

1. radionica PLIGES projekta

Provedba projekta mapiranja izvedenih sustava s geotermalnim dizalicama topline

Vladimir Soldo
Marija Macenić
Tomislav Kurevija
Luka Boban
Tomislav Pukšec
Stjepan Herceg
Goran Tomek



FERIT Osijek, 10.11.2023.



1. UVOD
2. OSNOVNO O PLIGES PROJEKTU
3. PRIMJERI DOBRE PRAKSE
4. REZULTATI MAPIRANJA GEOTERMALNIH SUSTAVA
 - 4.1 PRIKUPLJANJE PODATAKA O IZVEDENIN SUSTAVIMA
 - 4.2 GIS MAPA

1. UVOD

- Projektom Mapiranje plitkih geotermalnih sustava u Republici Hrvatskoj (PLIGES) planira se provesti prvi sveobuhvatni pregled instaliranih sustava plitke geotermalne energije u Hrvatskoj.

- U Hrvatskoj ne postoji sustavno praćenje ni kontrola instaliranih sustava dizalica topline koje koriste plitki geotermalni izvor energije.
- Nije moguće procijeniti ukupni instalirani kapacitet i potrošnju energije koja dolazi iz plitkih geotermalnih izvora energije.
- Prikupljeni podatci o izvedenim sustavima koristi će se za izradu interaktivne GIS karte.



2. Osnovno o projektu

Financijska potpora

Projekt ***Mapiranje plitkih geotermalnih sustava u Republici Hrvatskoj*** (PLIGES), ref. broj 111, financiran je od Islanda, Lihtenštajna i Norveške kroz Financijski mehanizam Europskog gospodarskog prostora (EGP) 2014. – 2021. uz nacionalno sufinanciranje Republike Hrvatske u okviru provedbe Programa „Energija i klimatske promjene“.

Upravitelj programa: Ministarstvo regionalnog razvoja i fondova Europske unije
Programski partner: Energetski institut Hrvoje Požar

2. Osnovno o projektu

Program / Poziv: Energija i klimatske promjene / Izrada baze plitke geotermalne energije

Trajanje projekta: 15 mjeseci (1. veljače 2023. do 30. travnja 2024.)

Vrijednost projekta: 197.950,75 EUR

Stopa financiranja bespovratnim sredstvima: 100%

Nositelj projekta: Fakultet strojarstva i brodogradnje, UniZG

Partneri: Rudarsko-geološko-naftni fakultet, UniZG
TT inženjering d.o.o.

Web stranica: www.pliges.eu



2. Osnovno o projektu

Cilj projekta

Provedba sveobuhvatnog pregleda instaliranih sustava plitke geotermalne energije u Hrvatskoj:

- uspostava baze izvedenih sustava plitke geotermalne energije i sustava njezinog dopunjavanja
- ocjena potrošnje energije koja dolazi iz sustava plitke geotermalne energije
- izrada interaktivne GIS karte za pregled i vizualizaciju podataka
- povećanje znanja o iskorištavanju potencijala plitke geotermalne energije u Hrvatskoj.

Doprinos ishodu Poziva: povećana proizvodnja energije iz obnovljivih izvora.

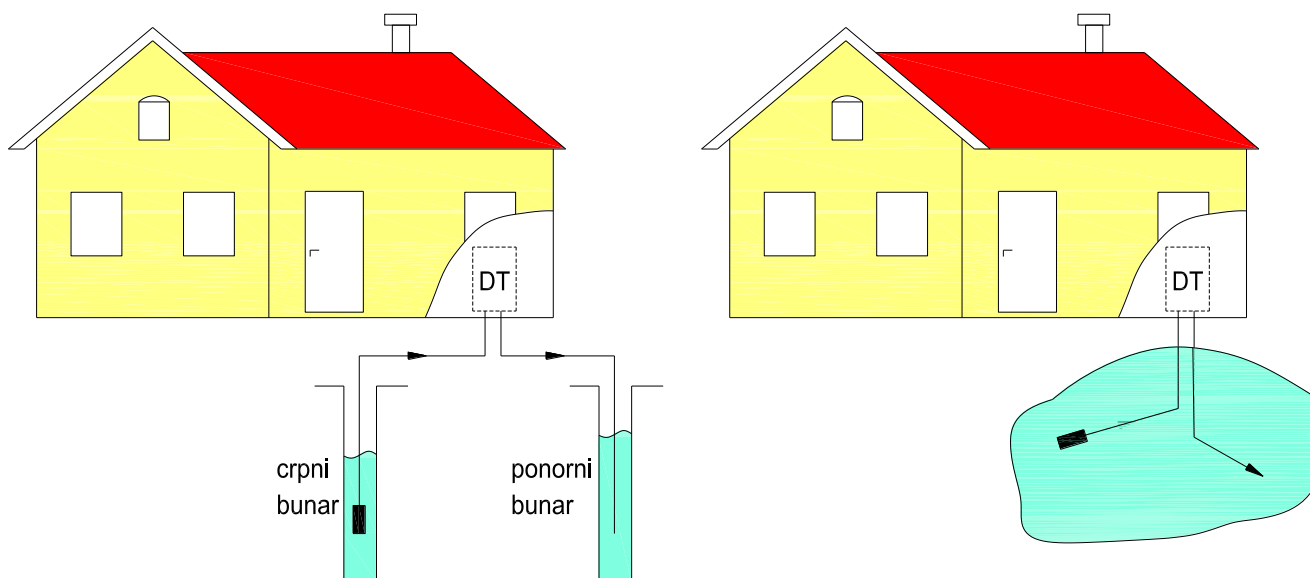
Doprinos neposrednim rezultatima Poziva: ojačani kapaciteti za upravljanje i promicanje obnovljivih izvora energije.

DIZALICE TOPLINE POVEZANE S TLOM

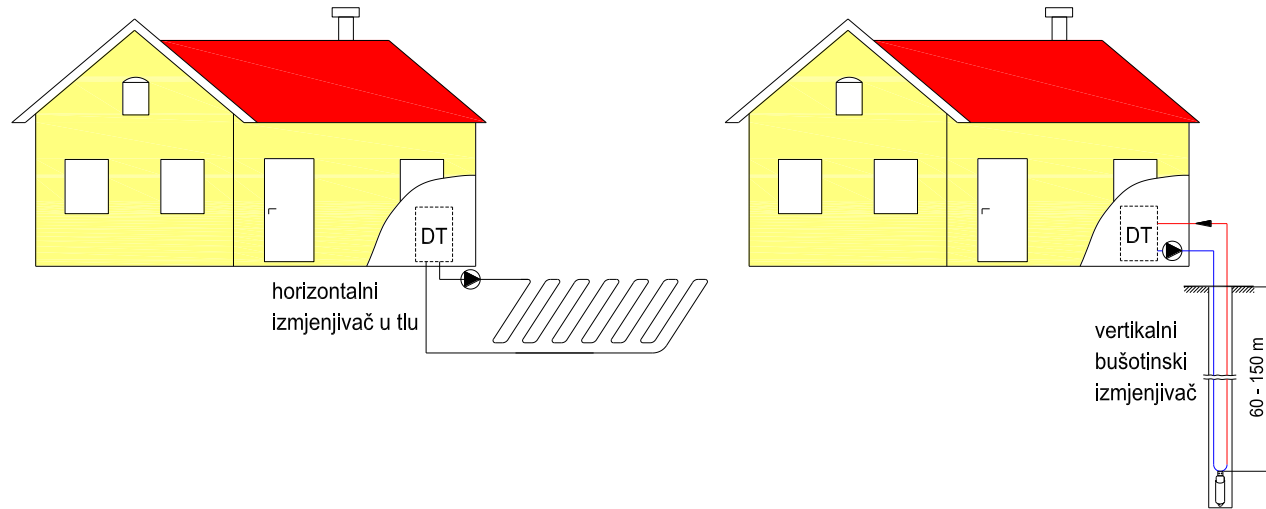
Dizalice topline povezane s tлом mogu se podijeliti na:

