

2. 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



RGNF, Zagreb, 22.03.2024.



1. UVOD
2. OSNOVNO O PLIGES PROJEKTU
3. PRIMJERI DOBRE PRAKSE
4. PRIKUPLJANJE PODATAKA O IZVEDENIN SUSTAVIMA

1. UVOD

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

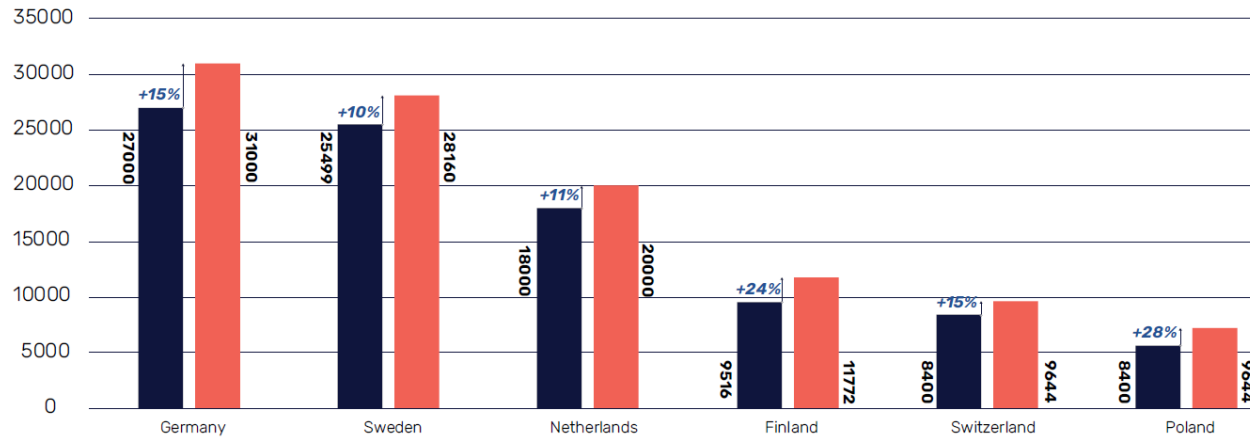
- U Hrvatskoj ne postoji sustavno praćenje ni kontrola instaliranih sustava dizalica topline koje koriste plitki geotermalni izvor energije.
- Nije moguće procijeniti ukupni instalirani kapacitet i potrošnju energije koja dolazi iz plitkih geotermalnih izvora energije.
- Prikupljeni podatci o izvedenim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



1. UVOD

Fig. 14 Sales of geothermal heat pumps in Europe (2021-2022) in selected countries highlighting growth rate

Largest European markets



PLITKI GEOTERMALNI SUSTAVI u Europi

- 141.300 novih GSHPs in 2022.
- 2,19 milijuna GSHPs ukupno
- 78 TWh u 2022.

