

Hvordan fungerer kjøleanlegget mitt?

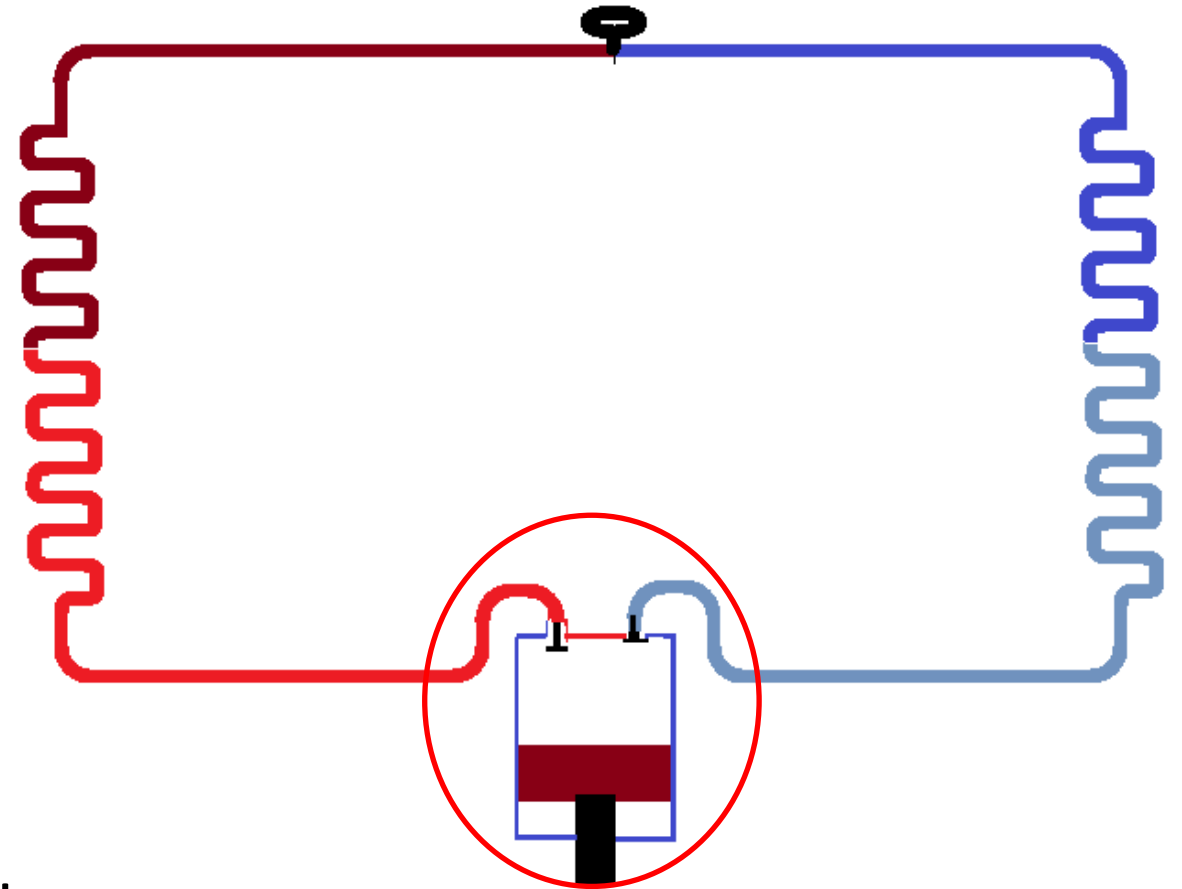
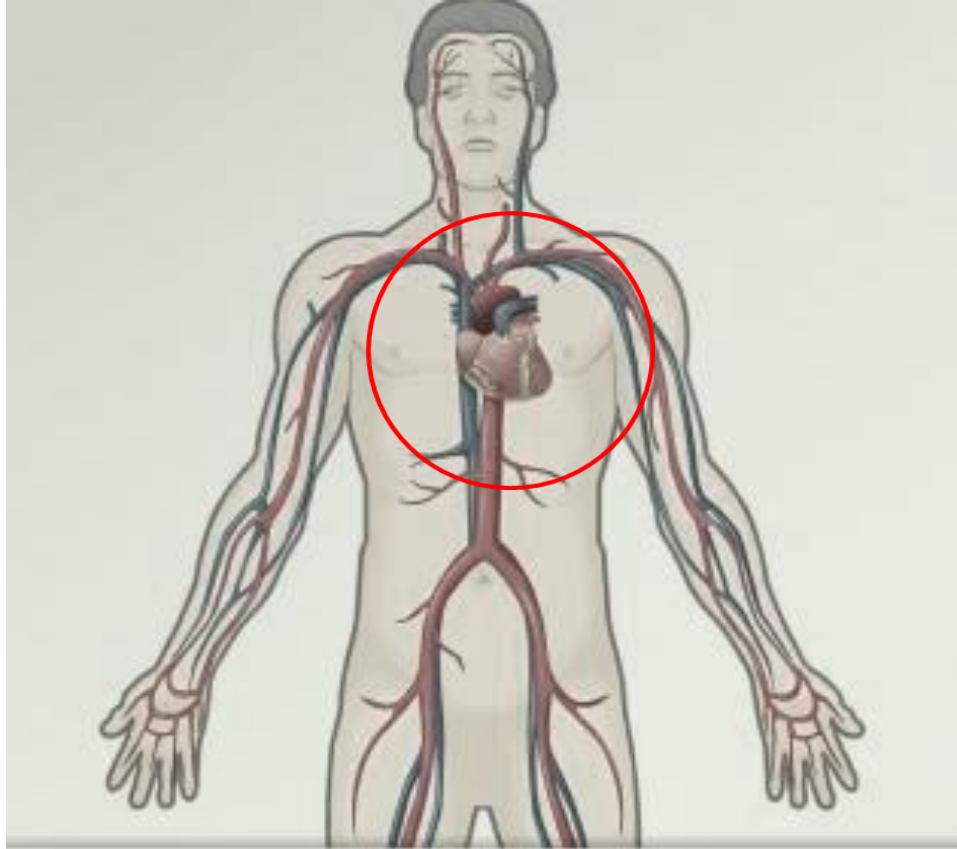
- Kjøling og kulde

NLR Viken Torgeir Tajet



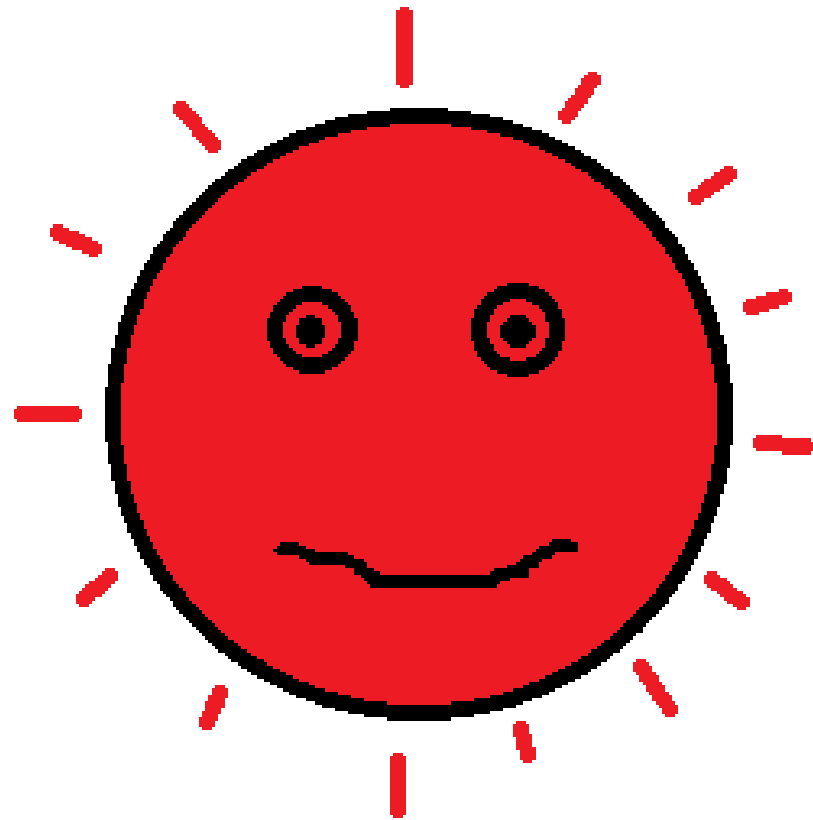
**Norsk
Landbruksrådgiving**

Kjøling

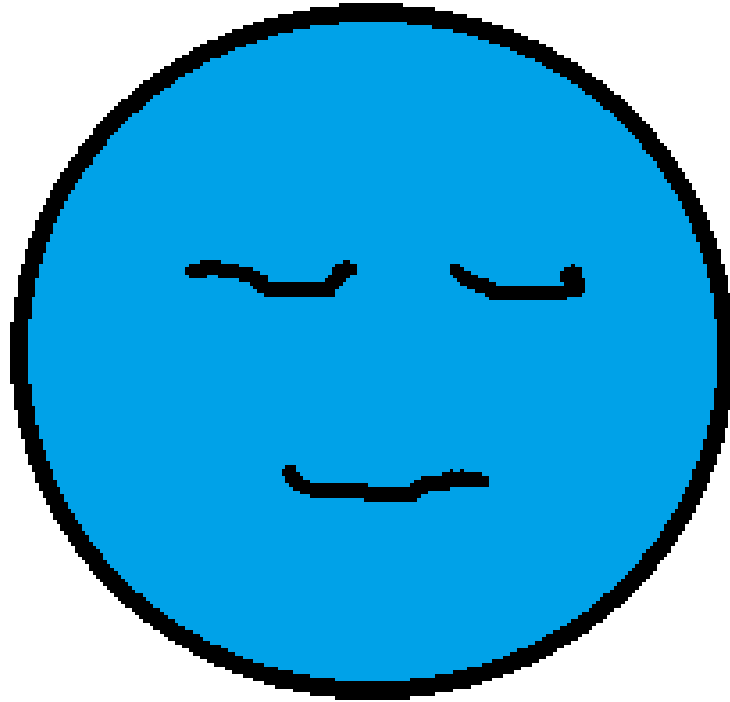


- Kompressoren er hjertet i kjøleanlegget

Varme

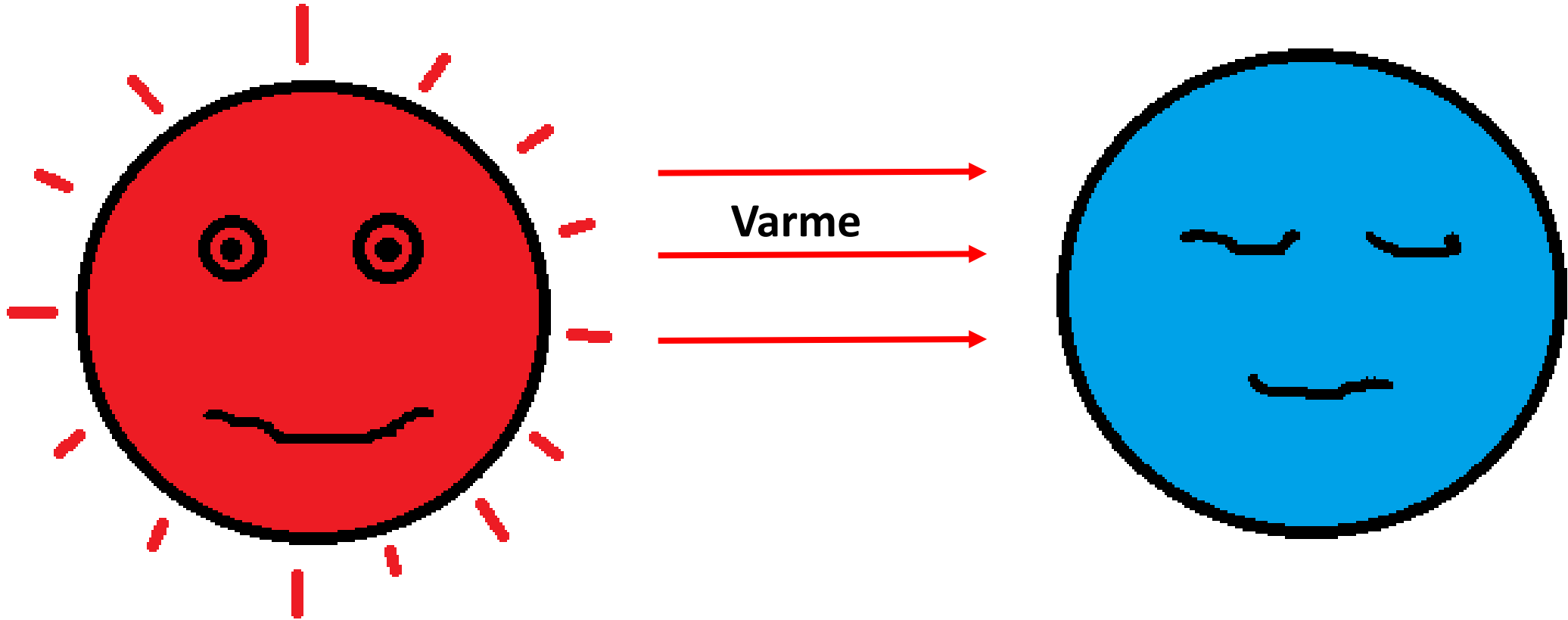


Fravær av varme = «kulde»

