

Elanvendelse i fjernvarmen

store eldrevne varmepumper,
elkedler, og elmarkeder

Workshop Dansk Fjernvarme 4. februar 2014



PROGRAM OG UNDERVISERE

- 9.25 **Elanvendelse i fjernvarmen**
Status og teknologi indenfor store varmepumper og elkedler, nyt om afgifter.
v/ Morten Boje Blarke
- 10.00 **Eksempler på eldrevne varmepumper i fjernvarmen**
Ans, Brædstrup, m.fl.
v/ Niels From, PlanEnergi
- 10.45 Kaffepause
- 11.00 **Elmarkedet – markeder og trends**
v/ Jørgen Morild, Energi Danmark A/S
- 11.45 **Hvilken varmepumpe skal vi vælge?**
Sammenligning af leverandører og løsninger.
v/ Morten Boje Blarke
- 12.00 Frokost
- 13.00 **Sådan vurderer vi: behov, investering, rentabilitet, risici, alternativer**
Introduktion til hvordan vi vurderer rentabilitet for eldreven varmepumpe og elkedel i lyset af markedsudviklingen på el og gas.
v/ Morten Boje Blarke
- 13.15 **Workshop**
Ad-hoc analyser med fokus på eldrevne varmepumper og elkedler baseret på deltagernes egne værker (eller interesser).
v/ Niels From, PlanEnergi og Morten Boje Blarke
- 14.30 Kaffepause
- 15.00 **Workshop fortsat**
- 15.45 Afslutning og evaluering
- 16.00 SLUT



Morten Boje Blarke
Civilingeniør PhD
ENERGIANALYSE.DK



Niels From
Civilingeniør
Planenergi



Jørgen Morild
Regionsansvarlig
EnergiDanmark

Hovedmenu

- [Velkommen](#)
- [Kurser](#)
- [Nyhedsarkiv](#)
- [Videnscentre og rådgivere](#)
- [MBBloggen](#)
- [Om SMARTVARME.DK](#)

Elkedler

- [Elkedler geografisk](#)
- [Elkedler liste](#)
- [Leverandører](#)

Varmepumper

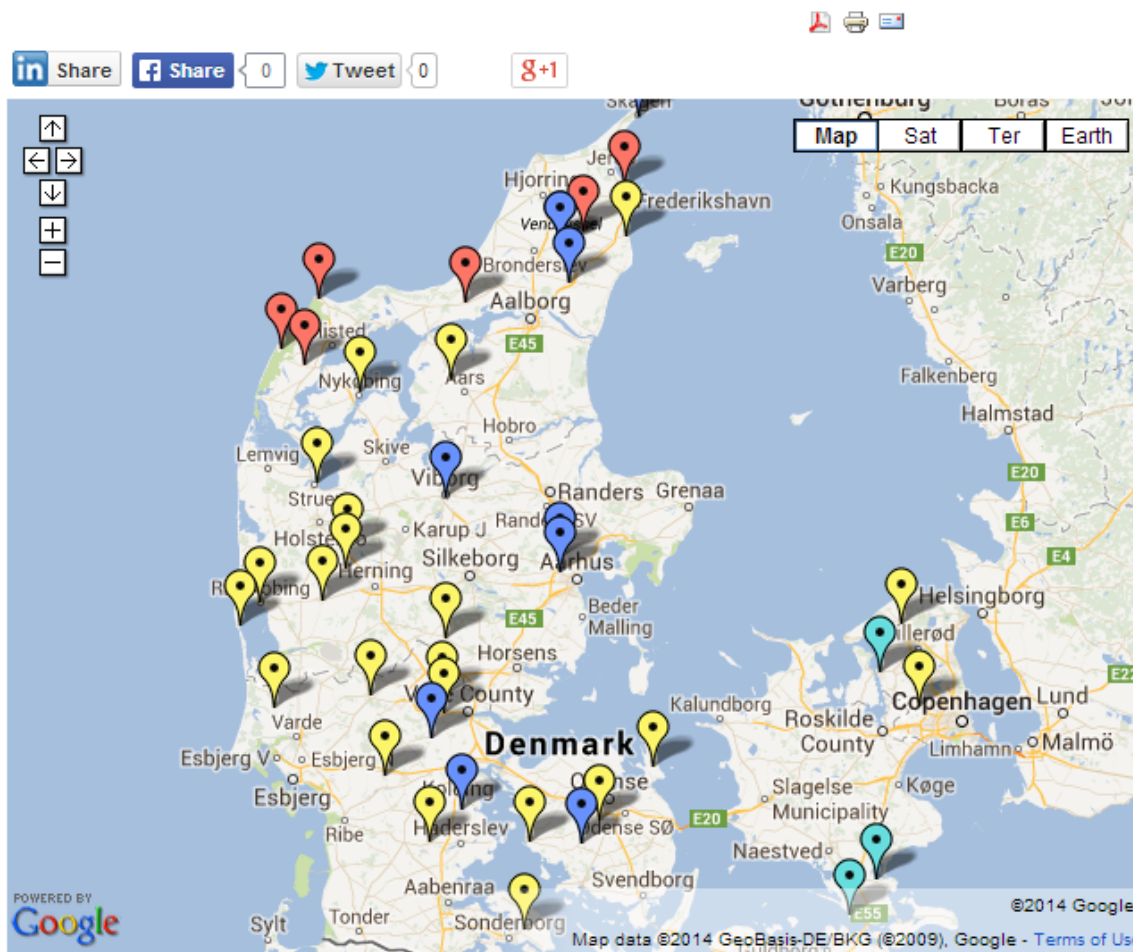
- [Varmepumper geografisk](#)
- [Varmepumpe liste](#)
- [Leverandører](#)

Materialer

- [Mini-messe 17. april 2013](#)
- [Kursus 10. april 2013](#)
- [Kursus 4. april 2013](#)
- [Kursus 19. marts 2013](#)
- [Kursus 13. marts 2012](#)
- [Kursus 9. marts 2011](#)

Geografisk placering af installerede elkedler i fjernvarmen

Skrevet af Morten Boje Blarke
Mandag, 23. januar 2012 11:50



View [Elpatroner](#) in a larger map

Elanvendelse i fjernvarmen

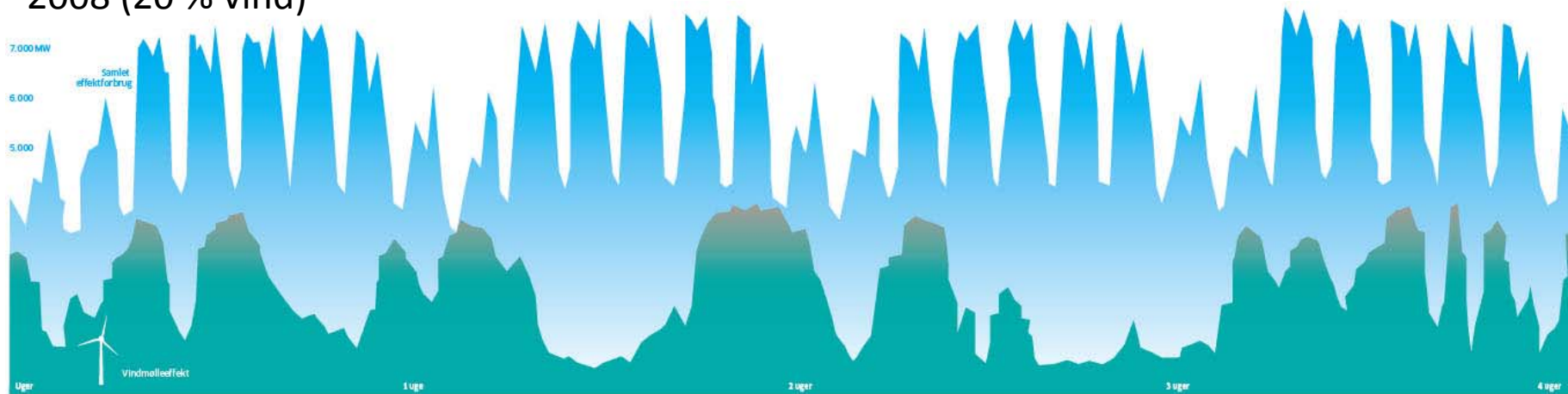
Status og teknologi indenfor store varmepumper og elkedler, nyt om afgifter.

Workshop Dansk Fjernvarme

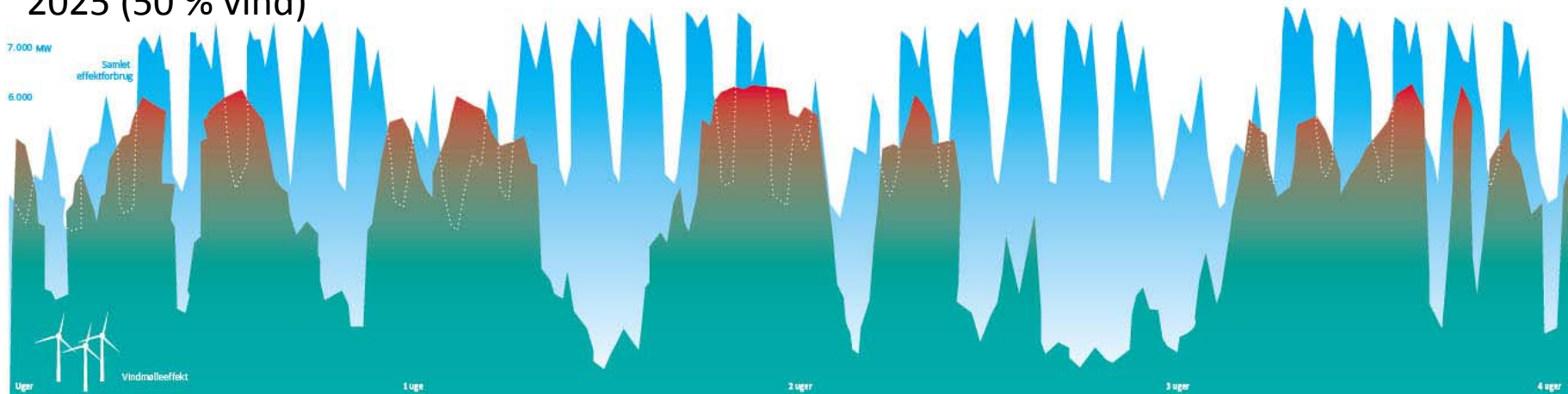


Udfordringen fra vindkraft

2008 (20 % vind)



2025 (50 % vind)



Men det går stærkere end de fleste havde forestillet sig

13. JAN. 2014 KL. 17:39 | OPDATERET 14. JAN. 2014 KL. 06:32

Danske vindmøller sætter ny verdensrekord

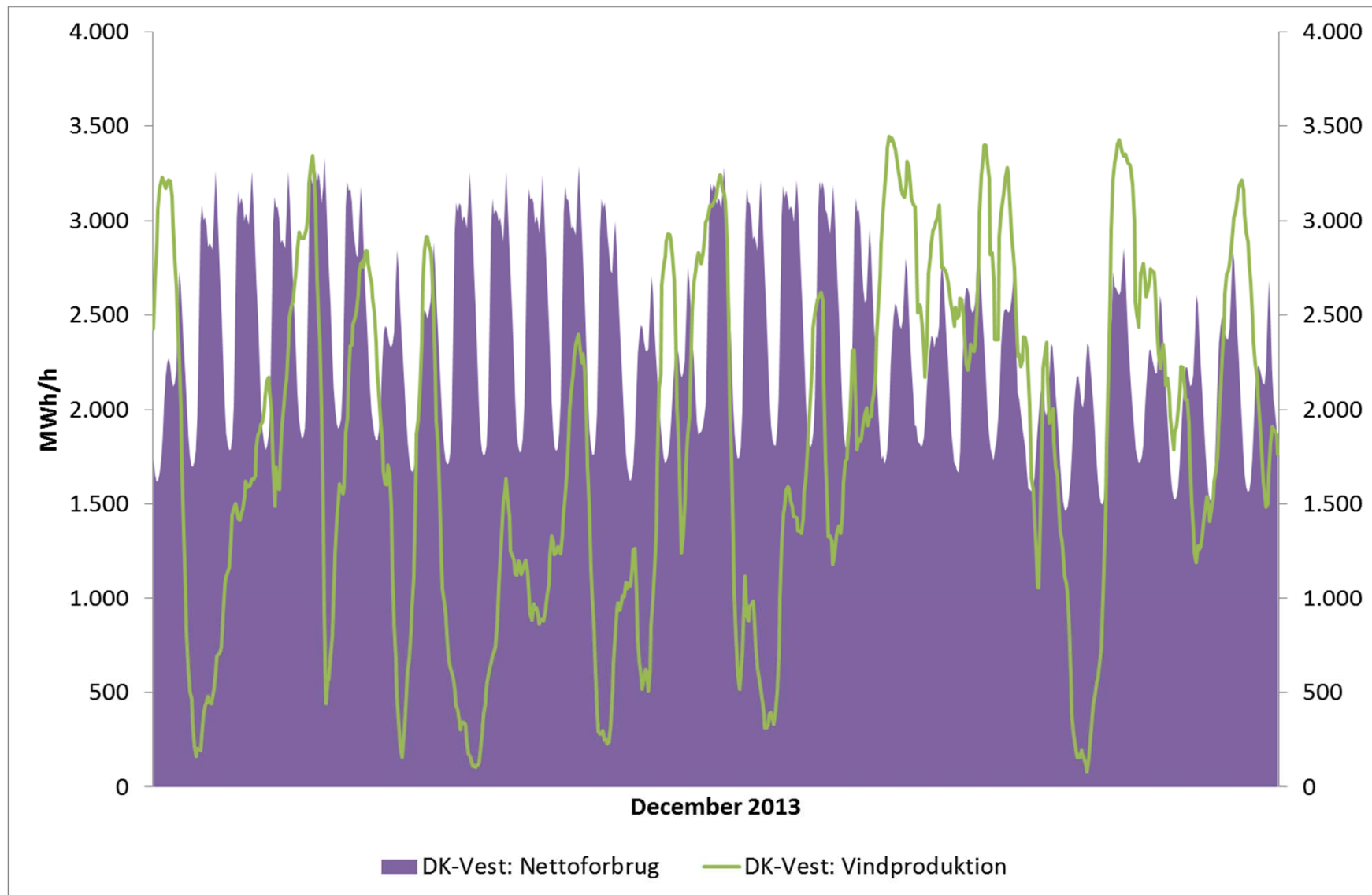
Verdensrekord: Over halvdelen af vores strøm i december kom fra vindmøller.



