

# Izazovi prilikom odabira radnih fluida za visokotemperaturne toplotne pumpe otporne na buduće promene



Aleksander Cohr Pachai  
Johnson Controls Denmark  
E-mail: [alexander.c.pachai@jci.com](mailto:alexander.c.pachai@jci.com)





# Novi zeleni dogovor Evropske komisije

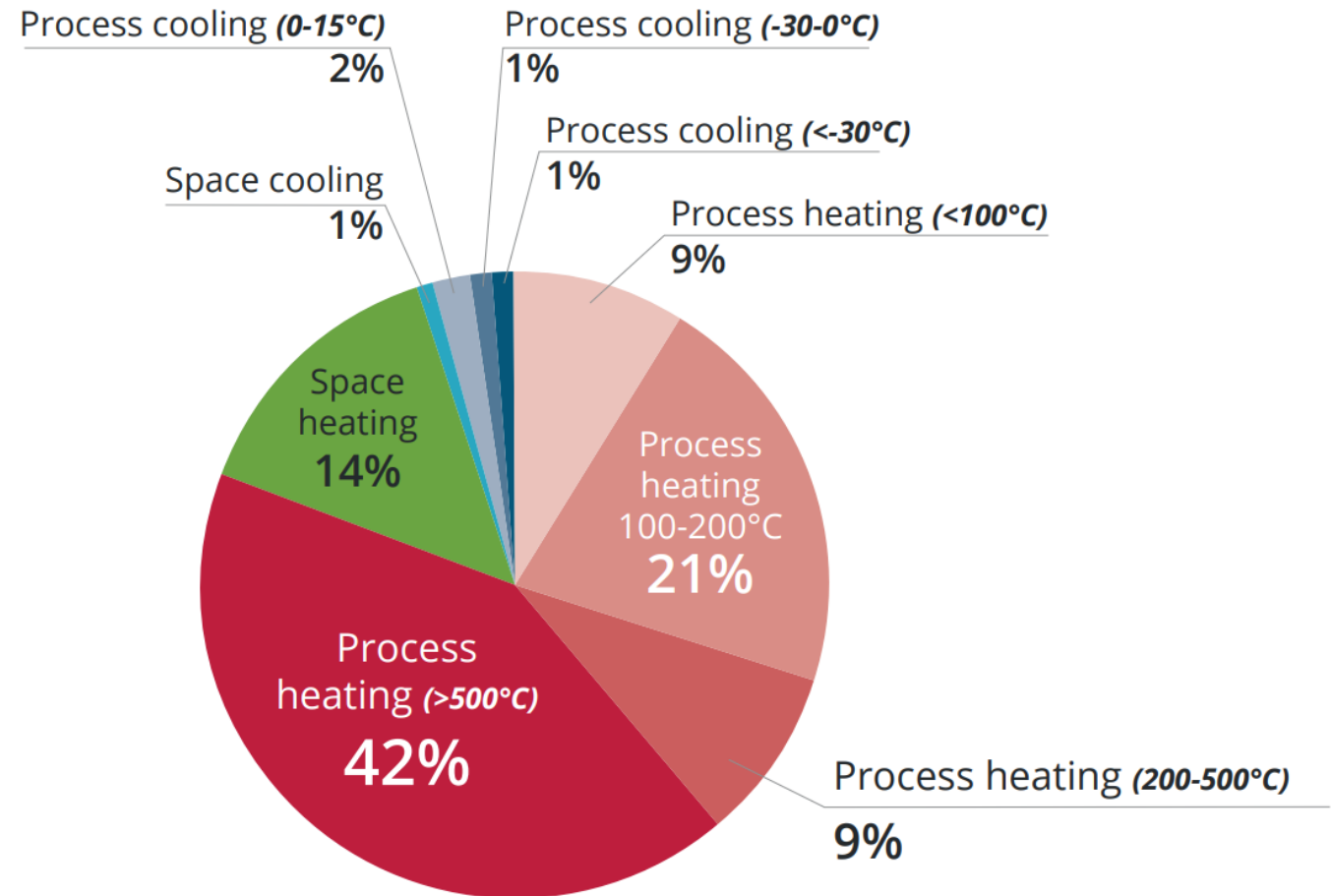
- Najhitniji izazov koji imamo jeste da očuvamo zdravlje planete. Ovo je najveća odgovornost i prilika našeg vremena. **Želim da Evropa postane prvi klimatski neutralan kontinent u svetu do 2050. godine.** Kako bi se to desilo, moramo zajedno da preduzmemo određene odvažne korake. Naš **trenutni cilj smanjenja emisija za 40% do 2030. godine nije dovoljan.**

*Ursula von der Leyen*

- U međuvremenu je 40% povećano na 55%.
- 2030. godina nije tako daleko.
- Pojedine neophodne tehnologije još uvek ne postoje ili su u povoju.
- Za toplotne pumpe još uvek postoji mnogo izazova koje je potrebno rešiti.

