

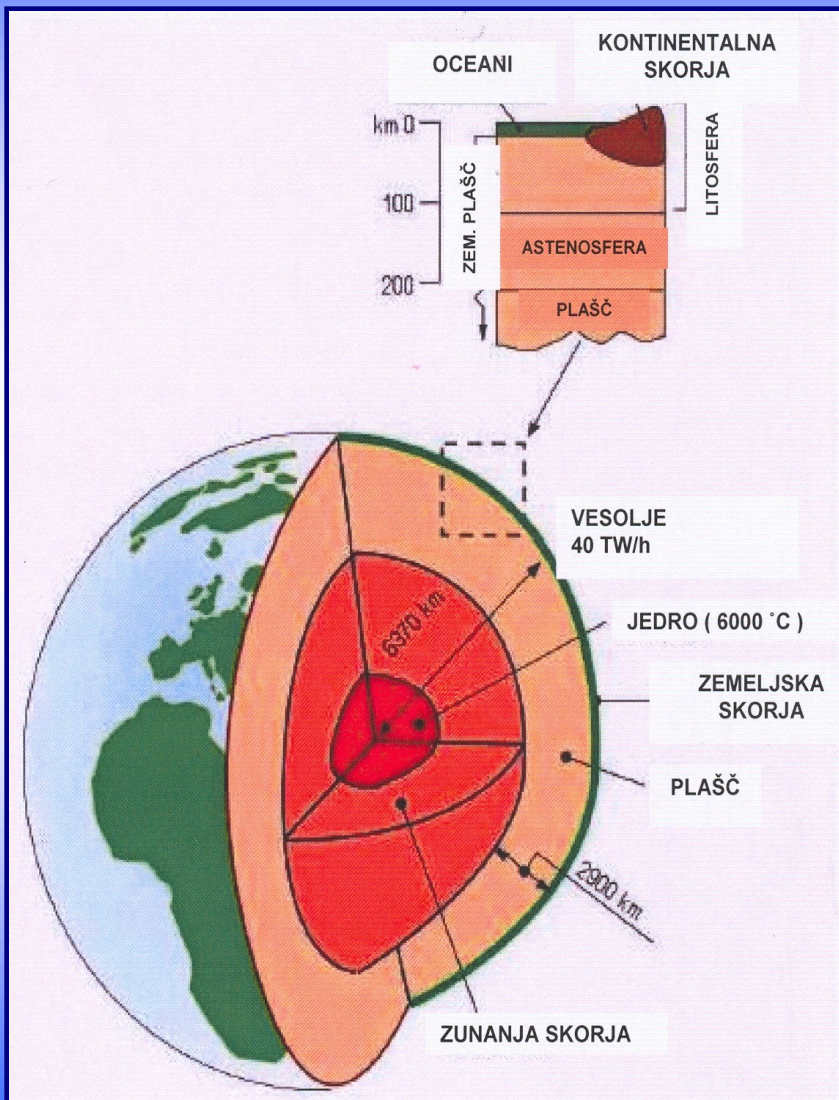


NAFTA geoterm

# POTENCIALI GEOTERMALNE ENERGIJE V POMURJU

**M. KRALJIČ**

# GEOTERMALNA ENERGIJA



- **GEOTERMALNA ENERGIJA JE TOPLOTNA ENERGIJA, USKLADIŠČENA V NOTRANJOSTI ZEMLJE, KI JE NASTALA IZ GRAVITACIJSKE ENERGIJE V ČASU KONTRAKCIJE DELCEV V ZEMELJSKO OBLO**

- **GEOTERMALNA ENERGIJA SE NENEHNO OBNAVLJA ZARADI RAZPADA NARAVNIH RADIOAKTIVNIH IZOTOPOV**

- **GEOTERMALNI GRADIENT – NARAŠČANJE TEMPERATURE Z GLOBINO**

**V SREDNJI EVROPI POVPREČNO 30°C /km**  
**V SV SLOVENIJI 60°C /km**

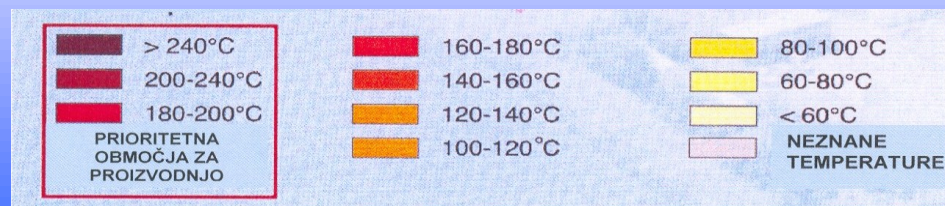
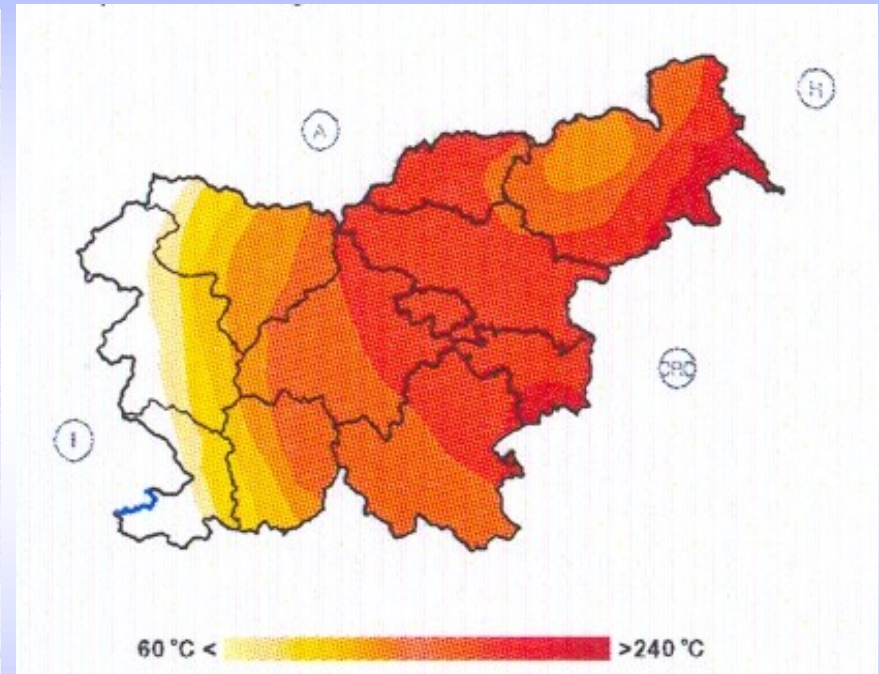
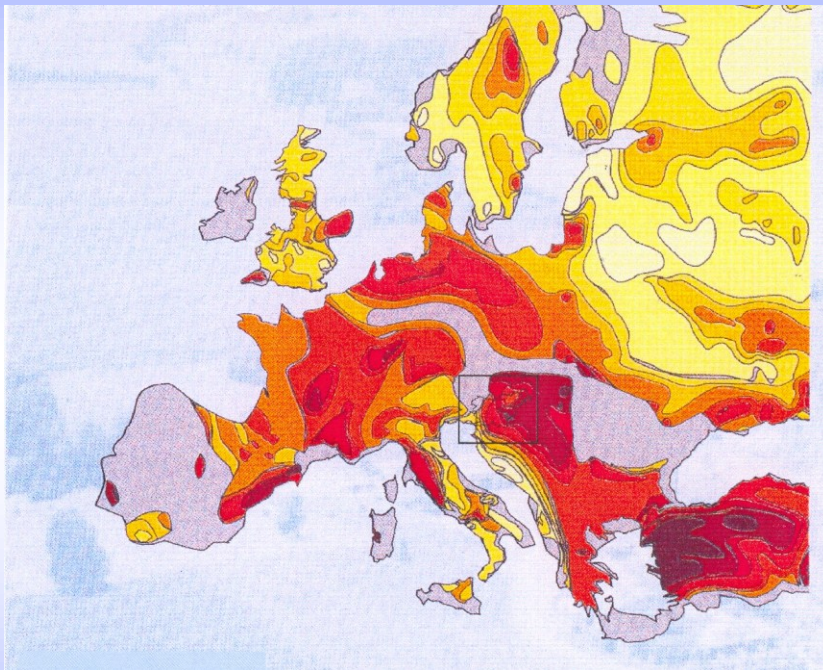
- **KOLIČINA VSKLADIŠČENE (STATIČNE) TOPLOTE POD KONTINENTI DO GLOBINE 3000 m –  $12 \cdot 10^{12}$  GWh<sub>t</sub>**

**≈ ZA 100.000 LET IZKORIŠČANJA PRI SEDANJI SVETOVNI PORABI ENERGIJE**

- **DINAMIČNE (OBNOVLJIVE) TOPLOTNE ENERGIJE JE BISTVENO MANJ ( 1% STATIČNE ? )**

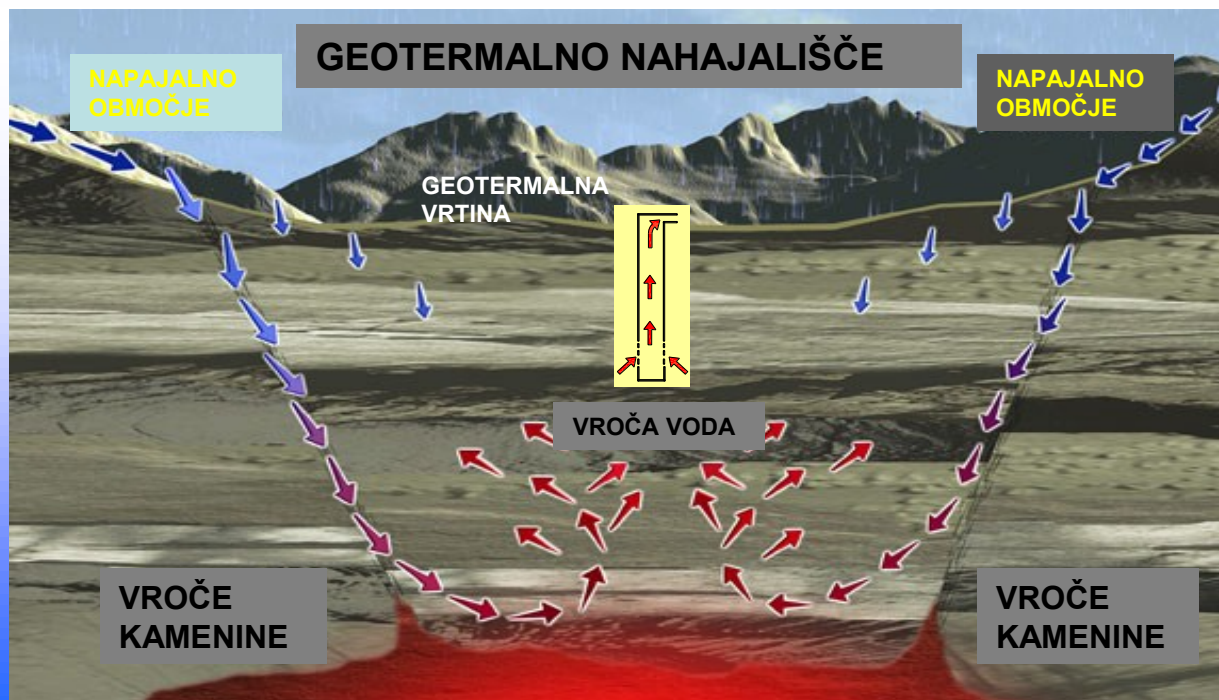


# TEMPERATURE KAMENIN NA GLOBINI 5000 m



# GEOTERMALNI POTENCIAL SV DELA SLOVENIJE

- NA OBMOČJU SV SLOVENIJE JE V NIZKOTEMPERATURNIH GEOTERMALNIH SISTEMIH AKUMULIRANO OKROG 65 % CELOTNO RAZPOLOŽLJIVEGA GEOTERMALNEGA POTENCIALA SLOVENIJE
- ZA IZKORIŠČANJE GEOTERMALNE ENERGIJE SO NAJBOLJ PRIMERNI HIDROTERMALNI SISTEMI PRI KATERIH SE KOT PRENOSNIK TOPLOTE IZ ZEMELJSKIH GLOBIN NA POVRŠINO ZEMLJE UPORABLJA TERMALNA ALI TERMOMINERALNA VODA



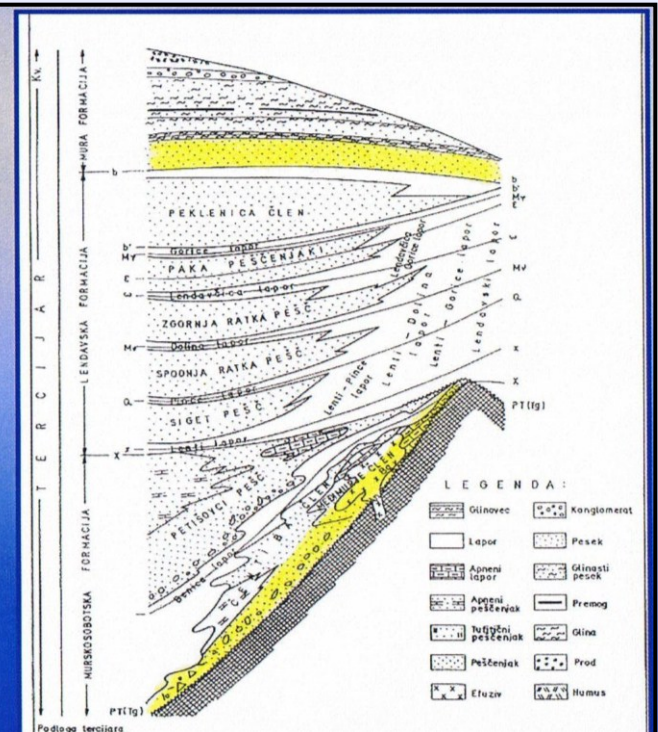
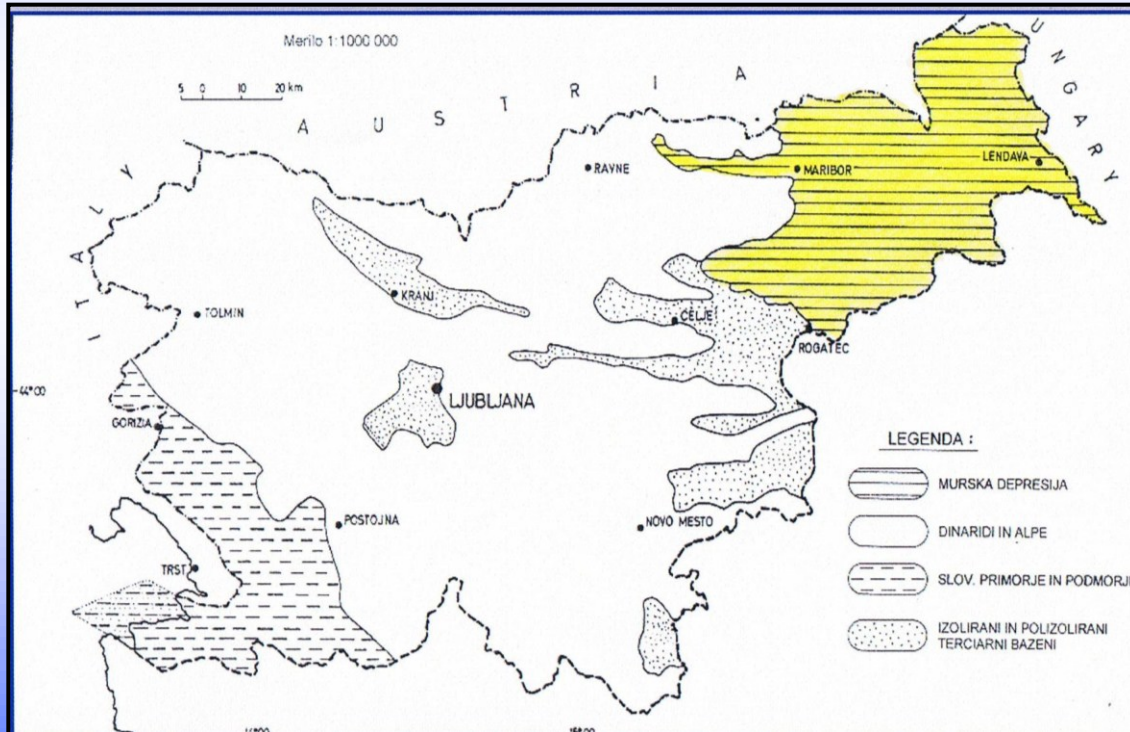


# GEOLOŠKA ZGRADBA SV SLOVENIJE

GEOLOŠKA ZGRADBA SV SLOVENIJE (MURSKA DEPRESIJA) JE BILA RAZISKANA V OBDOBJU RAZISKAV NAHAJALIŠČ SUROVE NAFTE IN ZEMELJSKEGA PLINA

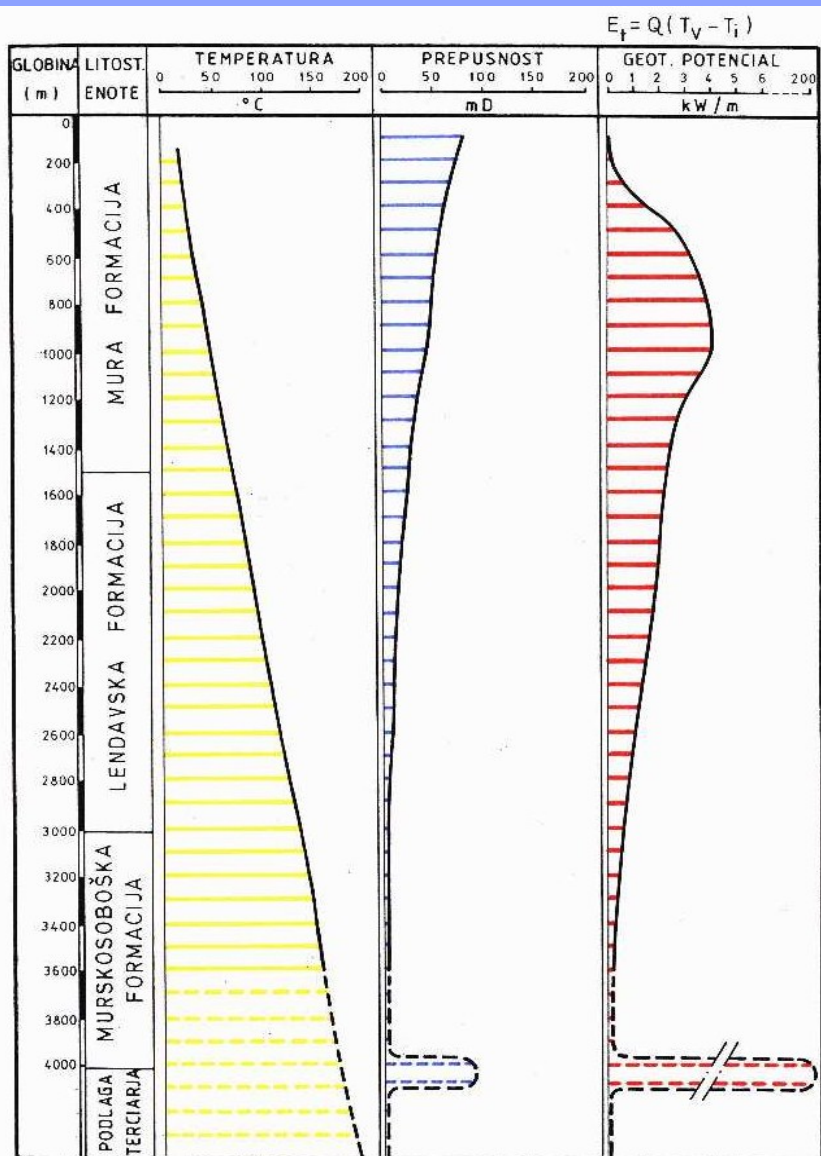
PREGLEDNA KARTA GEOTERMALNIH ENOT SLOVENIJE

LITOGRAFSKE ENOTE TERCIALNEGA KOMPLEKSA MURSKA DEPRESIJE



# GEOTERMALNE ZNACILNOSTI SIRSEGA OBMOČJA LENDAVE

TEMPERATurna, PREPUSTNOST IN GEOTERMALNI POTENCIAL  
VODONOSNIKOV NA ŠIRŠEM OBMOČJU LENDAVE



PRIMER NOST POSAMEZNEGA OBMOČJA ZA  
IZKORIŠČANJE GEOTERMALNE ENERGIJE,  
DOLOČAJO :

- NARAVNE GEOTERMALNE ZNAČILNOSTI  
OBMOČJA:
  - GEOTERMALNI GRADIENT
  - PREPUSTNOST VODONOSNIKOV TERMALNE /  
TERMOMINERALNE VODE
  - RAZSEŽNOST IN OBNOVLJIVOST  
VODONOSNIKOV
  - FIZIKALNO – KEMIČNE LASTNOSTI  
TERMALNIH VODA
- BLIŽINA PRIMERNIH PORABNIKOV  
GEOTERMALNE ENERGIJE

# **GEOTERMALNI VODONOSNIKI NA ŠIRŠEM OBMOČJU LENDAVE**

## **1. PLITVA LEŽIŠČA TERMALNE VODE**

(ugotovljena na osnovi vrtinskih podatkov)

- GLOBINA LEŽIŠČ :	400 – 600 m
- KOLEKTORSKE KAMENINE :	PESKI (ZGORNJI IN SREDNJI MIOCEN)
- TEMPERATURA VODE :	40 - 50°C
- MINERALIZACIJA VODE :	NIZKA
- OSNOVNE ZNAČILNOSTI LEŽIŠČA :	DOBRA PREPUSTNOST, VELIKA RAZSEŽNOST

## **2. GLOBJA LEŽIŠČA TERMOMINERALNE VODE**

(ugotovljena na osnovi vrtinskih podatkov)

- GLOBINA LEŽIŠČ :	800 – 1200 m
- KOLEKTORSKE KAMENINE :	PEŠČENJAKI (SREDNJI IN SPODNJI MIOCEN)
- TEMPERATURA VODE :	60 - 70°C
- MINERALIZACIJA VODE :	NIZKA DO SREDNJA
- OSNOVNE ZNAČILNOSTI LEŽIŠČA :	SREDNJA PREPUSTNOST IN RAZSEŽNOST

## **3. GLOBOKA LEŽIŠČA TERMOMINERALNE VODE**

(predvidena na osnovi seizmičnih podatkov)

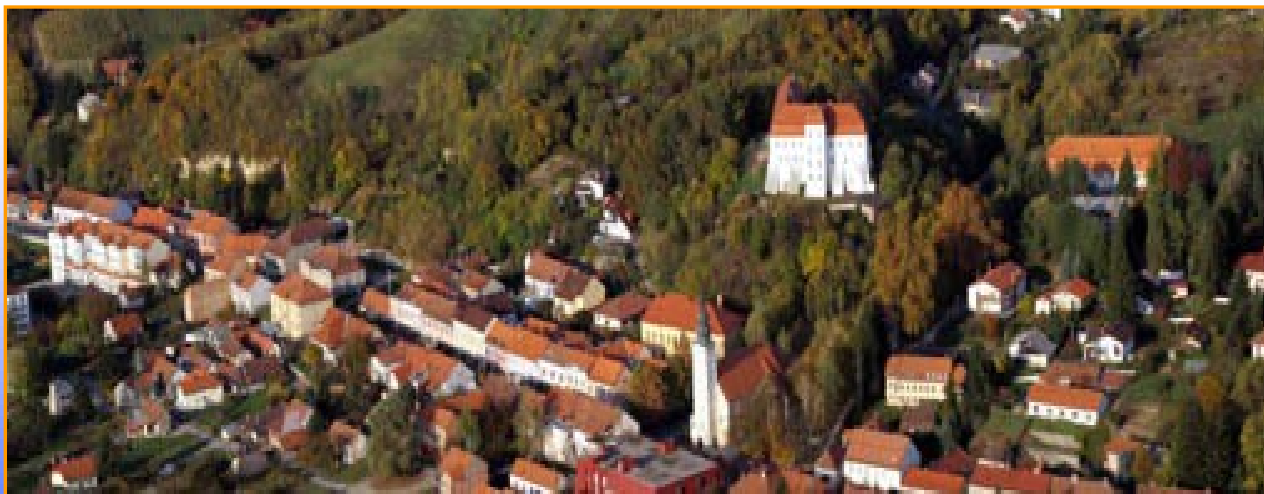
- GLOBINA LEŽIŠČ :	4000 – 4500 m
- KOLEKTORSKE KAMENINE :	RAZPOKANI KARBONATI (TRIADA)
- TEMPERATURA VODE :	180 - 220°C
- MINERALIZACIJA VODE :	VISOKA
- OSNOVNE ZNAČILNOSTI LEŽIŠČA :	ZELO DOBRA PREPUSTNOST IN VELIKA RAZSEŽNOST



NAFTA geoterm

# IZKORIŠČANJE GEOTERMALNE ENERGIJE V LENDAVI

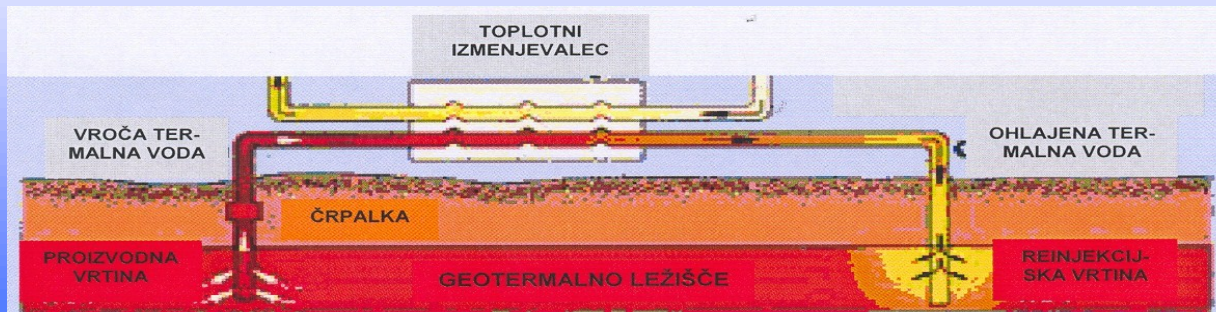
**M. KRALJIČ**



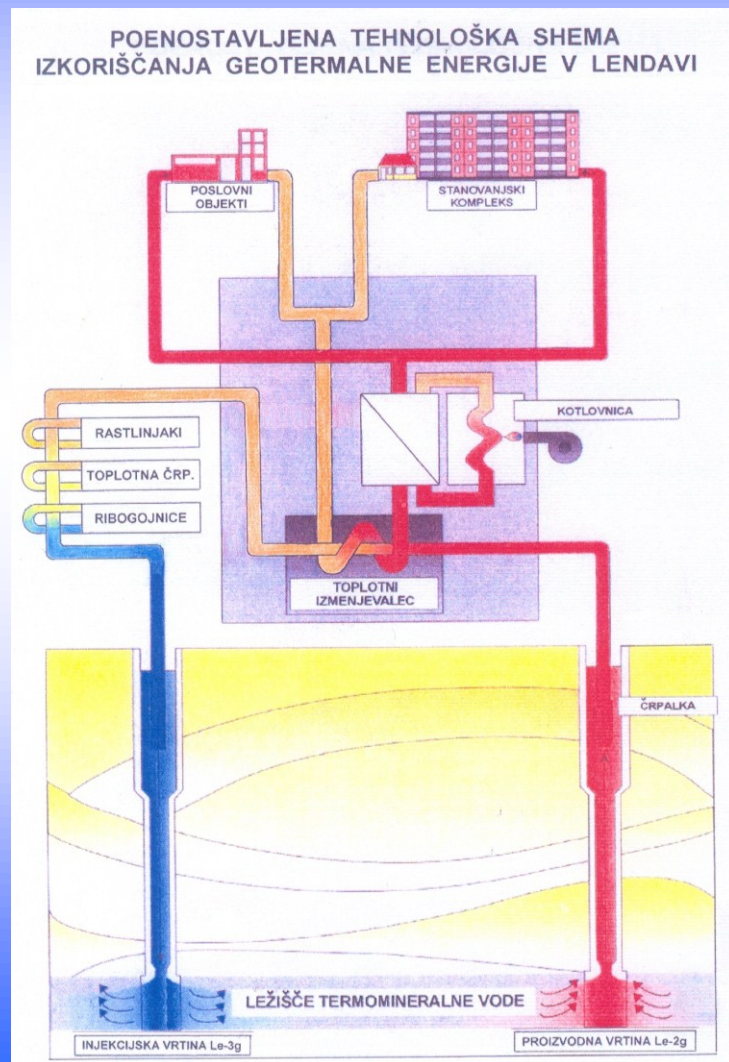
MAREC, 2013



# LENDAVA POSTAJA PRVO GEOTERMALNO MESTO V SLOVENIJI

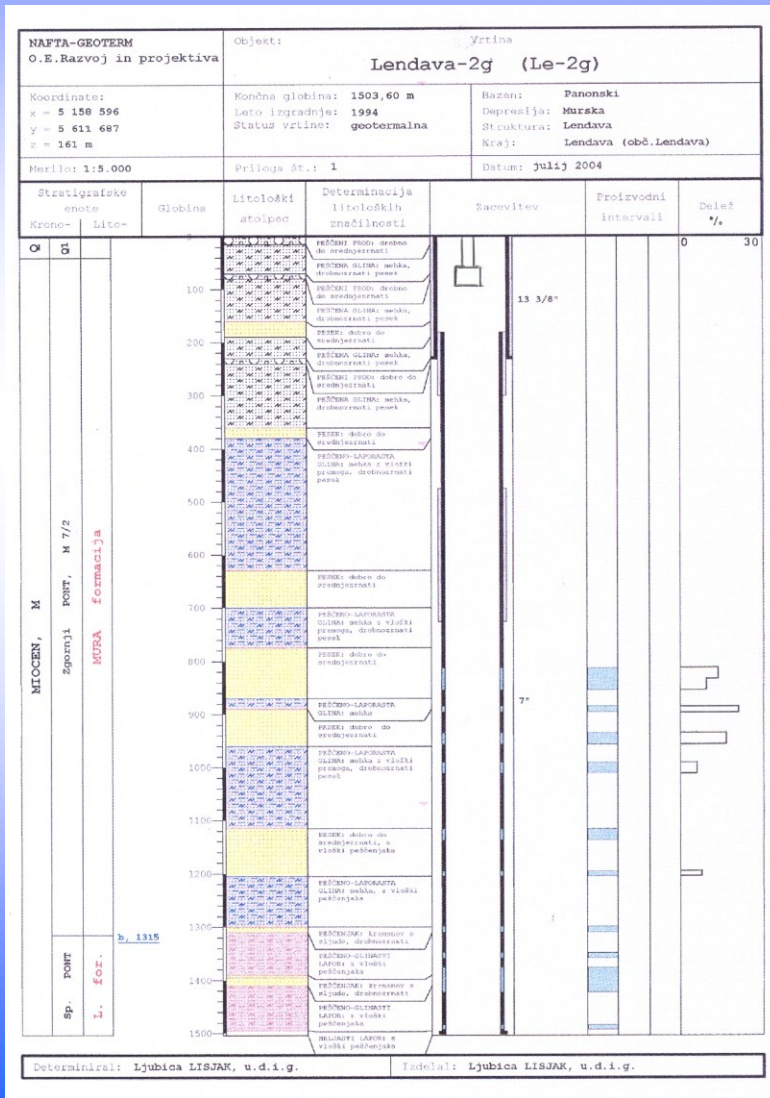


# OSNOVNI OBJEKTI GEOTERMALNEGA SISTEMA V LENDAVI



- **Proizvodna geotermalna vrtina Le-2g**
- **Geotermalno - plinska kotlovnica**
- **Površinski toplovodni sistem**
- **Reinjekcijska geotermalna vrtina Le-3g**
- **Površinski reinjekcijski sistem**
- **Sistem za monitoring**

# PROIZVODNA GEOTERMALNA VRTINA Le-2g



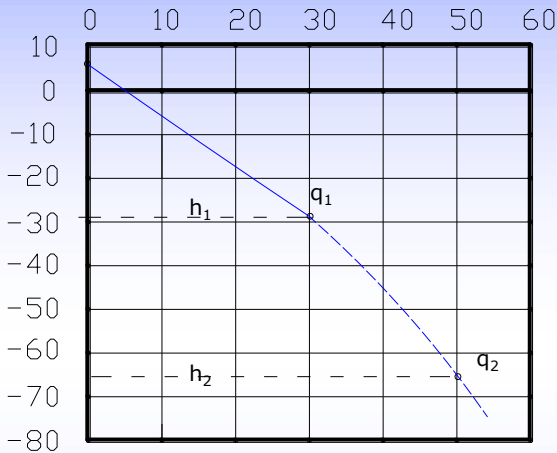
- Končna globina vrtine :  
**1503,60 m**
- Statični tlak na globini 1200 m :  
**116,92 bar**
- Statična temp. na globini 1490 m  
**77,4°C**
- Specifična proizvodnost vrtine:  
**1,07 l/s/m**
- Proizvodno razmerje plin-voda:  
**29,46 l/m<sup>3</sup> (95% CO<sub>2</sub>)**
- Povprečna prepustnost proizvodnih ležišč:  
**k = 3,66 · 10<sup>-5</sup> m/s**
- Povprečna transmisivnost proizvodnih lež.:  
**T = 3,26 · 10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>/s**



# GEOTERMALNI POTENCIAL VRTINE Le-2g

Znižanje nivoja vode v vrtini h (m)

Proizvodnost vrtine q (l/s)



**Toplotna moč vrtine  $P_t = c \cdot q_2 \cdot \Delta t$**

$$P_t (\Delta t = 30^\circ\text{C}) = 6 \text{ MWt}$$

$$P_t (\Delta t = 50^\circ\text{C}) = 10 \text{ MWt}$$

**Razpoložljiva toplotna energija**

$$E_t (\Delta t = 30^\circ\text{C}) = 50.000 \text{ MWh /letno}$$

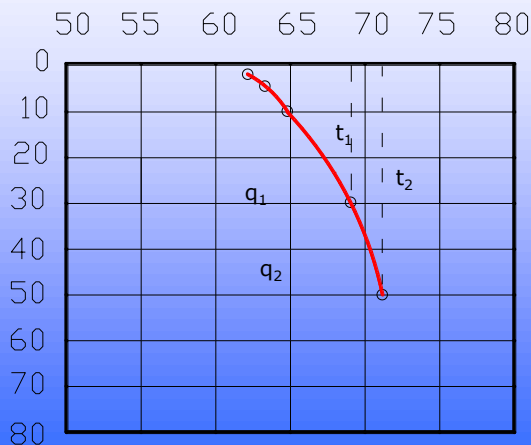
Energijski ekvivalent 4,75 mio S m<sup>3</sup> zemeljskega plina letno

$$E_t (\Delta t = 50^\circ\text{C}) = 84.000 \text{ MWh /letno}$$

Energijski ekvivalent 7,92 mio S m<sup>3</sup> zemeljskega plina letno

Proizvodnost vrtine (l/s)

Temperatura na ustju vrtine t (°C)



**Zmanjšanje emisije CO<sub>2</sub> v atmosfero**

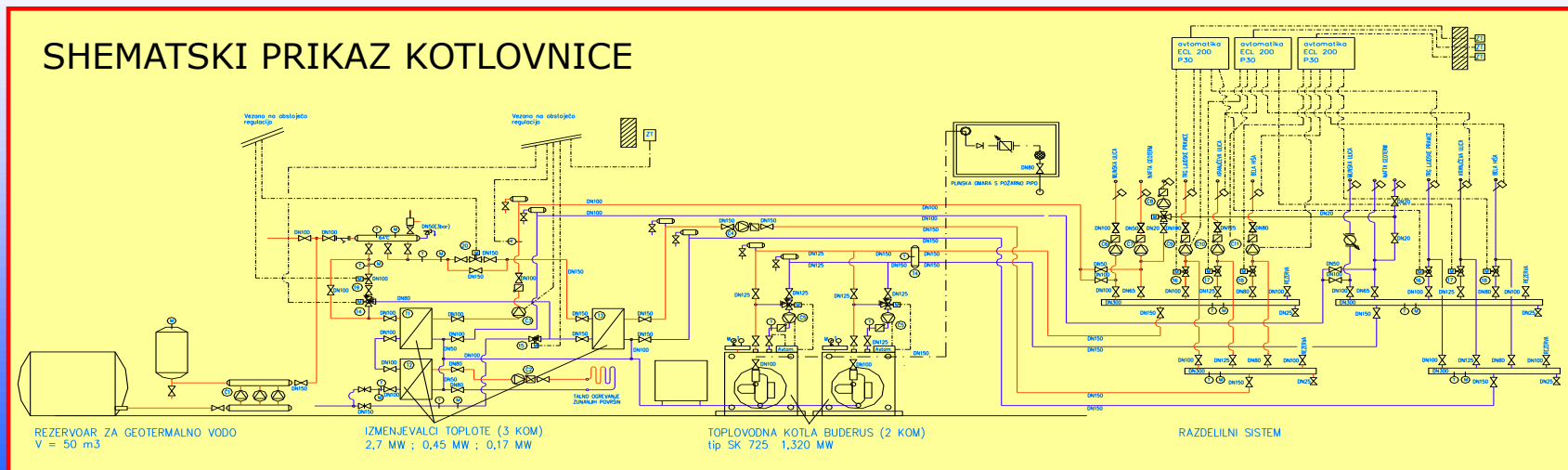
9.000 t / letno pri  $\Delta t = 30^\circ\text{C}$

15.000 t / letno pri  $\Delta t = 50^\circ\text{C}$

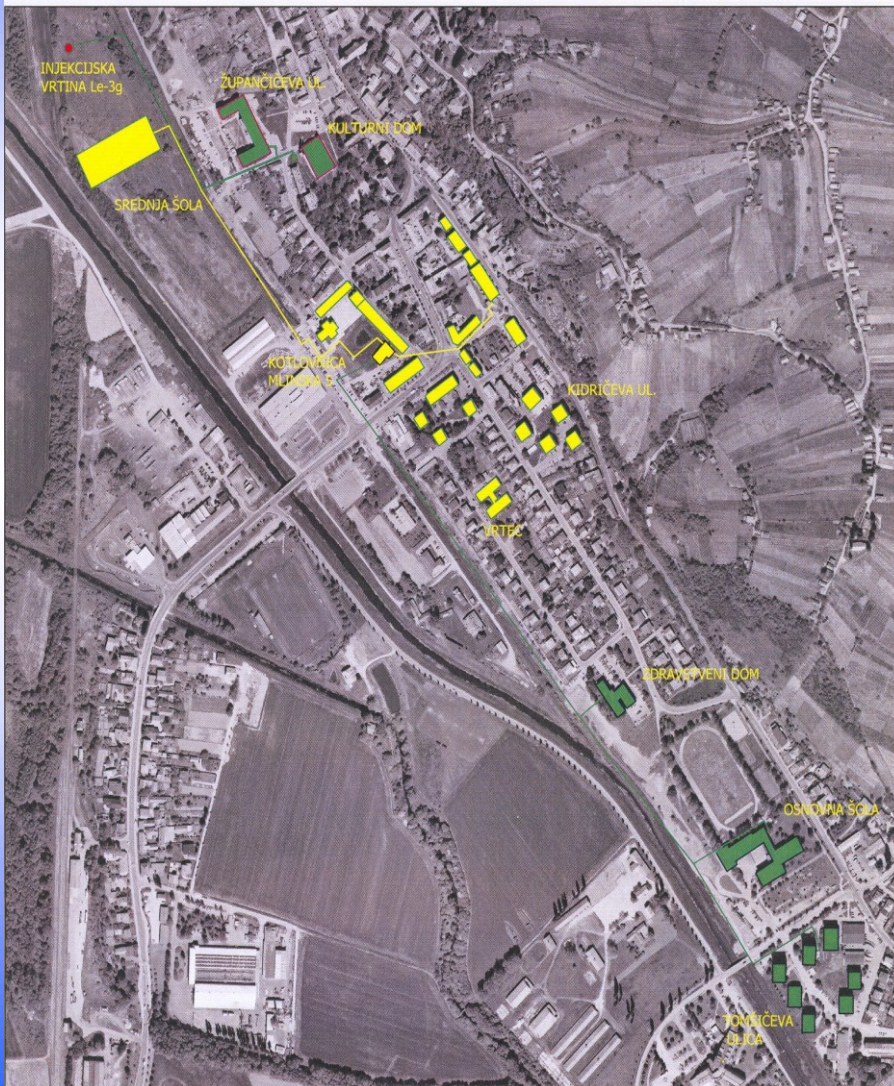
# GEOTERMALNO - PLINSKA KOTLOVNICA

## OSNOVNA OPREMA KOTLOVNICE:

- **Rezervoar za termomineralno vodo kapacitete 50 m<sup>3</sup>**
- **Toplotni izmenjevalci :**
  - 1x 2,70 MW<sub>t</sub> (1x 1,00 MW<sub>t</sub>)**
  - 1x 0,45 MW<sub>t</sub> (1x 0,50 MW<sub>t</sub>)**
  - 1x 0,17 MW<sub>t</sub>**
- **Plinska kotla : 2 x 1,320 MW<sub>t</sub>**
- **Razdelilni sistem s cirkulacijskimi črpalkami, računalniško vodeni nadzorno-regulacijski sistem**



# POVRŠINSKI TOPLOVODNI SISTEM



- **Primarni tokokrog z dovodnimi in odvodnimi, toplotno izoliranimi cevovodi za termomineralno vodo**

**Premera 150 mm**  
**Skupne dolžine 2000 m**

- **Sekundarni tokokrog z dovodnimi in odvodnimi, toplotno izoliranimi cevovodi do posameznih porabnikov**

**Premera 150 mm**  
**Skupne dolžine 1200 m**



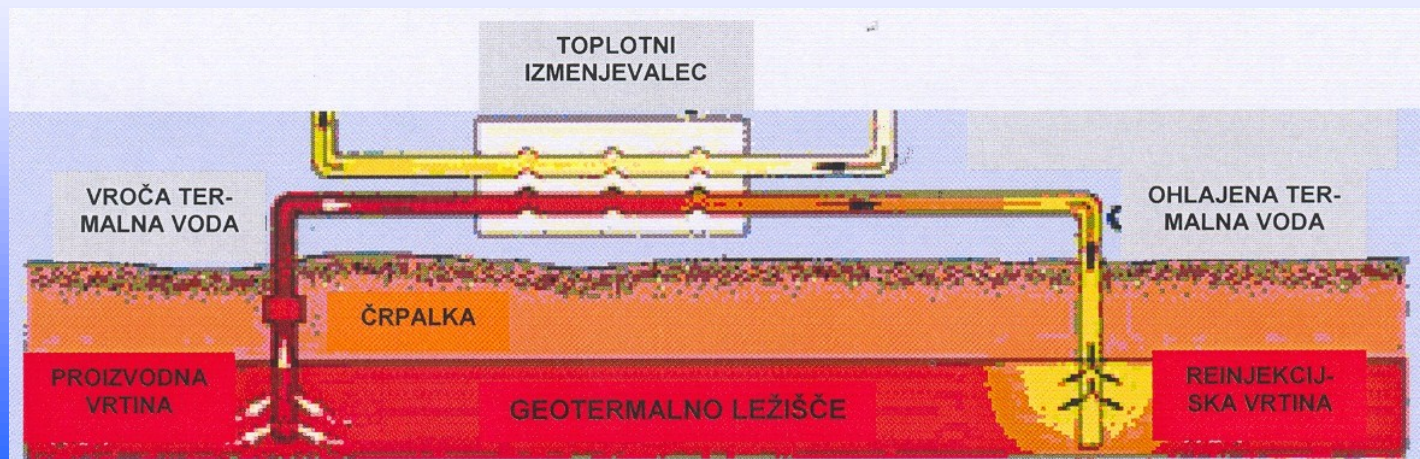
# REINJEKCIJSKA GEOTERMALNA VRTINA Le-3g

Z IZGRADNJO REINJEKCIJSKEGA SISTEMA GEOTERMALNI  
SISTEM POSTAJA

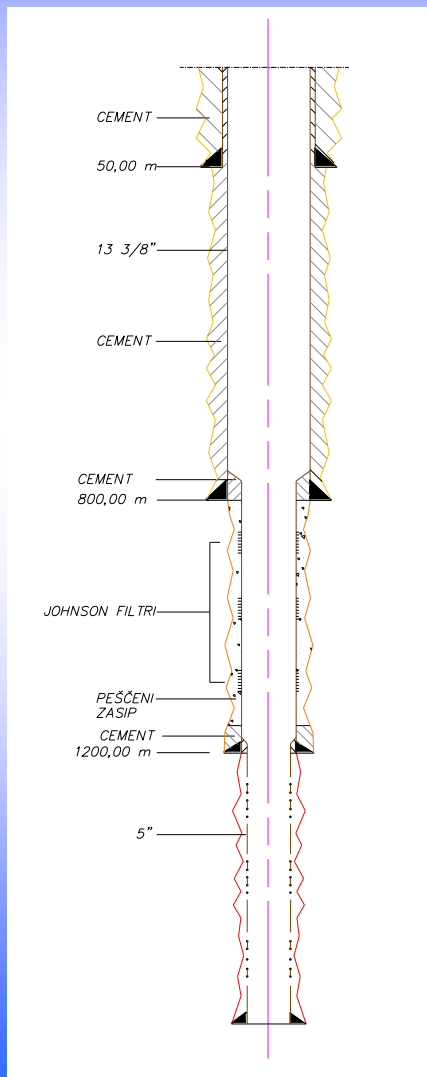
ENERGETSKO OBNOVLJIV IN EKOLOŠKO NEOPOREČEN

## REINJEKCIJSKI SISTEM :

- Vzdržuje energetski potencial proizvodnega vodonosnika v celotnem obdobju izkoriščanja
- Preprečuje onesnaževanje površinskih vodotokov z termomineralno vodo



# IZVEDBA REINJEKCIJSKE VRTINE Le-3g



**REINJEKCIJSKA VRTINA Le-3g MORA ZAGOTOVITI  
IZREDNO DOBRO INJEKTIVNOST.**

## **OSNOVNI POGOJI ZA DOBRO INJEKTIVNOST VRTINE :**

- **Ustrezna lokacija vrtine z ozirom na hidrogeološke pogoje (osnova: hidrogeološke študije, modeli ...)**
- **Ustrezna tehnična izvedba vrtine:**
  - **ustrezni premeri zaščitnih cevi**
  - **natančna identifikacija proizvodnih vodonosnikov**
  - **vgradnja specialnih filtrov in peščenega zasipa**
  - **intenzivno aktiviranje vrtine**

# POVRŠINSKI REINJEKCIJSKI SISTEM

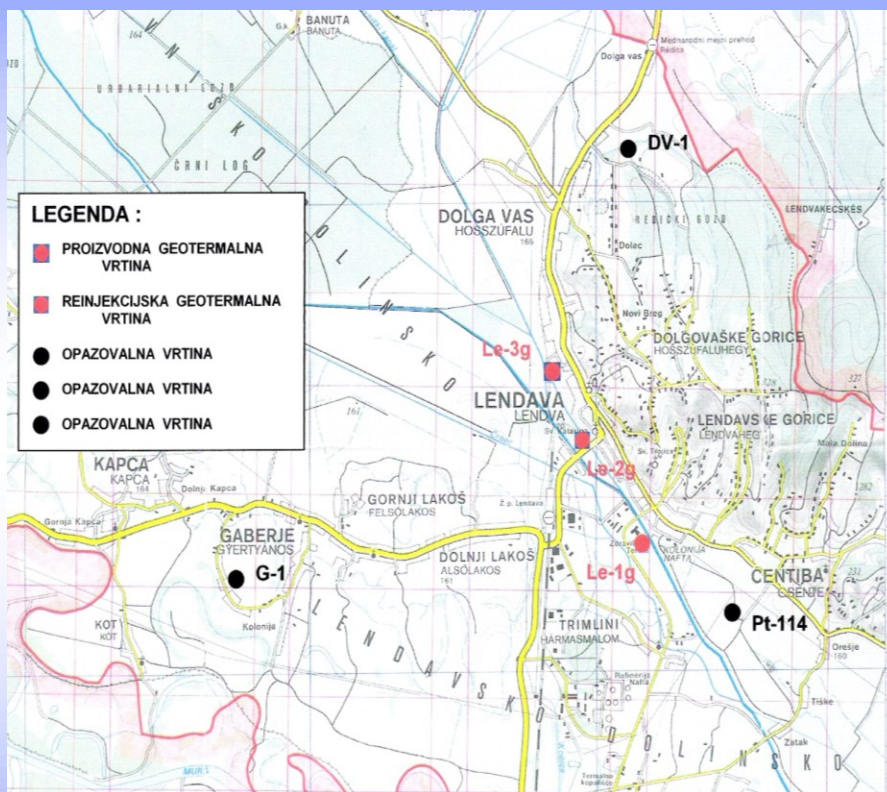


## OSNOVNA OPREMA SISTEMA :

- **Zbirni rezervoar za termomineralno vodo**
- **Filterski sistem**
- **Injekcijska črpalka**
- **Povezovalni cevovodi**
- **Merilno-regulacijski sistem**



# SISTEM ZA MONITORING PROIZVODNEGA VODONOSNIKA



## MONITORING GEOTERMALNIH VODONOSNIKOV ZAJEMA :

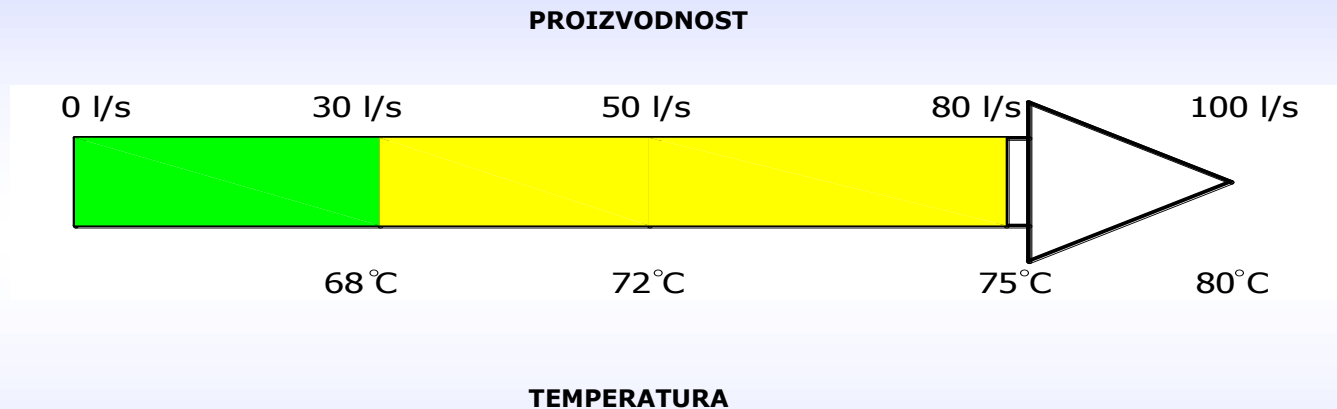
- Kontinuirano spremljanje tlakov, temperatur in pretokov v proizvodni in reinjekcijski vrtini
- Občasno vzorčevanje in analize pridobljene termomineralne vode
- Kontinuirano spremljanje tlakov in temperatur v opazovalnih (monitoring) vrtinah. (Možna je uporaba opuščeni naftnih vrtin).

## IZMERJENI PODATKI SO OSNOVA ZA :

- Izračune hidrodinamične, termodinamične in energijske obnovljivosti sistema
- Optimalizacijo celotnega geotermalnega sistema

# NAČRTOVANE AKTIVNOSTI ZA NADALJNI RAZVOJ GEOTERMALNEGA SISTEMA V LENDAVI

## AKTIVNOSTI ZA POVEČANJE PROIZVODNJE GEOTERMALNE ENERGIJE



- Povečanje proizvodnosti in temperature na vrtini Le-2g
- Izgradnja dodatnega dubletnega sistema
- Priklučitev na visokotemperaturni geotermalni sistem-Petišovci (IGES)

# NAČRTOVANE AKTIVNOSTI ZA NADALJNI RAZVOJ GEOTERMALNEGA SISTEMA V LENDAVI

## AKTIVNOSTI ZA POVEČANJE IZKORISTKA GEOTERMALNGA SISTEMA



- Razširitev površinsko transportnega sistema in priključitev novih porabnikov toplote (zdravstveni dom, osnovna šola, stanovanjski bloki v tomšičevi ulici)
- Izgradnja in priključitev porabnikov toplote v poletnem obdobju (sušilnice, turistični objekti ...)
- Izgradnja in priključitev nižje in nisko temperaturnih porabnikov toplote (rastlinjaki, športno-rekreacijski objekti, ribogojnice, toplotne črpalke ...)



# OSTALI PRIMERI USPEŠNEGA IZKORIŠČANJA TERMALNE / TERMOMINERALNE VODE V SV SLOVENIJI



- Naravna zdravilišča in športno rekreacijski centri
  - Panonske terme (Moravske Toplice, Lendava, Banovci, Ptuj, Radenci)
  - Sončni park VIVAT (Moravske Toplice)
  - Bioterme ( Mala Nedelja)

**SKUPNA TOPLOTNA MOČ PROIZVODNIH VRTIN 17 MW<sub>t</sub>**



- Ocean Orchids – Dobrovnik

Izkoriščanje geotermije za ogrevanje rastlinjakov

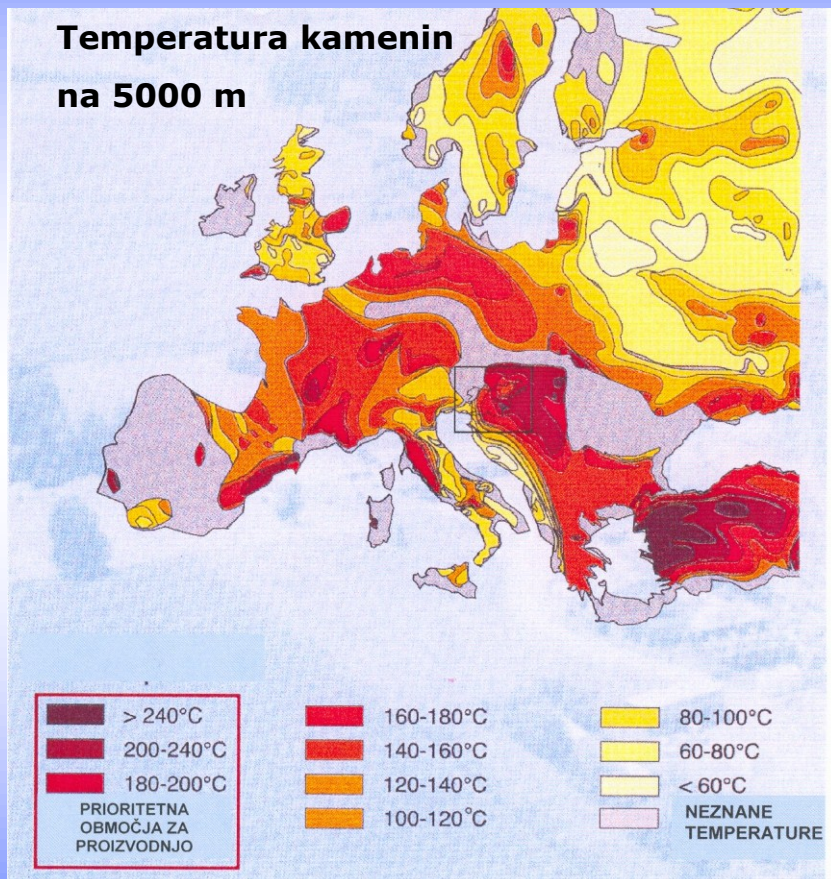
**TOPLOTNA MOČ PROIZVODNE VRTINE 3,5MW<sub>t</sub>**



- Geotermalni sistem – Benedikt
- Izkoriščanje geotermije za ogrevanje javnih objektov

**TOPLOTNA MOČ PROIZVODNE VRTINE 3,2 MW<sub>t</sub>**

# GEOTERMIIJA V PRIHODNOSTI



PRIČAKUJEMO NADALJNI RAZVOJ GEOTERMIIJE KOT OBNOVLJIVEGA EKOLOŠKO NEOPOREČNEGA VIRA ENERGIJE.

V SLOVENIJI BO RAZVOJ GEOTERMALNIH PROJEKTOV PREDVSEM ODVISEN OD:

- **Zavzetosti in učinkovitosti strokovnih inštitucij in podjetij v spremljanju svetovnih razvojnih trendov**
- **Splošne podpore državnih institucij in širše družbene skupnosti**
- **Finančne podpore lokalnih skupnosti, države in EU**

NE POZABIMO NA DEJSTVO DA SLOVENIJA IMA UGODNE NARAVNE POGOJE ZA IZKORIŠČANJE GEOTERMALNE ENERGIJE



NAFTA geoterm

**IZKORISTIMO NARAVNE  
DANOSTI IN  
PRISPEVAJMO K ZAŠČITI  
OKOLJA !**

**HVALA ZA POZORNOST**