European markets in development

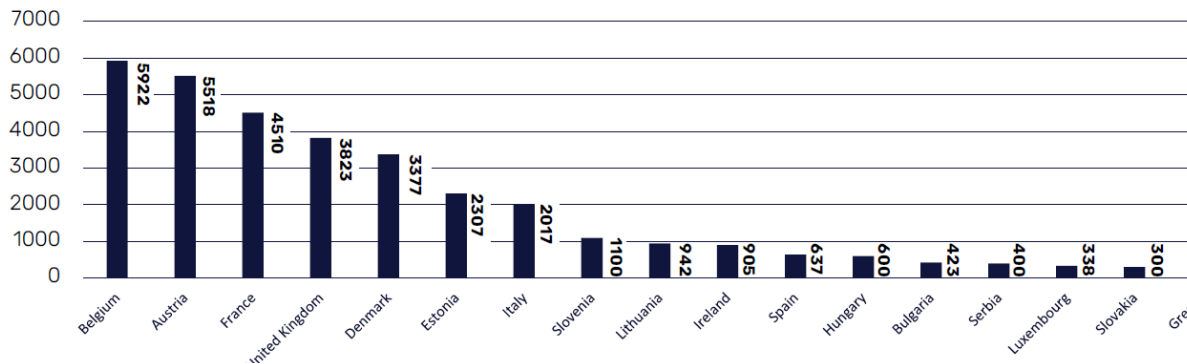
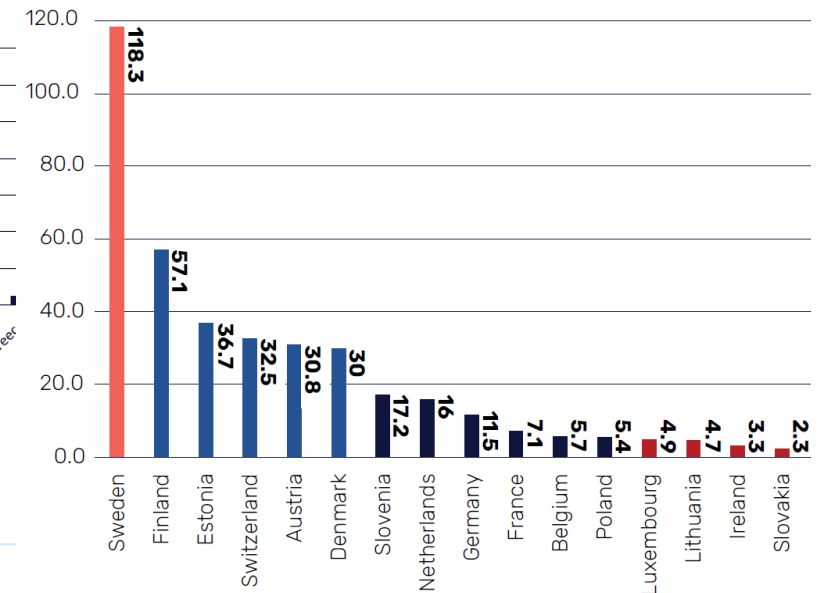
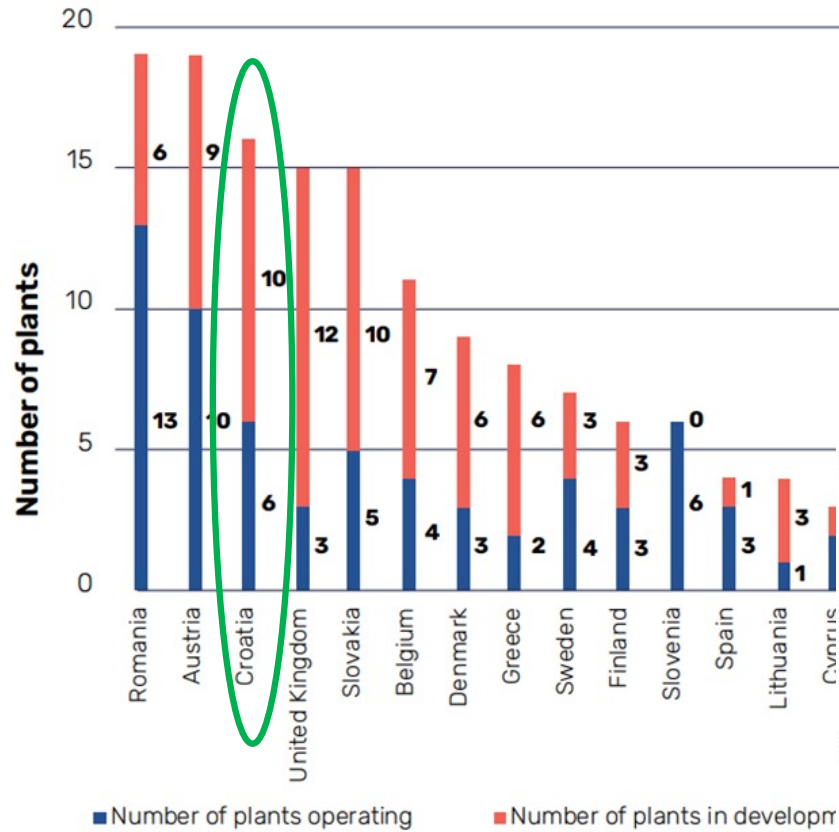


Fig. 16 Number of geothermal heat pump systems per 1,000 households

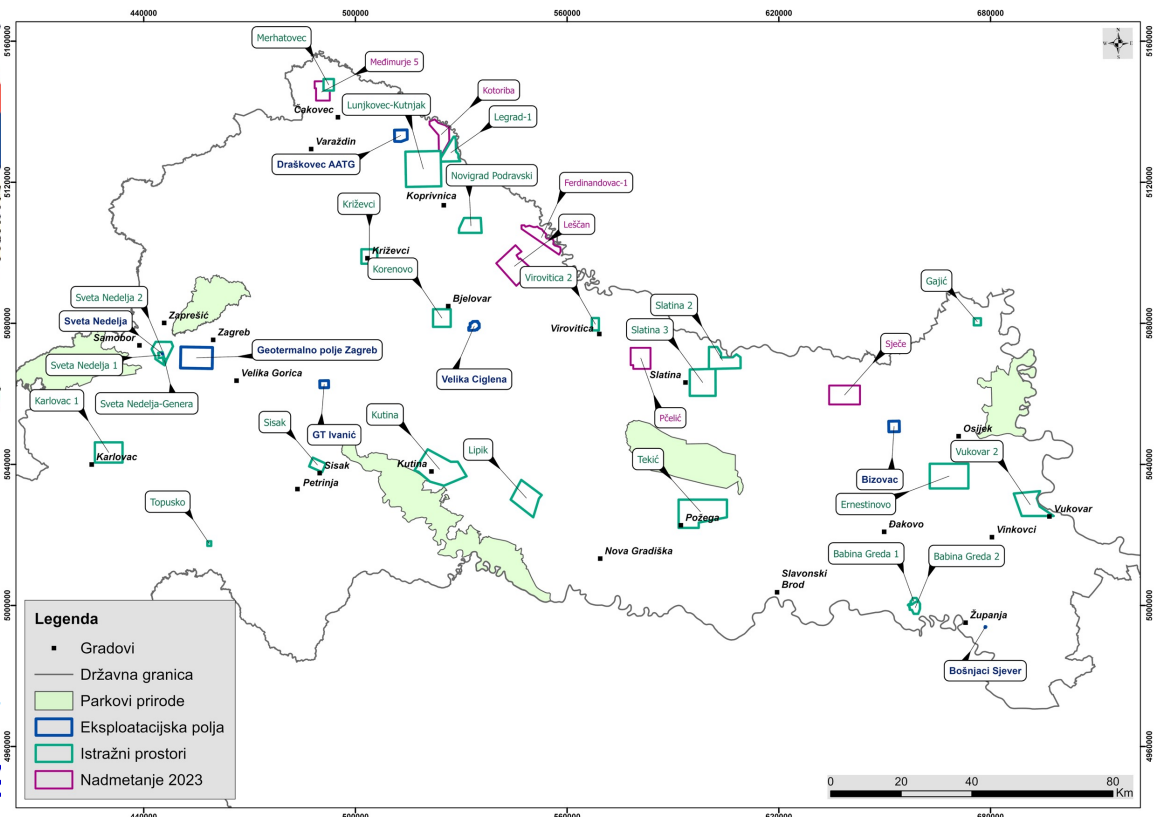


1. UVOD

Emerging European Geothermal district heating and cooling markets in 2022: number of systems operating and in development



DUBOKI GEOTERMALNI SUSTAVI U Hrvatskoj



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.