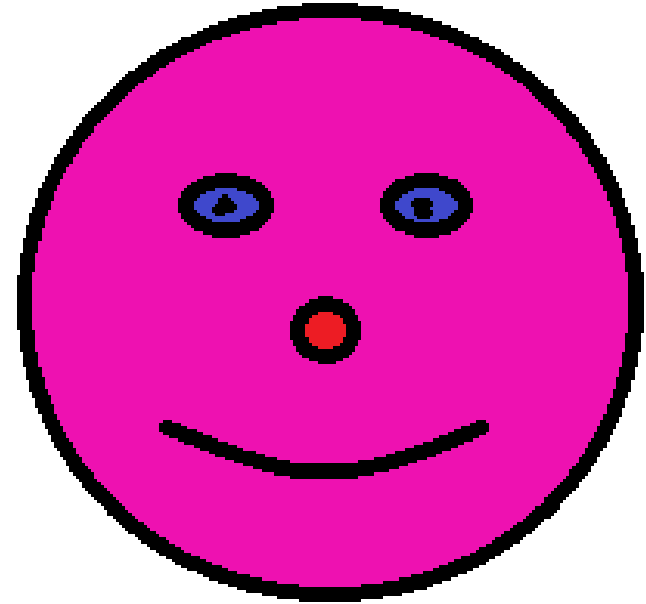
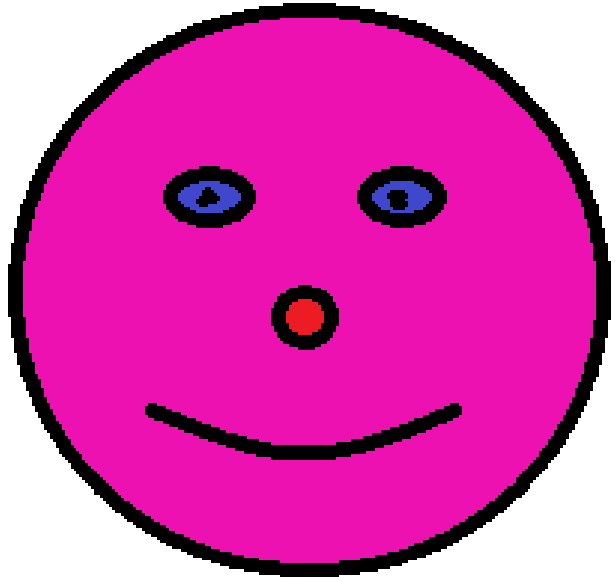


- Ved 0°K er det ingen termisk aktivitet - -273°C
- Kulde kan ikke overføres, kun varme kan overføres

Temperaturforskjell =>
Potensial for energioverføring



Ingen temperaturforskjell =>
Ingen energioverføring



- «Varme overføres alltid fra et sted med høy temperatur til et sted med lavere temperatur, aldri omvendt»

(Termodynamikkens 2. lov)

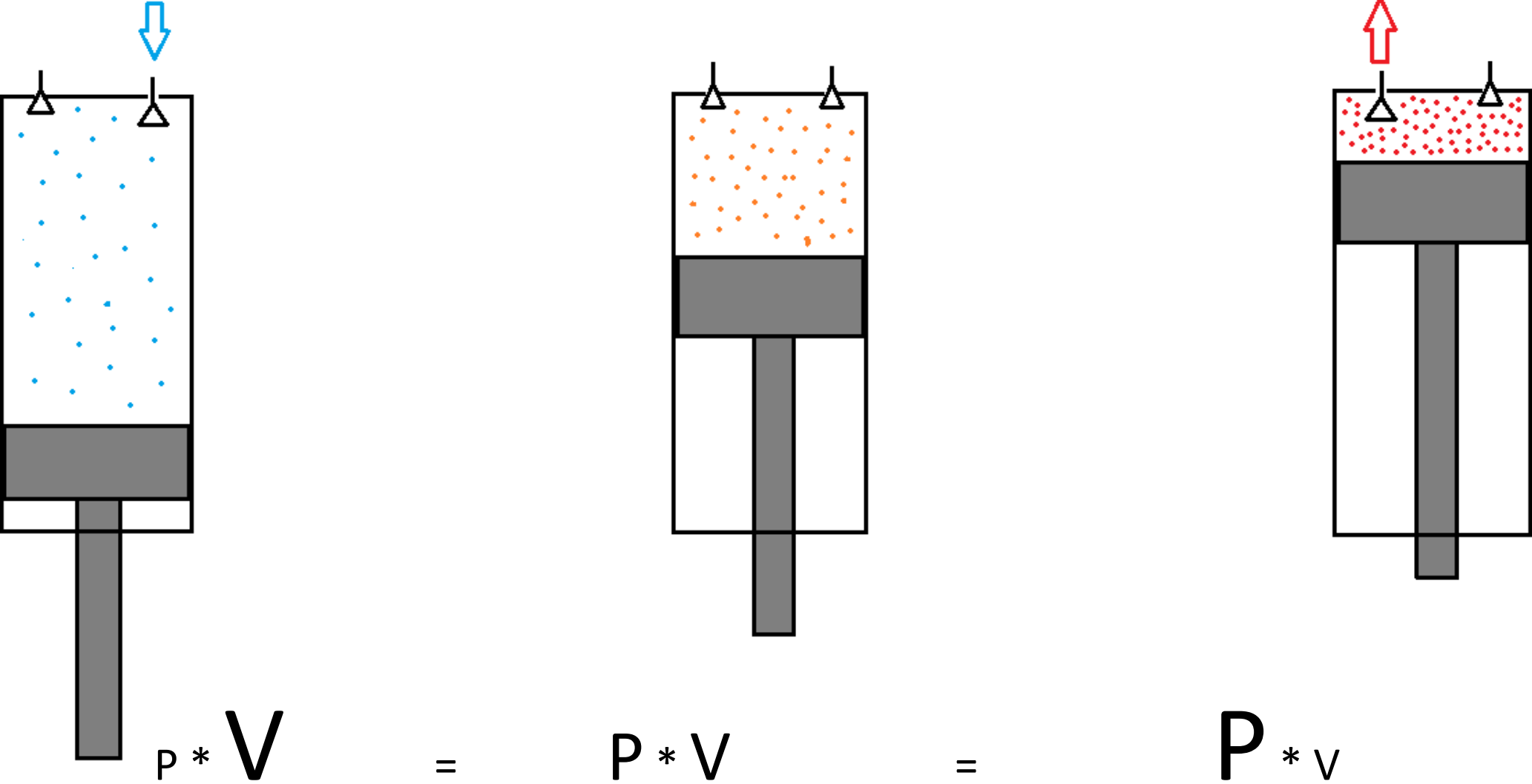
Kjøling

Skape potensial for overføring av energi (varme)

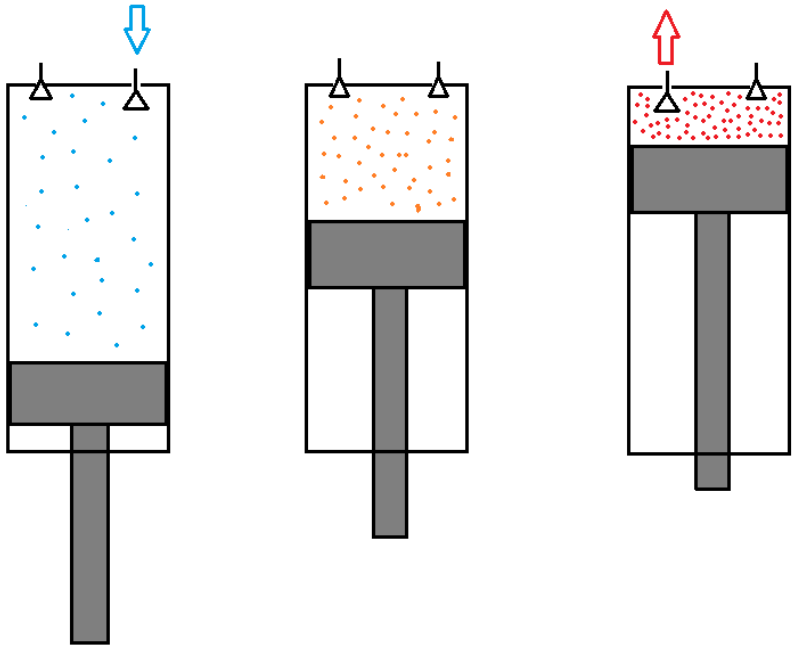


- Vi må bruke krefter/energi for å øke trykket i pumpa.
- Når trykket i pumpa øker blir det varmere.

Trykk (P) * Volum (V) er konstant



Trykk (P) * Volum (V) er konstant



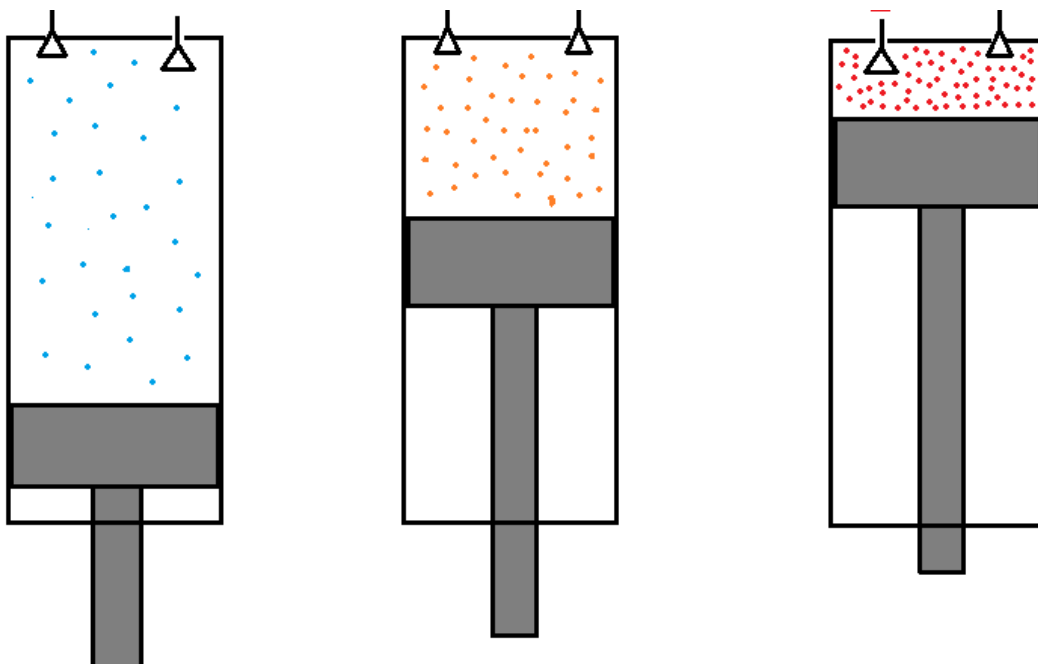
$$P * V = P * V = P * v$$

- Volum (V) \rightarrow m³
- Trykk (P) = Kraft (F) / Areal (A)
- \rightarrow Newton (N) / m²