- otvorene sustave
- zatvorene sustave

OTVORENI SUSTAVI: voda izvor topline

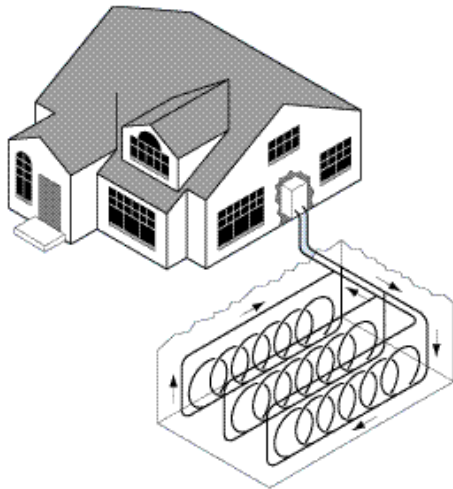


ZATVORENI SUSTAVI: Tlo kao izvor topline



a) horizontalna izvedba izmjenjivača

b) vertikalna izvedba izmjenjivača



c) spiralna izvedba izmjenjivača



d) košarasta izvedba izmjenjivača

3. PRIMJERI DOBRE PRAKSE

Morska voda kao izvor/ponor topline



*Hotel Le Méridien Lav, Split
- učinak grijanja 3,5 MW*



*Punta Skala, Zadar
- učinak grijanja 3,5 MW*

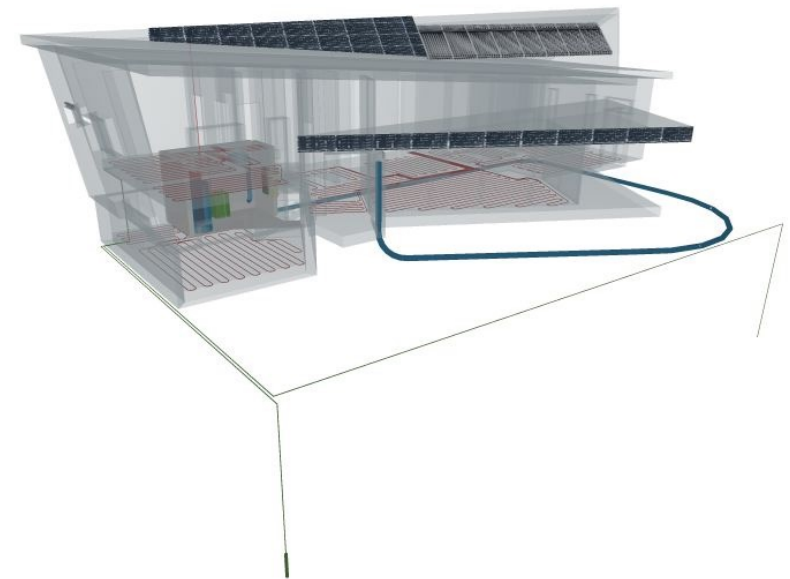


*Knežev dvor, Dubrovnik
- učinak grijanja 432 kW*

3. PRIMJERI DOBRE PRAKSE

- Lokacija: **Varaždin**
- Korisna površina: **195 m²**
- Q_{Hnd} : **19,97 kWh/(m²god)**
- Učinak dizalice topline: **8 kW, voda/voda**
- Sezonska učinkovitost: **SPF= 4,6 (78,3 % OIE)**
- Akumulacijski spremnik: **500 lit.**
- Spremnik sanitarne vode: **300 lit.**
- Cijevni vakuumski kolektori: **9 m²**
- Ventilacija: **rekuperator** s podzemnim izmjenjivačem
- Fotonaponska elektrana: **3 kW**

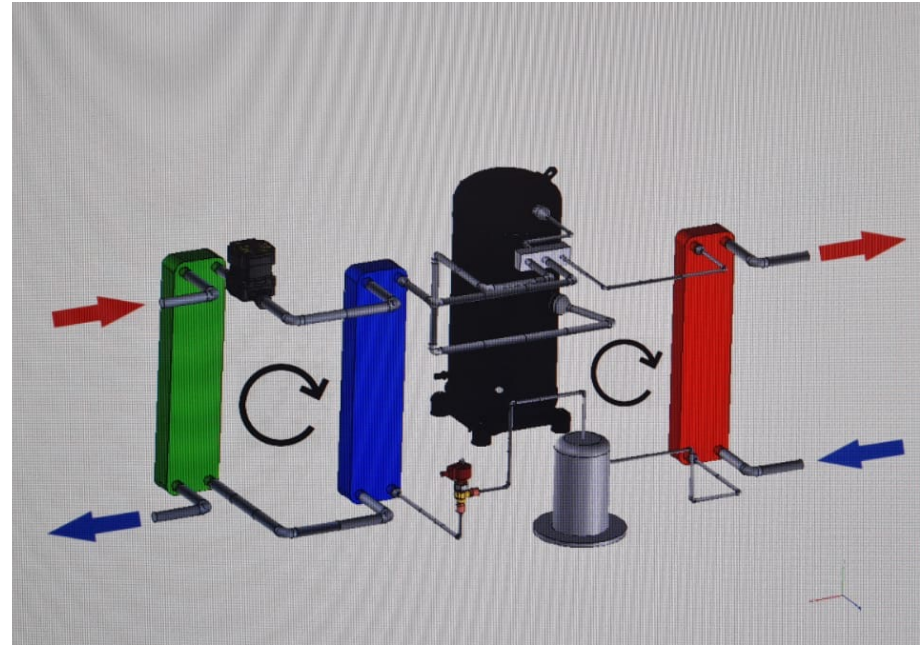
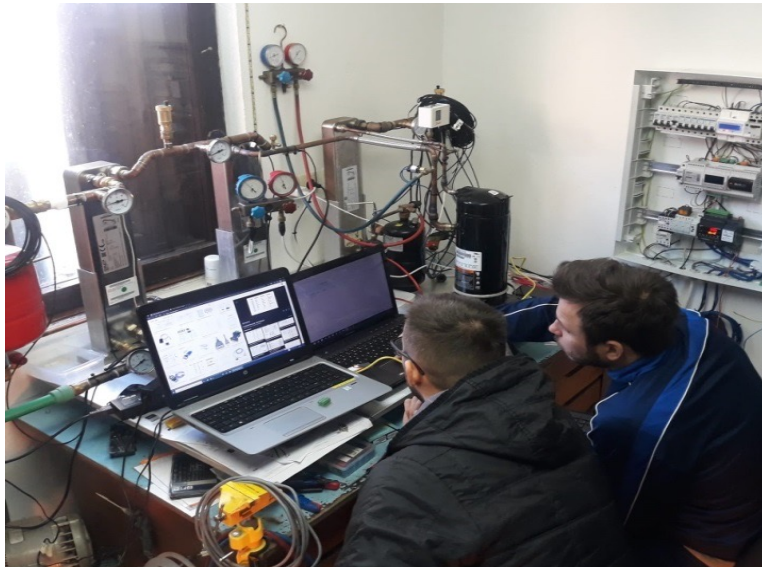
Dizalica topline voda-voda