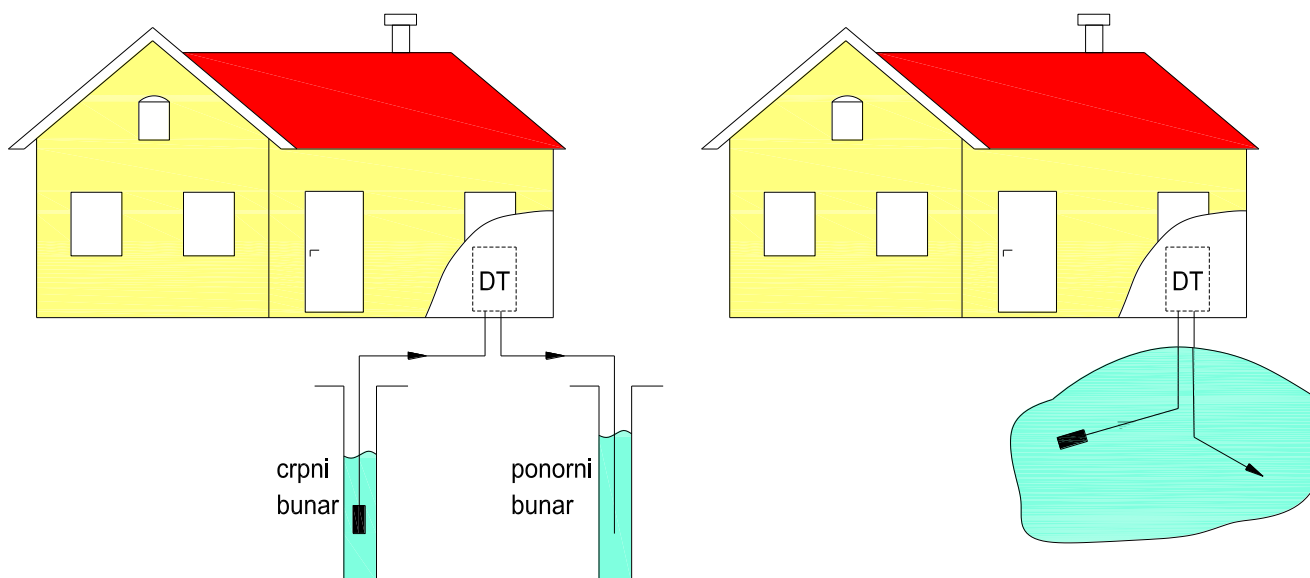
Doprinos neposrednim rezultatima Poziva: ojačani kapaciteti za upravljanje i promicanje obnovljivih izvora energije.

DIZALICE TOPLINE POVEZANE S TLOM

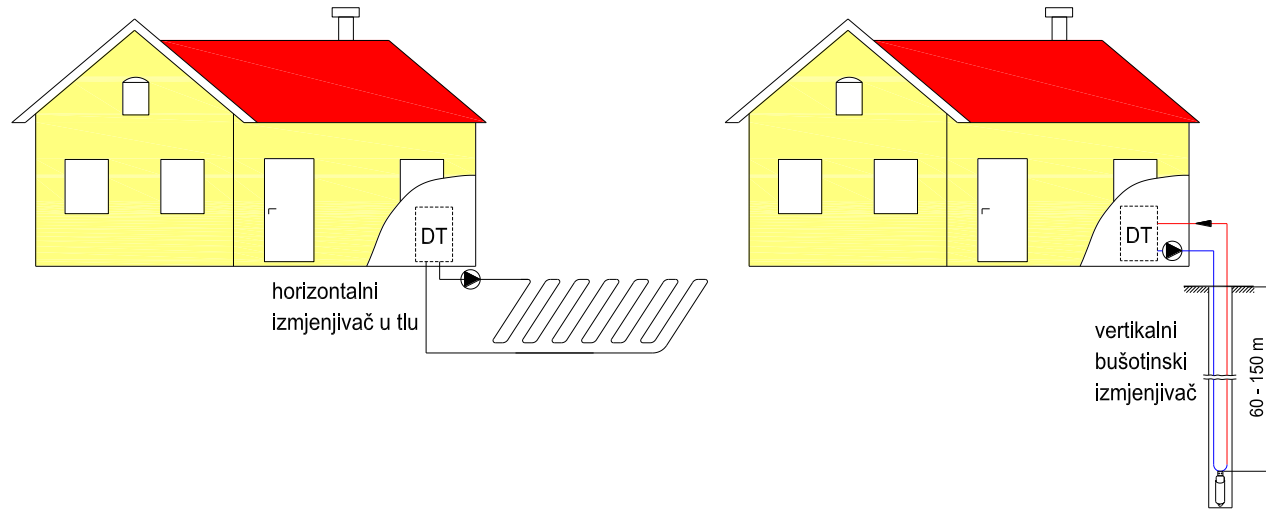
Dizalice topline povezane s tлом mogu se podijeliti na:

- otvorene sustave
- zatvorene sustave

OTVORENI SUSTAVI: voda izvor topline

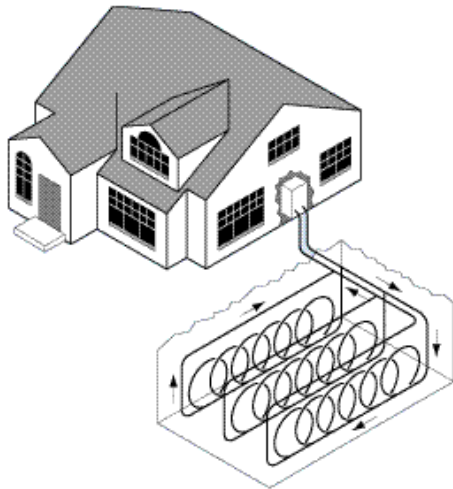


ZATVORENI SUSTAVI: Tlo kao izvor topline



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*



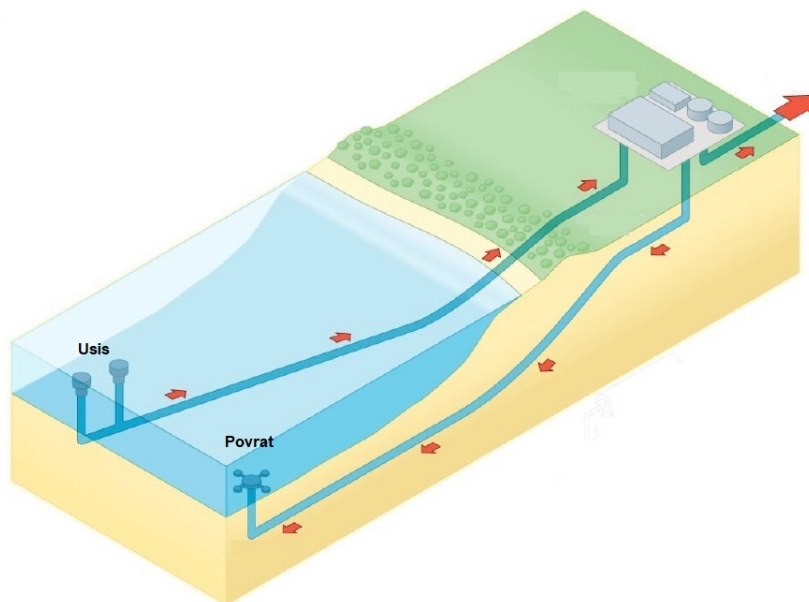
*Punta Skala, Zadar
- učinak grijanja 3,5 MW*



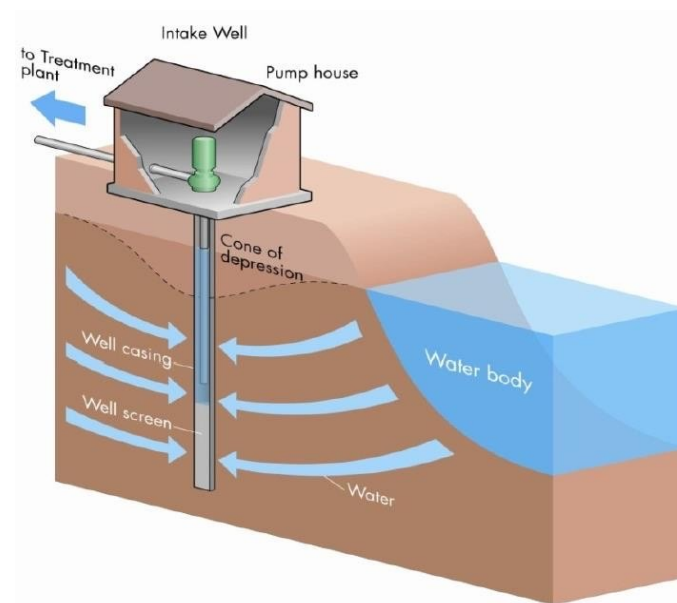
*Knežev dvor, Dubrovnik
- učinak grijanja 432 kW*

Dizalice topline morska voda-voda

Direktni zahvat morske vode



Potpovršinski zahvat vode iz zdenaca uz more



Problemi korozije i biološkog obraštanja cijevi i izmjenjivača topline u kontaktu s morskom vodom

