



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Varmepumper

Claus S. Poulsen

Centerchef, Civilingeniør

Teknologisk Institut, Center for Køle- og Varmepumpeteknik

21.november 2006

claus.s.poulsen@teknologisk.dk



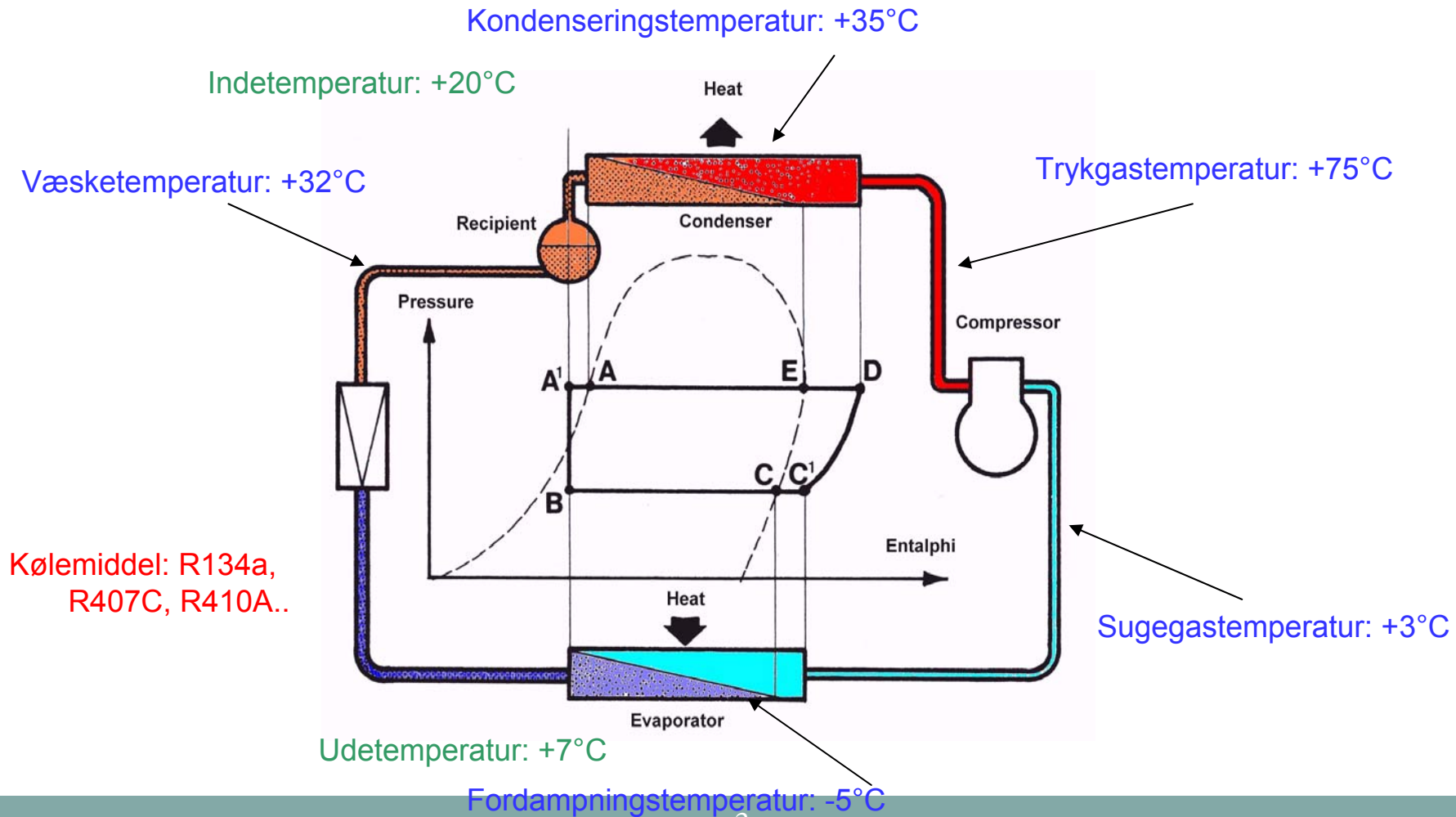
- Privat, selvejende institution – GTS Institut, grundlagt 1906
- Ca. 900 medarbejdere
- Center for Køle- og Varmepumpeteknik ca. 25 medarbejdere, som arbejder med forskning og udvikling, undervisning, laboratorieprøvninger og videnformidling
- Varmepumpeområdet en central aktivitet – startet i 1980 med oprettelse af Prøvestationen for Varmepumpeanlæg
- I dag en lang række forskning og udviklingsprojekter samt akkrediteret prøvningslaboratorium (bl.a. prøvninger for Energistyrelsen)
- Godkendelsesordning og kvalitetssikringsordning for varmpumpeanlæg

Varmepumper

Grundprincippet, kølemidler, energi og temperaturer



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Varmepumpernes historie

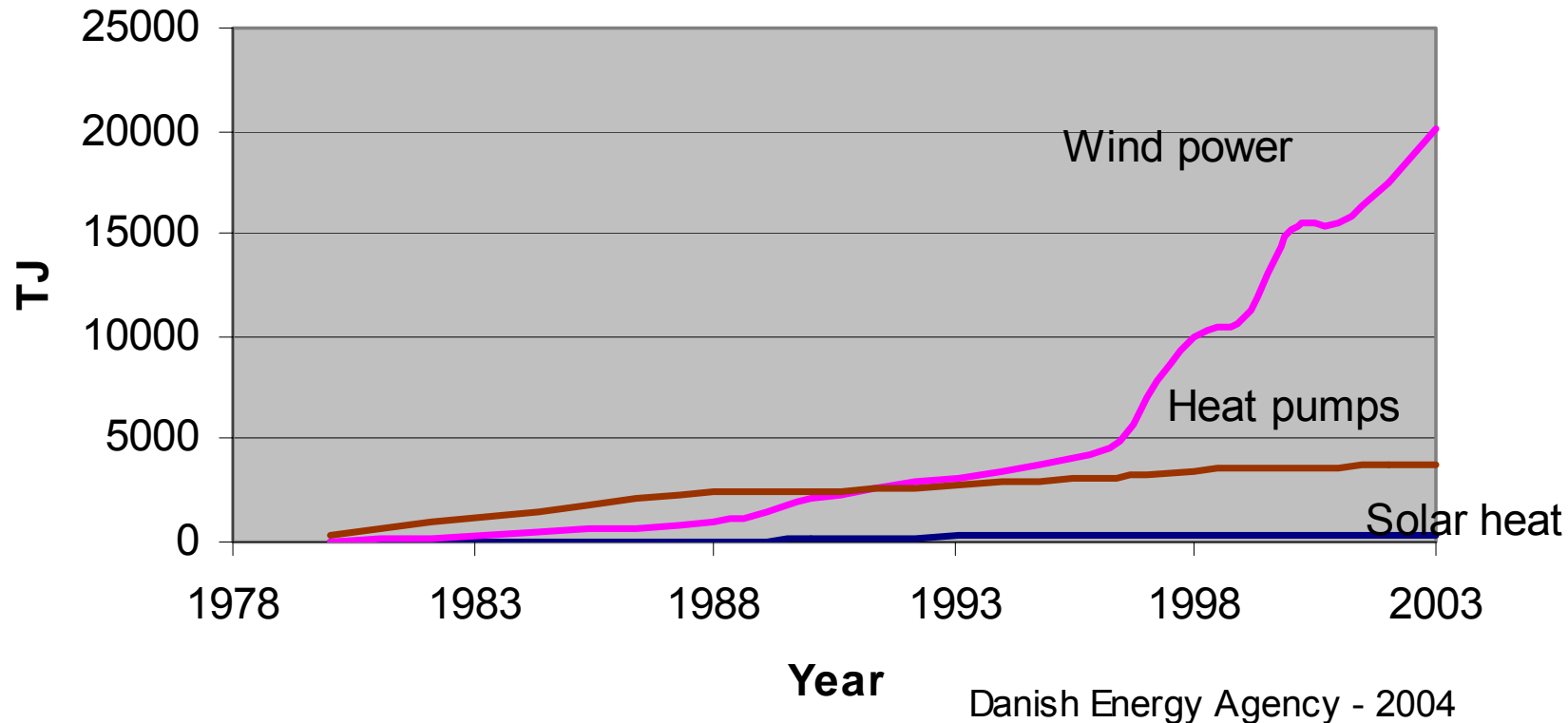


TEKNOLOGISK
INSTITUT

- Oliekrise i starten af 70'erne satte gang i udviklingen af alternative energikilder.
- I starten af 80'erne indførtes tilskud til installation af varmepumpeanlæg og andre vedvarende energikilder (samt igangsættelse af Prøvestationen for Varmepumpeanlæg).
- I 1994 indførtes en Kvalitetssikringsordning for installatører (Varmepumpeordningen).
- Ved udgangen af 2001 afskaffede regeringen tilskuddet
- Systemgodkendelsesordning og kvalitetssikringsordning for installatører kører videre i frivilligt regi.
- TI kører i dag kvalitetssikringsordning for producenter – støttet af ENS.
- I gennem årene er der gennemført et utal af F&U aktiviteter indenfor varmepumpeområdet – den danske branche står stærkt rent teknisk



