

# Kuća2



## Od ideje do realizacije

**Projekt solarne niskoenergetske kuće  
sa elementima pasivne arhitekture**

**Osmislili,  
projektirali i  
grade:**

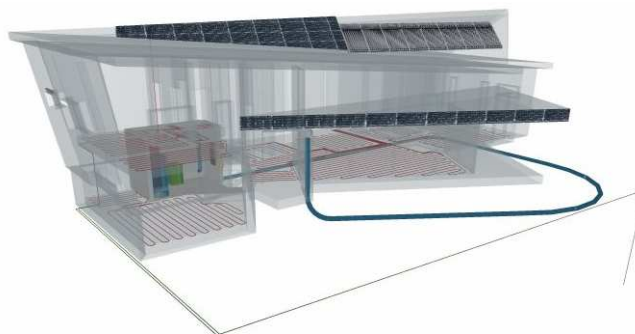
**Emanuela Grđan**  
dipl. ing. arh.  
**Marko Grđan**  
dipl. ing. stroj.

## Cilj projekta



Cilj ovog projekta je pokazati 'običnom čovjeku', budućem investitoru, kako se uz današnje znanje i dostupnu tehniku u Hrvatskoj može izgraditi obiteljska kuća koja ima troškove održavanja manjeg prosječnog stana uz veći komfor življenja.

Nakon završetka izgradnje i samog useljenja, početak će se pratiti potrošnja pojedinih energenata te utjecaji pojedinih komponenata kuće u ukupnoj potrošnji.



*"Učinkovito korištenje energije i korištenje obnovljivih izvora energije (OIE) u interesu je Republike Hrvatske."*

## Osnovni pojmovi



### Obnovljivi izvori energije (OIE)

Izvori energije koji su sačuvani u prirodi i obnavljaju se u cijelosti ili djelomično; Sunčeva energija, energija vjetra, vodotoka, geotermalna energija, biomasa, bioplín, energija morskih mijena i morskih valova.

### Niskoenergetska kuća (NEK)

Građevina sa visokoučinkovitim sustavima grijanja, hlađenja i ventilacije te minimalnim gubicima topline zbog povećane debljine toplinske izolacije. Godišnja potrošnja toplinske energije je manja od 40 kWh/m<sup>2</sup>god.

### Pasivna kuća

Građevina bez aktivnog sustava za zagrijavanje konvencionalnim izvorima energije, sa sustavom ventilacije sa rekuperatorom te minimalnim gubicima energije zbog vrlo debele toplinske izolacije. Godišnja potrošnja toplinske energije je manja od 15 kWh/m<sup>2</sup>god.

|  | STANDARD NA KUĆA          | NISKOENER G. KUĆA | PASIVNA KUĆA |
|--|---------------------------|-------------------|--------------|
| GRAĐEVNI DIJELOVI  | U [ W/(m <sup>2</sup> K)] |                   |              |
| Vanjski zidovi   | 0,45                      | 0,17              | 0,1          |
| Zidovi prema tlu   | 0,5                       | 0,3               | 0,2          |
| Podovi na tlu  | 0,5                       | 0,3               | 0,2          |
| Krov iznad grijanog prostora   | 0,3                       | 0,15              | 0,1          |
| Prozori  | 1,8                       | 1,2               | 0,8          |
| Godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici ploštine korisne površine zgrade Q <sub>h</sub> " (kWh/m <sup>2</sup> a) | 120 - 40                  | 40 - 15           | <15          |

## Osnovni pojmovi



### Standardna kuća

Današnja gradnja (uz nepridržavanje propisa) može rezultirati godišnjom potrošnjom toplinske energije i od 100 kWh/m<sup>2</sup>god. **To u grubo znači da takva kuća, za grijanje, troši oko 10 litara loživog ulja po m<sup>2</sup>/godišnje!**

Na primjeru kuće od 200 m<sup>2</sup> to iznosi oko 2000 litara loživog ulja godišnje, ili oko 2000 m<sup>3</sup> plina ili oko 4000 kg drvenih peleta (čemu treba još dodati i zagrijavanje PTV).

