



# TOPLOTNE PUMPE



Co-funded by the  
European Union



# Geotermalna energija

**GEO** znači **ZEMLJA**

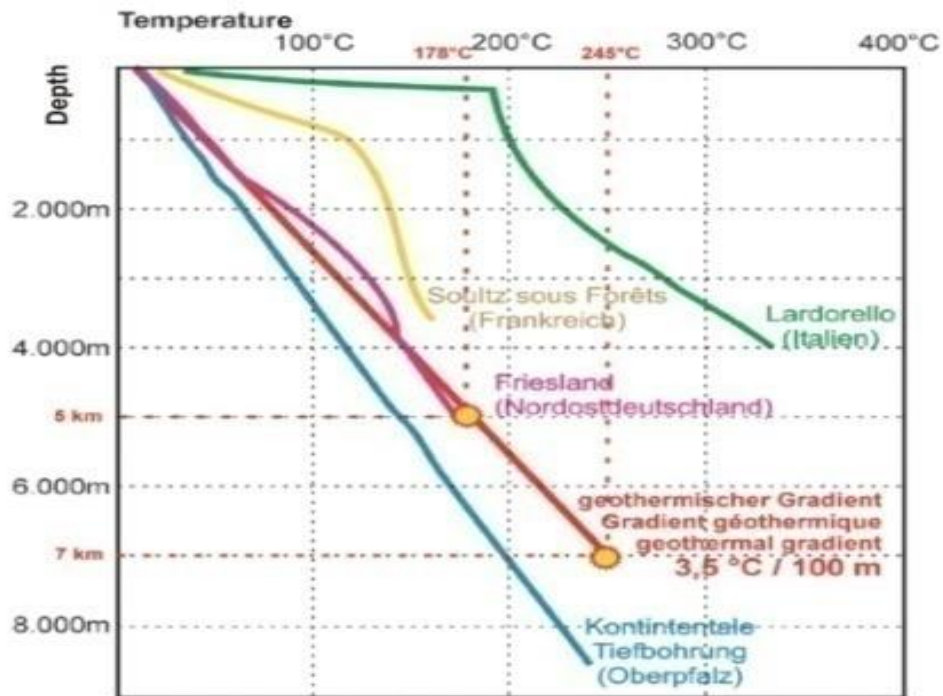
**TERMALNA** znači **TOPLOTA**

Geotermalna energija je izvor obnovljive energije koji može pokriti raznovrsne energijske potrebe korištenjem današnjih tehnologija.

Geotermalna energija je energija zemlje i može se iskoristiti preko geotermalnih fluida. Najvažniji parametar za iskorištavanje je temperatura geotermalnih fluida, koji određuju tip primjene geotermalne energije.