Production of renewable energy in DK



De små varmepumper – individuel opvarmning



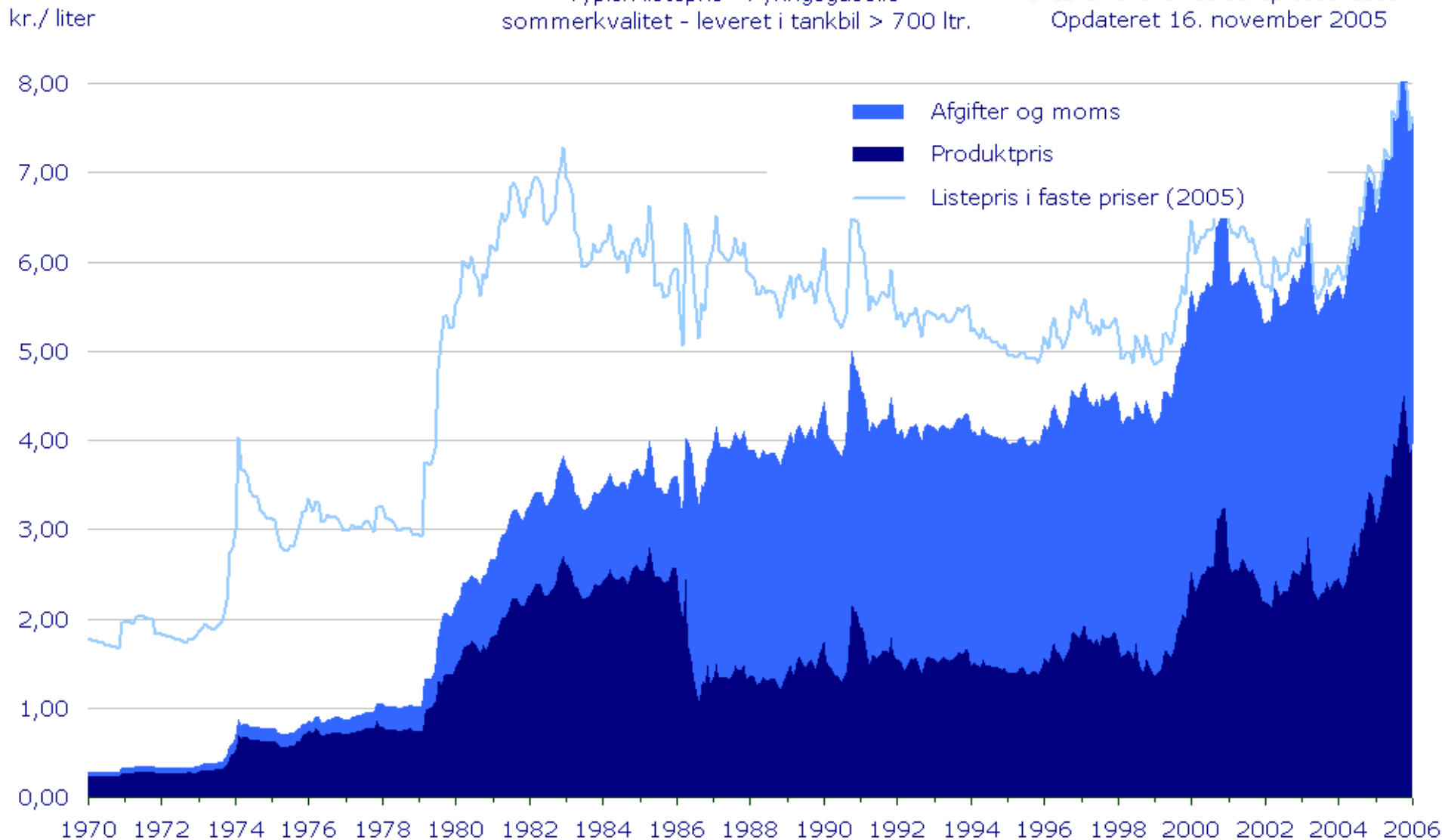
TEKNOLOGISK
INSTITUT

- Der sælges ca. 10-15.000 anlæg pr. år i DK (forventes at stige yderligere i 2007)
- I Norge sælges mere end 50.000 anlæg årligt (hovedsageligt luft/luft)
- I Sverige sælges ca. 60.000 anlæg årligt (hovedsageligt ”bergvarme”)

- Solid dansk branche med mange ”brands” (eks. Genvex og Nilan)
- Stor fokus i EU og efterhånden også nationalt
- Kyoto protokol (CO₂ emission)
- Nyt bygningsreglement – hvilket giver varmepumperne helt nye muligheder
- etc. etc. etc.....

Typisk listepris - Fyringsgasolie
sommerskvalitet - leveret i tankbil > 700 ltr.

Oliebranchens Fællesrepræsentation
Opdateret 16. november 2005



Hvad sker der i 2006?



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Oliepris: 4/5 2004: 6,11 kr./liter
 4/5 2006: 8,17 kr./liter, stigning = 34%

Mellem 200 og 500 besøg ugentligt på varmepumpeinfo.dk – meget højere besøgstal end i "tilskudsdagene"

En optimistisk branche og kraftig vækst i antallet af importerede anlæg (specielt luft/luft)

Stor interesse fra myndighederne – varmepumpen er igen "IN"

Men der stilles store krav til producenter, leverandører, myndigheder og rådgivere -> vi skal ikke gentage de kedelige historier fra 70'erne og starten af 80'erne



Energipolitikken indeholder nu ordet ”varmepumper”

”Der synes, at være et stort potentiale i en øget udviklingsindsats indenfor investeringslette varmepumpesystemer. Som følge af synergieffekter mellem forbedringer i klimaskærmen og installationen af varmepumpesystemer kunne det være hensigtsmæssig at integrere rådgivning om varmepumpesystemer med energispareindsatsen” – kilde: Energistyrelsen, Perspektiver for den danske varmeforsyning frem mod 2025, juni 2005

