

---

# A GEOTERMIA LEHETŐSÉGEI AZ ENERGIAELLÁTÁSBAN

Imre Attila

BME GPK Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Ha van egy nem túl magas hőmérsékletű és nem túl nagy hőforrásom, mire használhatom?

- Ha tudom, akkor a hőt mindenképp hőként kellene hasznosítani; ehhez kell egy nem túl távoli, állandó felhasználó.
- Ha ilyen nincs, akkor részben villamosenergiává lehet alakítani. Ez könnyebben szállítható és eladhatóbb, de kevesebb lesz belőle (kis hatásfokú az átalakítás). Előfordulhat, hogy nem is eladásra tervelem, hanem a hőforrás helyi felhasználásához szükséges önfogyasztást tervelem meg így (pl. áramszünet esetén is működő fűtés szivattyúihoz).

# CÉL

---

Alacsony entalpiájú (alacsony hőmérsékletű és/vagy alacsony hőáramú) források felhasználása , részben vagy egészben villamosenergetikai céllal, hatásfokra/nettó teljesítményre/költségre optimalizálva.

Azaz ami kell:

Külső hő átalakítására képes berendezések, amik a fenti célnak megfelelnek, pl.:

- Stirling
- Termoelektromos generátor
- Szerves munkaközegű körfolyamat
- Valami új

# CÉL

---

Alacsony entalpiájú (alacsony hőmérsékletű és/vagy alacsony hőáramú) források felhasználása , részben vagy egészben villamosenergetikai céllal, hatásfokra/nettó teljesítményre/költségre optimalizálva.

Azaz ami kell:

Külső hő átalakítására képes berendezések, amik a fenti célnak megfelelnek, pl.:

- Stirling
- Termoelektromos generátor
- Szerves munkaközegű körfolyamat
- Valami új

# ORC – SZERVES RANKINE CIKLUS

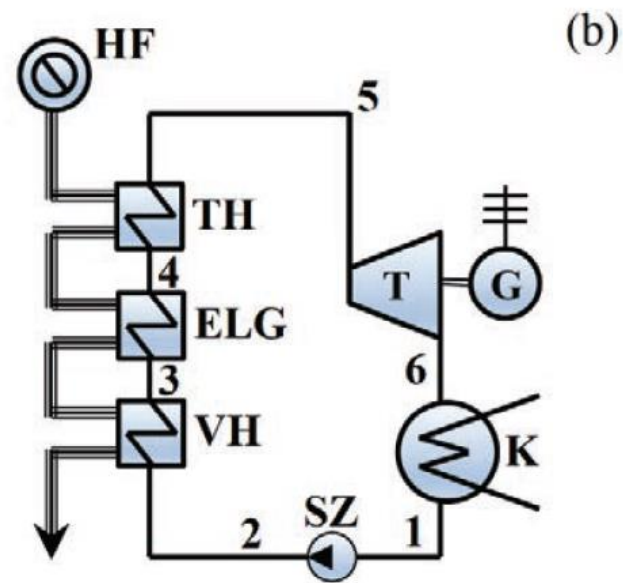
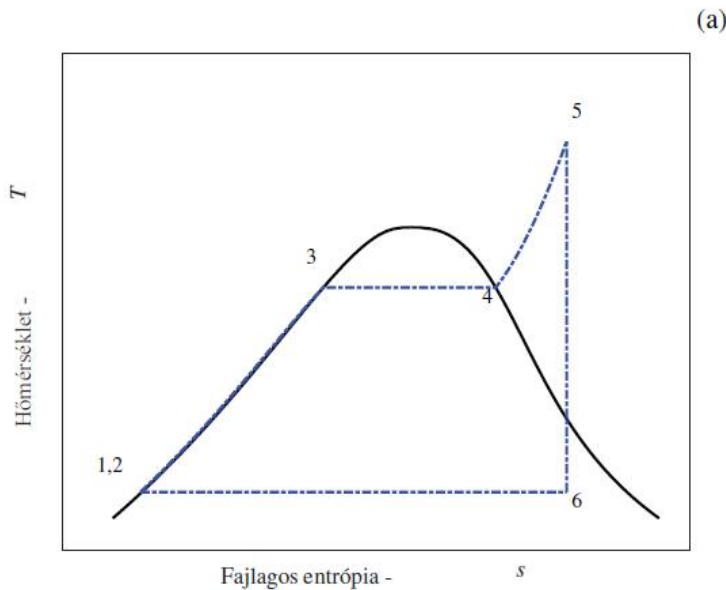
---

A szerves Rankine ciklus víz/gőz helyett alacsony atmoszférikus forráspontú folyadékokat és azok gőzét használja. Így akár már 60 fokos meleg és 20 fokos hidegoldallal is létrehozható egy, a saját önfogyasztását megtermelő körfolyamat.

