



University of Zagreb  
FACULTY OF MINING,  
GEOLOGY AND PETROLEUM  
ENGINEERING



## EH-CMap Advanced Training on Energy Efficiency in Historic Heritage

Konferencija o energetskej učinkovitosti  
u zgradama kulturne baštine

### **Potencijal korištenja obnovljivih izvora energije u objektima kulturne baštine - primjeri iz prakse**

***Tomislav Kurevija***

*Rudarsko – Geološko – Naftni Fakultet  
Zagreb*



## Plitka geotermalna energija – potencijal za objekte iz kulturnu baštinu

### ○ PRAVILNIK O ENERGETSKOM PREGLEDU ZGRADE I ENERGETSKOM CERTIFICIRANJU 153/13

- geotermalni sustavi – najučinkovitiji za grijanje i hlađenje prostora (maksimalna učinkovitost pri sustavu podzemnih voda)
- pojam “plitka geotermalna energija” - način energetskeg iskorištavanja toplinske energije pomoću dizalica topline
- modeliranje sustava polja bušotinskih izmjenjivača topline i korištenje tla i podzemnih voda kao obnovljivog izvora energije u funkcionalnoj je vezi s pet osnovnih varijabli koje je nužno poznavati pri razradi svakog projekta:
  - 1) geološke i termodinamičke značajke tla i stijena – “termogeologija”,
  - 2) hidrogeološke karakteristike,
  - 3) geotermalni gradijenti i toplinski tok,
  - 4) klimatski uvjeti lokacije
  - 5) tehnoeekonomski parametri (temperatura distribucije → COP, EER)

## Geotermalni izmjenjivači topline u sustavu s dizalicom topline

(a) VERTIKALAN SUSTAV (cca 100 m)  
iskorištavanje plitkih geotermalnih potencijala  
“*Geotermalne dizalice topline*”  
Rezidencijalni objekti i manji poslovni objekti



(b) POVRŠINSKI SUSTAV (1,5-10 m)  
solarna energija pohranjena u tlu  
Većinom manji rezidencijalni objekti



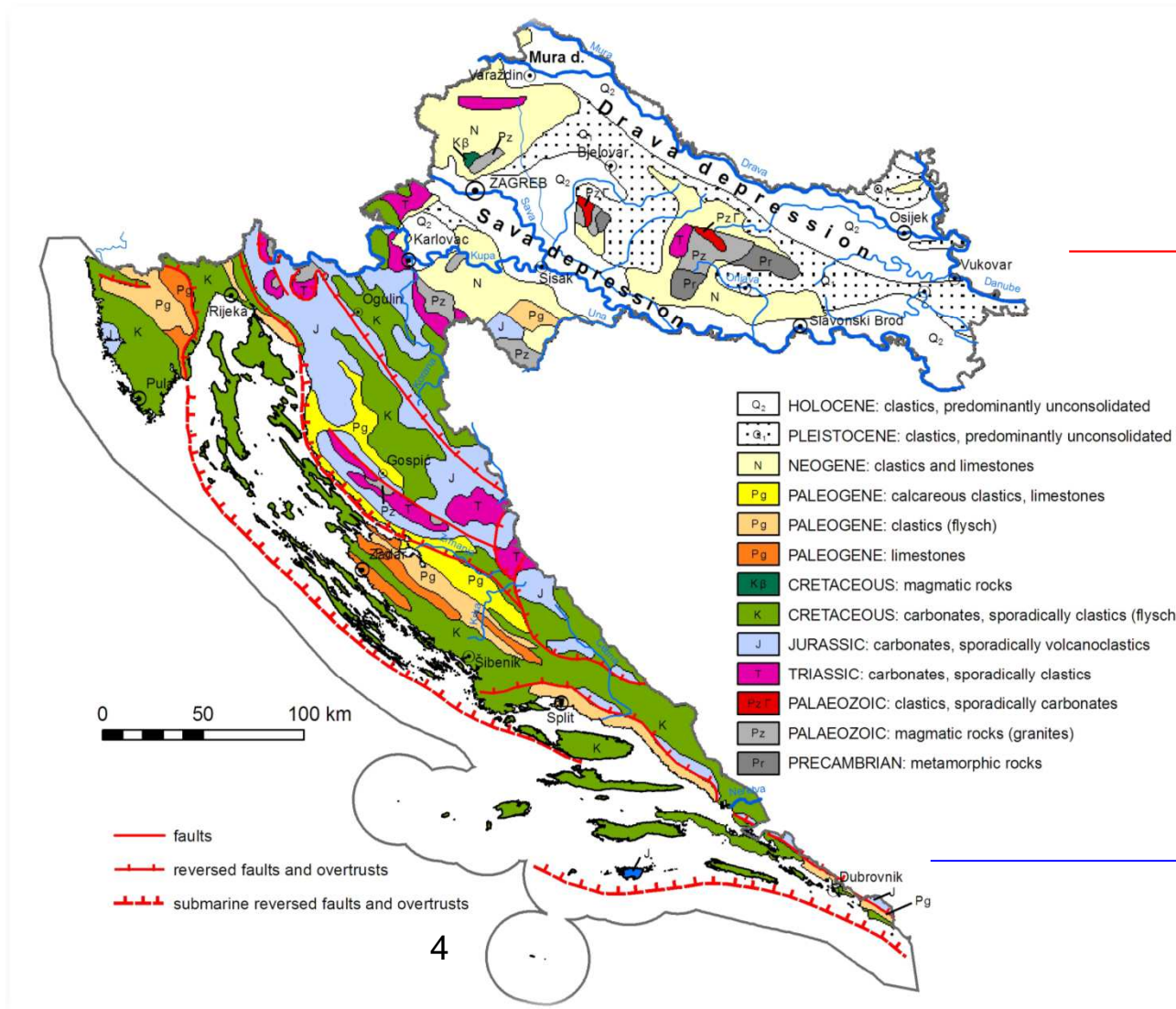
(c) DVIJE BUŠOTINE (PROIZVODNA I UTISNA)  
većinom solarna energija+geotermalna energija  
ovisno o dubini vodonosnika i tipu izvora



