

Tera Term TOPLOTNE PUMPE

prof. **József M. Nyers** Dr. Sci.

Tera Term d.o.o,
VTŠ Subotica

Kikinda 11 april 2011 "Evropska nedelja održive enrgije"



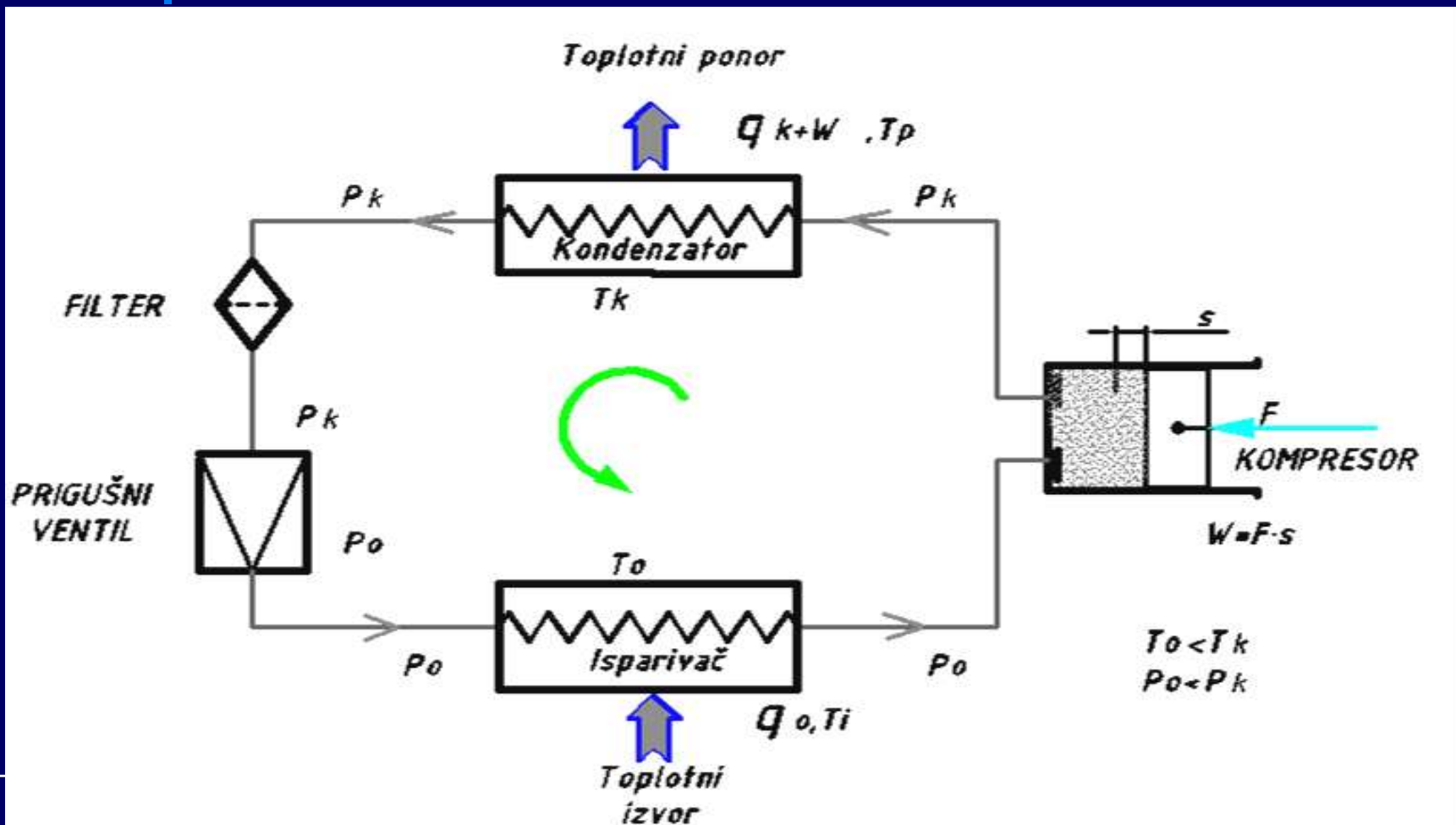
1. UVOD

Toplotna pumpa je rashladni uređaj koja je koncipirana na bazi levokretnog kružnog procesa uz primenu mehaničkog rada ili toplotne energije.