3. PRIMJERI DOBRE PRAKSE



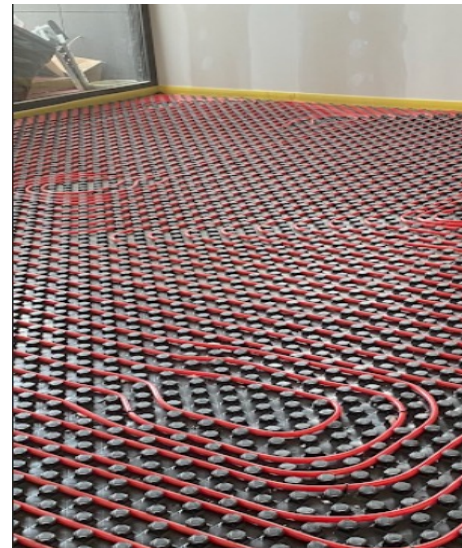
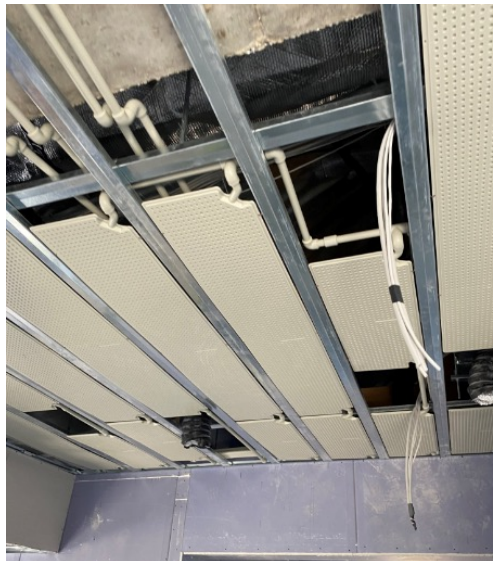
U Novoj Gradišci entuzijasti u kućnoj radinosti izradili dizalicu topline voda-voda



3. PRIMJERI DOBRE PRAKSE

- Obiteljska kuća: **Zagreb**, AB konstrukcija , 20 cm toplinska izolacija, trostruko izo staklo
- Korisna površina: 480 m²
- Učinak grijanja: **24 kW**
- Temperaturni režim grijanja: 32/29 °C maksimalni temperaturni režim (vođenje po vanjskoj temperaturi)
- Podno grijanje s razmakom cijevi od 5-10 cm; (stropni paneli, zidni paneli grijanje /pasivno hlađenje)
- PTV 55 °C
- Sezonska učinkovitost: **SPF = 5.15 (81 % OIE); 95 % vremena noćni režim rada**
- Temperaturni režim pasivnog hlađenja (bez rada kompresora) : 18/21 °C **(95 % OIE).**
- Dubina izmjenjivača u tlu: 6 x 90 m (klasična dvostruka U sonda DN 32)

Dizalica topline
tlo-voda

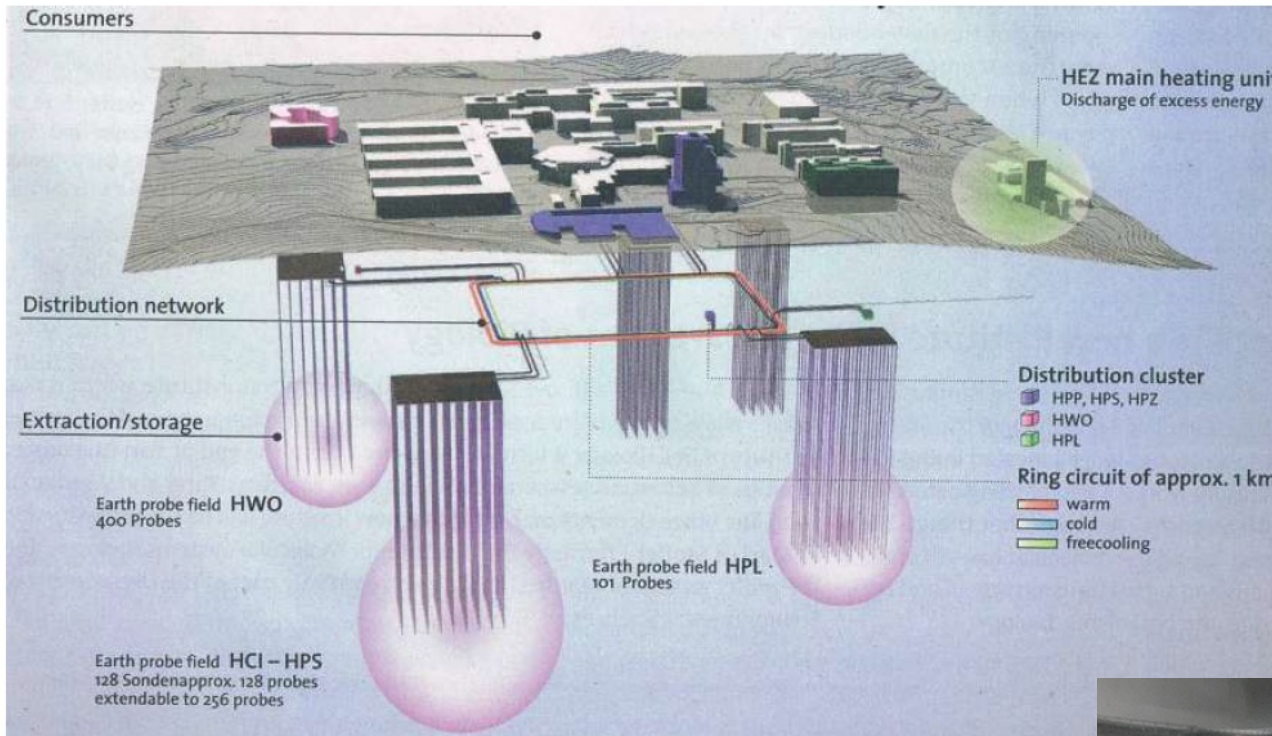


3. PRIMJERI DOBRE PRAKSE

- Obiteljska kuća: **Samobor**, 290 m.n.m., klasična gradnja ciglom, 15 cm toplinska izolacija
- Korisna površina: 170 m²
- Učinak grijanja: **3÷ 9 kW** (inverterska regulacija)
- Temperaturni režim grijanja: 31/28 °C
- Podno grijanje s razmakom cijevi od 5 cm (kamene pločice u cijeloj kući)
- PTV 50 °C
- Sezonska učinkovitost: **SPF = 6,5 (85 % RES)**
- Temperaturni režim pasivnog hlađenja: 18/21 °C
- Dubina izmjenjivača u tlu: 200 m (TC45 turbokolektor 1U - SDR11 - PN16)