### Niskoenergetska kuća (NEK)

Sa potrošnjom toplinske energije za grijanje od 40 kWh/m<sup>2</sup>god., niskoenergetska kuća će potrošiti oko 4 litre loživog ulja po m<sup>2</sup>/godišnje!

Na primjeru kuće od 200 m<sup>2</sup> to iznosi oko 800 litara loživog ulja godišnje, ili oko 800 m<sup>3</sup> plina ili oko 1600 kg drvenih peleta (čemu treba još dodati i zagrijavanje PTV).

### Pasivna kuća

Sa potrošnjom toplinske energije za grijanje od 15 kWh/m<sup>2</sup>god., pasivna će kuća potrošiti oko 1,5 litara loživog ulja po m<sup>2</sup>/godišnje!

Na primjeru kuće od 200 m<sup>2</sup> to iznosi oko 300 litara loživog ulja godišnje, ili oko 300 m<sup>3</sup> plina ili oko 600 kg drvenih peleta (čemu treba još dodati i zagrijavanje PTV).

|   | STAND. KUĆA | NISKOEN. KUĆA | PASIVNA KUĆA |
|---|-------------|---------------|--------------|
| toplinski gubici [kWh/m <sup>2</sup> god.]  | 100         | 40            | 15           |
| primjer kuća [m <sup>2</sup> ]              | 200         |               |              |
| potrošnja ulja/god. [lit/god.]              | 2.000       | 800           | 300          |
| potrošnja plina/god. [m <sup>3</sup> /god.] | 2.000       | 800           | 300          |
| potrošnja peleta/god. [kg/god.]             | 4.000       | 1.600         | 600          |
| RAZLIKA %                                   | 100%        | 40%           | 15%          |

## Ideja



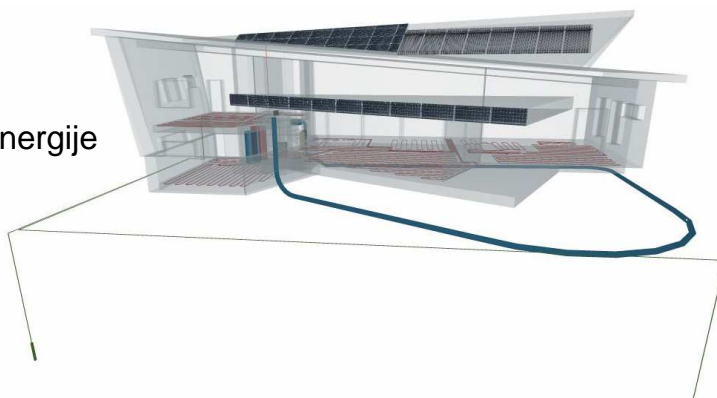
Obzirom na aktivno bavljenje energetikom i obnovljivim izvorima te idealnom spoju profesija samih investitora (arhitektica i strojar), odlučili smo izgraditi jednu reprezentativnu solarnu niskoenergetsku kuću koja će koristiti energiju Sunca na pasivne i aktivne načine.



## Planiranje / zahtjevi



- Veličina i položaj gradilišta
- Veličina i oblik kuće
- Mogućnosti korištenja Sunca na pasivni način
  - Primjena elemenata niskoenergetske i pasivne gradnje
- Mogućnosti korištenja OIE na aktivan način
  - Grijanje / hlađenje / ventilacija
  - Dobivanje struje
- Upravljanje svim sustavima
  - Sustav pametne kuće
- Mjerenja dobivene i utrošene energije



## Gradilište



Gradilište se nalazi u sjeverozapadnoj Hrvatskoj,  
na zapadnom dijelu Varaždina

Orijentacija gradilišta: JZ – SI

Površina gradilišta: 527 m<sup>2</sup>

Priključci na gradilištu: struja, voda, kanalizacija

### Lokacija:

46°18'08"

