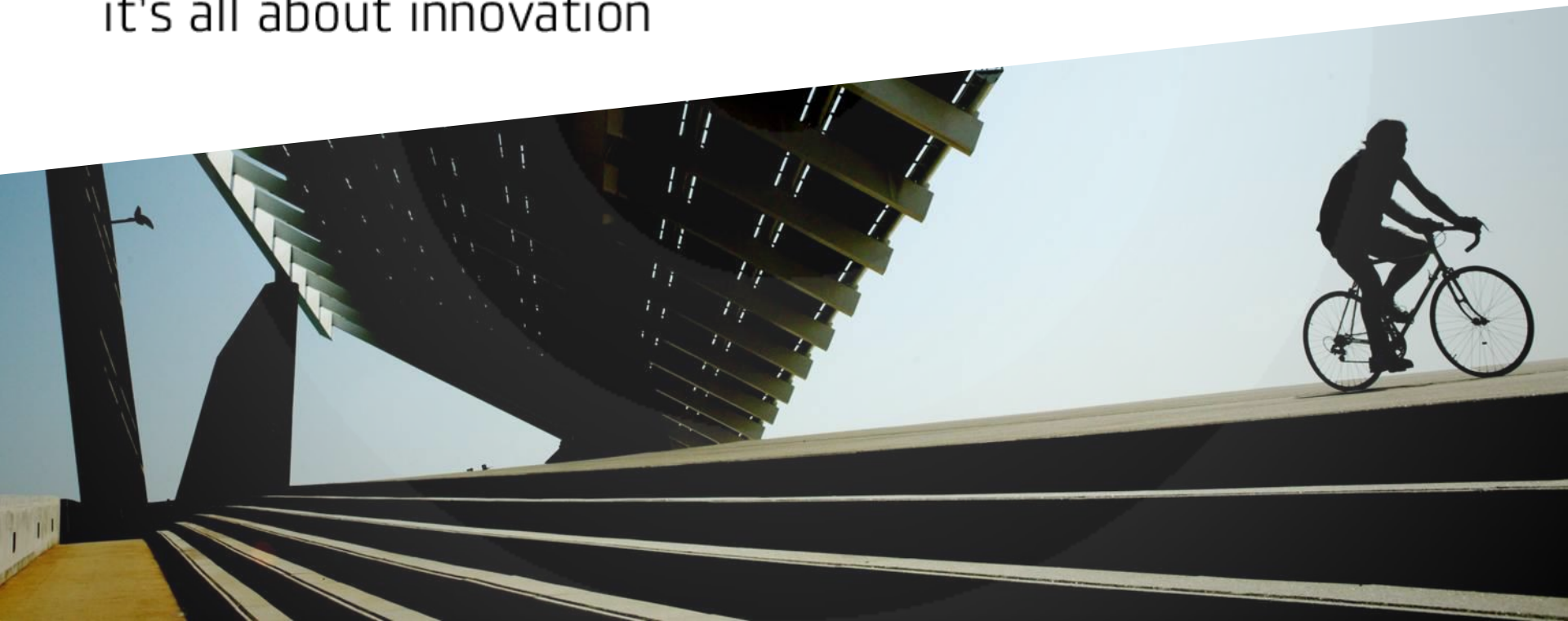




TEKNOLOGISK
INSTITUT

it's all about innovation

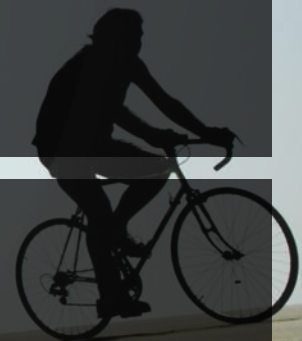




TEKNOLOGISK
INSTITUT

SCOP i teorien og regulering

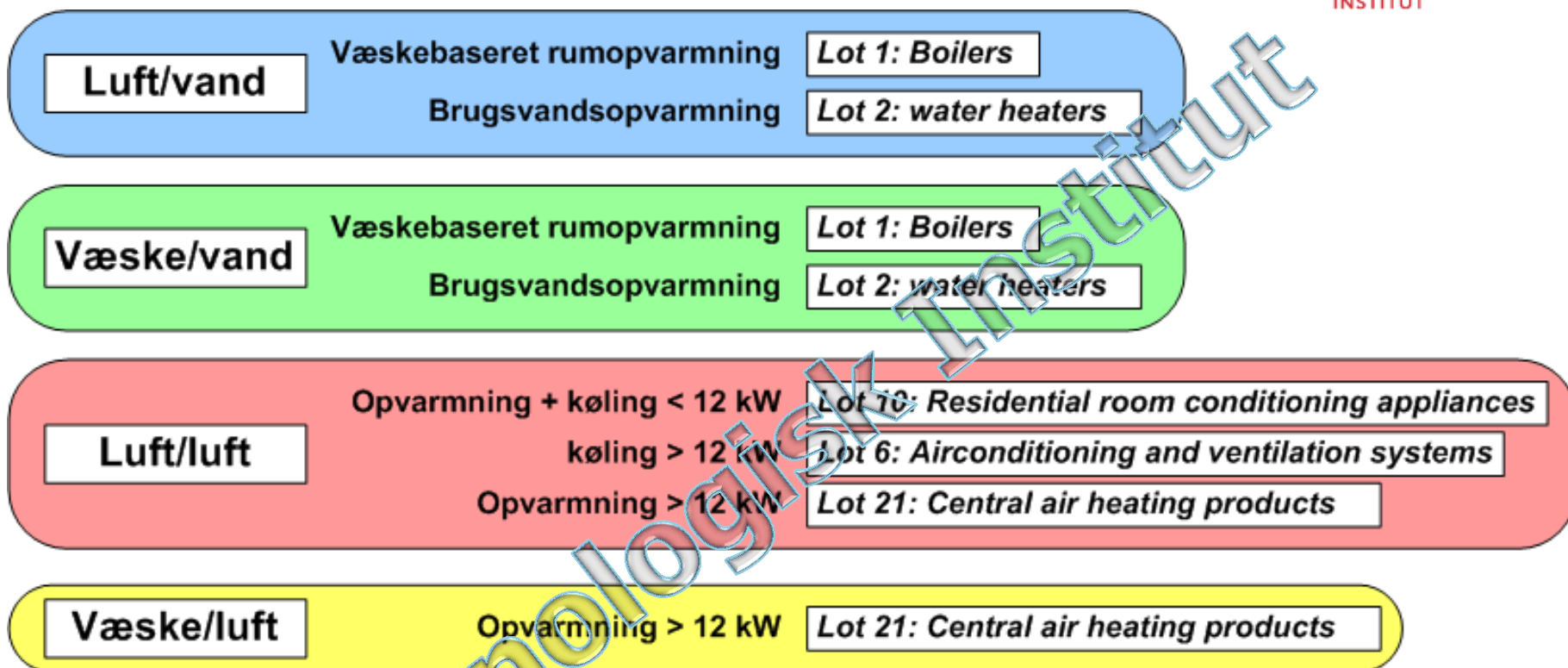
Teknologisk Institut, Århus
Dato: d. 12/11 - 2013



Ecodesignarbejdet - overblik



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Lot 10 kravene er trådt i kraft via forordning No 206/2012 of 6. march 2012 pr. 1/1 2013.