# ORC – SZERVES RANKINE CIKLUS

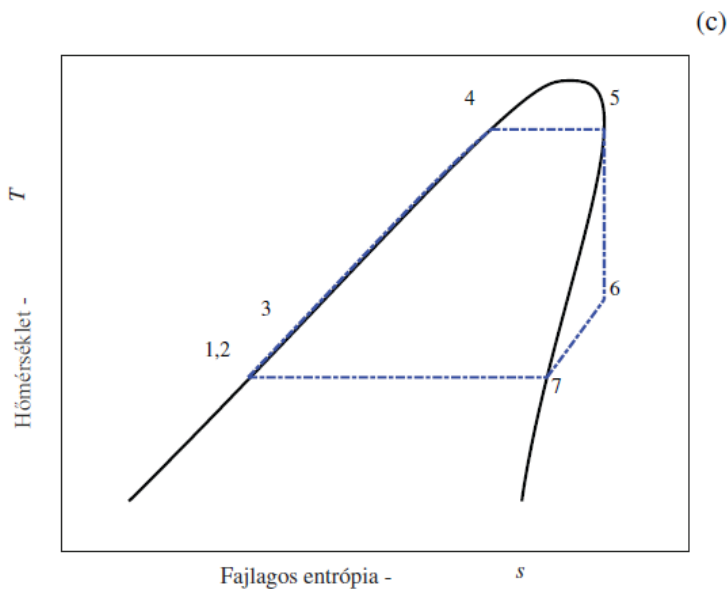
A szerves Rankine ciklus lehetővé teszi alacsony hőmérsékletű hőforrások használatát, például geotermikus források, szolár hő, és azok gőzét hidegoldáshoz. A szerves Rankine ciklus lehetővé teszi alacsony hőmérsékletű hőforrások használatát, például geotermikus források, szolár hő, és azok gőzét hidegoldáshoz. A szerves Rankine ciklus lehetővé teszi alacsony hőmérsékletű hőforrások használatát, például geotermikus források, szolár hő, és azok gőzét hidegoldáshoz.

Lehet teljesen olyan, mint egy hagyományos gőzkörfolyamat, csak sokkal alacsonyabb hőmérsékletekig megy....

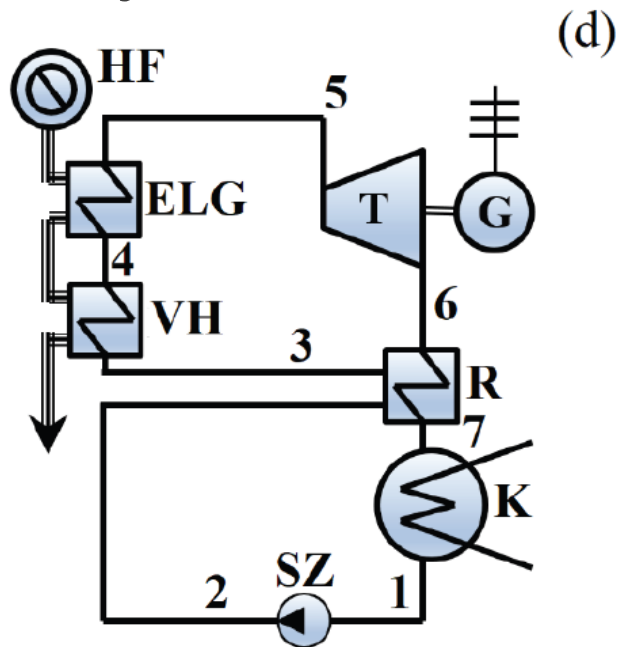


# ORC – SZERVES RANKINE CIKLUS

A szerves Rankine ciklus (ORC) lehetővé teszi alacsony hőmérsékletű hőforrások használatát, például geotermális források, szolár hő, vagy biomassza. Lehet teljesen olyan, mint egy hagyományos gőzkörfolyamat, csak sokkal alacsonyabb hőmérsékletekig megy.... de különbözhet is, pl így:

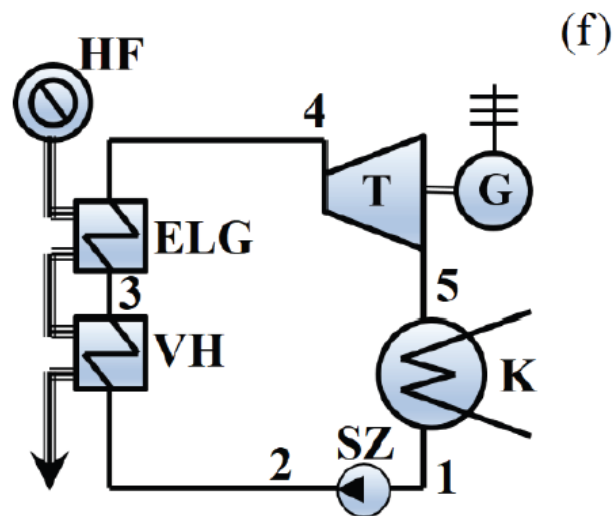
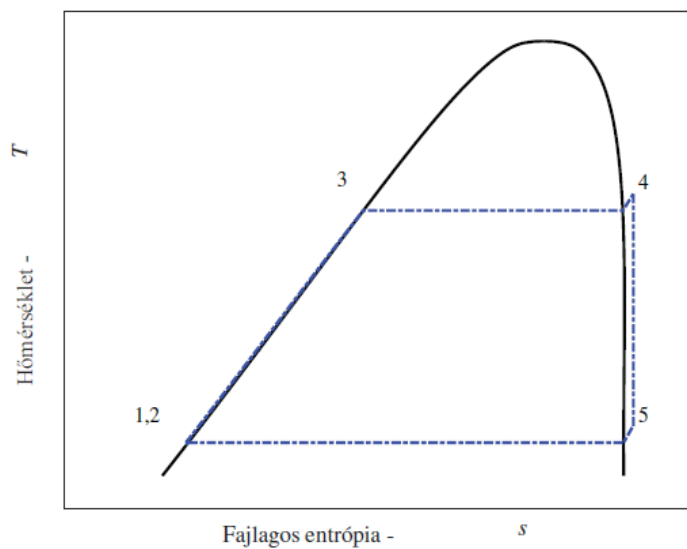


(e)



# ORC – SZERVES RANKINE CIKLUS

A szerves Rankine ciklus (ORC) lehetővé teszi alacsony hőmérsékletű hőforrások használatát, például geotermikus források, szolár hő, vagy biomassza. Lehet teljesen olyan, mint egy hagyományos gőzkörfolyamat, csak sokkal alacsonyabb hőmérsékletekig megy.... de különbözhet is, pl így; vagy így: az önfogyasztását megtermelő körfolyamat.





# GEOTERMIA

---

- Turai erőmű,  $1,5-2 \text{ MW}_{el}$ , nem nagyon van mit fűteni a környéken.
- Valahogy itthon nem éri meg ☹️

# GEOTERMIA

- Turai erőmű,  $1,5-2 \text{ MW}_{el}$ , nem nagyon van mit fűteni a környéken.
- Valahogy itthon nem éri meg☹️
- Máshol miért? Nagyvárad,  $50 \text{ kW}_{el}$ , geoterm fűtőrendszer mellett.

102 fokos geoterm hőforráson. Megérte, amíg a 7/24-es zsinóráram-átvételi ára kellően magas volt.



# GEOTERMIA

---

- Turai erőmű,  $1,5-2 \text{ MW}_{el}$ , nem nagyon van mit fűteni a környéken.
- Valahogy itthon nem éri meg ☹️
- Máshol miért? Nagyvárad,  $50 \text{ kW}_{el}$ , geoterm fűtőrendszer mellett.
- Horvátország, Velika Ciglena,  $17,5 \text{ MW}_{el}$  (Power Only!!!); pár km-re a határtól már nyereséges?

# GEOTERMIA

- Turai erőmű,  $1,5-2 \text{ MW}_{el}$ , nem nagyon van mit fűteni a környéken.
- Valahogy itthon nem éri meg ☹️
- Máshol miért? N
- fűtőrendszer me
- Horvátország, Ve
- Only!!!); pár km-

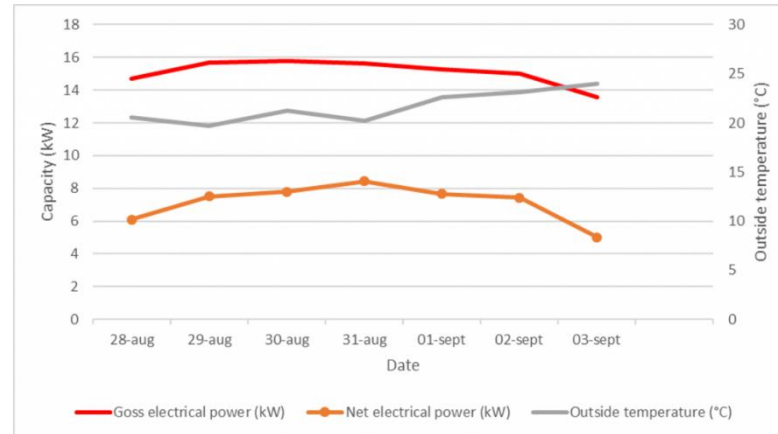
170 fokos  
termálvízre  
illesztett!