(d) SUSTAV S POVRŠINSKOM VODOM (more,  
rijeke, jezera) solarna i geotermalna energija  
pohranjena u površinskim vodama



## Geološke karakteristike - RH



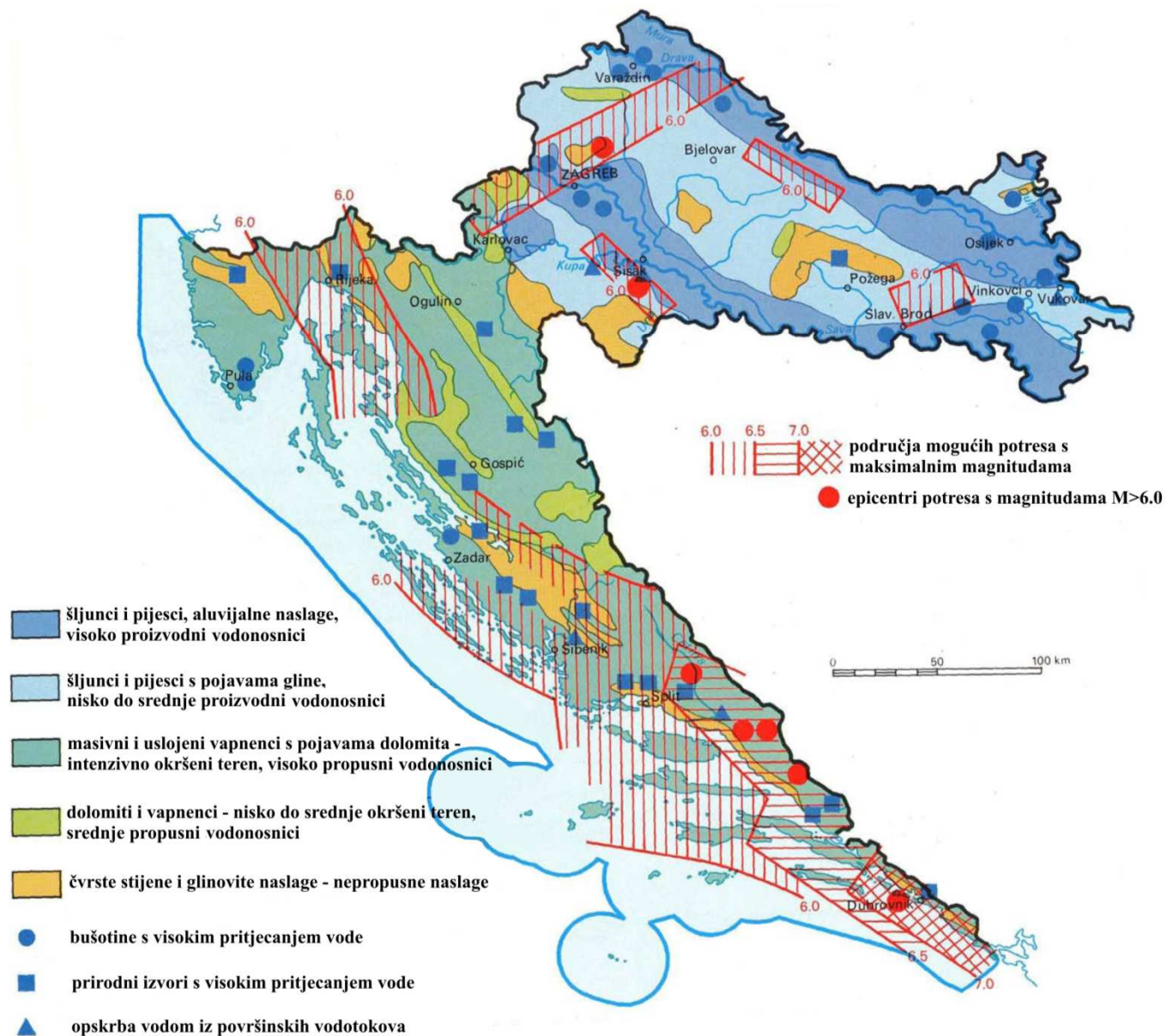
Pretežno nekonsolidirani klastiti (pijesci, šljunak, gline)

Pojava podzemnih voda, zasićenost tla vodom!