3. PRIMJERI DOBRE PRAKSE

Prva dizalica topline voda-voda u Hrvatskoj novijeg doba: 2004. godina

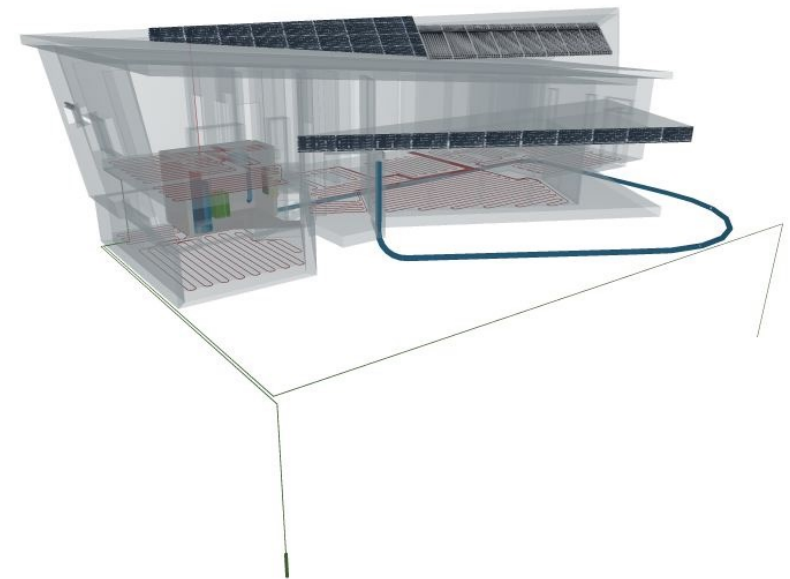
- Obiteljska kuća: **Osijek**
- Korisna površina: 280 m²
- Učinak grijanja: **18 kW**
- Temperaturni režim grijanja: 40/35 °C (pod)
- Temperaturni režim grijanja: 28/25 °C (strop)
- Temperaturni režim pasivnog hlađenja: 17/20 °C (strop)
- Aktivna betonska jezgra u stropu s razmakom cijevi od 15 cm
- Dva bunara dubine 15 m



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**

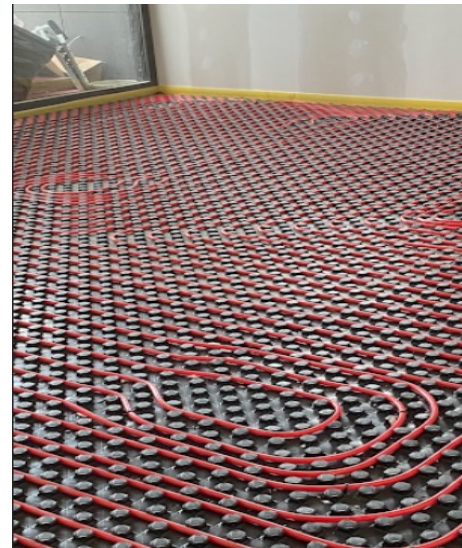
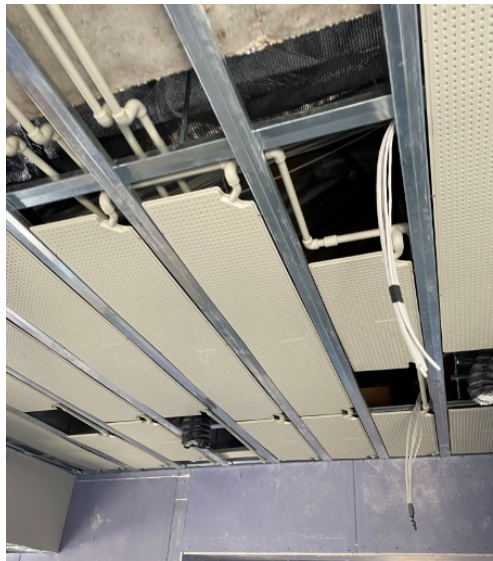
Dizalica topline voda-voda



3. PRIMJERI DOBRE PRAKSE

- 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

Najveće plitko geotermalno polje u Hrvatskoj – hotel Terra Negra u Čepinu



- 84 vertikalna izmjenjivača topline dubine od 100 do 120 m
- ukupna dubina izmjenjivača iznosi 8 700 m
- Učinak grijanja: 783 kW (45/40 °C)
- Temp režim na strani BIT-a: 12/9 °C (2024.)
- Učinak hlađenja: 609 kW (7/12 °C)
- $A_{kor} \approx 6.000 \text{ m}^2$