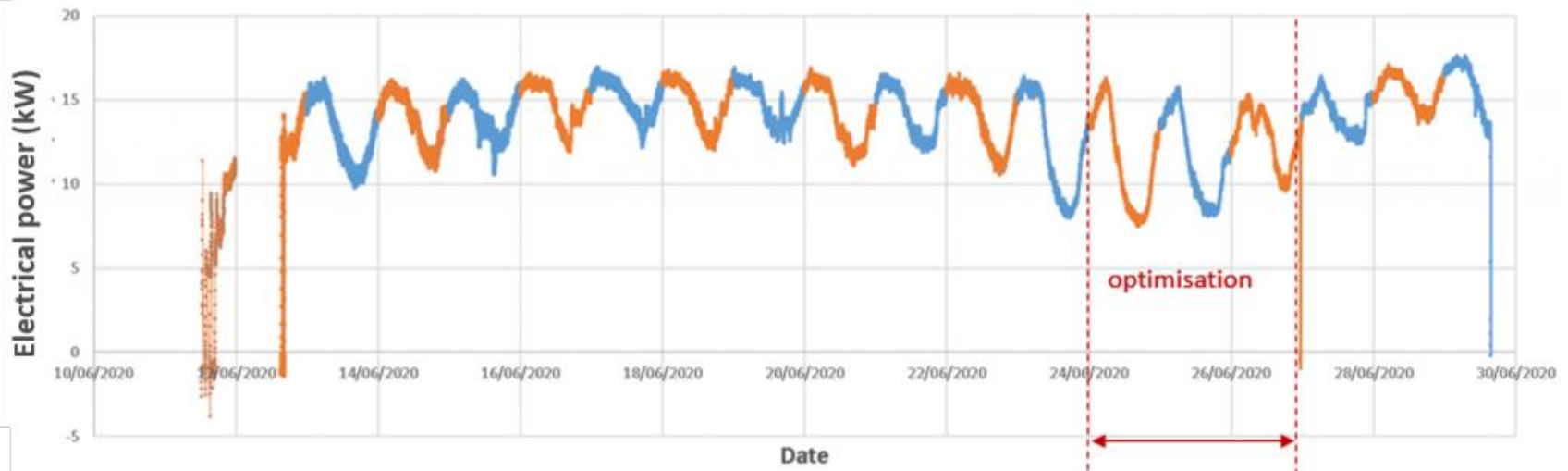
# “KICSI” GEOTERMIA



500 m<sup>3</sup>/d fluidum (490 m<sup>3</sup>/d of sós víz és 10 m<sup>3</sup>/d olaj) 92 °C (Enogia projekt)



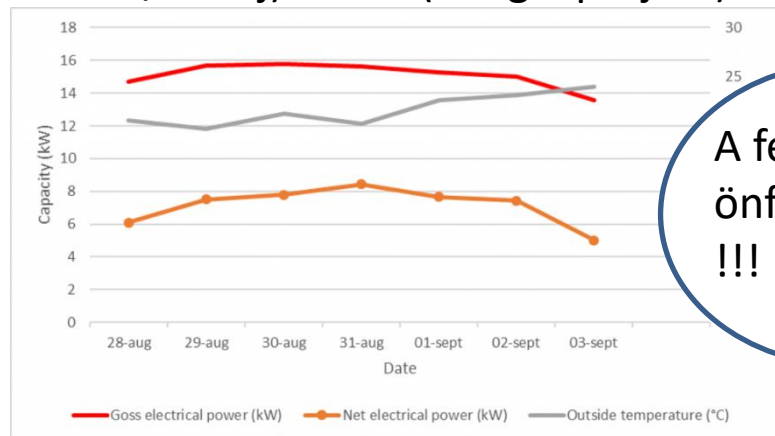
Temporal evolution of the electrical power produced by the SKID ORC CNY40