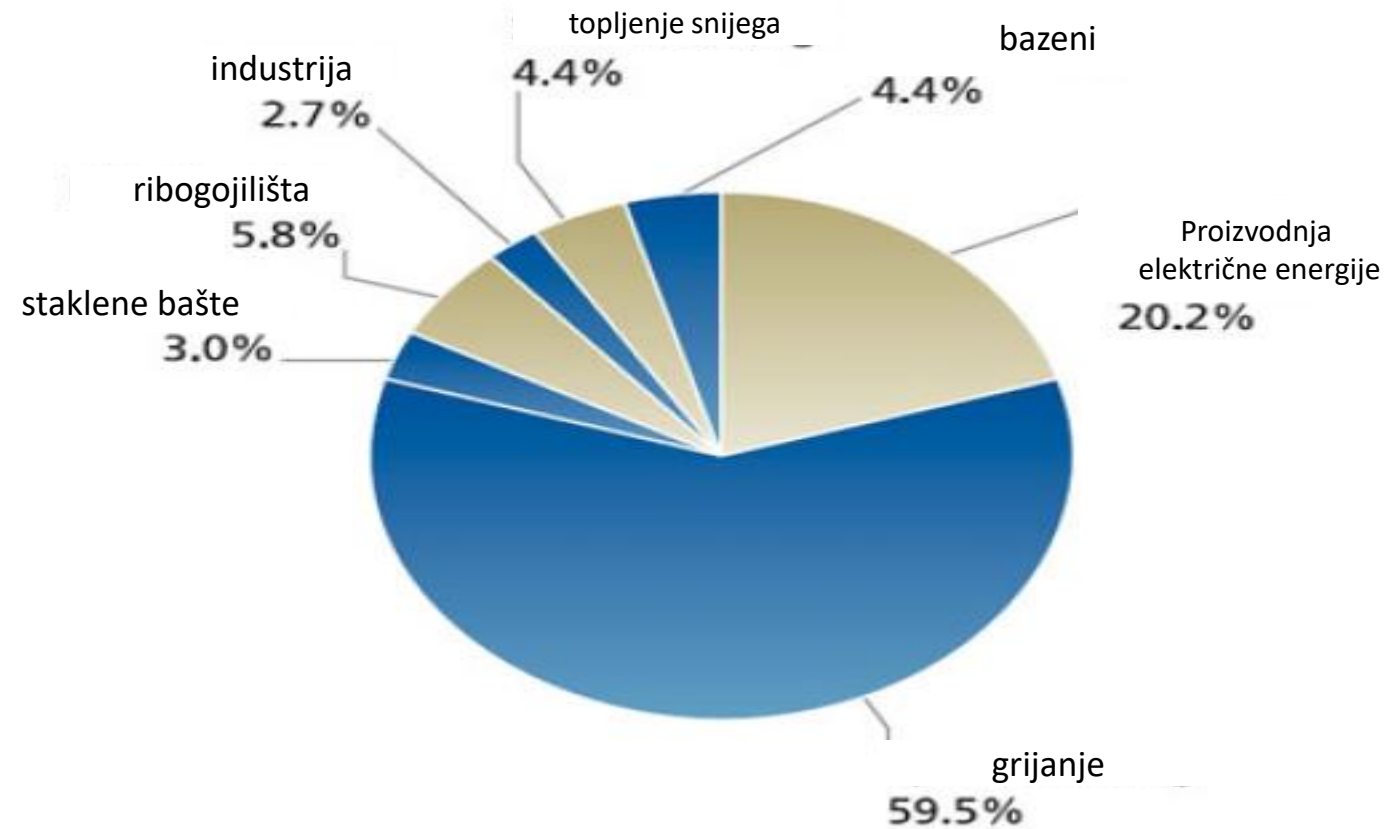
# UNUTRAŠNJA TEMPERATURA ZEMLJE

Prosječna temperatura raste od kore prema jezgru sa temperaturnim gradijentom od  $3^{\circ}\text{C}$  na 100 m dubine (ali može znatno varirati od lokacije do lokacije)



Anomalije geotermalnog gradijenta su nezavisne od zemljine toplote i generalno su povezani sa fenomenom lokalne geologije.

# Korištenje geotermalne energije u svijetu



# Geotermalna energija

Tri neophodne komponente izvorišta geotermalne energije:

- Raspoloživa količina toplote (protok i temperatura vode)
- Hemijske karakteristike vode (tvrdoća)



# Geotermalna energija

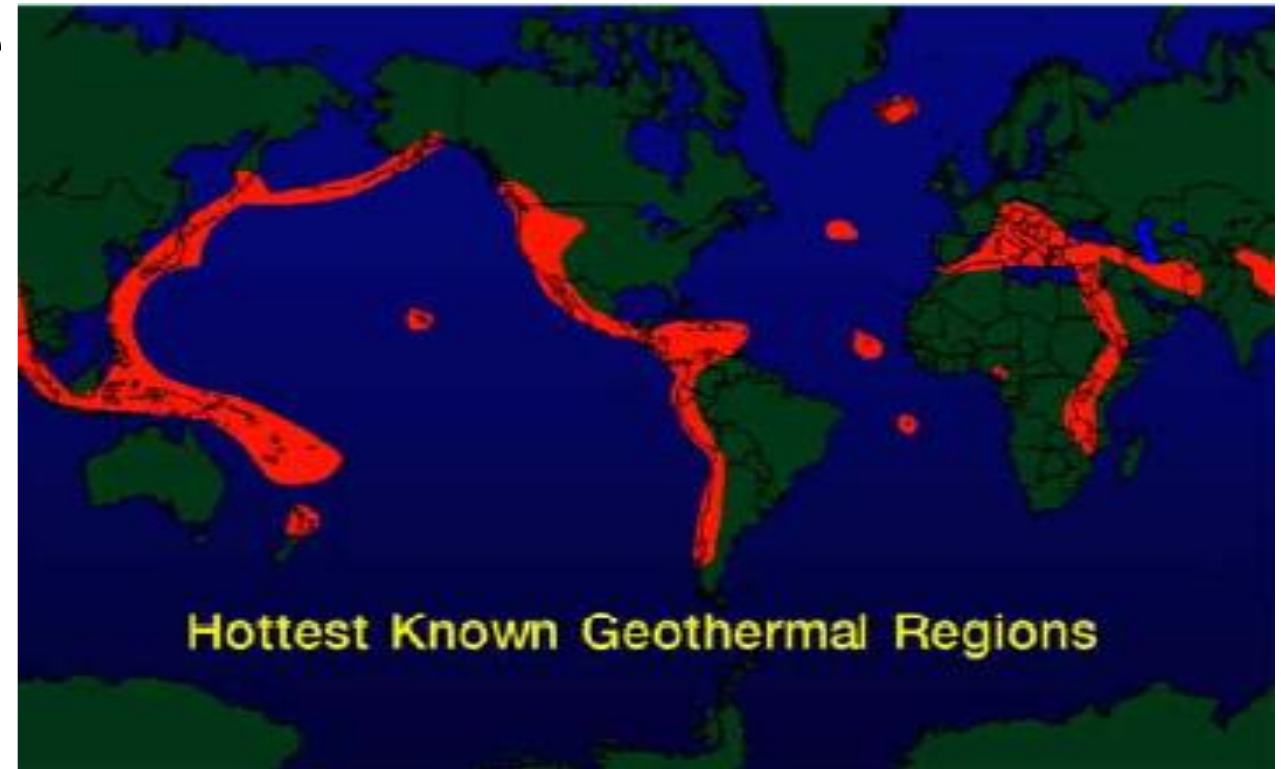
Geotermalni izvori se mogu podijeliti na osnovu:

- stepena istraženosti
- vrste ležišta
- temperature vode.

# Potencijal geotermalne energije

Izveštaj iz 1995. godine pokazuje da je u 21 zemlji svijeta postojao kapacitet za dobijanje 6.800 MWe iz geotermalnih izvora, dok je 2011. taj kapacitet porastao na oko 11.000 MWe.