16°19'10"

Dj. Arnolda bb

Varaždin



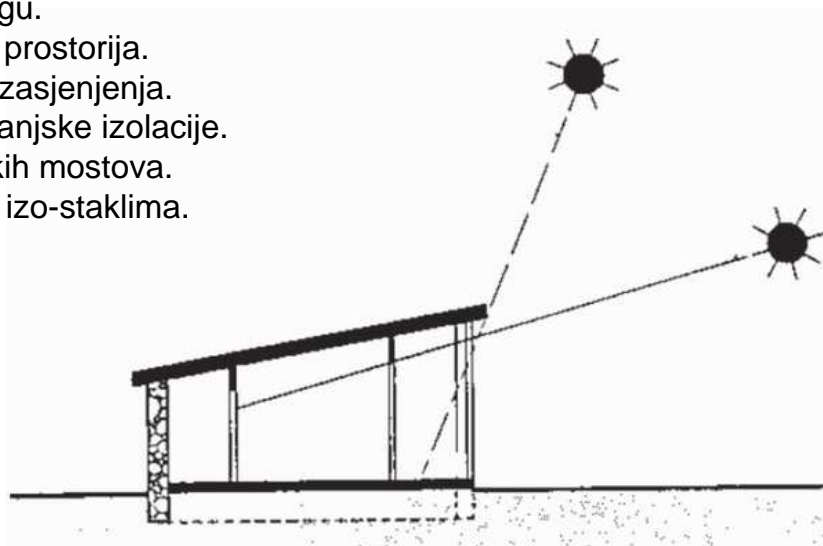
Izvor: Google Earth



## KORIŠTENJE SUNCA NA PASIVNI NAČIN



- Otvorenost prema jugu.
- Raspored unutarnjih prostorija.
- Optimalno izvedena zasjenjenja.
- Optimalna debljina vanjske izolacije.
- Izbjegavanje toplinskih mostova.
- Prozori sa troslojnim izo-staklima.



## Prilagodba projekta parceli



Maksimalna otvorenost kuće prema jugu (pasivna gradnja).  
Sjeverna strana kuće bez ijednog otvora.

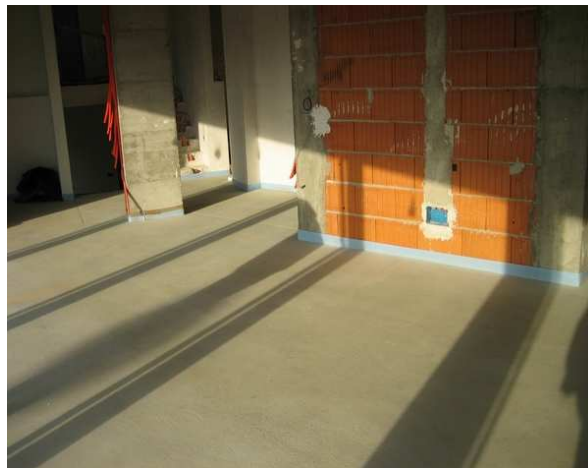
Raspored unutarnjih prostorija prati pasivnu gradnju – sve glavne prostorije otvorene prema jugu, sporedne prostorije na sjevernoj strani kuće.



## Pasivna arhitektura



Izvedenim računalnim simulacijama kretanja Sunca u određena doba dana u godini, izvela se nadstrešnica dnevne sobe zbog koje 31.12. u 12h Sunce dopire sve do sjevernog zida kuće, dok 01.06. u 12h Sunce ostaje izvan kuće (princip Sokratove kuće).