# “KICSI” GEOTERMIA

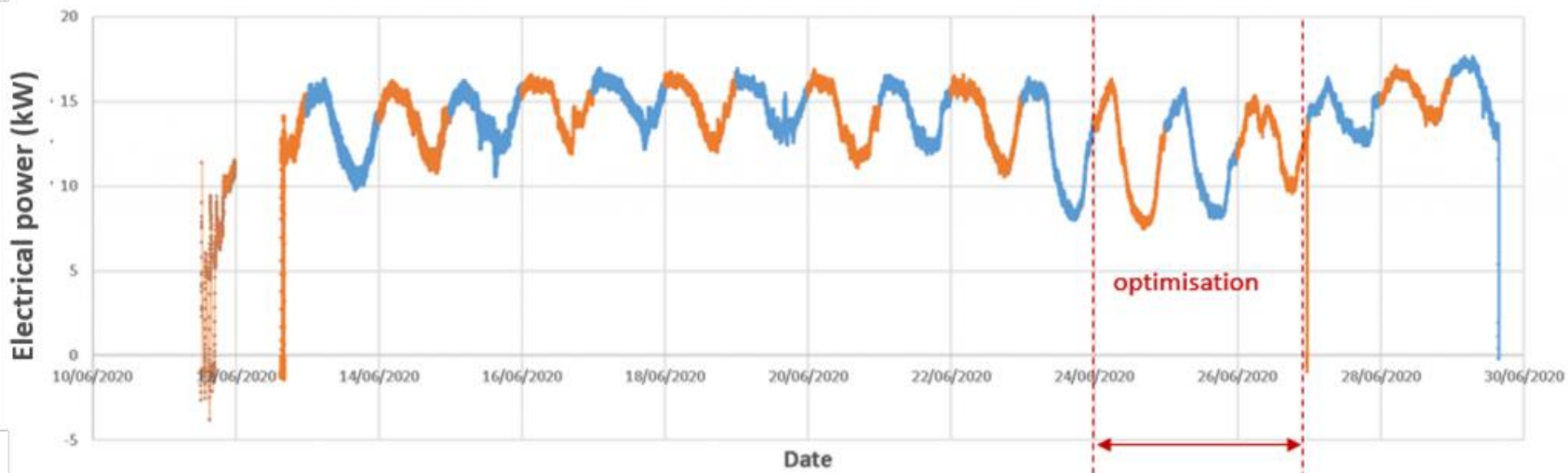


500 m<sup>3</sup>/d fluidum (490 m<sup>3</sup>/d of sós víz és 10 m<sup>3</sup>/d olaj) 92 °C (Enogia projekt)



A fele elmegy  
önfogyasztásra  
!!!

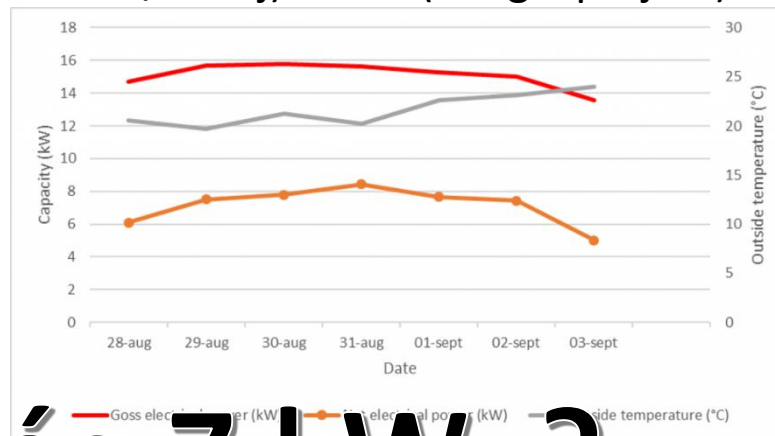
Temporal evolution of the electrical power produced by the SKID ORC CNY40



# “KICSI” GEOTERMIA



500 m<sup>3</sup>/d fluidum (490 m<sup>3</sup>/d of sós víz és 10 m<sup>3</sup>/d olaj) 92 °C (Enogia projekt)



## Mire elég 7 kW<sub>el</sub>?

Temporal evolution of the test cycle power produced by the K<sub>1</sub> ORC (IN 40)

(zsinóráram!!!)



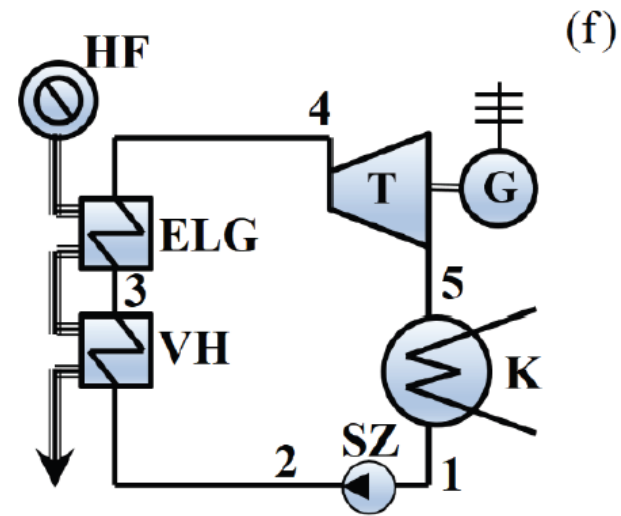
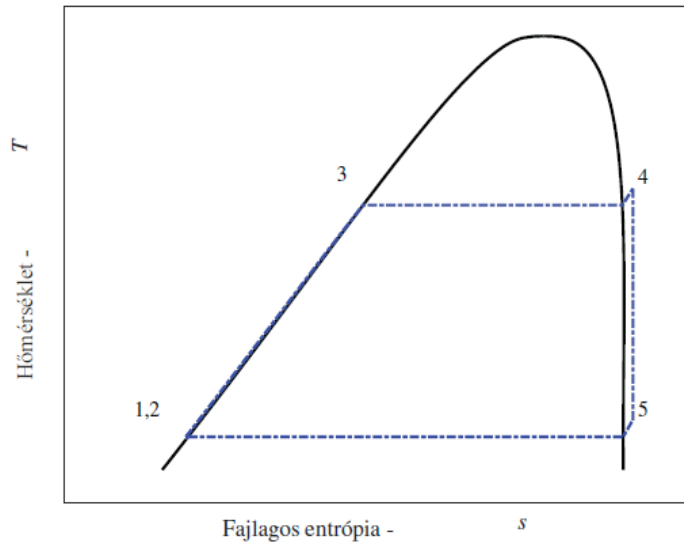
# JOBBAT VAGY KISEBBET/OLCSÓBBAT??