- $P * V \Rightarrow \text{N/m}^2 * \text{m}^3 = \text{N} * \text{m}$

N * m = Energi! (kg m²/s²)

$P * V = \text{konstant}$ betyr:



- ... at all energien vi tilfører for å komprimere gassen blir til:

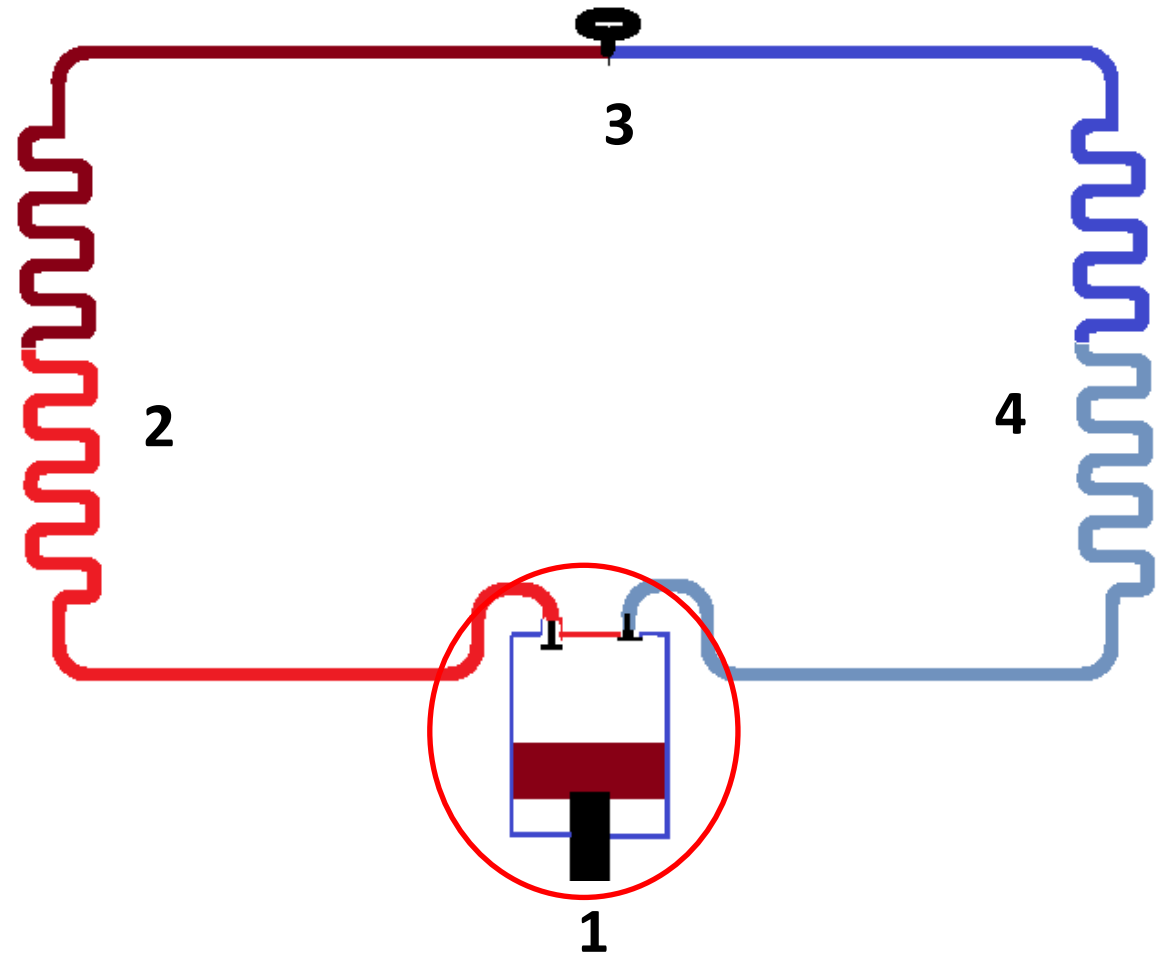
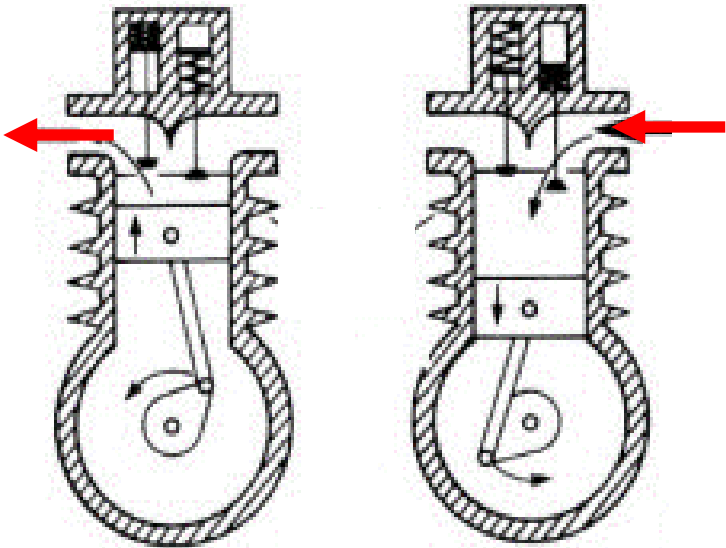
VARME

Kjøling - kompressor

1. Kompressor

Komprimerer gass (tilfører energi)

=> gassen blir varmere



Kompressor

- Minst 2 kompressorer
- Sikkerhet
- Kapasitetsregulering
- Kostnadsspørsmål
 - Hastighetsregulering – frekvensomformer
 - 3-4 kompressorer
 - Start/stopp

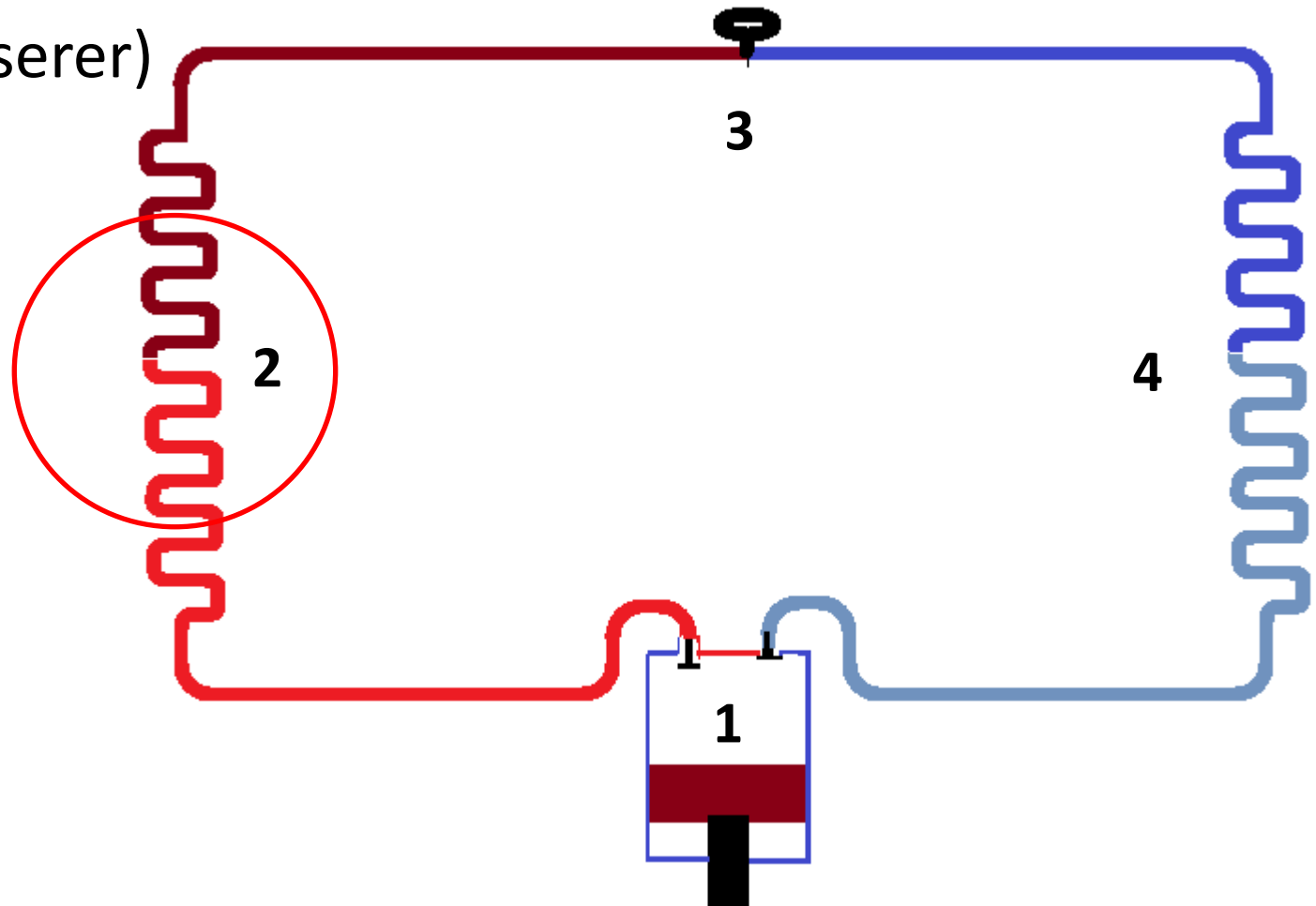


Kjøling - Kondensator

2. Kondensator

Tar ut varme av gassen

=> gassen blir kaldere (kondenserer)