Prikaz simulacije i stvarnog upada sunca 16.01.2011. u 10:33 sati

## Niskoenergetska gradnja



Zidovi - cigla - 30cm  
 - kamena vuna - 20cm  
 Koef. prolaska topline  $U=0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$



Strop - beton - 20cm  
 - kamena vuna - 25/35cm  
 Koef. prolaska topline  $U=0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$

Pod – beton 12cm  
 - stiropor – 15cm  
 Koef. prolaska topline  $U=0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$



Opeke u donjem dijelu vanjskog zida ispunjene su perlitom kako bi se spriječili toplinski mostovi.

Kuća je masivne gradnje čime je postignuta dobra toplinska stabilnost što znači da se kuća ljeti ne pregrijava, a zimi ne ohladi.

|                              | STANDARD KUĆA        | NISKOEN. KUĆA | KUĆA2 | PASIVNA KUĆA |
|------------------------------|----------------------|---------------|-------|--------------|
| <b>GRAĐEVNI DIJELOVI</b>     | <b>U [ W/(m²K) ]</b> |               |       |              |
| Vanjski zidovi               | 0,45                 | 0,17          | 0,16  | 0,1          |
| Zidovi prema tlu             | 0,5                  | 0,3           | 0,24  | 0,2          |
| Podovi na tlu                | 0,5                  | 0,3           | 0,25  | 0,2          |
| Krov iznad grijanog prostora | 0,3                  | 0,15          | 0,14  | 0,1          |

## Niskoenergetska gradnja



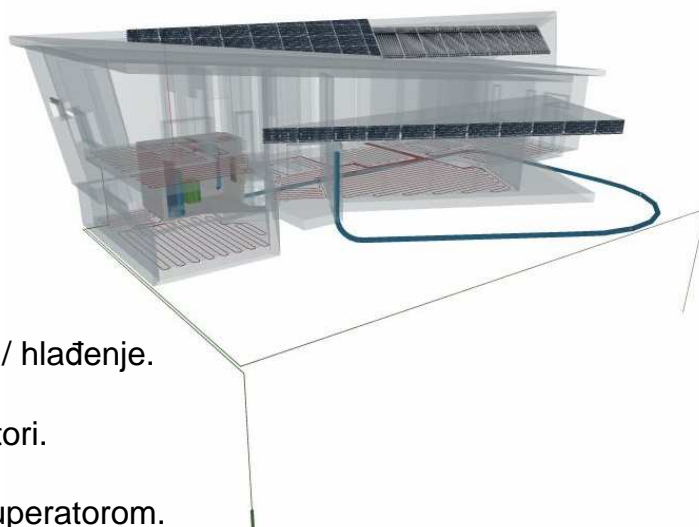
Sve staklene plohe na kući izvedene su sa troslojnim staklom punjenim argonom i presvučenim low-e premazom, u drvo-aluminij izvedbi stolarije ( $U=0.9 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

Ulazna vrata izrađena su od Vario-tec panela (kombinacija drveta i PUR pjene) sa  $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$



|                          | STANDARD. KUĆA       | NISKOEN. KUĆA | KUĆA2 | PASIVNA KUĆA |
|--------------------------|----------------------|---------------|-------|--------------|
| <b>GRAĐEVNI DIJELOVI</b> | <b>U [ W/(m²K) ]</b> |               |       |              |
| Prozori                  | 1,8                  | 1,2           | 0,9   | 0,8          |

# KORIŠTENJE OIE NA AKTIVAN NAČIN



- Niskotemperaturno podno grijanje / hlađenje.
- Dizalica topline voda / voda.
- Solarni toplovodni vakumski kolektori.
- Toplozračni kamin.
- Centralni sustav ventilacije sa rekuperatorom.
- Solarni fotonaponski kolektori.
- Sustav 'pametne' kuće.

## Niskotemperaturno grijanje / hlađenje



Sustav grijanja kuće izveden je površinskim, podnim grijanjem, maksimalne temperature polaza 35°C.

Niska temperatura polaza sustava grijanja omogućava visok stupanj iskorištenja dizalice topline i solarnog sustava.

