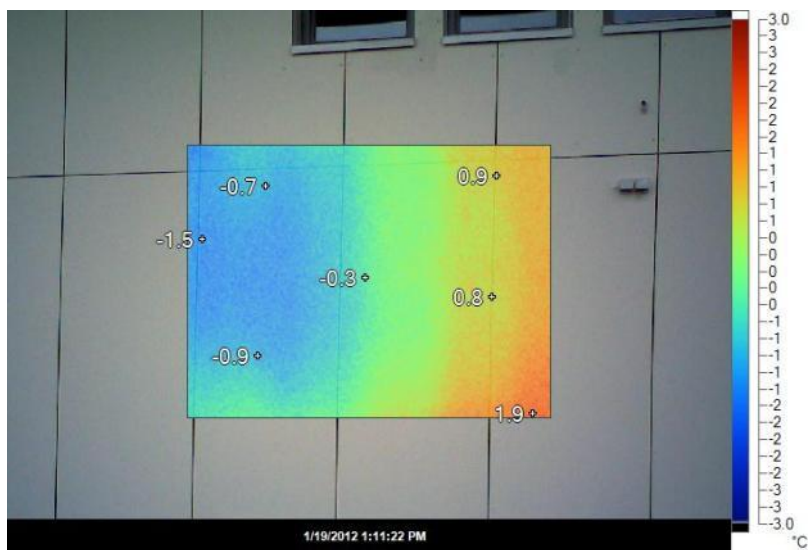
Zgornji ekstrem temperature na ovoju je na odprtem oknu. Vzrok je v prisilnem prezračevanju hiše, ki je zgrajena pred enim letom, torej se gradbeni material še suši in hišo zračimo.

Temperature 10 °C na zračniku niso visoke, ker uporabljamo sistem rekuperacije, ki zraku, ki gre skozi zračnik, odvzamemo toploto in jo uporabljamo pozneje za gretje hiše.