Kondensator

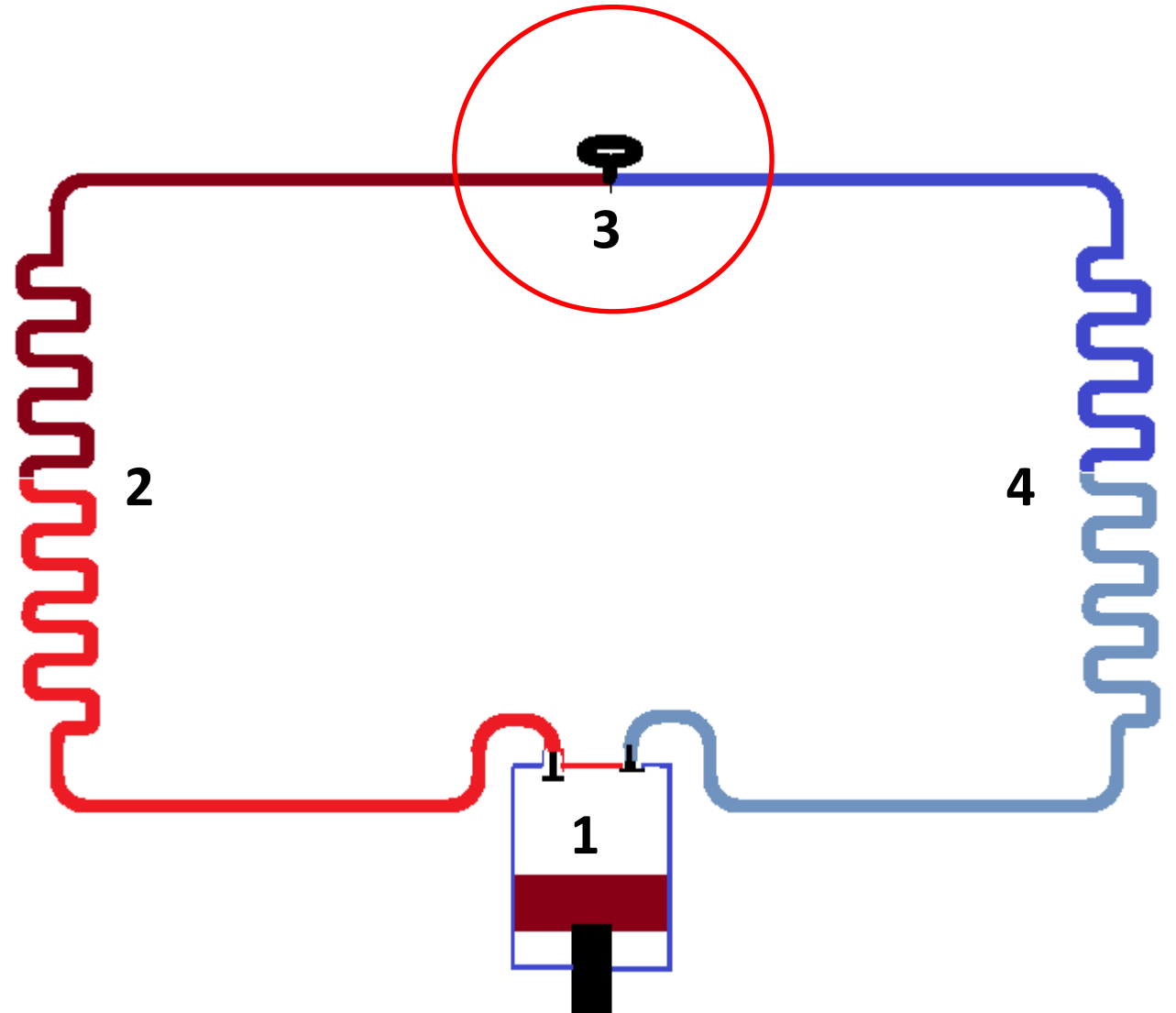


Kjøling - Ekspansjonsventil

2. Ekspansjonsventil

Trykket slippes opp

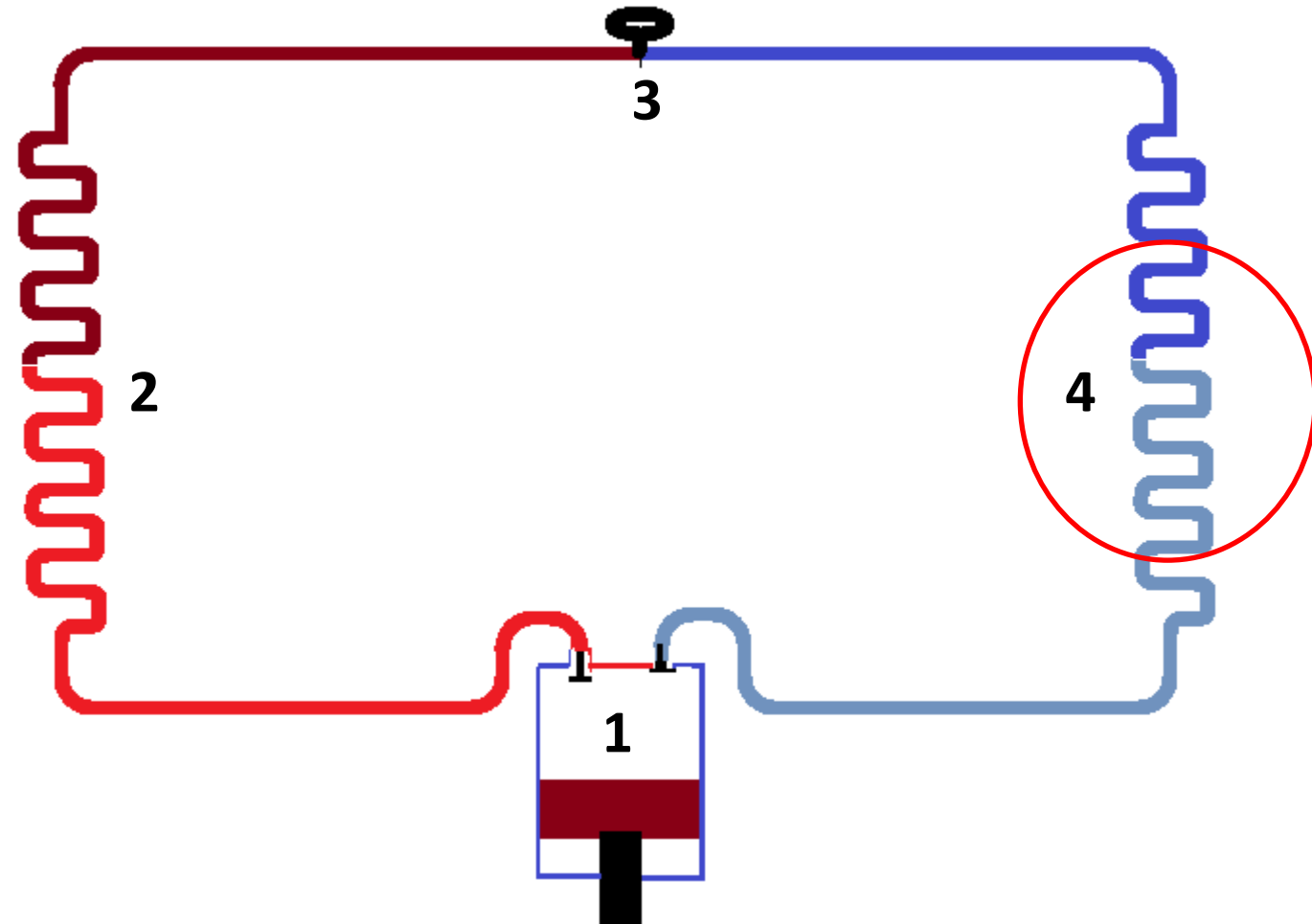
=> kjølevæska blir kaldere



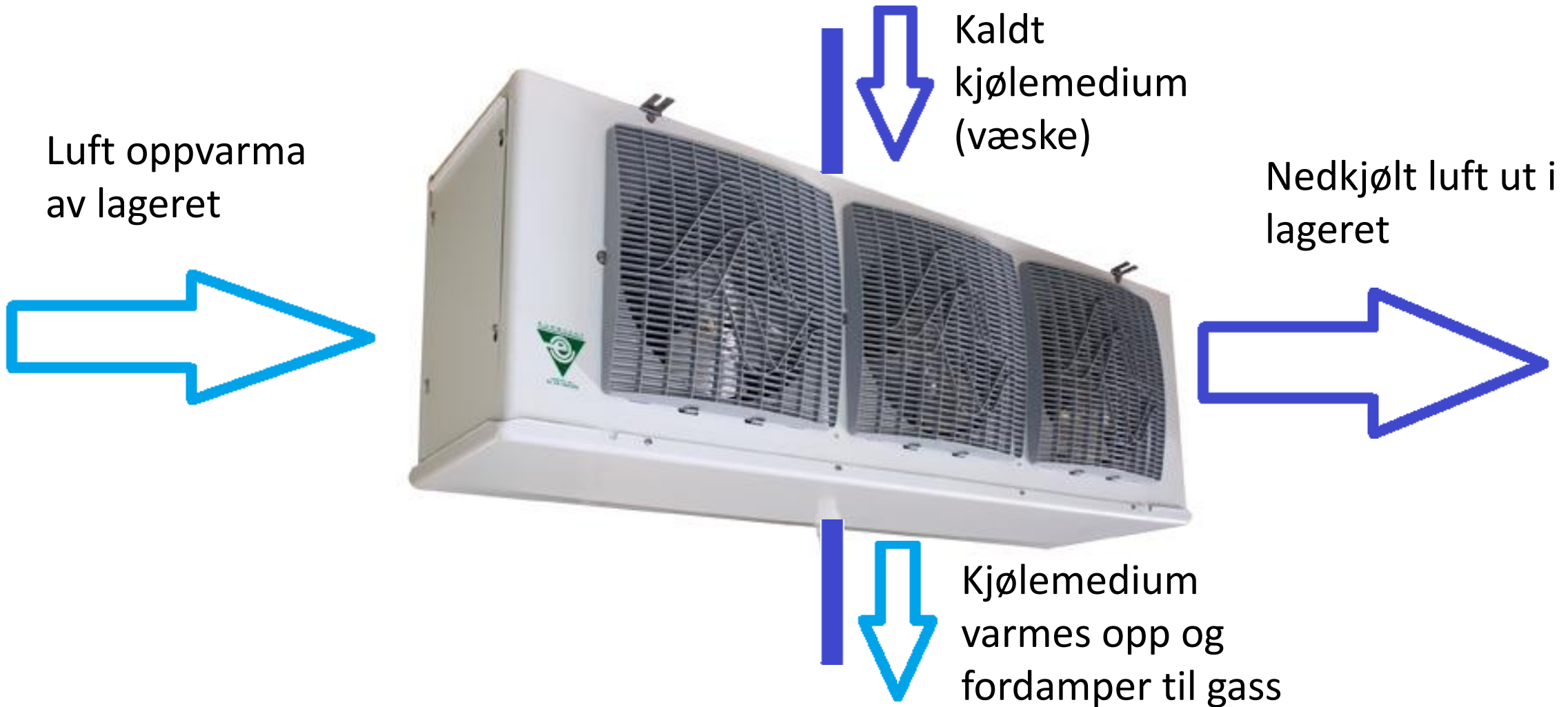
Kjøling - Fordamper

4. Fordamper

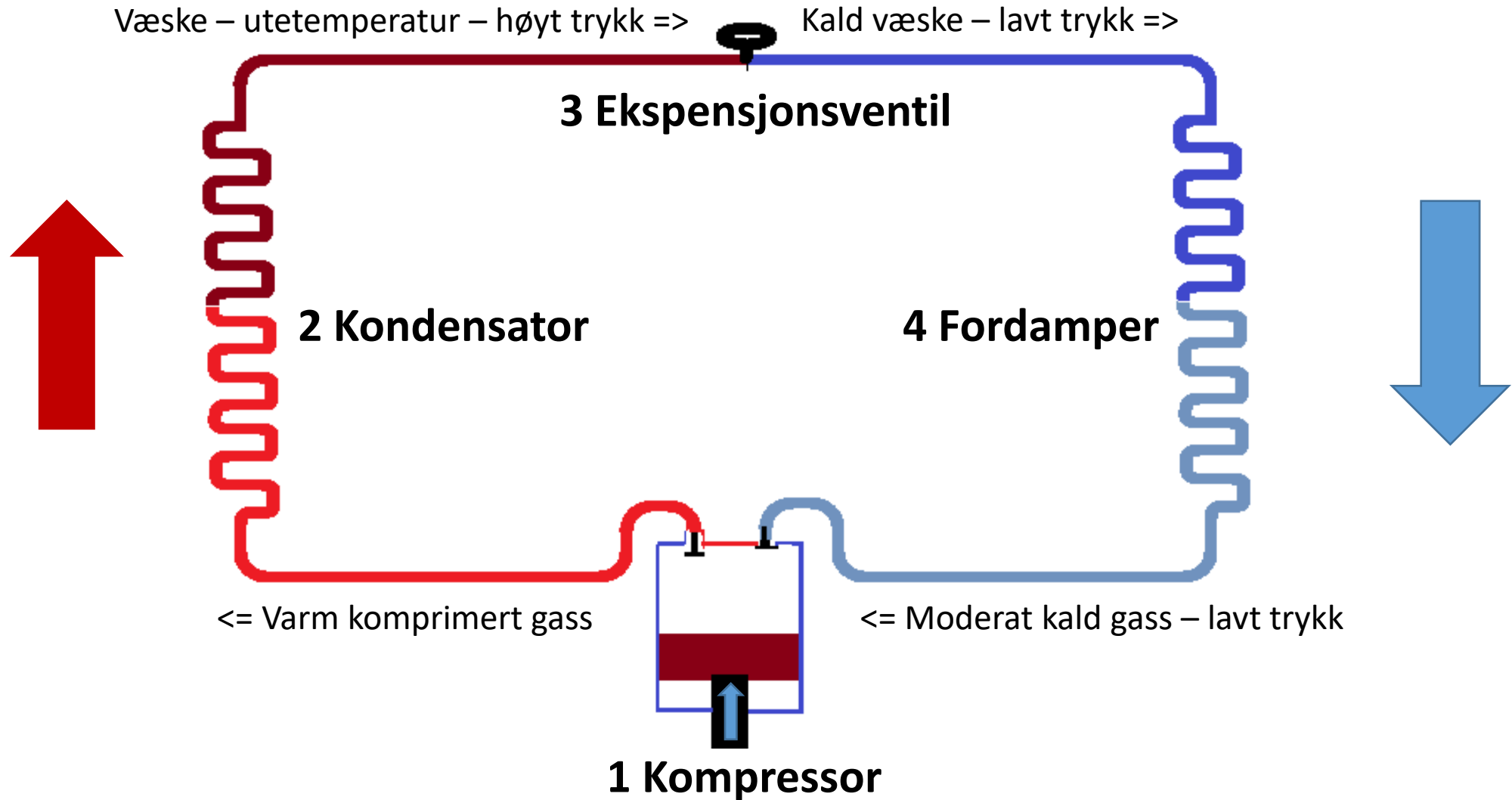
- ⇒ kjølevæska varmes opp (fordamper)
- ⇒ mye varme/energi tas opp når kjølevæska fordamper