# Grejanje i hlađenje procesa

- Grejanje i hlađenje prostora predstavlja oko 40% do 50% sve proizvedene energije
- Grejanje prostora i brojnih procesa može se obezbediti toplotnim pumpama
- Novi trendovi obezbediće toplotne pumpe do 180°C – 250°C
- Uz još razvoja, toplotne pumpe na vodenu paru mogu da proizvedu toplotu do 350°C ili veću proizvodeći suhu pregrejanu paru
- Ovo pokriva najvažnije potrebe za grejanjem do 500°C



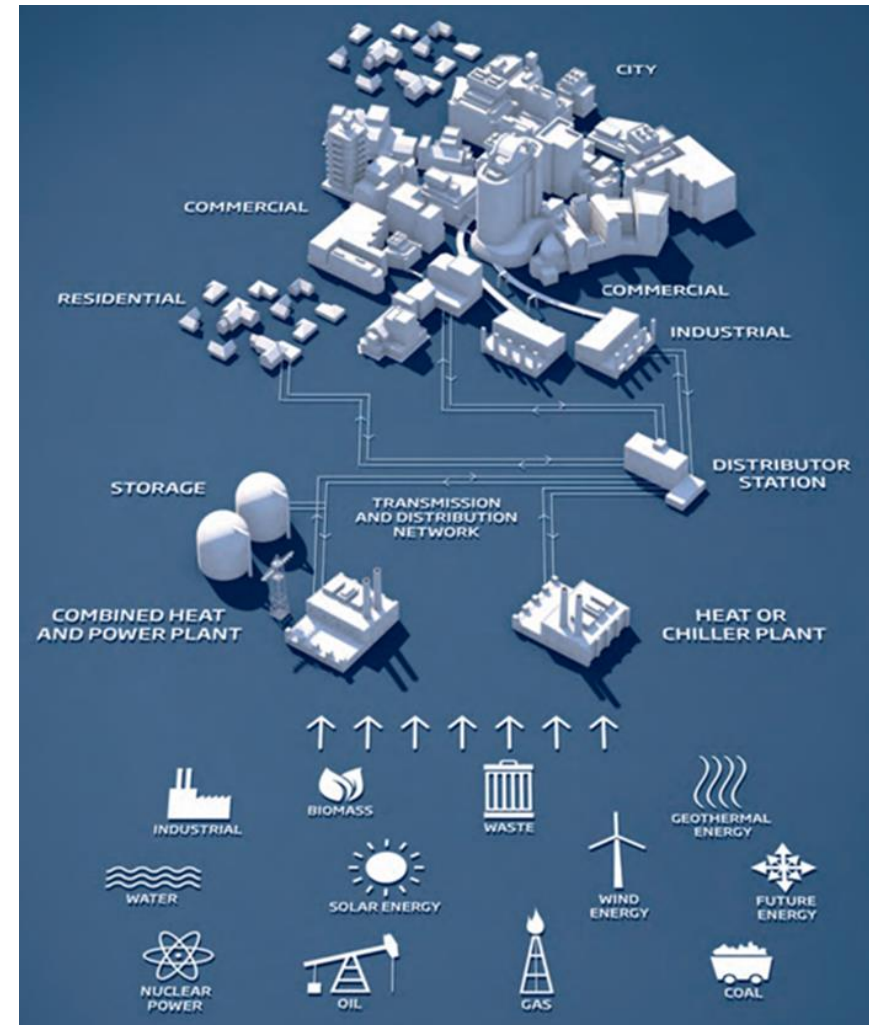
# Dekarbonizacija - šta to znači

- Prestanak korišćenja fosilnih goriva
- Pazite na prikazivanje goriva u lepšem svetlu nego što jesu
- Sva goriva koja sadrže ugljenik proizvodiće CO<sub>2</sub>
- Vodonik i amonijak ne razvijaju CO<sub>2</sub>
  
- Za sisteme daljinskog grejanja i hlađenja od suštinske je važnosti imati pouzdane sisteme
- U mnogim slučajevima toplotne pumpe i električni grejači koriste se za balansiranje elektroenergetske mreže