#### 4.4 ZUNANJA TERMORIZIJA:



Slika 5: Situacija pri vhodnih vratih



Slika 6: Razporeditev temperatur na oblogi sev. fasade

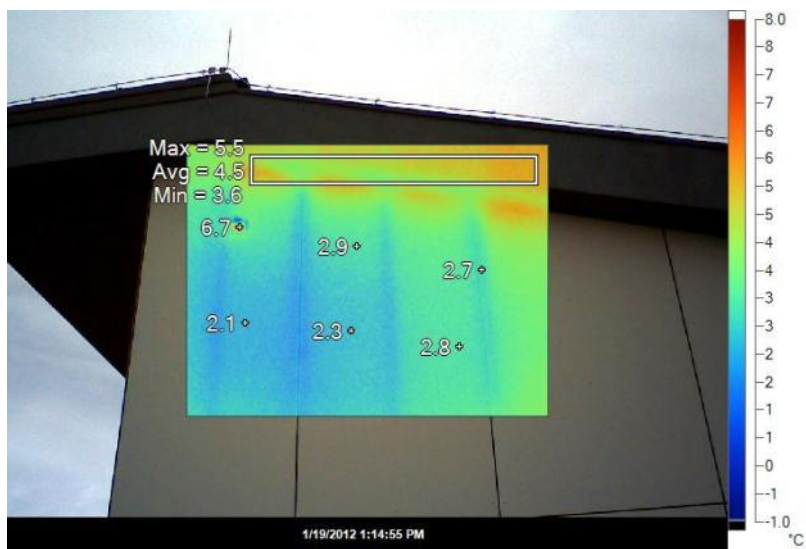




Slika 7: Razmere pri dotiku s tlemi



Slika 8: Porazdelitev temperatur na ostrešju



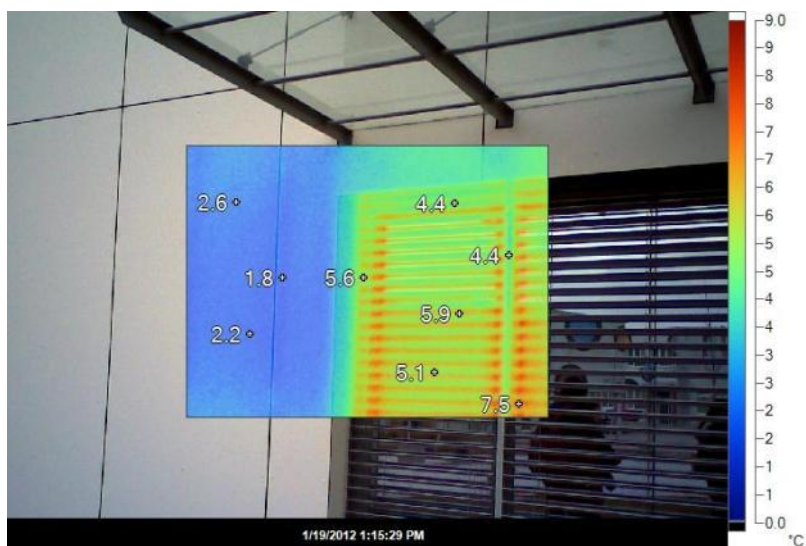
Slika 9: Kopičenje toplotne energije pri strehi



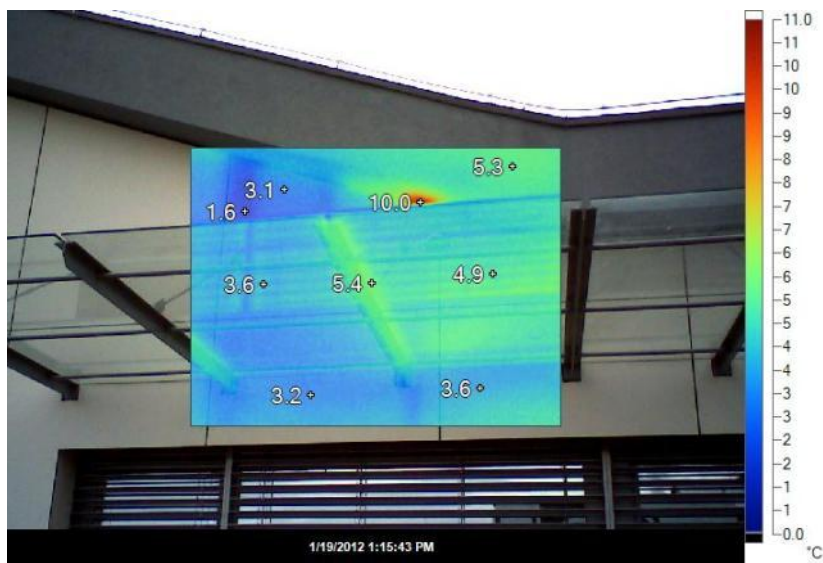
Slika 10: Primerjava okna z lesenim delom fasade



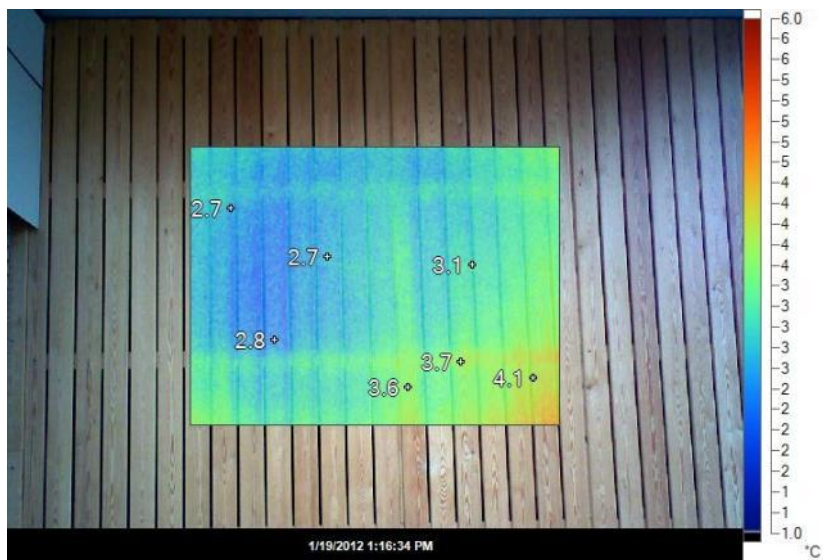
Slika 11: Temperaturna razporeditev na zastrtem oknu