Varmepumper



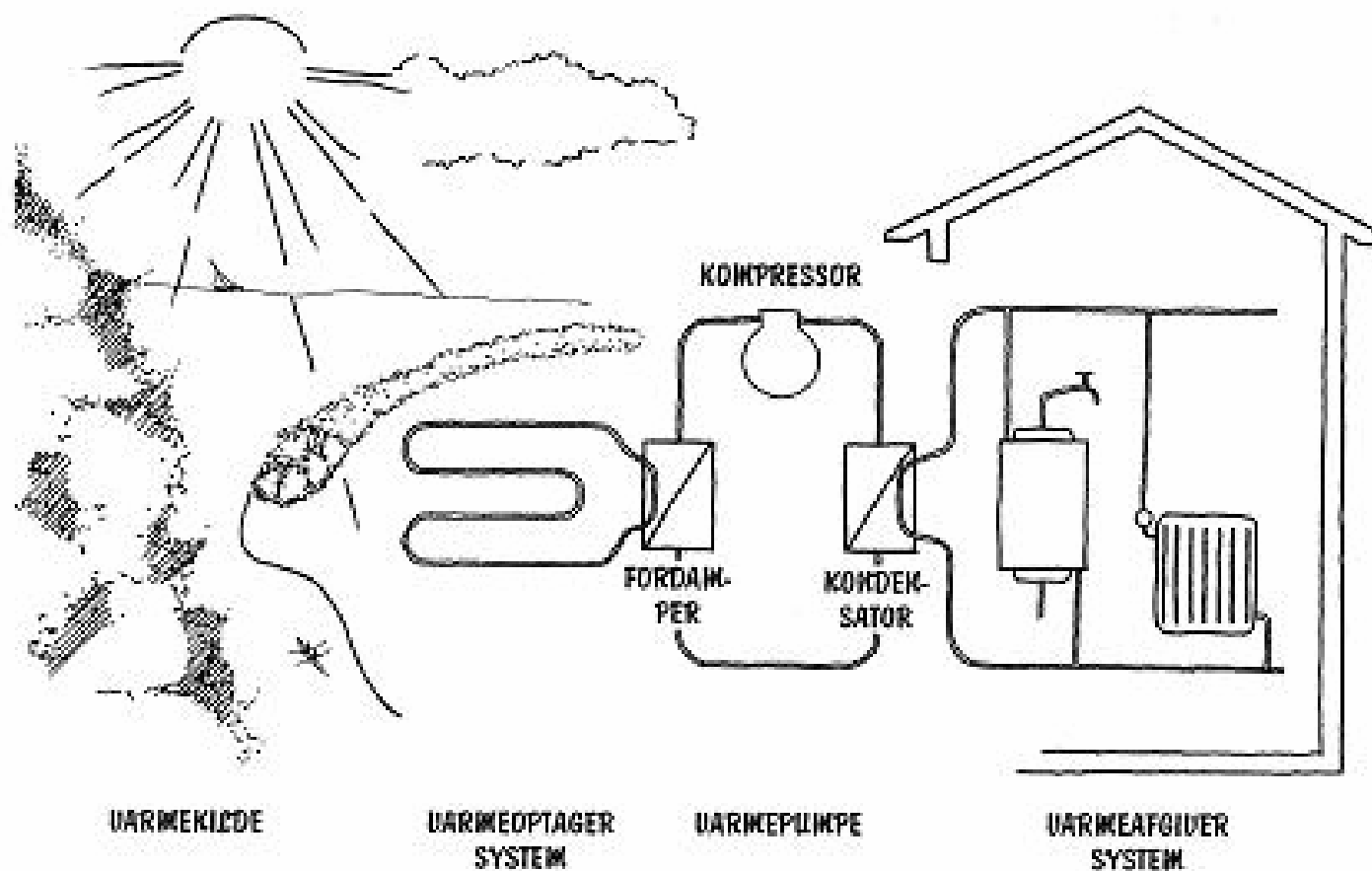
TEKNOLOGISK
INSTITUT

Varmepumper er vedvarende energi!

Flere anlægstyper:

- Luft/luft – henter energi fra udeluft eller afkastluft og afgiver denne til indeluften (enten direkte eller via ventilationssystem)
- Luft/vand - henter energi fra udeluft eller afkastluft og afgiver denne til vandbårent afgiversystem
- Væske/vand (vand/vand) – henter fra energi fra jordslange, energiabsorber eller grundvand og afgiver denne til vandbårent afgiversystem
- Brugsvand – henter energi fra afkastluft, udeluft eller jordslange og afgiver denne til brugsvandsbeholder
- Varmegenvinding eller boligventilationsvarmepumper – mange forskellige kombinationer

Fælles for alle er at der skal drivenergi til at drive anlægget – normalt el.



Begreber



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Varmekilde: Der hvor varmepumpen henter sin varme (kold side)

Varmeoptager: Den komponent, der henter varmen fra varmekilden (eksempelvis jordslangen)

Varmedræn: Der hvor varmepumpen afleverer sin varme (varm side).

Varmeafgiver: Den komponent, der afgiver varmen til varmedrænet (eksempelvis radiatorsystemet)

Ydelse: Anlæggets varmeydelse i en given driftstilstand (kW)

Effektfaktor: Varmepumpens effektivitet (COP) ved en given driftstilstand (afgivet effekt/tilført effekt)

Nyttevirkning: Anlægget energimæssige effektivitet (afgivet energi/tilført energi) set over en periode (f.eks. et år)



Du er her: Information om varmempumper

- Forside ▲
- FAQ - spørgsmål og svar
- For fabrikanter og installatører
- Godkendelsesordning for klima- og varmepumpeanlæg
- Hvad er en varmepumpe ?
- Hvordan kommer jeg i gang?
- Kontakt
- Links
- Liste over godkendte anlæg (positivliste)
- Relevant materiale vedrørende varmepumper
- Udviklingsprojekter vedrørende varmepumper
- Økonomi - beregningseksempler


Information om varmepumper

På denne side finder De mere information om varmepumper.

Klik på et af emnerne til venstre og De kan finde mere information.

NY POSITIVLISTE med 54 godkendte anlæg offentliggjort 14.februar 2006 - se den opdaterede liste over systemgodkendte varmepumpeanlæg - [KLIK HER](#) eller se [link til venstre](#).

Pr. 1.november 2005 startede den nye "Kvalitetssikringsordningen for Varmepumpeanlæg" som er økonomisk støttet af Energistyrelsen og beliggende på Teknologisk Institut, Center for Køle- og Varmepumpeteknologi. Der er i den forbindelse etableret et sekretariat, som skal hjælpe producenter af varmepumpeanlæg med tekniske spørgsmål, råd omkring nationale og internationale godkendelser, deltagelse i nationalt og internationalt norm- og standardiseringsarbejde samt supportere Varmepumpeordningen (VPO). Se mere på "[For fabrikanter og installatører](#)"

Vigtig information - huskeliste med en række vigtige informationer om forskellige forhold i forbindelse med køb af varmepumpe. 
[Huskeliste før køb af varmepumpe \(42 KB\)](#)

Frivillig Systemgodkendelsesordning

Udover Energistyrelsens "Kvalitetssikringsordningen for Varmepumpeanlæg" administrerer Teknologisk Institut en frivillig Systemgodkendelsesordning, som skal sikre forbrugerne et fornuftigt grundlag at vælge deres varmepumpe ud fra.

Formål med systemgodkendelsesordningen

Systemgodkendelsesordningens hovedformål er at virke for, at ydeevne, driftssikkerhed og levetid for varmepumpeanlæg forbedres.

Instituttets prøvningsfaciliteter - varmepumper og airconditionanlæg

Teknologisk Institut råder over og har udviklet laboratorie- og prøvningsfaciliteter, hvor de krævede prøvninger kan gennemføres efter gældende normer og standarder (p.t. EN14511, EN255-3).

Der er gennemført over 180 prøvninger i henhold til de 2 standarder siden starten af 80'erne. Prøvningerne er blevet udført nå