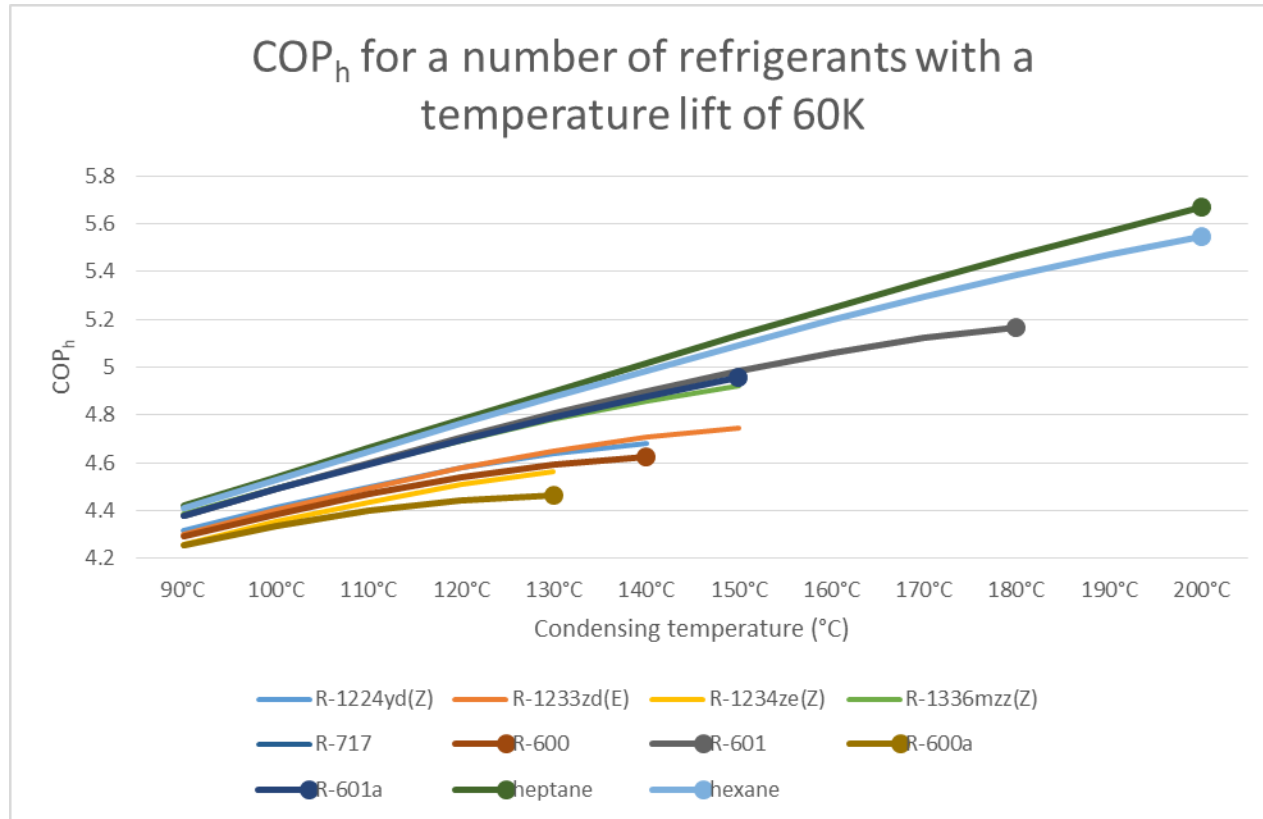
Fuel	Emissions in kgCO <sub>2</sub> / kWh	Emissions in kgCO <sub>2</sub> / GJ
Wood *)	0.39	109,6
Peat	0,38	106,0
Lignite	0,36	101,2
... Lusatia	0,41	113,0
... Central Germany	0,37	104,0
... Rhineland	0,41	114,0
Hard coal	0,34	94,6
Fuel oil	0,28	77,4
Diesel	0,27	74,1
Crude oil	0,26	73,3
Kerosene	0,26	71,5
Gasoline	0,25	69,3
Refinery gas	0,24	66,7
Liquid petroleum gas	0,23	63,1
Natural gas	0,20	56,1
*) not sustainable used without reforestation		
Source: Fachbuch Regenerative Energiesysteme and UBA		

# Budućnost - onaj deo budućnosti koji mislimo da poznajemo

- Buduća energetska mreža sastojaće se od drugačijih tehnologija
- Toplotne pumpe igraće važnu ulogu, proizvodeći i hladnu i toplu vodu
- U proizvodnim postrojenjima toplotne pumpe mogu da vrše i grejanje i hlađenje - možda u kaskadnom sistemu koji koristi dva različita fluida da bi ostvario optimum efikasnosti