3. PRIMJERI DOBRE PRAKSE



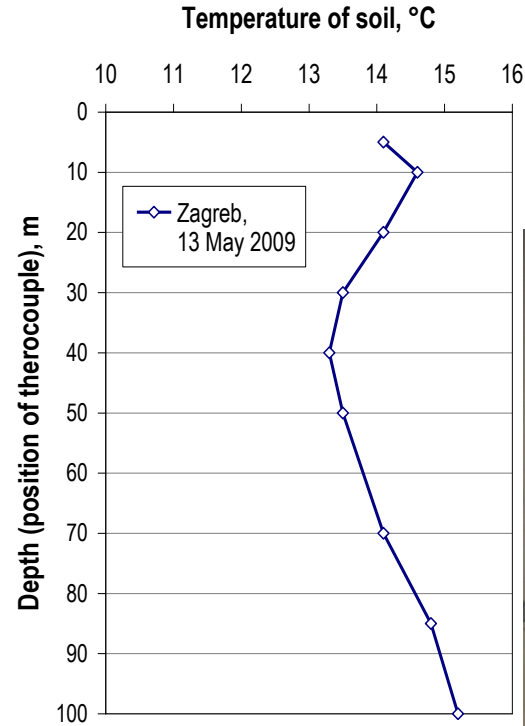
Slika 2. Horizontalni centralni razvod polja od 207 bušotina

Heat pump: 900 kW

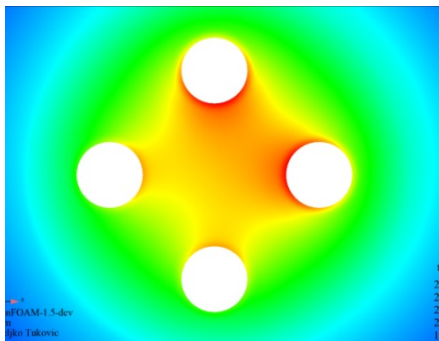


Campusu Hönggerberg – ETH Zurich
BHEs number: 434 (200 m)
Total BHEs length: 86 km
Heating capacity: 5,5 MW
SCOP ≈ 6,0

MZOS projekt: Dizalice topline s korištenjem tla kao obnovljivog toplinskog spremnika (2007-2013),



Temperatur profil tla duž
bušotine dubine 100 m

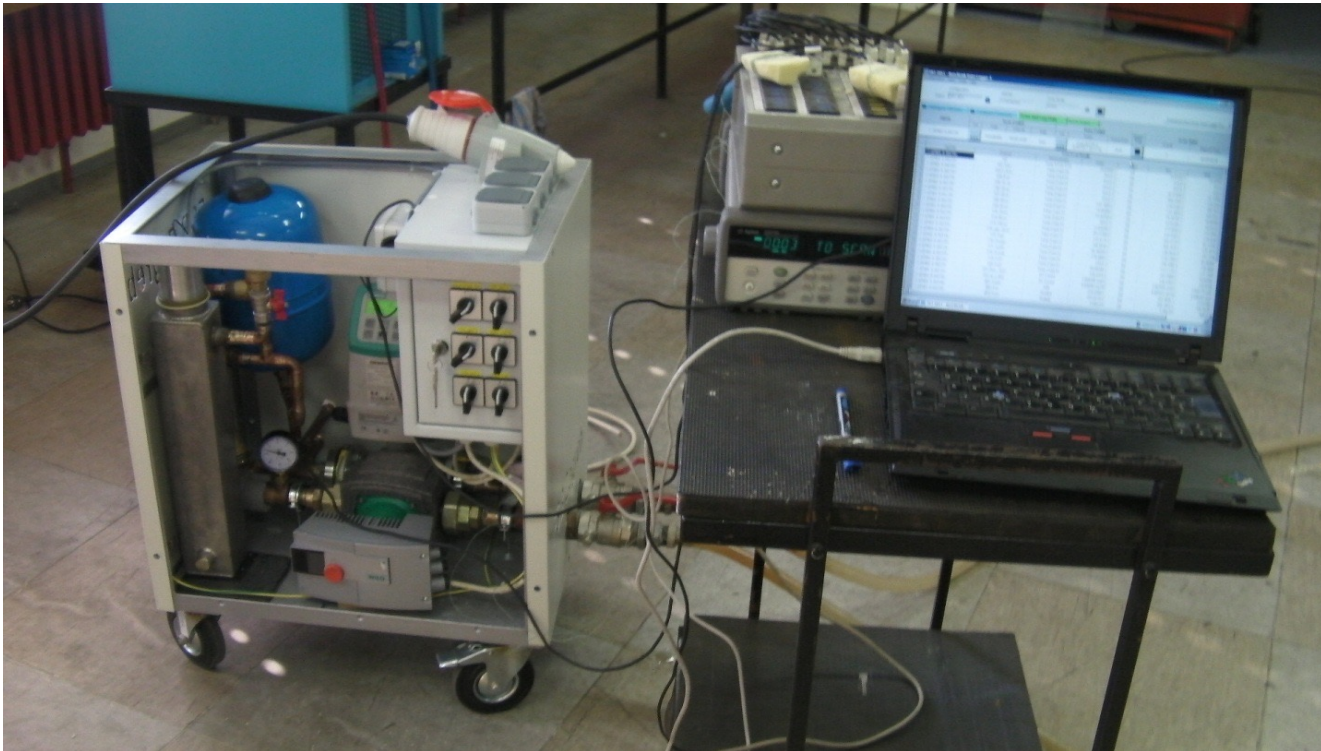


ISPITIVANJE TOPLINSKIH SVOJSTAVA TLA

- Povijest TRT uređaja:
 - 1995. Lulea Technical University, Švedska
 - 1996. Oklahoma State University, SAD
 - 1999. Umwelt Baugrund Geothermie Geotechnic (UBeG), Njemačka
 - 2003. UBeG – Južna Koreja
 - 2004. UBeG - Kina
 - 2011. Fakultet Strojarnstva i Brodogradnje, Hrvatska
- Na FSB je 2011. godine izveden prvi pokretni uređaj za ispitivanje toplinskih svojstava tla u Hrvatskoj.
- Prvi puta u Hrvatskoj, na lokaciji budućeg trgovačkog centra IKEA u Rugvici, na kojoj su izvedene tri probne bušotine dubine 100 m, provedena su „in situ“ ispitivanja toplinskih svojstava tla.