www.varmepumpeinfo.dk

Side 4

Producent / leverandør	Fabrikat / Anlægsbetegnelse	Godkendelsesnummer	Type	Varmevædi- ses, kW (tht. EN14511)	COP (EN14511)	Køleeffektseffektivitet (kW / tht. EN14511)	EEER (EN14511)
Gidex ApS Vinkelvej 4 8620 Kjellerup tlf: 86 88 34 22 www.gidex.dk	Toshiba RAS-10 JKVP-E/ JAVP-E	663	Luft/ Luft	-	-	Opgives ikke for varmepumpe	Opgives ikke for varmepumpe
IVT Naturvarme A/S Hovedgaden 36 4520 Svinninge tlf: 59 21 22 23 www.naturvarme.dk	Sharp Nordic Inverter AY-X10CR	671	Luft/ Luft	4,1	3,4	Opgives ikke for varmepumpe	Opgives ikke for varmepumpe
IVT Naturvarme A/S Hovedgaden 36 4520 Svinninge tlf: 59 21 22 23 www.naturvarme.dk	HT PLUS C6	672	Væske/ vaad	5,6	3,5	Opgives ikke for varmepumpe	Opgives ikke for varmepumpe
IVT Naturvarme A/S Hovedgaden 36 4520 Svinninge tlf: 59 21 22 23 www.naturvarme.dk	HT PLUS C7	673	Væske/ Vaad	7,1	3,6	Opgives ikke for varmepumpe	Opgives ikke for varmepumpe
IVT Naturvarme A/S Hovedgaden 36 4520 Svinninge tlf: 59 21 22 23 www.naturvarme.dk	HT PLUS C9	674	Væske/ vaad	8,7	3,6	Opgives ikke for varmepumpe	Opgives ikke for varmepumpe
IVT Naturvarme A/S Hovedgaden 36 4520 Svinninge tlf: 59 21 22 23 www.naturvarme.dk	Optima 700	675	Luft/ vaad	7,0	3,3	Opgives ikke for varmepumpe	Opgives ikke for varmepumpe
IVT Naturvarme A/S Hovedgaden 36 4520 Svinninge tlf: 59 21 22 23 www.naturvarme.dk	Optima 500	676	Luft/ vaad	5,1	3,4	Opgives ikke for varmepumpe	Opgives ikke for varmepumpe
Jysk Varmepumpeteknik Engvej 3, Søbersund 9240 Nibe tlf: 98 35 55 00 www.jvt.dk	LV2008	681	Luft/ vaad	9,4	3,4	Opgives ikke for varmepumpe	Opgives ikke for varmepumpe
KH Nordtherm A/S Romersvej 30 7430 Ikast tlf: 97 15 46 00 www.kh-nordtherm.dk	Combi / Standard 305	641	Væske/ Vaad	5,1	3,3	Opgives ikke for varmepumpe	Opgives ikke for varmepumpe
KH Nordtherm A/S Romersvej 30 7430 Ikast tlf: 97 15 46 00 www.kh-nordtherm.dk	Combi / Standard 307	642	Væske/ Vaad	7,0	3,5	Opgives ikke for varmepumpe	Opgives ikke for varmepumpe



- Afstandskrav til drikkevandsboringer
- Krav om tæthedsprøvning af slanger efter nedgravning
- Angivelse af tilladte frostsikringsmidler
- Angivelse af tilladte rør

Ny bekendtgørelse på vej – formodentlig klar i starten af
2007

Andre vigtige forhold



25 – 35 m jordslange pr. kW dimensionerende varmetab

Slangetyper: normalt PEL-, PEM- eller PEX-rør

Nedgravningsdybde 70-90 cm.

Afstand mellem slanger 1 – 1,25 m.

Vælg den rigtige størrelse varmepumpe – må hverken være for stor eller for lille

Brugsvandsbeholderen bør ”passe” til familiens behov..

Årsnyttevirkning for udvalgte anlægstyper



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Luft/luft: 2,8 – 3,4 (men HUSK, at den kun dækker en mindre del af husets samlede varmebehov)

Luft/vand: 2,6 – 3,4

Væske/vand (jordvarme): 3 – 4 (de bedste anlæg er "behovsstyrede")

Udvikling: Nye kølemidler (specielt CO₂) og kapacitetsregulering (behovsstyring)

Varmepumper og kølemidler



TEKNOLOGISK
INSTITUT

I slutningen af 90'erne fokus på kulbrinter (propan og isobutan)
...men da disse er brandfarlige → CO₂

Udfasningsbekendtgørelse f-gasser (bl.a. HFC-kølemidlerne):

Anlæg under 150 g → HFC forbudt allerede nu

Anlæg over 10 kg → HFC forbudt efter 1.januar 2007

Varmepumper dog fritaget, men stor fokus på området...

Undtagelser



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Varmepumper, airconditionanlæg (komfortkøling) og affugtere med fyldninger over eller lig 10 kg HFC-er forbudsdato: 1. januar 2007

Køleanlæg, varmepumper, airconditionanlæg (komfortkøling) og affugtere med fyldninger mellem 0,15 kg og 10 kg HFC er undtaget

Kølesystemer til varmegenvinding, og som primært er samlet ved svejsning eller lodning i et kompakt kabinet færdigsamlet fra fabrik, og med en fyldning mindre end eller lig 50 kg HFC er undtaget

Vaccinekølere med HFC er undtaget

Mobile køleanlæg med HFC er undtaget

Aircondition i køretøjer samt fly med HFC er undtaget

Lavtemperaturfrysere (temperaturer under 50° C) med HFC er undtaget

Laboratorieudstyr er undtaget

Testfaciliteter til afprøvning af køleudstyr er undtaget

Hvorfor CO₂

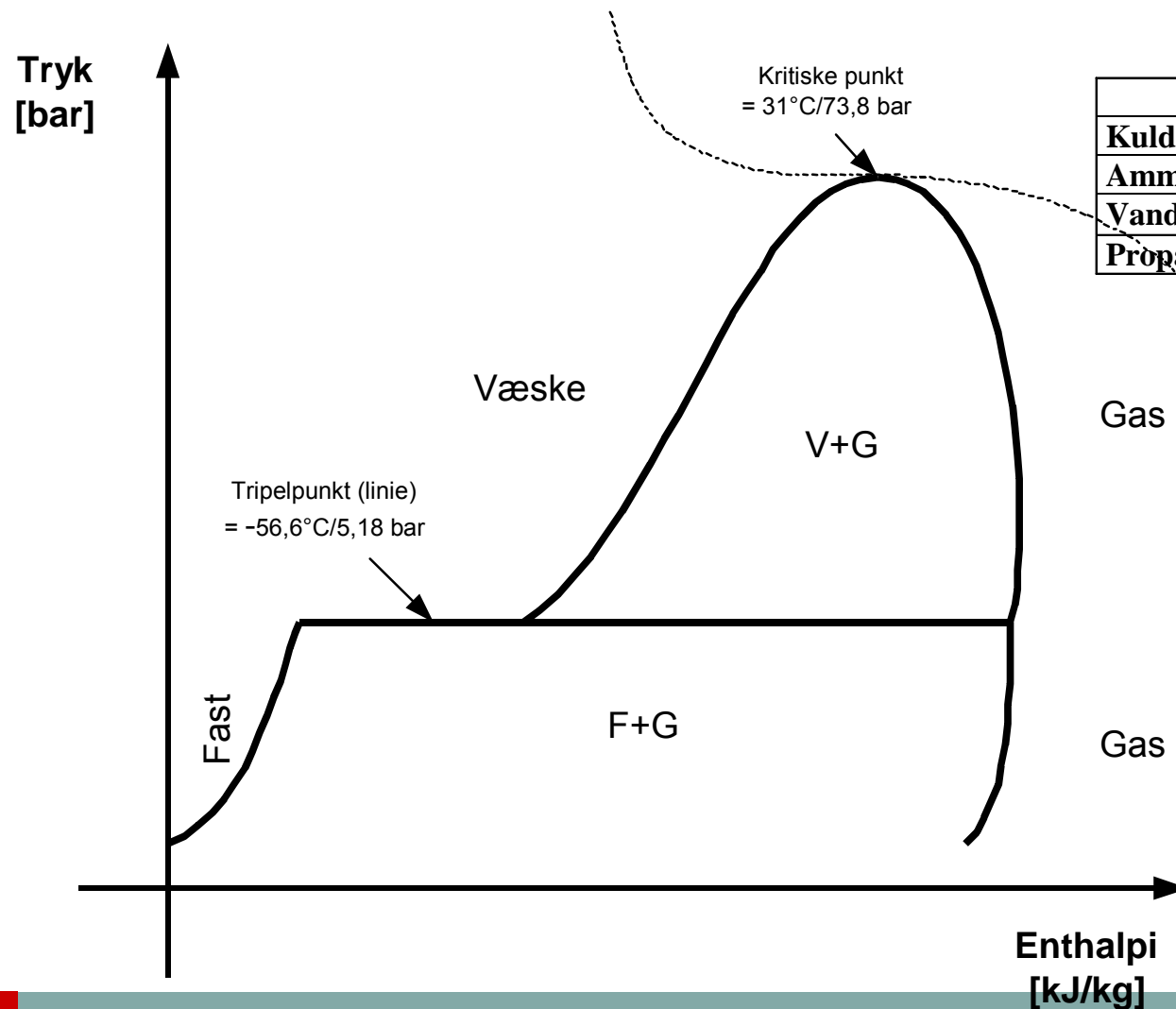


- ikke brandfarlig
- er principielt ugiftigt, men påvirker åndedrættet ved koncentrationer over 5000 ppm (vol)
- høj volumetrisk kuldeydelse
- lave tryktab og god varmeovergang
- høj isentropisk virkningsgrad for kompressor pga. lille trykforhold
- høj COP for varmepumpedrift ved udnyttelse af temperaturglid
- blandbar med esterolier ligesom HFC-kølemidlerne
- tørrefilter, skueglas og afspærringsventiler "identiske" med udstyr, der anvendes til HFC-kølemidlerne
- kompatibel med de fleste metaller og elastomerer.