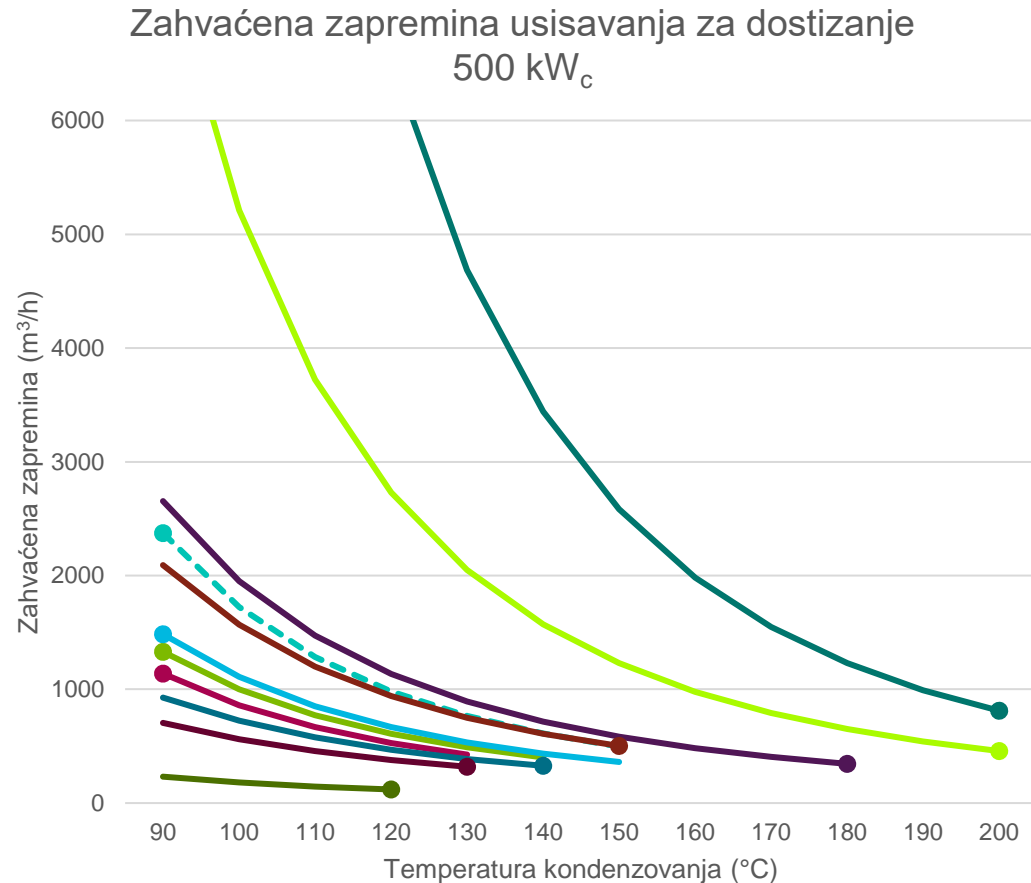


# O koeficijentu učinka (COP)



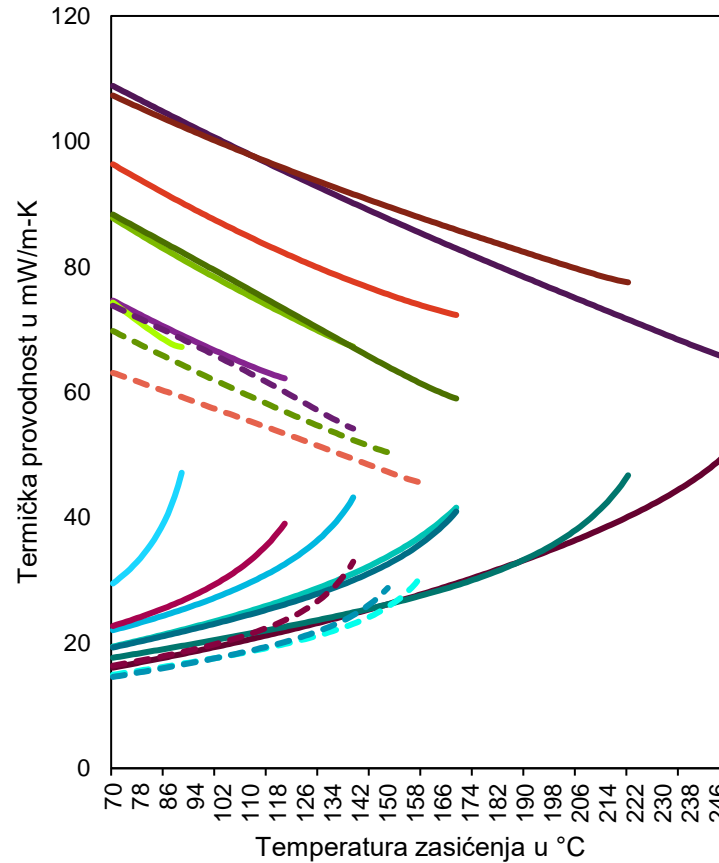
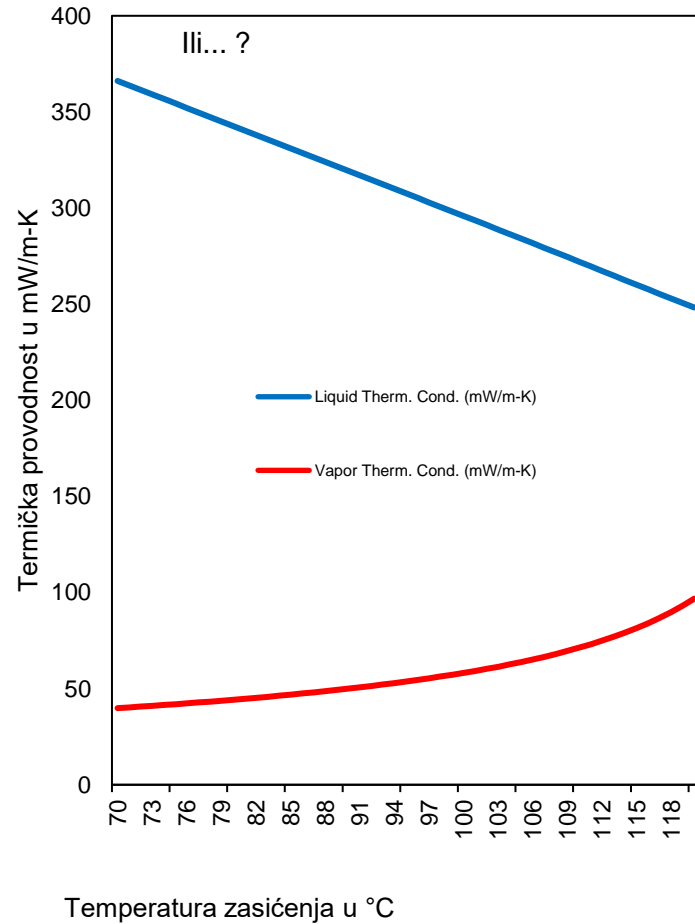
- Ako razmatrate samo COP, očigledan izbor bio bi Heptan (R603)
- Ali...
- Šta je sa zahvaćenom zapreminom ako mi je potrebna npr. voda na 120°C za lokalni sistem DG?