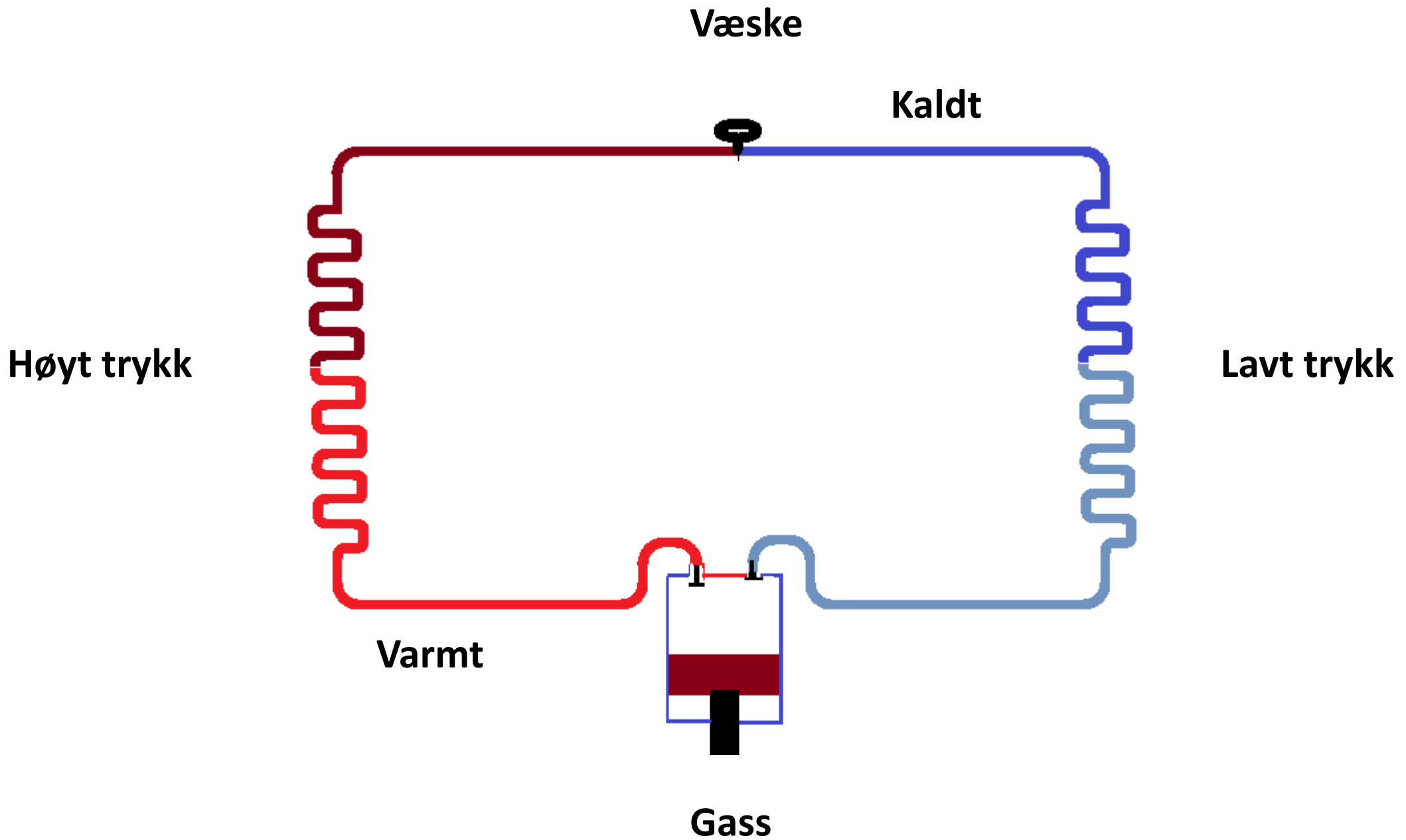


Fordampning av kjølemedium

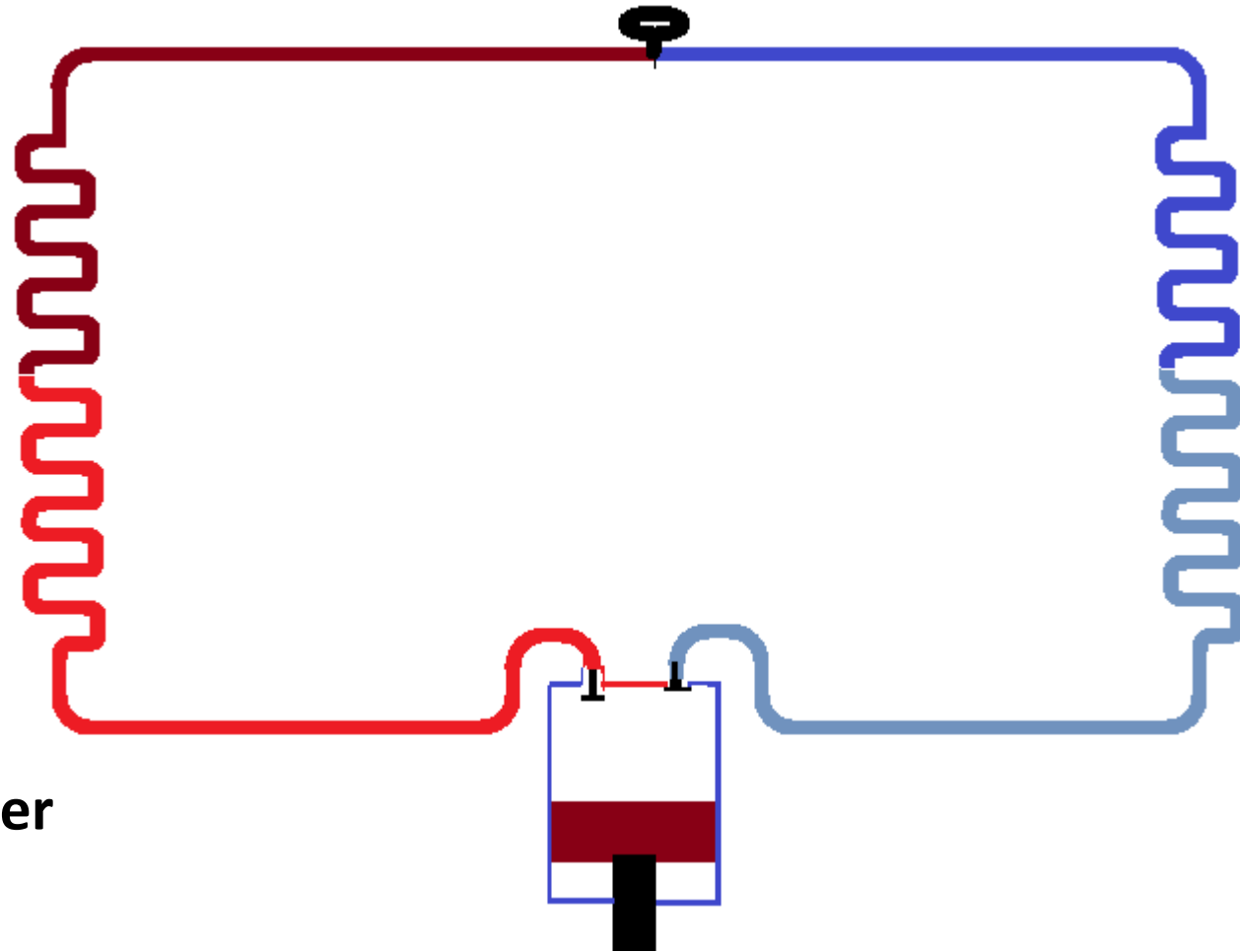


Kjølelager - kjøling





Kjøleanlegget pumper varme ut av lageret



=> 3-4 energienheter
avgis ute

1 Energhenhet strøm
tilført kompressoren...

...pumper ut 2-3
energhenheter varme

Energi - varme

537 kcal for å fordampe 1 kg vann ved
100°C (= 2268 kJ)

100 kcal for å varme 1 kg vann fra 0°C
til 100°C (= 418 kJ)



Energiforskjellen mellom flytende og gass er det interessante!

Koke egg på Galdhøpiggen

- Lavt trykk gir lavt kokepunkt
- => høyt trykk gir høyere kokepunkt

- Finnes et stoff som koker ved -5°C - -10°C når det utsettes for trykk?



Kuldemedium («kjølevæske»)

- Freoner (mange stoffer)