Pretežno karbonatne stijene (vapnenci i dolomiti)

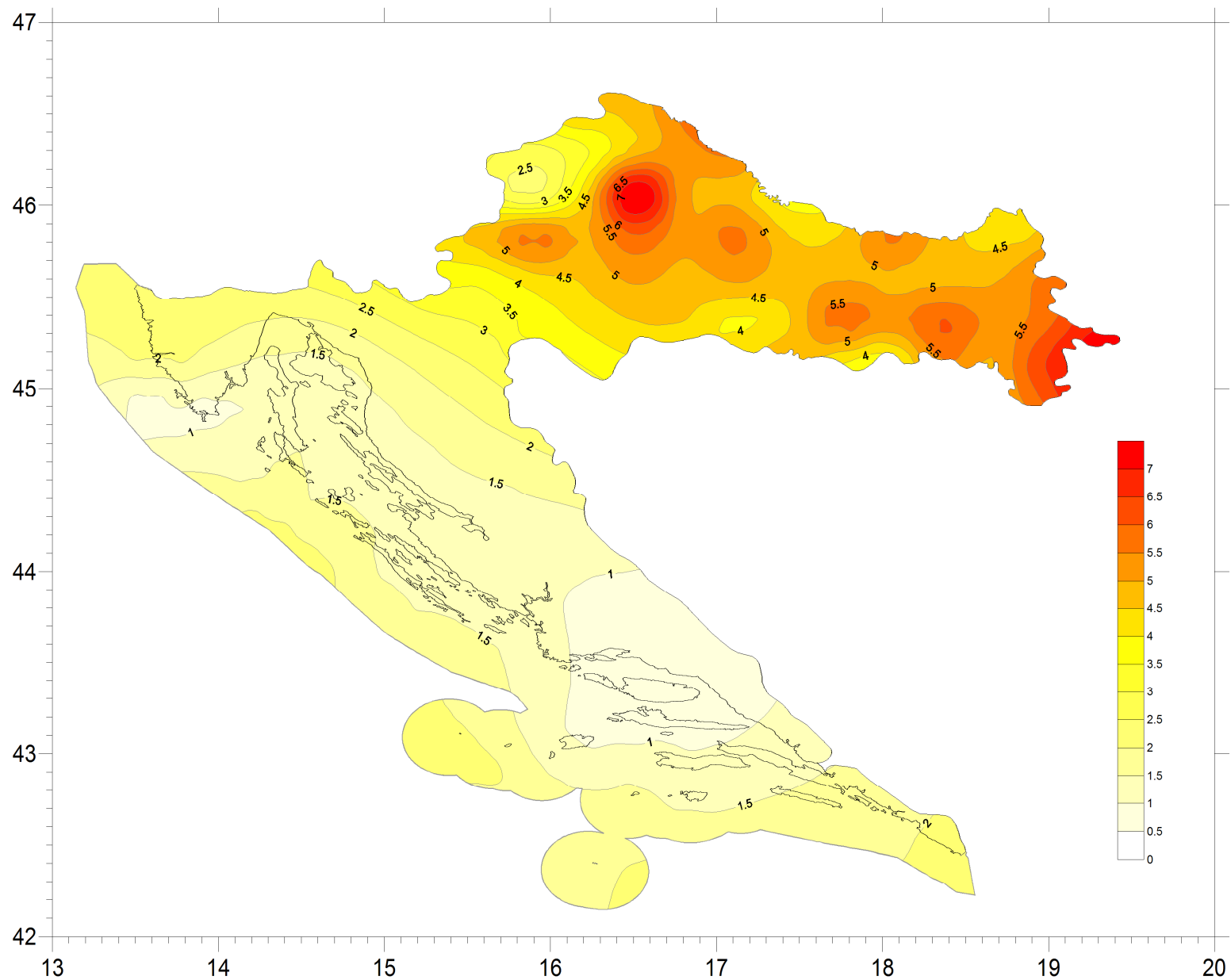
Izražena sekundarna poroznost (krš)

## Hidrogeološke karakteristike





# Geotermalni gradijent





## Hotel Palace - Zagreb

Namjena: Hotel \*\*\*\*

Godina izgradnje: 1891.  
(palača Schlessinger, prvi hotel u Zagrebu  
od 1907.)