Slika 12: Primerjava med oknom in fasado

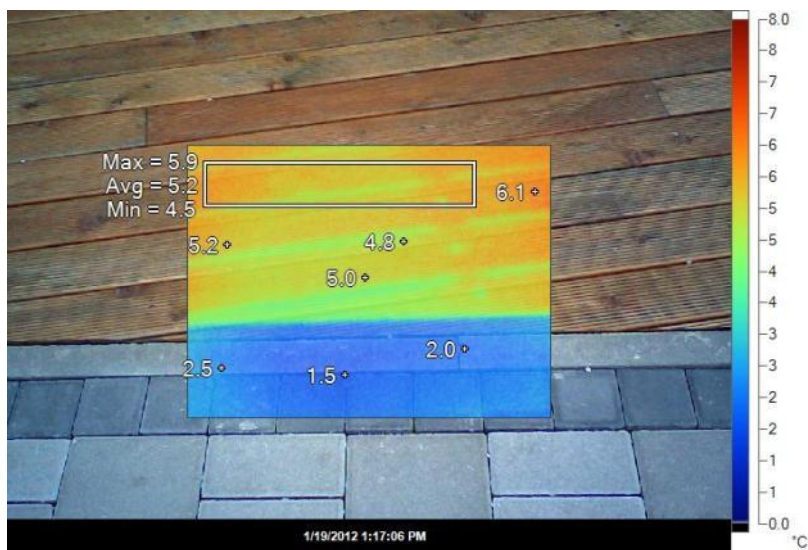


Slika 13: Ekstrem: temperatura pri zračniku



Slika 14: Prikaz temperaturne porazdelitve na lesenem delu fasade





Slika 15: Les pri dotiku s tlakovci



Slika 16: Primerjava: steklo, okvir, les



Slika 17: Razporeditve temperatur na vzhodnem delu fasade

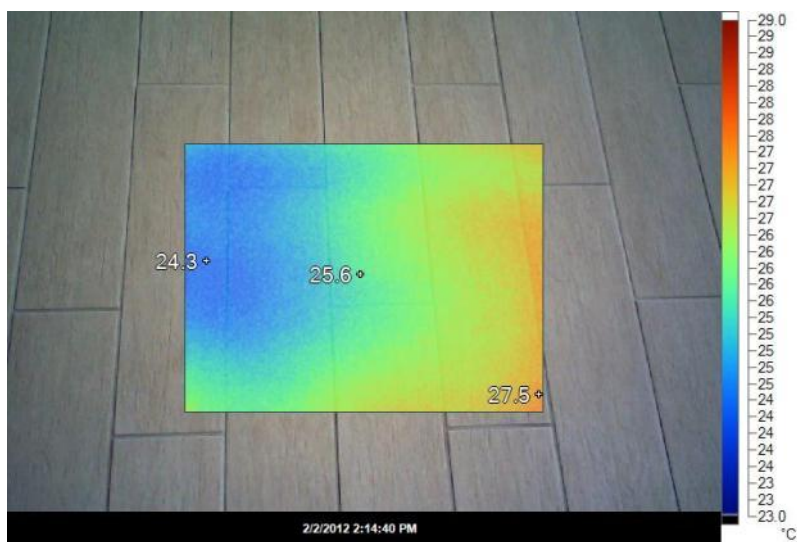


Slika 18: Situacija pri prisilnem zračenju

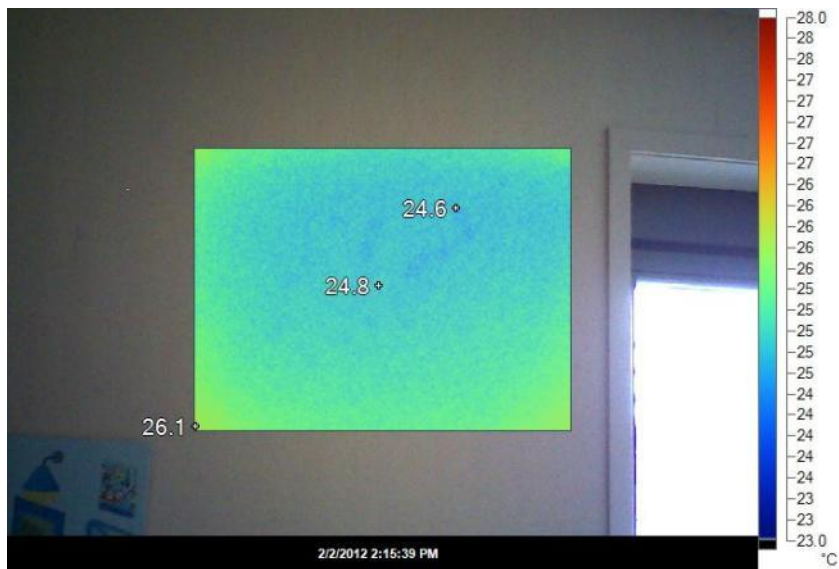
## 4.5 NOTRANJA TERMORIZIJA:



Slika 19: Talno ogrevanje pri dotiku s steno



Slika 20: Razpon temperatur pri talnem ogrevanju



Slika 21: Temperature na steni

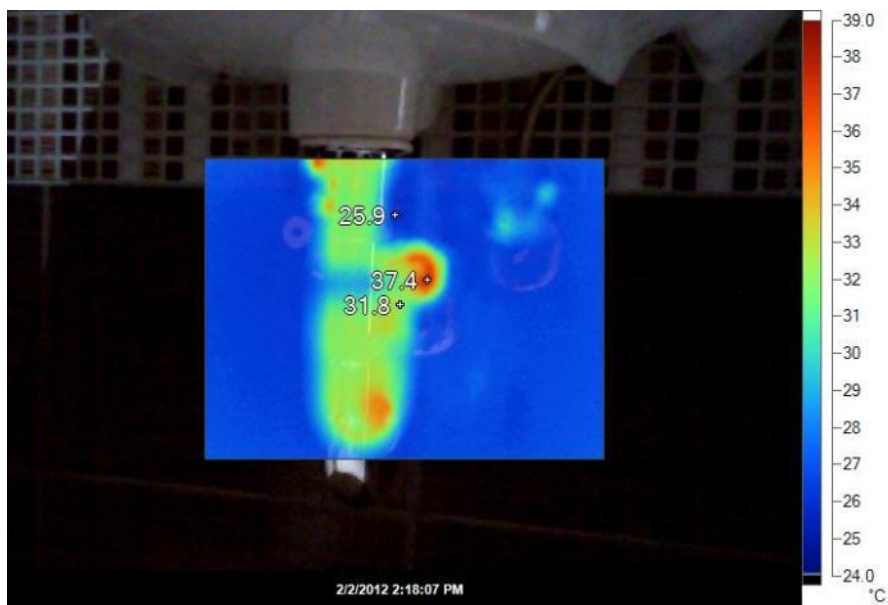


Slika 22: Temperature na steklu manjše kot drugje





Slika 23: Primerjava: strop, okno, prehod



Slika 24: Opazovanje tople vode pri umivalniku



Slika 25: Ekstrem notranje temperature na grelniku vode



Slika 26: Temperaturne razmere pri razsmerniku

## **5. RAZPRAVA**

Hipoteza: Pasivna hiša na MIC Velenje je dobro izolirana.

To hipotezo, ki sva jo postavili na začetku, nisva ovrgli, temveč sva jo potrdili, ker sva ugotovili, da je hiša res kar dobro narejena, razen nekaterih kritičnih točk, ki sva jih opisali zgoraj.

## **6. ZAKLJUČEK**

S to raziskovalno nalogo sva se naučili, kako se izvajajo termovizijske meritve s termo kamero. Z zaključki sva zadovoljni in upava, da bodo najini rezultati pripomogli k temu, da se bo čim več ljudi odločalo za izgradnjo takšnih hiš.

## 7. VIRI IN LITERATURA:

- [1] <http://www.nanoplan.si/node/3>
- [2] [http://www.terming.si/domov\\_1.html](http://www.terming.si/domov_1.html)
- [3] [http://www.romb.si/termovizija\\_v\\_gradbenistvu.php](http://www.romb.si/termovizija_v_gradbenistvu.php)
- [4] [http://www.pocivavsek.si/izobrazevanje/termografija-/](http://www.pocivavsek.si/izobrazevanje/termografija/)

Pomagali sva si še z naslednjimi stranmi:

[http://www.val-navtika.net/val-136/elektrika/termovizijske\\_kamere\\_na\\_plovilih/](http://www.val-navtika.net/val-136/elektrika/termovizijske_kamere_na_plovilih/)  
<http://www.termografija-meritve.si/uporaba.php?id=5>  
<http://www.varcna-gradnja.si/sanacije/termovizija.html>  
<http://www.kozar.si/termovizijski-pregledi.html>

## **8. ZAHVALA**

Iskreno se zahvaljujema najinemu mentorju Stanislavu Osojniku, ki naju je več čas podpiral in spodbujal.