

**Temadag om kølemidler**  
**Køleanlægsejernes muligheder**

**24. maj 2018**

**Christian Heerup**  
**Center for Køle- og varmepumpeteknik**

# Køleanlægsejernes muligheder?

- Kend dit (køle)anlæg!
- F-gasdirektiv >< National lovgivning
- Erstatning for R404A
- Hvad er HFO?
- Og ukendte miljøeffekter
- Kølemiddelvalg for nye anlæg
- Kølemiddelvalg relativ pris
- Kølemiddelvalg levetidsomkostninger
- Case fra TI Klimakammer 2
- Gennemgang af anlægstyper
- Det gode valg af kølemiddel/ anlæg

# Kend dit (køle)anlæg!

- Kapacitet og type; eksempelvis direkte eller indirekte
- Kølemiddel; type og størrelse af fyldning
- Nuværende og kommende køle(- og varme)behov
- Konsekvenser ved havari eller servicebehov
  - Produktionsstop eller dyre afhjælpningsforanstaltninger?



# Kend dit (køle)anlæg!

- Denne kortlægning gør det muligt af få svar på:
  - Hvilke regler og myndighedskrav gælder for mit anlæg?
  - Hvilke forpligtelser har jeg?
  - Hvilke muligheder har jeg?
  - Samt at udarbejde en:
- Prioriteret investeringsplan med hensyn til
  - Kølemiddel og anlægsvalg
  - Fremtidssikring og modernisering af funktioner
  - Energoptimering, fx samproduktion af køling og varme
- Henvis til eller søg eventuelt inspiration i:

”Guideline, Køleanlæg med reduceret miljøbelastning”

<http://kølemidler.dk/værktoejer/guide/>

# Hvad betyder F-gas direktivet?

- Service restriktion for GWP > 2500
- Kraftigt øget fokus på naturlige kølemidler og HFO
- Efter 2022 kommercielle anlæg > 40 kW      GWP < 150
  - undtagelse primær kredsløb på kaskadeanlæg      GWP < 1500
- Kvoteordning => Priser på R404A > 2000 kr/kg for slutbruger
  - Leveringssikkerhed?
- Markedsføring af mange nye Blends

## National Dansk lovgivning:

- Maks 10 kg HFC på nye anlæg (og ved udvidelse af ældre), HFO undtaget
- Dispensationsmulighed, individuel begrundet ansøgning per installation

# Hvad er HFO?

- R1234yf
- R1234ze(E)
- R1233zd(E)
- R1XXxy...?



Danfoss Turbocor

Blends med GWP < 1500

- Typisk sammensat af R32, R134a, R125, R1234ze(d), R1234yf
  - Samt eventuelt mindre mængder af R152a, HC'er, CO<sub>2</sub>...
- GWP < 150 = Brandbart



# Erstatning for R404A?



■ R442A	R-449A	DR-33 (XP40)	R-404A	A1	R-32/125/1234yf/134a (24,3/24,7/25,3/25,7)	87,2	-46,0/-39,9	1 300	1 400
■ R449A	—	N-40a	R-404A	A1	R-32/125/134a/1234ze(E)/ 1234yf (25/25/21/20/9)	87		1 200	1 300
■ R449B	—	N-40b	R-404A	A1	R-1234yf/32/125/134a (30/25/25/20)	87,1		1 200	1 300
■ R449C	R-452A	DR-34 (XP44)	R-404A	A1	R-1234yf/32/125 (30/11/59)	103,5	-47,0/-43,2	1 900	2 100
■ R452A	R-452C**	ARM-35	R-404A	A1	R-32/125/1234yf (12,5/61,0/26,5)	101,9	-47,8/ -44,4	2 000	2 200
■ R452C	R-448A	N-40c	R-404A	A1	R-32/125/1234yf/134a/ 1234ze(E) (26,0/26,0/20,0/21,0/7,0)	86,3	-45,9/-39,8	1 300	1 400
■ R448A	—	R32/R134a	R-404A	A2L	R-32/134a (50/50)	68,9		990	1 000
■ R454A	—	ARM-31a	R-404A	A2L	R-1234yf/32/134a (51/28/21)	83,9		460	480
■ R454C	—	L-40	R-404A	A2L	R-32/1234ze(E)/1234yf/ 152a (40/30/20/10)	73,6		290	300
■ R454C	R-454A	DR-7 <sup>o</sup>	R-404A	A2L	R-1234yf/32 (65/35)	80,5	-48,4/-41,6	240	250
■ R455A	R-454C*	DR-3	R-404A	A2L	R-1234yf/32 (78,5/21,5)	90,8	-45,8/-38,0	150	150
■ R457A	R-454A	D2Y-65	R-404A	A2L	R-1234yf/32 (65/35)	80,5	-48,4/-41,6	240	250
■ .....	R-457A**	ARM-20a	R-404A	A2L	R-32/1234yf/152a (18/70/12)	87,6		140	150
	—	ARM-30a	R-404A	A2L	R-1234yf/32 (71/29)	84,7		200	200
	R-455A	HDR-110	R-404A	A2L	R-32/1234yf/744 (21,5/75,5/3)	87,5	-51,6/ -39,1	150	150