Renoviran termotehnički sustav 2016.  
podzemne vode + dizalica topline uz  
zadržavanje postojećeg sustava

Smještajni kapacitet: 122 sobe





## Hotel Palace - Zagreb

Zadržani postojeći temperaturni režimi rada sustava:

- grijanje: 60/50°C
- hlađenje: 11/16 °C
- Dizalica topline – kapacitet 420 kW (dogrijavanje postojećim sustavom na prirodni plin za vrijeme vršne potrošnje).

### Bilanca toplinske i rashladne energije

Potrošači	GRIJANJE [kw]	HLAĐENJE [kw]
Klima komore	234,00	115,00
Ventilokonvektori	239,00	235,00
Radijatori	65,00	-
Ukupno:	538,00	350,00





## Hotel Palace - Zagreb

Za zahvat vode osiguran je jedan zdenac kapaciteta  $Q = 52 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $\Delta T = 5^\circ\text{C}$ ) te jedan utisni zdenac.

Dubina proizvodnog i utisnog zdenca = 20m.

Promjer bušenja 409mm uz ugradnju INOX cijevi promjera 244mm





## Hotel Palace - Zagreb

<b>Izvođenje i ugradnja zdenaca</b>	<b>208.300,00 kn</b>
<b>Instalacije kruga bunara</b>	<b>138.755,00 kn</b>
Demontaža strojarskih instalacija	45.000,00 kn
Instalacije strojarnice i toplinsko - rashladne stanice	2.140.046,00 kn
Automatska regulacija toplinsko - rashladnog sustava	392.526,00 kn
Hidraulička regulacija terminalnih jedinica	259.770,00 kn
Ukupno:	3.184.397,00 kn



## Hotel Palace - Zagreb



## Žitna kuća - Karlovac

Investitor: Lana Commerce d.o.o.  
12/2011 dovršena replika

Namjena: trgovački centar

Godina prve izgradnje: 1805 g.  
(palača Josipa Šporera)

Bruto površina zgrade: 4.787 m<sup>2</sup>



## Žitna kuća - Karlovac

Sustav	- toplinsko opterećenje (kW)
$\Sigma Q_{gr,n}$ (normni gubici)	215
<b>Ukupno:</b>	<b>215</b>

Sustav	- rashladno opterećenje (kW)
$\Sigma Q_{hl,n}$ (normni dobici)	255
<b>Ukupno:</b>	<b>255</b>

Usvojen je VRV sustav grijanja i hlađenja koji kao toplinski izvor / ponor koristi toplinu podzemnih voda.

Protok za vršno hlađenje 13 l/s.

Protok za vršno grijanje 9 l/s



SEASONAL ENERGY EFFICIENCY RATIO

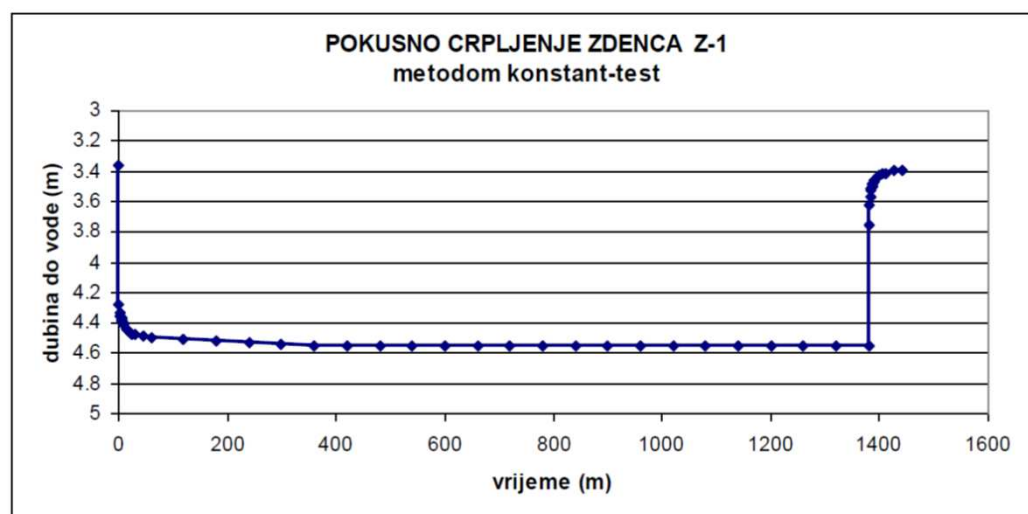
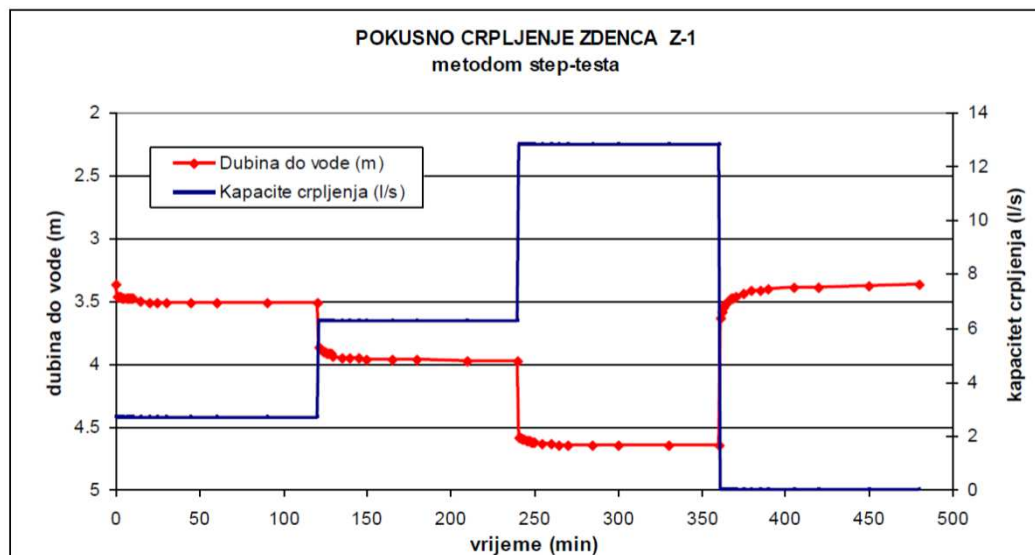
**SEER > 7 (9/14°C – 20/15°C)**