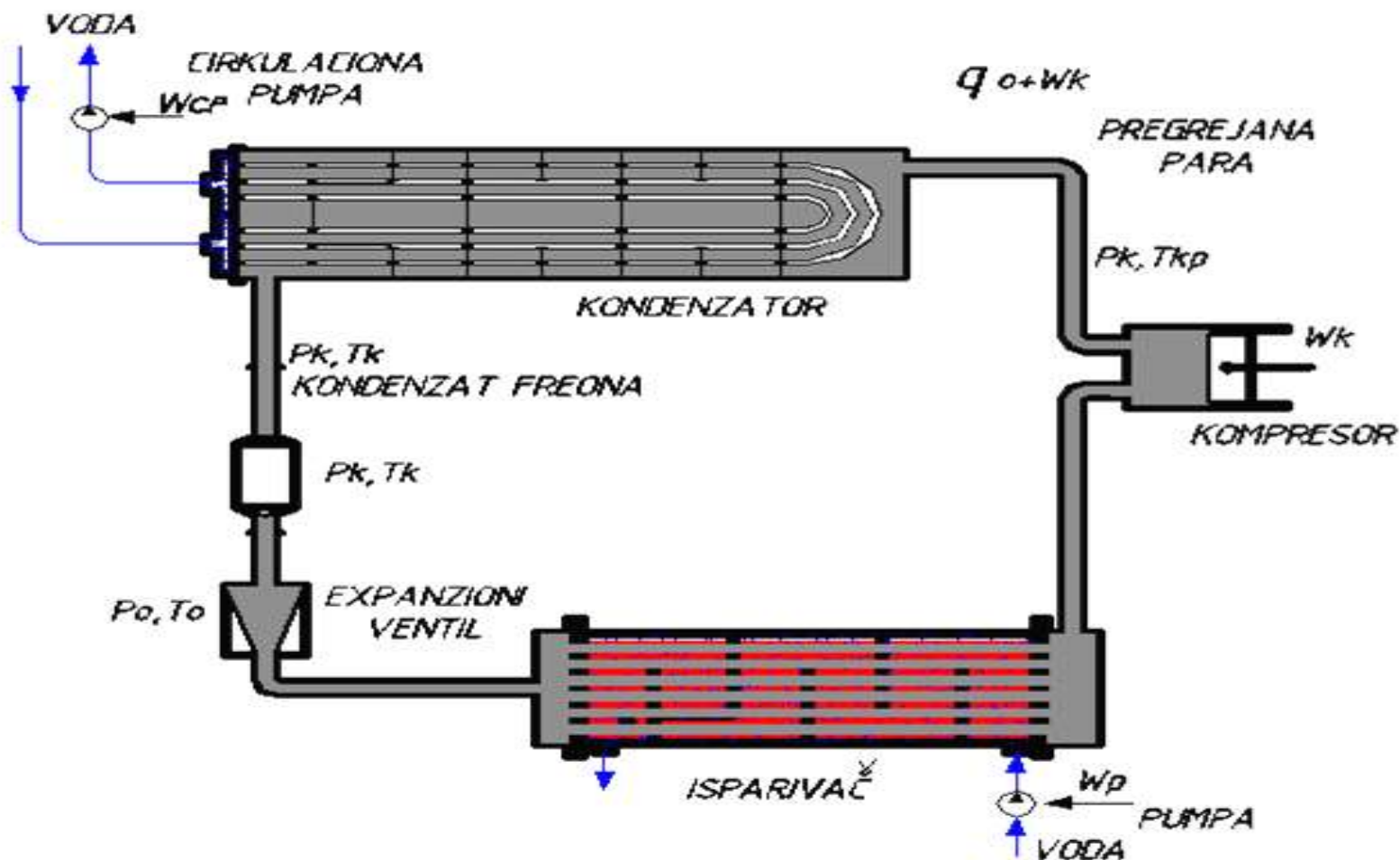
U zavisnosti koji vid energije se koristi za kompresiju imamo:

- toplotne pumpe sa kompresorom.
Koriste mehanički rad za kompresiju.
 - apsorbacione toplotne pumpe.
Koriste toplotnu energiju za kompresiju
-

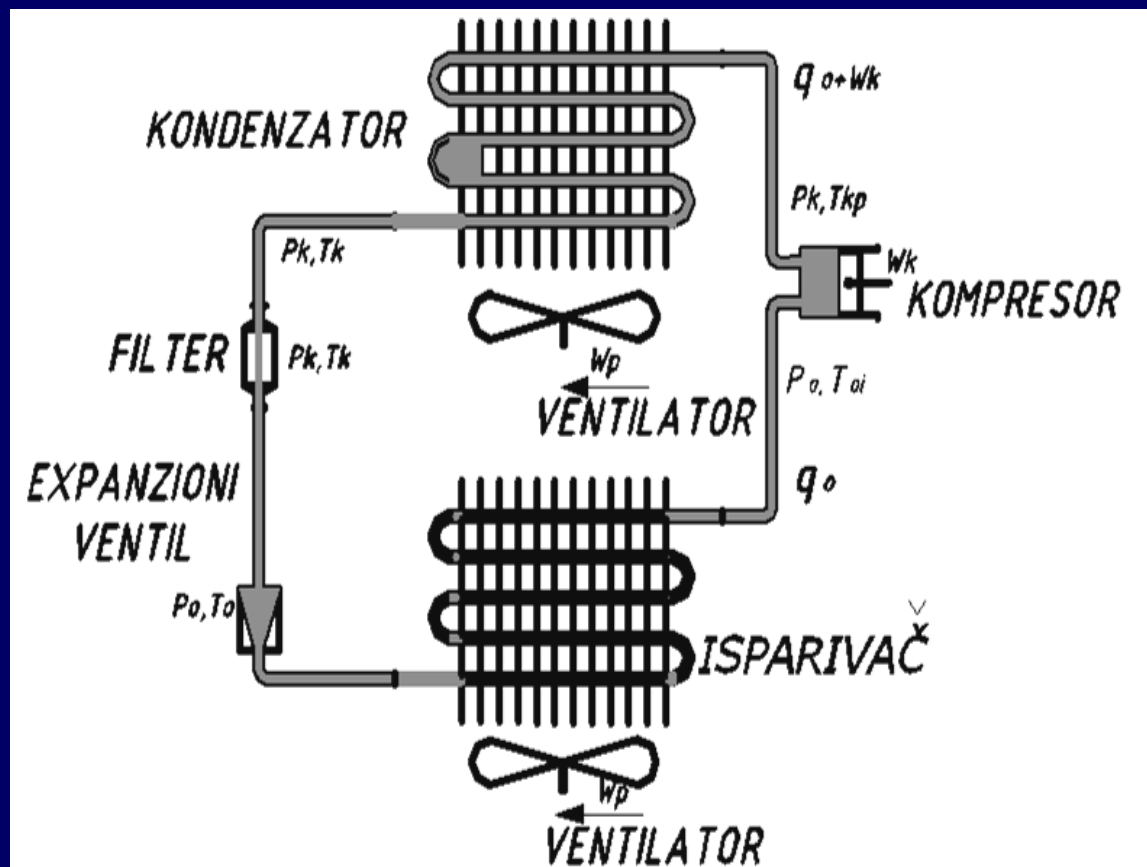
ŠEMATSKI PRIKAZ TOPLOTNE PUMPE



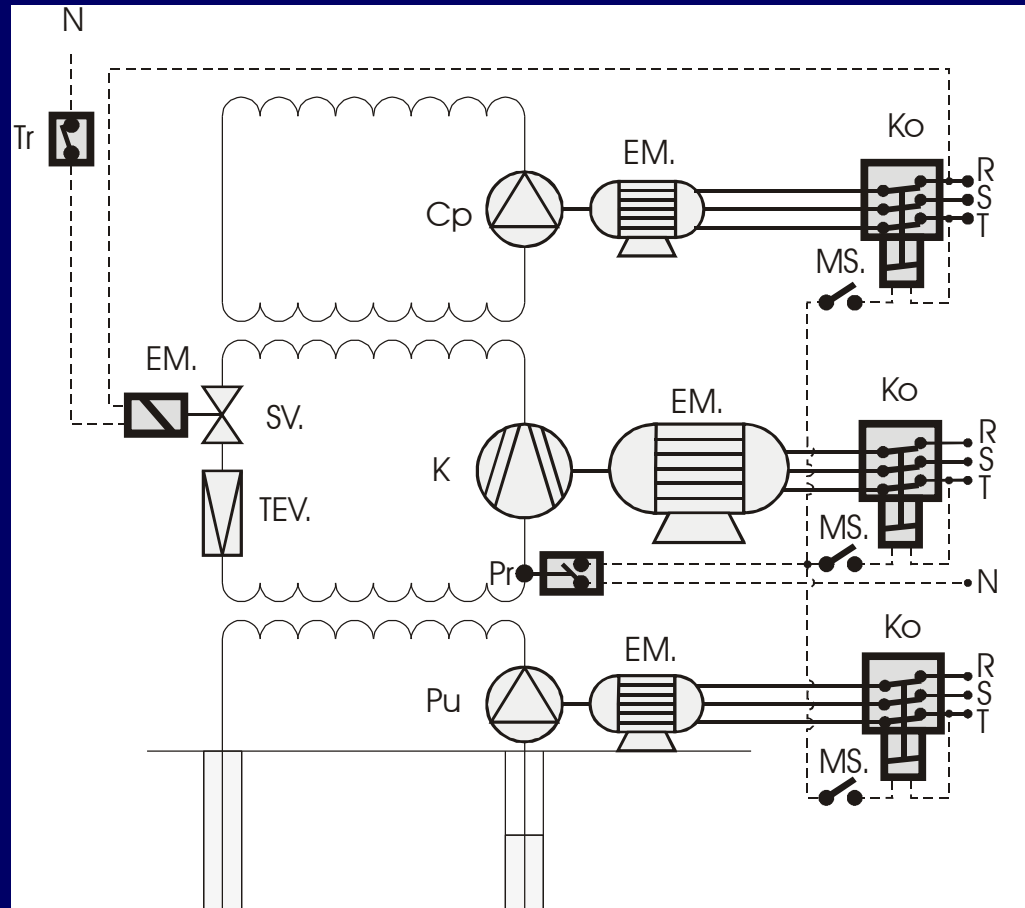
ŠEMA TOPLOTNE PUMPE VODA-VODA



ŠEMA TOPLOTNE PUMPE VAZDUH-VAZDUH



ŠEMA GREJNOG-RASHLADNOG SISTEMA VODA-VODA





FUNKCIONISANJE TOPLOTNE PUMPE

□ PROCES U ISPARIVAČU

- isparavanje tečne faze
- pregrejanje zasićene pare
- zagrejanje pothlađenog kondenzata