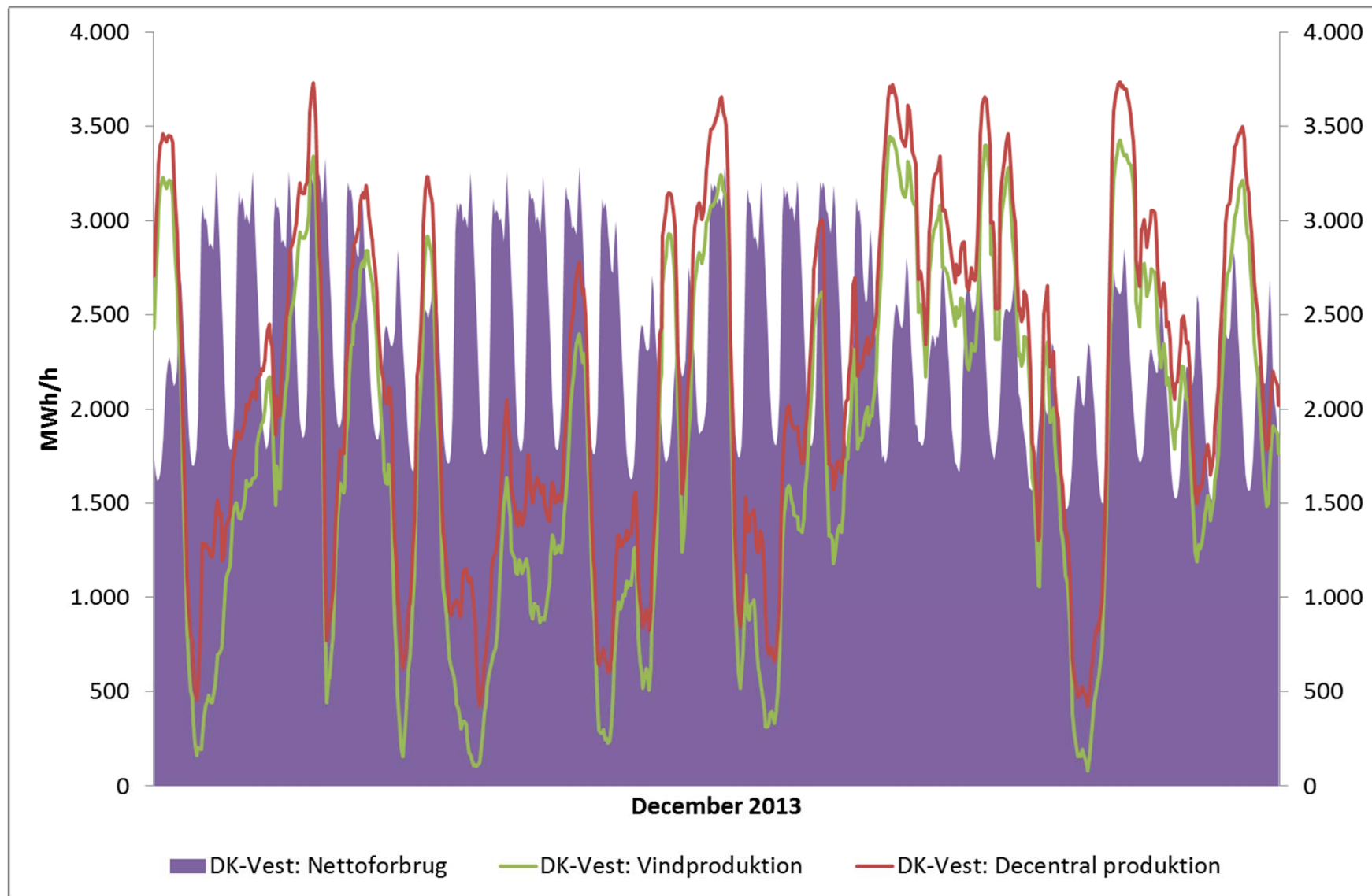
2013 blev et rekordår for vindkraften i Danmark, og vildest gik det til i december. Foto: Helge Røjle © DR

57,4 % af elforbruget dækket af vind i december 2013

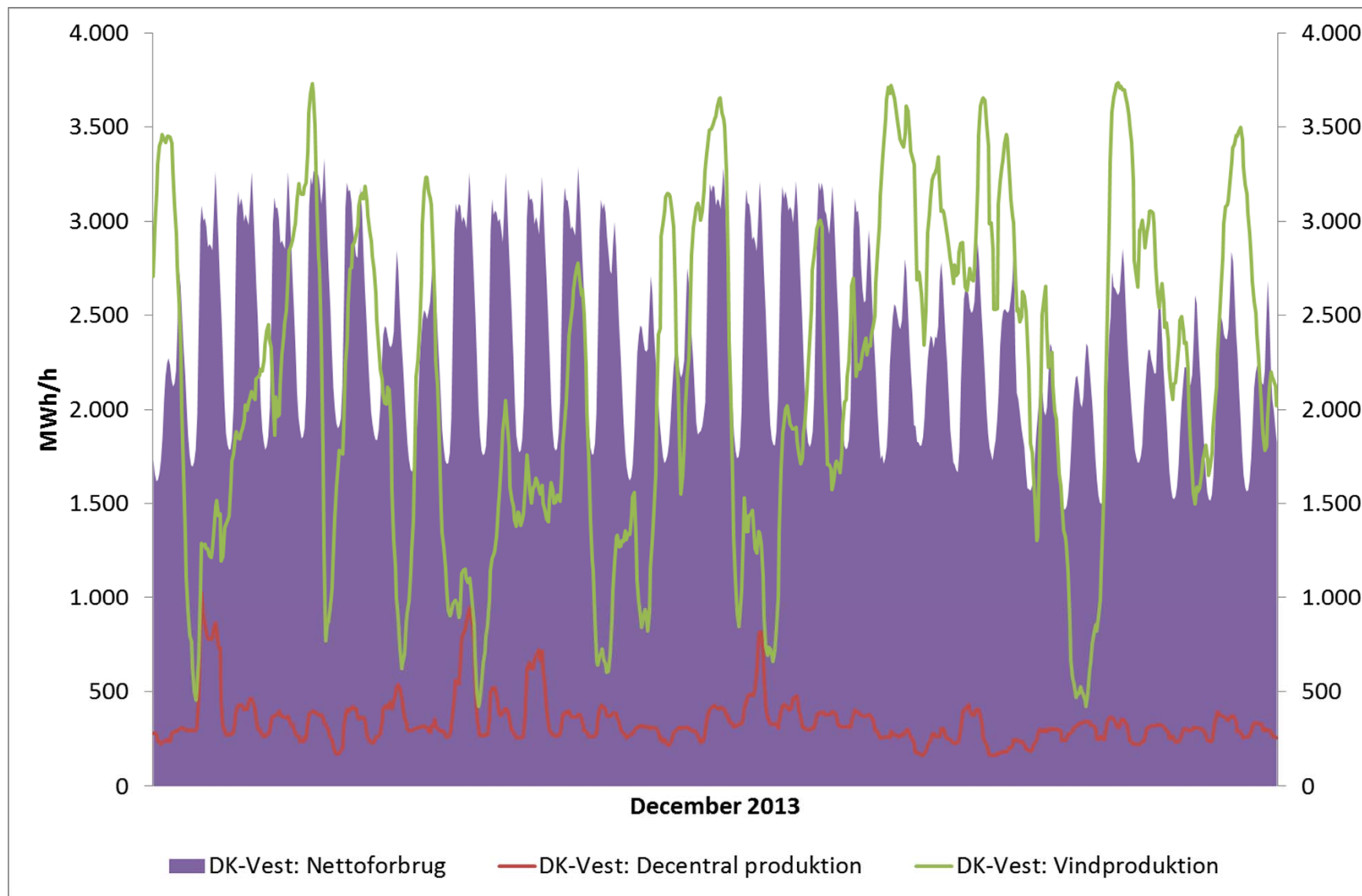
Vindkraft, Decentral Kraftvarme, Elforbrug



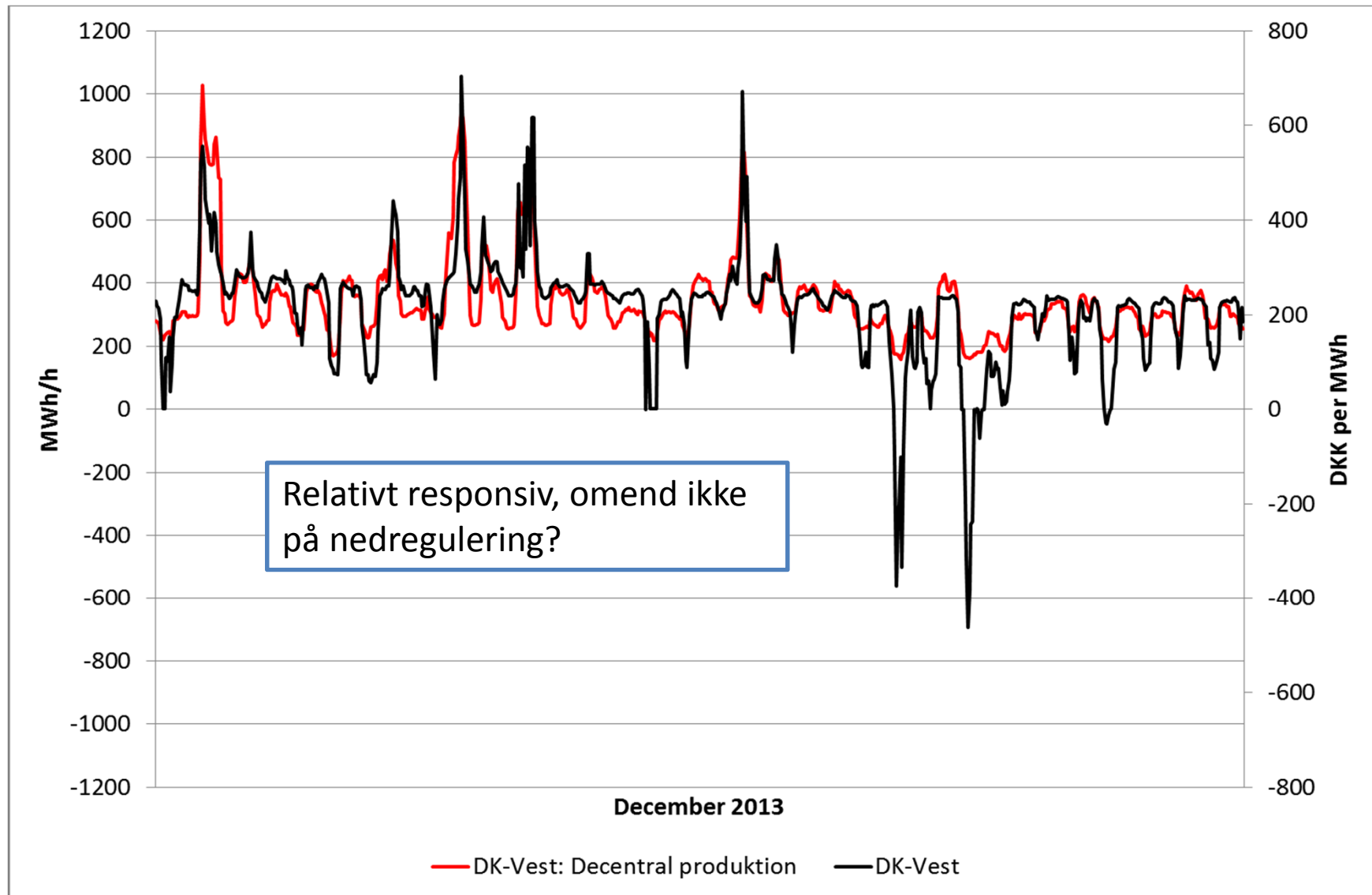
Vindkraft, Decentral Kraftvarme, Elforbrug



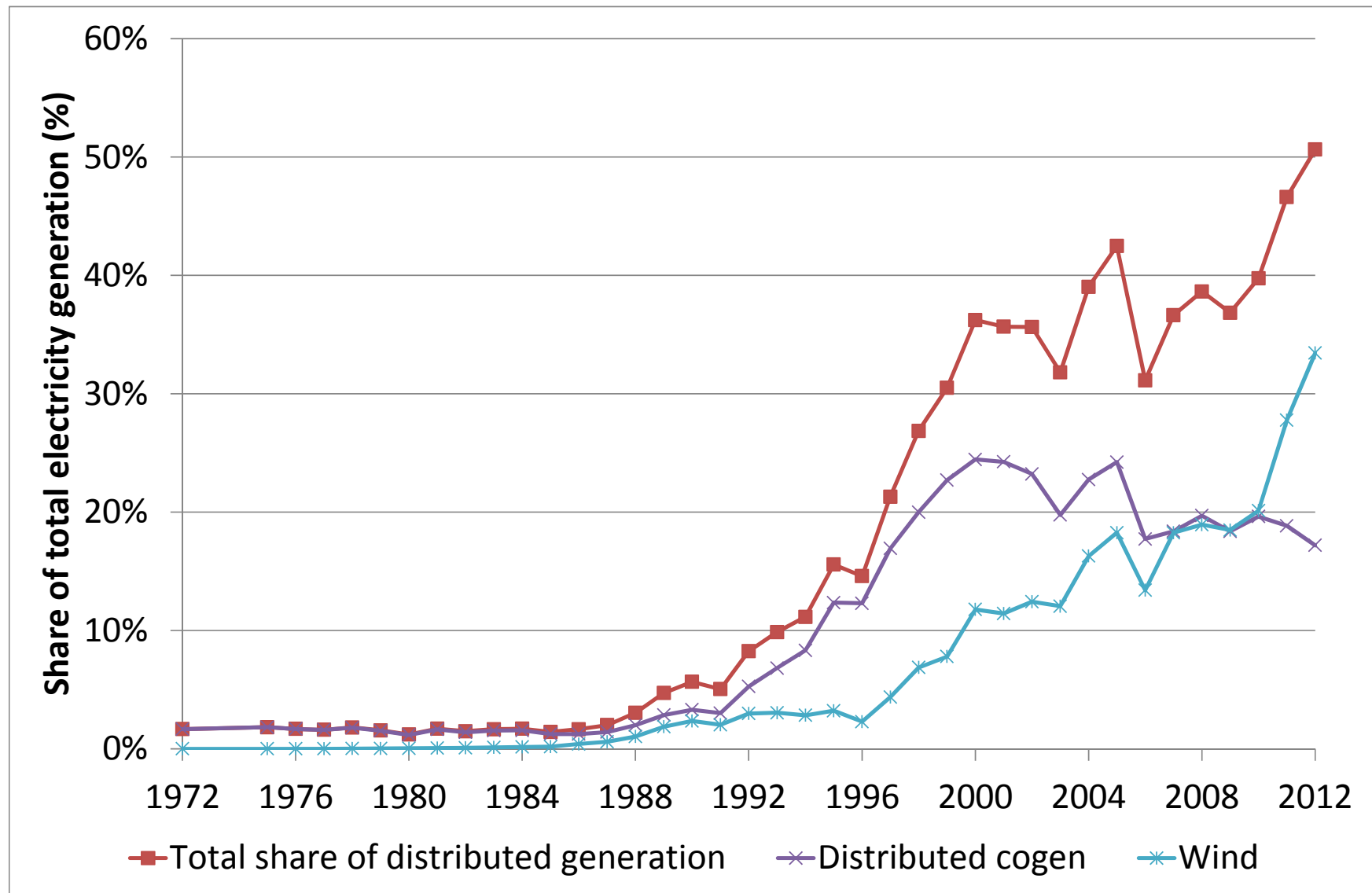
Vindkraft, Decentral Kraftvarme, Elforbrug