Noget anderledes end andre kølemidler !

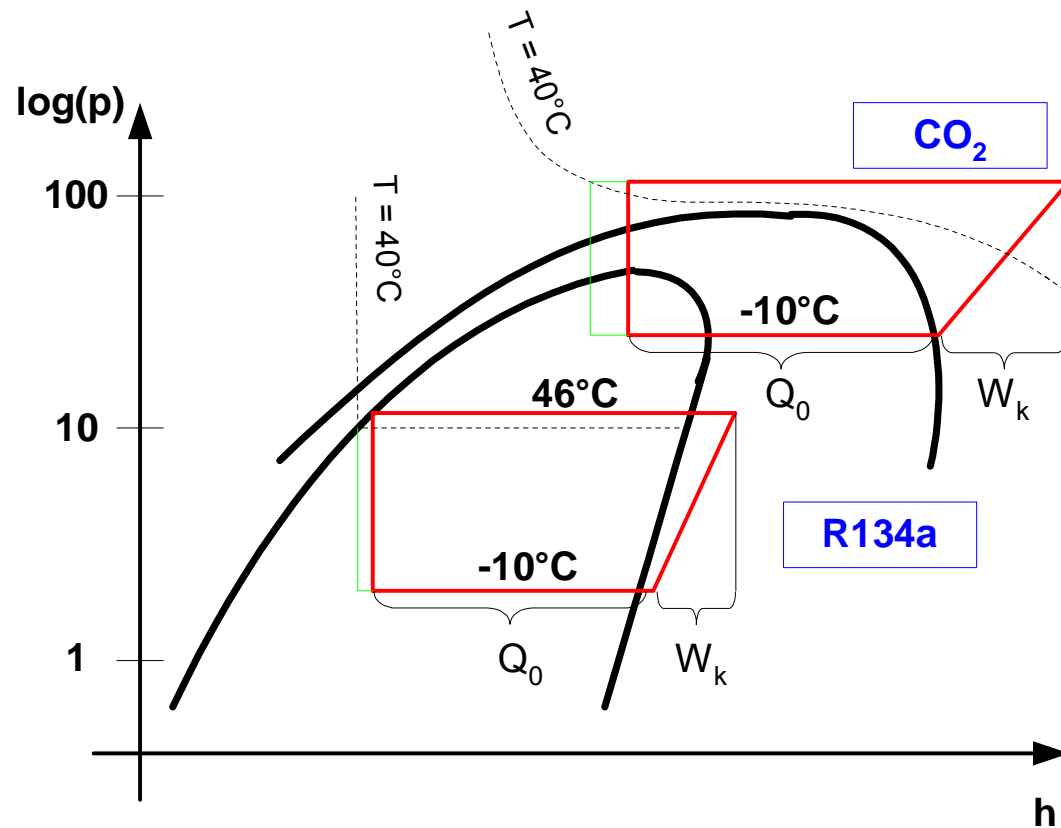


**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

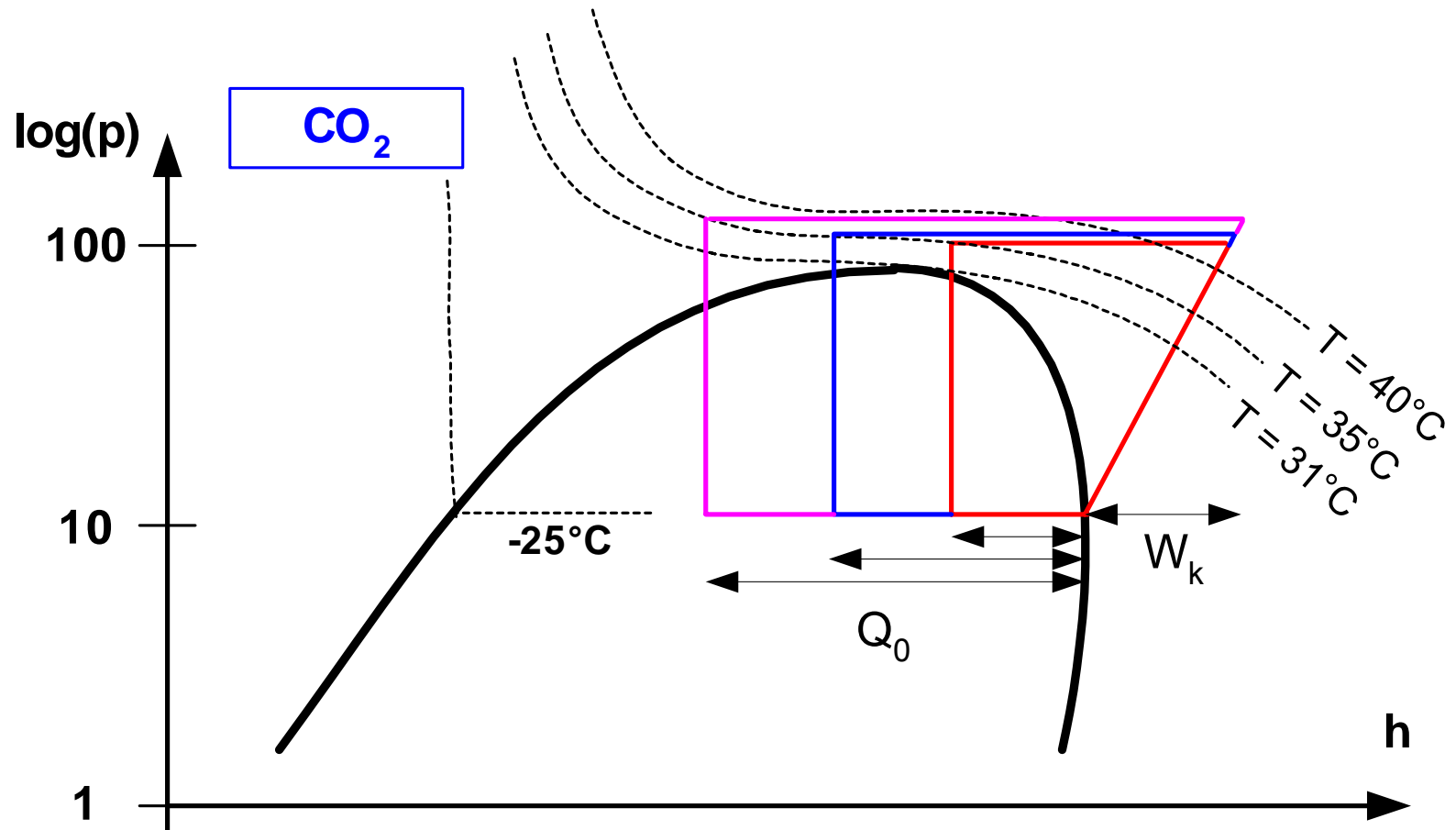


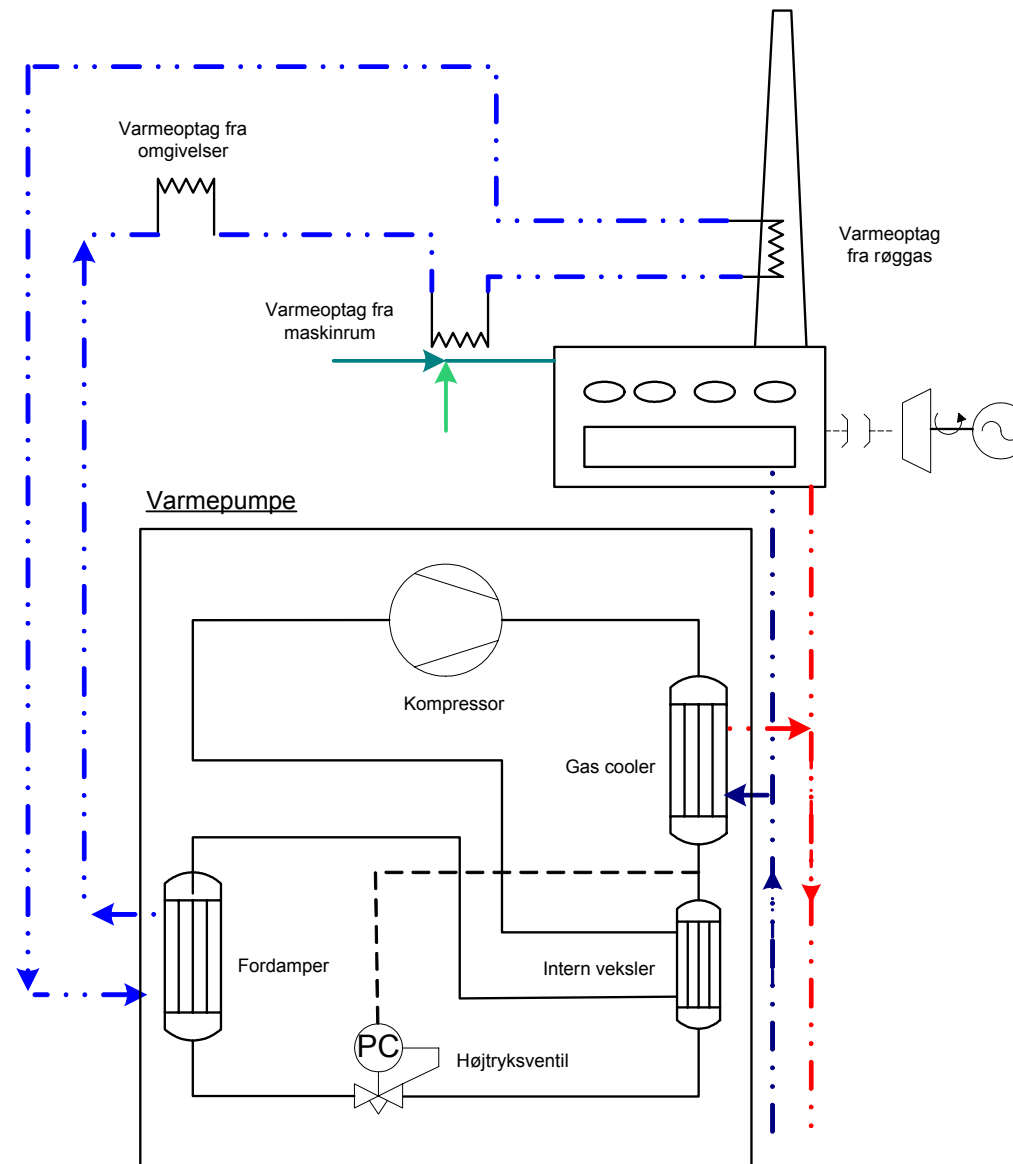
	Tripelpunkt	Kritisk punkt
Kuldioxid	-56,6°C/5,18 bar	31°C/73,8 bar
Ammoniak	-77,6°C/0,06 bar	132°C/113 bar
Vand	~0°C/0,006 bar	374°C/22 bar
Propan	-188°C/0,0003 Pa	96,7°C/42,4 bar

CO₂ - log(p), h-diagram



Trykregulering - gaskøler





Kravspecifikation - varmepumpe



TEKNOLOGISK
INSTITUT

- Høj afgangstemperatur > 80°C
- Høj effektivitet > 3,5
- Ydelse ca. 1,5 MW til en 4 MW gasmotor
- Mulighed for anvendelse af "gratis" varme som varmekilde