□ PROCES KOMPRESIJE



FUNKCIONISANJE TOPLOTNE PUMPE

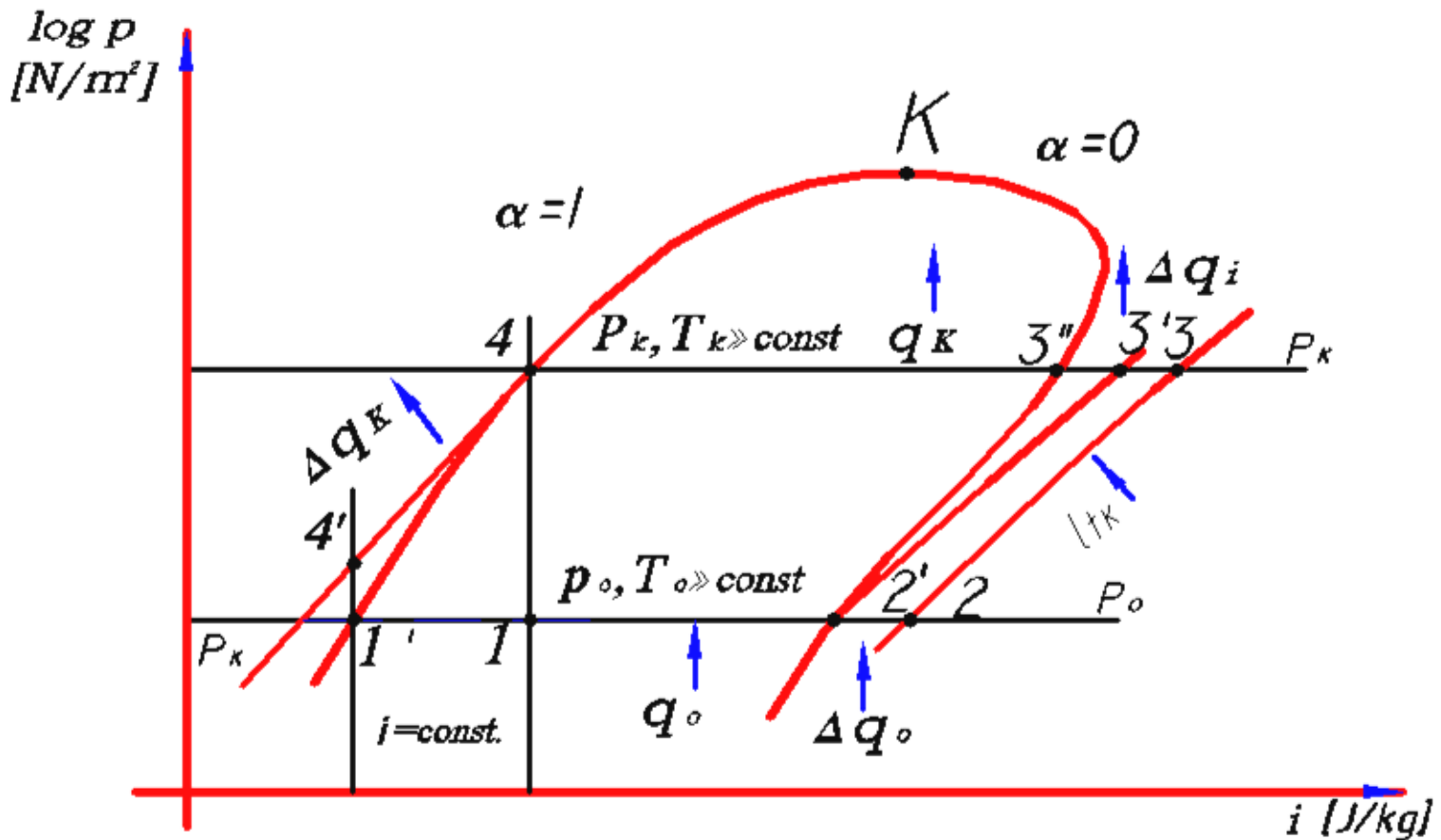
□ PROCES U KONDENZATORU

- hlađenje pregrejane pare
- kondenzacije zasićene pare
- pothlađivanje kondenzata,

□ PROCES EKSPANZIJE

- Ekspanzija uz dobijanje tehničkog rada
 - Ekspanzija izentalpnom prigušivanje
-