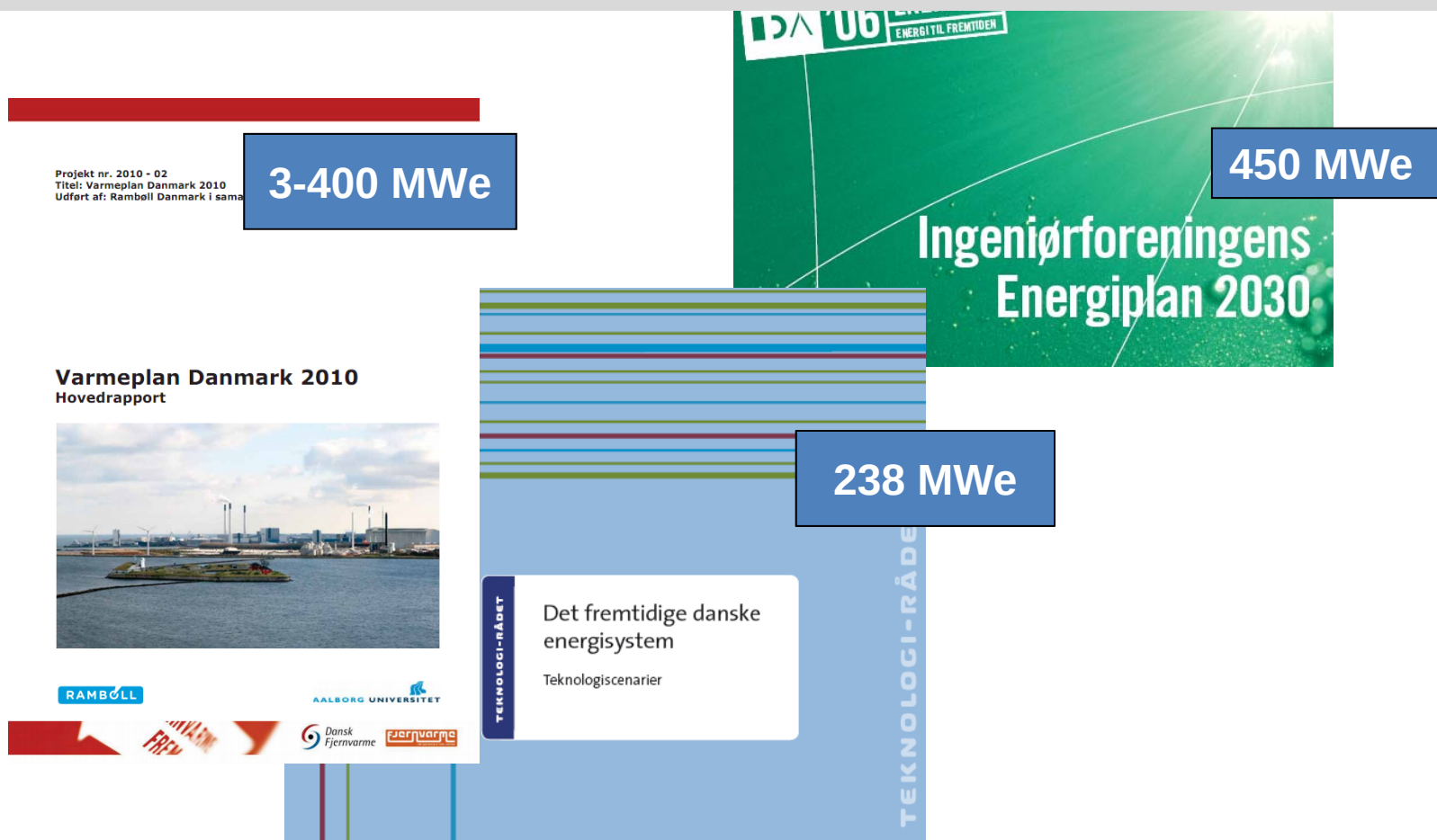
Elspot, Decentral Kraftvarme



Den decentrale kraftvarme giver efter for vind



Ambitiøse historiske planer for eldrevne varmepumper



Men det bliver ikke på den måde man her forestiller sig (nedregulering)

Nye standardløsninger

CompHEAT (Advansor)



HEATPac (Johnson Controls/Sabroe)



NeatPump (ICS Energy/Star Alliance)



NATURLIGE KØLEMIDLER:
CO₂, NH₃, NH₃/H₂O
HYBRID, ISOBUTAN

**HØJ AFGANGS-
TEMPERATUR OG HØJ COP**
(EFFEKTFAKTOR) LEVERES
AF FLERE LEVERANDØRER

COP AFHÆNGER AF
VARMEKILDE. F.EKS.
SØ/JORD: **2,5- 3,5**

INVESTERINGS-
OMKOSTNING MELLEM DKK
3,5 OG 4,5 MIO. PER MW
VARME INKL. VARMESIDE.

- MEN **EXCL. KØLESIDE.**

Elkedlers og eldrevne varmepumpers udbredelse 2013

295 MWe



**Elkedler
den aktuelt eneste aktive
SmartGrid teknologi**

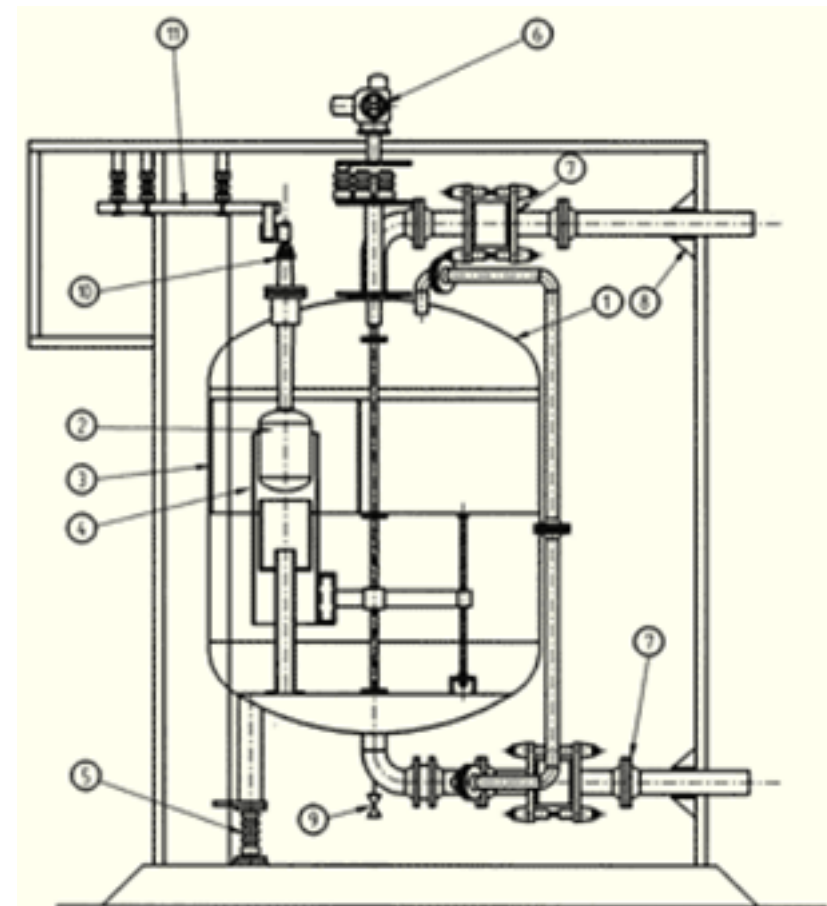
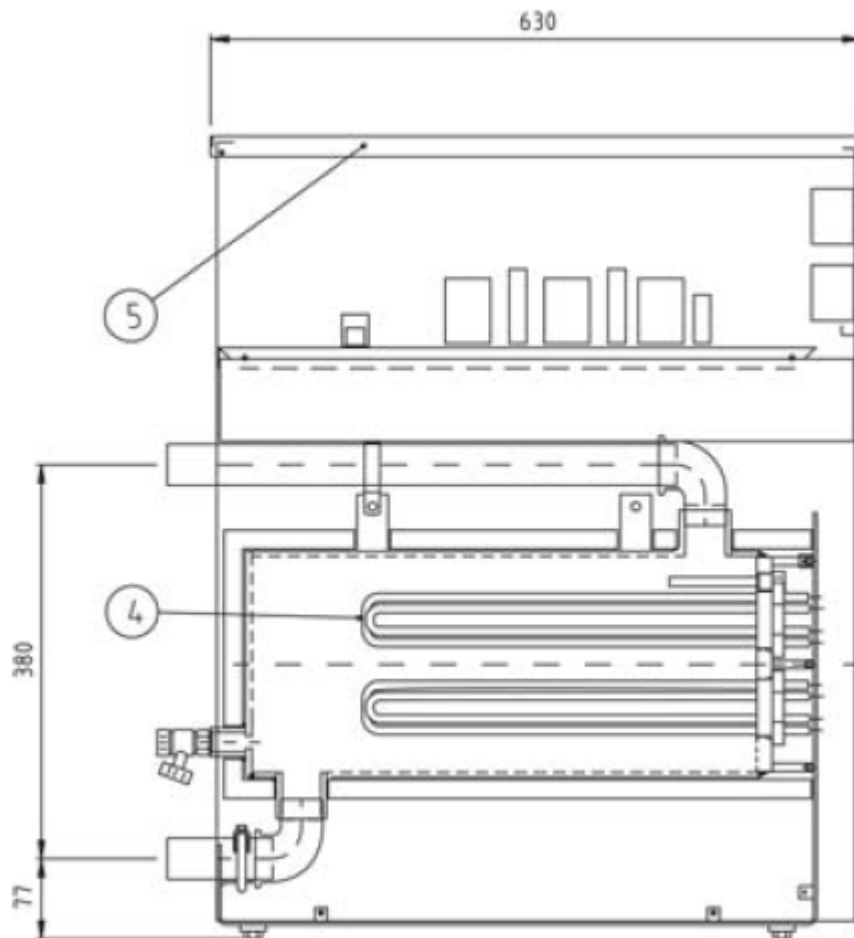
28 MW-varme (ca. 7 MWe)