- Økonomi – skal naturligvis kunne svare sig for værket.
- Eldrevet – eller direkte drevet?

Andre varmepumpetyper..



NH₃ (ammoniak) varmepumpe – eldrevet:

Mulig løsning – tekniske ”barrierer”, der skal overvindes (olieretur, høj trykgastemperatur ved et-trins system, stadig kun højtemperaturkompressorer på prototypestadie)

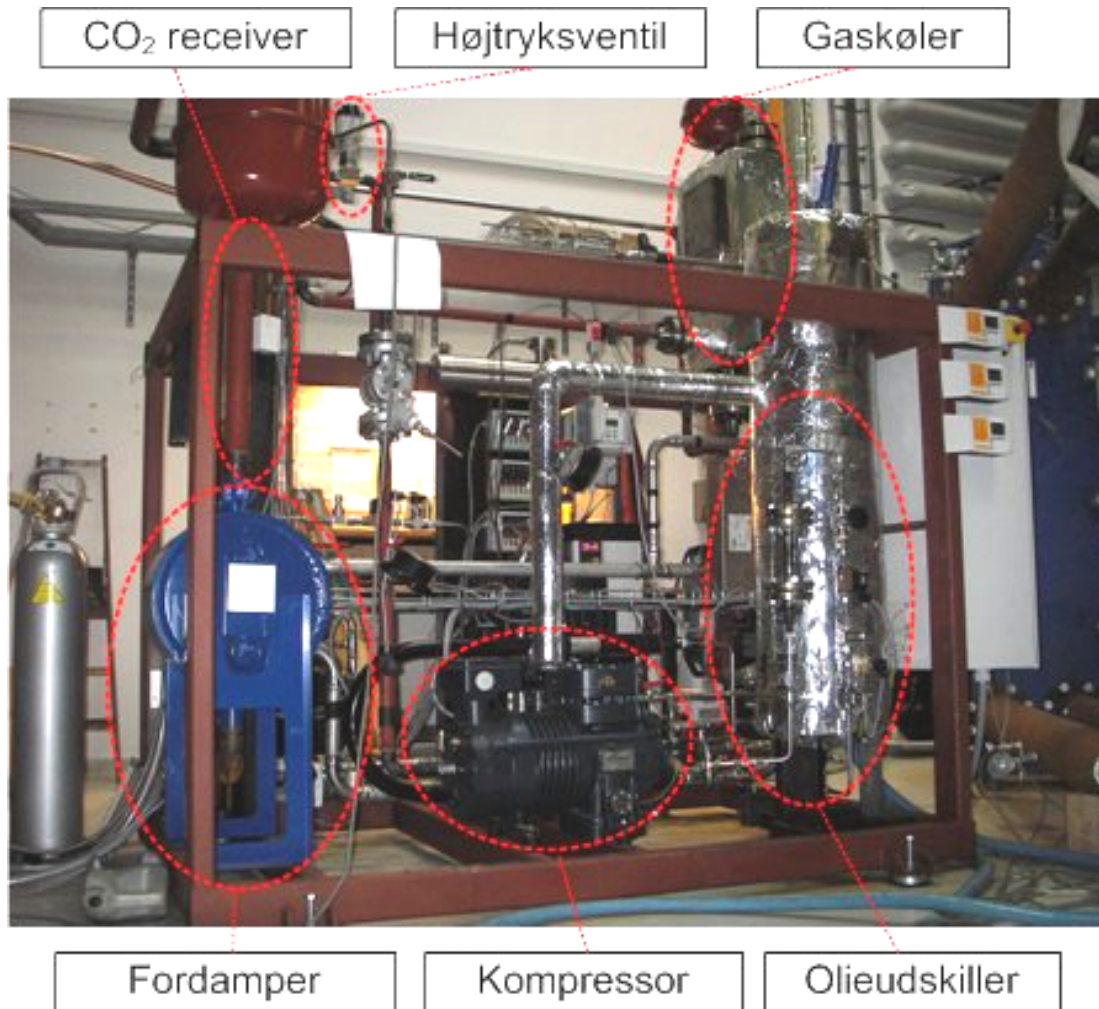
Absorptionsvarmepumpen – termiske drevet:

Vand/LiBr – kan i ét trin nå effektivitet på ca. 1,6 og maksimalt 60°C fremløb. Ved flertrinsproces kan højere effektivitet nås og temperaturer på op til 80°C er opnåelige. Flere tekniske barrierer (bl.a. er stofparret voldsomt aggresivt og fyldning skal skiftes med ca. 4 års mellemrum).