Izvedba uređaja za ispitivanje toplinskih svojstava tla



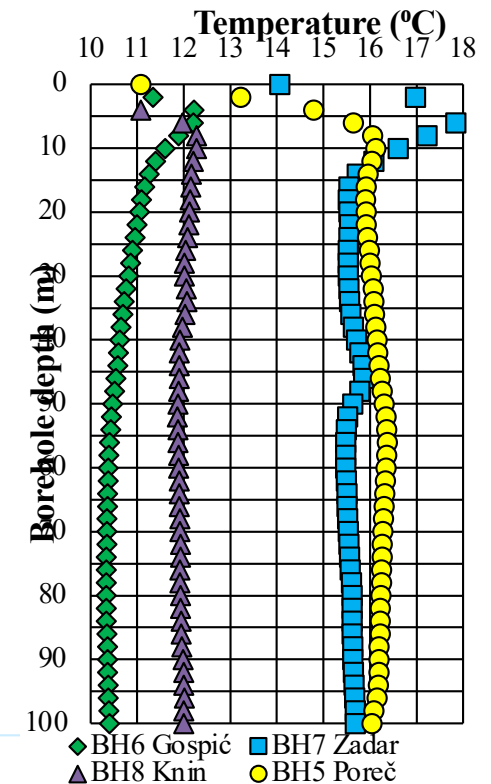
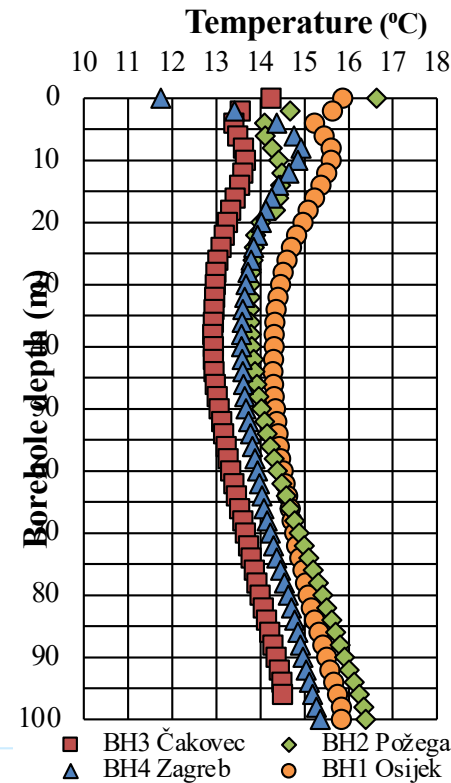
FSB, Laboratorij za toplinu i toplinske uređaje, 2011.

IPA projekta GeothermalMapping 2013.-2015.



Suradnici:

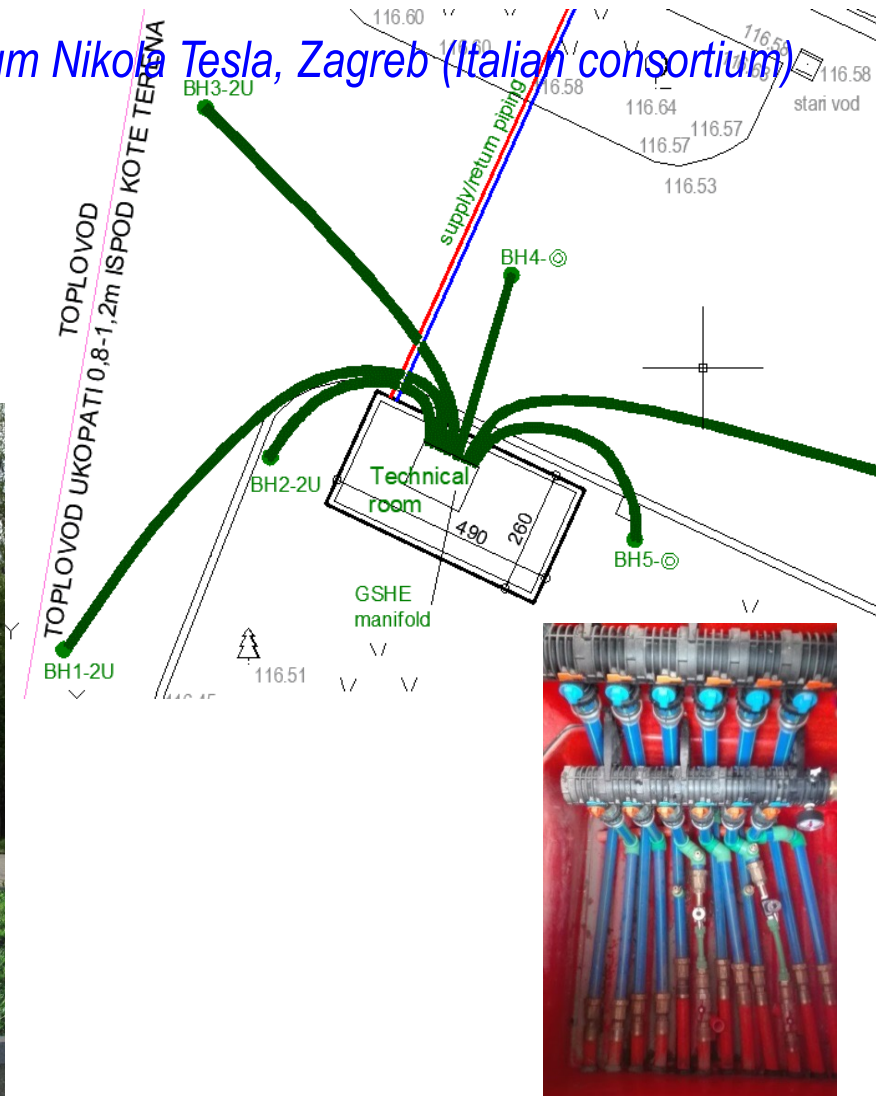
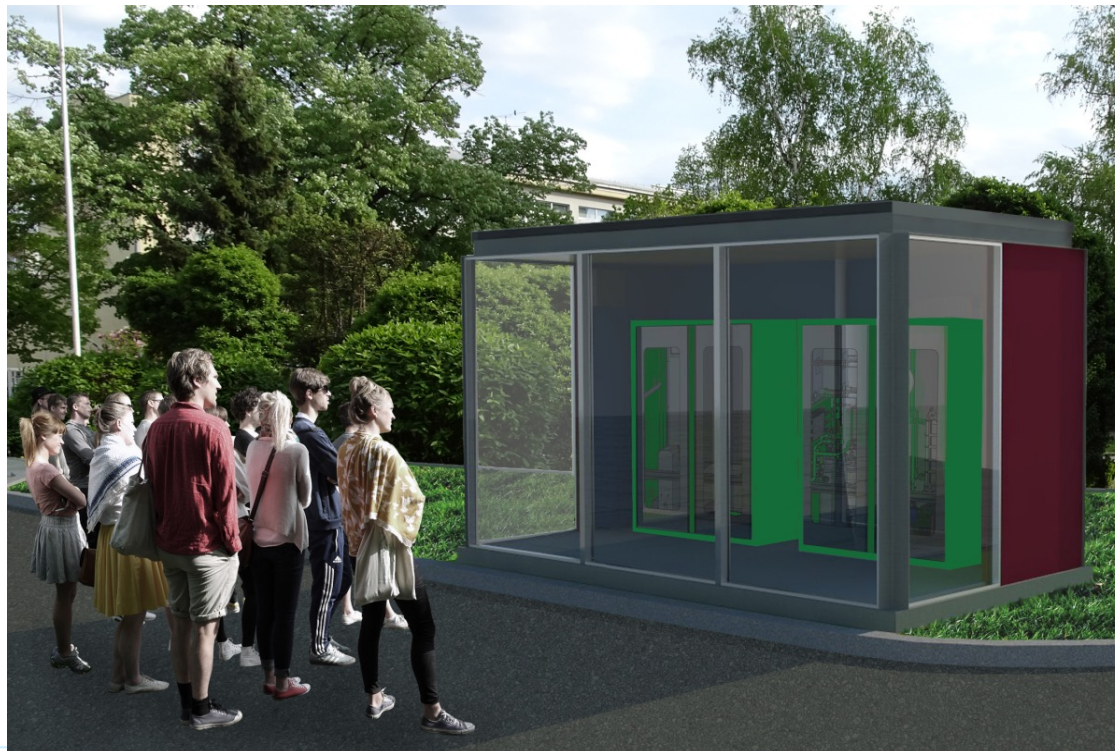
- Tehnička škola Čakovec
- Strukovna škola Gospić
- Strojaraska tehnička škola Osijek
- Tehnička škola Požega
- Tehnička škola Zadar
- Srednja strukovna škola kralj Zvonimir Knin
- Institut za poljoprivredu i turizam Poreč