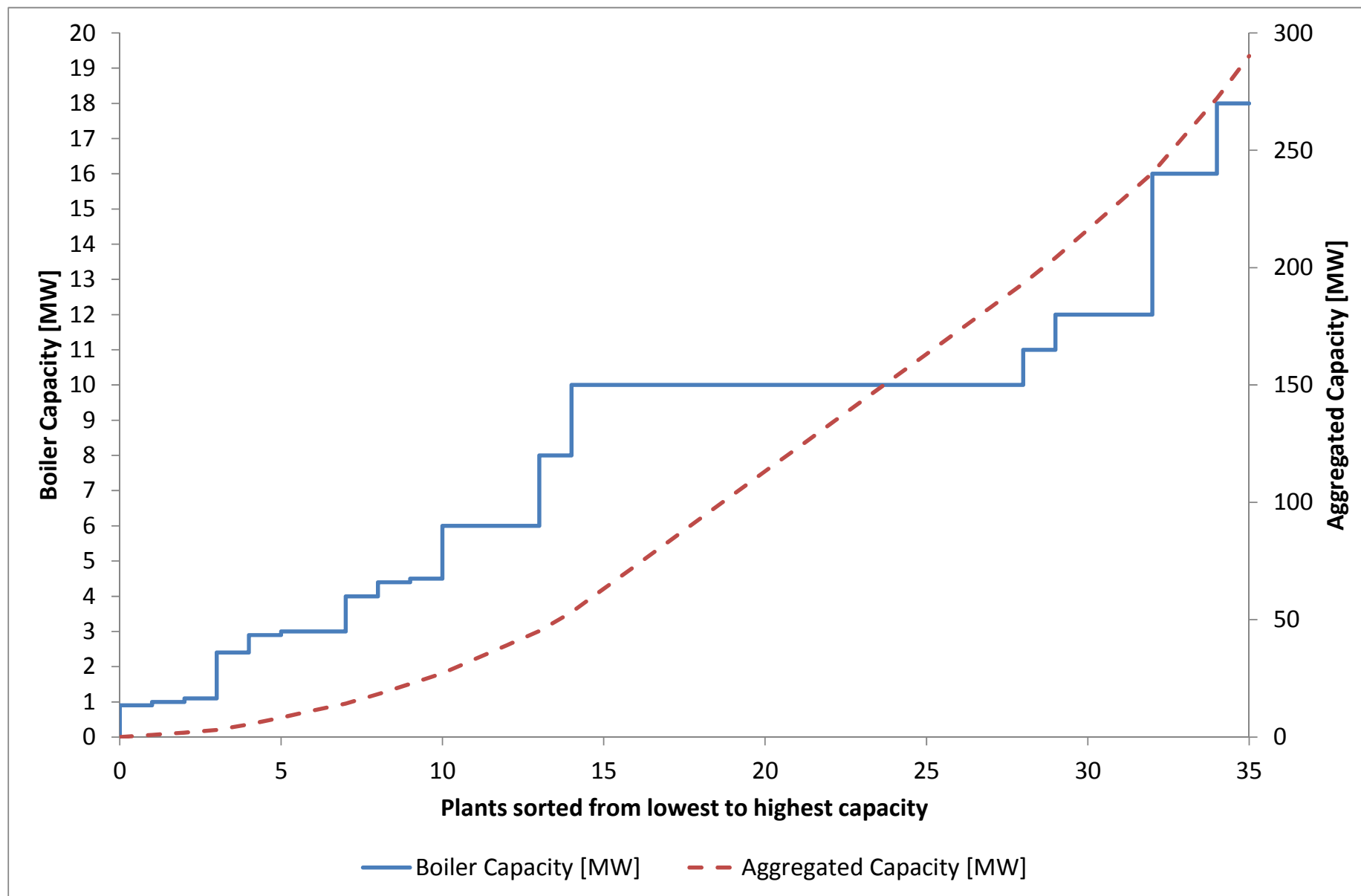
Elkedler

Varmepumper

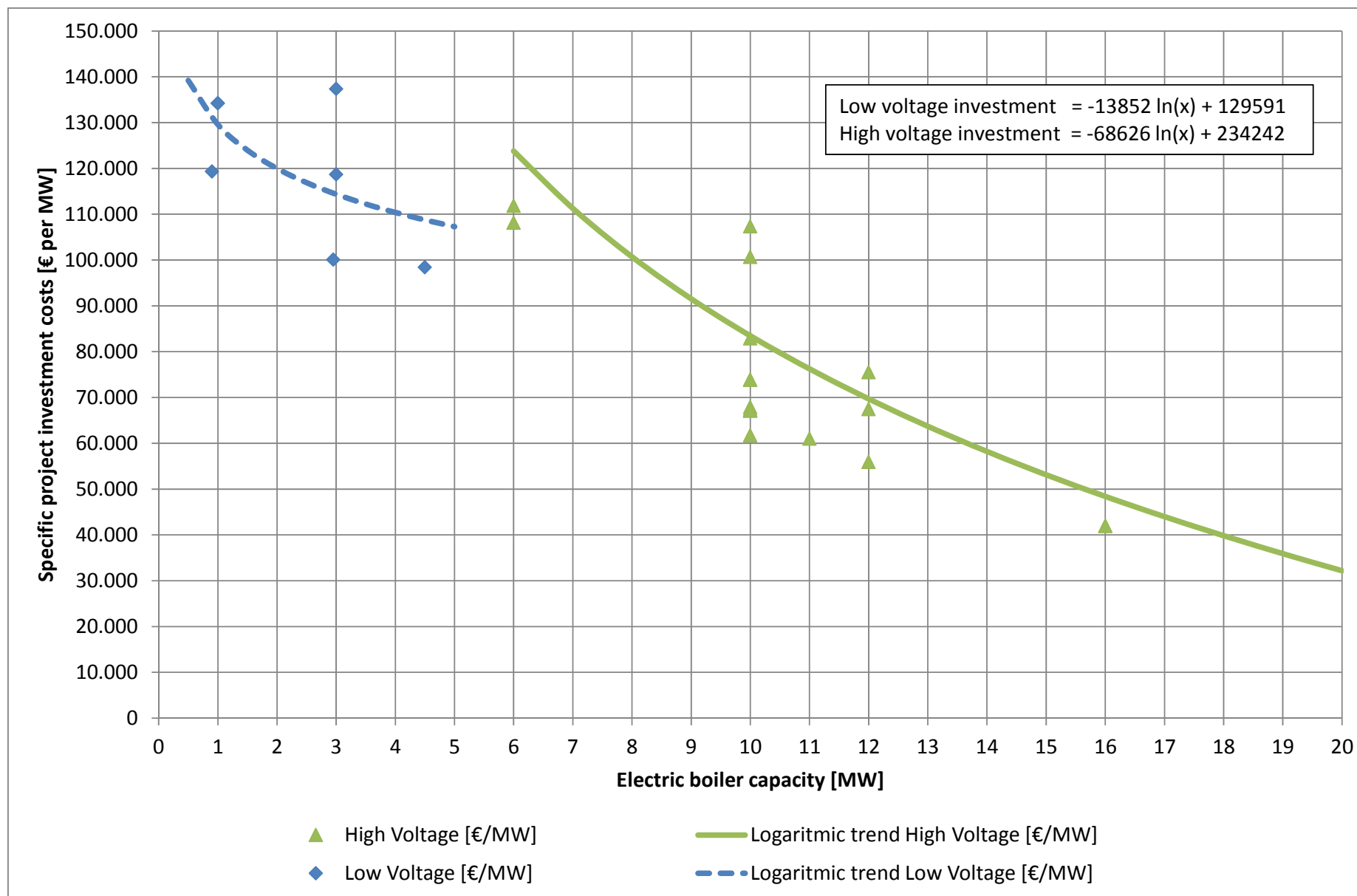
Lavspænding (400 V) og højspænding (10 kV)



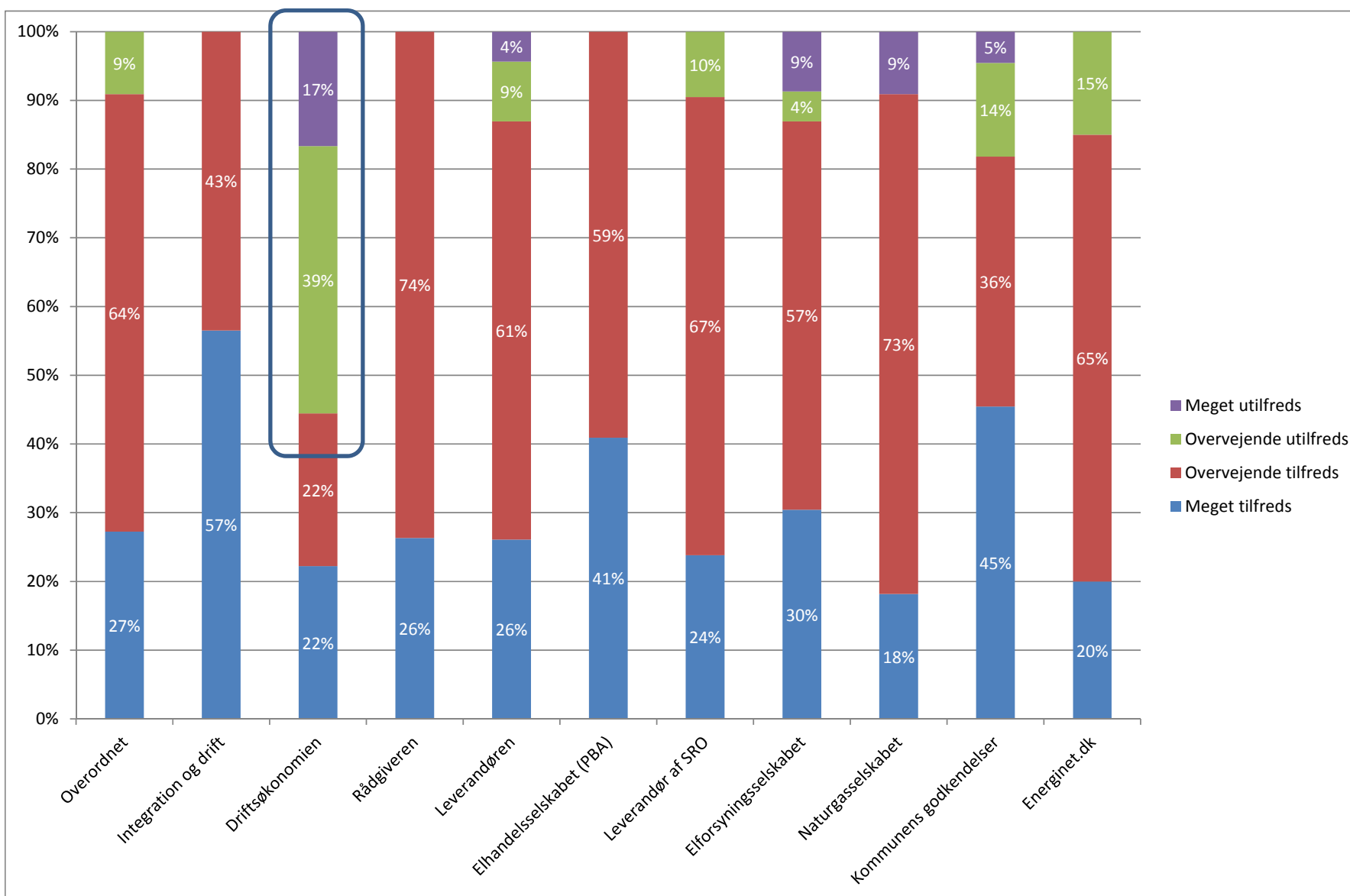
Fordeling på installeret kapacitet



Investeringsomkostning per MW (samlet projektkostning)



Tilfredshed



Baggrunden for udviklingen: Incitamenter til “smart” elanvendelse

- A. Elpatron-ordningen** introduceret i 2005
ligestiller elanvendelse med andre brændsler
og fastlægger et fælles øvre energiafgiftsniveau
- beregnet ud fra varmeproduktionen
- B. Nedsættelse af elafgift** i 2013 for anvendelse
til opvarmningsformål.
- C. PSO-fritagelse** for elforbrug til
fjernvarmeproduktion
- D. Ny forsyningssikkerhedsafgift** på fossile
brændsler (og biomasse)

Elpatronloven eller ny elafgift?

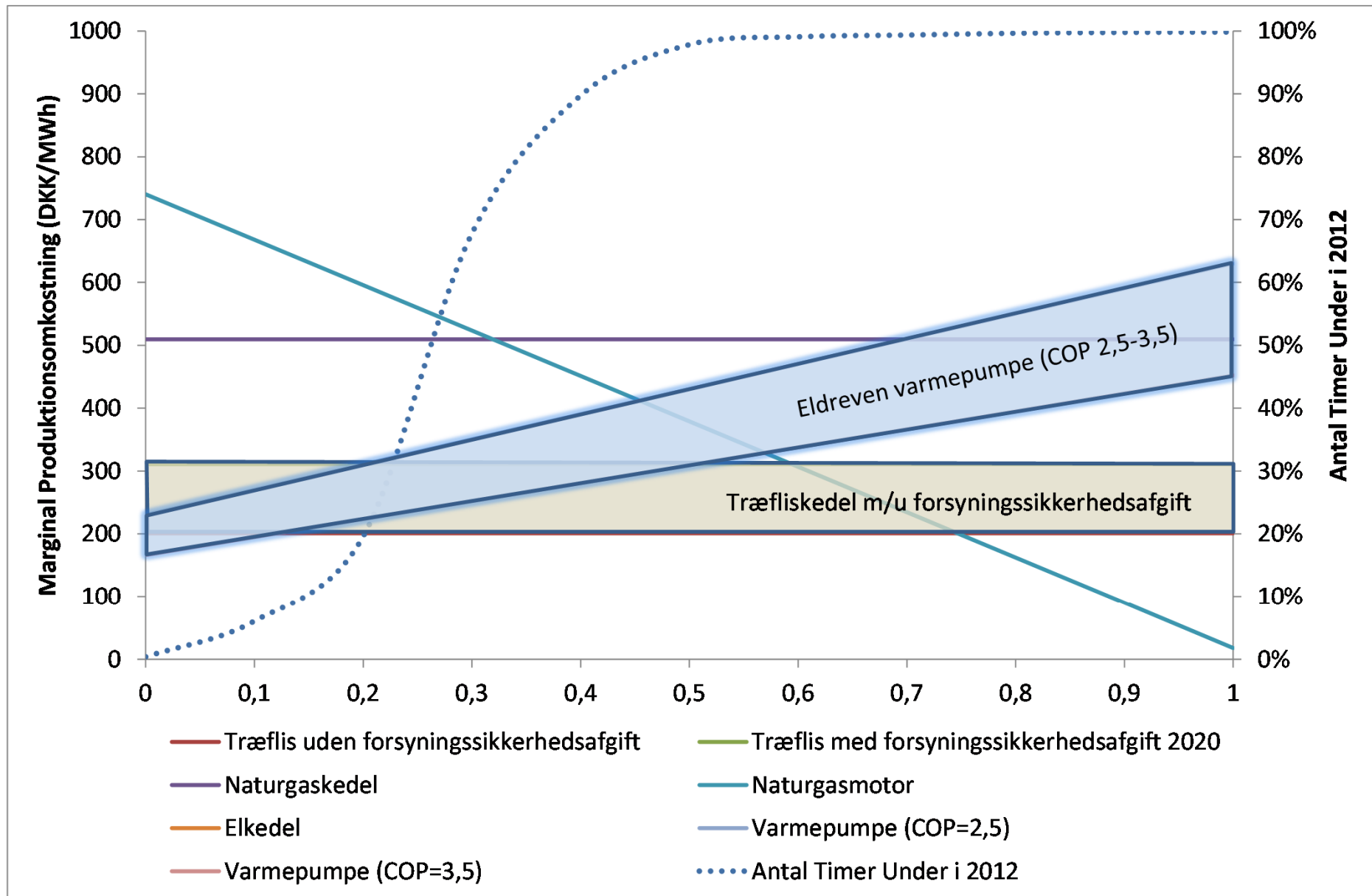
Elpatronloven: Den del af afgiften, der overstiger 18,1 øre pr. kWh fjernvarme ab værk tilbagebetales => Effektive varmepumper sparer mindst! Alm. elafgift er billigere end elpatronafgift når varmepumpens COP var over 3,5

Nye afgiftsregler markerer et markant forbedret økonomisk grundlag for varmepumpedrift => Effektive varmepumper (høj COP) sparer mest. Alm. elafgift billigere når COP er over 1,8.

*PSO fritagelse, variationer i distributionsbetaling

Afgiftsbetaling	2014	2015
El	65,8	67,1
Energieffektivisering	6,6	6,6
Tillæg	6,3	6,4
Energispar	0,6	0,6
Eldistribution	4	4
I alt	83,3	84,7
Tilbagebetaling	42	42,9
Nettoafgift	41,3	41,8
Netbetaling	2014	2015
PSO*	19	19
Transmission	4,2	4,2
System	2,7	2,7
Distribution*	10	10
I alt	35,9	35,9
I alt uden PSO	16,9	16,9
Elomkostning	2014	2015
ENS fremskrivning	36,7	34,6
Afgift, net, excl. PSO	58,2	58,7
I alt	94,9	93,3

Konkurrencedygtige produktionspriser



KONKLUSIONER

- A. Store eldrevne varmepumper er rentable, de ser godt ud, men er de "smarte"? (tja - afbrydelige)
- B. Eldrevne varmepumper kan med fordel:
 - A. Erstatte naturgasmotorer og –kedler (\$\$\$)
 - B. Supplere og effektivisere eksisterende anlæg, også biomasse, biogas (\$-\$\$)
 - C. Være nødvendige for integration af solvarme og sæsonlagring (\$)
- C. I et "smart" systemperspektiv skal varmepumper (afbrydelig grundlast) ikke overraskende driftes i samspil med elkedler (spidslast, reservelast, og balancekraft)
- D. Øget elanvendelse er CO₂ neutral efter kvotemetoden hvilket gør omlægning fra gas til el i fjernvarme-produktionen målopfyldende, også grundlast

Elanvendelse i fjernvarmen

Hvilken varmepumpe skal vi
vælge?

Sammenligning af leverandører og
løsninger

Workshop Dansk Fjernvarme



Nye standardløsninger

CompHEAT (Advansor)



HEATPac (Johnson Controls/Sabroe)



NeatPump (ICS Energy/Star Alliance)



NATURLIGE KØLEMIDLER:
CO₂, NH₃, NH₃/H₂O
HYBRID, ISOBUTAN

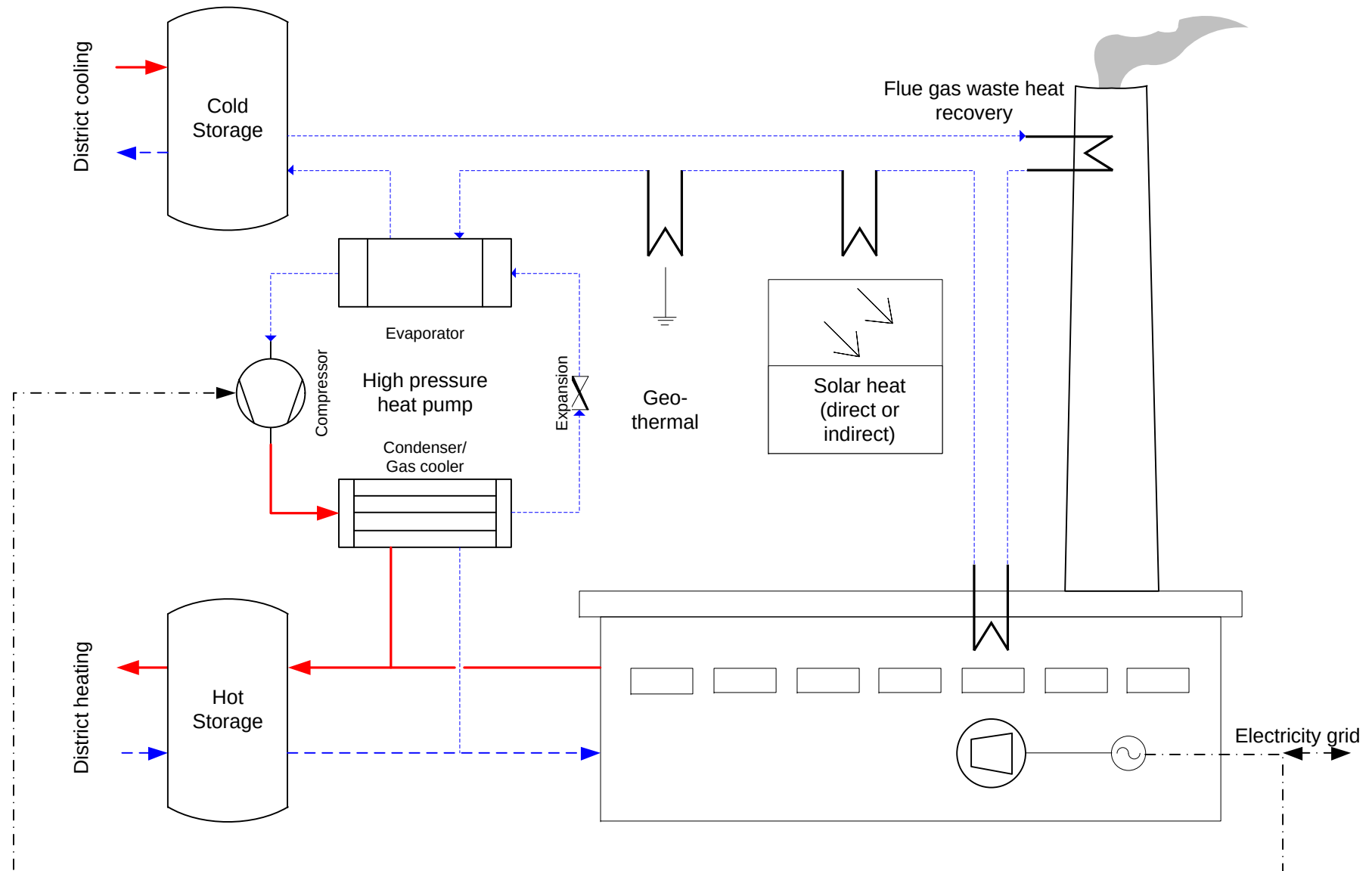
**HØJ AFGANGS-
TEMPERATUR OG HØJ COP**
(EFFEKTFAKTOR) LEVERES
AF FLERE LEVERANDØRER

COP AFHÆNGER AF
VARMEKILDE. F.EKS.
SØ/JORD: **2,5- 3,5**

INVESTERINGS-
OMKOSTNING MELLEM DKK
3,5 OG 4,5 MIO. PER MW
VARME INKL. VARMESIDE.