---

- Ha ennyit termelek, akkor a beruházási/fenntartási költségeket minimalizálnom kell. Ha ezt meg tudom tenni, akkor megéri (sok előnye van, fenntartható, diverzifikált, CO2-mentes, stb.)
- Nem biztos, hogy megéri a hatásfokot növelni 1-2-3%-kal; pl. egy regeneratív hőcserélőt beépítve ezt megtehetem, de lehet, hogy túl magasak lesznek a költségek.
- Minimalizáljuk a részegységek számát és próbáljunk megszabadulni az önfogyasztással rendelkező egységektől (szivattyú).

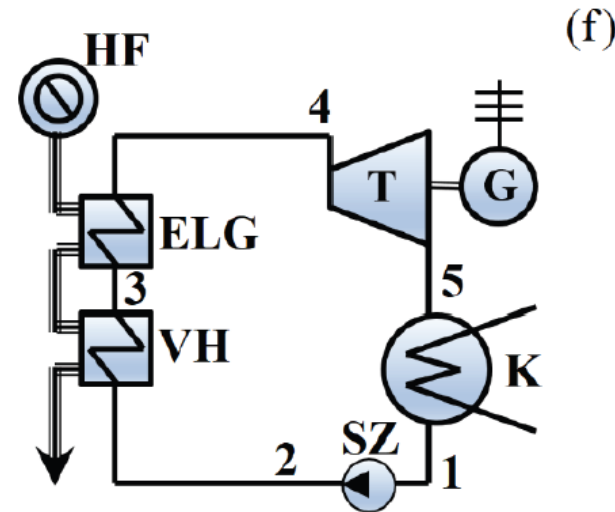
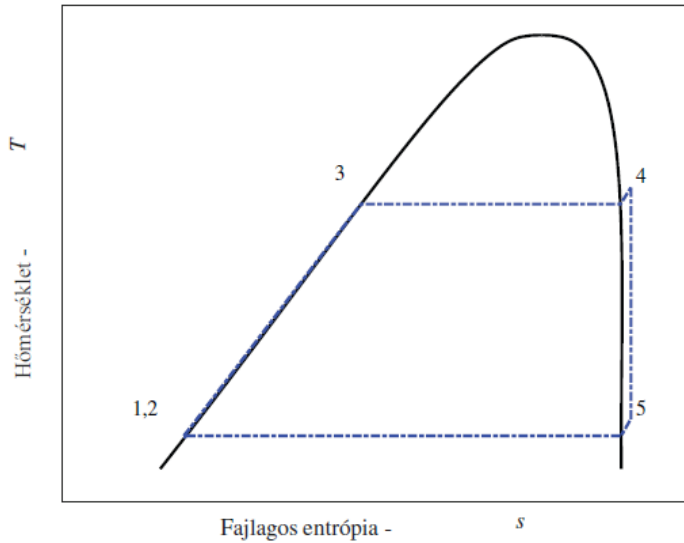