SEASONAL COEFFICIENT OF PERFORMANCE

**SCOP > 6 (14/9°C – 40/35°C)**

## Žitna kuća - Karlovac

### Hidrogeološki istražni radovi – Step test i konstant test



1 x proizvodni zdenac dubine 24m

1 x utisni zdenac dubine 11m

Cijevi INOX – mostičavi filter

Bušenje 409mm;

Zacjevljenje 219mm

3 pijezometra tijekom istražnih radova



## Žitna kuća - Karlovac

### REKAPITULACIJA TROŠKOVA INVESTICIJE:

<b>I. HIDROGEOLOŠKI RADOVI</b>	<b>308.000,00 kn</b>
II. TOPLINSKA PODSTANICA	1.303.500,00 kn
III. VRV SUSTAV – UNUTRAŠNJA INSTALACIJA	906.000,00 kn
IV. ZRAČNA ZAVJESA	285.000,00 kn
V. ELEKTRIČNO PODNO GRIJANJE	54.400,00 kn
VI. INSTALACIJE VENTILACIJE	2.390.400,00 kn
VII. INSTALACIJE PLINA	75.000,00 kn
VIII. AUTOMATSKA REGULACIJA	344.900,00 kn
IX. STAN – GRIJANJE, HLAĐENJE, VENTILACIJA SANITARIJA	155.000,00 kn
UKUPNO:	5.822.200,00 kn



## Dvorac Janković - Suhopolje

Investitor: Općina Suhopolje – u postupku

Namjena: Hotel \*\*\*\*\*

Godina prve izgradnje: 1750.-1775.

Smještajni kapacitet: 35 soba

Bruto površina zgrade: 2.890 m<sup>2</sup>

Volumen zgrade: 13.620 m<sup>3</sup>







## Dvorac Janković - Suhopolje

Nominiran za financiranje iz EU fondova na natječaje Europskog fonda za regionalni razvoj na temu kulturne baštine.

Nositelj projekta je Virovitičko-podravska županija, a partneri na projektu VIDRA – Agencija za regionalni razvoj VPŽ, Turistička zajednica Virovitičko-podravske županije, Općina Suhopolje i Gradski muzej Virovitica.

Ukupna vrijednost projekta je **44,7 milijuna kuna**, a sufinanciranje Virovitičko-podravske županije bilo bi oko 450.000 kuna.



## Dvorac Janković - Suhopolje

Sustav	- toplinsko opterećenje (kW)
$\Sigma Q_{gr,n}$ (normni gubici)	185
KK grijajući (ventilacija)	65
PTV	80
BAZEN	50
<b>Ukupno:</b>	<b>380</b>

Sustav	- rashladno opterećenje (kW)
$\Sigma Q_{hl,n}$ (normni dobici)	117
KK- hladnjaci	60
<b>Ukupno:</b>	<b>177</b>

Obzirom na faktor preklapanja toplinskog opterećenja (bazen, PTV) i optimizaciju sustava, usvojen je monovalentni sustav pripreme ogrjevnog medija s geotermalnim dizalicama topline ( $Q = 3 \times 105$  kW).