# Nedbrydningsprodukter



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

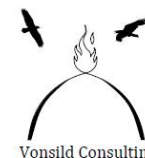
Er der andre ting "i skabet"?

- Nedbrydningsprodukter ved brand: HF + COF2 *EXTREMT* giftigt
- A2L kølemidler: Giver det en højere risiko?

## TFA fra HFO

Refrigerant	Fraction that becomes TFA	Source of data
R-134a	7-20%	WMO, "Scientific assessment of ozone depletion," 2010.
R-1234yf	100%	WMO, "Scientific assessment of ozone depletion," 2010.
R-1234ze(E)	Less than 10%	EPA, "Protection of stratospheric ozone: new substitute in the motor vehicle air conditioning sector under the Significant New Alternatives Policy (SNAP) program," 2011.

- TFA er en kraftig syre, meget vandopløselig og giftig for vandmiljøet
- TFA findes naturligt i verdenshavene
- TFA fra R134a kan i dag måles i regnvand
- TFA betragtes i dag ikke som et problem
- Det er mængden der kan give problemer, specielt fra bil A/C da det er store mængder og store lækage rater



Vonsild Consulting

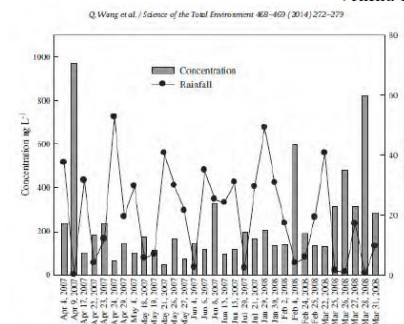


Fig. 2. Observed rainwater TFA levels and rainfall from April 2007 to March 2008.



# Nye anlæg/ kølemidler?

Lav < Miljøpåvirkning > Høj  
Naturlige >< Syntetiske

Anlægstyper / Kølemidler	H <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	HC	HFO	R32	HFO / HFC
Plug in/ Monoblock / Integral (vandkølet)				Green			Orange
Varmepumper			Green	Green		Yellow	Orange
Varmepumper industrielle	Green	Green	Green	Green			
Chillere små HT, MT, LT	Green			Green		Yellow	Yellow
Chillere store HT, MT, LT	Green	Green		Green	Light Green		
Splitanlæg og Luft/ luft varmepumper				Green		Yellow	
Kompressoraggregater/ Single-anlæg			Green		Light Green		Orange
Parallelanlæg kommercielle			Green				
Parallelanlæg industri		Green	Green				

Miljøpåvirkning



# Nye anlæg/ kølemidler?

Lav < Miljøpåvirkning > Høj  
 Naturlige >< Syntetiske

Anlægstyper / Kølemidler	H <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	HC	HFO	R32	HFO / HFC
Plug in/ Monoblock/ Integral (vandkølet)				Green			Yellow
Varmepumper			Orange	Yellow		Green	Green
Varmepumper industrielle	Orange	Yellow	Orange	Green			
Chillere små HT, MT, LT	Orange			Yellow		Green	Green
Chillere store HT, MT, LT	Orange	Orange		Yellow	Green		
Splitanlæg og Luft/ luft varmepumper				Green		Green	
Kompressoraggregater/ Single-anlæg			Orange		Yellow		Green
Parallelanlæg kommercielle			Green				
Parallelanlæg industri		Yellow	Green				