Da bi se i kod tako niskih temperatura osigurao komfor, podno grijanje izvedeno je sa 'termičkim pločama' koje povećavaju površinu podnog grijanja za 30% čime se smanjuje vrijeme zagrijavanja za 50% te poboljšava mogućnost regulacije temperature u prostoru.

Sustav hlađenja kuće vrši se preko sustava podnog grijanja, minimalne temperature polaza 20°C, pomoću bunarske vode.



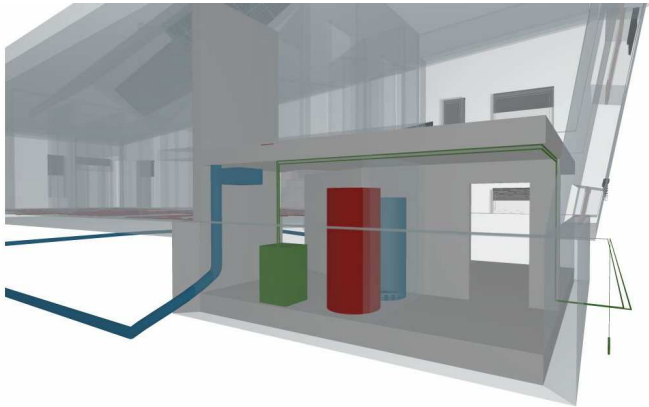
## Sustav grijanja kuće



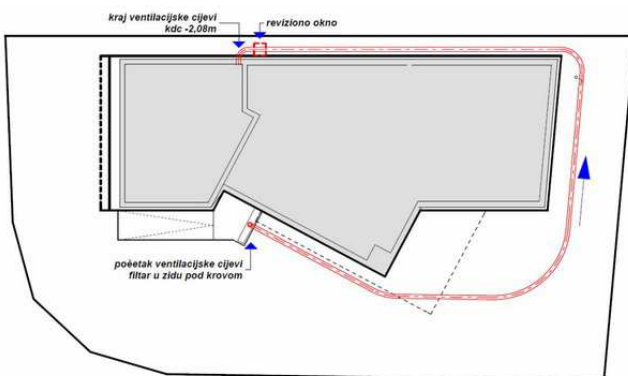
Dizalica topline voda/voda je osnovni izvor topline koja posredno (preko pločastog izmjenjivača) koristi temperaturu podzemne vode od 12°C.

Dizalica topline zagrijava akumulacijski spremnik od 500 lit. na maksimalnu temperaturu od 35°C.

Prema potrebi, dizalica topline zagrijava spremnik sanitarne vode od 300 lit. na temperaturu 55°C.



## Sustav ventilacije kuće



Svježi zrak prolazi 50m dugom cijevi 2m pod zemljom gdje se predgrijava/hladi prije ulaska u rekuperatorski ventilacijski uređaj kojim se dovodi zrak u kuću.

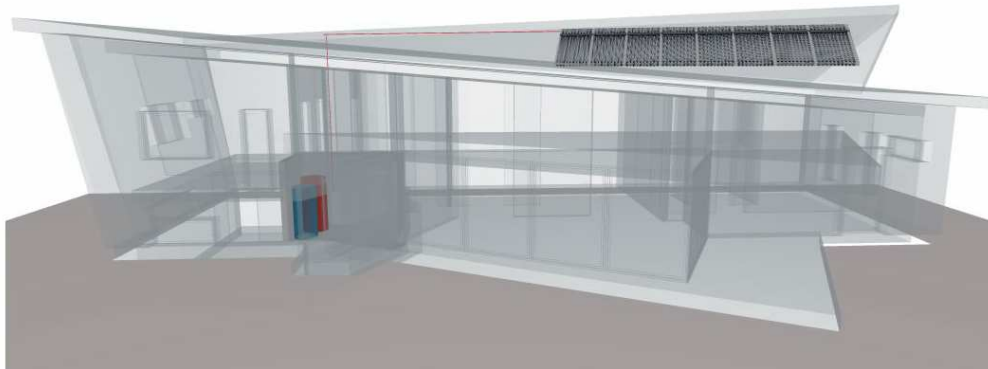


## Sustav grijanja kuće



Kao dopuna sustavu grijanja koristit će se visokoučinski cijevni vakumski kolektori koji zagrijavaju spremnik sanitarne vode i dogrijavaju akumulacijski spremnik.