Miniskalaanlæg - TI Lab. (prototype)



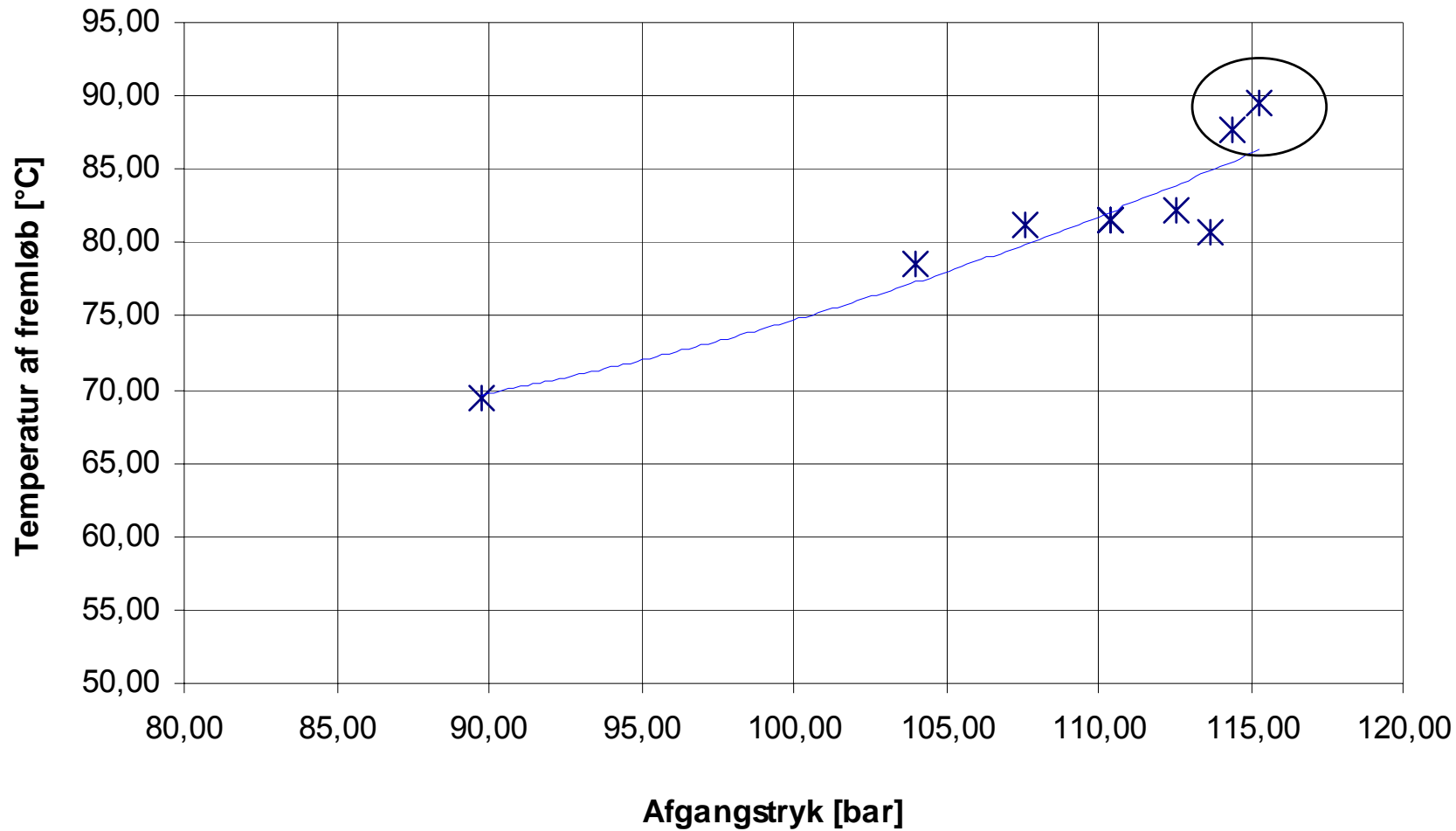
TEKNOLOGISK
INSTITUT

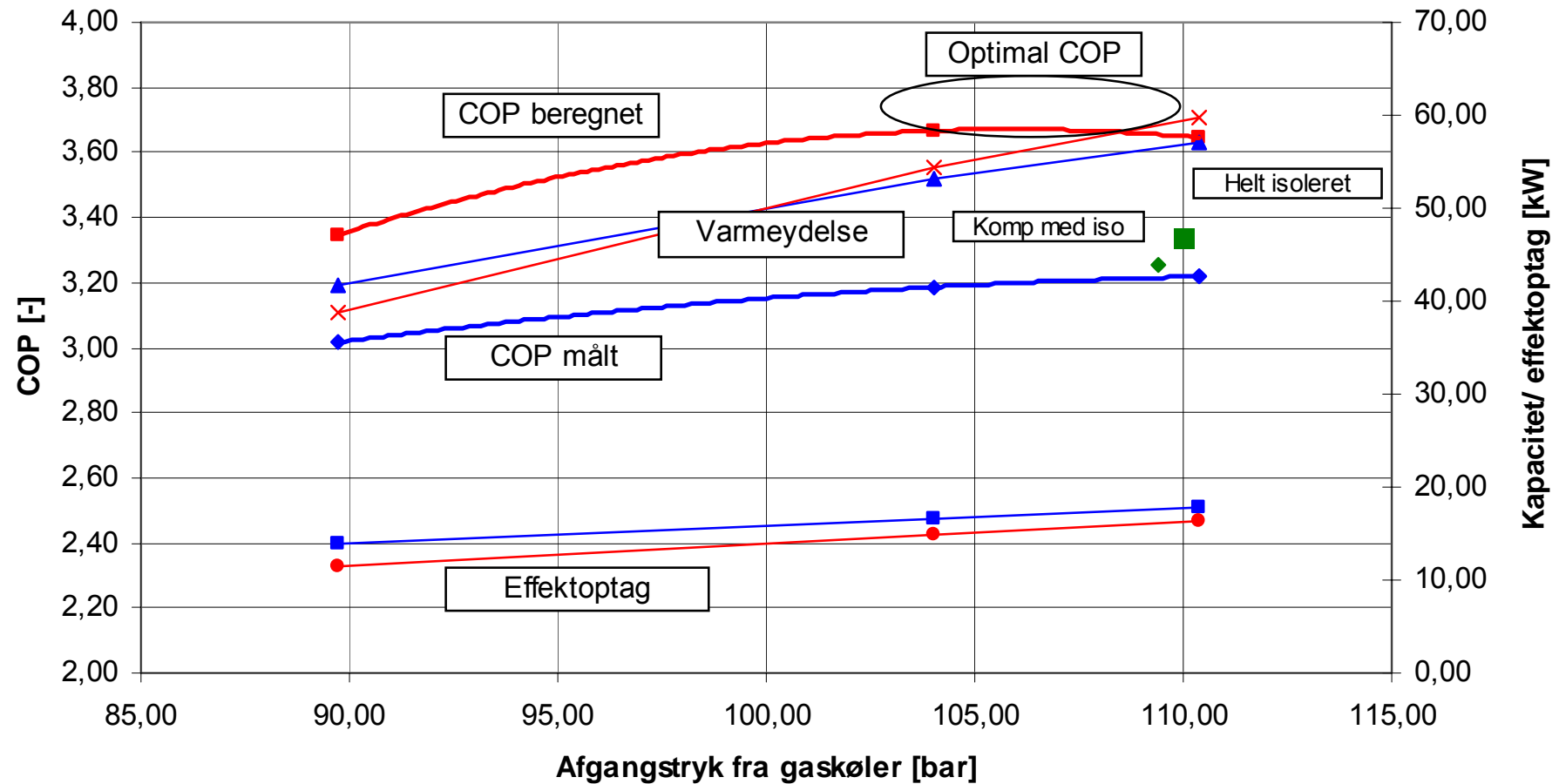


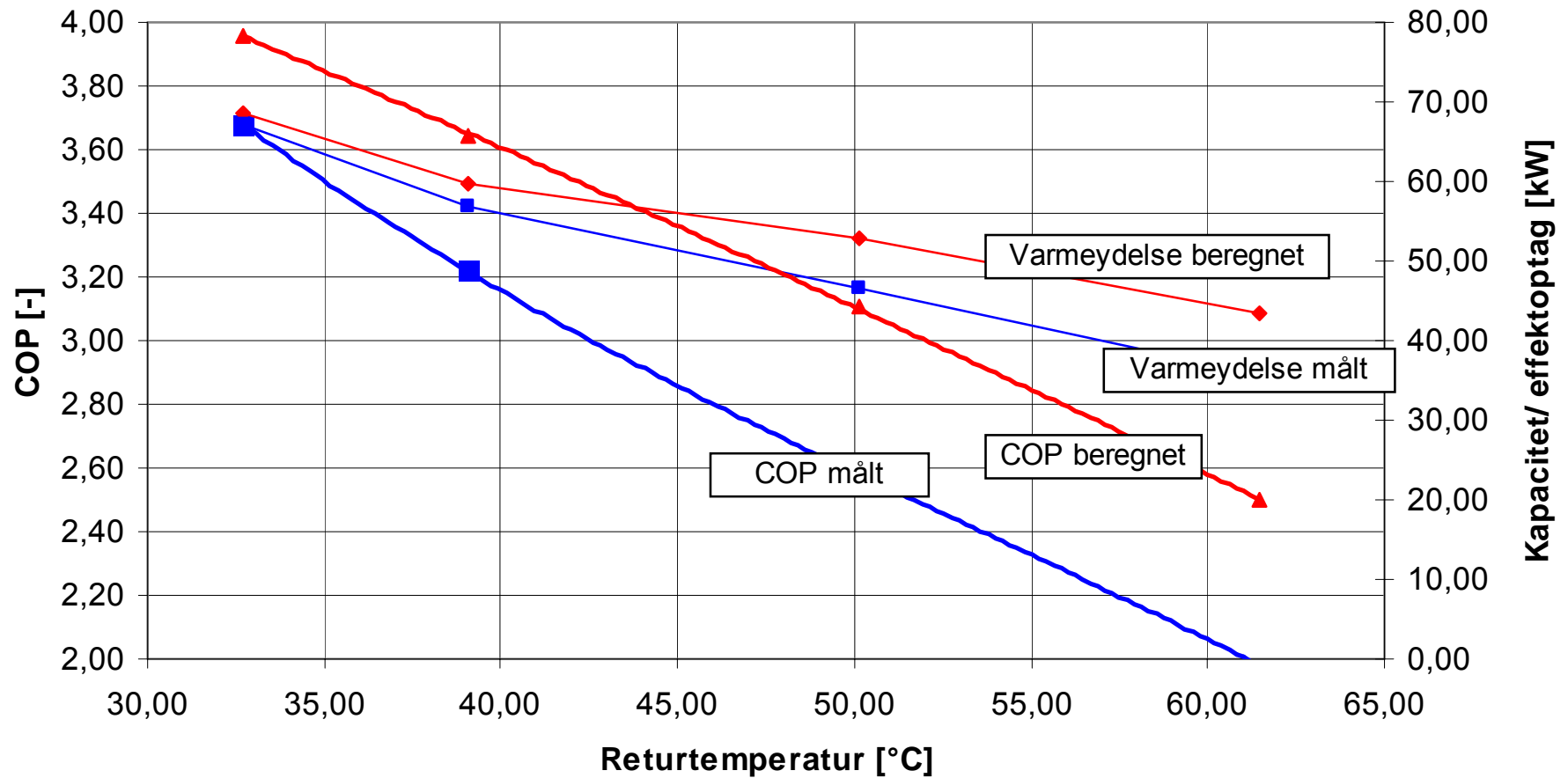
Målinger på miniskalaanlæg

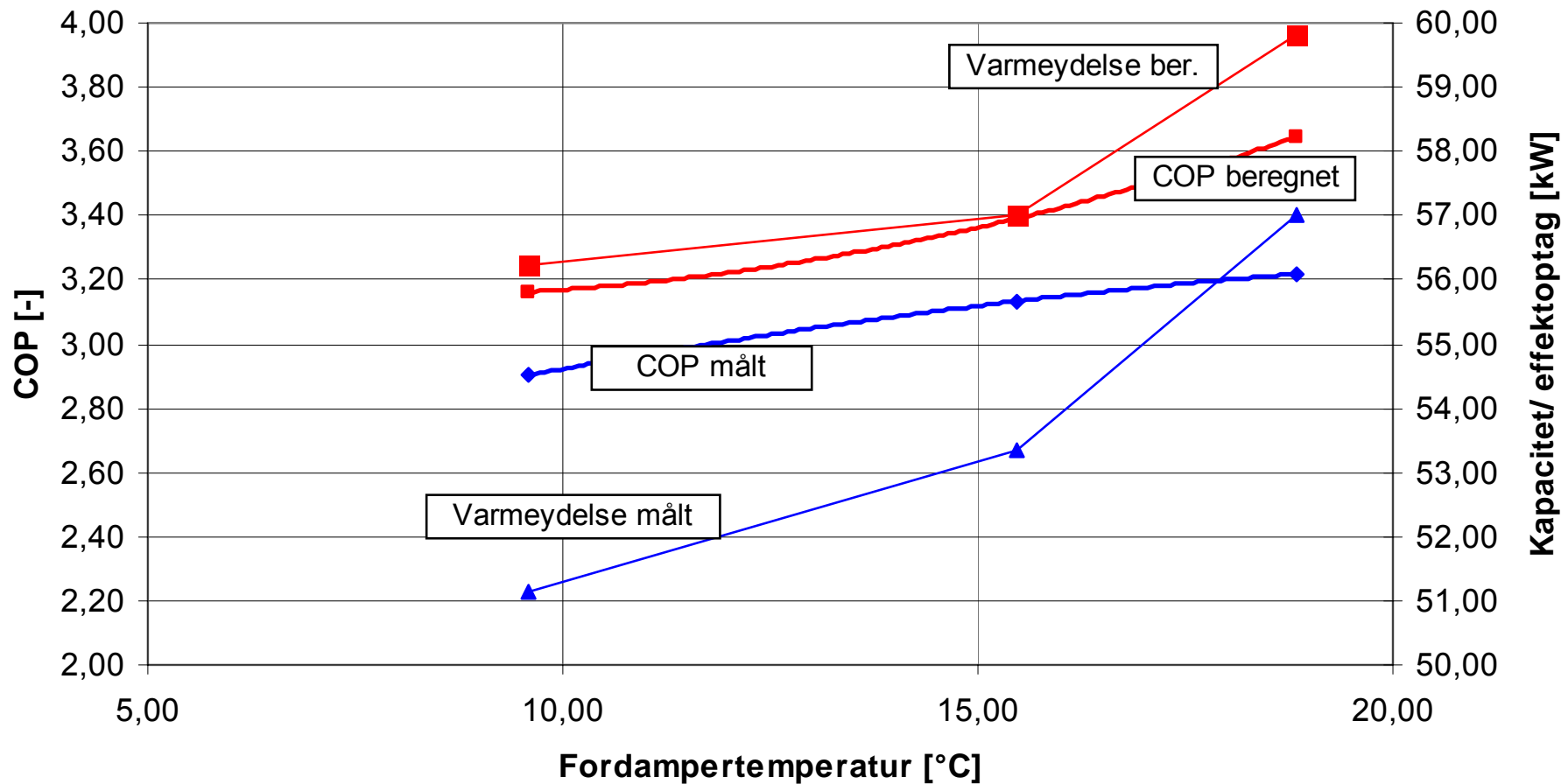


TEKNOLOGISK
INSTITUT









Konklusioner – EFP projekt



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Afgangstemperaturer omkring 85°C

Ca. 3,8 i virkningsgrad.

Varmekilde – røggas eller andre ”højtemperatur” kilder skal anvendes.

I modsætning til traditionelle systemer kan CO₂ varmepumpen indgå direkte i systemet.

Økonomi for værker OK, men desværre er det nødvendigt at tage højde for gældende afgiftsregler – direkte træk af varmepumpe er et ”must”.