### Geotermalni izvor – Podzemne vode



SEASONAL ENERGY EFFICIENCY RATIO

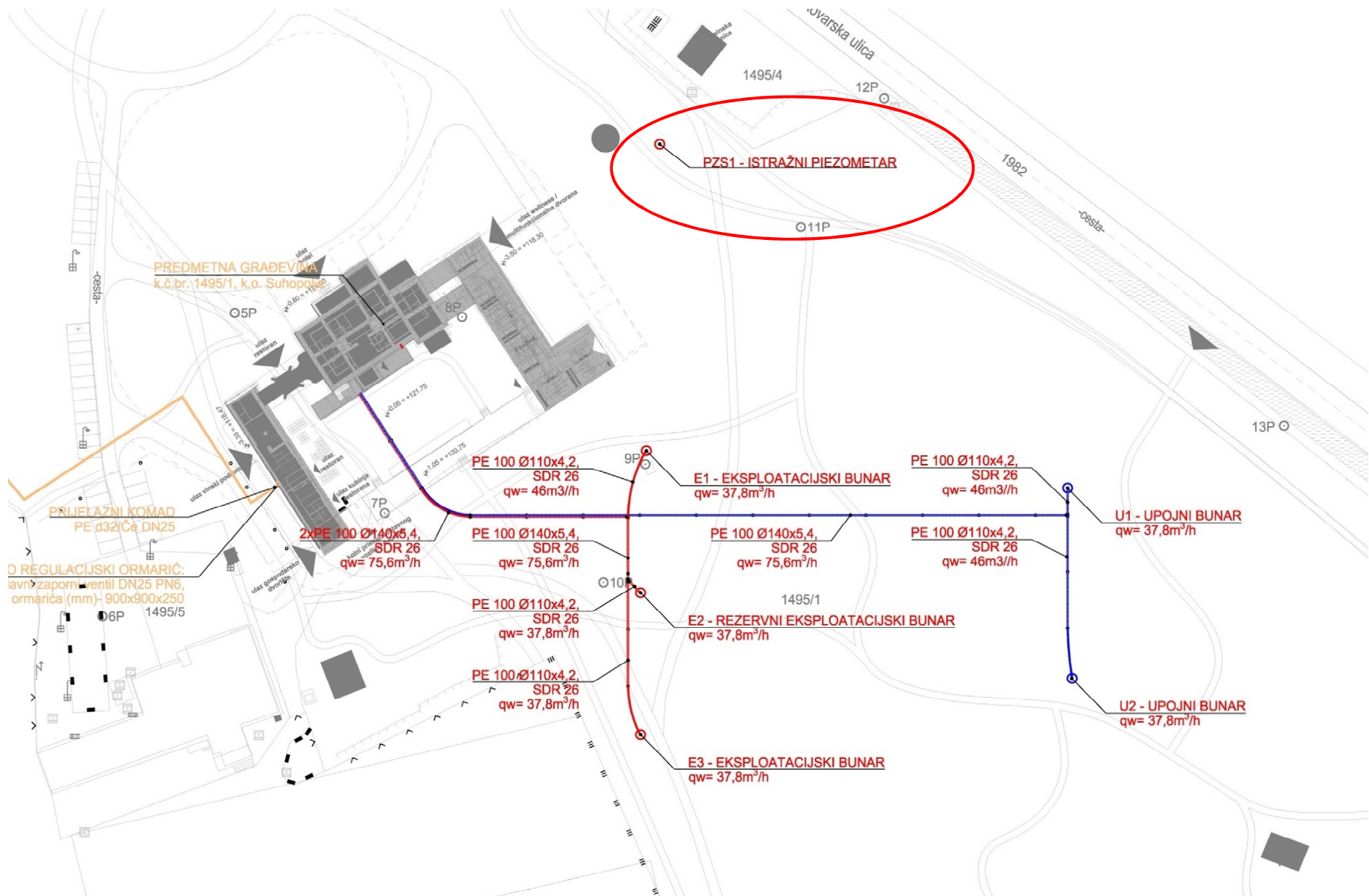
**SEER > 6,5 (9/14°C – 25/20°C)**

SEASONAL COEFFICIENT OF PERFORMANCE

**SCOP > 5,5 (12/7°C – 45/37°C)**

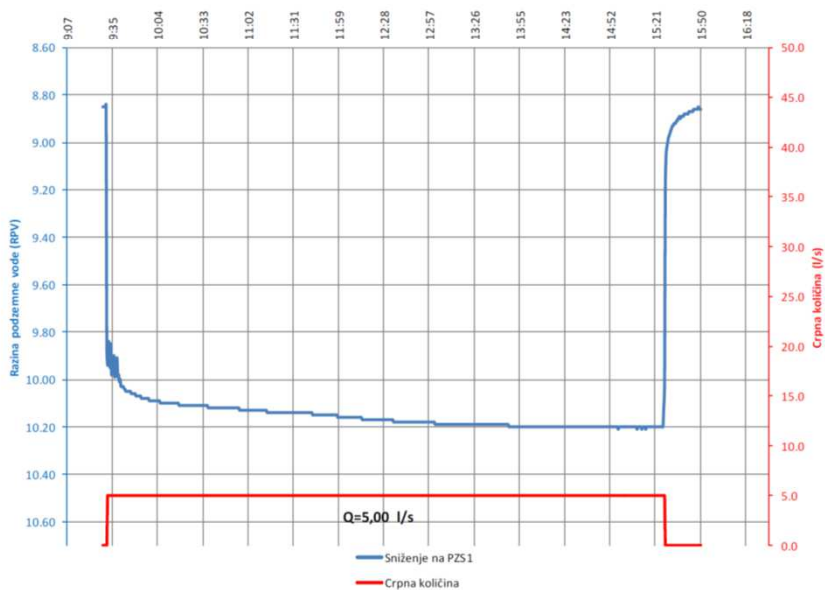
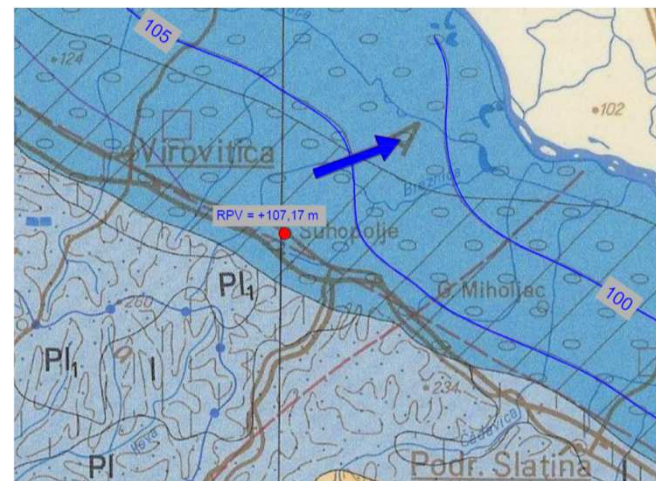
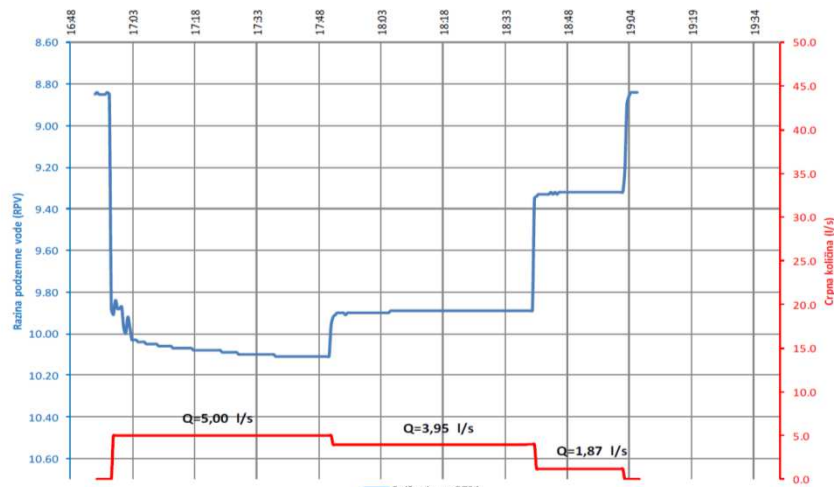


# Dvorac Janković - Suhopolje



# Dvorac Janković - Suhopolje

## Hidrogeološki istražni radovi – Step test i konstant test





## Dvorac Janković - Suhopolje

### REKAPITULACIJA TROŠKOVA INVESTICIJE:

<b>I. IZVOĐENJE I UGRADNJA EKSPLOATACIJSKIH ZDENACA</b>	<b>148.610,00 kn</b>
<b>II. INSTALACIJE KRUGA BUNARA</b>	<b>200.692,00 kn</b>
III. INSTALACIJE TOPLINSKO - RASHLADNE STANICE	1.347.311,00 kn
IV. INSTALACIJE VENTILOKONVEKTORA	988.208,00 kn
V. INSTALACIJE PODNOG I RADIJATORSKOG GRIJANJA	397.504,00 kn
VI. INSTALACIJE VENTILACIJE	1.521.406,00 kn
VII. INSTALACIJE PLINA	74.171,00 kn
VIII. AUTOMATSKA REGULACIJA TOPLINSKO - RASHLADNOG SUSTAVA	266.608,00 kn
IX. AUTOMATSKA REGULACIJA KUHINJSKE KOMORE	31.418,00 kn
UKUPNO:	4.975.930,00 kn

## Dvorac Miljana

Investitor: privatni (obitelj Kamenski)

Namjena: obiteljski posjed

Godina prve izgradnje: 1600 g. (obitelj Ratkaj do 1800.)