Izvor: Cers Geo, 2018



# Prednosti korištenja geotermalne energije

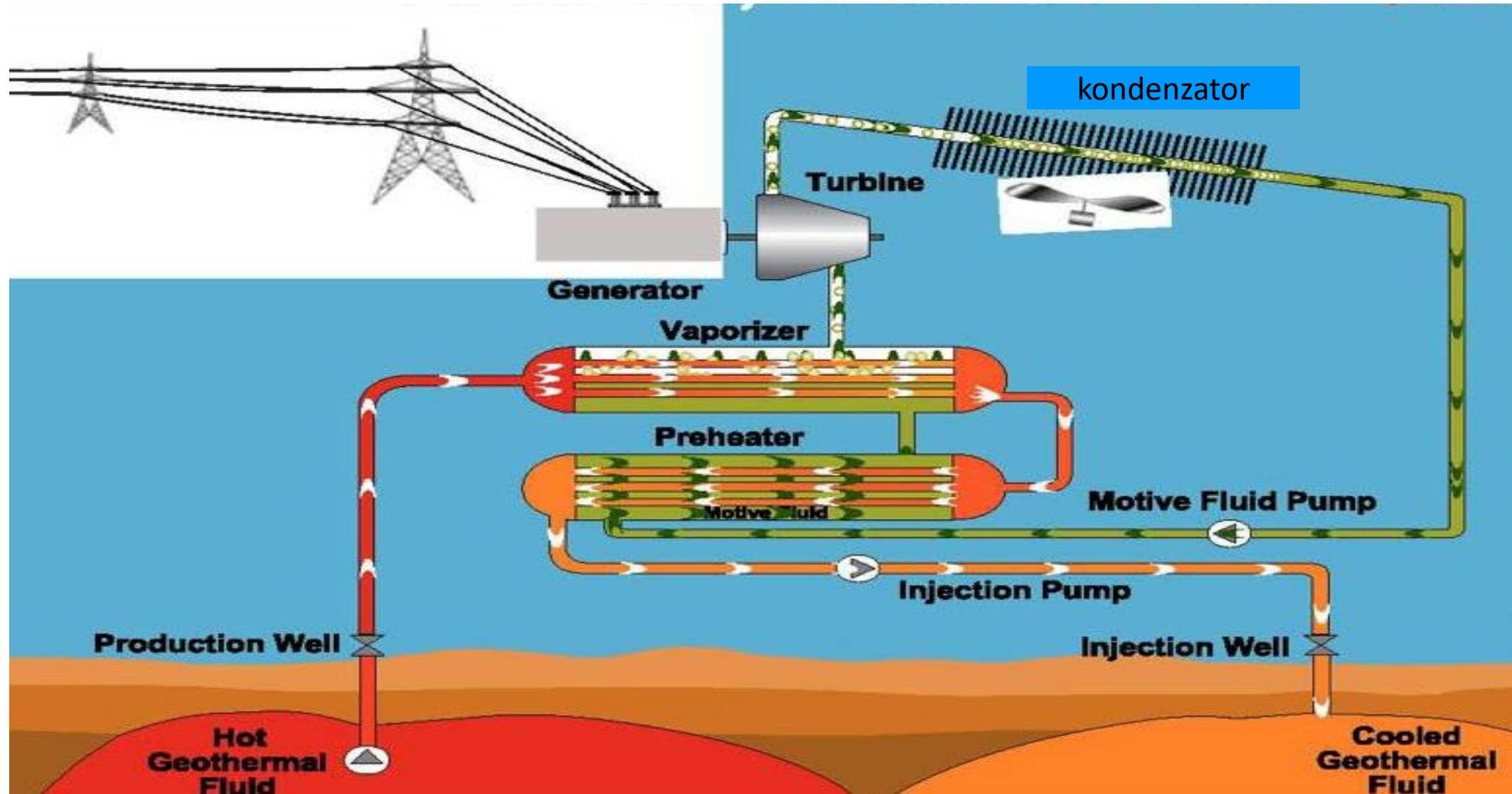
- Ekonomičnost
- Sigurnost
- Sa aspekta uticaja na okolinu  
nema emisija zagađujućih materija u zrak



# Primjena geotermalne energije

- grijanje i hlađenje
- priprema tople potrošne vode i grijanje vode u bazenima
- grijanje staklenika
- u industriji za potrebe tehnološkog procesa
- proizvodnja električne energije

# Proizvodnja električne energije iz geotermalne



# Toplotne pumpe

- Toplota ne može sama od sebe prelaziti s tijela niže na tijelo više temperature.
- Da bi se to dogodilo potrebno je uložiti dodatnu energiju.

# Vrste toplotnih pumpi

- Kompresijske – troše mehanički rad za pogon kompresora
- Apsorbcijske – troše toplotu za pogon kuhala (generatora) i rashladnu vodu za apsorber