- MEN **EXCL. KØLESIDE.**

Eldrevne varmepumpe konfigurationer



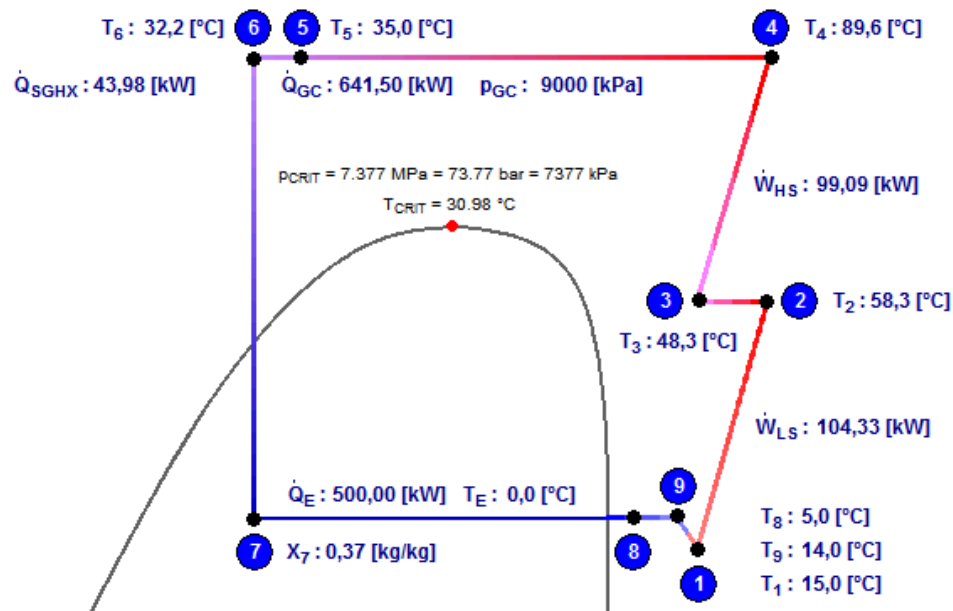
Teknisk-økonomisk datablad

Højtryks NH₃

Parameter	Unit	2010	2020	2030	2050
Capacity	MW heat	0.5 to unlimited			
COP at +2°C	-	1.7 - 2.6			
COP at +8°C	-	2.7 - 3.3			
COP at +15°C	-	3.2 - 3.4			
COP at +30°C	-	3.5 - 4.5			
Investment	M€ per MW heat	0.5 - 0.6	0.4	0.4	0.3
Annual O&M	€ p.a.	2 – 3 % of investment		1 – 2 % of investment	

Varmeoptag

Heat source	Source temp.	Unit	2010	2020	2030	2050
Ground source ³	2 - 8°C	M€ per MW heat ⁴		1.0		
Sea/waste/ground water	0 - 15°C	M€ per MW heat ⁴		0.5		
Geothermal ¹	30°C per km	M€ per MW heat ⁴		0.7 per km		
Flue gas incl. Cold Storage. ²	25 – 60°C	M€ per MW heat ⁴		0.4		



KOMBINATIONEN AF LAV
FORDAMPNINGSTEMPERATUR
OG HØJ
AFGANGSTEMPERATUR KAN I
DAG LEVERES AF FLERE
ANLÆGSLEVERANDØRER

VÆLG MELLEM
KØLEMIDLERNE CO₂, NH₃,
NH₃/H₂O HYBRID OG
ISOBUTAN

DRIFTSKRAV GIVER
ANLEDNING TIL AT FORVENTE
EN COP ML. 2,5 OG 3,0

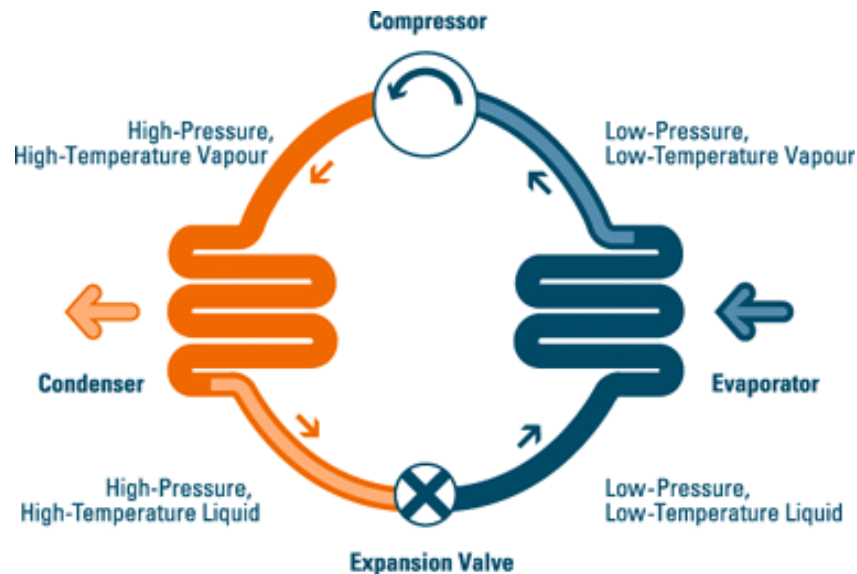
INVESTERINGSOMKOSTNING
MELLEM DKK 3 OG 4 MIO. PER
MW VARME INKL. VARMESIDE,
EXCL. KØLESIDE

PRODUKTIONSFORHOLD ML
KØLING OG VARME ER
KOMPLEKST OG AFHÆNGER
AF LØSNING.

Funktionsprincipper: Kompression og absorption

Kompression

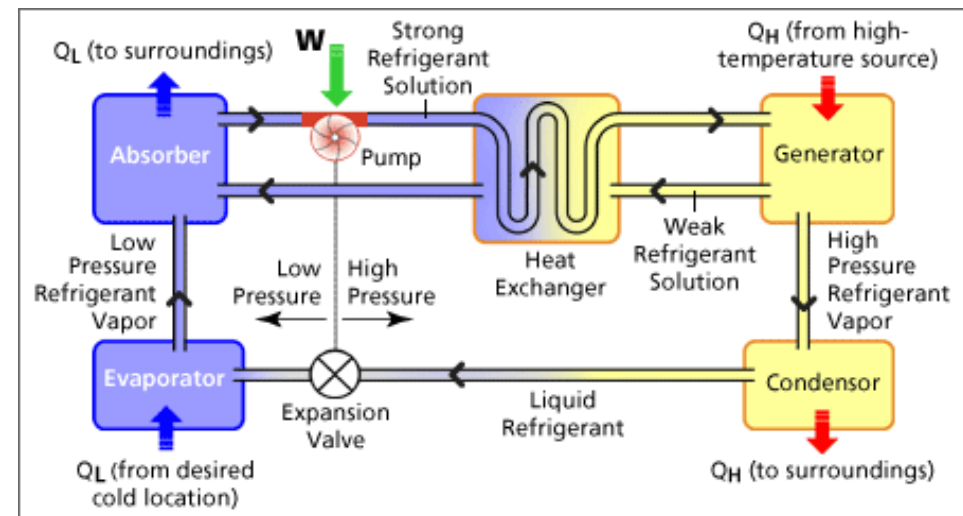
Drivmiddel: El



SmartGrid
READY

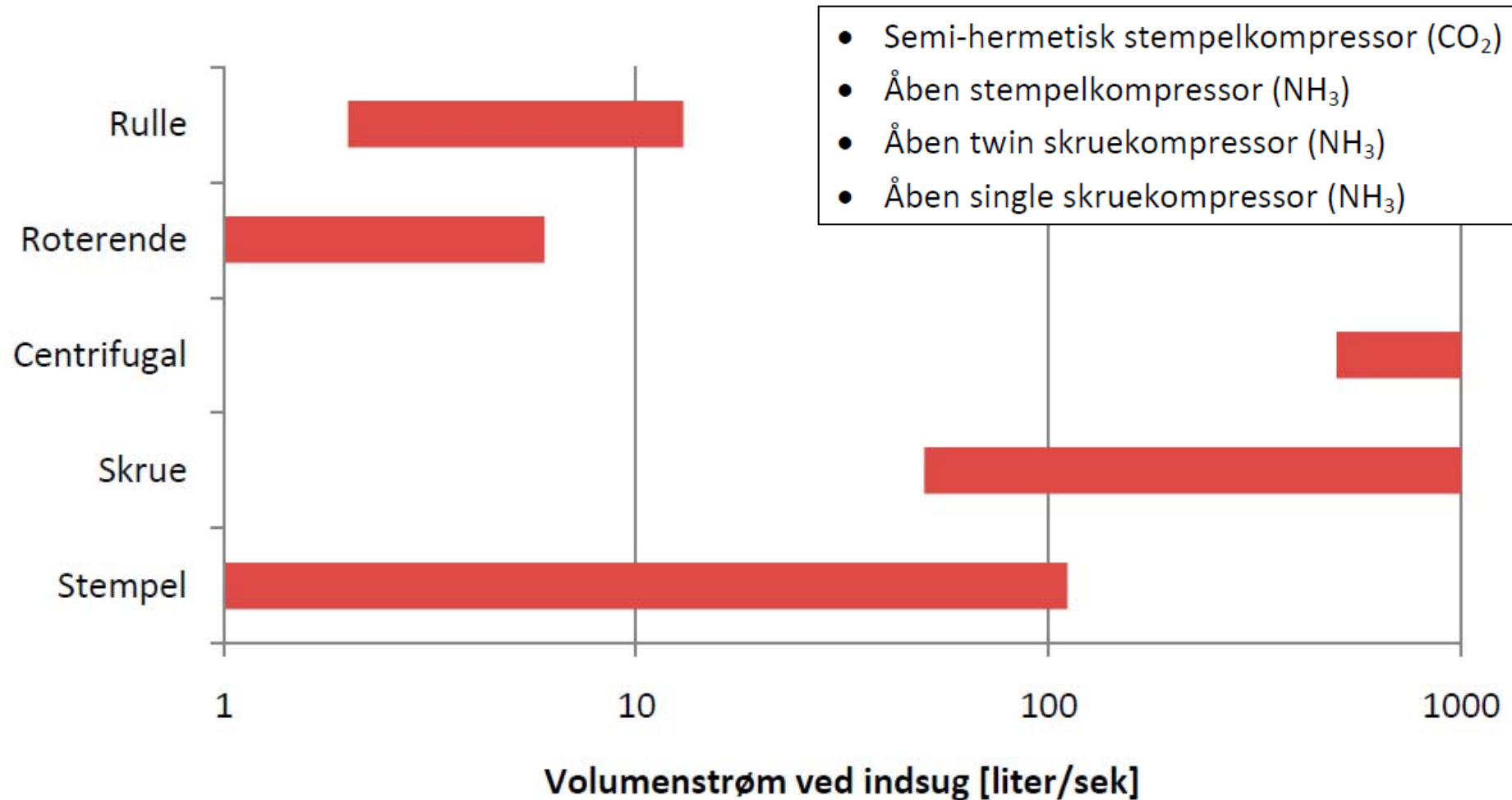
Absorption

Drivmiddel: Varme



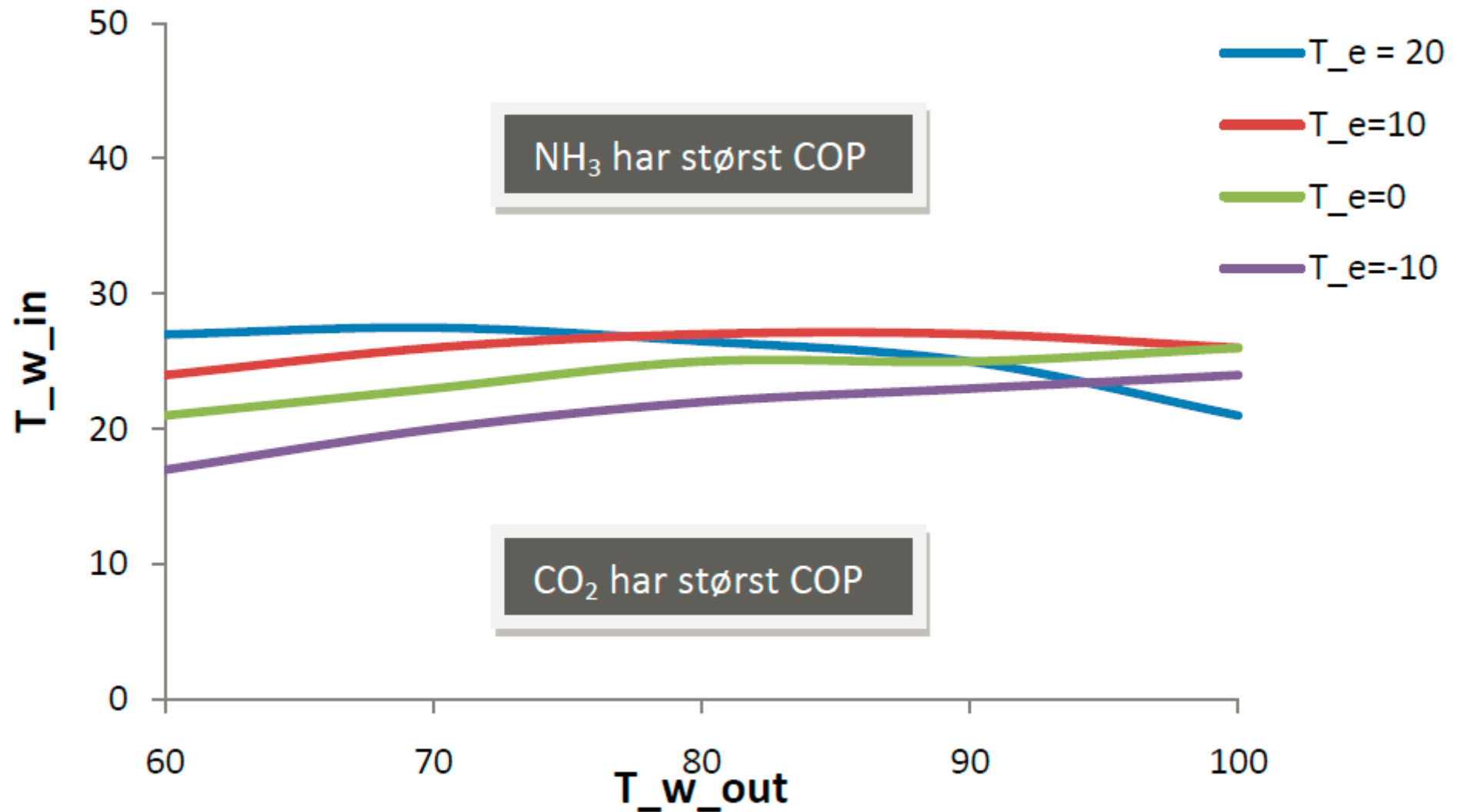
SmartGrid
READY

Kompressor sammenligning



Kilde: Industriel varmegenvinding med CO₂- og NH₃-baserede varmepumper
Michael Mølgaard Markussen og Stefan Wuust Christensen, DTU