# ORC – CSAK KÉT HŐCSERÉLŐ



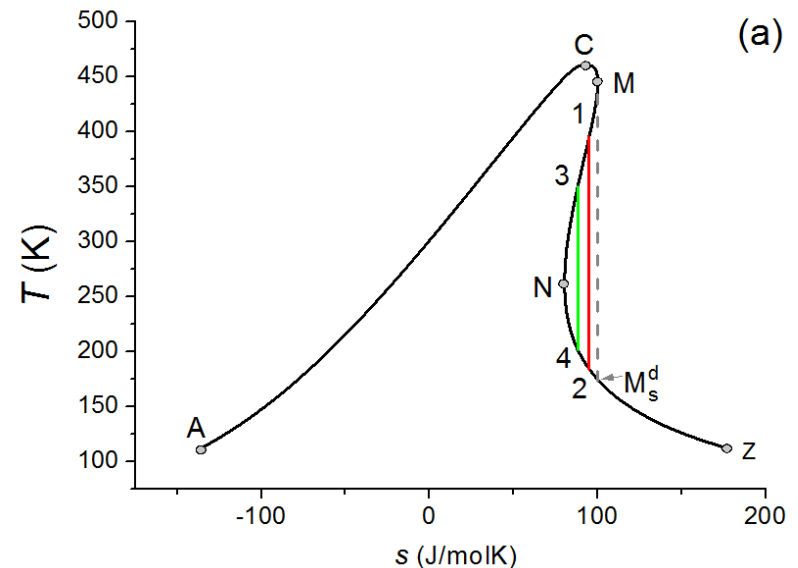
Sajnos ilyen karakterisztikájú  
fluidum nincs!

# ORC – CSAK KÉT HŐCSERÉLŐ

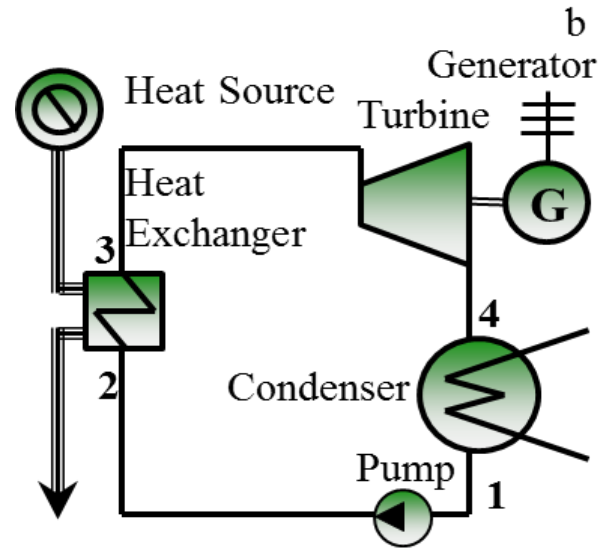
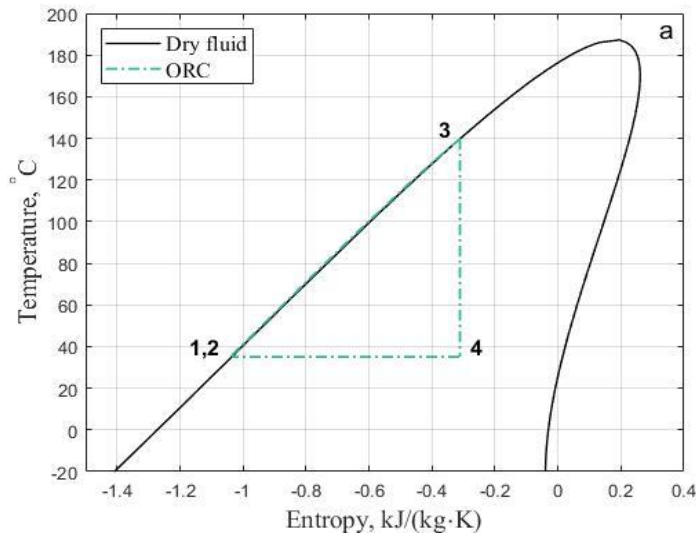


Sajnos ilyen karakterisztikájú fluidum nincs!

De szerencsére ilyen van, csak sajnos itt minden hőmérsékletpárhoz (hideg oldal / meleg oldal) más-más közeg kell .... Kissé bonyolult a tervezés.