KRUŽNI PROCES TOPLOTNE PUMPE u log p-i DIJAGRAMU STANJA



$$\eta = \frac{q_k}{l_k} \quad [-]$$

ENERGETSKI STEPEN DOBROTE TOPLOTNE PUMPE

ENERGETSKI STEPEN DOBROTE TOPLOTNE PUMPE

$$\eta = q_k / l_k$$

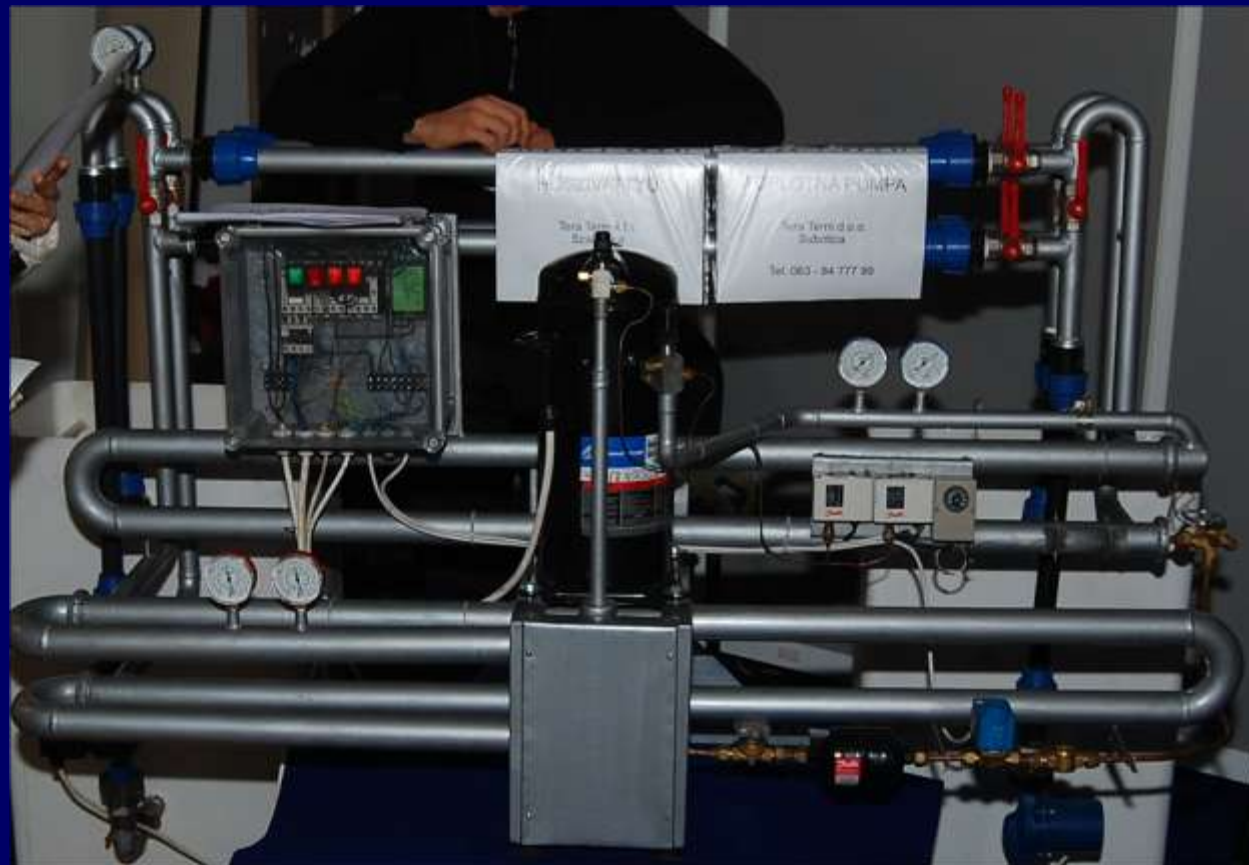
$$\eta = (q_0 + l_k) / l_k \quad (3.5 - 5)$$