Sabirnik polja s 28 bušotinskih izmjenjivača topline

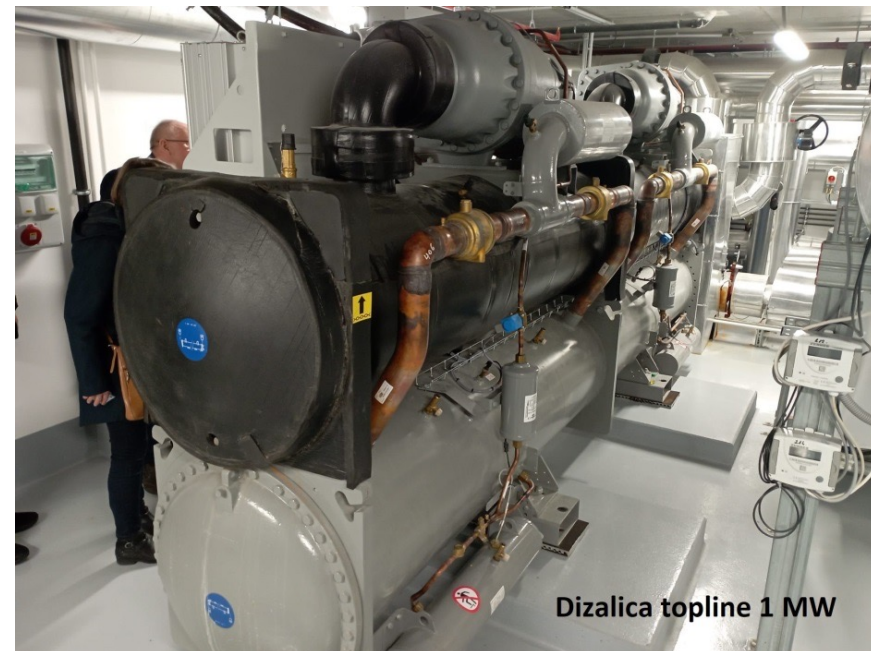
3. PRIMJERI DOBRE PRAKSE

Najveće plitko geotermalno polje u susjedstvu



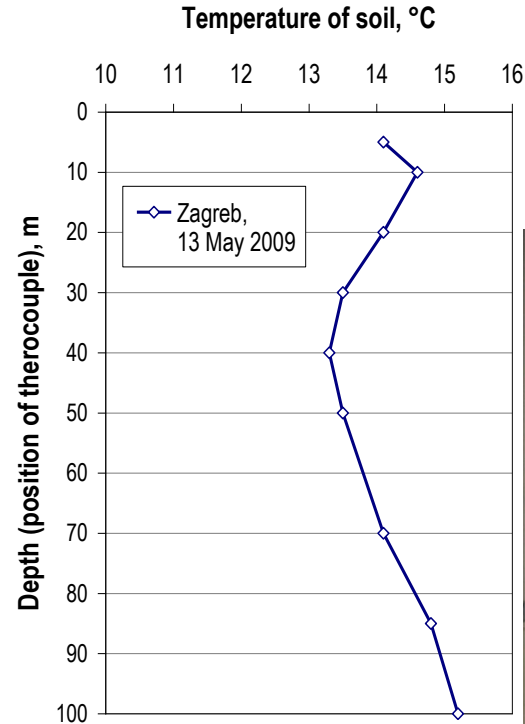
Novo MOL-ovo sjedište u Budimpešti

- 310 vertikalnih izmjenjivača topline dubine od 100 do 120 m
- Učinak grijanja: 2 MW (45/40 °C)
- 70 % potreba za toplinskom energijom grijanja pokriva dizalica topline

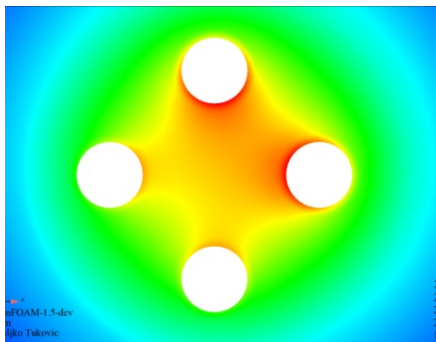


Dizalica topline 1 MW

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



Temperatur profil tla duž
bušotine dubine 100 m

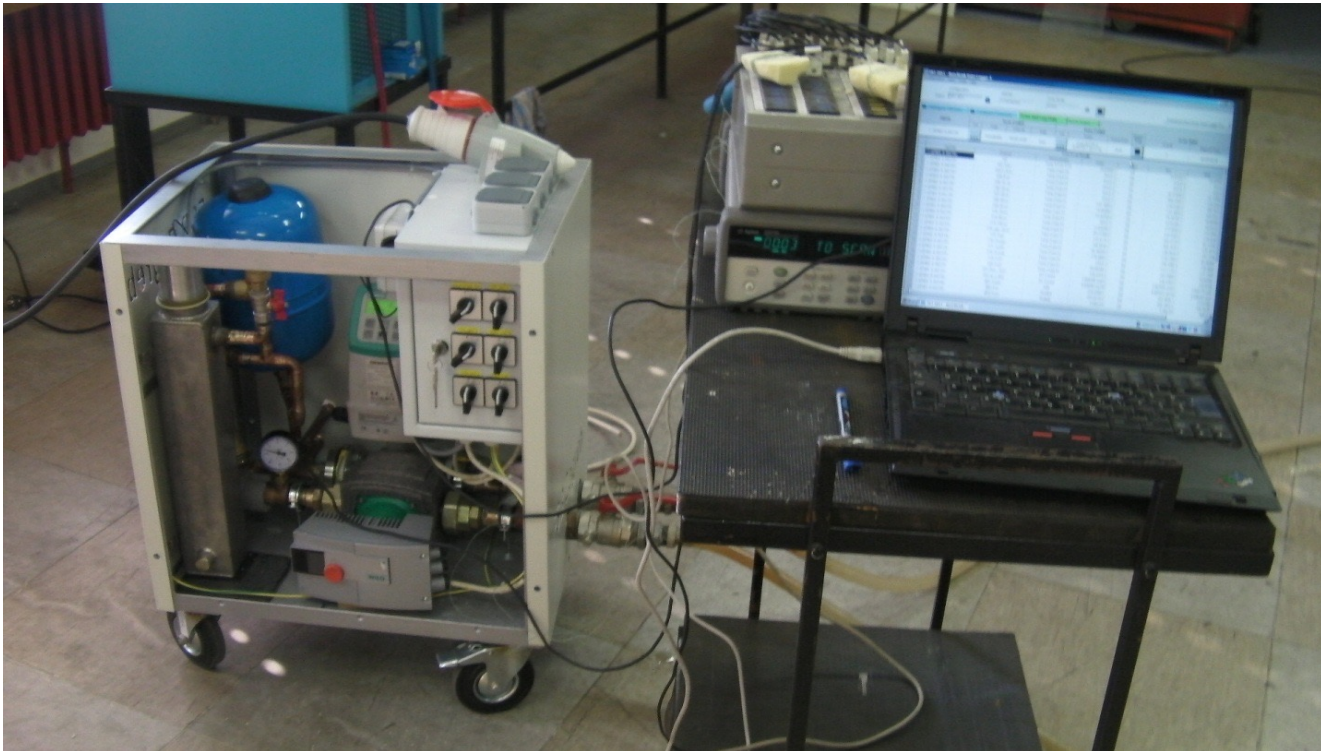


ISPITIVANJE TOPLINSKIH SVOJSTAVA TLA

- 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 strojarstva 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



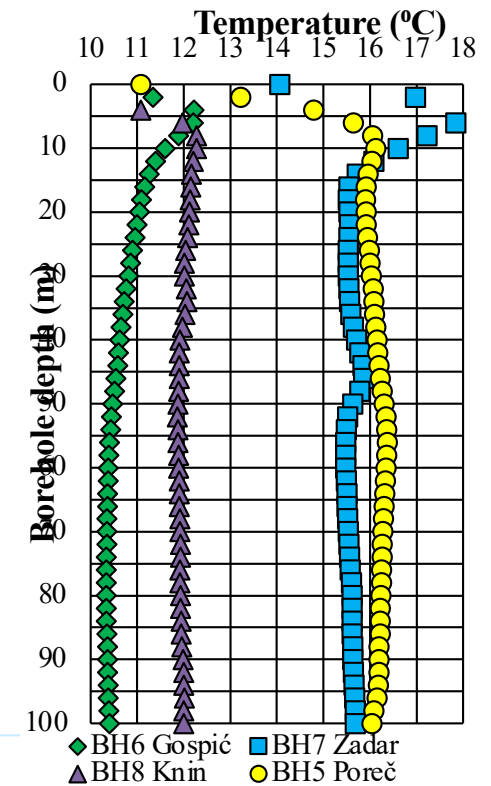
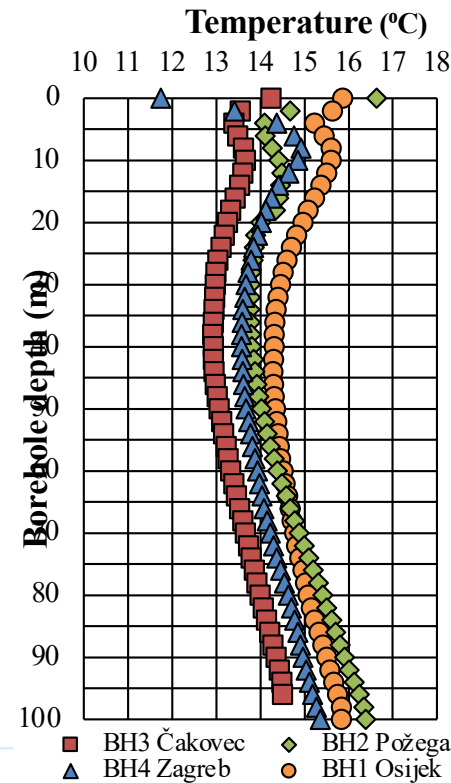
FSB, Laboratorij za toplinu i toplinske uređaje, 2011.

IPA projekt GeothermalMapping 2013.-2015.

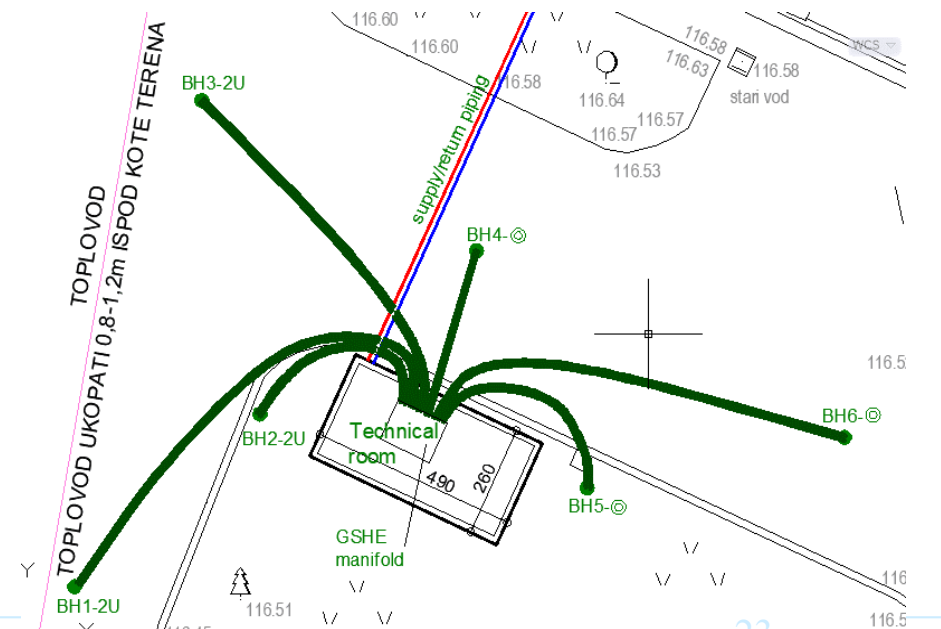
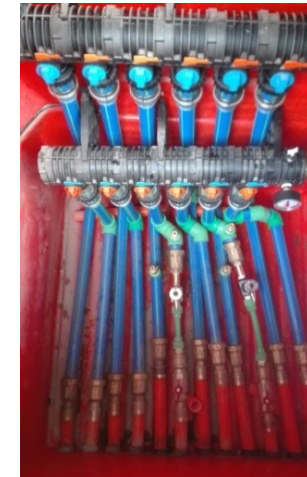