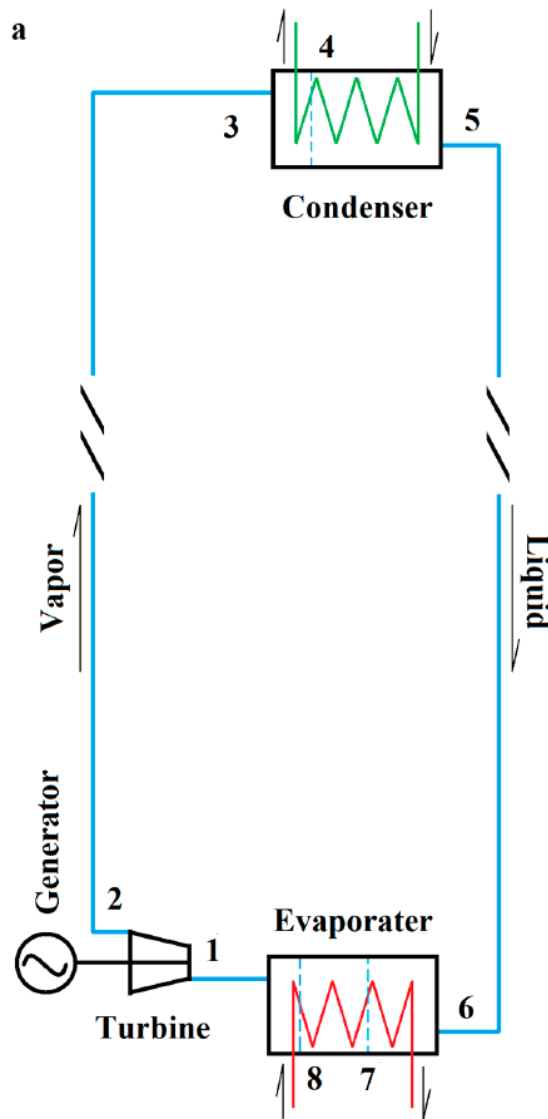
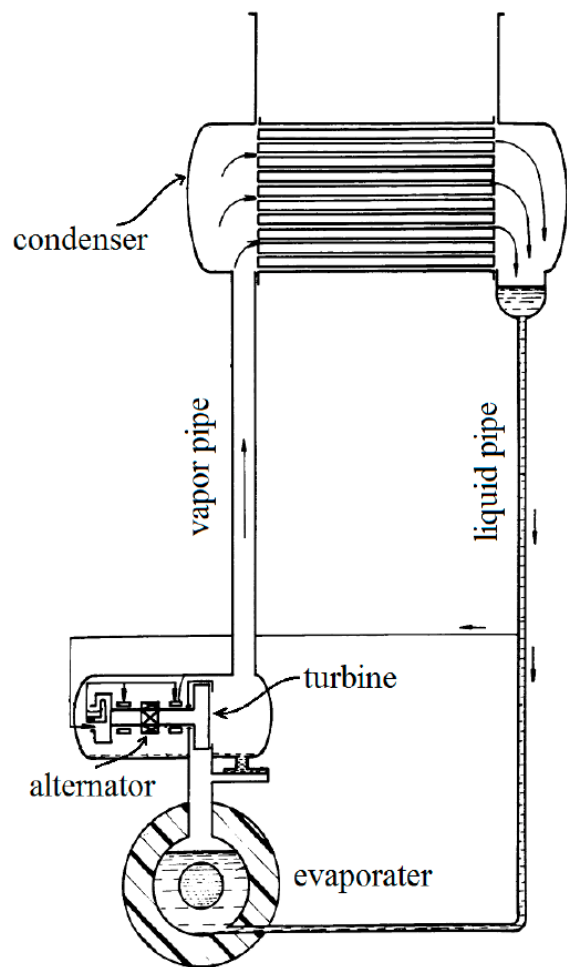


# TFC – CSAK EGY HŐCSERÉLŐ



Viszonylag kis hatásfok, de a drága/bonyolult hőcserélőket (elpárolgató és túlhevítő), csak az egyszerű maradt. Cserében egy kétfázisú expander kell (nem drága, csak kevésbé ismert).

# G-ORC – KÉT HŐCSERÉLŐ, NULLA SZIVATTYÚ



Szivattyú helyett a gravitáció (G-ORC) hozza létre...sajnos csak speciális helyeken használható és speciális kiképzésű berendezések kellenek! Önfogyasztás NULLA!



# EGYÉB HŐFORRÁSOK (KLASSZIKUS GEOTERMIA MELLETT)

---

- Ipari hulladék hő (kis hőforrás – pl. pálinkafőző és/vagy alacsony hőmérséklet – pl. Paks1 terciér vize)
- Kis egységek kapcsolt hője (pl. biogázmotorok hője).
- Száraz kutak (pl. WeHEAT - KiHa, Kiskunhalas, 0,5 MW<sub>th</sub>, egyelőre csak fűtésre).

# KIHÍVÁS

---

- Olyan módszer kell, ami alacsony  $\Delta T$  mellett működik (általában  $T_{min}$  a környezet által rögzített)
- Olyan módszer kell, aminek lehetőleg kicsiny az önfogyasztása (kevés villamosenergiát termelünk, ne vigyen el belőle sokat a szivattyú, ill. egyéb segédberendezések).
- Olyan módszer kell, ami nem túl drága (egy 10 kW<sub>th</sub> hőforrás esetén nem tudunk 2-3 kW<sub>el</sub>-nél többet termelni, ez száz év alatt sem hoz akkora bevételt, ami egy komolyabb beruházást tenne lehetővé).

# KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

---

A kutatást az MTA Fenntartható Fejlődés és Technológiák Nemzeti Program (FFT NP FTA) támogatta.

Köszönet a szervezőknek a meghívásért!

---

Köszönöm a figyelmüket!  
imreattila@energia.bme.hu