

# SONČNA IN GEOTERMALNA ENERGIJA TER TOPLOTNE ČRPALKE

Seminar pri predmetu jedrska tehnika in  
energetika

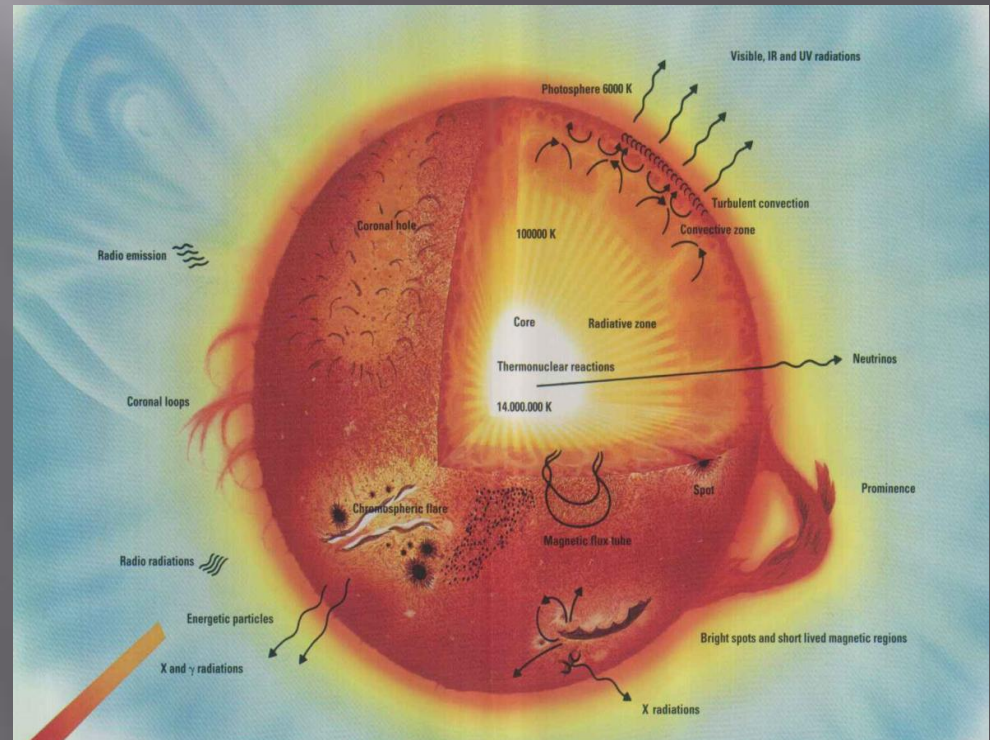
Izdelal: Bor Kos

Mentor: Izr. Prof. Iztok Tiselj

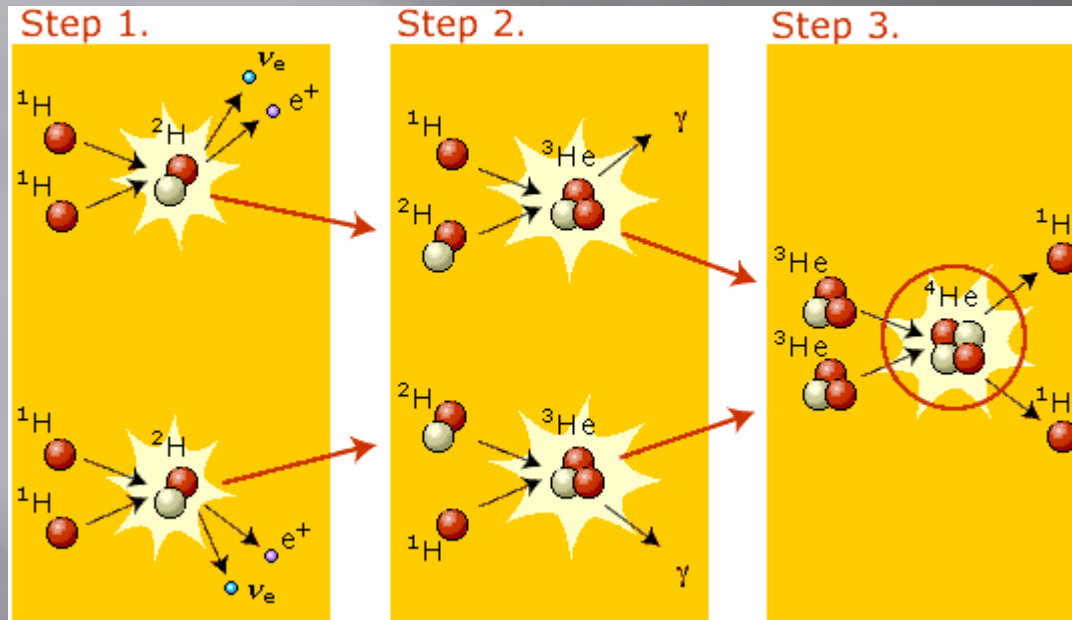
# Sončna energija



- Kemična sestava Sonca: H (60%), He(35%), 5% - O, Mg, Fe, Si, Na
- Rumena pritlikavka

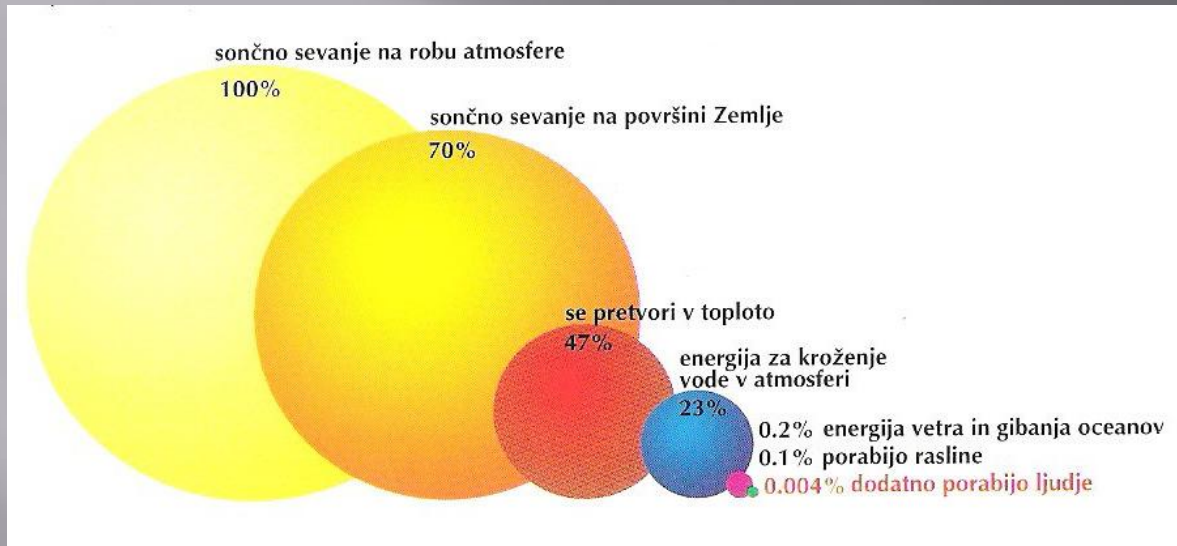


# Sončna energija



- Sonce je ogromen fuzijski reaktor
- Sonce je glavni vir energije na Zemlji (fotosinteza, fosilna goriva...)
- Moč  $64\text{MW}/\text{m}^2$
- Vsako sekundo  $5 \cdot 10^9$  kg goriva

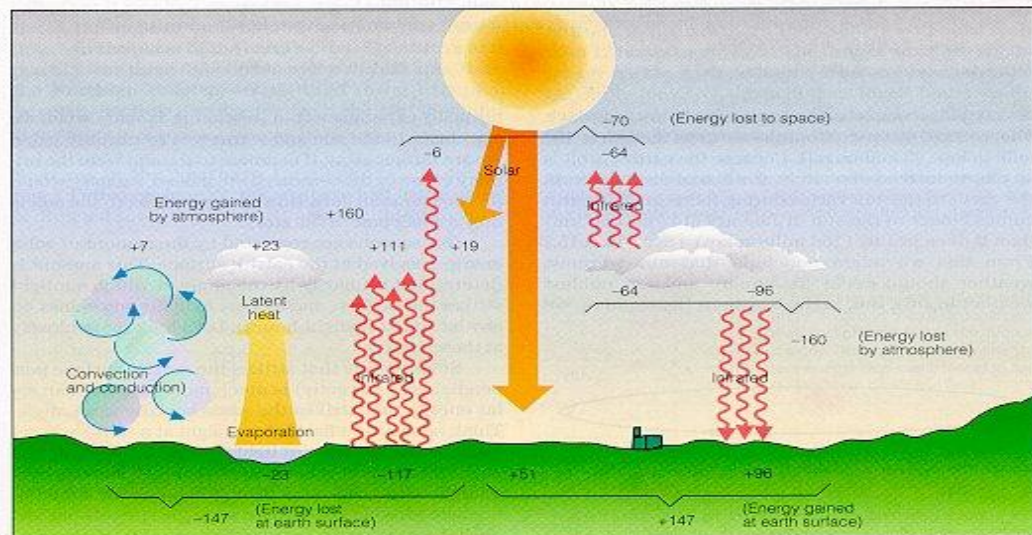
# Sončna energija



▪ Pri tleh gostota sevanja  $840\text{W}/\text{m}^2$

▪ V Sloveniji povprečno čez celo leto pod optimalnim kotom  $1341\text{kWh}/\text{m}^2$

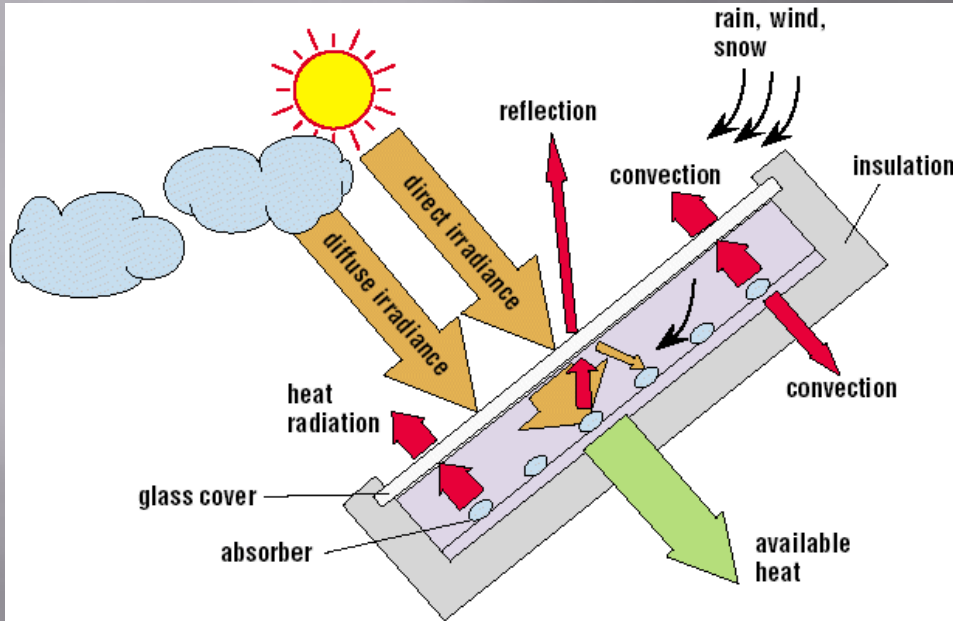
▪ Preračunano na en dan  $145\text{W}/\text{m}^2$





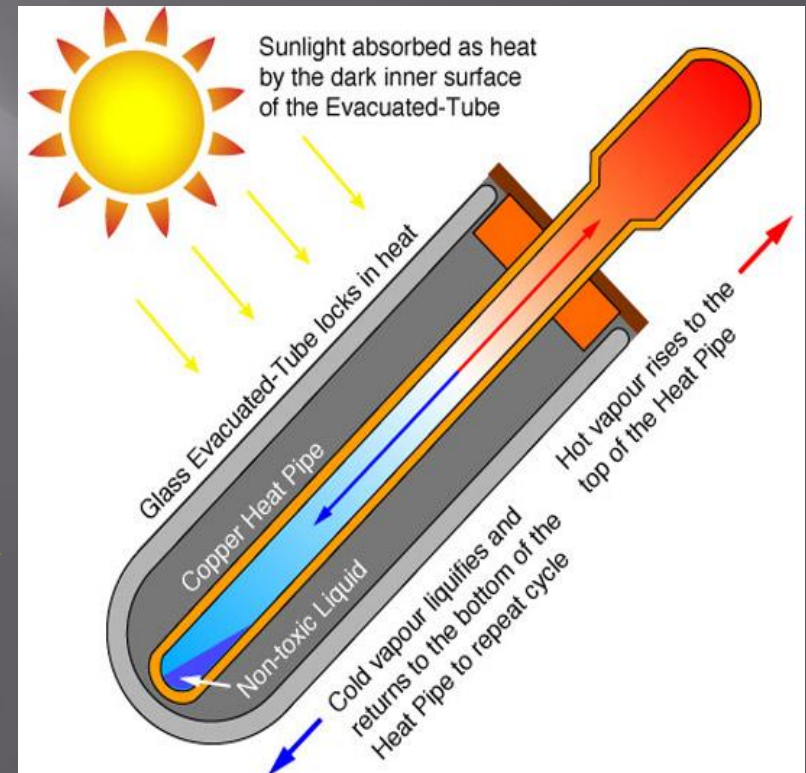
# Sončna energija

## Nizkotemperaturno izkoriščanje



← Ploščati kolektor

▣ Vakuumski kolektor



# Sončna energija

## Nizkotemperaturno izkoriščanje



▪ Ploščati kolektor

▪ Vakuumski kolektor



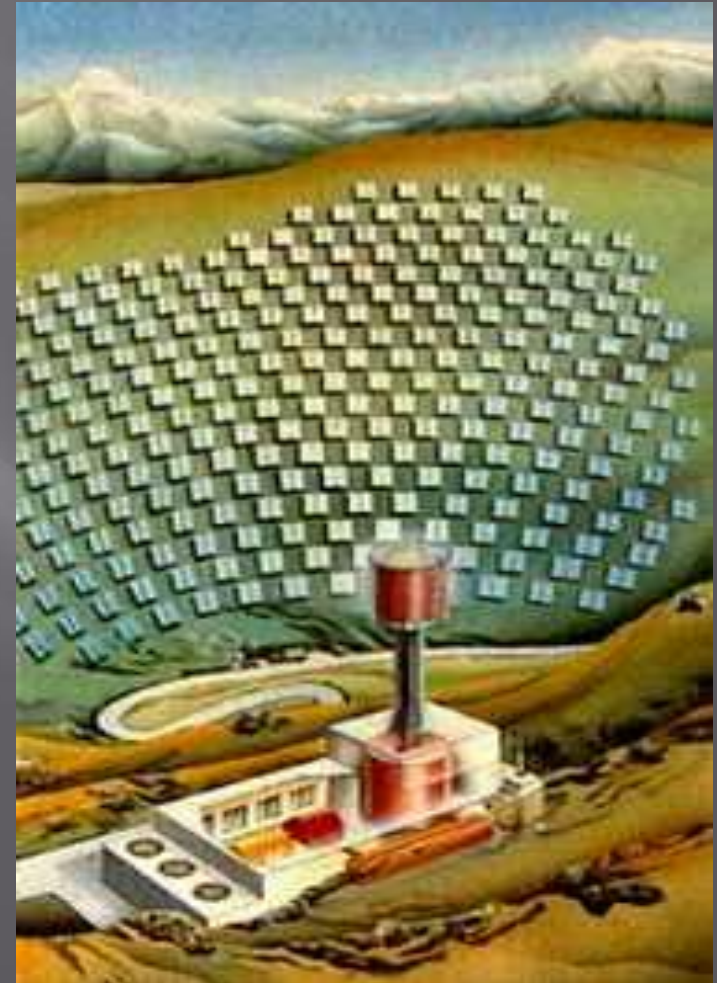


# Sončna energija

## Visokotemperaturno izkoriščanje



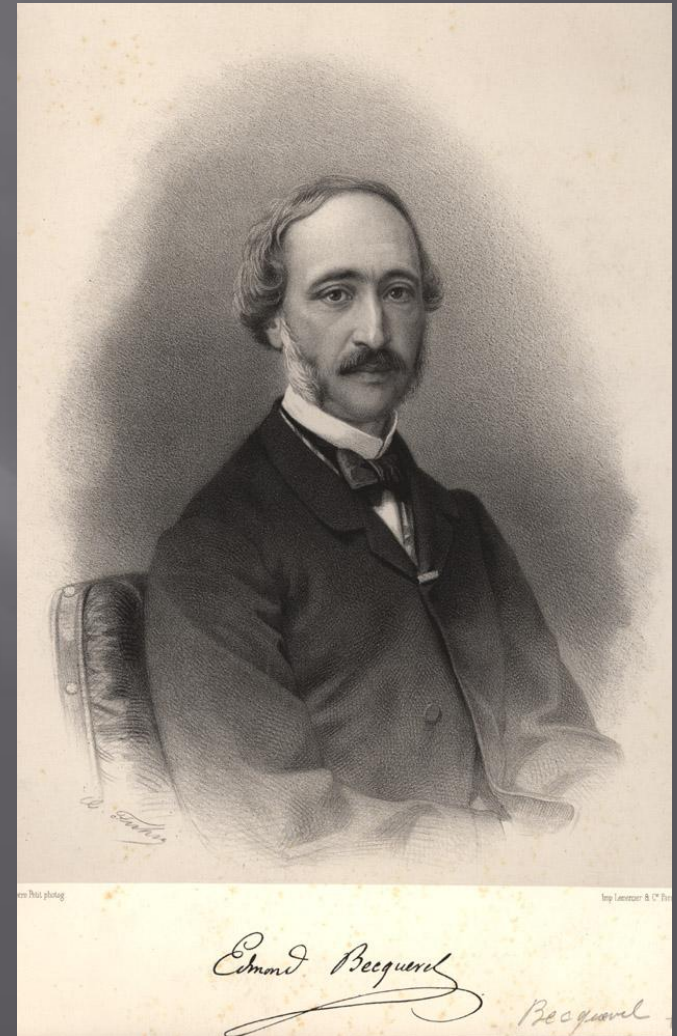
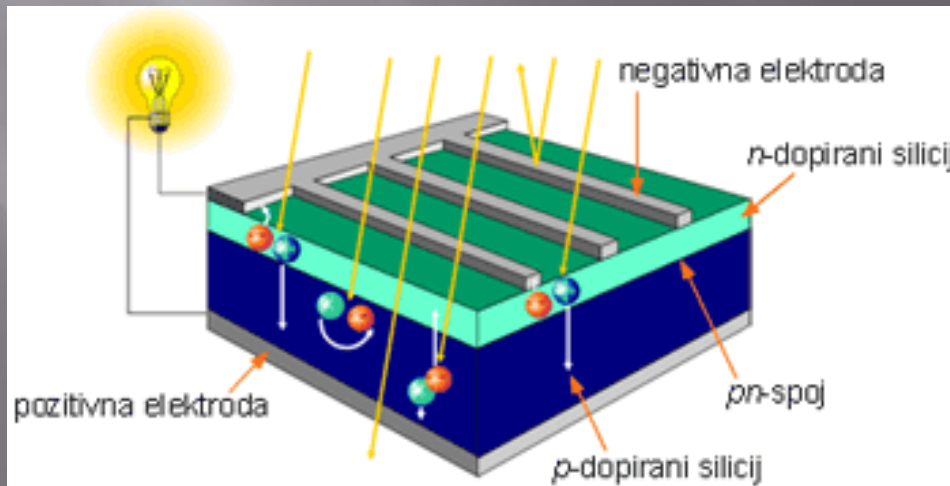
- Elektrarna, poimenovana PS 10, z močjo 11 MW , Sevilla



# Sončna energija

## Fotovoltaika

- Fotovoltaika je tehnologija pretvorbe sončne energije neposredno v električno energijo
- Osnovni element fotonapetostnega sistema je fotonapetostni modul
- Fotonapetostni pojav je leta 1839 odkril fizik Alexandre Edmond Becquerel
- Pretvorbena sposobnost celice se je tekom razvoja v preteklih letih izboljšala in je danes okoli 20%-30% max. 40,7%, komercialno dostopni okoli 15%





# Sončna energija

## Fotovoltaika



- V Sloveniji trenutno moč vseh elektrarn znaša približno 6,5MWp ~ 0,7MWpovp., v razvojnem načrtu slovenske industrije do leta 2015 pa se ocenjuje, da bi lahko postavili za 500 megavatov kumulativne moči sončnih elektrarn
- 0,008kWh/dan osebo



- Inštalirana moč elektrarne Vrenska Gorica 450 kWp, 530 kWp (dokončana)

Vir: <http://www.pv-platforma.si/Datoteke/Tehnoloska%20platforma%20za%20fotovoltaiko%20SRP.pdf> ; 2006

▪ **Watt peak: (technical definition):** The Watt Power output of a Solar module is the number of Watts Output when it is illuminated under standard conditions of 1000 Watts/meter<sup>2</sup> intensity, 25°C ambient temperature and a spectrum that relates to sunlight that has passed through the atmosphere

# Sončna energija

## Fotovoltaika



← 104 kWp objekt Gorenje,  
Bistrica ob Sotli

100 kWp objekt Zidar, Lesično →



← 50 kWp, objekt parkirišče,  
Gostinca



# Sončna energija

## Fotovoltaika



← 82,8 kWp, oziroma s kasnejšo nadgradnjo 89,9 kWp, Strahinj

7,92 kWp, na strehi stanovanjske hiše slovenskega telovadca Mitje Petkovška





# Sončna energija

## Fotovoltaika



- Fotonapetostna elektrarna Davidov hram, Žalec
- 1035 monokristalnih fotonapetostnih modulov moči 215Wp
- Instalirana moč 222,56kWp
- Izkoristek presega 17%
- Letna proizvodnja 267 kWh
- Naložba 1.281.945,60€
- Dejavnost investitorja je trgovina na debelo s pijačami ☺

# Sončna energija

## Fotovoltaika

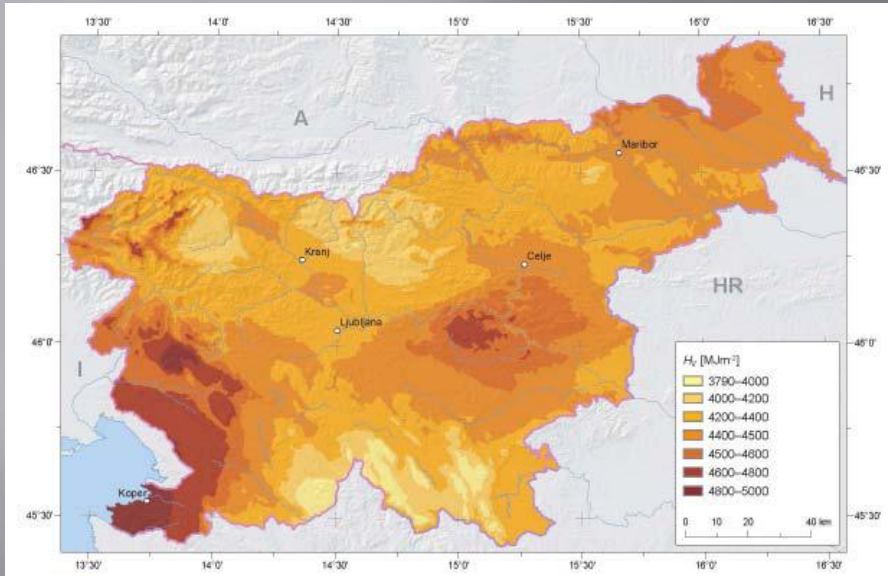


Največja strešna sončna elektrarna v državi z nazivno močjo 998 kW<sub>p</sub>, ki stoji na strehi Cimos TAM-a v Mariboru

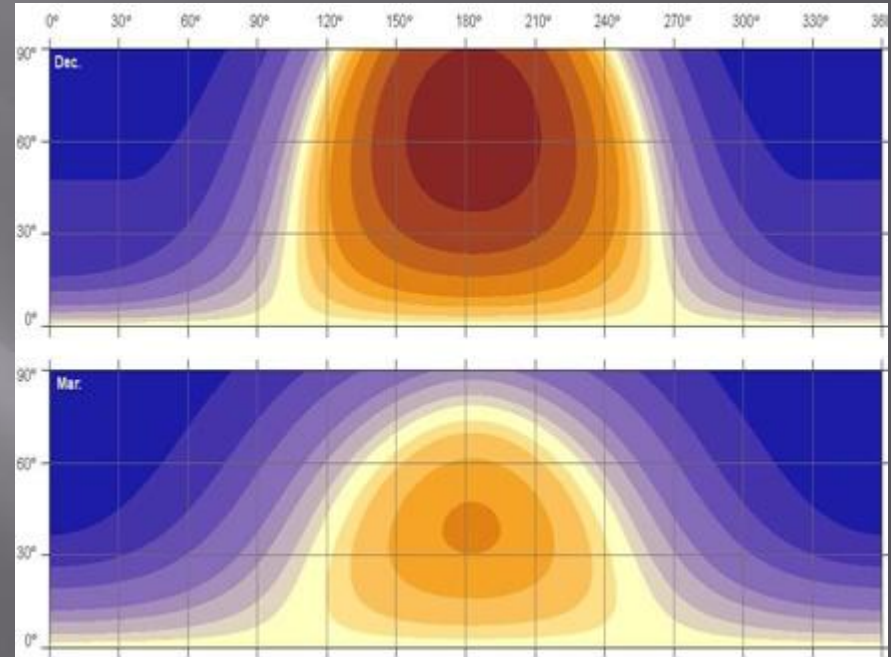


# Sončna energija

## Fotovoltaika



- 145  $\text{W/m}^2$  povprečno sevanje
- Izkoristek 20%
- 530 tisoč hišnih številk
- Površina strehe proti jugu  $\sim 100\text{m}^2$
- 75% streh proti jugu (na podlagi mojega kraja)



- Vse zgradbe v Sloveniji pokrite s sončnimi celicami  
13,8kWh/dan osebo



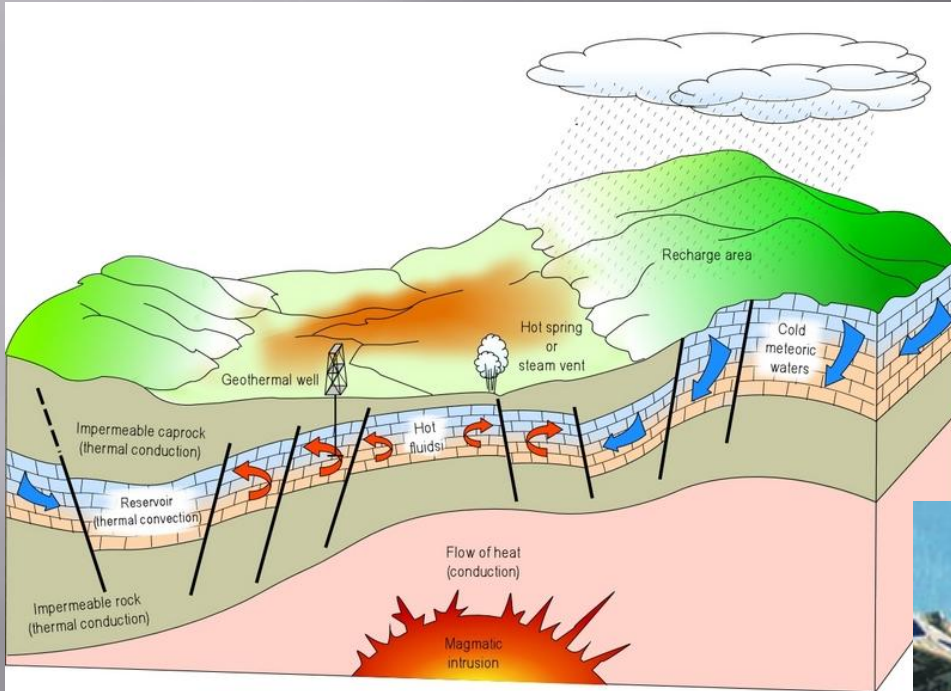
# Sončna energija

## Fotovoltaika

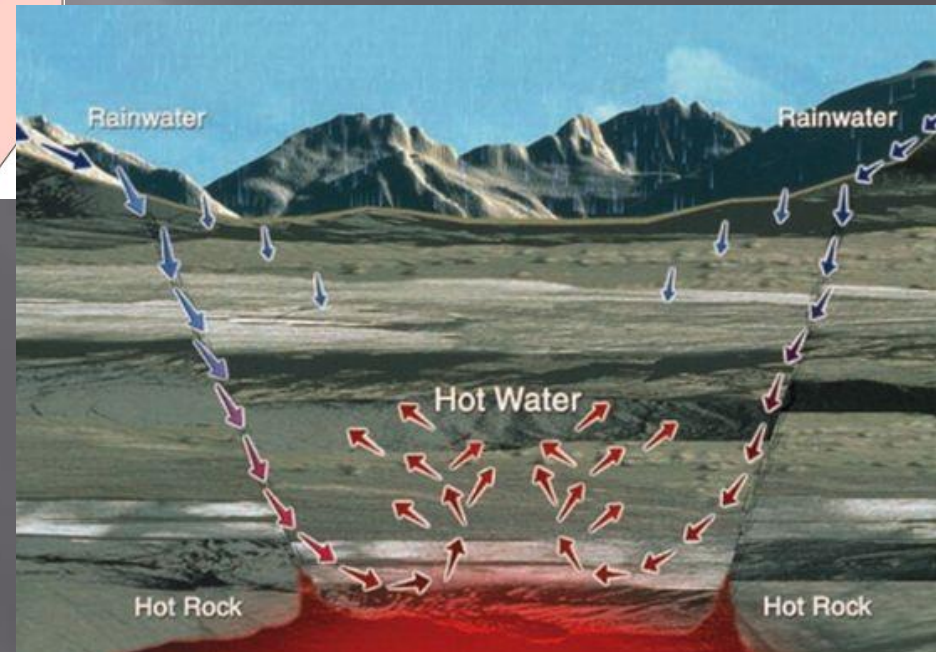


80.7 MW, Germany, Finsterwalde

# Geotermalna energija



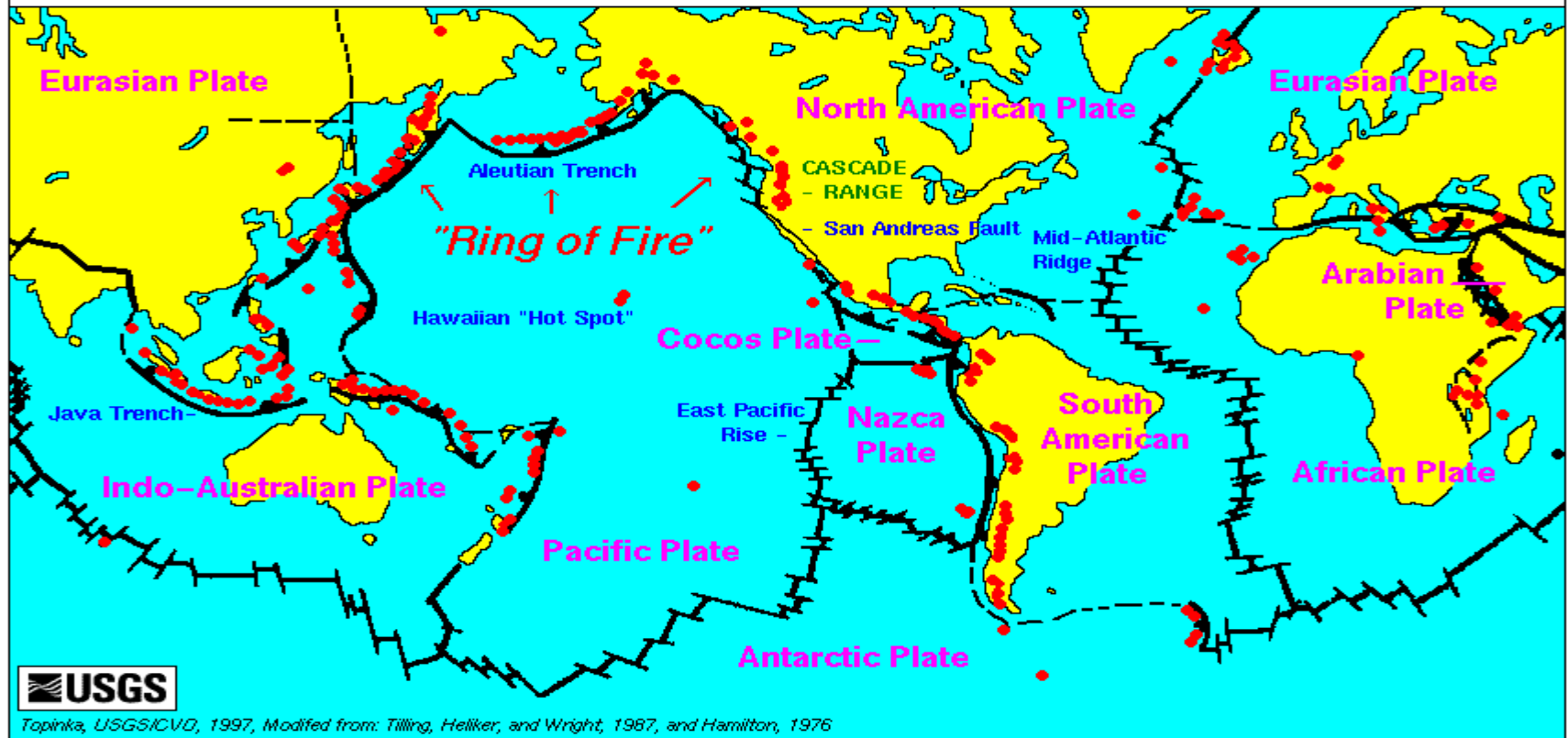
- Geotermalna energija je toplota Zemljine notranjosti
- Od nastanka Zemlje še 20% toplote
- Radioaktivni razpadi



- Tipični sistemi: hidrotermalni, vroče suhe skale, magma

# Geotermalna energija

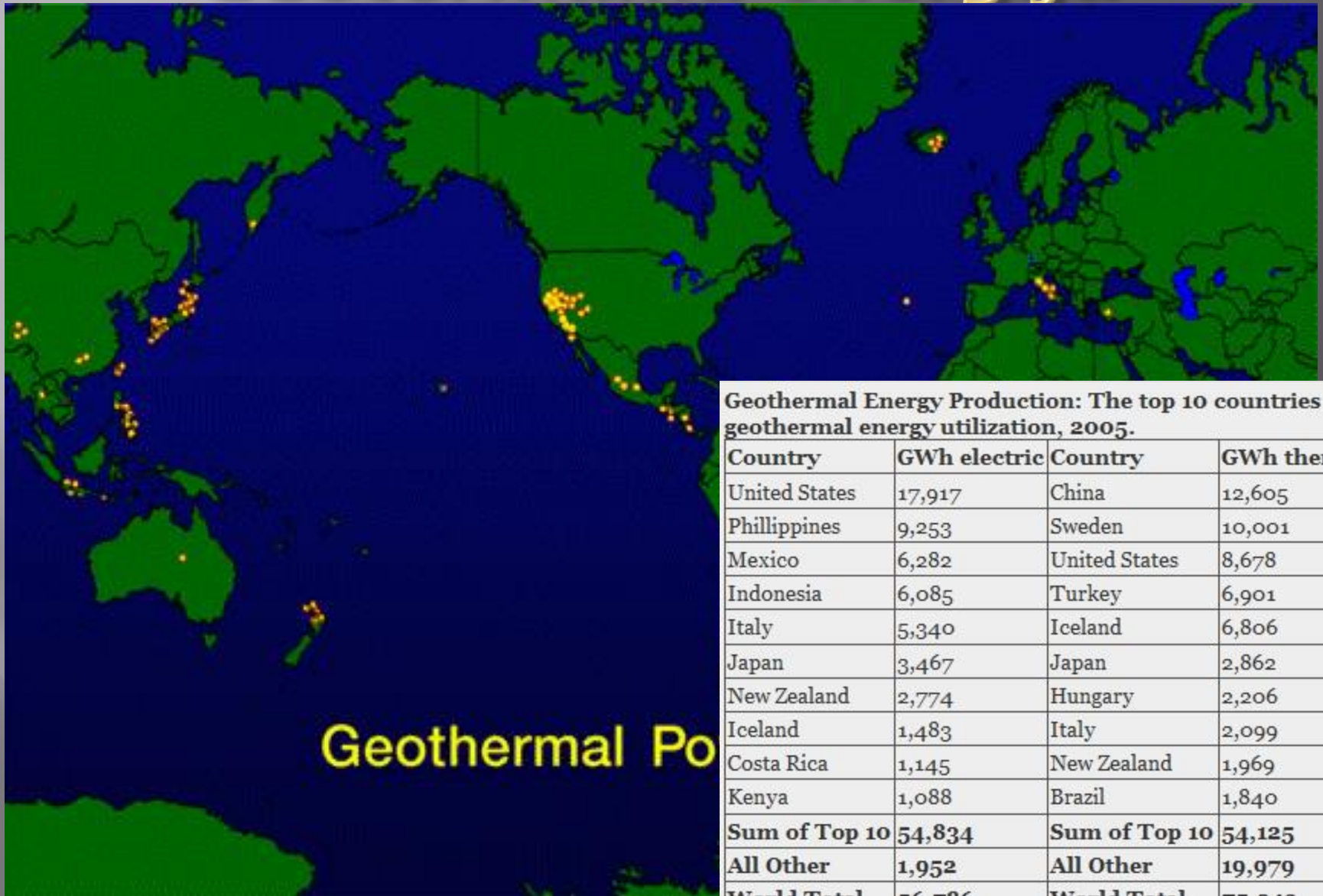
## Active Volcanoes, Plate Tectonics, and the "Ring of Fire"



- Največja nahajališča so na stiku tektonskih plošč



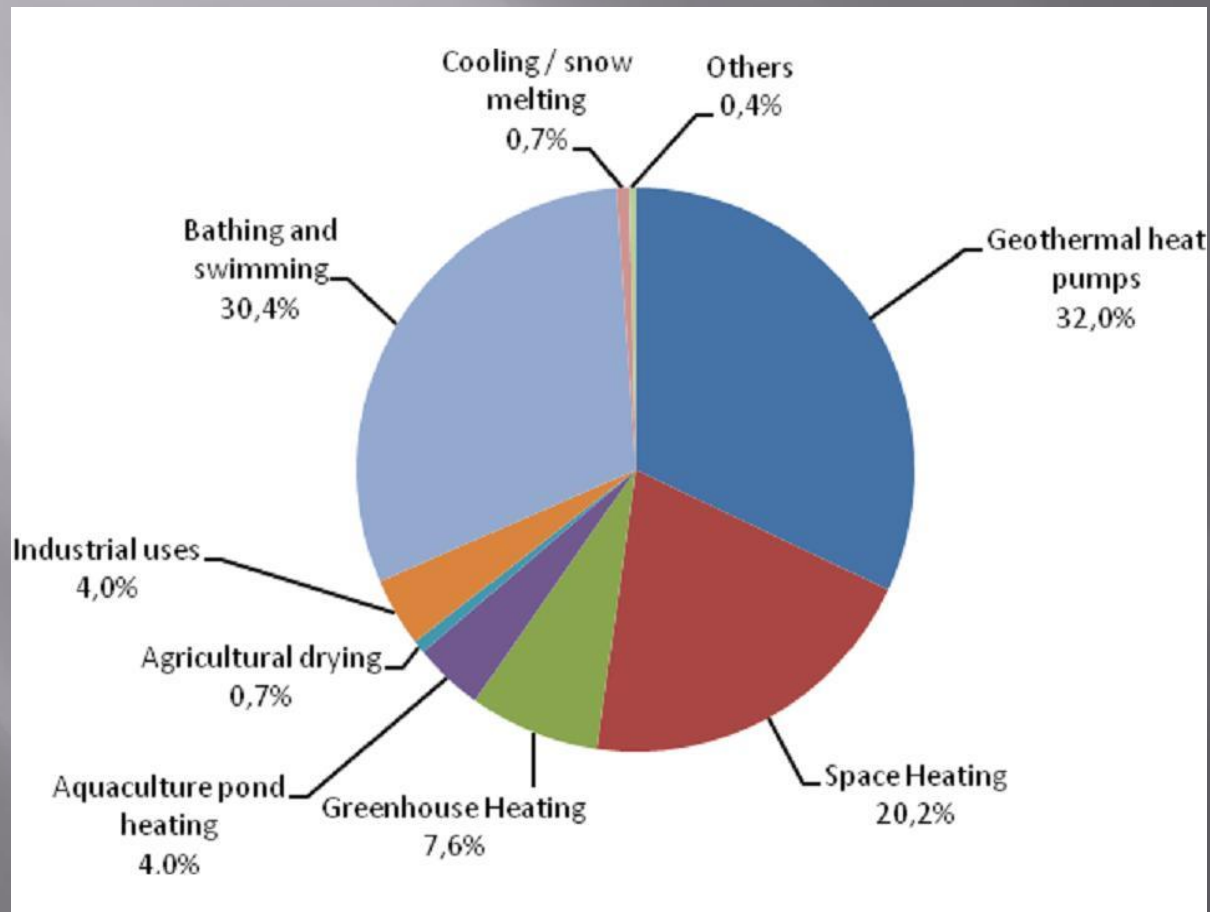
# Geotermalna energija



**Geothermal Energy Production: The top 10 countries in geothermal energy utilization, 2005.**

Country	GWh electric	Country	GWh thermal
United States	17,917	China	12,605
Phillippines	9,253	Sweden	10,001
Mexico	6,282	United States	8,678
Indonesia	6,085	Turkey	6,901
Italy	5,340	Iceland	6,806
Japan	3,467	Japan	2,862
New Zealand	2,774	Hungary	2,206
Iceland	1,483	Italy	2,099
Costa Rica	1,145	New Zealand	1,969
Kenya	1,088	Brazil	1,840
<b>Sum of Top 10</b>	<b>54,834</b>	<b>Sum of Top 10</b>	<b>54,125</b>
<b>All Other</b>	<b>1,952</b>	<b>All Other</b>	<b>19,979</b>
<b>World Total</b>	<b>56,786</b>	<b>World Total</b>	<b>75,943</b>

# Geotermalna energija



- Skupna svetovna inštalirana moč 11GW
- Na voljo ~2TW optimalno
- Vprašljivo zaradi nihanja moči (prekomerno izrabljanje)

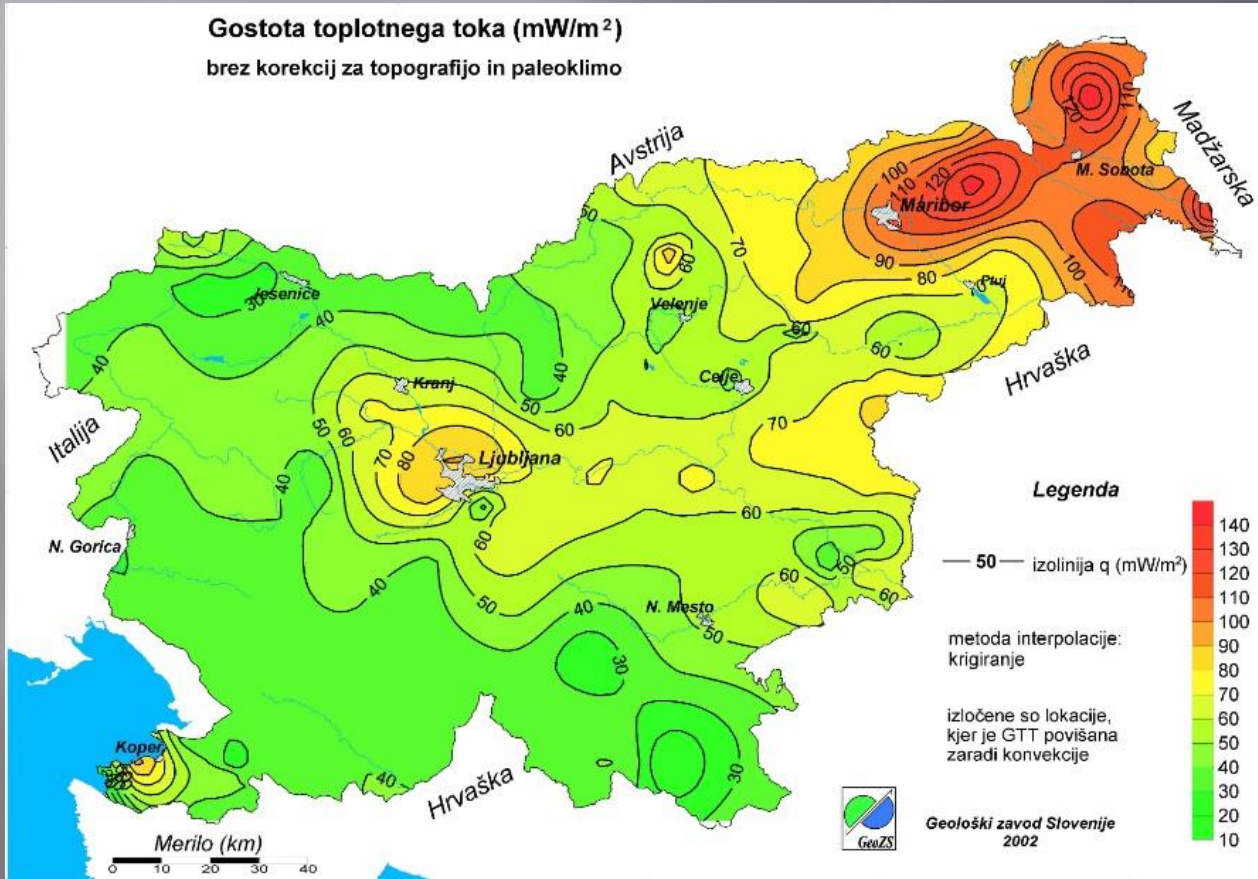


# Geotermalna energija



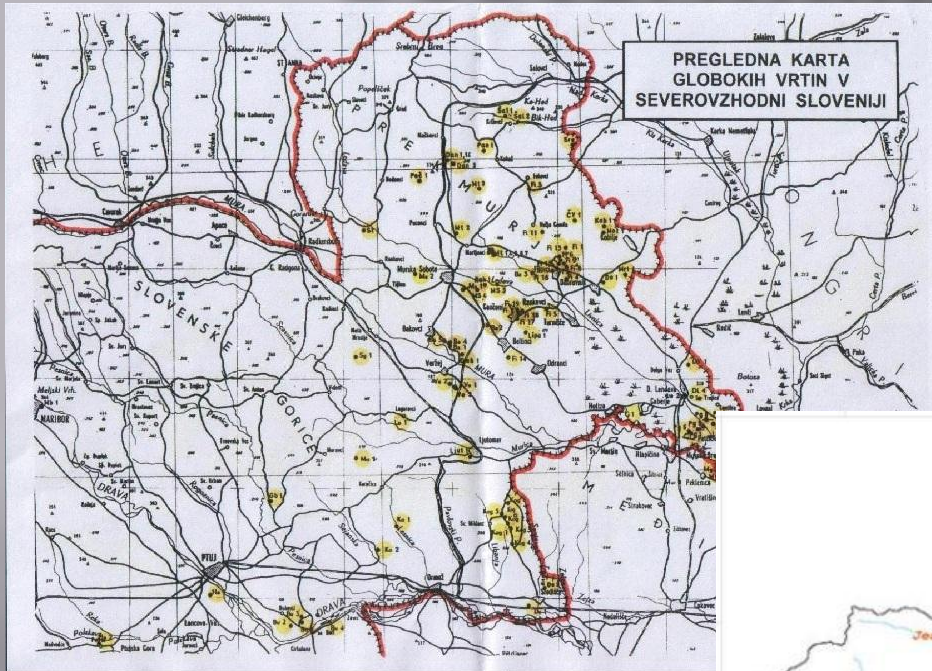


# Geotermalna energija



- Skupna instalirana moč v Sloveniji ~ 48,4 MWt
- 0,17 kWh/dan os.
- Napoved v desetih letih 5GW (teoretično)

# Geotermalna energija



← Vrtine v Prekmurju

Različni izkoriščanje  
geotermalne energije po  
Sloveniji →





# Geotermalna energija



- Daljinsko ogrevanje v Murski Soboti in Lendavi
- Ogrevanje obrata okrasnih rož v Dobrovniku
- Možnost izgradnje geotermalne elektrarne v Prekmurju



# Toplotne črpalke

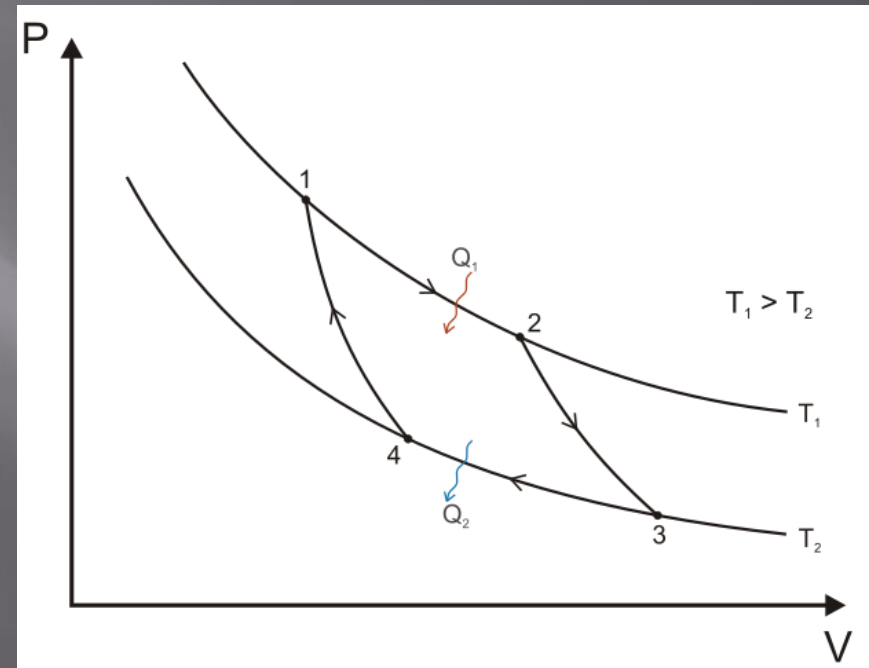
## Carnotjev toplotni stroj

$$Q_{12} = T_1(S_2 - S_1),$$

$$Q_{34} = T_2(S_4 - S_3) = -T_2(S_3 - S_4) = T_2(S_2 - S_1).$$

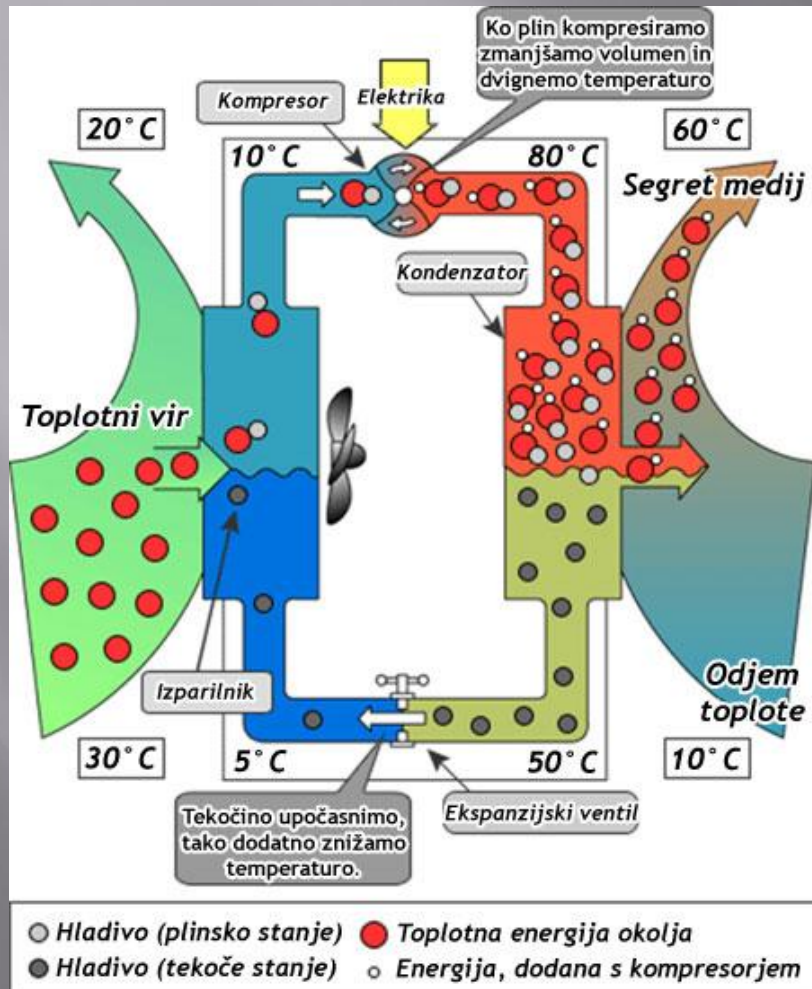
$$W_{kr} = \oint p dV = \oint (Q - dU) = \oint (T dS - dU)$$

$$\begin{aligned} W_{kr,c} &= Q_{12} - |Q_{34}| = T_1(S_2 - S_1) - T_2(S_2 - S_1) \\ &= (T_1 - T_2)(S_2 - S_1). \end{aligned}$$



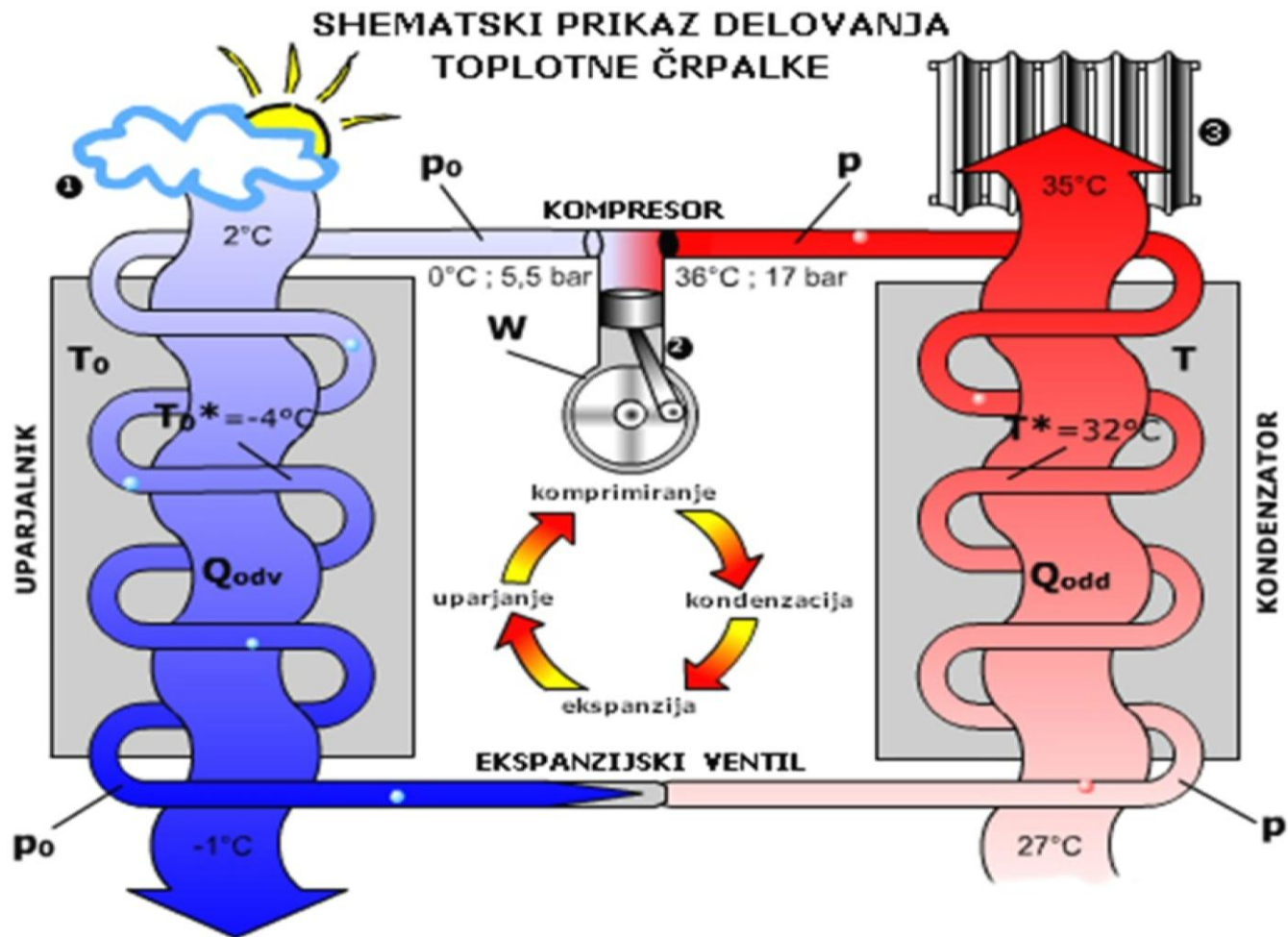
$$\eta_{th,c} = \frac{W_{kr}}{Q_{do}} = \frac{W_{kr}}{Q_{12}} = \frac{(T_1 - T_2)(S_2 - S_1)}{T_1(S_2 - S_1)} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}.$$

# Toplotne črpalke



- **Izparilnik:** Hladilo prejme toploto, preide v plinasto stanje
- **Kompresor:** Uparjen plin stisnemo in ga segrejemo
- **Kondenzator:** Vroča para odda toploto, ki segreje medij, plin preide v tekoče stanje.
- **Ekspanzijski ventil:** Tekočino dodatno ohladi, preden se vrne v izparilnik po novo energijo.
- **Ključnega pomena je spreminjanje agregatnega stanja hladiva**

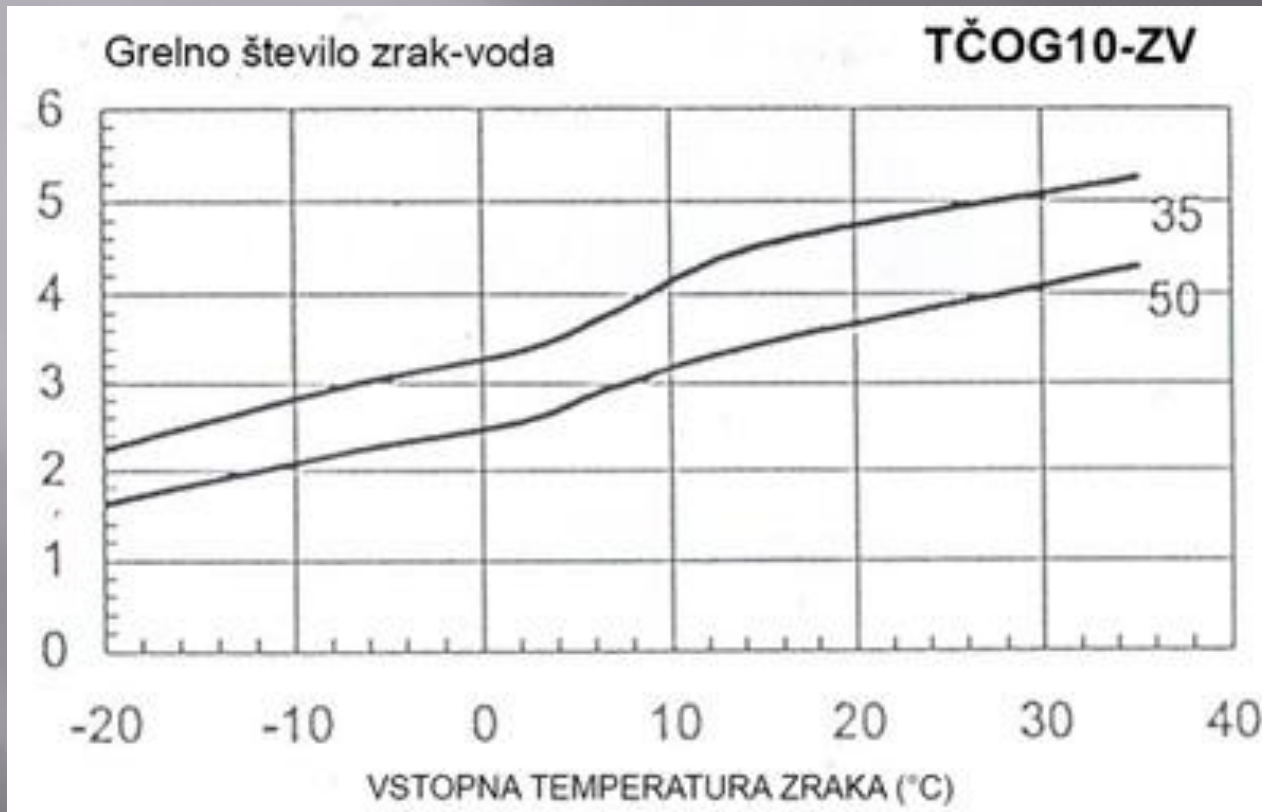
# Toplotne črpalke





# Toplotne črpalke

## Grelno število



$$COP = \frac{|\Delta Q|}{\Delta W}$$

Grelno število je razmerje med vloženo električno energijo in toplotno energijo vira (voda, zemlja, zrak)

# Toplotne črpalke



Zemlja



Okoliški zrak

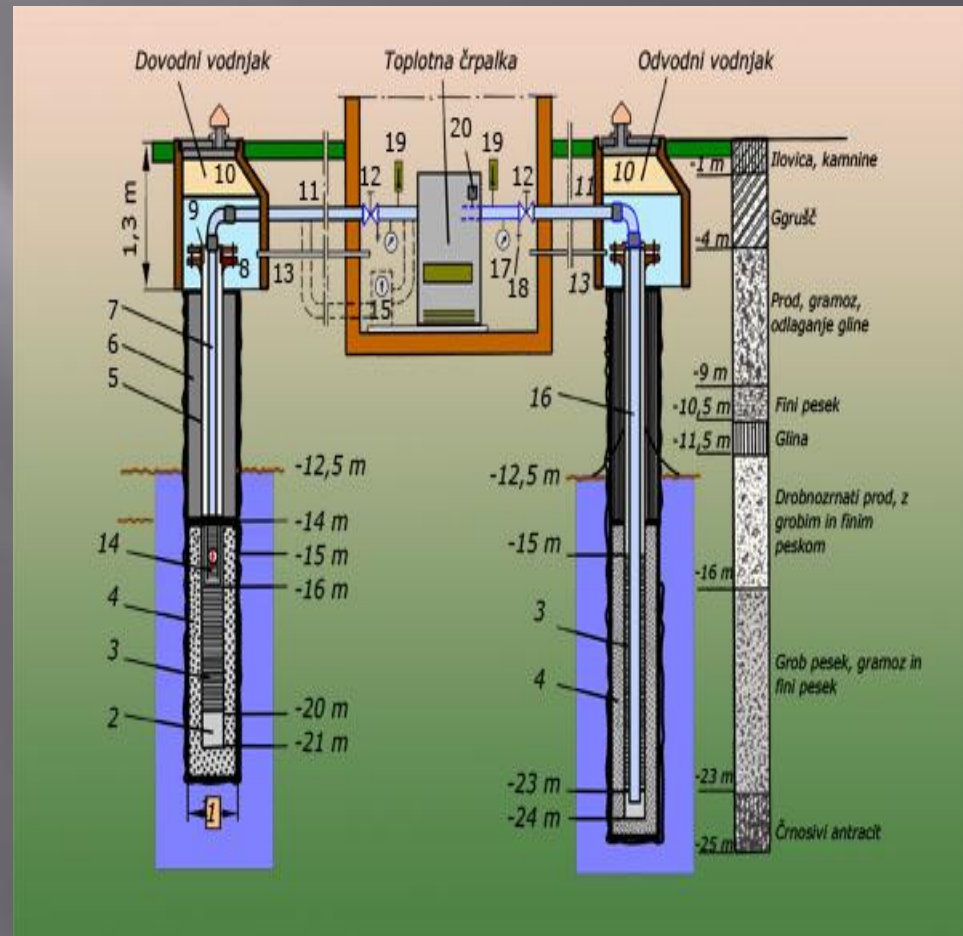


Podtalnica



# Toplotne črpalke Voda/voda

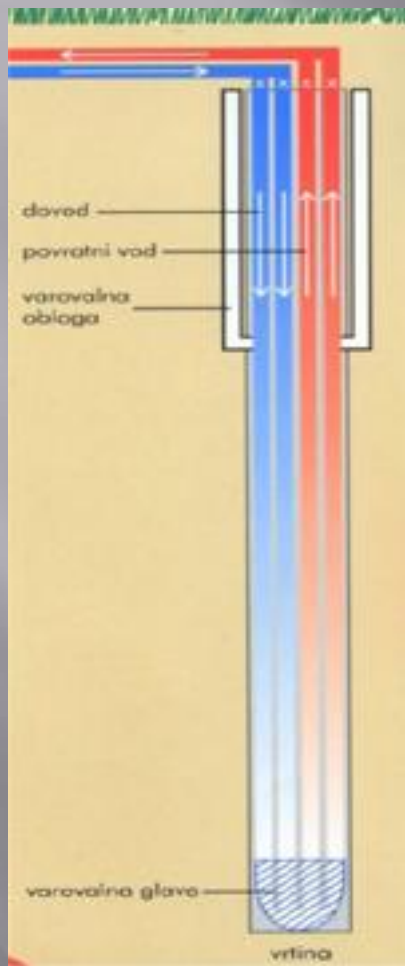
- Koristi podtalnico
- Dva vodnjaka
- Najboljši izkoristki
- Ustrezna podtalnica?
- Velika investicija



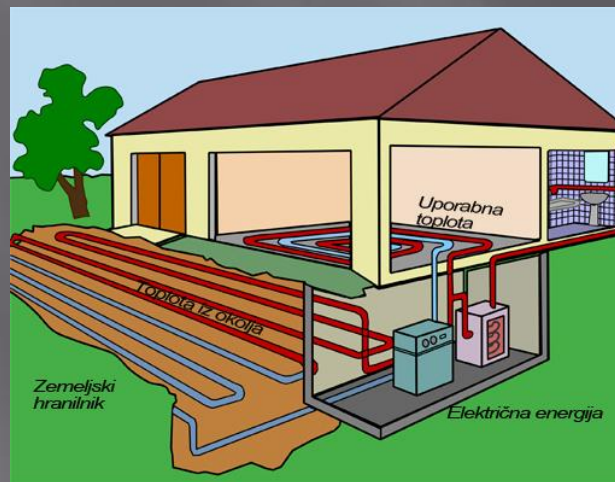


# Toplotne črpalke

## Zemlja/voda



- Zemeljska Sonda (geosonda)
  - Vrtina do 100m in več
  - Različni rezultati
- Zemeljski kolektor
  - Do 2m globine
  - Velike površine



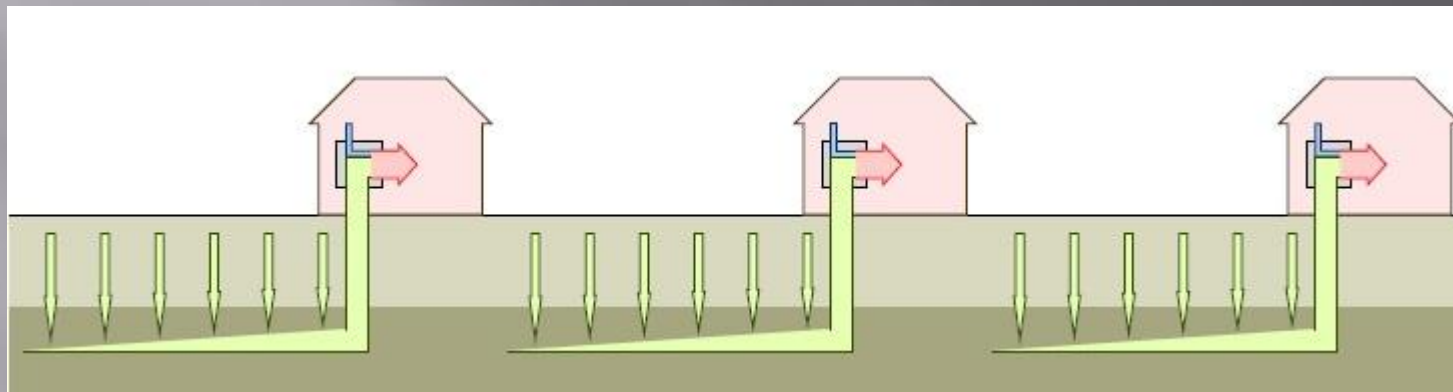
# Toplotne črpalke Zrak/voda

- Zraka je povsod dovolj
- Najmanjša investicija
- Delujejo tudi do  $-25^{\circ}\text{C}$
- Najslabši izkoristek, ko najbolj potrebuješ



# Toplotne črpalke

## Problem prekomerne izrabe



- 1600 prebivalcev/km<sup>2</sup> (tipično predmestje)
- Pozimi potrebnih 48kWh/dan os. za ogrevanje
- Če ne želimo zmrzniti tal 12kWh/dan os.
- Torej v strnjenem naselju nemogoče, razen če poleti toploto črpamo v tla, kar pa je popolnoma razumljivo ~ klimatske naprave