# Zahvaćena zapremina



- Zahvaćena zapremina tiče se i troškova sistema
- COP i troškovi sistema dva su glavna parametra za kupca sistema
- U ovom slučaju bi najbolji izbor bila toplotna pumpa na amonijak na 120°C
- Ili... ?

# Termička provodnost

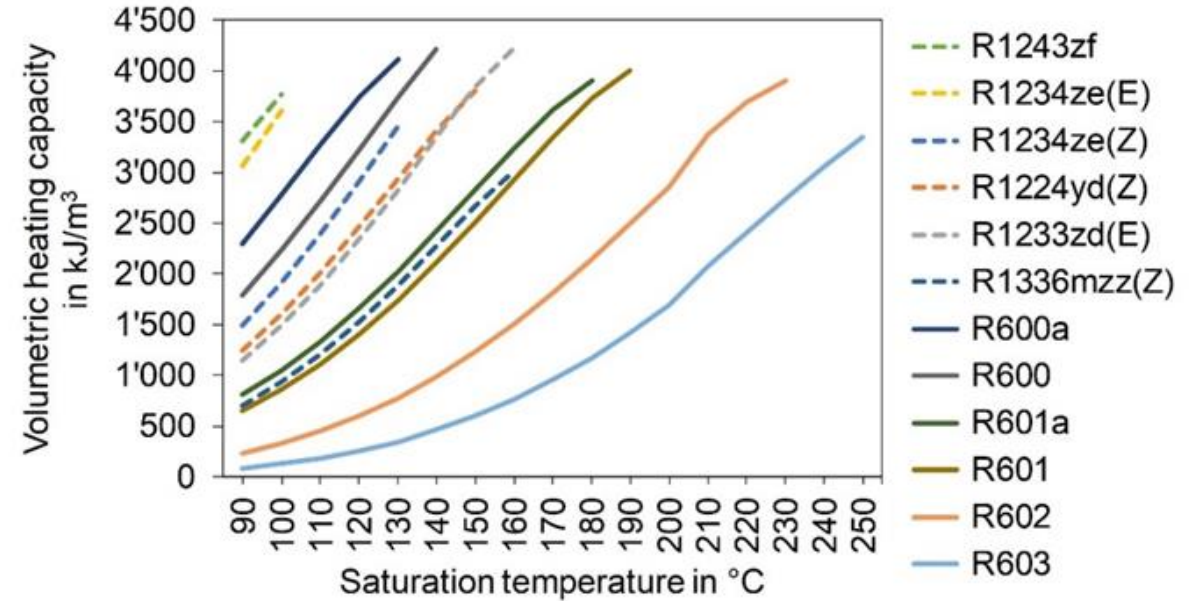
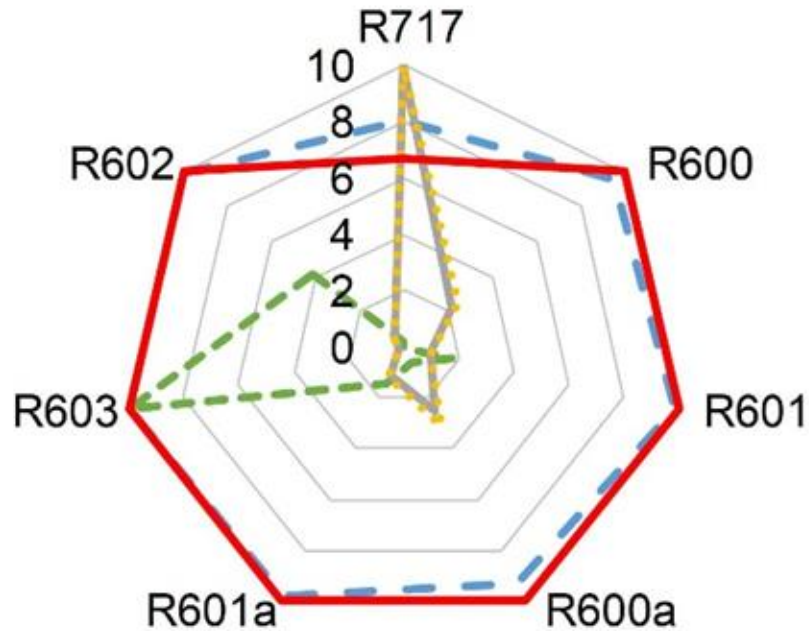