ENERGETSKI STEPEN DOBROTE GREJNOG SISTEMA sa TOPLOTNOM PUMPOM

$$\eta = (q_0 + l_k + l_{cp}) / (l_k + l_{bp} + l_{cp}) \quad (2.0 - 4.0)$$

- q_0 = toplota iz isparivaca
- l_k = mehanički rad za kompresiju
- l_{bp} = mehanički rad bunarske pumpe
- l_{cp} = mehanički rad cirkulacione pumpe

Tradicionalna Tera Term toplotna pumpa



Najnova generacija Tera Term toplotnih pumpi





PRIMENA TOPLOTNE PUMPE Tera Term

- U tehničkoj praksi toplotna pumpa se najčešće primenjuje:
 - za grejanje i hlađenje zgrade
 - za rekuperaciju toplotne energije
-

Auto salon i servis u Subotici



Razdelnik-sabirnik



Tera Term toplotna pumpa





STEPEN DOBROTE

□ GREJNA SNAGA SISTEMA

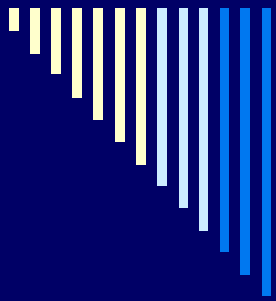
- min $q = 37$ [kW] ako je $t_{c.voda} = 42/37$ C $t_{b.voda} = 16/10$ C
- max $q = 41$ [kW] ako je $t_{c.voda} = 32/27$ C $t_{b.voda} = 16/10$ C

□ ELEKTRIČNA SNAGA ZA POKRETANJE SVIH EL. MOTORA U SISTEMU

- Cirkulacione pumpe $P = 1.2$ [kW]
- Bunarska pumpa $P = 1.1$ [kW]
- Kompresor $P = 7.5 - 9.5$ [kW]
- Ukupno: min **9.8** [kW]
- max **11.8** [kW]
-
-