Anlægspris (relativ per type)



# Nye anlæg/ kølemidler?

Lav < Miljøpåvirkning > Høj  
Naturlige >< Syntetiske

Anlægstyper / Kølemidler	H <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	HC	HFO	R32	HFO / HFC
Plug in/ Monoblock/ Integral (vandkølet)							
Varmepumper			?			?	
Varmepumper industrielle	?		?				
Chillere små HT, MT, LT	?						?
Chillere store HT, MT, LT	?				?		
Splitanlæg og Luft/ luft varmepumper							
Kompressoraggregater/ Single-anlæg			?		?		
Parallelanlæg kommercielle							
Parallelanlæg industri			?				
Levetidsomkostninger (relativ per type)							

# Case: Eksisterende anlæg TI KK2

## Anlægget

- R404A
- Mangler kapacitet
- Utætheder?
- Reguleringsmulighed?



## Hvad gør vi?

- Skift kompressor og læksøg
- Skift aggregat og kølemiddel
- Tilslutte til et af 3 eksisterende brine/ spritanlæg?
- Opdatering af styring?



# Geoclima HFO Chillers



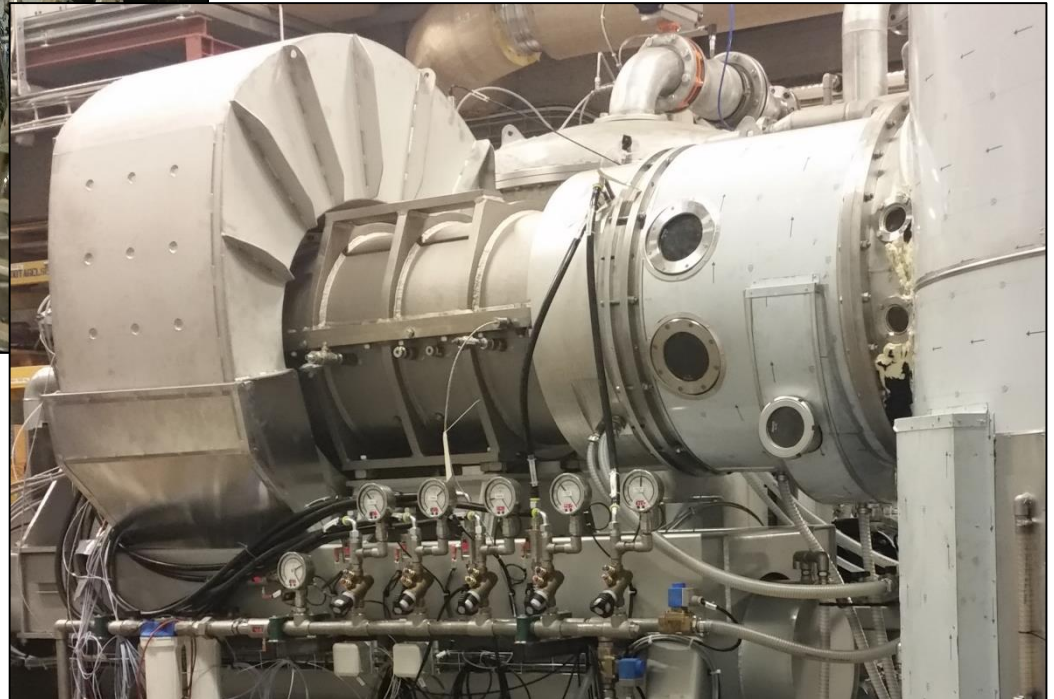
TEKNOLOGISK  
INSTITUT



# Johnson Controls Vanddamp Chiller



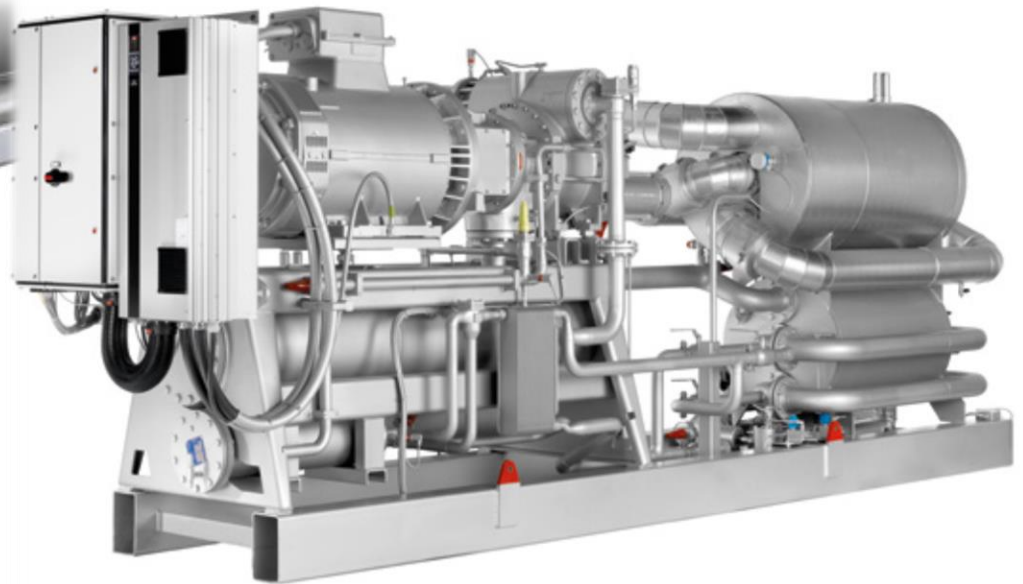
TEKNOLOGISK  
INSTITUT



# Sabroe NH3 Chiller ChillPAC/ ComPAC



SEER?



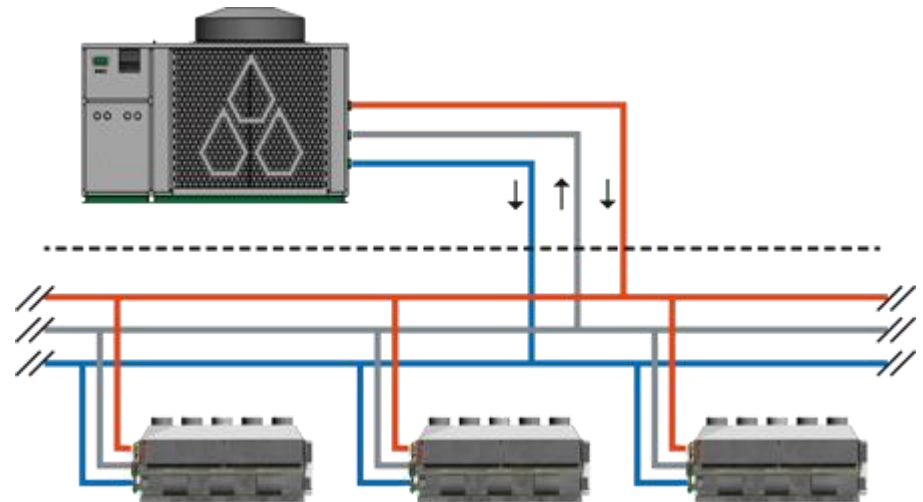
# TripleAqua chiller/ varmepumpe R433A



TEKNOLOGISK  
INSTITUT



Alternativ eksempelvis til  
Daikin VRV med R32  
?





# Propan



TEKNOLOGISK  
INSTITUT



R290



NIBE F370



TEKNOLOGISK  
INSTITUT



CO<sub>2</sub>



# Det gode valg af kølemiddel/ anlæg:

Fremtidssikrer ved at

- beskytte din investering i produktionsapparat og køleanlæg mod lov-indgreb
- optimere mod funktionskrav
- sikre lavt energiforbrug
- og lave vedligeholdelseskostninger

Tak for opmærksomheden 😊

Spørgsmål?