= Klor-fluor-karboner

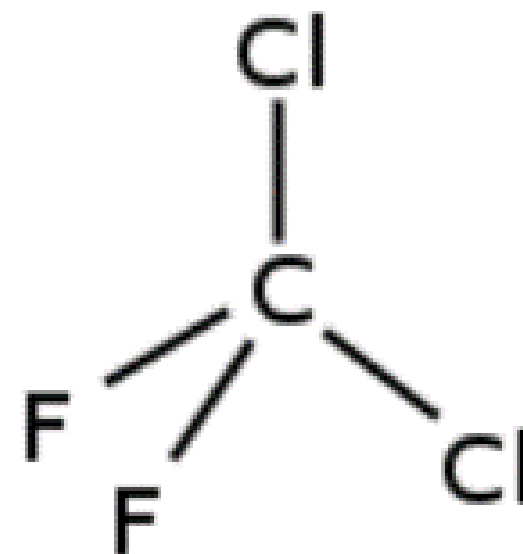
= KFK gass

- Kokepunkt -20°C - -40°C

ved atmosfæretrykk

- Kokepunkt -5°C - -10°C ved 8-17 bar

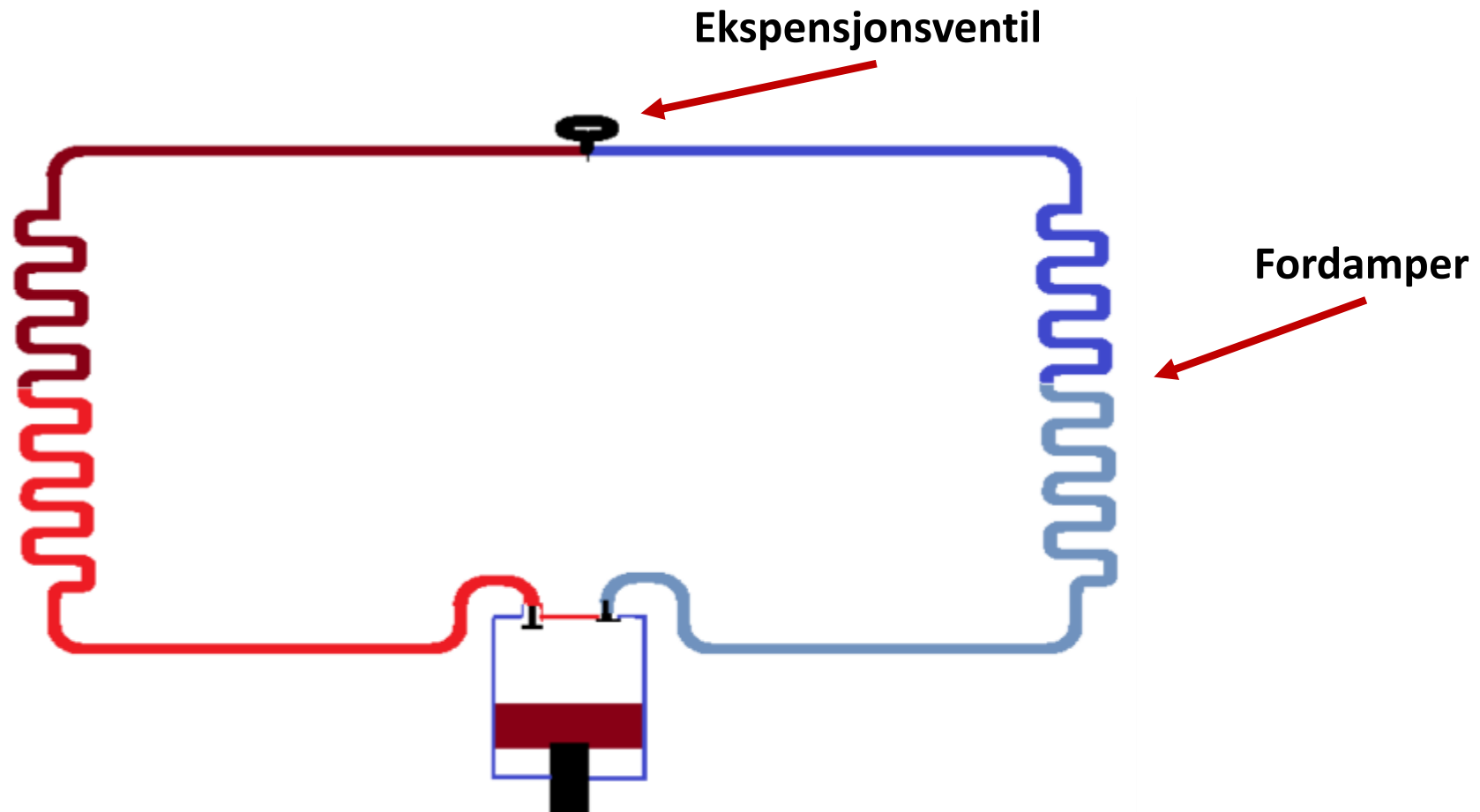
(Anlegget har 8-17 bar på trykkside, og ca 6 bar på lavtrykkside)



Dichlorodifluoromethane
(CFC-12)

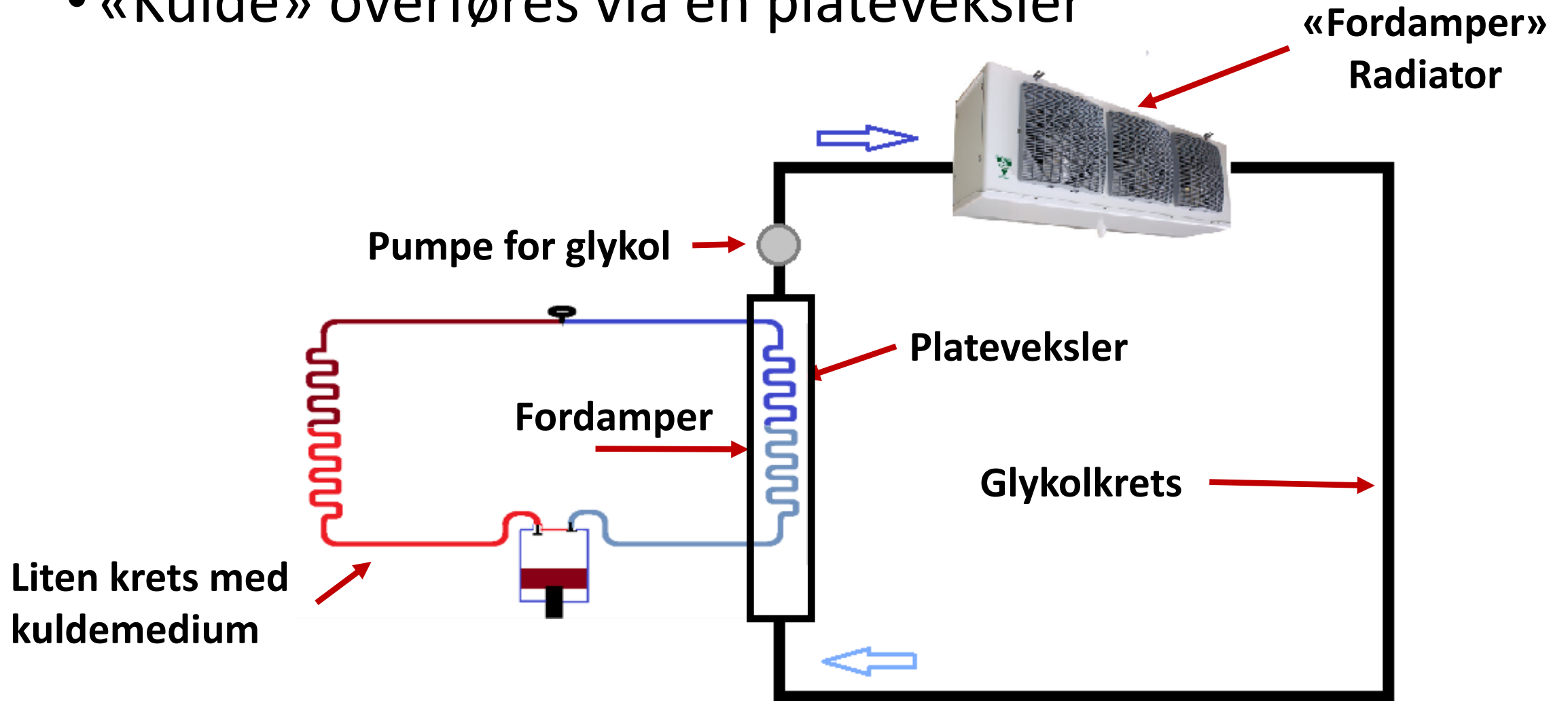
DX-anlegg (Direkte Ekspensjon)

- Ekspensjonsventilen sitter rett før fordamperen

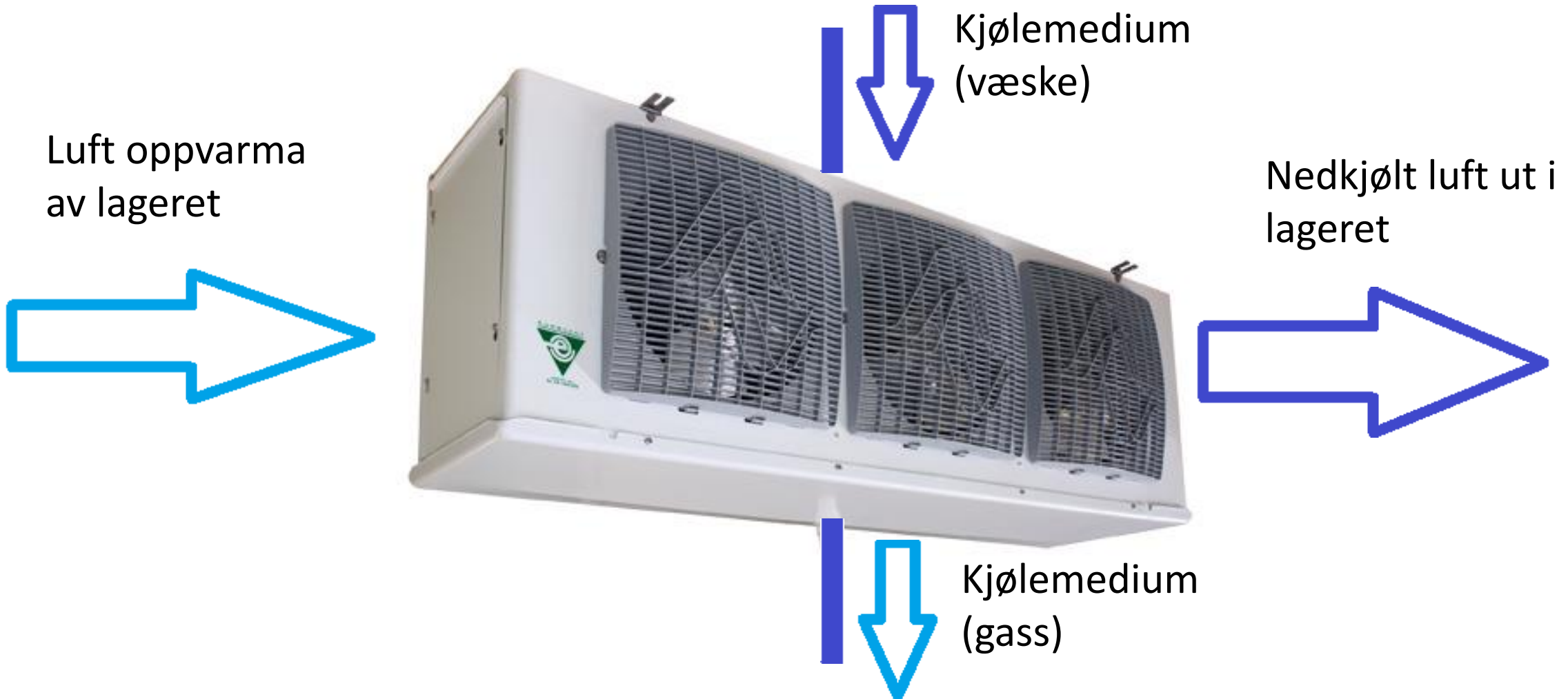


Glykolanlegg = «Isvann»

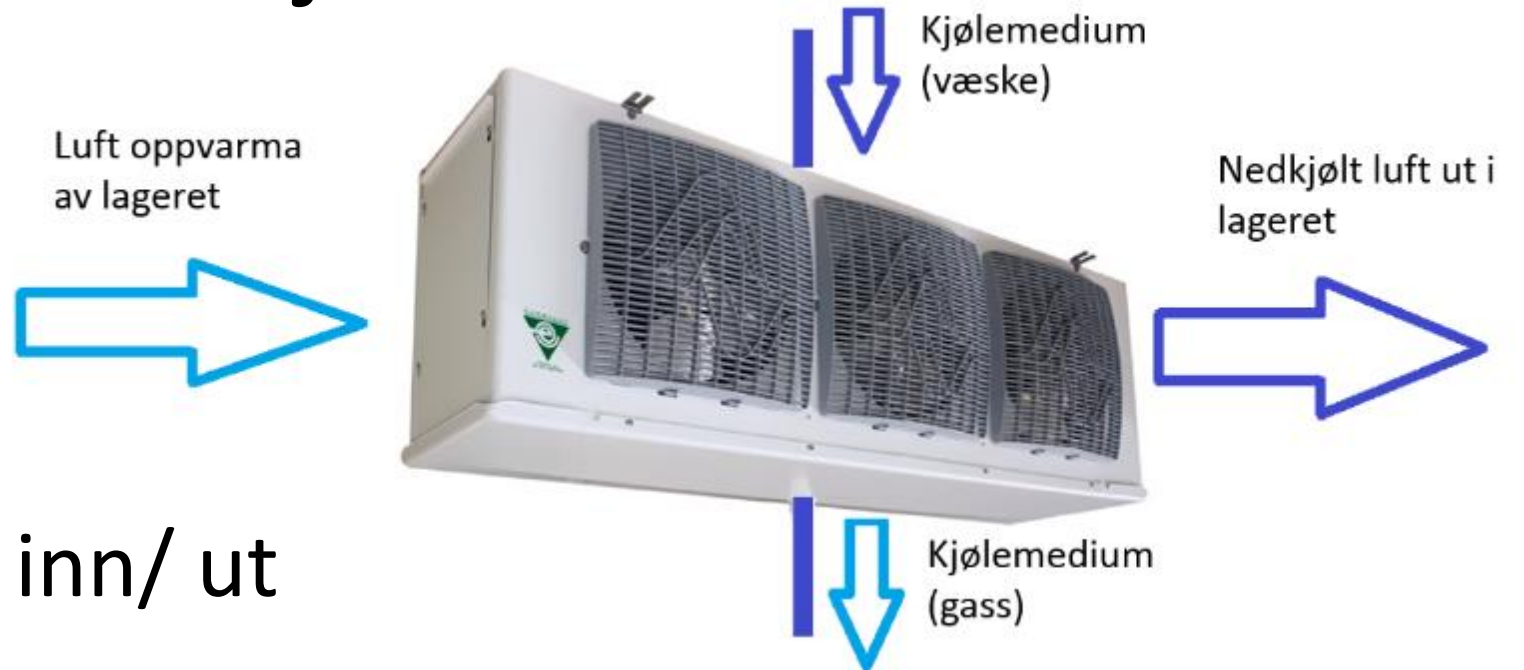
- «Kulde» overføres via en plateveksler



ΔT Temperaturforskjell



ΔT Temperaturforskjell



- ΔT – Kjølemedium inn/ ut
- ΔT – Luft inn/ ut
- ΔT – Kjølemedium og luft

Tørt og vått termometer



Fordampning krever energi => Det blir kaldere nå vann fordamper



Hva skjer ute i yr/ regn?

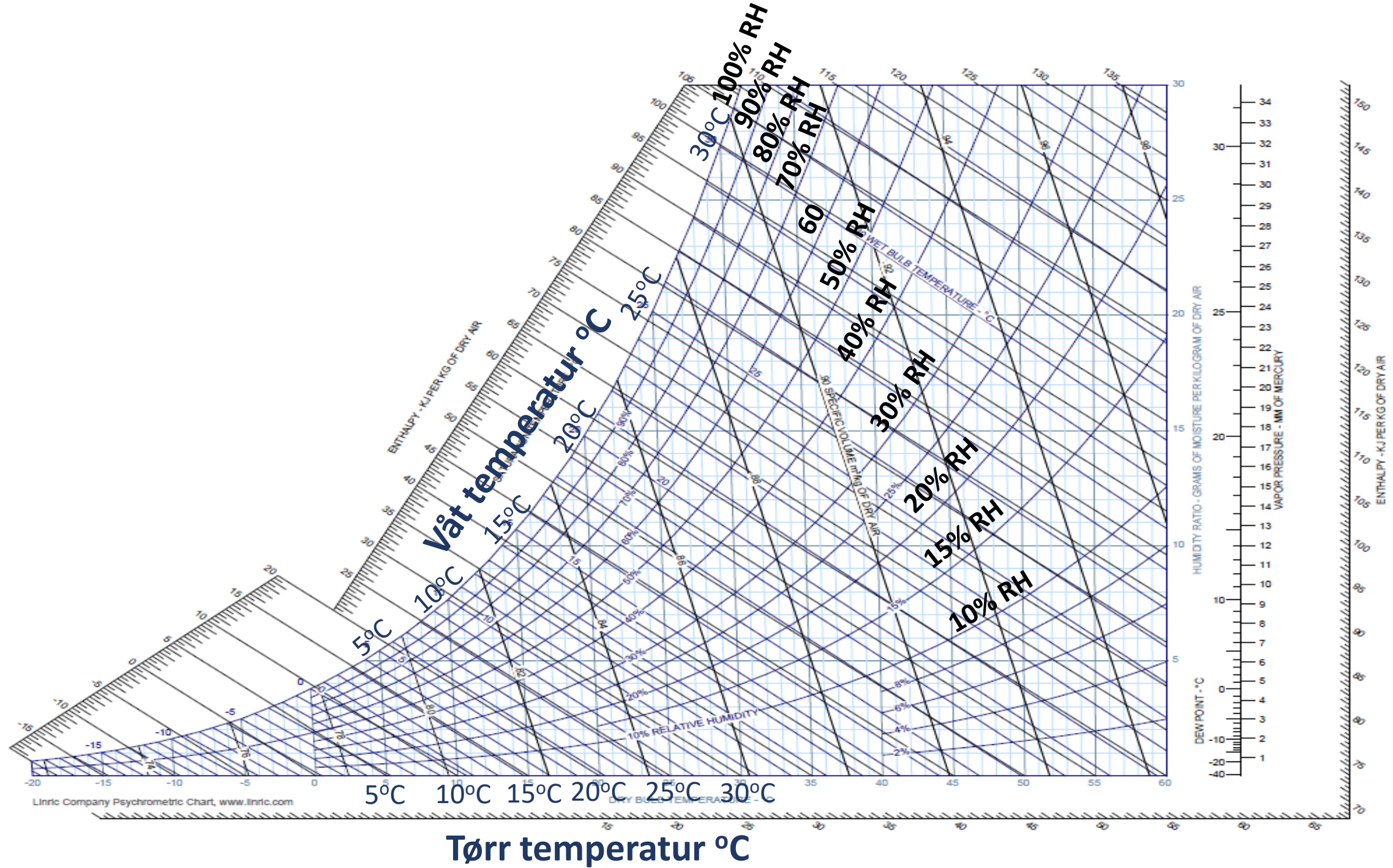


Våt temperatur

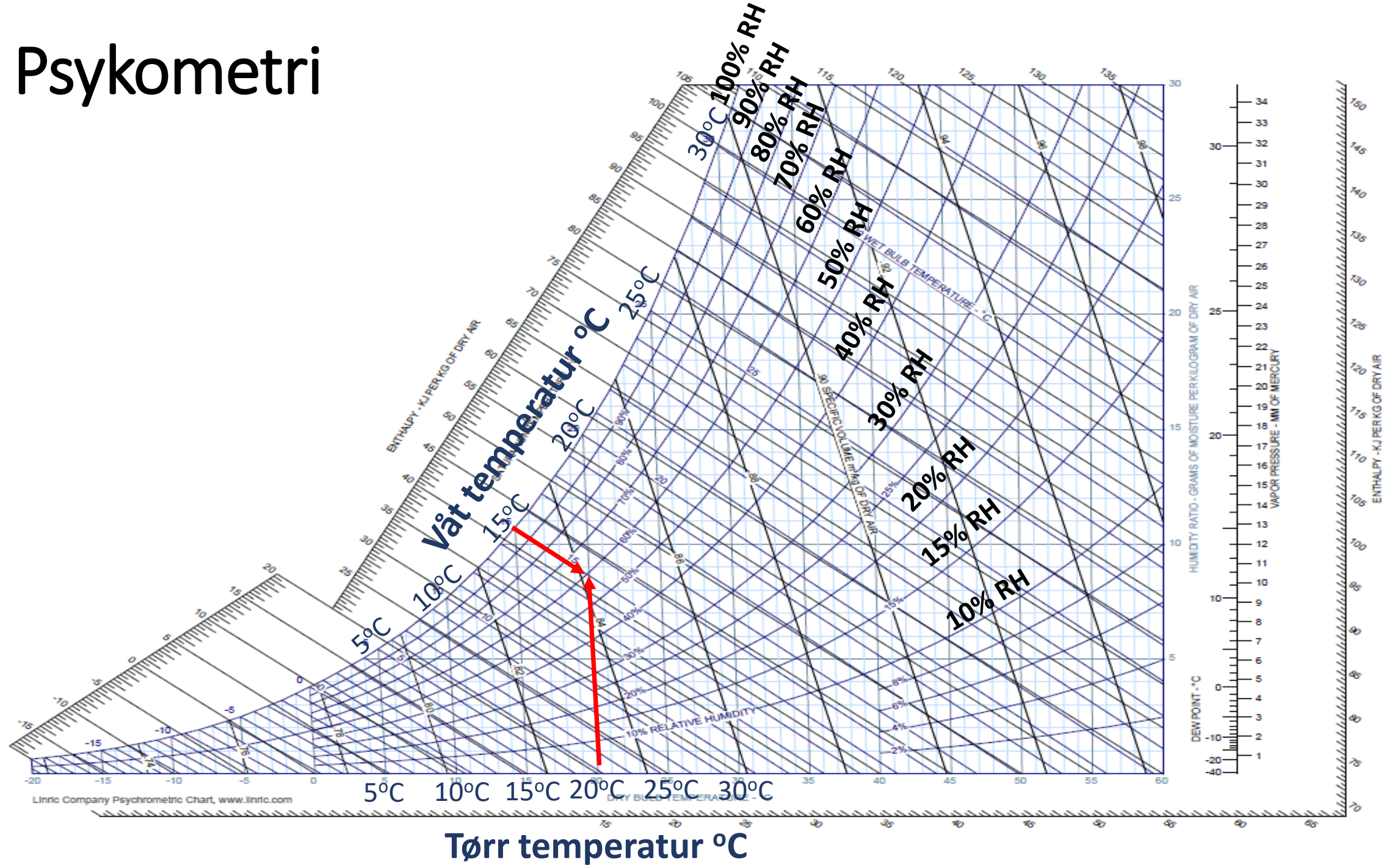
-



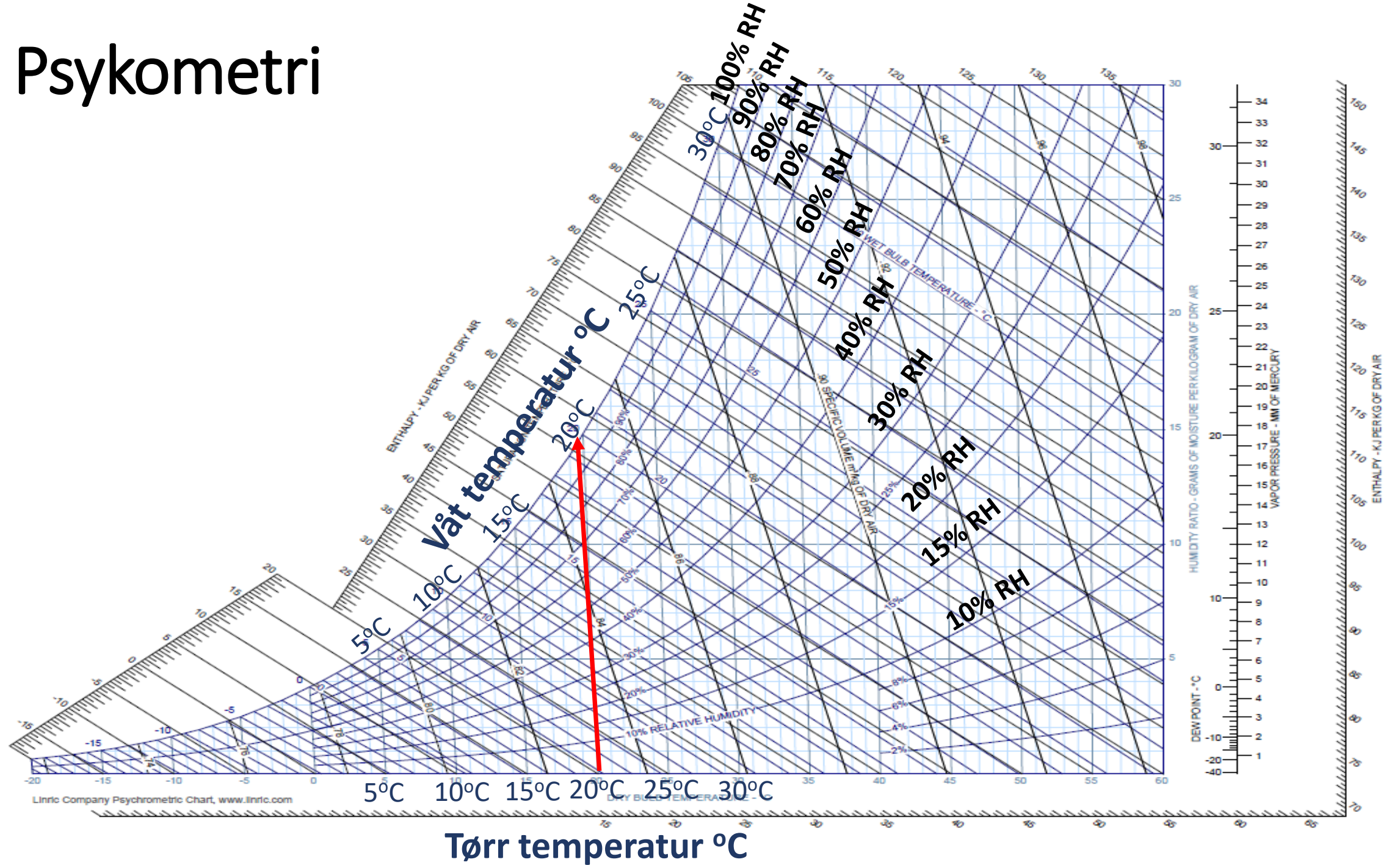
Tørr temperatur



Psykometri



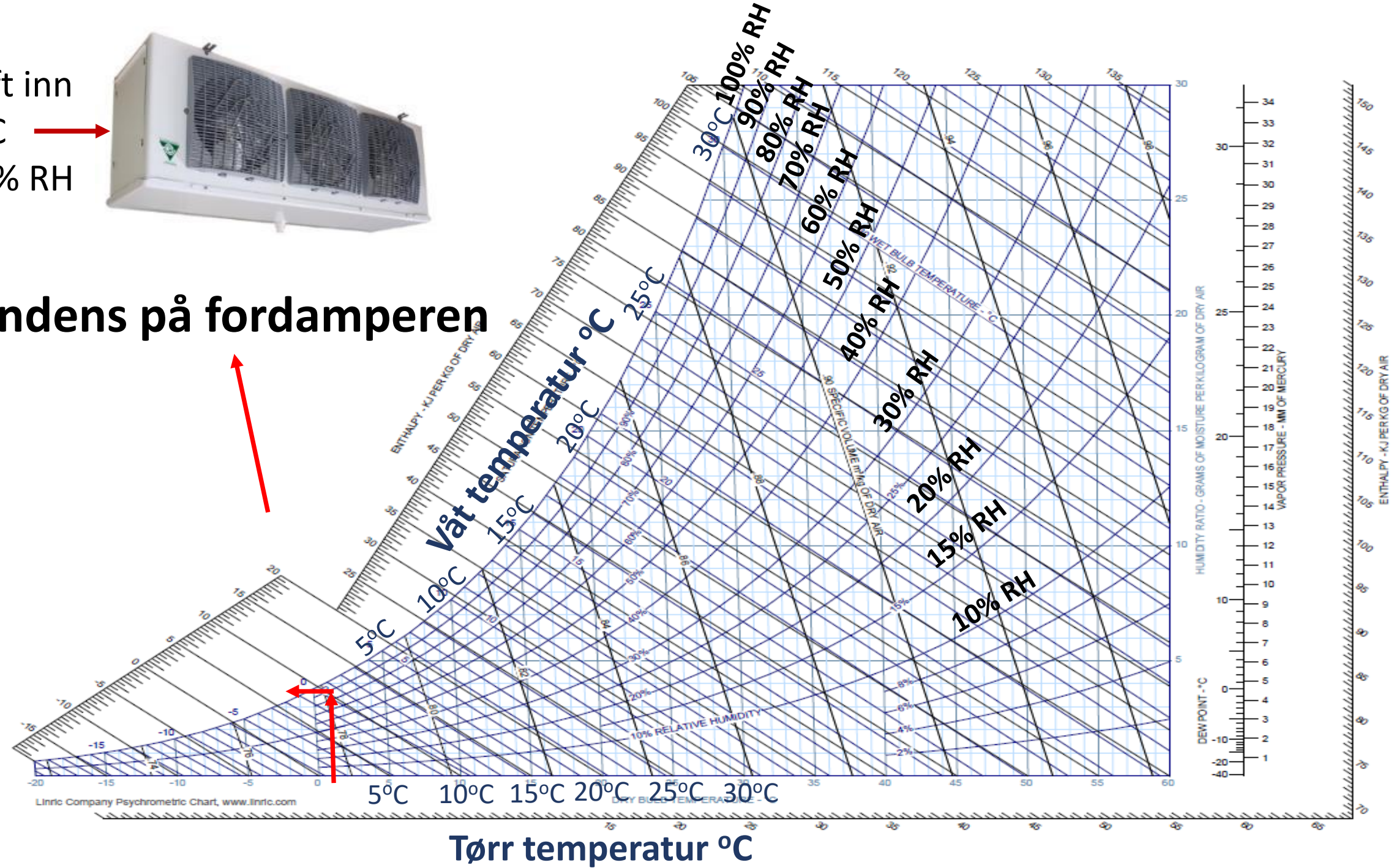
Psykometri



Luft inn
1°C
90% RH



Kondens på fordamperen



Tørr temperatur °C

Kondens og kuldegrader

=> IS





Is på fordamper må
smeltes

Avising koster tid og
energi

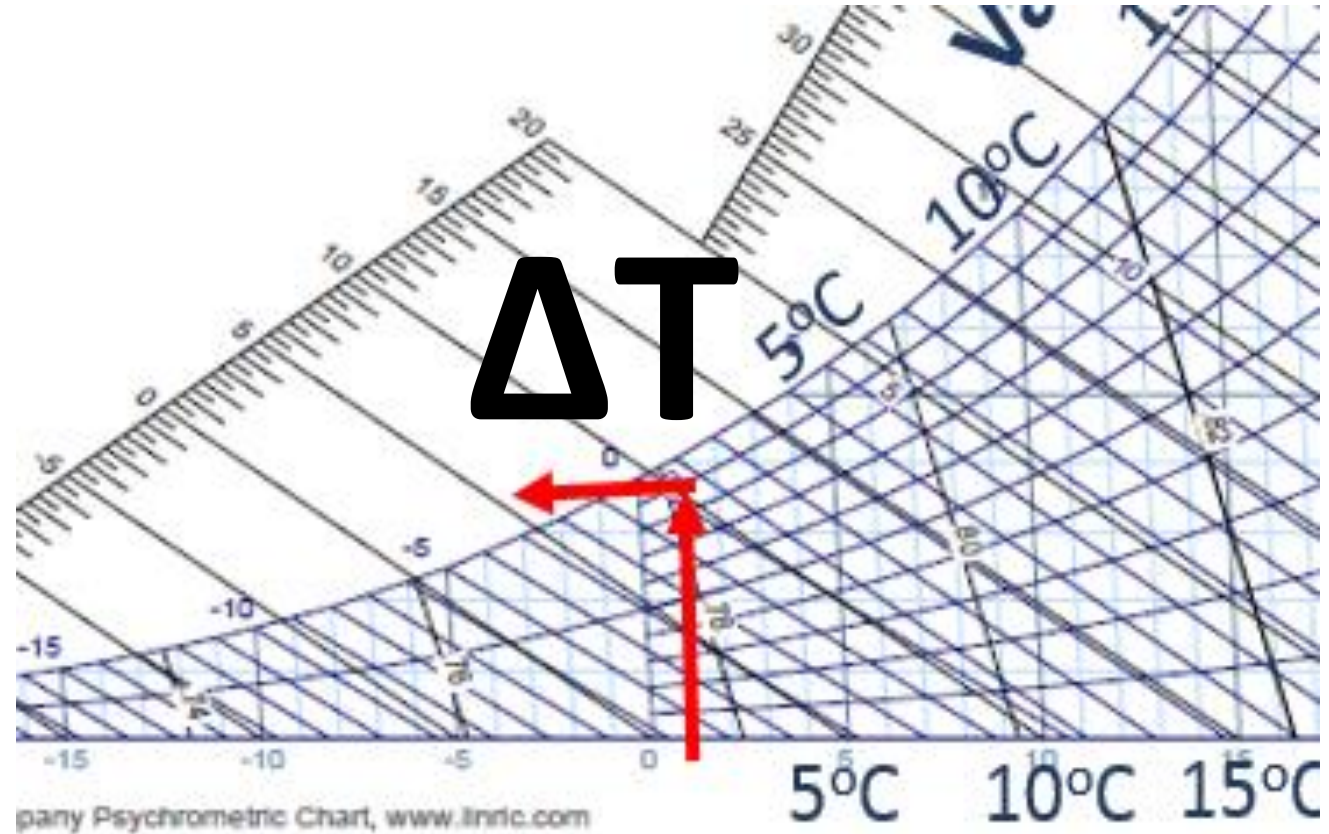
Tørr luft tørker ut
produktene

- **God fordamperkapasitet!**

=> Liten ΔT mellom kjølemedium og luft

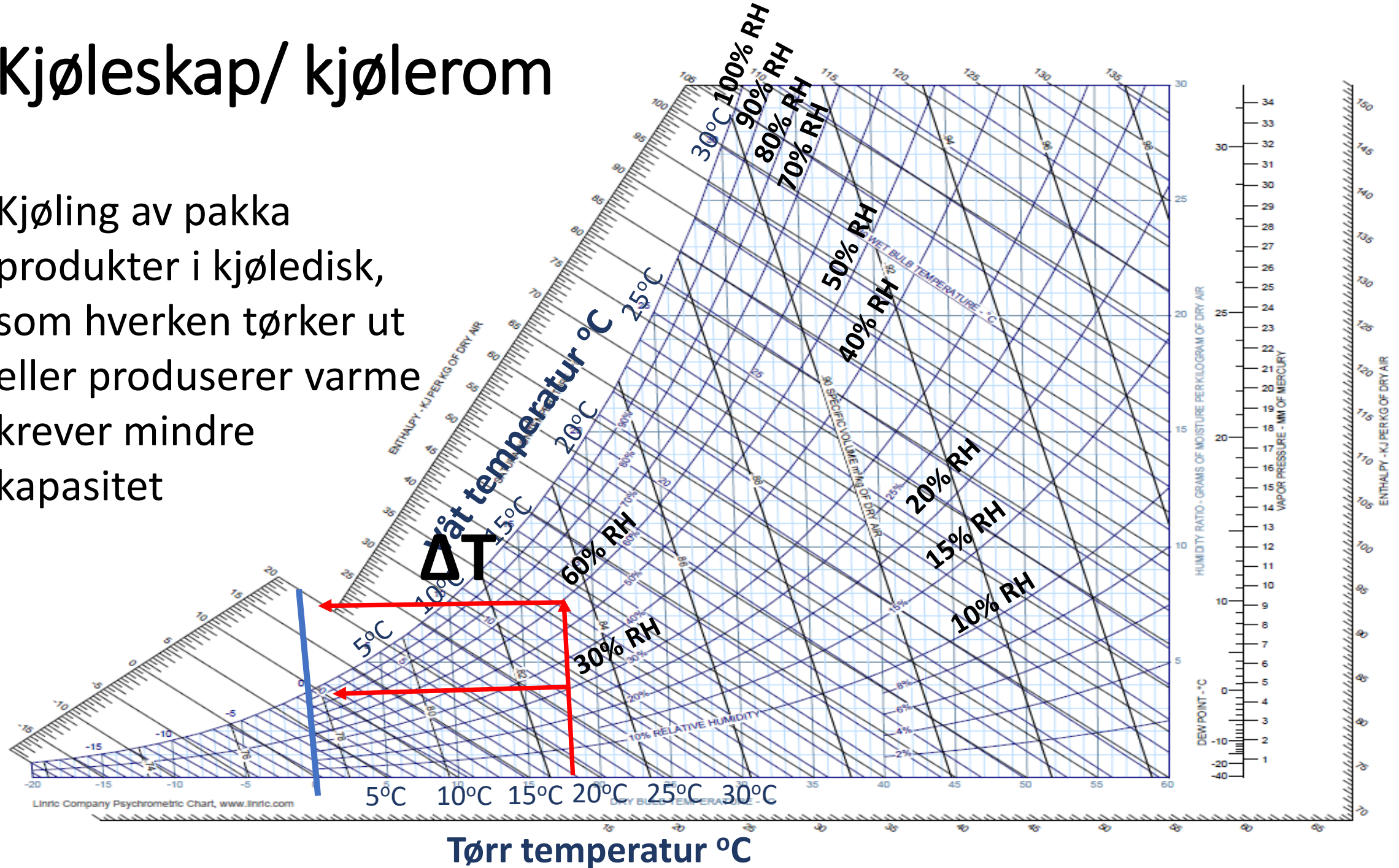
=> Mindre behov for avising

- Særlig viktig ved lav temperatur og høy luftfuktighet



Kjøleskap/ kjølerom

Kjøling av pakka produkter i kjøledisk, som hverken tørker ut eller produserer varme krever mindre kapasitet



Avisning koster

- Avsmelting med elektriske varmestaver i fordamper
 - Krever mye energi
- Oppvarma væske inn i fordamperen
 - Oppvarma glykol i retur
 - Oppvarma saltvann inn i fordamperen i egen krets
- Varemassen produserer mer varme hvis temperaturen i lageret stiger under avisning

Det koster, men det fungerer

Kapasitet!

Vacuumkjøling