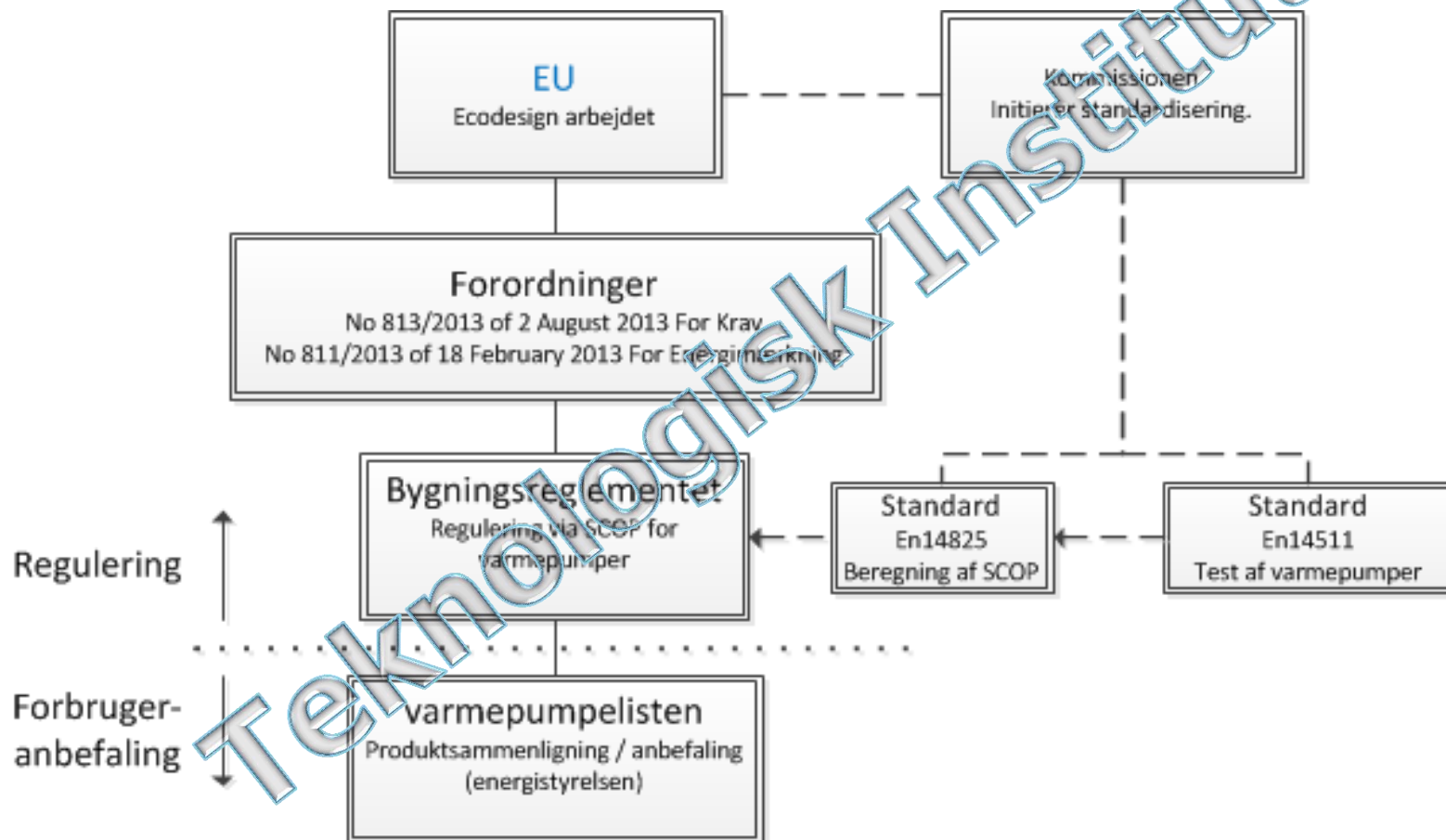
Lot 1 kravene træder i kraft via forordning No 813/2013 of 2 August 2013 pr. 26/9 2015.

Vi koncentrerer os her om Lot 1 men luft/luft varmepumper afdækkes også under gennemgangen.

Hvordan hænger denne verden sammen?



TEKNOLOGISK
INSTITUT



SCOP udrulningen



TEKNOLOGISK
INSTITUT

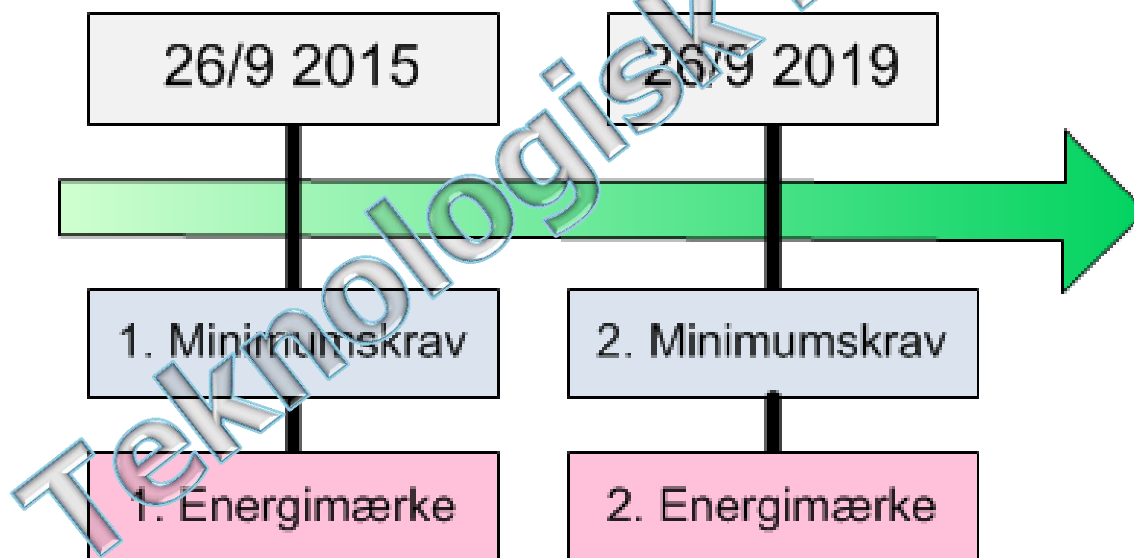
Væske/vand & luft/vand varmepumper NU:

Normeffektfaktoren - NEF

Væske/vand & luft/vand:

Ecodesignkrav pr. 26/9 – 2015

Nyt energimærke d. 26/9 – 2015



Bygningsreglementet BR10



TEKNOLOGISK
INSTITUT

- Der stilles krav til varmepumper via **Normeffekt faktoren** (SCOP for luft/luft)
- Normeffekt faktoren indikerer en "årsmiddel-virkningsgrad" for en varmepumpe.
 - Forholdet mellem den energi som varmepumpen afgiver og den elektricitet, som varmepumpen forbruger over året.
- Forskellige krav alt efter varmepumpetype og centralvarmesystem

Varmepumpetype		Gulvvarme	Radiator
Væske/vand	0 – 3 kW	3,0	2,6
	3 – 6 kW	3,6	2,8
	> 6 kW	3,7	3,0
Luft/vand		3,2	2,7
Luft/luft		Pr. 1 Jan 2013 → SCOP	

Bygningsreglementet BR10



TEKNOLOGISK
INSTITUT

- Omregningsfaktor fra Normeffektfaktor til SCOP for væske/vand og luft/vand varmepumper:

Væske/vand: $SCOP \times 0,85 = \text{normeffekt faktoren}$

Luft/vand: $SCOP \times 0,90 = \text{normeffekt faktoren}$

- Regulering af luft/luft varmepumper:

$SCOP = 3,4$

(Fra 1 jan 2014 → $SCOP = 3,8$)

Teknologisk Institut

Lot 1 dækker over flere opvarmningsteknologier



TEKNOLOGISK
INSTITUT

- Lot 1 dækker over boilers, luft/vand- og væske/vand varmepumper og kombianlæg.
- Krav til Effektivitet og maksimalt lydniveau
- Seasonal space heating efficiency introduceres – muliggør sammenligning på tværs af teknologier.
- Omregnes til primærenergi

$$\eta_s = \frac{SCOP}{\text{Conversion coefficient}} = XXX \%$$

- Conversion coefficient 2,5 afspejler gennemsnitlig effektivitet i EU på 40%.
- Beregningen korrigeres for andet el-forbrug:
 - 3% for luft/vand (blæsere)
 - 8% for væske/vand (pumper)

Lot 1 dækker over flere opvarmningsteknologier



TEKNOLOGISK
INSTITUT

- Regneeksempel:

$$\text{SCOP} = 3$$

$$\eta_s = \frac{3}{2,5} = 120\% - 8\% = 112\%$$

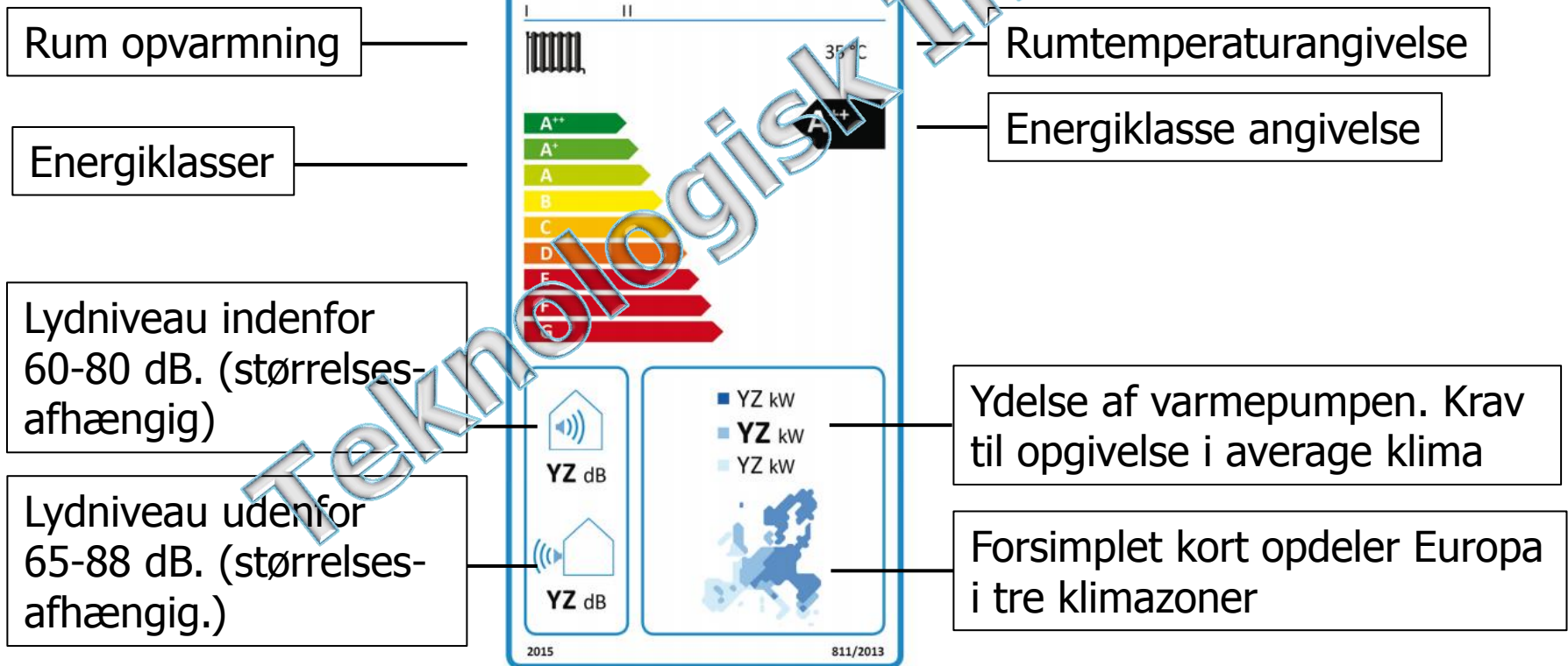
- Krav i Lot 1 (pr. 26/9 2015):

Type	Krav til årsvirkningsgrad
B1* rumopvarmning ≤ 10 kW	75%
B1* kombinationskedler ≤ 30 kW	
Kedler til rumopvarmning < 70 kW	86 %
Kedler til rumopvarmning > 70 kW ≤ 400 kW	86% (100% nytteeffekt) 94% (30% nytteeffekt)
Varmepumper til rumopvarmning	100 %
Lavtemperatur varmpumper til rumopvarmning	115 %

*brændselsfyret kedelanlæg med trækafbryder, beregnet til at blive tilsluttet et røgrør med naturligt aftræk.

Energimærket

- Forordning No 811/2013 of 18 February 2013 introducerer det nye energimærke
- Det nye energimærke er mere simpelt og kan sammenlignes på tværs af teknologier.



For støj finder "Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 5/1984 " stadig anvendelse.

Krav til energiklasser



- For radiatorvarme:

A+++	$SCOP > 3,75$	$\eta_s > 150 \%$
A++	$3,13 \leq SCOP < 3,75$	$125 \% \leq \eta_s < 150 \%$
A+	$2,45 \leq SCOP < 3,13$	$98 \% \leq \eta_s < 125 \%$
A	$2,25 \leq SCOP < 2,45$	$90 \% \leq \eta_s < 98 \%$
B	$2,05 \leq SCOP < 2,25$	$82 \% \leq \eta_s < 90 \%$
C	$1,88 \leq SCOP < 2,05$	$75 \% \leq \eta_s < 82 \%$
D	$0,93 \leq SCOP < 1,88$	$37 \% \leq \eta_s < 75 \%$
E	$0,85 \leq SCOP < 0,93$	$34 \% \leq \eta_s < 37 \%$
F	$0,75 \leq SCOP < 0,85$	$30 \% \leq \eta_s < 34 \%$
G	$SCOP < 0,75$	$\eta_s < 30\%$

Krav til energiklasser

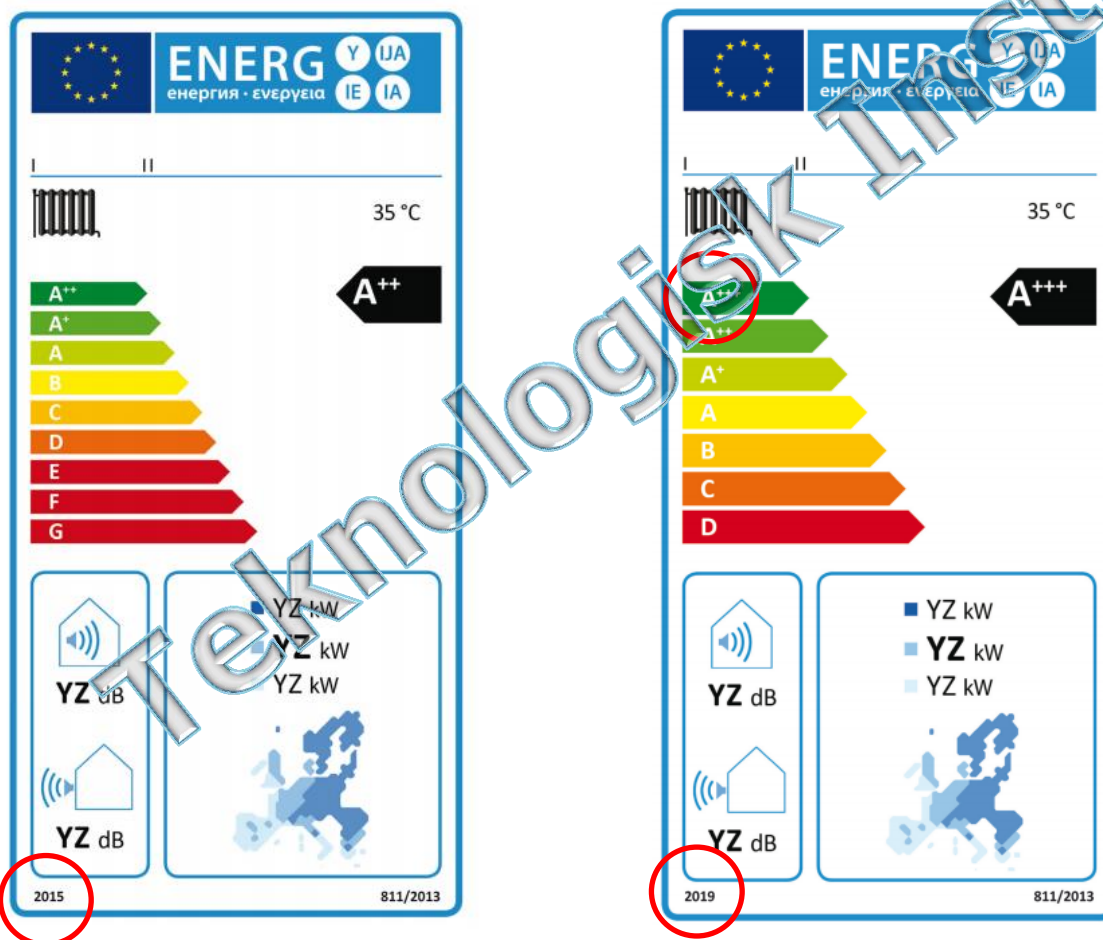


- For gulvvarme:

A+++	$SCOP > 4,38$	$\eta_s > 175 \%$
A++	$3,75 \leq SCOP < 4,38$	$150 \% \leq \eta_s < 175 \%$
A+	$3,08 \leq SCOP < 3,75$	$123 \% \leq \eta_s < 150 \%$
A	$2,88 \leq SCOP < 3,08$	$115 \% \leq \eta_s < 123 \%$
B	$2,68 \leq SCOP < 2,88$	$107 \% \leq \eta_s < 115 \%$
C	$2,50 \leq SCOP < 2,68$	$100 \% \leq \eta_s < 107 \%$
D	$1,55 \leq SCOP < 2,50$	$62 \% \leq \eta_s < 100 \%$
E	$1,48 \leq SCOP < 1,55$	$59 \% \leq \eta_s < 62 \%$
F	$1,38 \leq SCOP < 1,48$	$55 \% \leq \eta_s < 59 \%$
G	$SCOP < 1,38$	$\eta_s < 55 \%$

Energimærket – lavtemperatur varmepumper

- Der skelnes ikke imellem luft/vand og væske/vand varmepumper.



Energimærker kan sammenlignes på tværs af opvarmningsteknologi er.

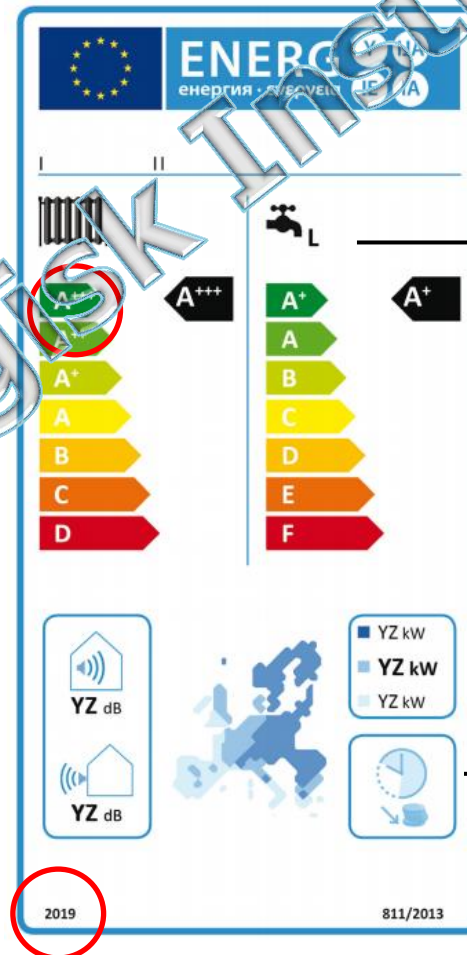
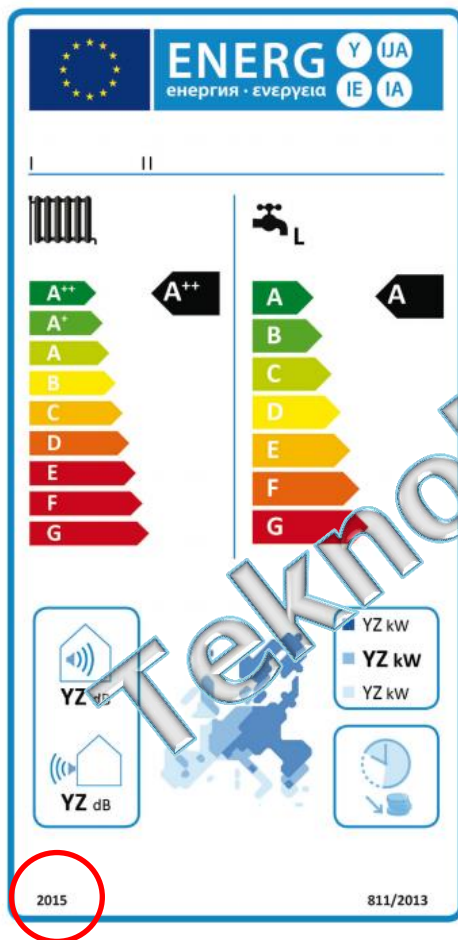
Energi klasserne er de samme.

I hvilke klasser ligger opvarmningsteknologi erne?

Varmepum
per fra A⁺ – A
Andre
kedler B – A
Elvarme G
– D

Energimærket – Højtemperatur varmepumper

- Der skelnes ikke imellem luft/vand og væske/vand varmepumper.



Effektivitet ved brugsvandsopvarmning

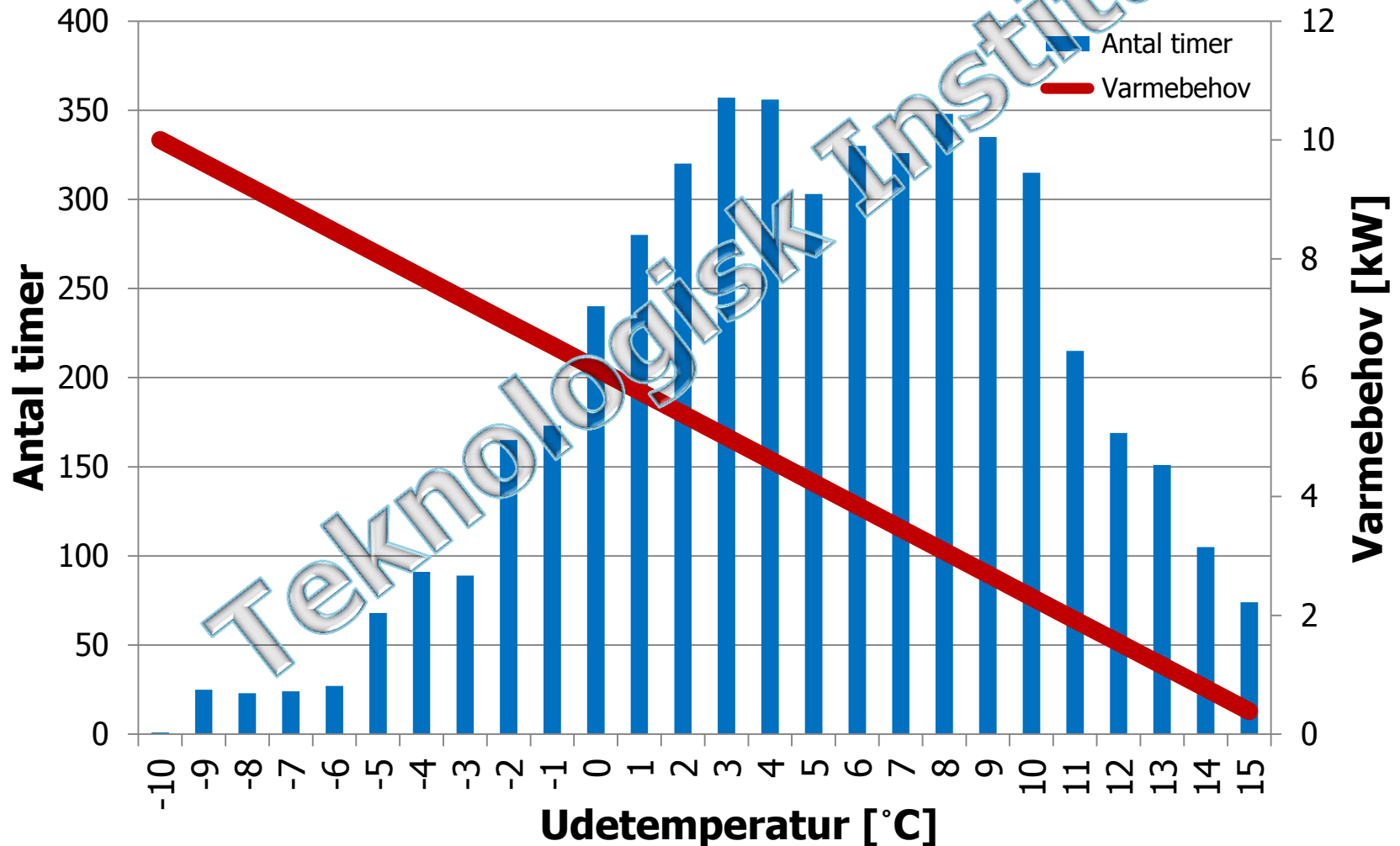
Off-peak-drift: hele energiinputtet leveres uden for tæppeperioden, det vil sige mellem kl. 22 og kl. 7.

Hvad er SCOP?



TEKNOLOGISK
INSTITUT

- *“Et udtryk for effektiviteten af den givne varmepumpe beregnet ud fra et fiktivt årligt driftsmønster.”*

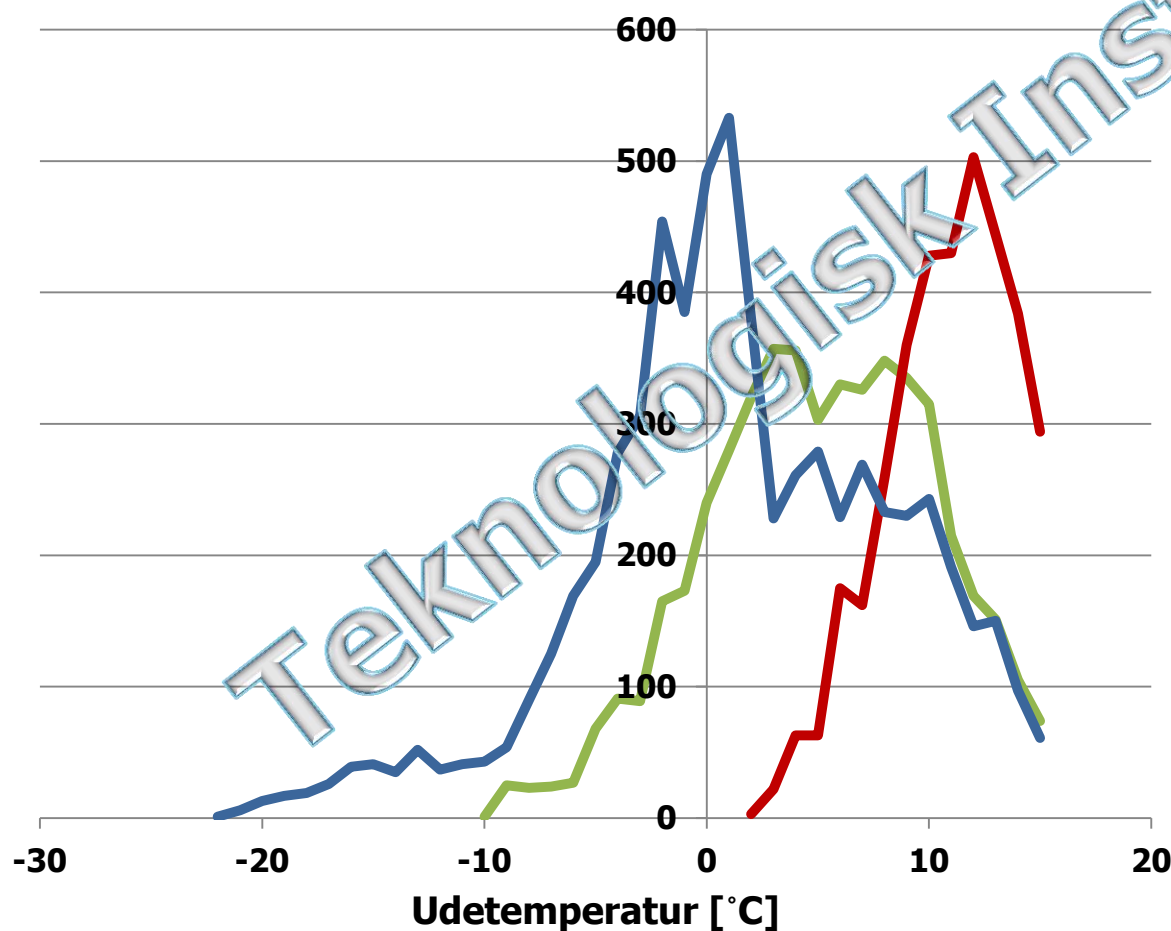


Hvad er SCOP?

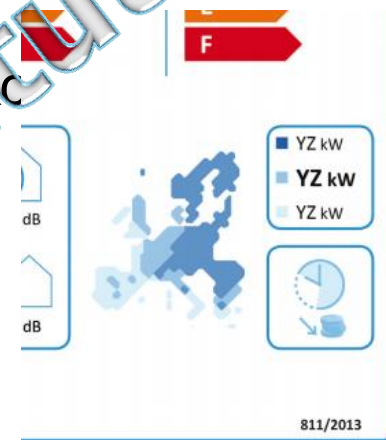
- Kan beregnes på baggrund af flere klimazoner.
- Oplysning skal ske på baggrund af Average
- Nationale krav om yderligere oplysninger kan forek



TEKNOLOGISK
INSTITUT



- Average (A)
- Warmer (W)
- Colder (C)

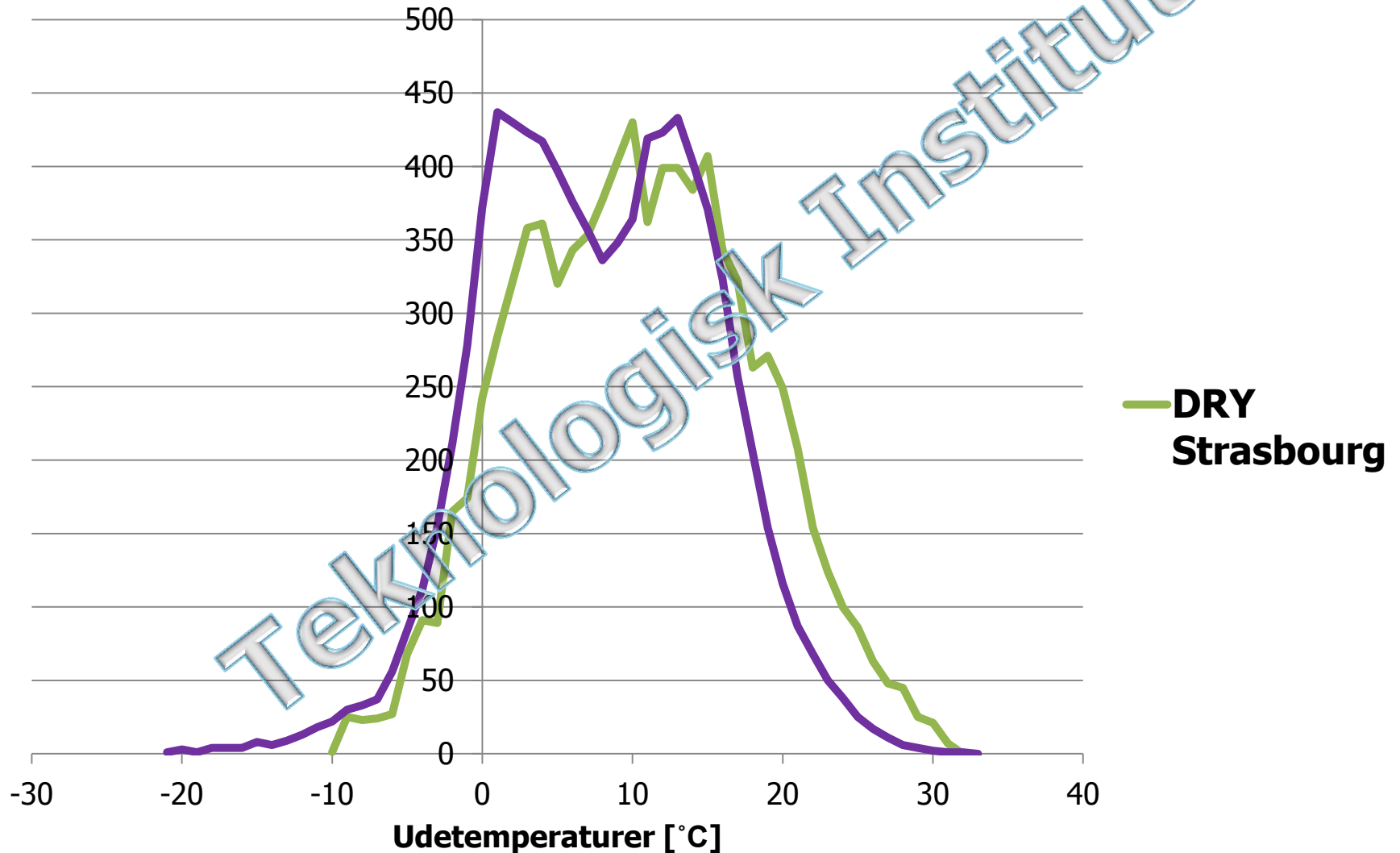


Hvad er SCOP?



TEKNOLOGISK
INSTITUT

- Danske klimaforhold stemmer overens med Average klimazone



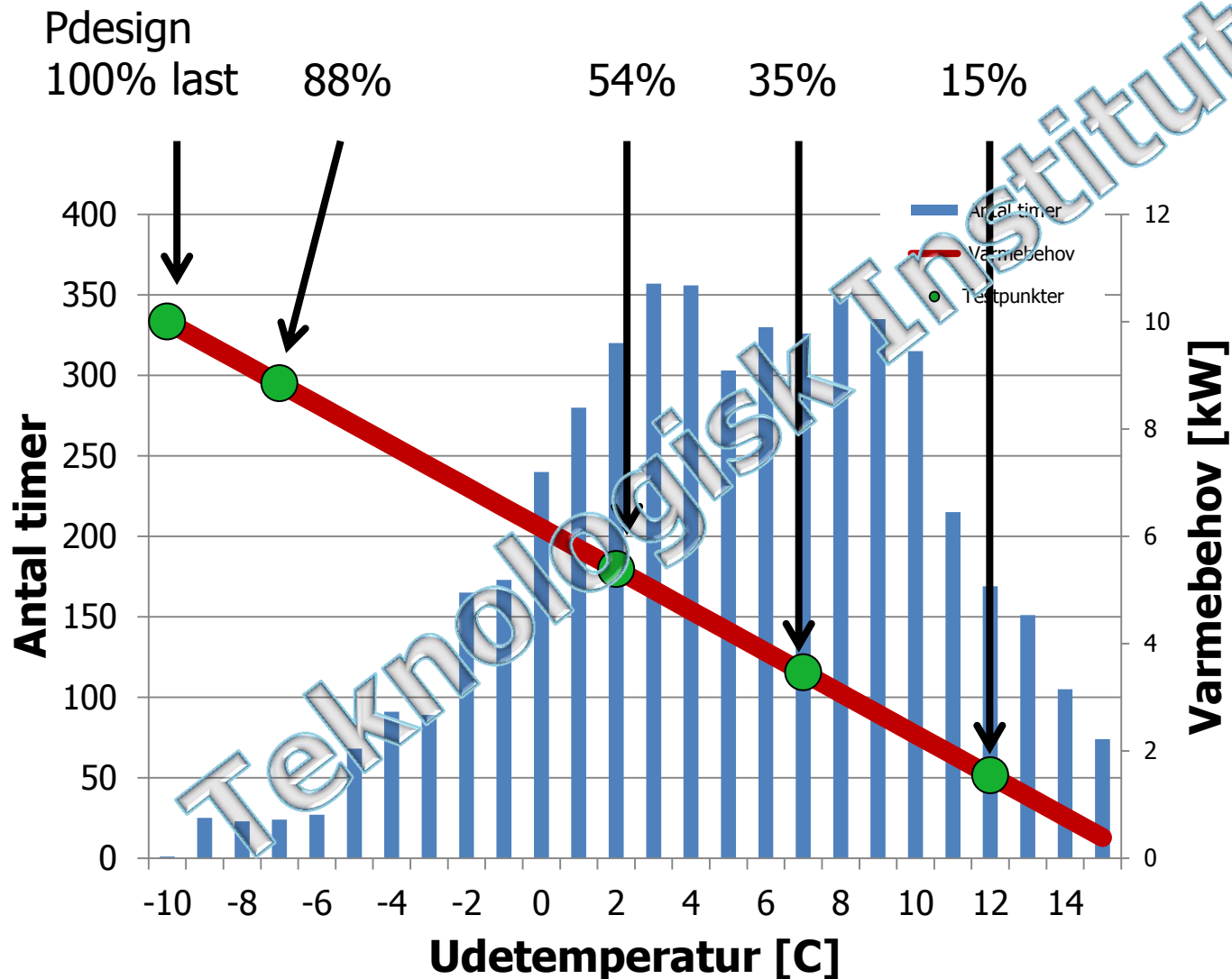
Hvad er SCOP?

- SCOP kan beregnes for flere fremløbstemperaturer.

- Low temperature 35° C
- Medium temperature 45° C
- High temperature 55° C
- Very high temperature 65° C

Ecodesign
minimumskrav og
energi-mærkning

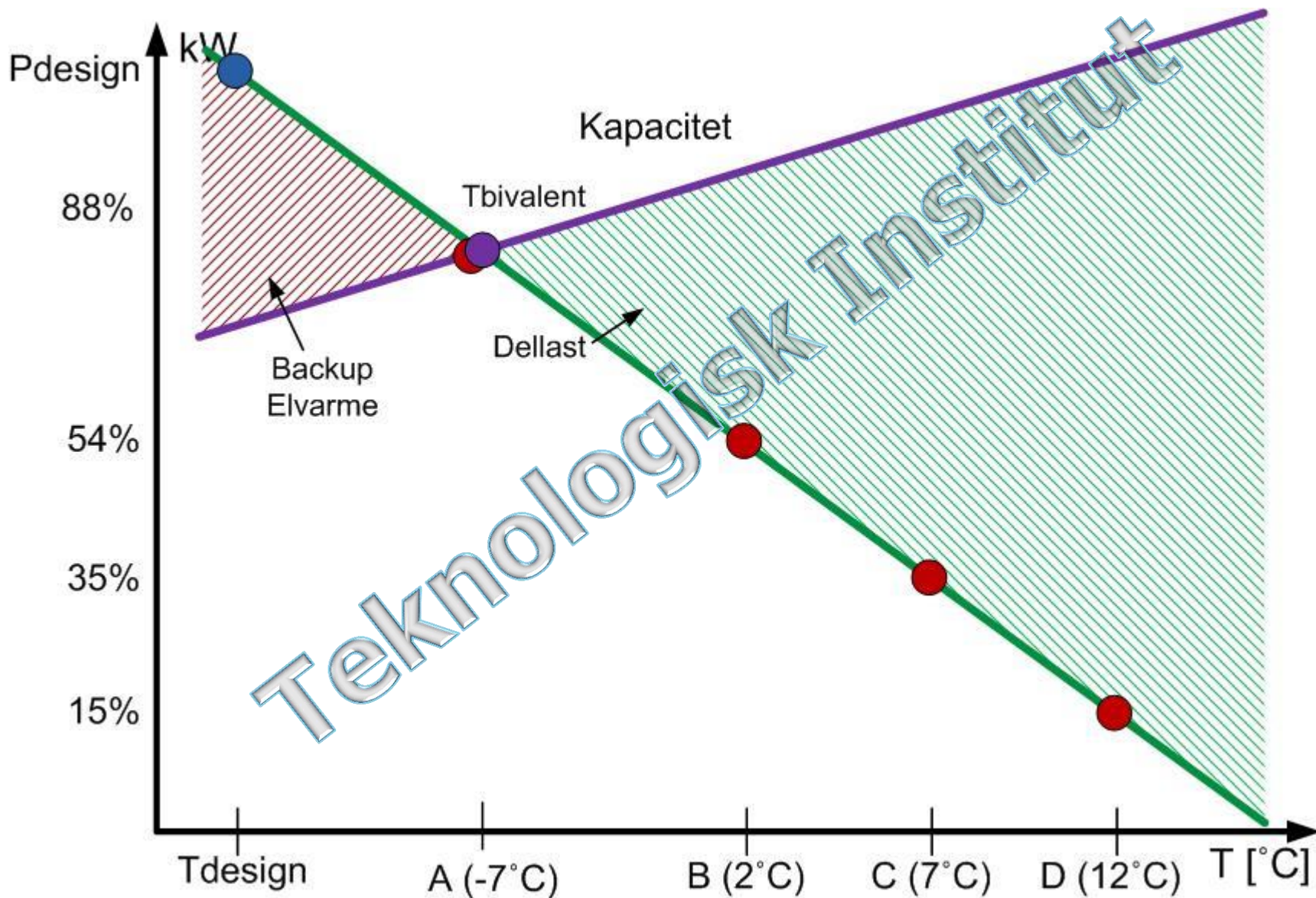
Hvad er SCOP?



COP beregnes for hver delast. Herefter interpolation og ekstrapolation for de resterende udetemperaturer.

Pr. bin kan elforbruget beregnes ud fra varmebehovet, COP og timeantallet.

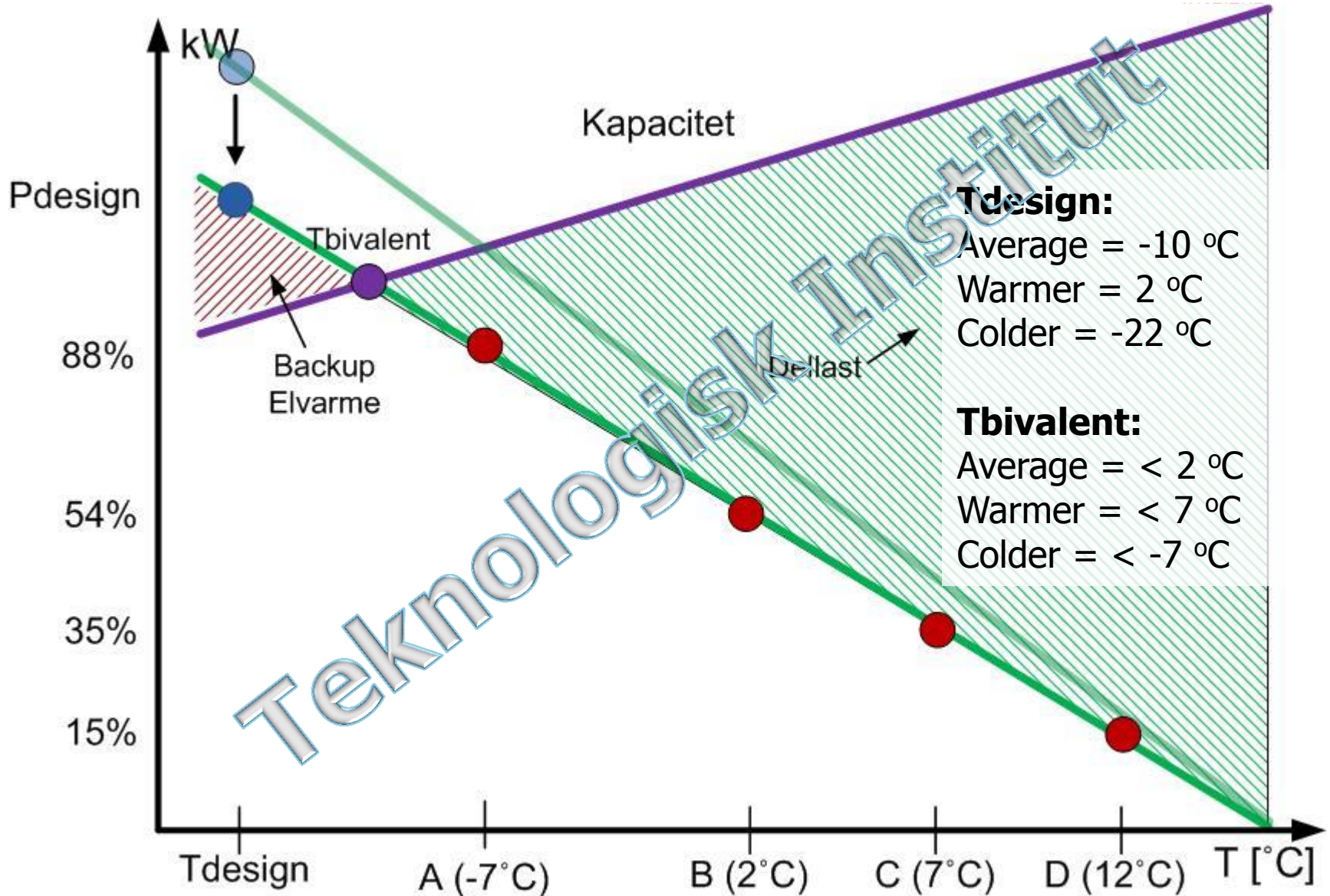
Hvad er SCOP? -1



Hvad er SCOP? -2



TEKNOLOGISK



Endelige SCOP beregning



- Beregningen af SCOP_{on}

$$SCOP_{on} = \frac{\text{Samlet varmebehov}}{\text{Samlet elforbrug}}$$

- SCOP ud fra SCOP_{on} ved at korrigere for andet forbrug
 - Thermostat off mode
 - Crankcase heater mode
 - Standby mode
 - Off mode