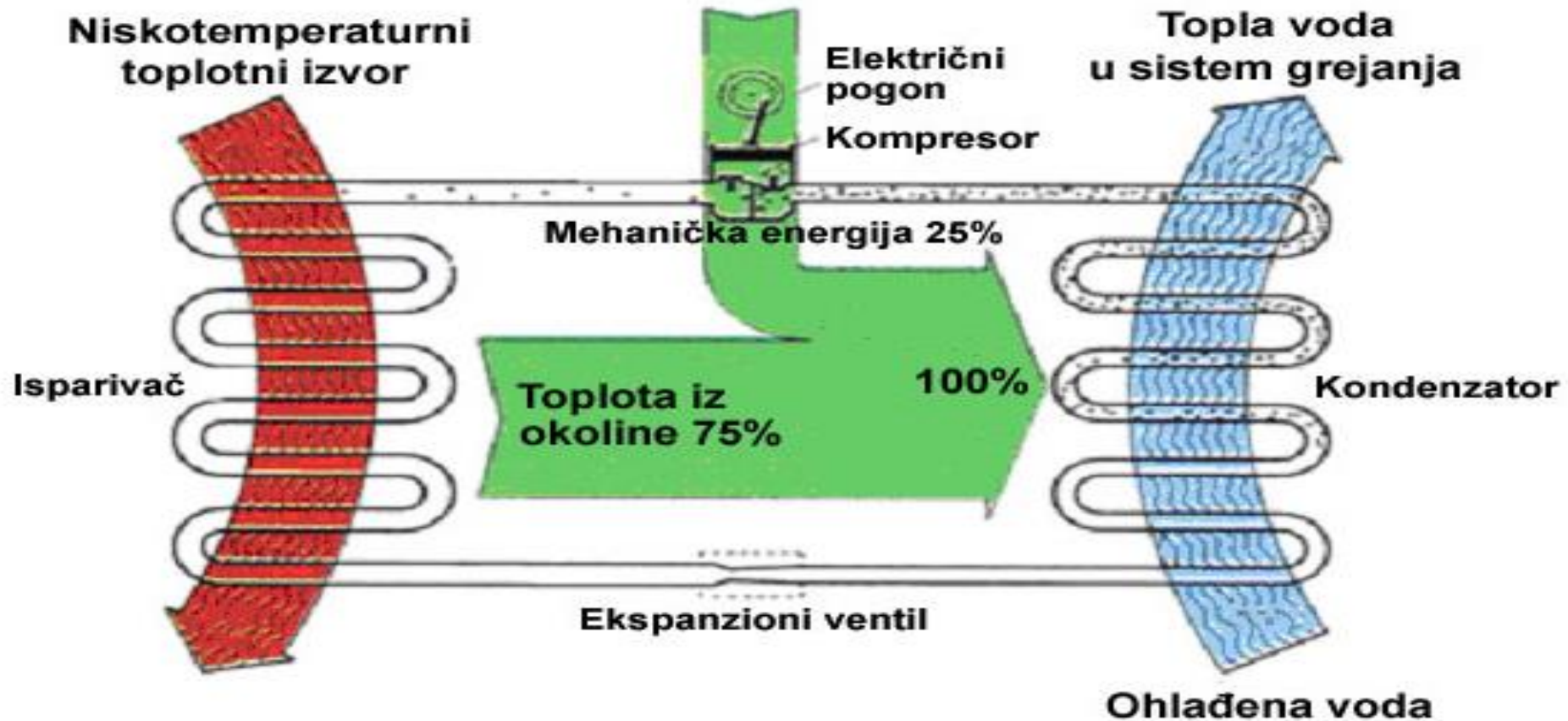
Izvori toplote za toplotne pumpe:

- voda (bunari, vodotokovi)
- zrak
- toplota zemlje

Indikator efikasnosti procesa:

COP (coefficient of performanse) – odnos dobijene i uložene energije

# Princip rada toplotne pumpe



Rashladno sredstvo isparava pri niskom pritisku, proizvodeći “hlađenje”. Nakon toga se komprimira na viši pritisak u kompresoru te kondenzira. U većini strojeva kompresor se pokreće električnim motorom.