- n-butane (R-600) Liquid Therm. Cond.
- n-butane (R-600) Vapor Therm. Cond.
- isobutane (R-600a) Liquid Therm. Cond.
- isobutane (R-600a) Vapor Therm. Cond.
- pentane (R-601) Liquid Therm. Cond.
- pentane (R-601) Vapor Therm. Cond.
- isopentane (R-601a) Liquid Therm. Cond.
- isopentane (R-601a) Vapor Therm. Cond.
- heptane Liquid Therm. Cond.
- heptane Vapor Therm. Cond.
- hexane Liquid Therm. Cond.
- hexane Vapor Therm. Cond.
- Propane (R-290) Liquid Therm. Cond.
- Propane (R-290) Vapor Therm. Cond.
- - - R-1336mzz(Z) Liquid Therm. Cond.
- - - R-1336mzz(Z) Vapor Therm. Cond.
- - - R1233zd(E) Liquid Therm. Cond.
- - - R1233zd(E) Vapor Therm. Cond.
- - - R1234ze(Z) Liquid Therm. Cond.
- - - R1234ze(Z) Vapor Therm. Cond.

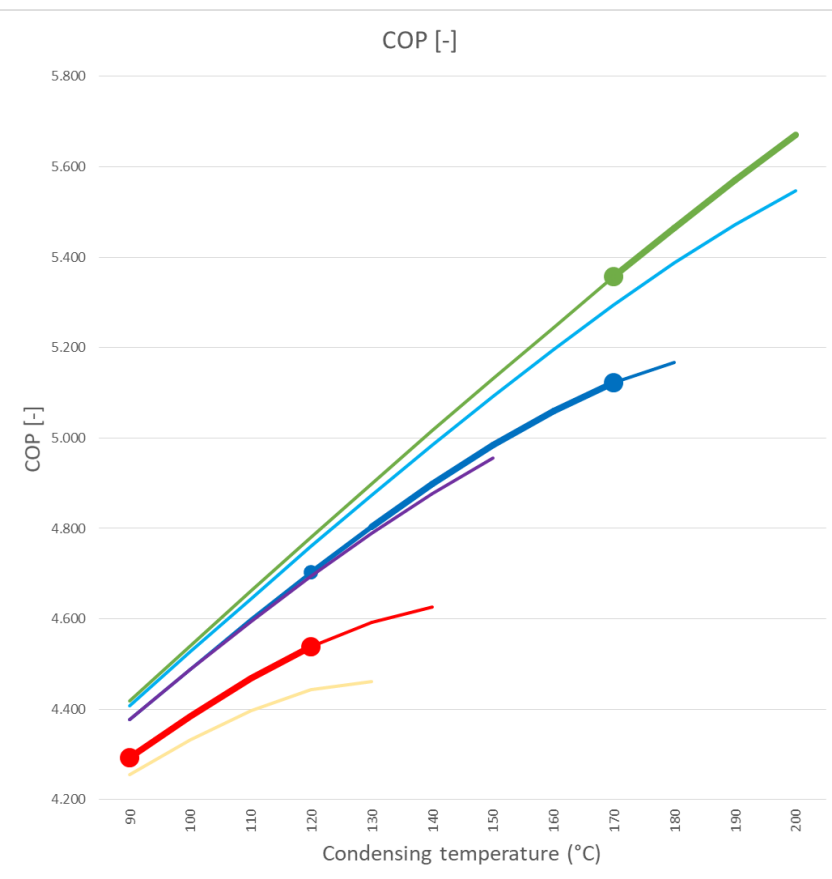
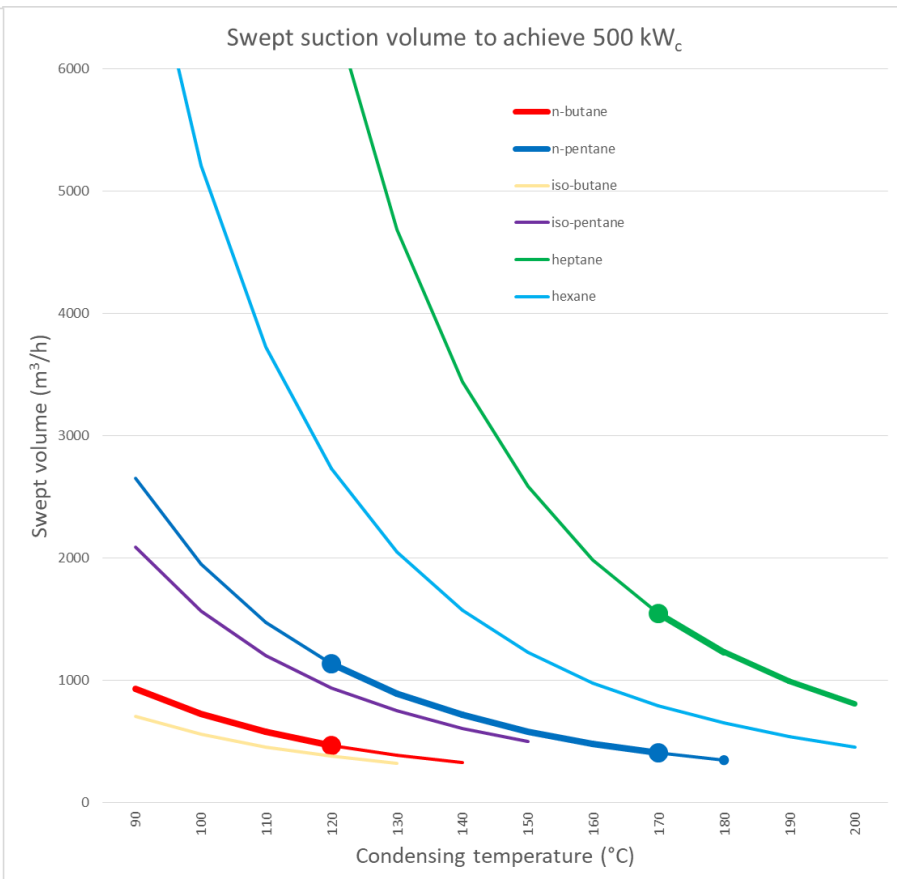
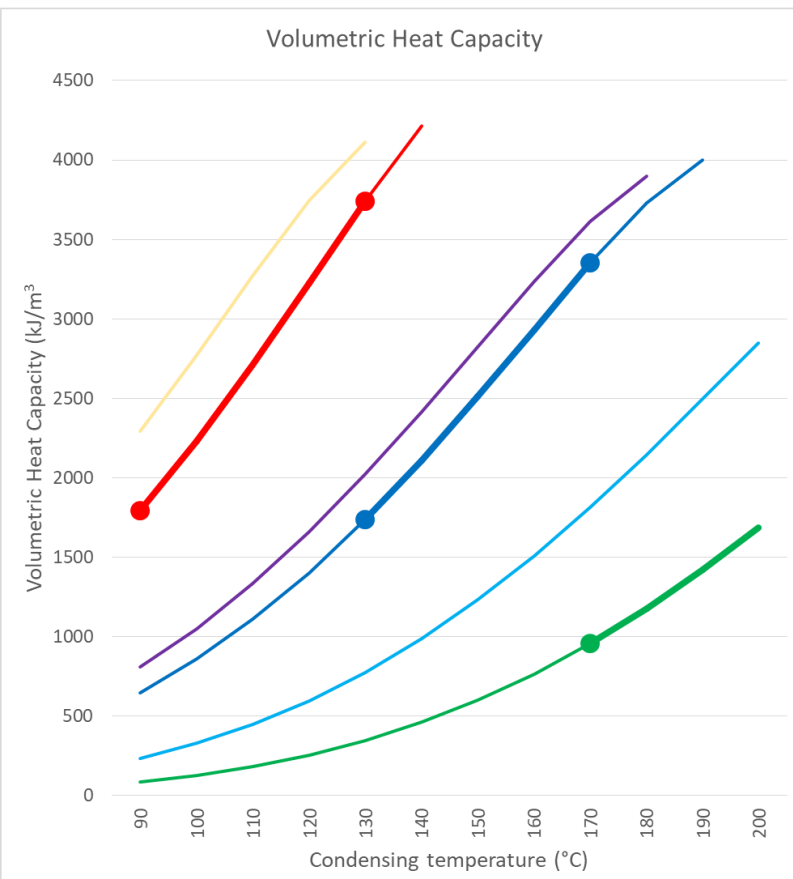