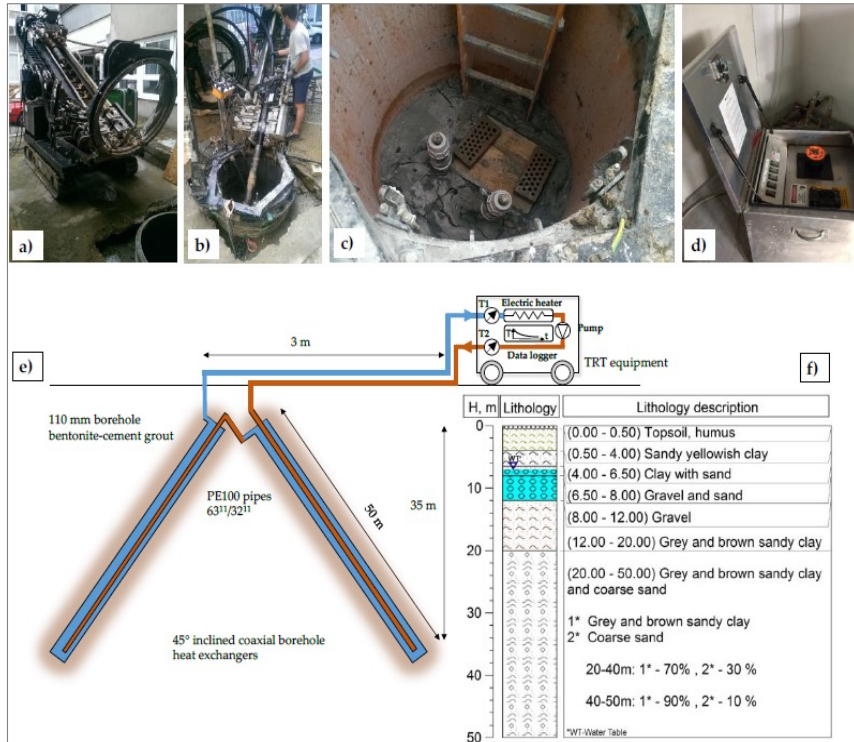


Horizon project: CheapGSHPs

Demo ground source heat pump system at Technical museum Nikola Tesla, Zagreb (Italian consortium)

- cascade heat pump (CO2/R1234ze)
- temperature operating mode 75/65 °C
- heating capacity: 30 kW
- 3 U-pipe borehole heat exchangers, 3 coaxial





Istraživačke aktivnosti grupe sa Zavoda za naftno-plinsko inženjerstvo (RGN):

Bušotinski izmjenjivači topline povezani s dizalicama topline, prijenos toplinske energije u poroznoj sredini, određivanja termogeoloških parametara.

GEB Geothermal Energy Capacity Building in Egypt (ERASMUS+)

HAPPEN “Holistic Approach and Platform for the deep renovation of the Med residential built Environment” Horizon 2020



Sea for Heritage Energy Transition – SEAHEaT

Iskorištavanje toplinske energije mora posredstvom dizalica topline u projektima energetske obnove zgrada koja predstavljaju kulturna dobra.

Izvedba pilot projekta za potrebe dvije zgrade Specijalne bolnice za ortopediju i rehabilitaciju “Martin Horvat” u Rovinju





Projektiranje i nadzor strojarskih instalacija grijanja, hlađenja, plina, ventilacije, klimatizacije itd.

Višegodišnje iskustvo s projektiranjem i nadzorom strojarskih instalacija različite veličine i složenosti, a između ostalog i 22 sustava iskorištavanja plitke geotermalne energije.



*DT tlo-voda
3x100 kW*

4. MAPIRANJE GEOTERMALNIH SUSTAVA

Slovenija

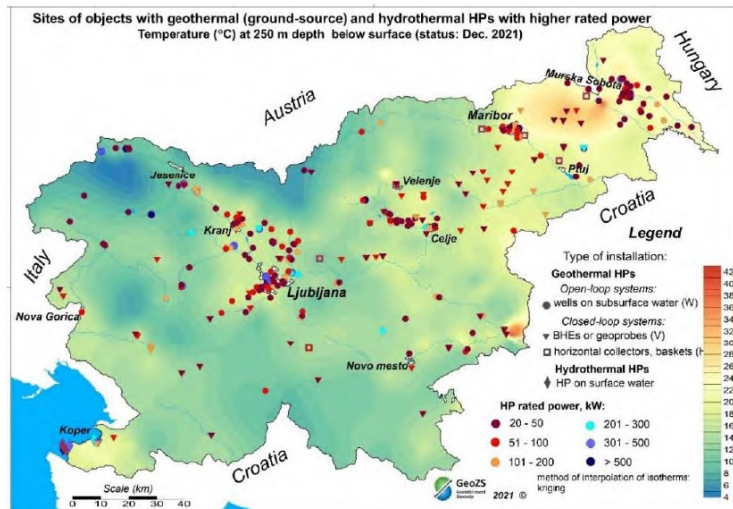


Figure 7: Distribution of 332 installations with collected detailed data on GSHP systems with rated power of at least 20 kW, by type of installation, and 7 known hydrothermal HP unit systems (data collected on a voluntary basis). The isotherms show temperature at 250 m depth.

Francuska



Figure 7: Geographical situation of the 6050 aquifer ground source heat pumps declared in April 2022.



Figure 8: Geographical situation of the 22,447 borehole ground source heat pumps declared in April 2022.

Švedska

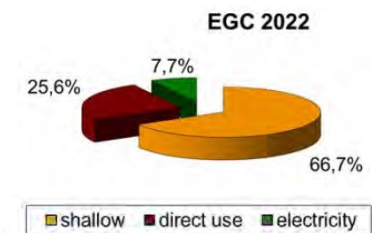
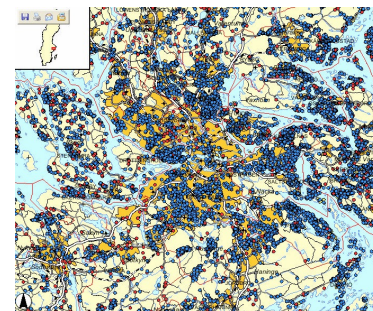


Figure 1: Share of installed capacity in the three geothermal sub-sectors in Europe as reported at EGC 2019 and EGC 2022

Izvor: European Geothermal Congress 2022 Country Update Reports on Geothermal Energy in Europe