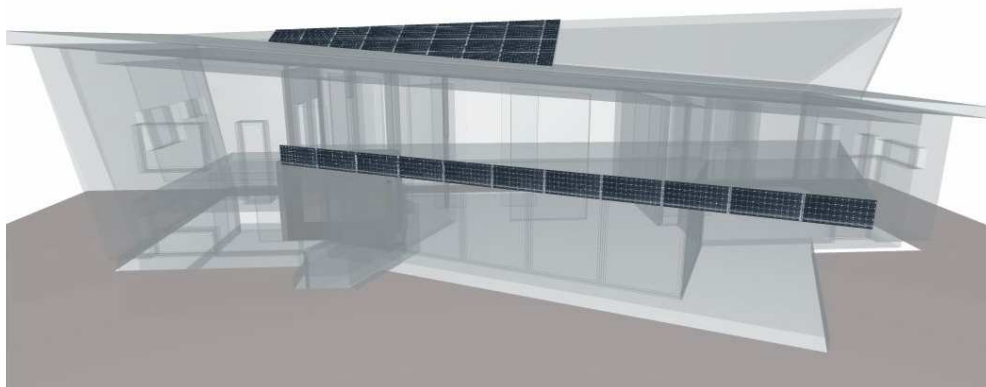
Zbog niskotemperaturnog sustava grijanja solarni kolektori zadovoljit će potrebe za grijanjem u prijelaznim razdobljima, dok će se dizalica topline uključivati u sustav grijanja samo u najhladnijim danima.



## Dobivanje električne struje od Sunca



Na nadstrešnici dnevne sobe i ostatku krova nalaze se solarni fotonaponski kolektori koji iz sunčeve energije proizvode električnu struju koja se preko pretvarača i brojila šalje u električnu distribucijsku mrežu.



## Sustav pametne kuće



Kako bi se ujediniли aktivni i pasivni sustavi u kuću je ugrađen sustav pametne kuće.

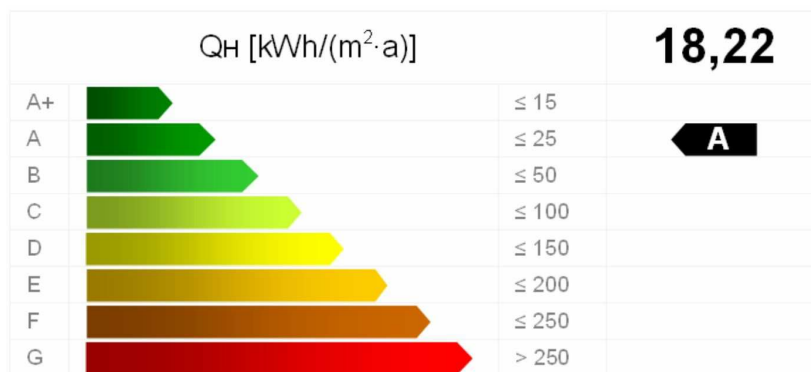
Sustav pametne kuće upravlja grijanjem prostorija u odnosu na vanjsku temperaturu, upravlja zakretanjem vanjskih žaluzina u ovisnosti od upada sunčeve svjetlosti i toplinske energije, upravlja štednom rasvjetom te nadzorom kuće. Sve te podatke sustav objedinjuje na jednom mjestu te ih ispisiuje na upravljačkom mjestu (prijenosnom računalu ili ekranu) ili na mobilnom telefonu.