Restauracija: 2014.

Bruto površina zgrade: 4.787 m<sup>2</sup>

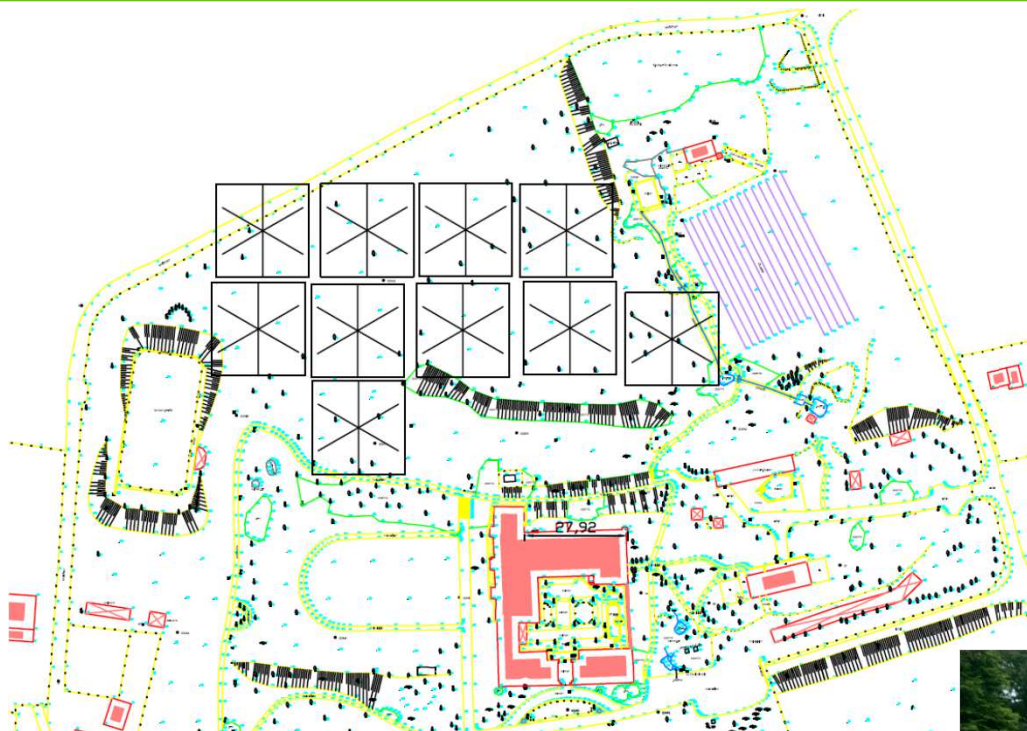
Geotermalno rješenje u strojarskom projektu 2015. – u fazi razmatranja bušotinski koaksijalni izmjenjivači

Odrađena testna bušotina za determiniranje termogeoloških parametara tla i projektiranje geotermalnog izmjenjivača (TRT)

80 COAX bušotina po 50m  
(~1 mil HRK !)



## Dvorac Miljana



© by Tracto-Technik

Sustav	- toplinsko opterećenje (kW)
<b><math>\Sigma Q_{gr,n}</math> (normni gubici)</b>	<b>280</b>

Sustav	- rashladno opterećenje (kW)
<b><math>\Sigma Q_{hl,n}</math> (normni dobici)</b>	<b>200</b>





## Duhovno-obrazovni centar Marijin dvor, Lužnica-Zprešić

Investitor: Sestre milosrdnice

Namjena: Duhovno obrazovni centar

Godina prve izgradnje: 1760-ih g.

Restauracija termotehničkog sustava:  
2011.-2013.

Bruto površina zgrade: 1.890 m<sup>2</sup> dvorac +  
2.700 m<sup>2</sup> nova zagrada

Geotermalno rješenje: podzemne vode +  
dizalica topline + fotonaponski moduli 30kW  
na novoj zgradi (2013.)

Solarni moduli (24m<sup>2</sup>) za grijanje PTV na  
novoj zgradi





## Duhovno-obrazovni centar Marijin dvor, Lužnica-Zprešić

Sustav	- toplinsko opterećenje (kW)
$\Sigma Q_{gr,n}$ (normni gubici)	320
<b>Ukupno:</b>	<b>320</b>

Sustav	- rashladno opterećenje (kW)
$\Sigma Q_{hl,n}$ (normni dobici)	200
<b>Ukupno:</b>	<b>200</b>



Sustav 1 proizvodni zdenac i 1 utisni zdenac na dubini od 15m.

Protok 14 l/s, problemi s manganom i željezom na filter sekciji zdenaca

Temperatura polaznog voda relativno visokih 50°C

Ukupna investicija 900.000 kn, od čega 300.000 sufinancirano od FZOEU





# Hvala na pažnji