4.1 Rezultati projekta

Opće informacije					
Naziv lokacije		Informacije o lokaciji			
Zemljopisne koordinate (HTRS96)		Vrsta vlasništva		A) privatno B) javno	
Namjena zgrade (opisati)					
Stambena:					
Komerrijalna:					
Industrija:					
Ime i prezime		Ostale informacije (energetski razred, godina izgradnje, godina energetske obnove)			
Broj telefona/mobitela					
Adresa					
Grad					
Informacije o plitkom geotermalnom izvoru					
Vrsta izvora topline povezanog s tlom		A) otvoreni		B) zatvoreni (odabrati)	
A) Otvoreni sustav					
Tip zahvata vode		A) podzemne		B) površinske (odabrati)	
Vrsta površinske vode		A) jezero		B) rijeka C) more (odabrati)	
B) Zatvoreni sustav					
Tip izmjenjivača u tlu		A) vertikalni		B) horizontalni C) košarasti (odabrati)	
Status bušotine		A) aktivna		B) neaktivna	
Godina izgradnje					
Temperaturni profil bušotine (ako postoji) / Izmjerena temperatura tla ili podzemne vode					
Litološki profil (ako postoji) / geološki opis lokacije					
Način korištenja izvora					
Dozvole za korištenje					
Podzemna voda		crpni		ponorni	
Broj zdenaca (bunara)				Dubina zahvata	
Temperatura vode (godišnja maks./min./prosječna)		°C		Udaljenost zahvata od obale	
Dubina zdenaca		m		Međuzmjenjivač (DA/NE)	
Promjer zdenca		mm		Ostalo:	
Dubina vode (visina podzemne vode)		m		Godišnji zahvat podzemne/površinske vode (m3)	
Međuzmjenjivač		DA/NE		Izdašnost prema projektu (l/s)	
Vertikalni izmjenjivač					
Broj bušotina		Dubina 1 bušotine		m	
Tip izmjenjivača		Toplinski tok po bušotini (prema TRT-u)		W/m	
Specifikacija ugrađene cijevi					
Rezultati TRT-a		$\lambda \dots\dots W/(m K)$		$R_s \dots\dots mK/W$	
				$T_{tlo} \dots\dots ^\circ C$	
Horizontalni izmjenjivač/košarasti					
Površina tla za ugradnju izmjenjivača, m2		Dubina iskopa za polaganje izmjenjivača, m			
Ukupna duljina ugrađenih cijevi u tlu				m	
Specifikacija ugrađene cijevi				Toplinski tok (W/m)	
Radni medij unutar izmjenjivača		Etilen glikol + voda		Udio sredstva za snižavanje temperature zamrzavanja	
		Propilen glikol + voda			
		Etanol			
		Voda			
		Ostalo			

Upitnik

Informacije o dizalici topline (ako postoji)					
Neto kondicionirana površina zgrade (m2)					
Broj ugrađenih dizalica topline		Godina puštanja sustava u rad			
Način korištenja dizalice topline (moguće više odabira)		grijanje		hlađenje (aktivno)	
		hlađenje (pasivno)		PTV	
Kataloški učinak dizalice topline*		Grijanje		kW	
Radna tvar dizalice topline		Hlađenje		kW	
Temperaturni režim iz dizalice topline		Polaz		Povrat	
Grijanje		°C		Vrsta ogrjevnih tijela (moguće više odabira)	
Hlađenje		°C		ventilokonvektori	
Način rada dizalice topline		monovalentni		Ostalo:	
		bivalentno-paralelni		Dodatni toplinski izvor:	
		bivalentno-alternativni		Dodatni toplinski izvor:	
Godišnja proizvedena toplinska energija				kWh	
Godišnja privredna elek. energija za rad sustava dizalice topline				kWh	
Godišnji zahvat podzemne/površinske vode (odnosi se na sustave voda-voda)				m3	
Godišnji broj radnih sati sustava				h	

* Prema EN 14511

4.1 Rezultati projekta

Redoviti sastanci projektnog tima



Obilazak sustava



GIS interaktivna aplikacija

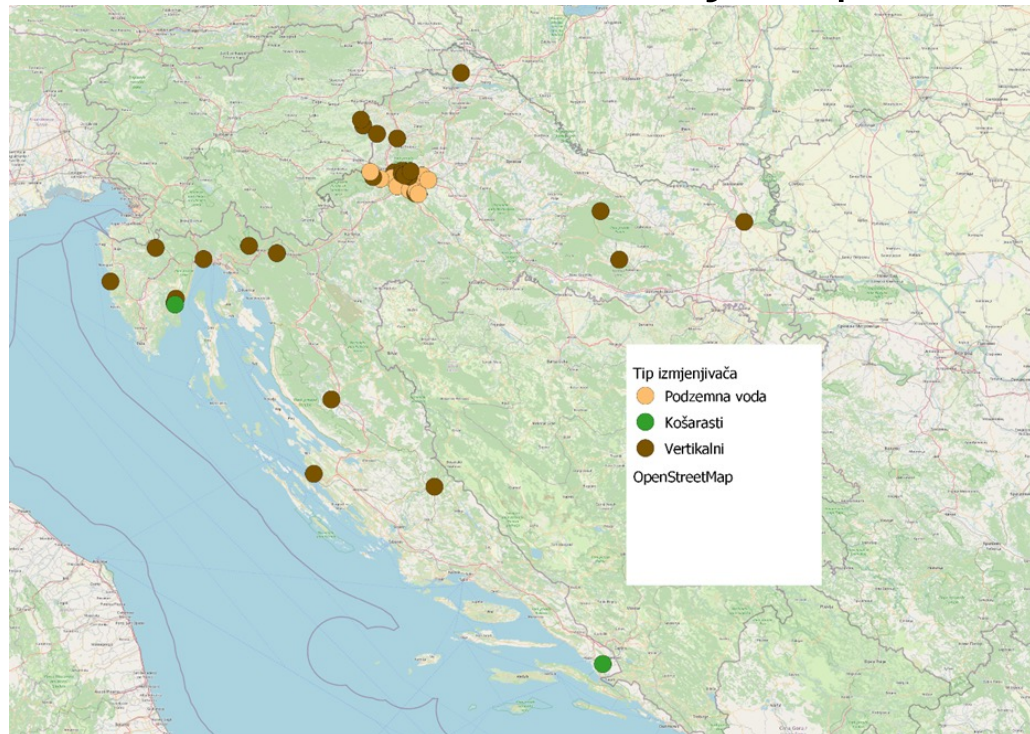
- Cilj je izraditi interaktivnu GIS kartu (web aplikaciju) prilagođenu korisnicima koja će sadržavati sve dostupne podatke o potencijalu i korištenju plitkih geotermalnih izvora.
- Baze podataka formatiraju se u Shapefileove (format geoprostornih vektorskih podataka za softver geografskog informacijskog sustava u vektorskom obliku)
- Vizualizacija podataka o plitkim geotermalnim izvorima energije, što uključuje izradu karat i prikaz gustoća potencijala
- GIS interaktivna web aplikacija s prilagođenim grafičkim korisničkim sučeljem za agregiranje i vizualizaciju podataka o svim dostupnim tehnologijama koje koriste plitku geotermalnu energiju kao izvor i ponor topline

GIS interaktivna aplikacija

- Po završetku izrade aplikacije, ista će omogućiti
 - Kontinuirani unos i praćenje skupova podataka → interaktivno sučelje koje omogućuje ne samo pregled podataka već i unos podataka od strane registriranih korisnika, na temelju predefiniranog obrasca, koji će kasnije biti moderiran od strane administratora
 - Kontinuirano ažuriranje i održavanje baze podataka na temelju dostavljenih podataka registriranih korisnika i projektnih partnera
 - Grupiranje i sortiranje podataka po raznim kategorijama na temelju korisničkih preferencija
 - Automatiziranu izradu izvještaja u pdf formatu prema unaprijed postavljenim predlošcima i korisničkim preferencijama
 - Automatiziran izvoz podataka u obliku slika (jpg format) prema korisničkim preferencijama