■ ENERGETSKI STEPEN DOBROTE SISTEMA

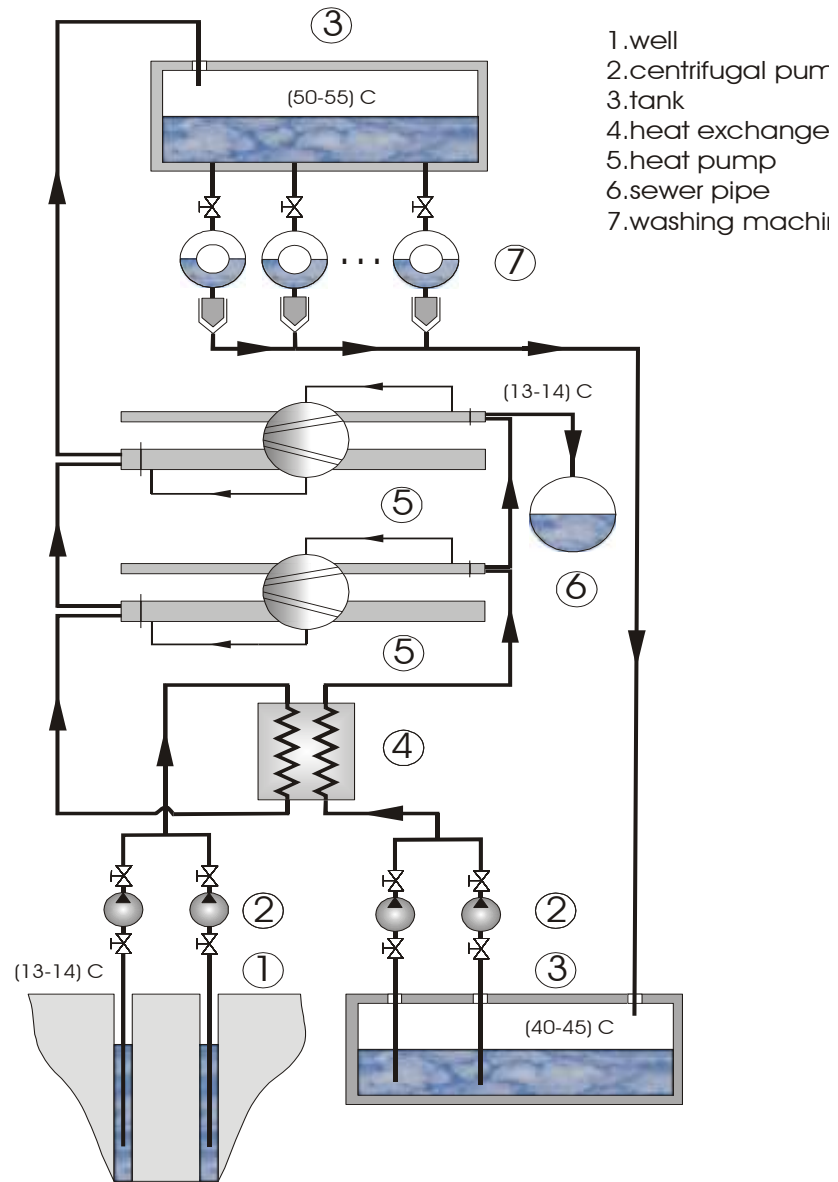
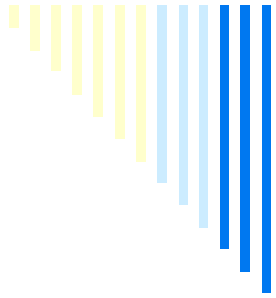
- $(q_0 + P_{cpump}) / (P_{cpump} + P_{bpupm} + P_{komp})$
37 kW / 11.8 kW = **3.14** [-] ako je $t_{c.voda} = 42/37$ C $t_{b.voda} = 16/10$ C
41 kW / 9.8 kW = **4.18** [-] ako je $t_{c.voda} = 32/27$ C $t_{b.voda} = 16/10$ C



REKUPERACIJA TOPLOTNE ENERGIJE

□ Rekuperacioni sistem sastoji se:

- pločasti površinski izmenjivač toplotne
- niska temperaturna toplotna pumpa
- visoka temperaturna toplotna pumpa
- termoizolovani rezervoar za toplu prijavu vodu
- termoizolovani rezervoar za toplu čistu vodu



Rekuperacioni sistem



Rekuperacioni sistem



REZERVOAR ZA CISTU TOPLU VODU





STEPEN DOBROTE REKUPERATIVNOG SISTEMA SA Tera Term TOPLOTNOM PUMPOM

- TOPLOTNA SNAGA ZA GREJANJE 5 000 [kg/h] bunarske vode sa 13 C na 55 C
- $q = 5\,000 \text{ [kg/h]} \cdot 1.163 \text{ [Wh/kg K]} \cdot (55 - 13) \text{ [K]} =$
 $q = 244 \text{ [kW]}$

- SNAGA za POGON ELEKTROMOTORA
- Centrifugalna pumpa (6 kom) $P = 1.3 \text{ [kW]}$
- Kompresor (2 kom) $P = 14 \text{ [kW]}$
- Ukupno: $P = 6 \times 1.3 \text{ [kW]} + 2 \times 14 \text{ [kW]} =$
- **$P = 35.8 \text{ [kW]}$**

- STEPEN DOBROTE
- $244 \text{ kW} / 35.8 \text{ kW} = 6.8$

- USTEDA ENERGIJE U PROCENTIMA
- ULAGANJA $35.9 \text{ kW} / 244 \text{ kW} = 0.147$ **14.7 %** (elektricna energija)
- USTEDA: $100 \% - 14.7 \% = 85.3 \%$ (iz zemlje)