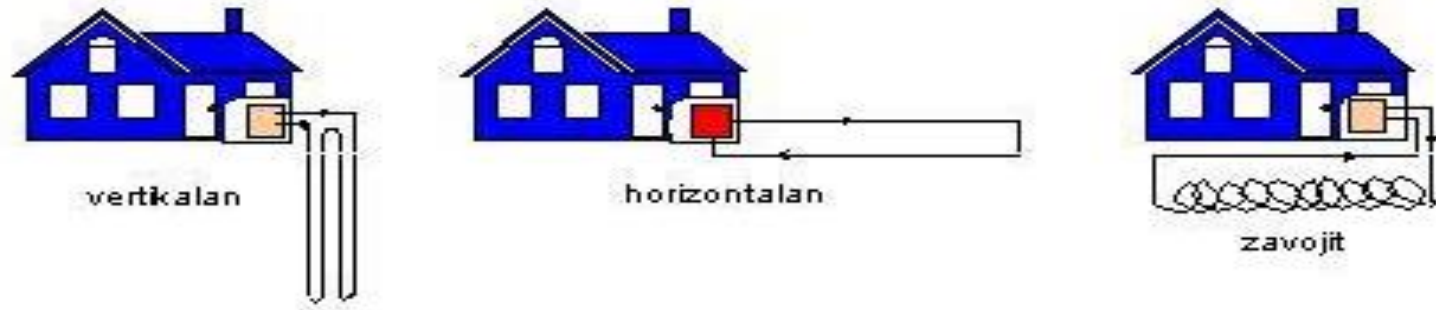
1 kWh potrošene el. energije



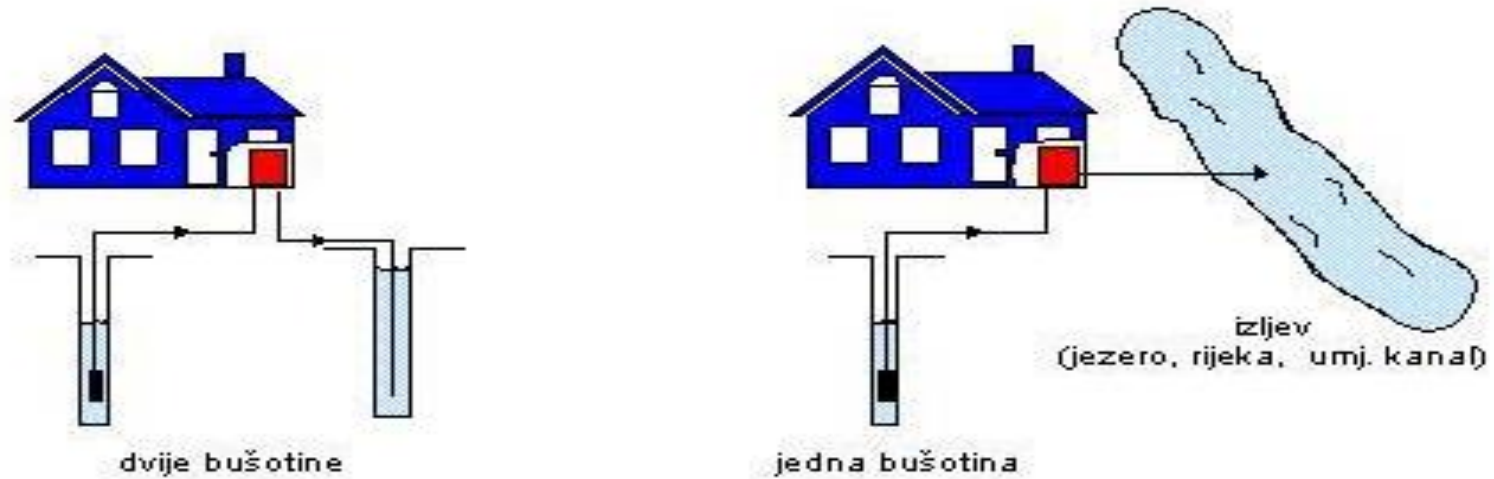
4-5 kWh toplotne energije

# Primjena toplotnih pumpi za grijanje/hlađenje

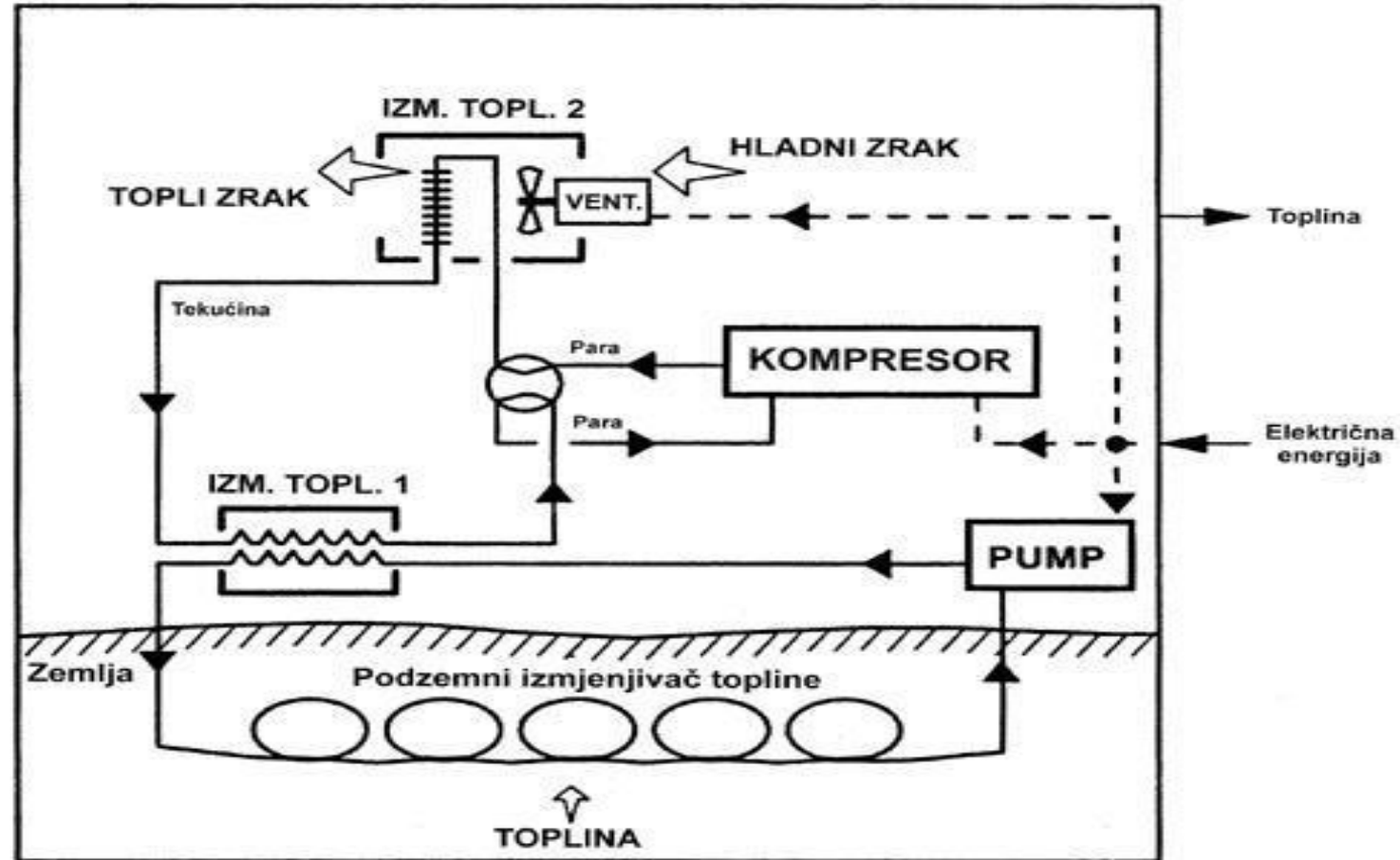
GTP – sistem sa zatvorenim krugom



GTP – sistem sa otvorenim krugom



# Toplotna pumpa voda - zemlja



# Toplotna pumpa voda - zemlja

suho pješčano tlo :

$q_E = 10 - 15 \text{ W/m}^2$

mokro pješčano tlo:

$q_E = 15 - 20 \text{ W/m}^2$

suho glinasto tlo:

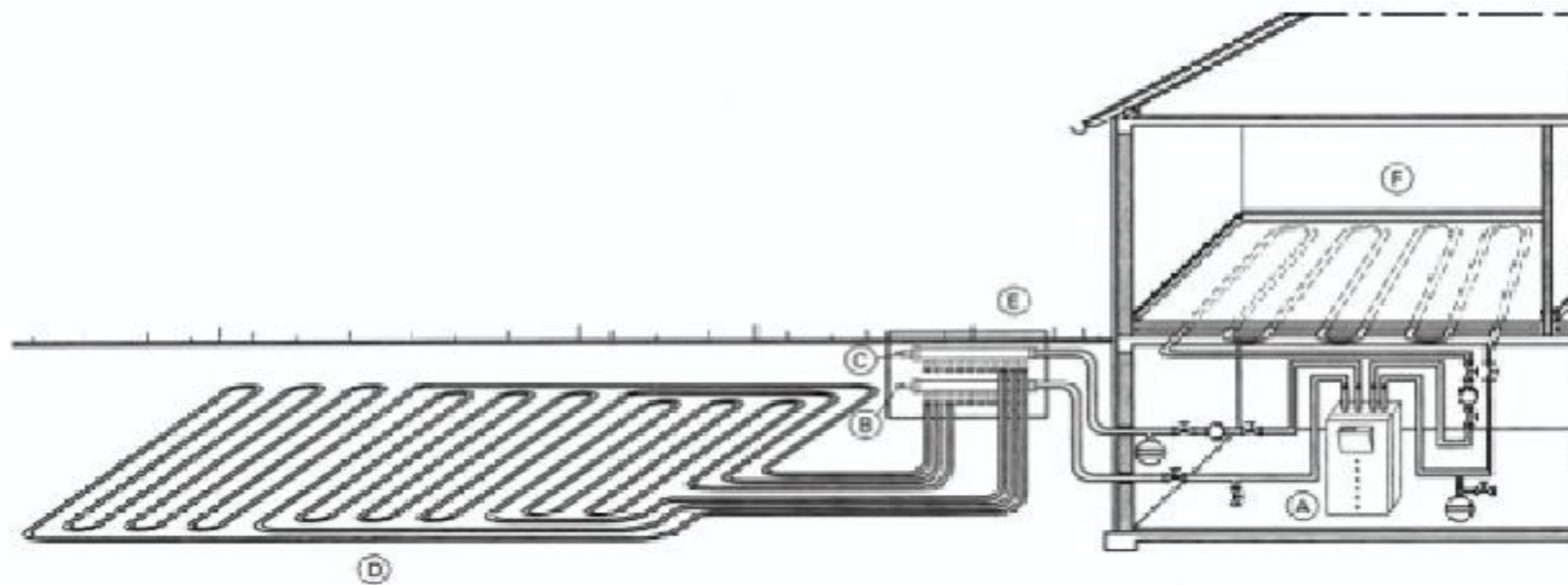
$q_E = 20 - 25 \text{ W/m}^2$

mokro glinasto tlo:

$q_E = 25 - 30 \text{ W/m}^2$

tlo sa podzemnom vodom:

$q_E = 30 - 35 \text{ W/m}^2$



A - toplotna dizalica, B-polazni razdjelnik

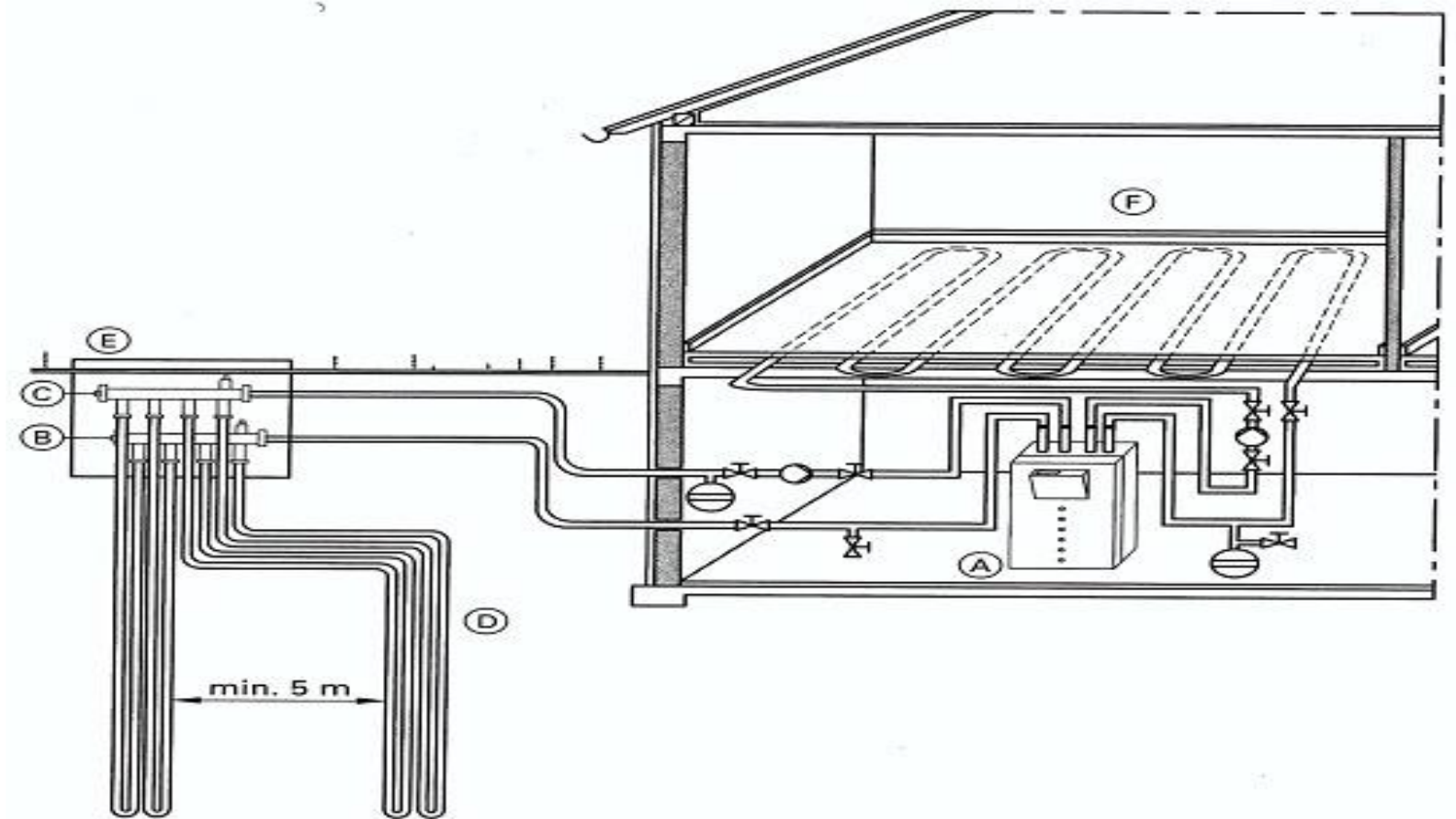
C- povratni razdjelnik, D-podzemni kolektor

E -sabisno okno, F-niskotemperaturno grijanje



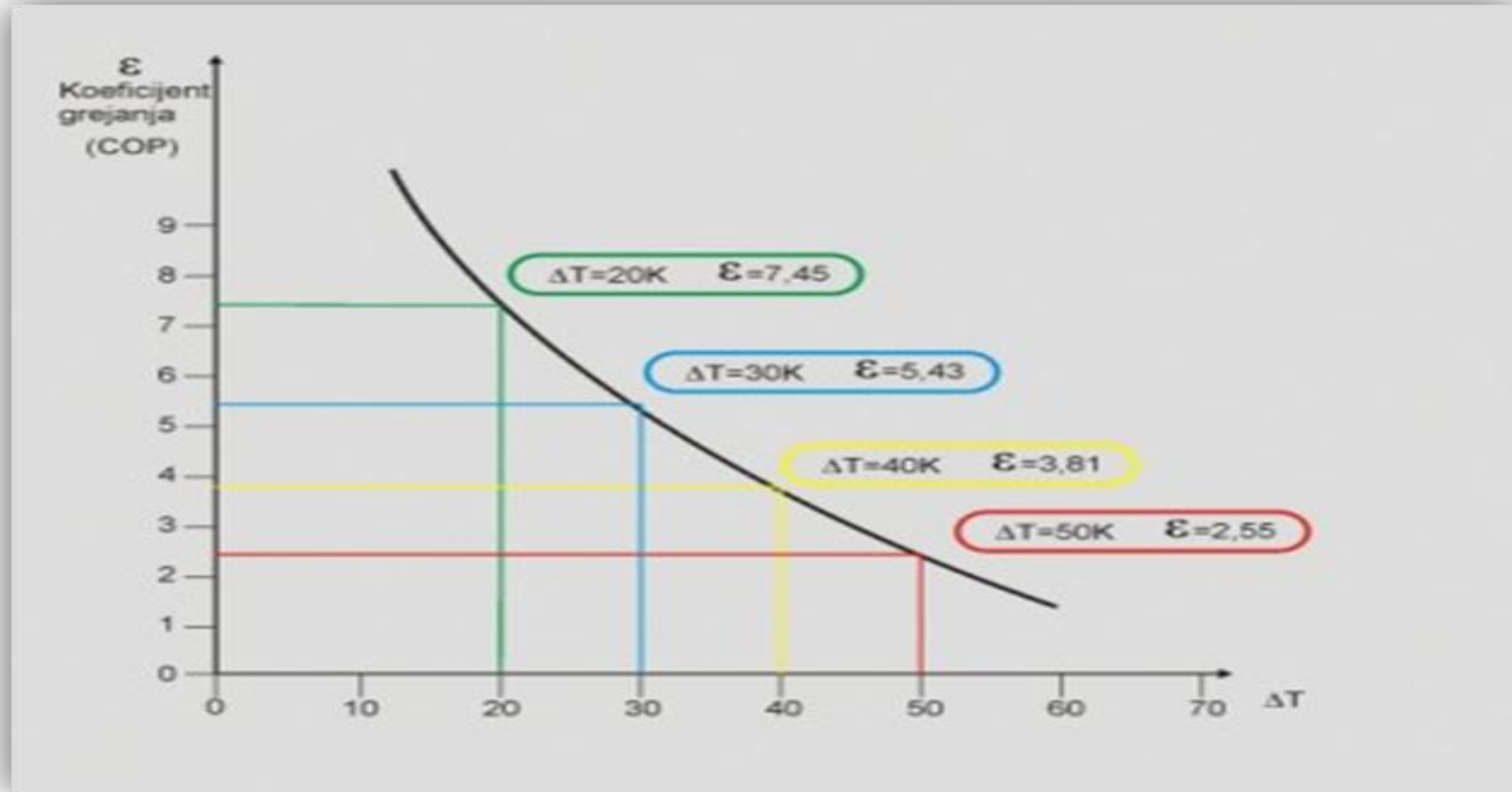
# Toplotna pumpa voda - zemlja

$q = 50 \text{ W/m}$  dužine sonde



- A-toplotna pumpa
- B-polazni razdjelnik
- C- povratni razdjelnik
- D-podzemna sonda
- E -sibirno okno
- F-niskotemperaturno grijanje

# Efikasnost toplotnih pumpi



# Prednosti korištenja geotermalnih toplotnih pumpi

**EKONOMIČNOST** - Smanjeni troškovi grijanja i hlađenja u stambenim i poslovnim objektima za oko 50%

**TRAJNOST** - Trajnost geotermalnih toplotnih pumpi je duža u odnosu na konvencionalne sisteme, mehanički dio sistema nalazi se u zatvorenom prostoru, a cijevi za dovod geotermalne energije su pod zemljom.

**NISKI TROŠKOVI ODRŽAVANJA** - Sistem sa geotermalnim toplotnim pumpama ima nekoliko mehaničkih komponenata, koje povećavaju pouzdanost sistema. Podzemne cijevi imaju predviđen rok trajanja bez održavanja od 50 godina.