GIS interaktivna aplikacija

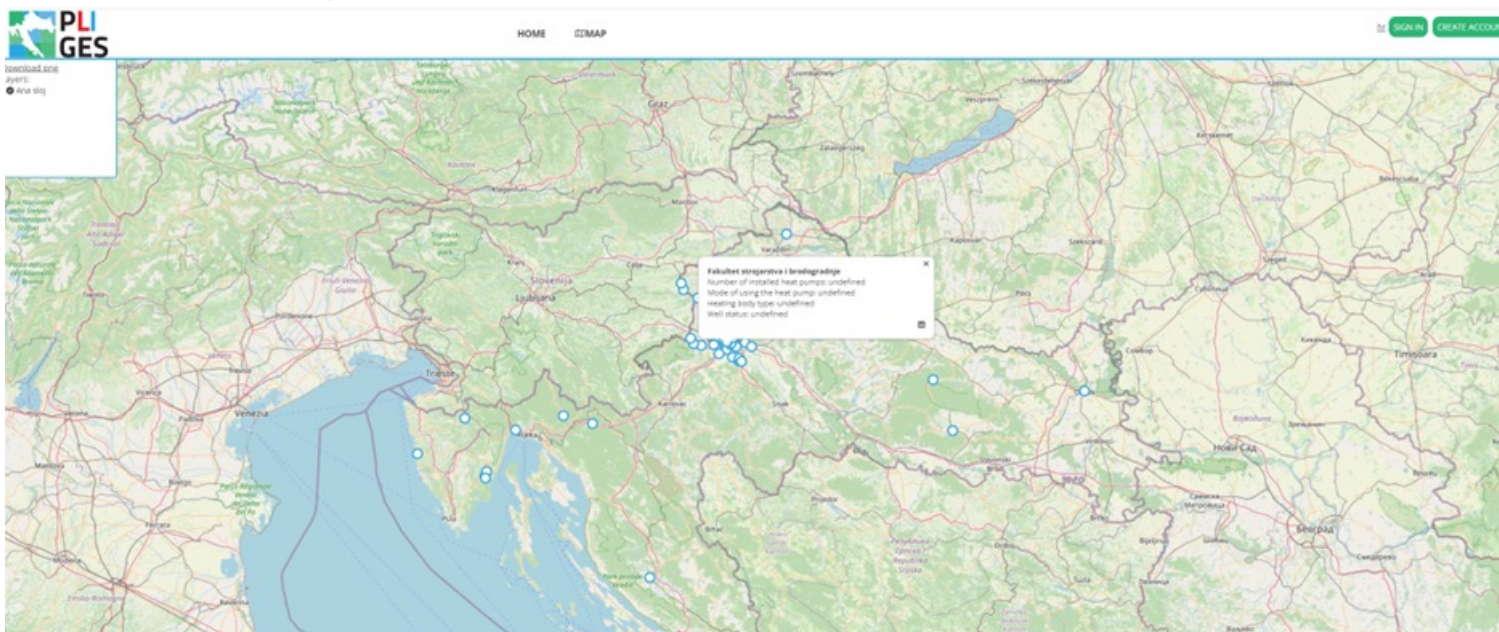
- Na temelju prikupljenih podataka o plitkim izvorima geotermalne energije su definirane atributne tablice te simbolizacija mapiranih objekata



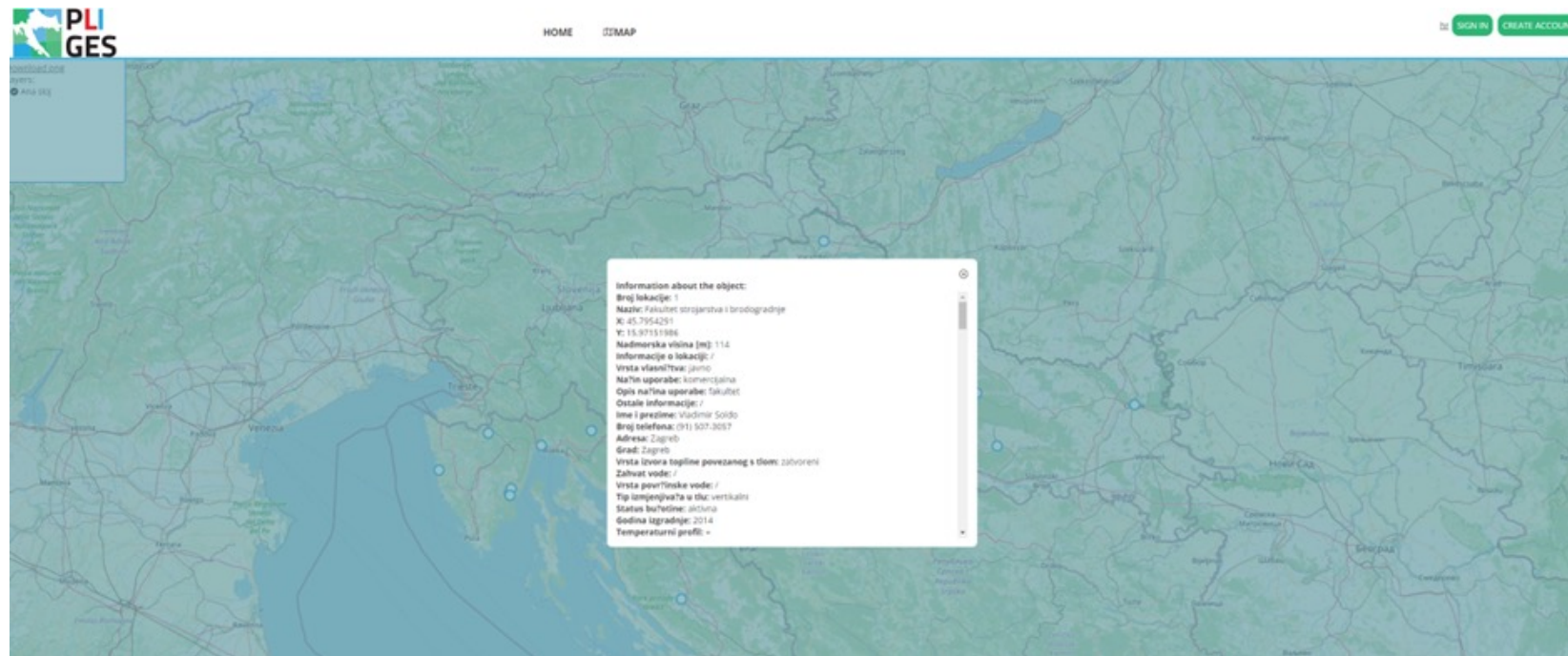
- Broj unesenih sustava (trenutno) iznosi 67.

GIS interaktivna aplikacija

- Trenutna funkcionalnost GIS aplikacije uključuje: dvojezični prikaz, izradu računa (registraciju), prijavu te potvrdu računa.
- GIS aplikacija omogućuje prikaz osnovnijih podataka te prikaz detaljnijih podataka, kao što je prikazano na slikama niže:



GIS interaktivna aplikacija



- Trenutna funkcionalnost GIS aplikacije također omogućuje preuzimanje karte u PNG formatu.



Hvala na pažnji!

Kontakt: prof. dr. sc. Vladimir Soldo

e- mail: vladimir.soldo@fsb.hr

dr. sc. Ana Kodba

e-mail: ana.lovrak@fsb.hr



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje