



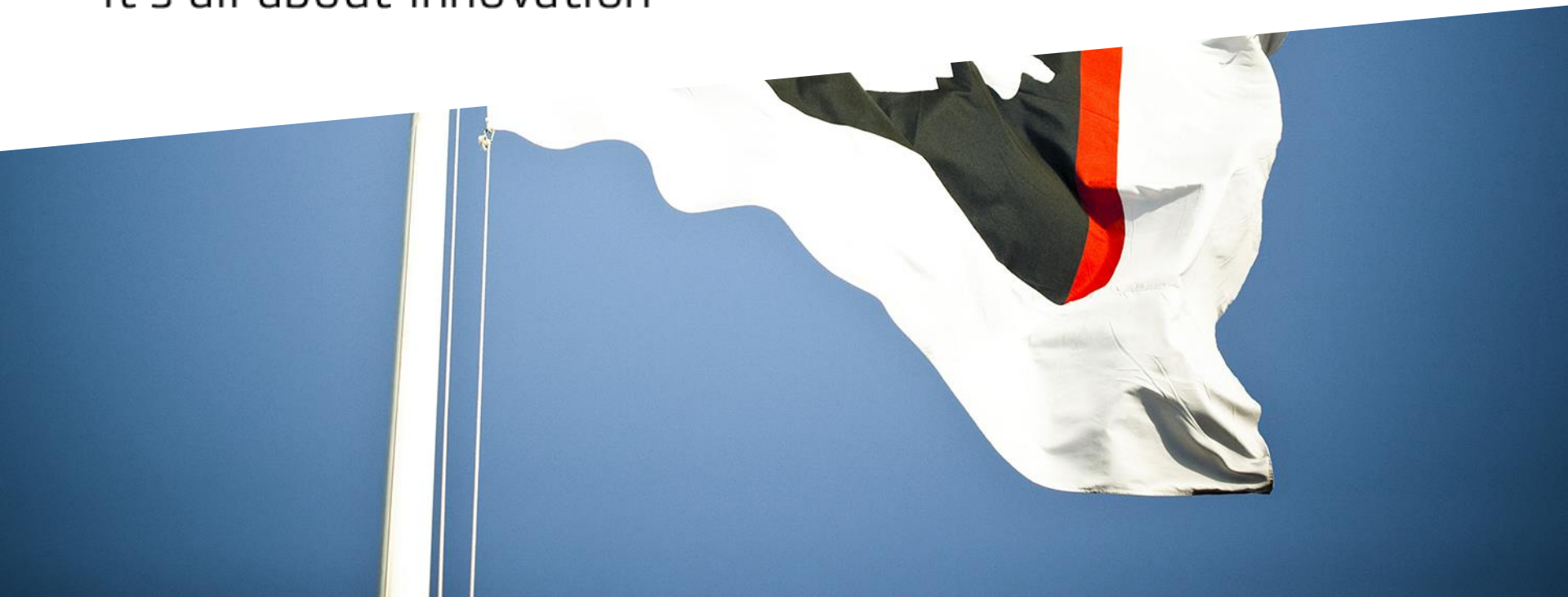
DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

SEER i teorien og i reguleringen

Ecodesign og energimærkning af køleanlæg

Per Henrik Pedersen, 12. november 2013

it's all about innovation



Disposition

1. Indledning

- Generelt om Energistyrelsens indsats
- Oversign over Ecodesign på køleområdet
- Køling og F-gasser

2. SEER

3. EU Ecodesign-krav og energimærkning af små AC-anlæg < 12 kW

4. Store AC-anlæg (inkl. Chillers til AC) (forslag)

5. HT proces-chillers (forslag)

6. Condensing units (forslag)

7. Ecodesign-forslag til professionelle køleskabe

1. Indledning

Generelt om Energistyrelsens indsats

Energistyrelsen ønsker at fremme energieffektive produkter:

- Skrappe (men realistiske) ecodesign-krav
- Energimærkning, hvor det giver mening
- Gerne miljøkrav, ex. kølemidler og støj

Danske erhvervsinteresser – især hvor der er gode energieffektive og miljøvenlige produkter - skal ligeledes varetages!

Energistyrelsen deltager aktivt i arbejdet for at påvirke resultater.

...Indledning

Energistyrelsen deltager i alle køle-lots:

- Lot 10 (små AC-anlæg < 12 kW og luft-luft-VP).
- Entr Lot 6 (AC i store bygninger, chillers til AC)
- Entr Lot 1 (storkøkken-køleskabe, walk-in-kølerum, blast-chillers, chiller til industrielle processer, condensing-units)
- Lot 12 (butikskølegondoler, reoler, flaskekølere, iscremefrysere, sodavandsautomater).
- Lot 13 (husholdningskøleskabe, vinkøleskabe, minibarer).

Danmark har stor køleindustri og mange effektive produkter med naturlige kølemidler

Derfor relevant med aktiv dansk indsats!

- Påvirkning af EU-processen med dansk input
- Sikre at danske producenter får informationer på tidlig tidspunkt

...Indledning

Specielt om kølemidler og F-gasser

EU regulerer brug af HFC og andre F-gasser i "F-gas-forordning" (Regulation no. 842/2006) og "MAC"-direktivet fra 2006.

F-gas-forordningen under revision og forventes kraftigt strammet i 2013. "Nedfasning" er på tale.

Brug af F-gasser reguleres ikke direkte af Ecodesign-krav.

Men for nogle ecodesign-forordninger får man "rabat" for lav-GWP-kølemidler:

- Sympatisk !
- Men det kan give forkerte signaler !

2. Hvad er SEER?



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

“Et udtryk for effektiviteten af det givne køleanlæg/klimaanlæg beregnet ud fra et fiktivt gennemsnitligt årligt driftsmønster.”

Kravene er ofte baseret på SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) – det vil sige den gennemsnitlige effektivitet over et helt år i “European Average Climate” (Strasbourg-data).

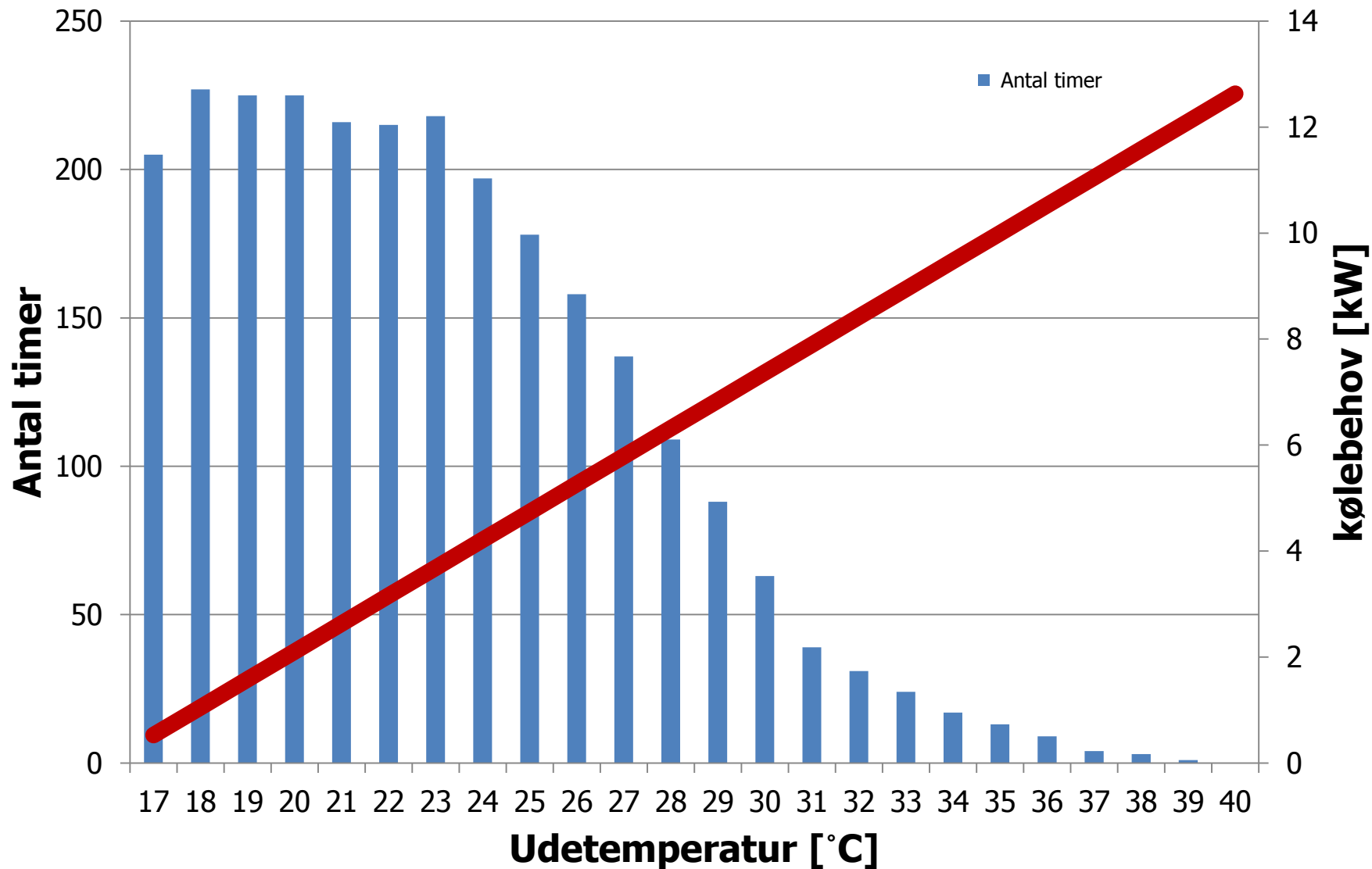
og

Space Cooling Energy Efficiency, hvor der er korrigeret for virkningsgrad for elproduktion (pr. definition 0,40 i EU). Der er ligeledes fratrukket 3 % til forskellige tab (chillers).

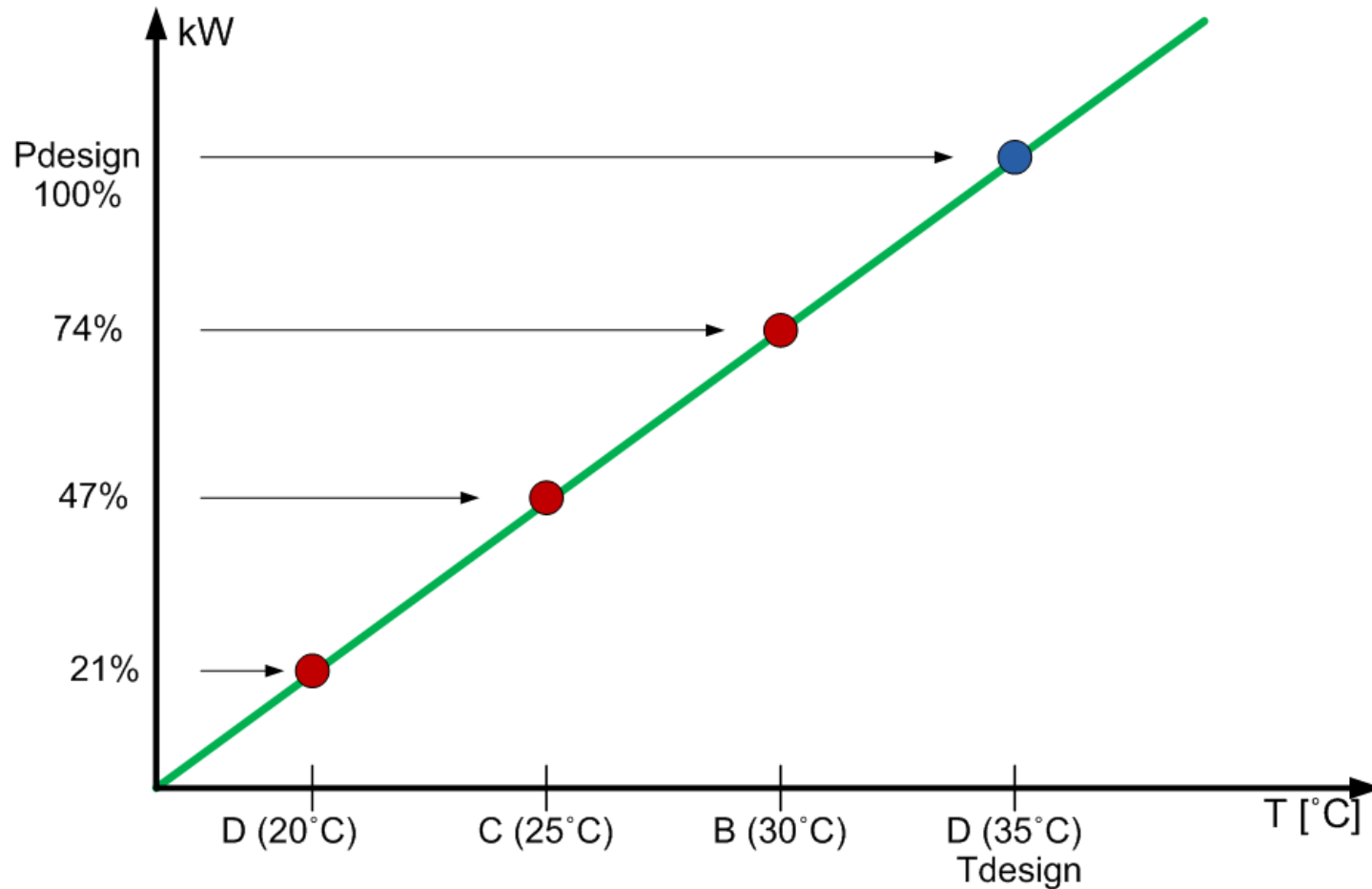
Det er en slags primærenergi-virkningsgrad.

$$\eta_{S,cool} = SEER - \sum F(i)$$

I ovenstående formel fra forslaget skulle SEER divideres med 2,5, fordi elproduktionen i EU per definition har en virkningsgrad på 40 %.



SEER Kort,
 $T(\text{design}) = 35\text{ C}$





Effektiviteten bestemmes ud fra 4 test: Fuld last + 3 delast-punkter. EN14825.

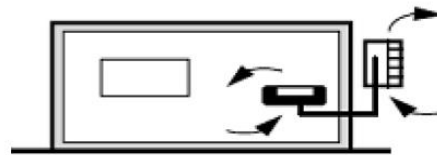
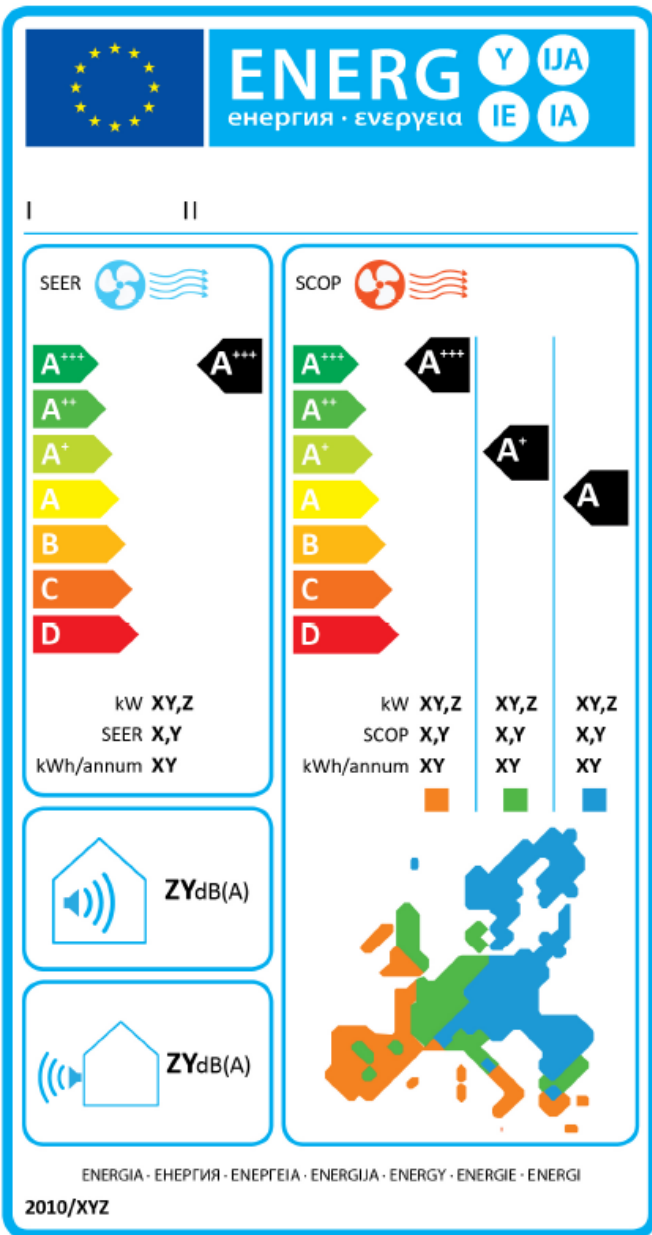
Herefter beregnes SEER ved at taste værdier ind i regneark.

Svarer i princippet til den nye testmetode for varmepumper, som testes efter samme standard.

3. Små AC-anlæg < 12 kW

Table 1: Energy efficiency classes for air conditioners, except double ducts and single ducts

Energy Efficiency Class	SEER	SCOP
A+++	SEER > 7.00	SCOP > 5.10
A++	6.10 ≤ SEER < 7.00	4.60 ≤ SCOP < 5.10
A+	5.60 ≤ SEER < 6.10	4.00 ≤ SCOP < 4.60
A	5.10 ≤ SEER < 5.60	3.40 ≤ SCOP < 4.00
B	4.60 ≤ SEER < 5.10	3.10 ≤ SCOP < 3.40
C	4.10 ≤ SEER < 4.60	2.80 ≤ SCOP < 3.10
D	3.60 ≤ SEER < 4.10	2.50 ≤ SCOP < 2.80
E	3.10 ≤ SEER < 3.60	2.20 ≤ SCOP < 2.50
F	2.60 ≤ SEER < 3.10	1.90 ≤ SCOP < 2.20
G	SEER ≤ 2.60	SCOP ≤ 1.90



AC < 12 kW



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

MEPS 1. Januar 2012 (single duct + double duct) og 1. juli 2012 (andre AC)						
	AC (excl ducts)		Double duct		Single duct	
	SEER	SCOP	EER	COP	EER	COP
GWP > 150	3,60	3,20	2,40	2,36	2,40	1,80
GWP <= 150	3,24	2,88	2,16	2,12	2,16	1,62
MEPS 1. Januar 2014						
	AC (excl ducts)		Double duct		Single duct	
	SEER	SCOP	EER	COP	EER	COP
GWP > 150	4,30	3,50	2,60	2,60	2,60	2,04
GWP <= 150	3,87	3,15	2,34	2,34	2,34	1,84

4. Store AC-anlæg, forslag

I september 2013 kom et forslag fra Kommissionen.
Omfatter:

- Chillers (væskekølere) til AC i store bygninger (< 2MW køleeffekt)
- Andre AC-anlæg > 12 kW (split-anlæg, multisplit, Roof-top, VRF, mm. direkte køling)
- Højtemperatur-chillers til proceskøling
- Reversible anlæg (AC/HP)

Relevans for Danmark:

Chillers til AC:

Mange store bygninger er kølet af Chillers: ex. lufthavnsbygninger, hospitaler, indkøbscentre

Chillers til proceskøling:

Afkøling af gæringstanke i farmaceutisk industri

Afkøling af plaststøbemaskiner m.m.

AC/HP: Roof top anlæg:

HVAC i burgerrestauranter, banker m.v.

Stor dansk produktion af energieffektive produkter:

Sabroe/JCI: Store ammoniak-chillers.

Sabroe/JCI: chillers med kulbrinter

Bundgaard Køleteknik: chillers med kulbrinter

Danfoss: Komponenter til chillers og køleanlæg generelt

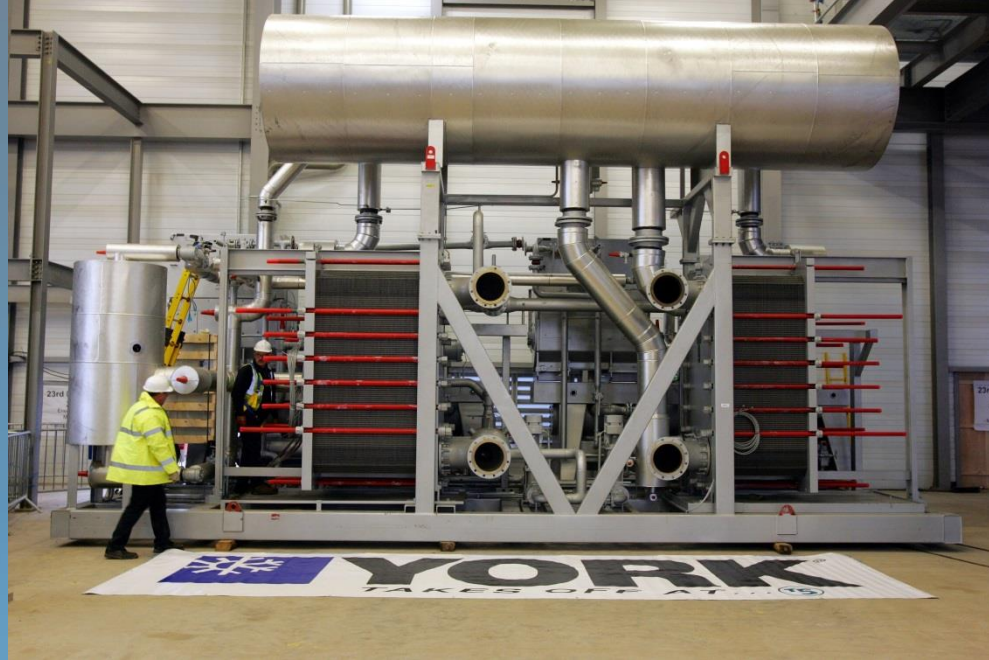
Chillers med vanddampkompression er på vej (Sabroe/JCI, EUDP, TI, Lego).

Chillers med CO₂ er en mulighed (Advansor)

Reversible Roof top: Nilan, andre?



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE



...Forslag til Ecodesign-krav til AC i store bygninger

Ecodesign-krav i to trin: 2017 og 2019:

Table 4: Minimum space cooling efficiency requirements

Seasonal space cooling efficiency				1 st Tier : 1st January 2017		2 nd Tier : 1st January 2019	
				GWP > 675	if GWP < 675	GWP > 675	if GWP < 675
Chillers	electric	air-to-water	<400 kW	157%	141%	161%	145%
	electric	air-to-water	>400 kW	173%	156%	185%	167%
	electric	water-to-water	<400 kW	196%	176%	200%	180%
	electric	water-to-water	>400 kW	256%	230%	272%	245%
	fuel driven	air-to-water		142%	128%	147%	132%
Air conditioners	electric	air-to-air		181%	163%	189%	170%
	fuel driven	air-to-air		167%	150%	177%	159%

AC > 12 kW

Læg mærke til 10 % "rabat" til lav-GWP-kølemidler!

Lav GWP er foreslået til $GWP < 675$

Svarer til, at HFC-32 netop bliver defineret til lav-GWP!

(DK er imod dette, og måske imod rabat, generelt?)

Der er ikke noget forslag til energimærkning.

Nyt forslag forventes - til endelig beslutning i 2014.

5. HT-chillers til proceskøling (forslag)



Kravene er baseret på SPER (Seasonal Energy Performance Ratio).

Det vil igen sige gennemsnitlig effektivitet over et helt år, men under forudsætning af, at proceskøling foregår det meste af året.

Igen benyttes klimadata for gennemsnitlig EU klima (Strasbourg).

Test foregår i 4 punkter: fuld last + 3 dellast-konditioner. EN14825

SPER beregnes ved at taste testresultater ind i et regneark.

Ecodesign-krav i to trin: 2017 og 2019.

Ingen rabat til

Table 5: Minimum SPER requirements

lav-GWP-kølemidler

Seasonal space cooling efficiency				1 st Tier : 1st January 2017	2 nd Tier : 1st January 2019
high temperature process chillers	electric	air-to-water	<400 kW	4.5	5.0
			≥400 kW	5.0	5.5
	electric	water-to-water	<400 kW	6.5	7.0
			≥400 kW & < 1000 kW	7.5	8.0
			≥ 1000 kW	8.0	8.5

Krav til information, krav til støj

Der er ret strenge krav til, at der skal være tilgængelig information:
Testdata til bestemmelse af effektivitet, **SEER, SEPR, støj** m.v.

Tilgængelig i installationsmanual + brugermanual + **tilgængelig på frit tilgængelig web-side**.

De helt præcise krav til data m.v. fremgår af forslaget.

Table 8: Sound power levels proposed for outdoor side of comfort chillers, air-to-air air conditioners, air-to-air heat pumps and fan coil units

Maximum sound power level	1 st Tier : 1st January 2017	2 nd Tier : 1st January 2019
Outdoor side		
rated output < 6 kW	64	63
rated output > 6 kW and < 12 kW	69	68*
rated output ≥ 12 kW and < 30 kW	74 / 79*	73 / 78*
rated output ≥ 30 kW and < 70 kW	84	83
Non-ducted Indoor side**		
rated output < 6 kW	59	58
rated output > 6 kW and < 12 kW	64	63
rated output ≥ 12 kW and < 30 kW	69	68
rated output ≥ 30 kW and < 70 kW	79	78
Ducted Indoor side **		
rated output < 6 kW	59	58
rated output ≥ 6 kW and < 12 kW	64	63
rated output ≥ 12 kW and < 17.5 kW	69	68
rated output ≥ 17.5 kW and < 40 kW	79	78
rated output ≥ 40 kW and < 70 kW	84	83

* for packaged products the value is increased by 5 dB

** indoor noise requirements shall not apply to chillers

6. Condensing units (CDU) (forslag)

Omfatter:

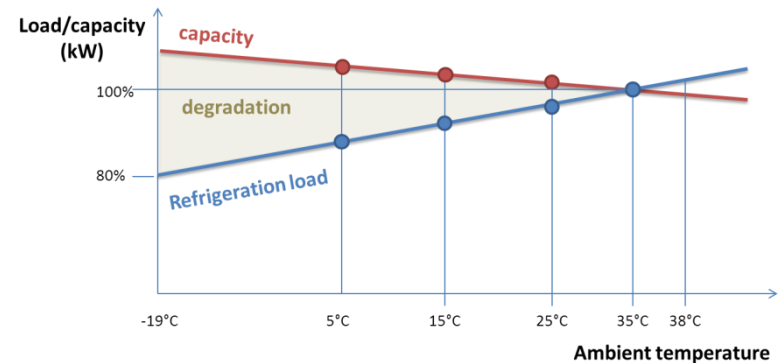
- Aggregater med én eller flere kompressorer
- Aggregater i kapaciteter op til 50 kW
- MT (køling ved -10 C) og LT (-35 C)
- Luftkølede aggregater

Omfatter ikke:

- HT (AC, +5 C, omfattet af Entr Lot 6)
- Monoblok
- Vandkølede aggregater

Af-art af SEER: SEPR

- **What is the test method?**
- **EN13771-2** Compressors and condensing units for refrigeration. Performance testing and test methods. Condensing units
- **EN13215** Condensing units for refrigeration. Rating conditions, tolerances and presentation of manufacturer's performance data
- **SEPR** is the seasonal energy performance ratio of a condensing unit. It is calculated from the COP of the condensing unit at **4 different ambient temperatures and cooling loads**, called **rating points**.



CDU



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

Ecodesign-krav, 1. juli 2015 (forslag):

Operating temperature	Rated capacity P_A	Applicable ratio	Value
Medium	$0.2\text{kW} < P_A < 1\text{kW}$	COP	1.2
	$1\text{kW} < P_A < 5\text{kW}$	COP	1.4
	$5\text{kW} < P_A < 20\text{kW}$	SEPR	2.25
	$20\text{kW} < P_A < 50\text{kW}$	SEPR	2.35
Low	$0.1\text{kW} < P_A < 0.4\text{kW}$	COP	0.75
	$0.4\text{kW} < P_A < 2\text{kW}$	COP	0.85
	$2\text{kW} < P_A < 8\text{kW}$	SEPR	1.5
	$8\text{W} < P_A < 20\text{kW}$	SEPR	1.6

CDU

Ecodesign-krav, 1. juli 2018:



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

Operating temperature	Rated capacity P_A	Applicable ratio	Value
Medium	$0.2\text{kW} < P_A < 1\text{kW}$	COP	1.4
	$1\text{kW} < P_A < 5\text{kW}$	COP	1.6
	$5\text{kW} < P_A < 20\text{kW}$	SEPR	2.55
	20kW		
	$20\text{kW} < P_A < 50\text{kW}$	SEPR	2.65
Low	$0.1\text{kW} < P_A < 0.4\text{kW}$	COP	0.8
	$0.4\text{kW} < P_A < 2\text{kW}$	COP	0.95
	$2\text{kW} < P_A < 8\text{kW}$	SEPR	1.6
	$8\text{kW} < P_A < 20\text{kW}$	SEPR	1.7

7. Professionelle kølemøbler



Professional storage cabinets (Entr Lot 1, Storkøkkenkøleskabe og – fryserer). Forslag til vedtagelse i december 2013:

Ecodesign + energimærkning

Test efter variant af EN23953 (salgskølemøbler), Klimaklasse 4 (+30 C)

EEI bestemt af energiforbrug / nettovolumen

Ecodesign-krav er sat til følgende:

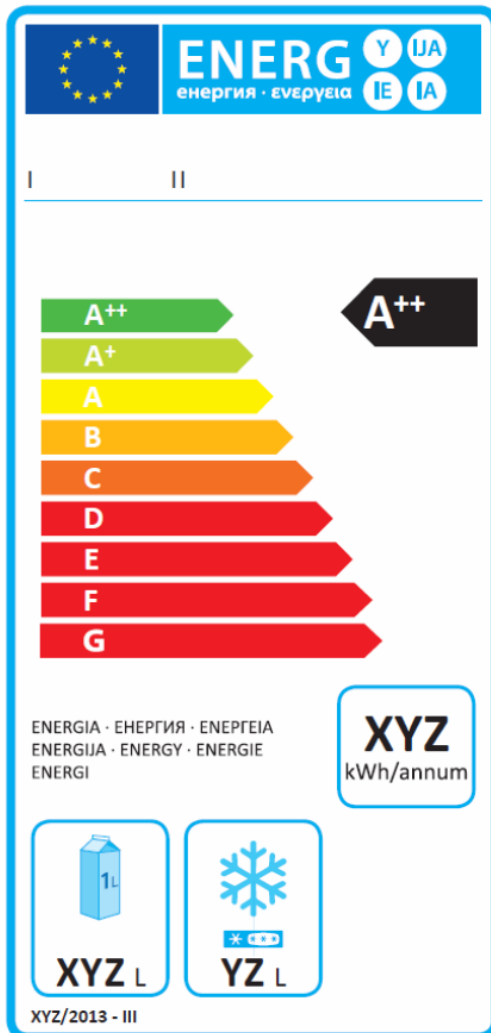
- Fra 1. juli 2015: $EEI < 125$
- Fra 1. juli 2016: $EEI < 110$
- Fra 1. juli 2018: $EEI < 100$

Energimærkningsordning
foreslået

Energy efficiency class	EEI
A+++	$EEI < 15$
A++	$15 \leq EEI < 20$
A+	$20 \leq EEI < 30$
A	$30 \leq EEI < 40$
B	$40 \leq EEI < 55$
C	$55 \leq EEI < 75$
D	$75 \leq EEI < 90$
E	$90 \leq EEI < 100$
F	$100 \leq EEI < 110$
G	$110 \leq EEI < 125$

..professional storage cabinet

Gram Commercial's produkter er de mest effektive på markedet.
Gram 2014-model blev fremvist på messe i Milano, okt. 2013



*Foto: Test af Gram
2014-model i kølelab
på TI, Taastrup,
november 2013*



..flaskekøler

Flaskekølere: Indeholdt i Lot-12.

Studie undervejs. Forslag til energimærkning og ecodesign forventes i 2014.

Vestfrost Solutions har de mest energieffektive på markedet og deres M200 er BAT i studiet!

Teststandard: EN23953, Klimaklasse 3 (+25 C).

Studiet indeholder også salgskølemøbler til supermarkeder og iscremefrysere.

Foto: Test af Vestfrost M200 efter EN23953 med døråbninger. (kølelab, TI, Taastrup, september 2013)

PS: variant: med sodavandsdåser i stedet for testpakker



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE



Afslutning

Der foregår en masse ting på køleområdet i EU

Køleområdet er vigtig for dansk industri og for Danmark

Danmark har mange effektive og miljøvenlige produkter at byde på.

Det er godt for danske virksomheder, at der kommer krav til energieffektivitet og energimærkningsordninger på nogle områder!

Det kan være en ulempe, at testmetoder bliver lidt "langhårede" og dyre.

På den anden side vil de sæsonvægtede effektivitetsindex'er være repræsentative og en fordel for (især) CO₂-køleanlæg (f.eks. Advansors nye CDU'er).

Det er vigtigt, at der føres tilsyn og kontrol med produkterne!