**UTICAJ NA OKOLINU** - Geotermalne pumpe gotovo ne zagađuju okolinu, pa su važne za smanjenje emisija u zrak.

**TIHI RAD** - Kod ovakvih sistema nema dijelova koji proizvode buku, pa su zbog toga vrlo pogodni za upotrebu u domaćinstvima ili u poslovnim prostorima.

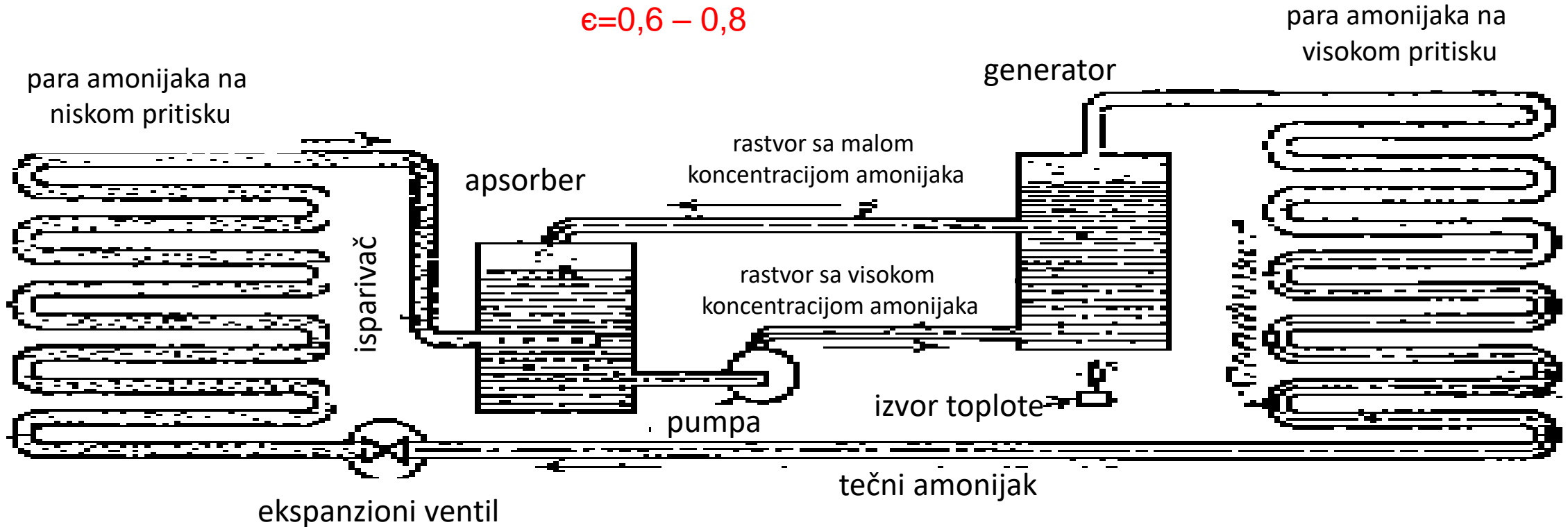
**PRILAGODLJIVOST** - Koriste se i u toplim i u hladnim razdobljima. Ljeti za hlađenje, a zimi za grijanje.

**FLEKSIBILNOST.** Ovakvi geotermalni sistemi mogu snabdjevati toplotnom energijom razne vrste potrošača. To mogu biti privatni ili poslovni objekti povezani u jedinstvenu mrežu.

# Primjena toplotne pumpe za grijanje i hlađenje zgrade

- Tip toplotne pumpe
- Aspekt održavanja
- Neophodnost zamjene postojećih grijnih tijela
- Povećanje potrošnje električne energije
- Termodinamski stepen iskorištenja 4-5
- Pasivno i/ili aktivno hlađenje
- Korištenje otpadne vode kao izvora energije

# Apsorpcijska toplotna pumpa



Isparivač i kondenzator su u suštini isti kao kod kompresijskih toplotnih pumpi, apsorber i generator toplote zamjenjuju kompresor, uz pumpu koja osigurava promjenu pritiska.

# Apsorpcijska toplotna pumpa

Prednosti u odnosu na kompresijske toplotne pumpe

- Ako postoji kogeneracijsko postrojenje i nije moguće iskoristiti svu dostupnu toplotu, ili je novo kogeneracijsko postrojenje u razvoju
- Dostupna je otpadna toplota
- Dostupan je jeftin izvor goriva za proizvodnju toplotne energije
- Ako je efikasnost kotla niska zbog niskog faktora opterećenja
- Nije moguće zadovoljiti električno opterećenje postrojenja
- Mjesto rada je izrazito osjetljivo na buku i vibracije
- Na mjestu rada je potrebno dodatno hlađenje ali je opterećenje električne mreže ograničeno i preskupo za rješavanje, a postoji prikladna zaliha toplote

# Primjer proračuna

Izračunati potrebni protok vode za toplotnu pumpu snage 20 kW, ako je temperatura ulazne vode 13 stepeni, a temp. vode na izlazu iz toplotne pumpe 5 stepeni.

Izračunati potrošnju električne energije za jednu sezonu grijanja ako je vanjska projektna temperatura -18 stepeni, unutrašnja 20 i srednja vanjska za vrijeme sezone grijanja 4 stepena celzijusa.

Vrijeme grijanja po sezoni je 3500 sat, a COP je 5.

Izračunati potrebnu površinu izmjenjivača toplote ako se radi o suhom glinastom tlu.

a)		
N=	20	kW
tul=	13	
tiz=	5	
cp=	4.2	kJ/kgK
m	0.60	l/s

b)		
tu	20	
tv	-18	
tvsr	4	
	3500	sati
	16	
	38	
	0.42	
Q=	29473.68	kWh
Q=	29.47	MWh
E=	5.89	MWh
Trošak	884	KM

c)		
q=	20	W/m <sup>2</sup>
A=	1000	m <sup>2</sup>