## Proračunske vrijednosti



Energetski razred kuće



Nakon useljenja ove će brojke trebati potvrditi u praksi.

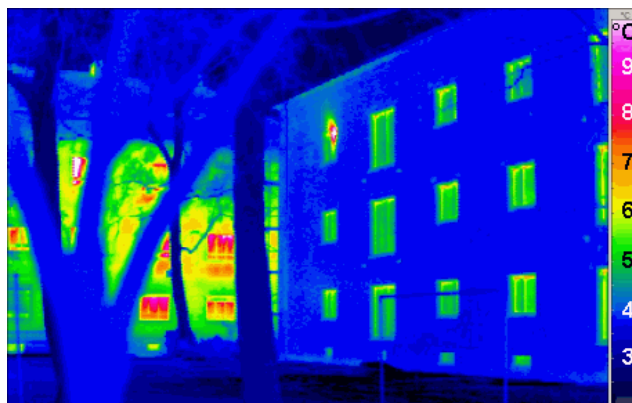
## Mjerenja



Nakon useljenja početak će se mjeriti slijedeći parametri:

- Potrošnja električne energije za dizalicu topline.
- Potrošnja ukupne električne energije kuće.
- Potrošnja vode.
- Proizvedena električna energija od fotonaponskih kolektora.
- Proizvedena toplinska energija od dizalice topline.
- Proizvedena toplinska energija od solarnih cijevnih kolektora.

Nakon useljenja snimit će se kuća termokamerom kako bi se mogli uočiti eventualni toplinski mostovi i kvaliteta pojedinih građevinskih dijelova kuće.

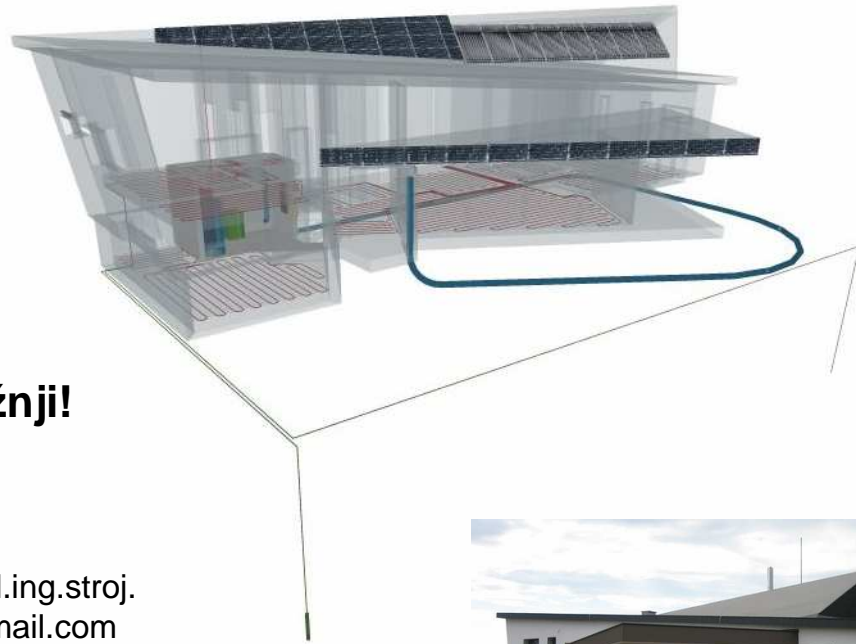


## Zaključak



Cilj ovog projekta je teoriju pretočiti u praksu te tako pokazati i dokazati da se promišljenim pristupom i malo više uloženi sredstva može napraviti mnogo kvalitetniji i zdraviji stambeni prostor te pametnim i održivim korištenjem objekta uz racionalnu upotrebu energije potaknuti i druge kako bi se što više građevina počelo projektirati i izvoditi po niskoenergetskim ili pasivnim principima.





**Hvala na pažnji!**

Marko Grđan, dipl.ing.stroj.  
marko.grdjan@gmail.com