COP sammenligning



Kilde: Industriel varmegenvinding med CO₂- og NH₃-baserede varmepumper
Michael Mølgaard Markussen og Stefan Wuust Christensen, DTU

Kølemidler sammenligning

Refrigerant	HFC	Natural		
		HCs	NH3	CO2
Global warming potential (GWP 100 years)	 1300-1900	 3-5	 0	 1
Toxicity				
Flammability				
Materials				
Pressure				
Availability				
Familiarity				

Elanvendelse i fjernvarmen

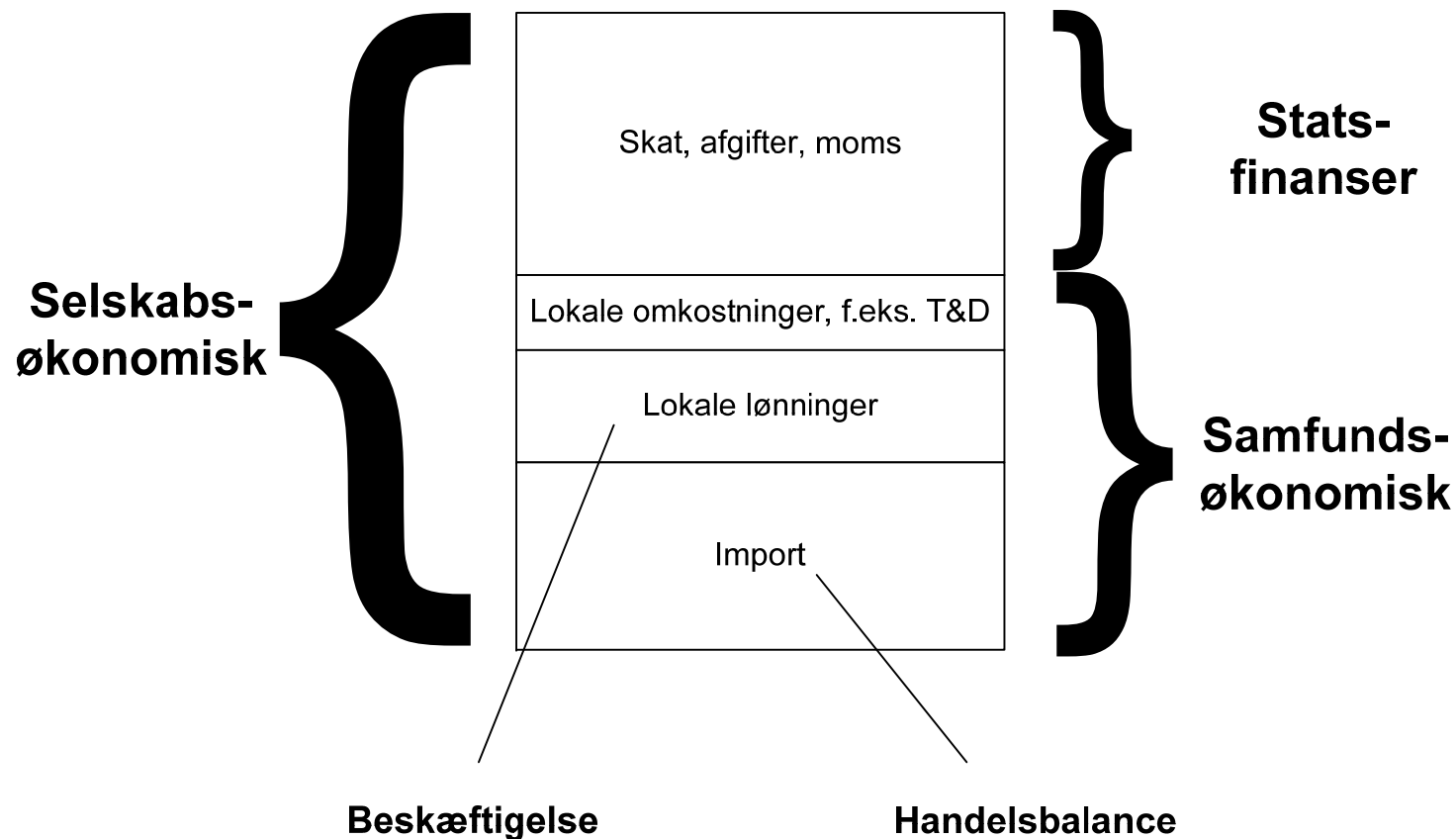
**Introduktion til hvordan vi vurderer
rentabilitet for eldreven
varmepumpe og elkedel i lyset af
markedsudviklingen på el og gas – og
et bud på en enkel systemanalyse
(vindvenlighed)**

Workshop Dansk Fjernvarme

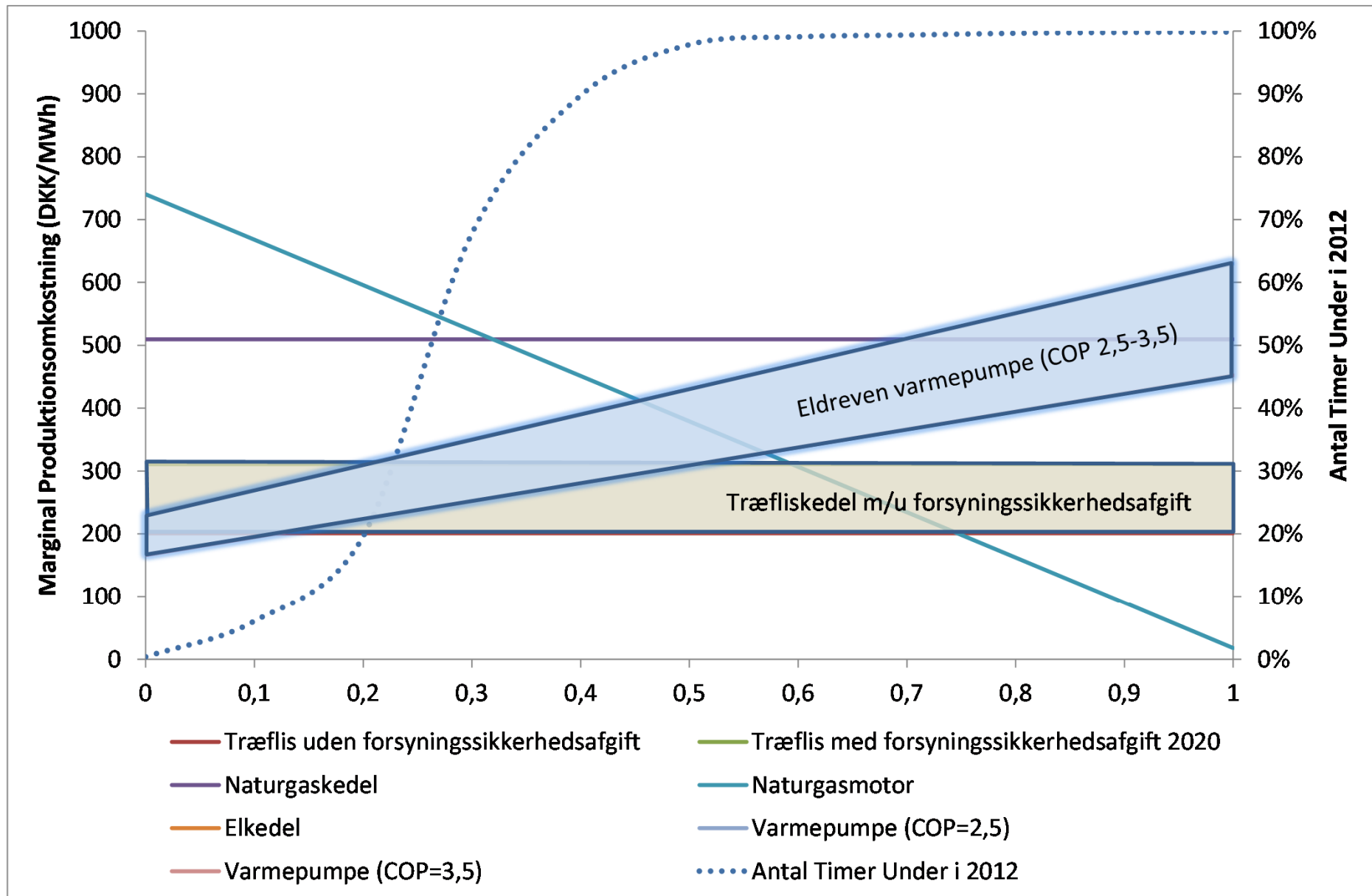


SELSKABSØKONOMI = SAMFUNDSØKONOMI + STATSFINANSER

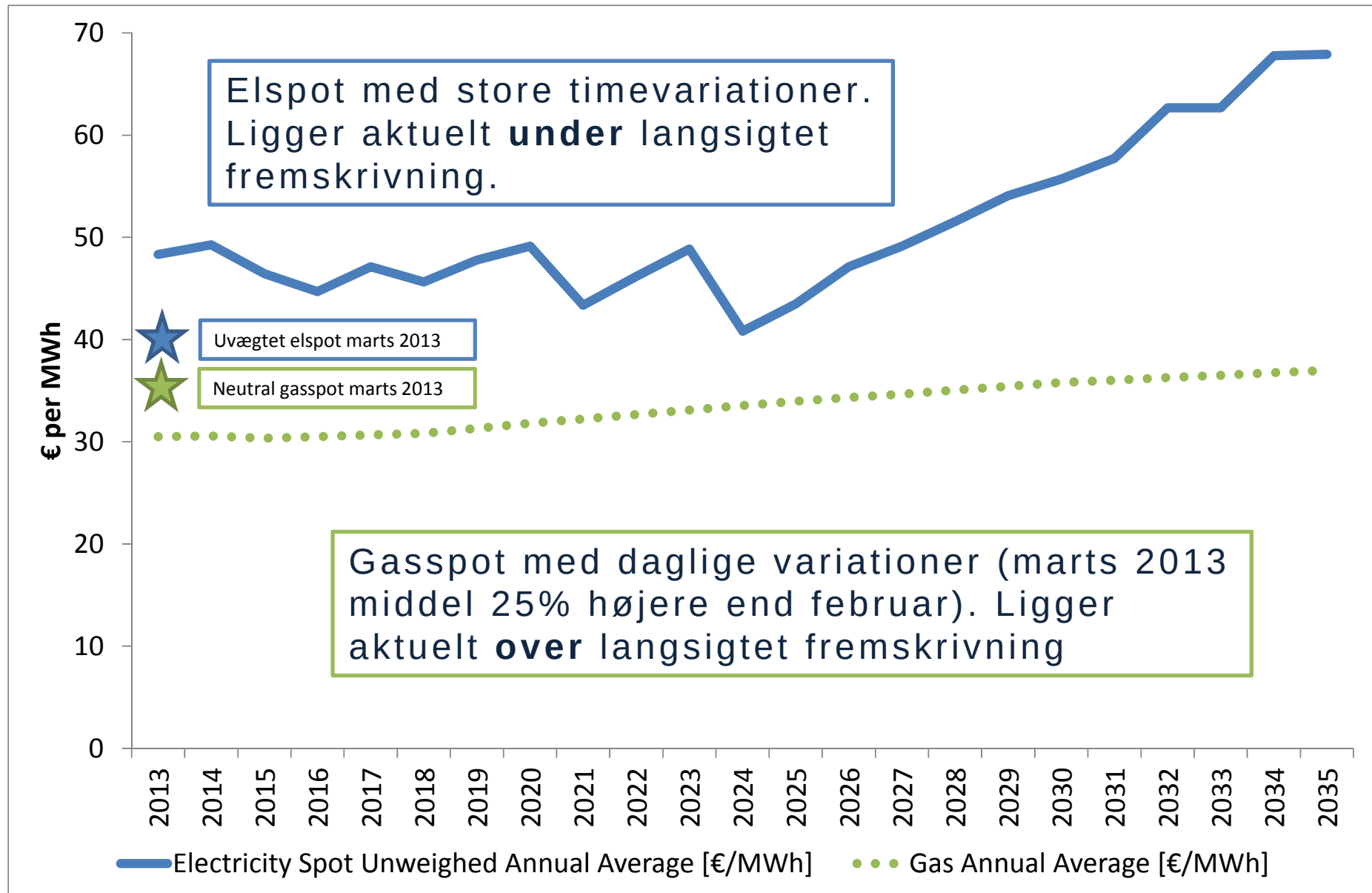
* I princippet



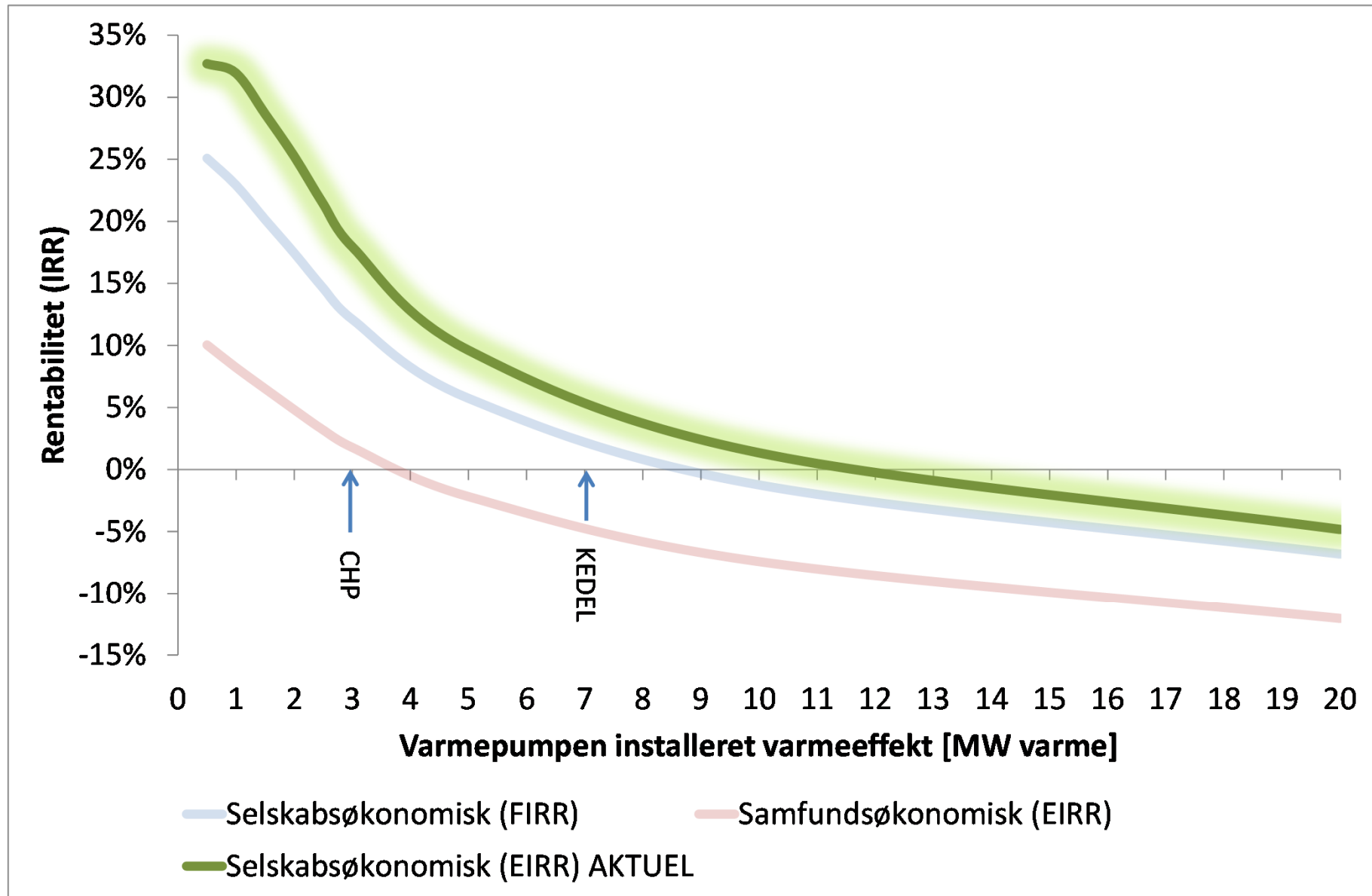
Konkurrencedygtige produktionspriser



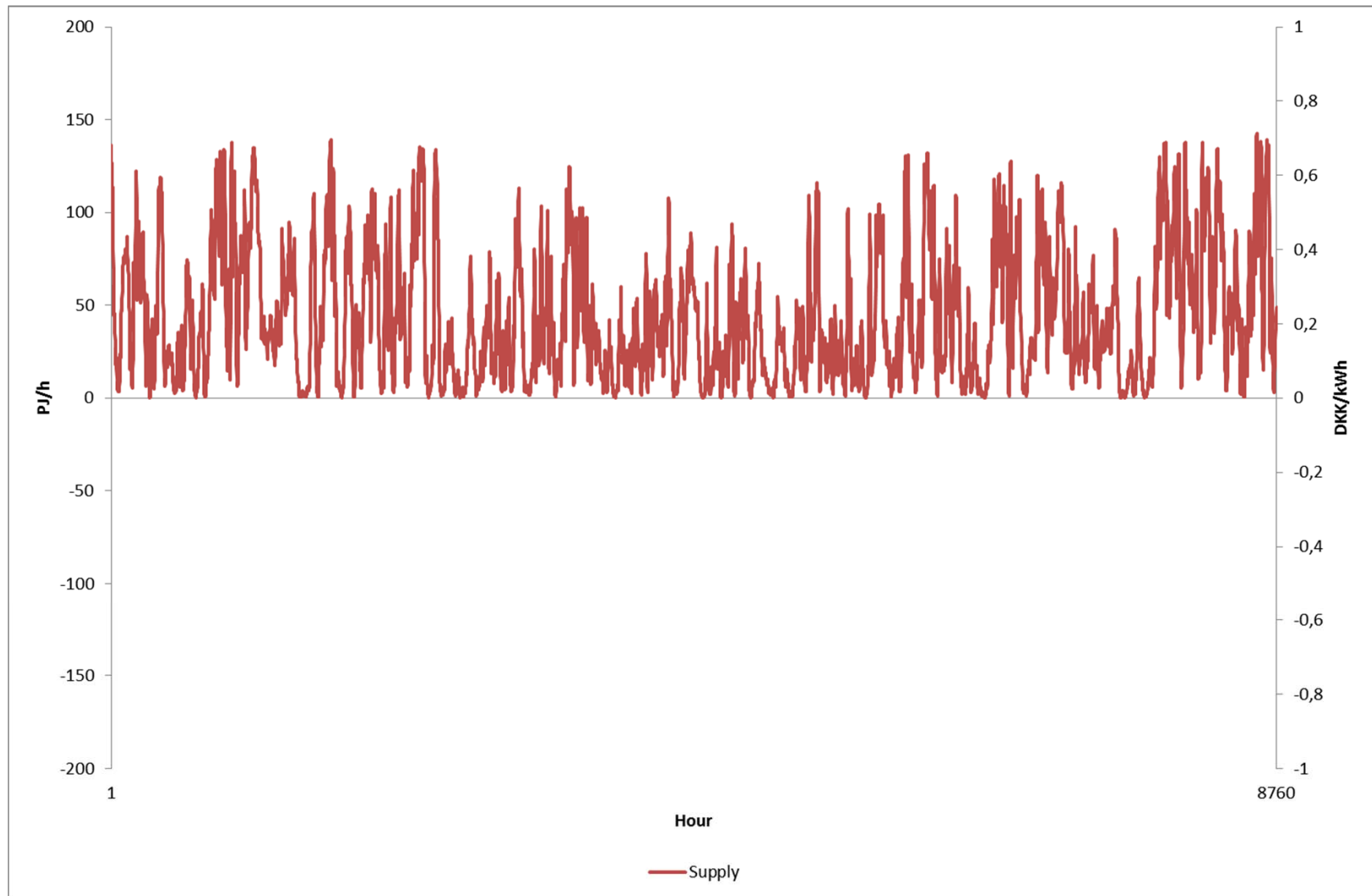
El- og gaspriser: Markant usikre



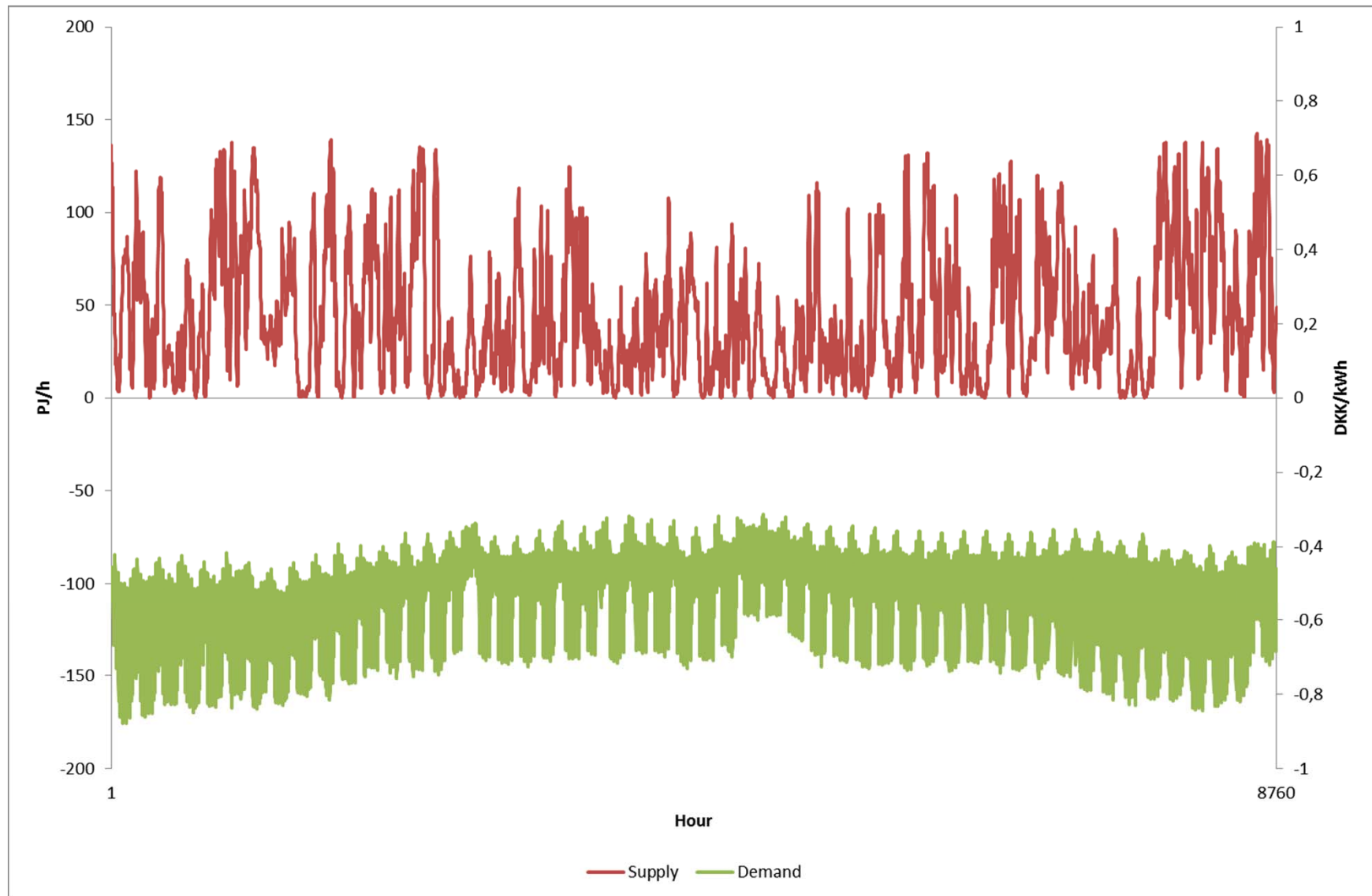
Rentabilitet ift. naturgasfyret kraftvarme 2013-2032



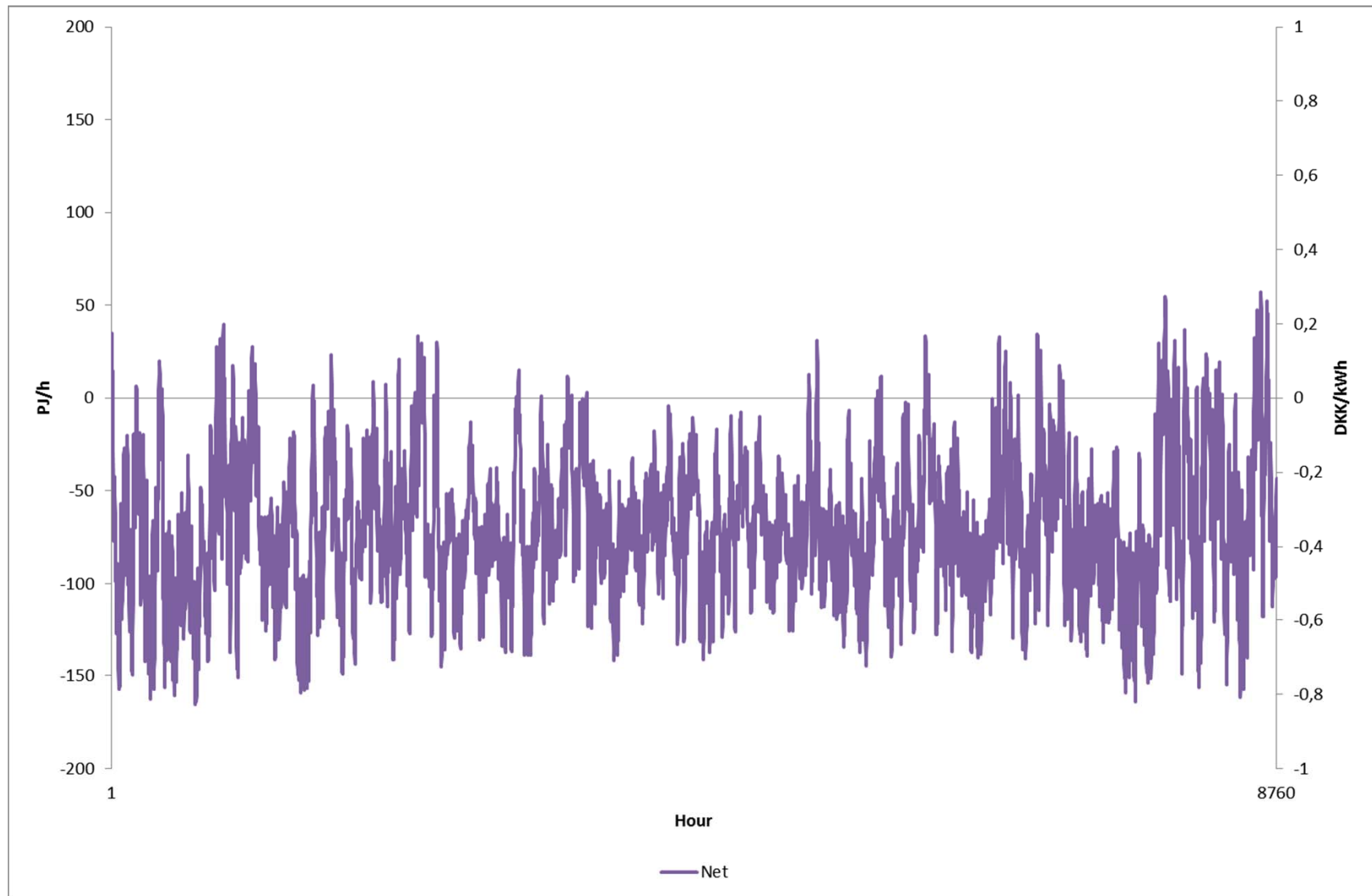
Hvordan måler vi "vindvenlighed"?



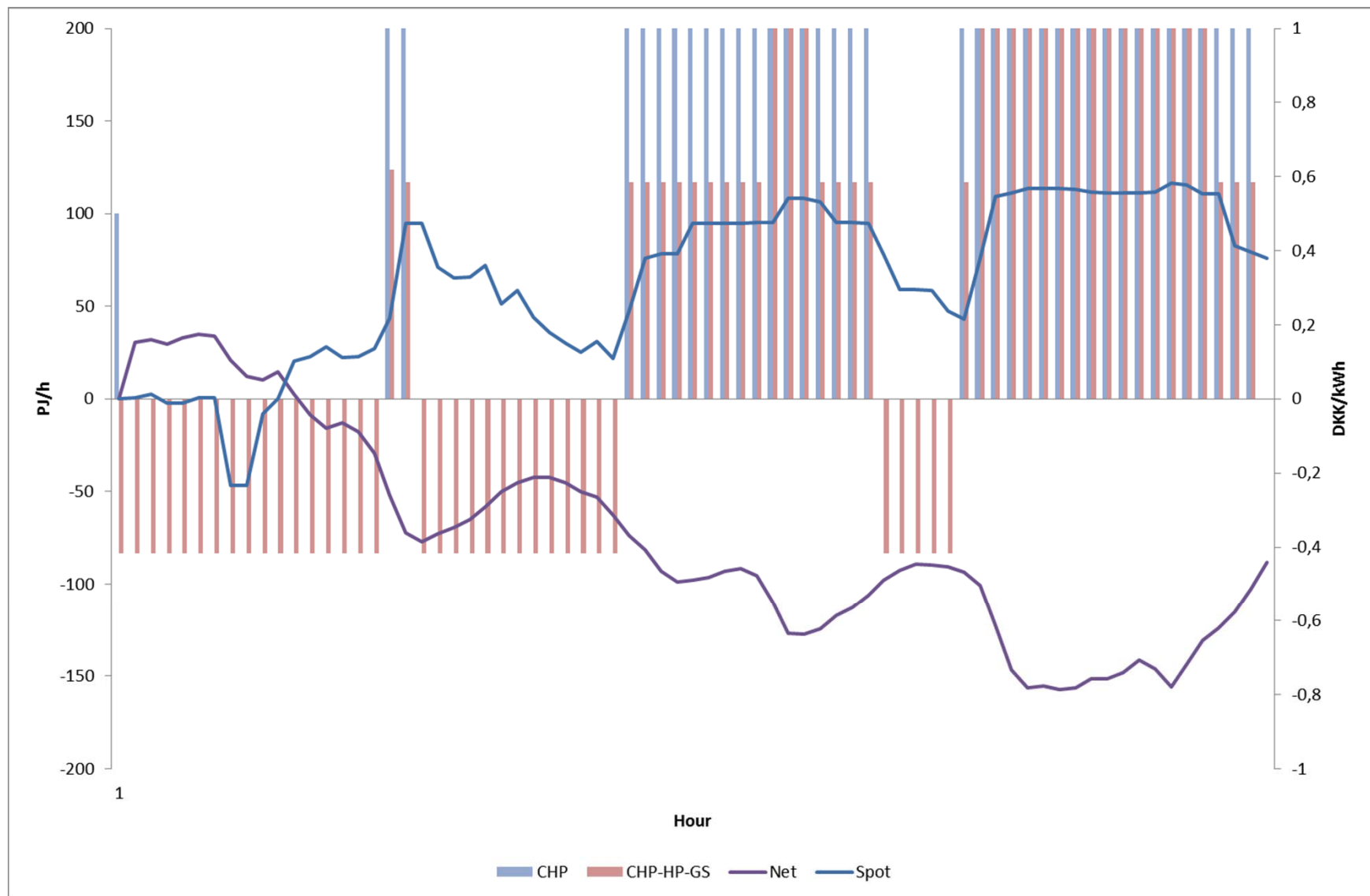
Hvordan måler vi "vindvenlighed"?



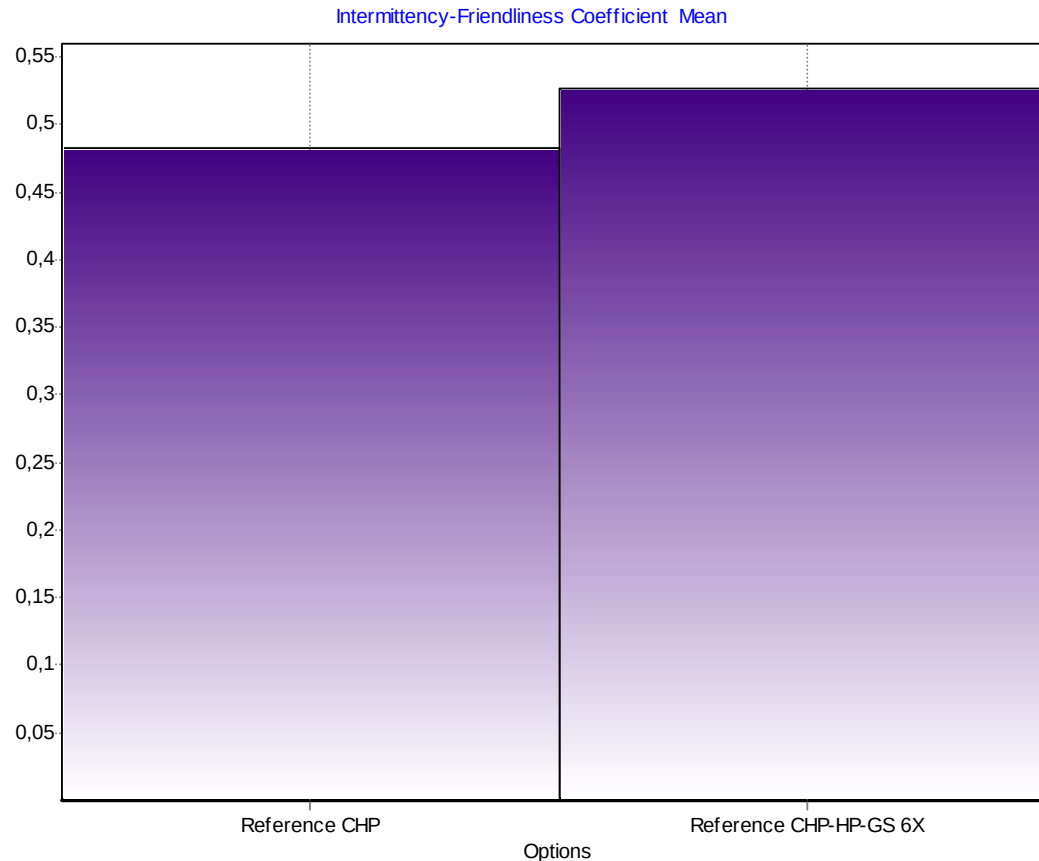
Hvordan måler vi "vindvenlighed"?



Hvordan måler vi "vindvenlighed"?



Varmepumpe øger vindvenligheds-koefficienten



Blarke, Morten Boje; Lund, Henrik, The effectiveness of storage and relocation options in renewable energy systems, Renewable Energy, Volume 33, Issue 7, July 2008, Pages 1499–1507

$$R_c = \frac{\sum (e - e_m)(d - d_m)}{\sqrt{\sum (e - e_m)^2 \sum (d - d_m)^2}}$$

Send jeres elproduktionsprofil (tidsserie) til vindvenlig@energianalyse.dk så får I en gratis kort rapport retur med systemanalytiske nøgletal, inkl. fortrængt CO2 og vindvenlighed.

Elanvendelse i fjernvarmen

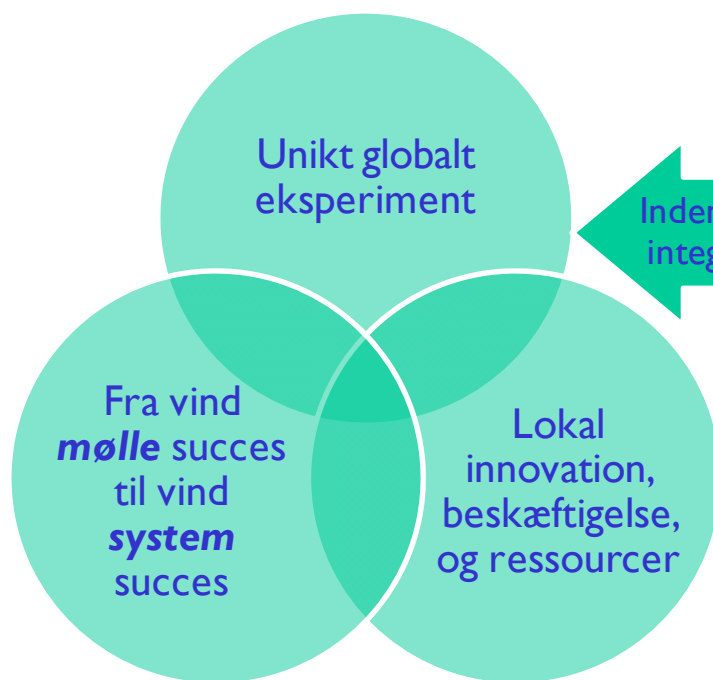
Konklusion

Workshop Dansk Fjernvarme

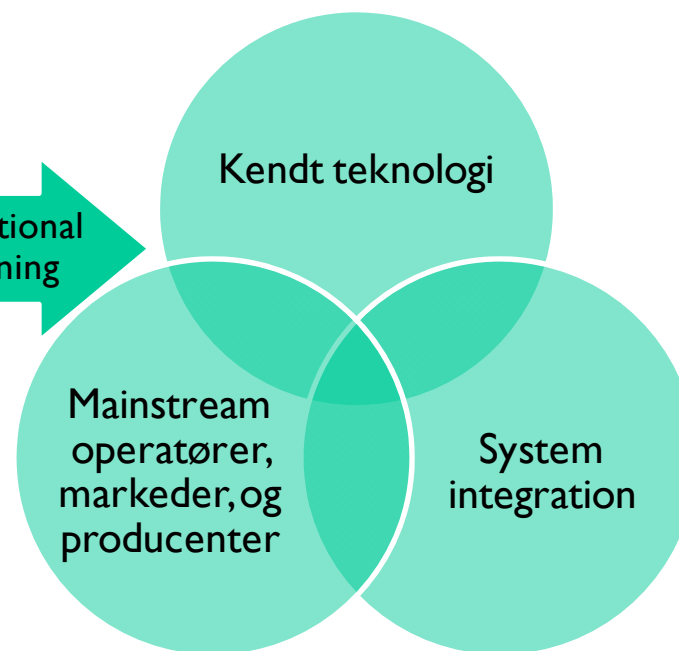


To strategiske modeller for integration af vindkraft

Indenlandsk integration (Smart Grid)



Transnational udbygning (Super Grid)



Indenlandsk
integration

Transnational
udbygning

To arketyper for fremtidens grønne decentrale energianlæg?

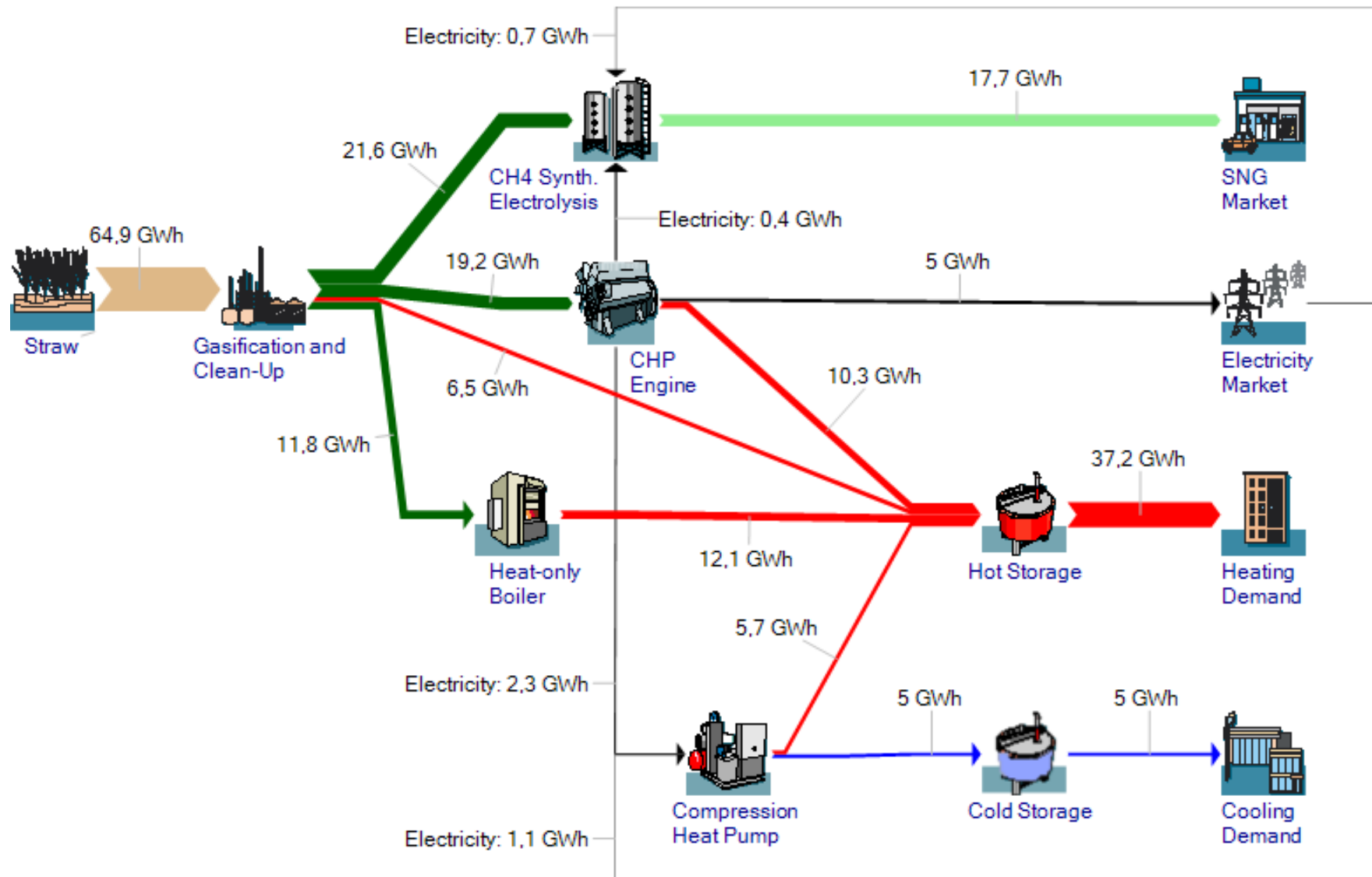
Elproducent og
system-
tjenesteudbyder

- Biogas og forgasning
- Gas i gasmotor/turbine
- Elkedel
- Absorptionsvarmepumpe
- Biobrændselsproducent

Elforbruger og
VE-producent

- Solvarme
- Biomasse, affald
- Kompressions-varmepumpe
- Absorptionsvarmepumpe
- Fjernkøling

Ét eksempel på fremtidens fleksible og effektive forsyningsanlæg



Konklusioner

- Elkedler har som forventet fundet indpas i kraftvarmen (ca. 300 MW) – men markedet er på standby
- Gode erfaringer med absorptionsvarmepumper har i kraftvarme og geotermi
- Kompressionsvarmepumper har manglet fodfæste og er med de nye afgifter snarere **et alternativ til kraftvarme** end til elkedler
- Varmepumper er kerneteknologi i komplekse og høj-optimerede energianlæg
- Ideel anvendelse af varmepumper er til kombineret varme og kuldeproduktion
- **Positive driftsøkonomiske udsigter**
- Danmark bør være på forkant med at høste erfaringer på Smart Grid teknologier, det tjener det decentrale og lokalt forankrede energisystems fremtid