Teknologisk Institut

SCOP prøvningen

Fastlæggelse af varmepumpen styringsstrategien



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Luft til luft

Væske til vand

Luft til vand

Variabel kapacitet
Indstilling af kompressor rpm

On/off

Variabel
fremløbstemperatur

Fast
fremløbstemperatur

Variabel vand
flow
Indstilling af pumpe rpm

Fast vand
flow

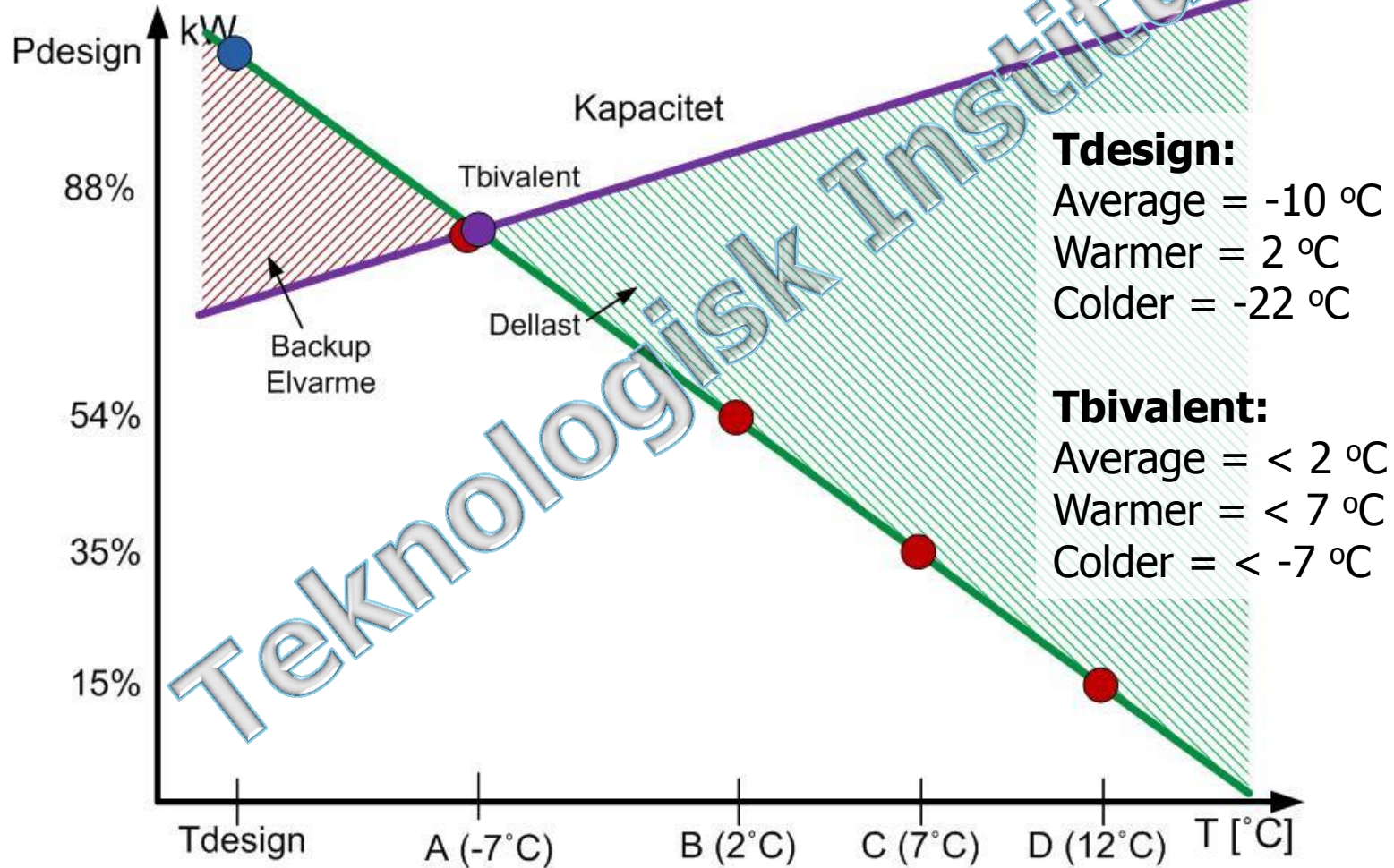
Teknologisk Institut

SCOP prøvningen

Fastlæggelse af t_{design} og t_{bivalent}



TEKNOLOGISK
INSTITUT



SCOP prøvningen

Måling af P_bivalent (varmekapaciteten ved t_bivalent)



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Eksempel: væske til vand varmepumpe med variabel kapacitet og variabel flow

	t_bivalent, °C																		
	-10 °C																		
	P_bivalent	16,24 kW																	
	t_designh, °C	-10 °C																	
	Pdesignh	16,24 kW																	
	TOL operating limit	-10 °C																	
	t_outdoor, °C	Heating demand	Part load	Heating capacity	COP	Cr	1/Cr	Variable outlet T according to tabel 24 EN14825 average climate zone only	dT for variable capacity with fixed flow	dT for variable and fixed capacity with variable flow	dT during test with fixed flow	T_inlet for variable and fixed capacity with fixed or variable flow	T_outlet for variable capacity with fixed flow	T_outlet during test with fixed flow	T_outlet during test with variable flow	Fixed flow, l/h	Variable flow, l/h		
D	12	2,50	0,15	6,20	4,81	0,40	2,48	24,0	0,8	5	1,9	23,2	24,0	25,1	28,2	2797	1068		
C	7	5,62	0,35	6,36	4,60	0,88	1,12	27,0	1,7	5	2,0	25,3	27,0	27,2	30,3	2797	1096		
B	2	8,74	0,54	8,70	4,53	1,01	0,99	30,0	2,7	5	2,7	27,3	30,0	30,0	32,3	2797	1499		
A	-7	14,37	0,88	14,29	4,23	1,01	0,99	34,0	4,4	5	4,4	29,6	34,0	34,0	34,6	2797	2461		
F (bivalent)	-10	16,24	1,00	16,24	4,10	1,00	1,00	35,0	5,0	5	5,0	30,0	35,0	35,0	35,0	2797	2797		
E (TOL)	-10	16,24	1,00	16,24	4,10	1,00	1,00	35,0	5,0	5	5,0	30,0	35,0	35,0	35,0	2797	2797		
Design	-10	16,24	1,00	16,24	4,10	1,00	1,00	35,0	5,0	5	5,0	30,0	35,0	35,0	35,0	2797	2797		

SCOP prøvningen

Måling af effektforbrug i ikke aktive tilstande



TEKNOLOGISK
INSTITUT

- Thermostat off mode
- Crankcase heater mode
- Standby mode
- Off mode

Teknologisk Institut

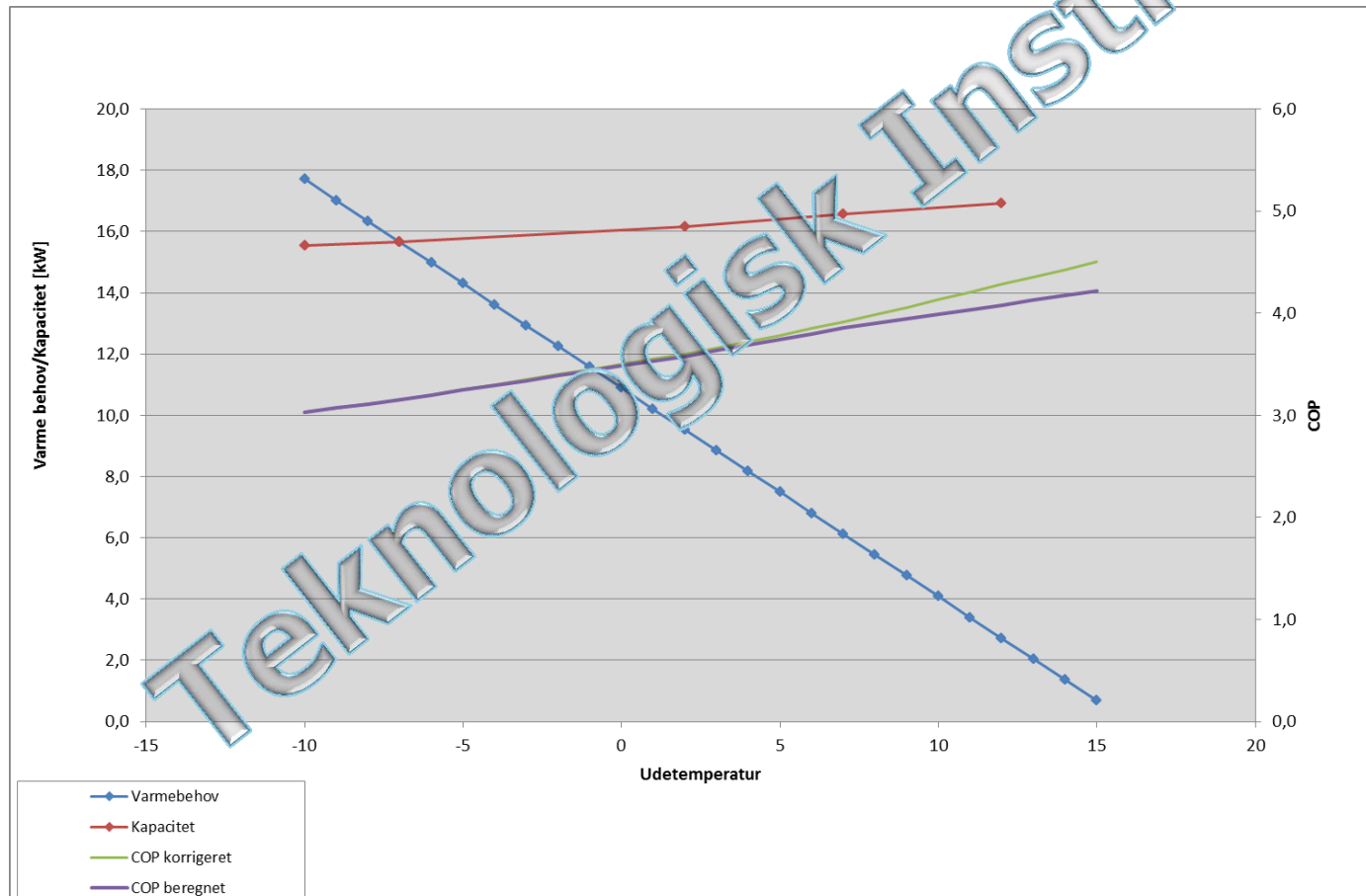
SCOP prøvningen

Beregning af SCOP



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Eksempel: væske til vand varmepumpe med fast kapacitet (on/off) og fast flow



SCOP prøvningen

Beregning af SCOP



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Eksempel: væske til vand varmepumpe med fast kapacitet (on/off) og fast flow

	Outdoor temperature (dry bulb)	Hours	Heat demand	Heat demand covered by heat pump	Electrical back up heater	COP(pl)	Annual heat demand	Annual energy input including electrical back up heater	
	Tj [°C]	hj [h]	Ph(Tj) [kW]	[kW]	elbu(Tj) [kW]	[-]	hj x Ph(Tj) [kWh]	[kWh]	
E	-10	1	19,22	16,91	2,31	4,25	19,22	6,29	
	-9	25	18,48	16,94	1,54	4,26	462,02	137,85	
	-8	23	17,74	16,97	0,77	4,28	408,06	109,01	
	A & F (Tbivalent)	-7	24	17,00	17,00	0,00	4,29	408,06	95,16
		-6	27	16,26	16,26	0,00	4,31	439,10	101,94
		-5	68	15,52	15,52	0,00	4,32	1055,62	244,10
		-4	91	14,78	14,78	0,00	4,34	1345,40	309,86
		-3	89	14,05	14,05	0,00	4,36	1250,04	286,76
		-2	165	13,31	13,31	0,00	4,38	2195,52	501,66
		-1	173	12,57	12,57	0,00	4,39	2174,08	494,81
0	240	11,83	11,83	0,00	4,41	2838,65	643,52		
1	280	11,09	11,09	0,00	4,43	3104,77	701,10		
B	2	320	10,35	10,35	0,00	4,45	3311,75	744,93	
	3	357	9,61	9,61	0,00	4,48	3430,77	765,96	
	4	356	8,87	8,87	0,00	4,51	3157,99	699,84	
	5	303	8,13	8,13	0,00	4,55	2463,86	542,01	
	6	330	7,39	7,39	0,00	4,58	2439,46	532,73	
	C	7	326	6,65	6,65	0,00	4,61	2168,90	470,22
8		348	5,91	5,91	0,00	4,64	2058,02	443,96	
9		335	5,17	5,17	0,00	4,66	1733,50	372,10	
10		315	4,44	4,44	0,00	4,68	1397,15	298,43	
11		215	3,70	3,70	0,00	4,70	794,67	168,91	
D	12	199	2,96	2,96	0,00	4,73	499,72	105,70	
	13	151	2,22	2,22	0,00	4,75	334,87	70,48	
	14	105	1,48	1,48	0,00	4,77	155,24	32,52	
	15	74	0,74	0,74	0,00	4,80	54,70	11,40	
						Total	39701,13	8891,27	
						SCOP(on)		4,47	
						SCOP		4,41	

	Hours	Power input	Annual energy input
	[h]	[kW]	[kWh]
Thermostat Off mode	179	0,019	3,40
Off mode	3672	0,019	69,77
Crankcase Heater	3851	0,000	0,00
Standby mode	0	0,019	0,00
		Total	73,17

Elpatron andel
58,6
0,7%

OBS:

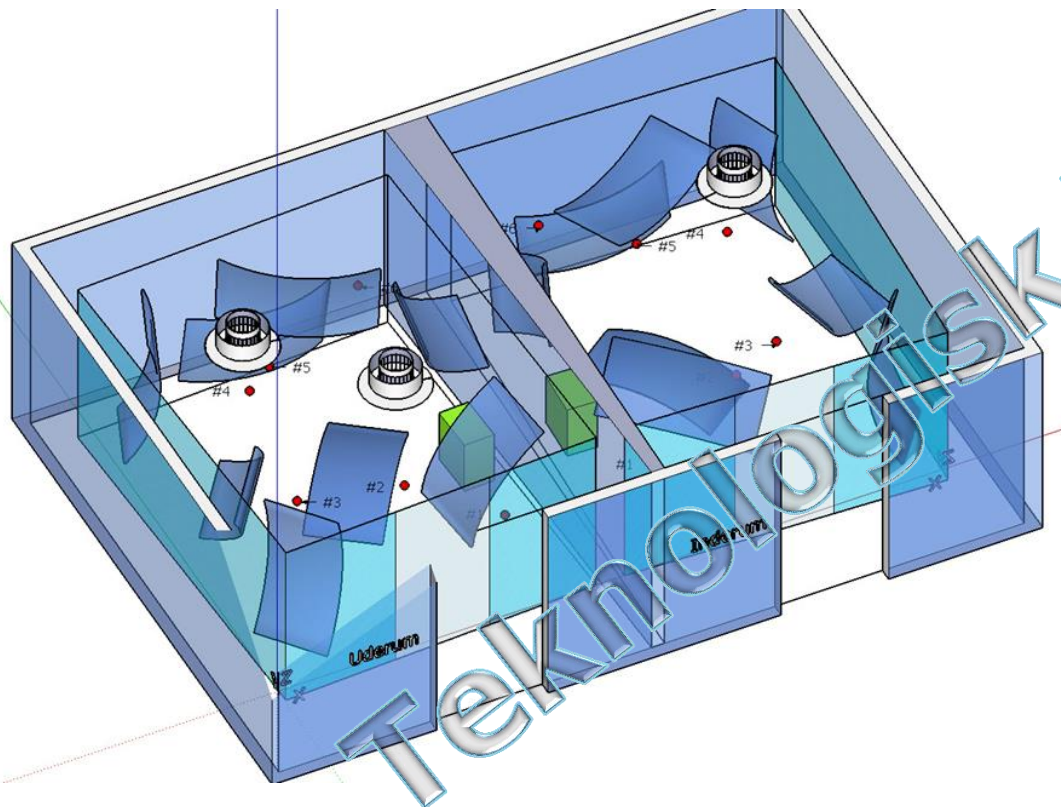
Såfremt varmepumpens kapacitet kunne dække varmebehovet ved -10°C ville SCOP øges til 4,43

Måling af lydeffekt/støj

Jf. EN14825/EN12102



TEKNOLOGISK
INSTITUT



- To ens målerum (100m³)
- Kølerum i lydtrum
- Skråstillede vægge
- Flerlags lyd vægge
- Reflektorskærme
- Hjelpeudstyr slukkes når der måles lyd
- Der måles i begge rum samtidig
- Der kan måles ved alle testtemperaturer
- DS/EN 12102 & ISO 3741
- Også målinger til trouble shooting og støjmæssig rådgivning



Rundvisning i varmepumpelab

Fælles åbningstale ved Søren Stjernqvist, Adm. Dir. Teknologiske Institut



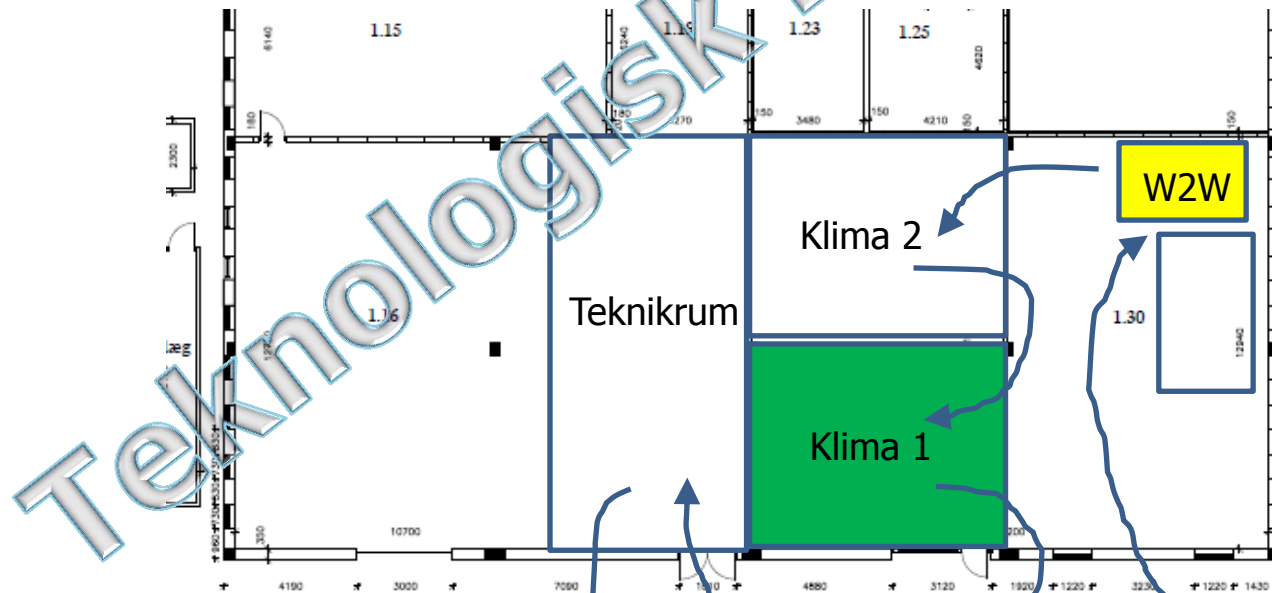
Rødt hold til pølsevognen



Gult hold til prøvestand for væske til vand varmepumper



Grønt hold til klimakammer 1



Her er vi

Hotdog