## Odabir rashladnih fluida na 120°C

- COP (2.09, scaling factor)
- Swept Volume (654)
- VHC (1'480)
- ... Pressure (9.1)
- Safety Group (3.33)

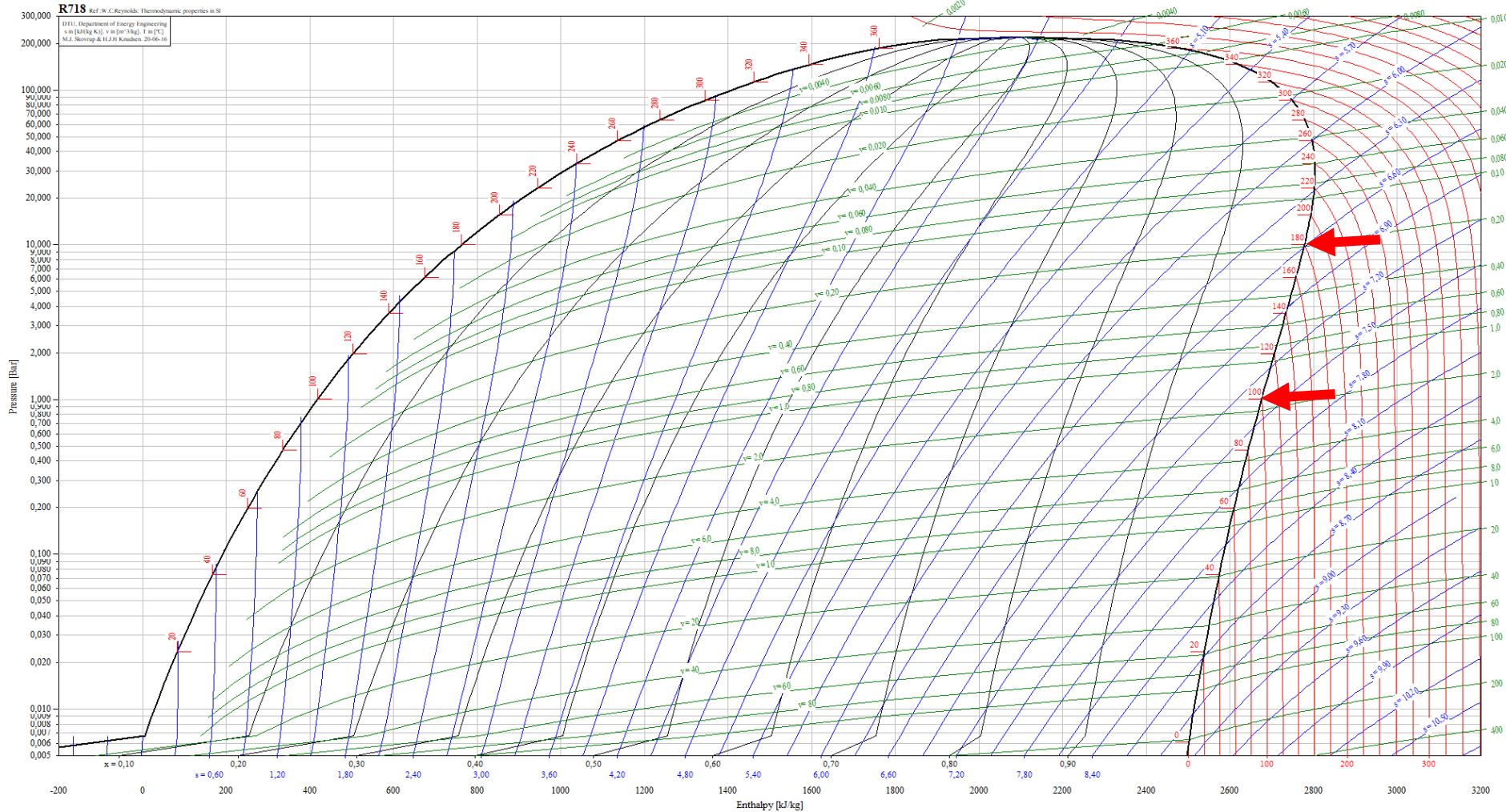


# Približavanje cilju



# Voda kao radni fluid - uglavnom za više temperature

## ■ Visok pritisak za visoke temperature



# Postoji i mnogo drugih stvari

- Kablovi - toplota će oštetiti izolaciju
- Senzori i solenoidni ventili mogu biti osetljivi na toplotu
- Pojedini ventili još uvek nisu odobreni za rad na visokim temperaturama
- Ulje može da počne da propada na oko 180 do 200°C
- Rashladne tečnosti mogu da imaju temperaturna ograničenja
- Kompatibilnost
- Odobrenje po PED direktivi
- ATEX??
- Cena i dostupnost
  
- Ovi parametri su nešto što se ne proračunava, već se lakše rešava na listu sa semaforima

Komponente	Dostupnost	Komentari
Kompresori		Ne svi brendovi
Rashladne tečnosti		Ne svi dobavljači
Maziva		Ne sve temperature
Ventili		Ograničenja oko 150°C
Cevi		
Sudovi		Niski pritisci, temp?
Filter sušači		Nisu ocenjeni
Izmenjivači toplote		Nisu svi ocenjeni

# Na kraju

---

- Kada prođete sve teme
  - Znete više o vašoj novoj rashladnoj tečnosti
  - Znete gde su problemi
  - Znete ograničenja i svojstva svih delova sistema
  - Znete kako da realizujete proizvod i posledice po troškove
- Potom dolazi testiranje!
  
- Relevantnije je da znate da li će vaš projekat biti relevantan za budućnost

# Novi zeleni dogovor Evropske komisije

- Najhitniji izazov koji imamo jeste da očuvamo zdravlje planete. Ovo je najveća odgovornost i prilika našeg vremena. **Želim da Evropa postane prvi klimatski neutralan kontinent u svetu do 2050. godine.** Kako bi se to desilo, moramo zajedno da preduzmemo određene odvažne korake. Naš **trenutni cilj smanjenja emisija za 40% do 2030. godine nije dovoljan.**

*Ursula von der Leyen*

- U međuvremenu je 40% **povećano na 55%.**
- 2030. godina - to nije tako daleko, a nije ni 2050. godina, ako ćemo to da ostvarimo.
- Pojedine tehnologije zahtevaju hitna ulaganja – ODMAH.
- Za toplotne pumpe još uvek postoji mnogo izazova koje je potrebno rešiti, ali mi to možemo!
  
- Hajde da to i uradimo!!



**Srećno i puno vam  
hvala na pažnji**