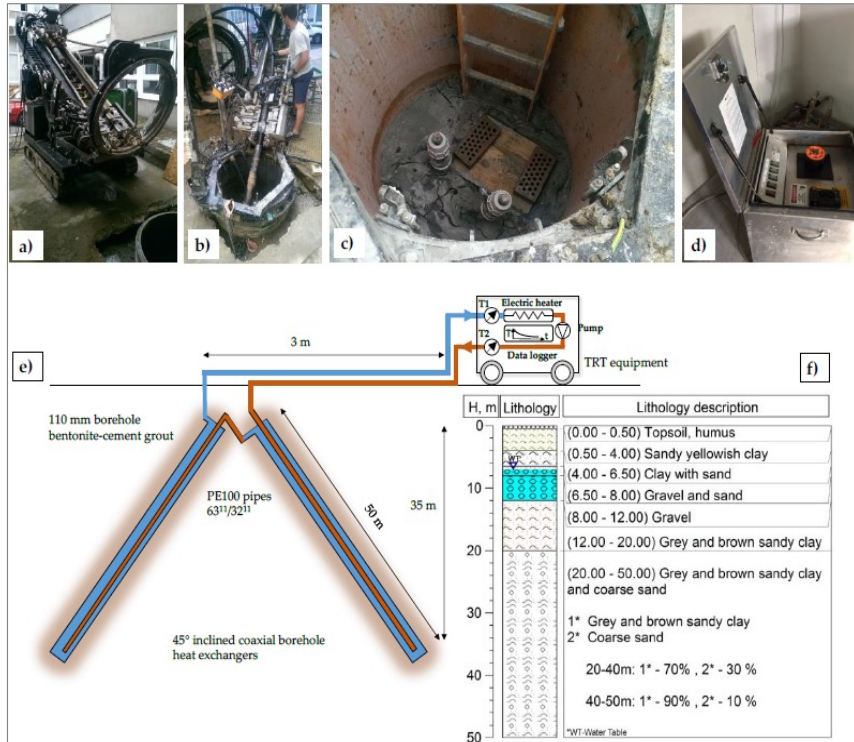
Suradnici:

- 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 projekt** H2020 CheapGSHPs, nositelj je Talijanski Institut za istraživanje atmosfere i klime
- Izvedeno pilot postrojenje s geotermalnom dizalicom topline za grijanje i hlađenje izložbenog prostora Tehničkog muzeja Nikola Tesla u Zagrebu
- Učinak grijanja 30 kW, učinak hlađenja 26 kW
- Ugradnja 6 toplinskih sondi po 100 m (3 s 2U i 3 koaksijalne)
- Kaskadna visokotemperaturna dizalica topline CO₂/R1234ze





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

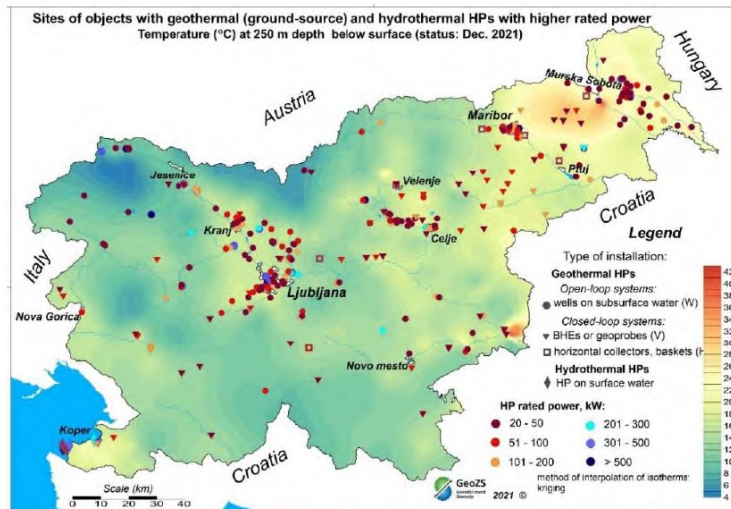


Figure 7: Distribution of 332 installations with collected detailed data on GSHP systems with rated power of at least 20 kW, by type of installation, and 7 known hydrothermal HP unit systems (data collected on a voluntary basis). The isotherms show temperature at 250 m depth.

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

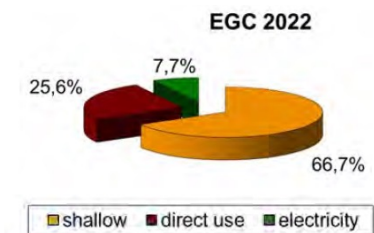
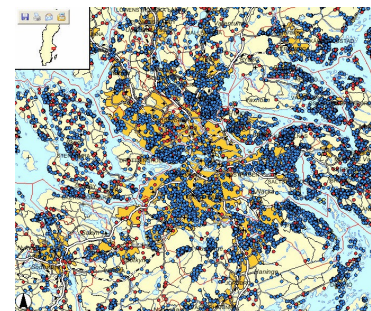


Figure 1: Share of installed capacity in the three geothermal sub-sectors in Europe as reported at EGC 2019 and EGC 2022

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				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 privedena 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





Kontakt: prof. dr. sc. Vladimir Soldo
e- mail: vladimir.soldo@fsb.hr



www.pliges.eu



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje