

Store varmepumper i fjernvarmen Hvorfor & Hvordan

Niels From, PlanEnergi

Dagsorden

- Varmepumper – Hvorfor?
- Varmepumper – Hvordan?
- Varmepumper – Teori
- Varmepumper – Økonomi

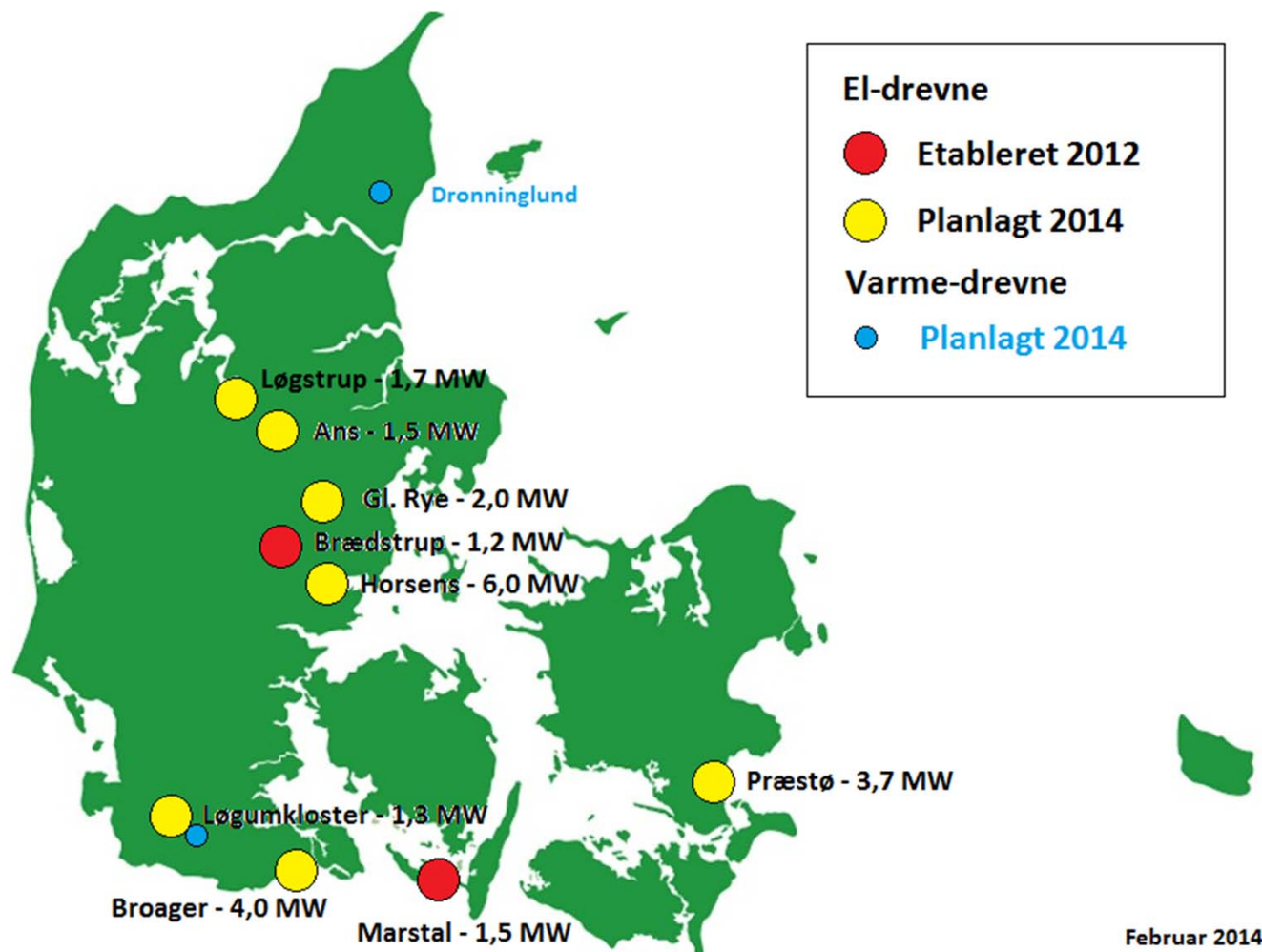
PlanEnergi

- Rådgivende ingeniørfirma
- 30 år med VE
- 30 medarbejdere
- Kontorer i
 - Skørping
 - Aarhus
 - København

- Fjernvarme
 - Solvarme
 - Sæsonlagre
 - Varmepumper
 - m.m.

- Energiplanlægning
- Biogas
- Vindmølle VVM

PlanEnergis referenceliste over varmepumper til fjernvarme



Varmepumper – Hvorfor?

- **Nationale målsætninger**
 - På kort sigt (2035): Udfasning af fossile brændsler
 - På længere sigt: Udfasning af biomasse til opvarmning
- **Klima & miljø**
 - Ingen lokale emissioner
 - Varmekilderne er CO₂-neutrale / brændselsfrie
 - Elektriciteten bliver mere og mere ”grøn”
- **Økonomi**
 - Naturgas-kraftvarme er under pres
 - Varmepumper kan reducere varmeprisen

Udredning vedrørende
varmelagringsteknologier og
store varmepumper til brug i
fjernvarmesystemet



November 2013

- Udredning for
Energistyrelsen
- Udarbejdet af
 - PlanEnergi
 - Teknologisk Institut
 - GEO
 - Grøn Energi
- <http://www.ens.dk/undergrund-forsyning/el-naturgas-varmeforsyning/forsyning-varme/fjernvarme/analyse-fremtidens>

Kortlægning

- 460 fjernvarmeværker i Danmark
- **Varmelagre:**
 - Ca. 350 ståltanke
 - 5 sæsonlagre
- **Varmepumper:**
 - 18 absorptionsvarmepumper
 - 14 el-drevne varmepumper (ca. 4 MW_{el})
- 37 el-kedler (295 MW_{el})

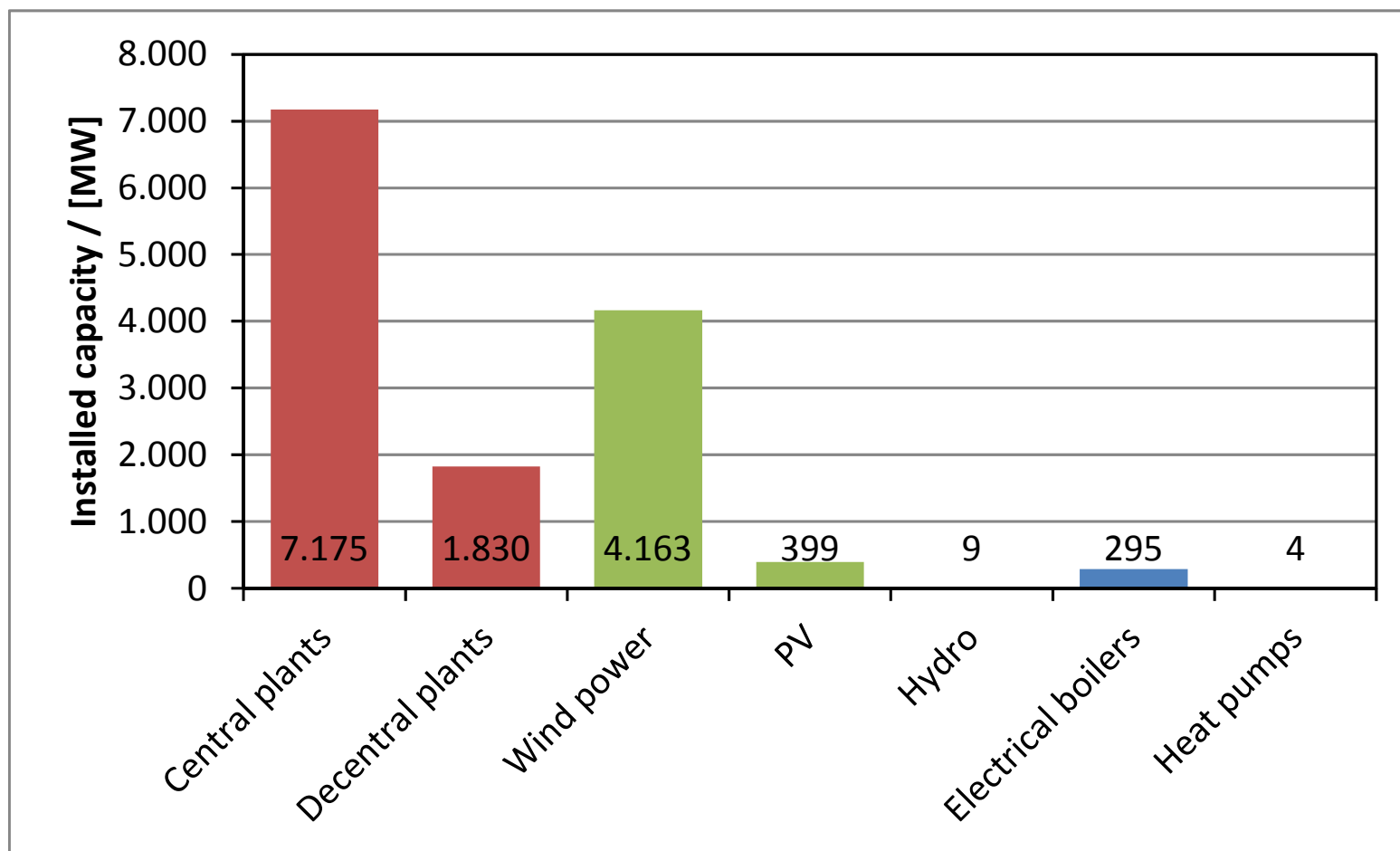
El-drevne varmepumper (5 store + 9 mindre)

El-drevne varmepumper i danske fjernvarmesystemer, 2013									
Ejer	Installeret år	Systemløsning	Varmekilde	Temp. ud	Temp. kilde	VP type	Varmeydelse VP/system	COP VP (system)	Kap. af gns. koldeste md
Vejen Varmeværk	2003	Komb. med fliskedel	Røggas	47° C	40° C	R407A (12 stk.)	0,7 MW	4,2	3%
Frederikshavn Forsyning	2009	Stand alone	Spildevand	75° C	8 - 18° C	CO ₂	1,0 MW	2,7 - 3,2	2%
Bjerringbro Varmeværk	2010	Komb. med motor	Røggas	45° C	40° C	NH ₃ - LT	0,8 MW	5,1	5% (33%)
Brande Varmeværk	2010	Komb. med kedel	Røggas	52° C	40° C	NH ₃ - LT	0,65 MW	4,2	9%
Bjerringbro Varmeværk	2011	Komb. med kedel	Røggas	45° C	40° C	NH ₃ - LT	0,5 MW	5,2	3% (33%)
Hanstholm Varmeværk	2011	Komb. med kedel	Røggas	45° C	45° C	R407C (2 stk.)	0,3 MW	5,8	5%
Vinderup Varmeværk	2011	Komb. med motor	Røggas	48° C	40° C	NH ₃ - LT	0,67 MW	5,2	11%
Bjerringbro Varmeværk	2012	Stand alone / komb.	Spildvarme	46 / 67° C	18° C	NH ₃ - MT	3,7 MW	4,8	25%
Brædstrup Fjernvarme	2012	Stand alone	Borehulslager (solvarme)	80° C	10 - 40° C	NH ₃ - HT	1,2 MW	3,2	14%
Hundested Varmeværk	2012	Komb. med kedel	Røggas	48° C	40° C	NH ₃ - LT	0,8 MW	4,8	11%
Lading Fajstrup Varmefors.	2012	Komb. med KV (uafh. drift er mulig)	Returvand (Røggas)	50° C	36° C	R410 A (2 stk.)	0,13 MW	4,3 (2,6)	10%
Marstal Fjernvarme	2012	Stand alone	Damvarmelager (solvarme)	78° C	10 - 35° C	CO ₂	1,5 MW	3,1	28%
Skjern Papirfabrik	2012	Stand alone (direkte vv.)	Spildvarme	68° C	53° C	NH ₃ - HT	3,9/5,3 MW	5,0 (6,7)	34%
Vejen Varmeværk	2013	Komb. med fliskedel	Røggas	67° C	40° C	NH ₃ - MT	1,0 MW	4,1	4%
Ans Kraftvarmeværk	Projekteret	Stand alone	Søvand	75° C	4 - 20° C	IsoButan	1,3-1,5 MW	3,2 - 3,8	50%
Broager Fjernvarmeselskab	Projekteret	Stand alone	Grundvand	75° C	9° C	-	4,0 MW	3,5	75%
Horsens Vand Energi	Projekteret	Stand alone	Spildevand	85° C	8 - 20° C	NH ₃ - HT	6,0 MW	3,5	10%
Løgumkloster	Projekteret	Stand alone	Damvarmelager (solvarme)	90° C	10 - 40° C	Hybrid	1,3 MW	4,5	19%
Præstø Fjernvarme	Projekteret	Stand alone	Grundvand	75° C	9° C	-	3,7 MW	3,5	83%
Rye Kraftvarmeværk	Projekteret	Stand alone	Grundvand	75° C	9° C	NH ₃ - MT	2,0 MW	3,5	75%

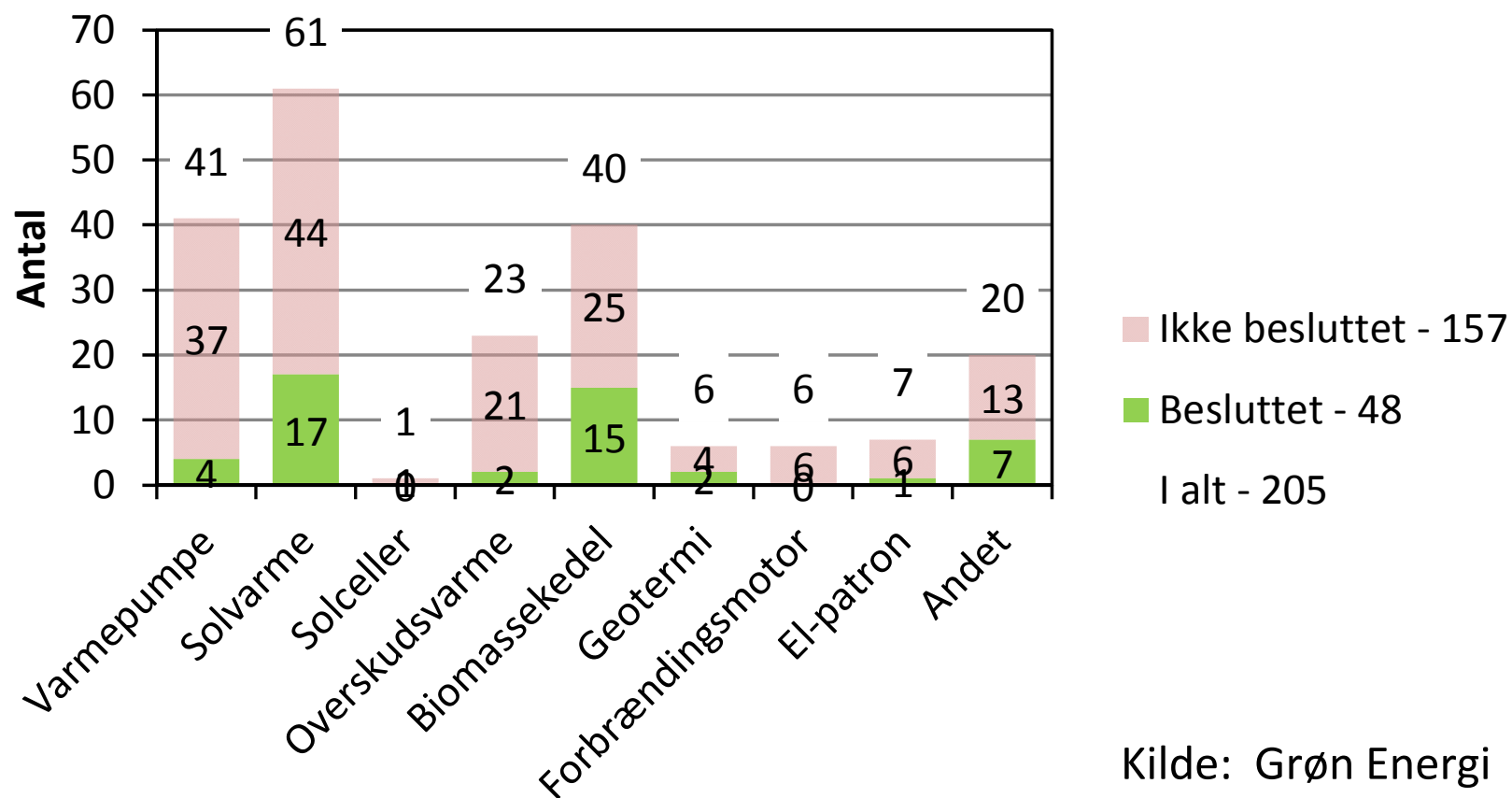
Termisk drevne varmepumper (18 stk)

Termisk drevne varmepumper i danske fjernvarmesystemer, 2013						
Ejer	Installeret år	Systemløsning	Varmekilde	Drivtemp.	Temp. kilde	Køleydelse (genvundet varme)
Thisted Varmeforsyning	1988	Halmkedel som drivkilde	Geotermi	155° C	20° C	3,2 MW
Thisted Varmeforsyning	2000	Halmkedel som drivkilde	Geotermi	155° C	43° C	4 MW
Amagerværket	2004	Damp som drivkilde	Geotermi	160° C	50° C	9 MW
Bjerringbro Varmeværk	2007	Komb. med motor	Røggas	400° C	25° C	0,95 MW
Vestforbrænding	2007	Damp som drivkilde	Røggas	180° C	60° C	13,3 MW
Strandby	2008	Komb. med gaskedel	Røggas/sol	90° C	15° C	0,28 MW
Langå Varmeværk	2009	Komb. med motor	Røggas	380° C	30° C	0,7 MW
Gråsten Varmeværk	2011	Komb. med træpillekedel	Røggas/sol	150° C	22° C	0,7 MW
Hillerød	2011	Komb. med fliskedel	Røggas	105° C	30° C	0,5 MW
Vojens varmeværk	2011	Gaskedel	Røggas/sol	100° C	45° C	0,65 MW
Galten Varmeværk	2012	Komb. med fliskedel	Røggas	100° C	50° C	0,5 MW
Hurup Fjernvarme	2012	Komb. med fliskedel	Røggas	105° C	35° C	0,45 MW
Skagen Varmeværk	2012	Komb. med motor	Røggas	350° C	30° C	4 MW
Dronninglund	2013	Oliekedel som drivkilde	Damvarmelager	150° C	45-10° C	2 MW
Sønderborg	2013	Fliskedel som drivkilde	Geotermi	150° C	48° C	12,5 MW
Tarm Varmeværk	2013	Komb. med fliskedel	Røggas/sol	110° C	35° C	1 MW
Toftlund	2013	Komb. med motor	Røggas/sol	150° C	45-20° C	1,9 MW
Tørring	2013	Komb. med træpillekedel	Røggas/sol	150° C	50-20° C	0,7 MW

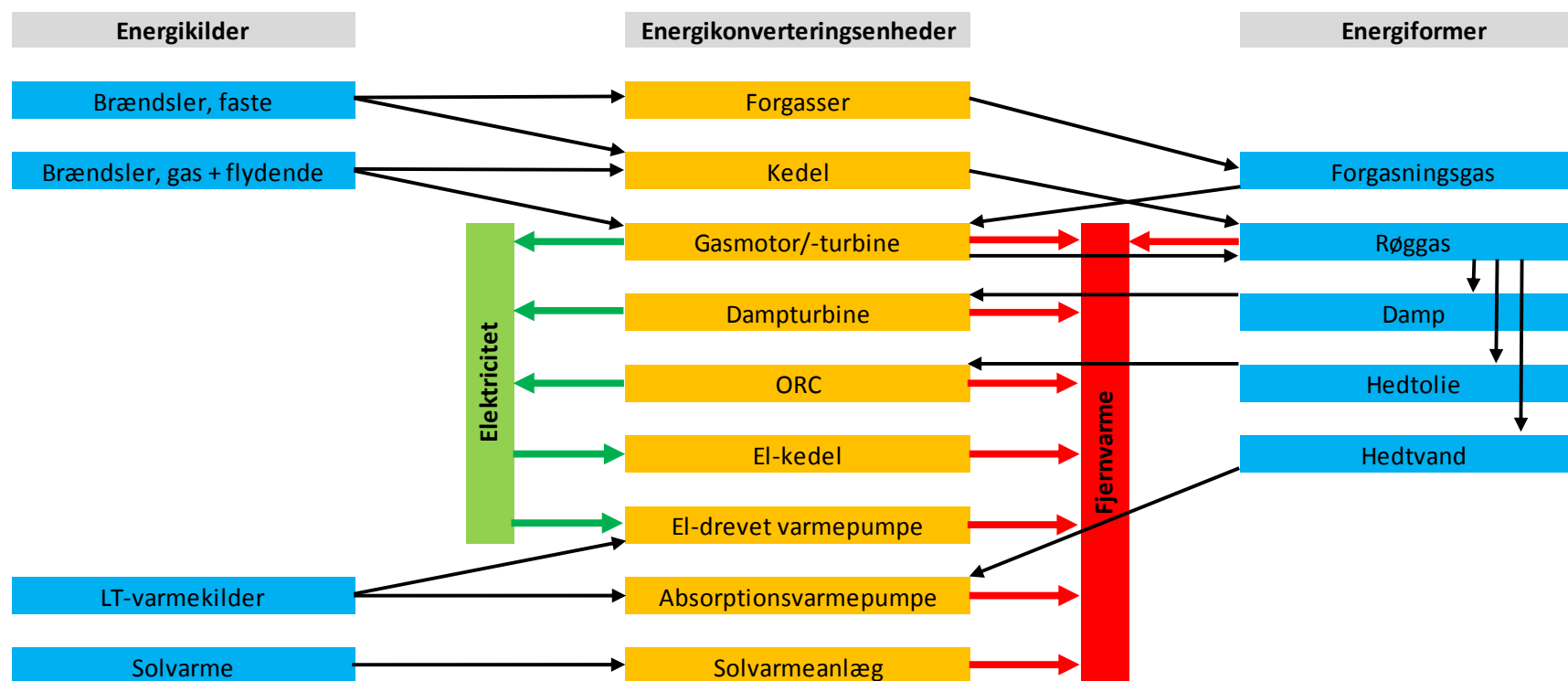
Installeret el-kapacitet, 2012



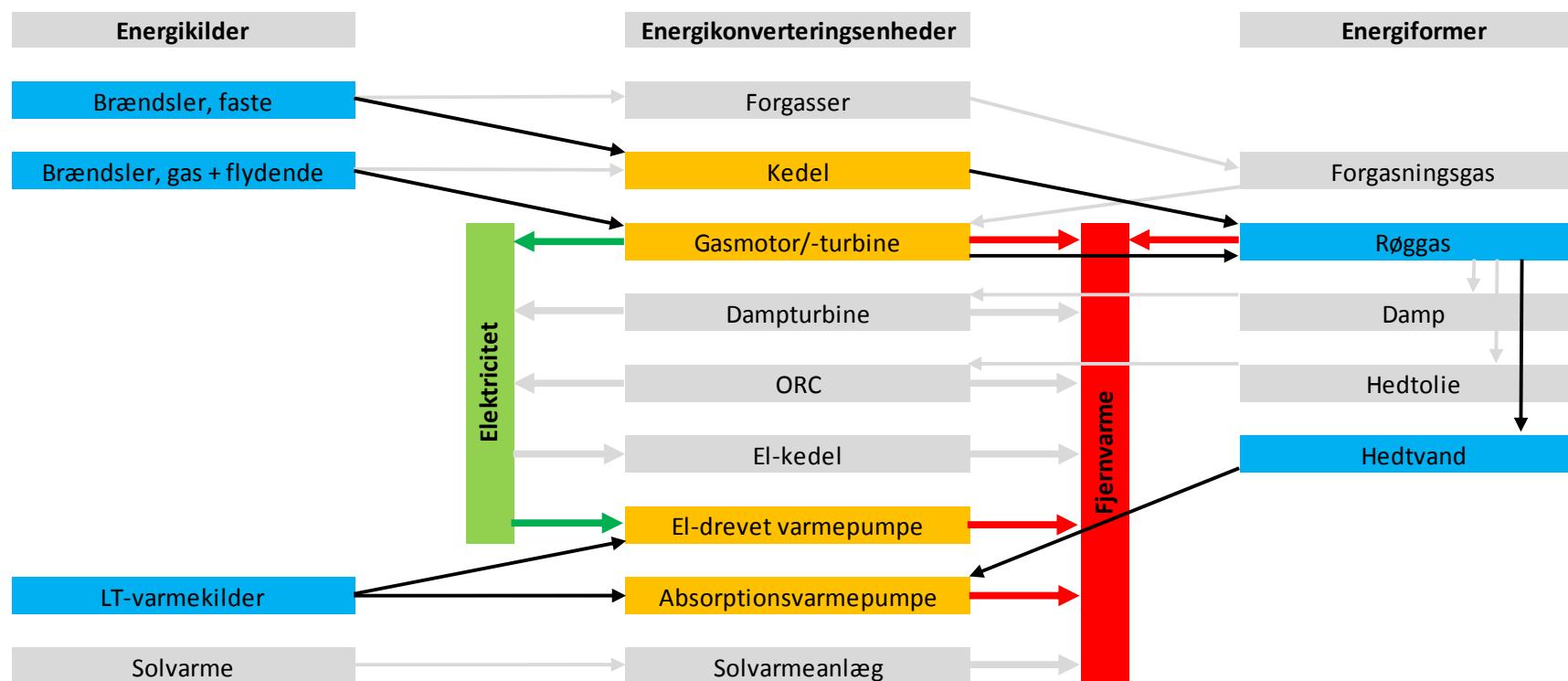
Nye anlæg hos 160 decentrale kraftvarmeværker



Produktionsmuligheder



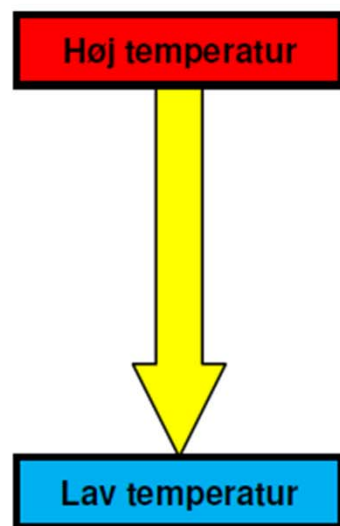
Udvalgte produktionsmuligheder



Varmepumper – Hvordan?

- Varmekilder og varmedræn
- Feasibility
- Projektering
- Myndighedsbehandling
- Udbud og kontrakter
- Etablering
- Indkøring, garanti-tests, aflevering

Teori



Figur 1: Naturlig varmetransport.

Hvad er en varmepumpe?



Køleanlæg = Varmepumpe

- Kompressionsvarmepumper er oftest el-drevne
- Absorptionsvarmepumper er termisk drevne

El- og varmedrevne varmepumper

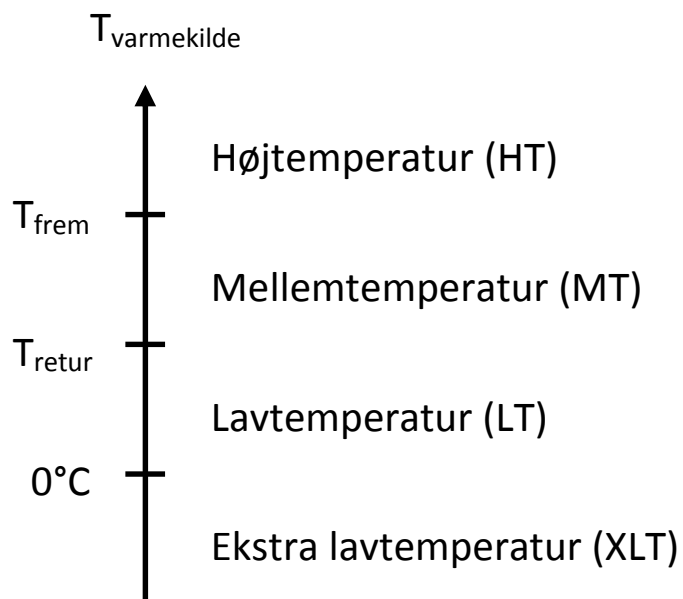


$$\text{COP}_{\text{varm}} = 400\% / 100\% = 4,0$$



$$\text{COP}_{\text{varm}} = 170\% / 100\% = 1,7$$

Varmekilder

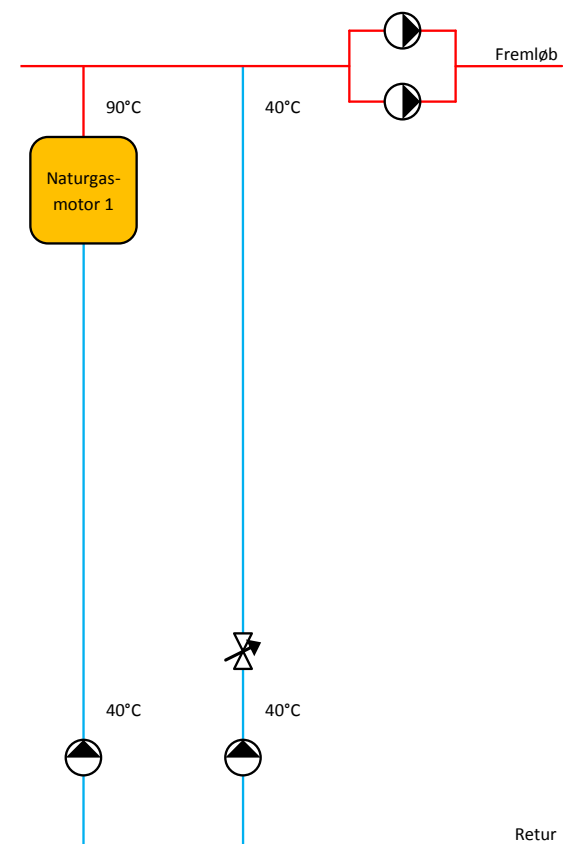


Varmekilde	HT	MT	LT	XLT
Røggas	X	X	X	
Industriel spildvarme	X	X	X	
Geotermisk varme	X	X	X	
Spildevand			X	X
Grundvand			X	X
Overfladevand (å, sø, fjord, hav)			X	X
Jordvarme			X	X
Luft			X	X

Varmedræn = Fjernvarmevand

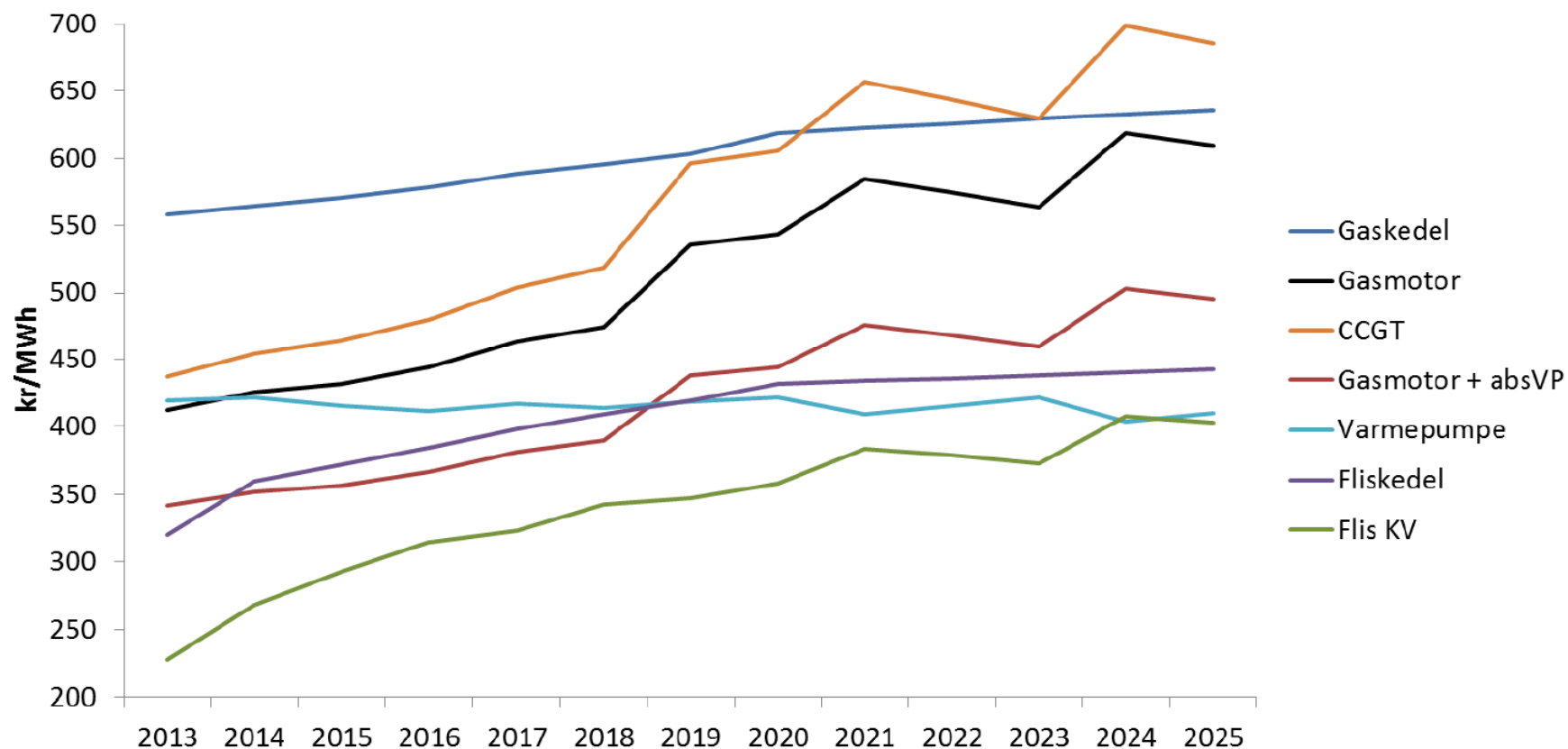
- **Delvis opvarmning (f.eks. 40°C → 45°C)**
 - Fordel: Høj COP
 - Ulemper:
 - Begrænset produktionspotentiale
 - Kræver samdrift med andre produktionsenheder
- **Fuld opvarmning (f.eks. 40°C → 80°C)**
 - Fordele:
 - Stort produktionspotentiale
 - Uafhængig af andre produktionsenheder
 - Ulempe: Lavere COP

Princip-diagram

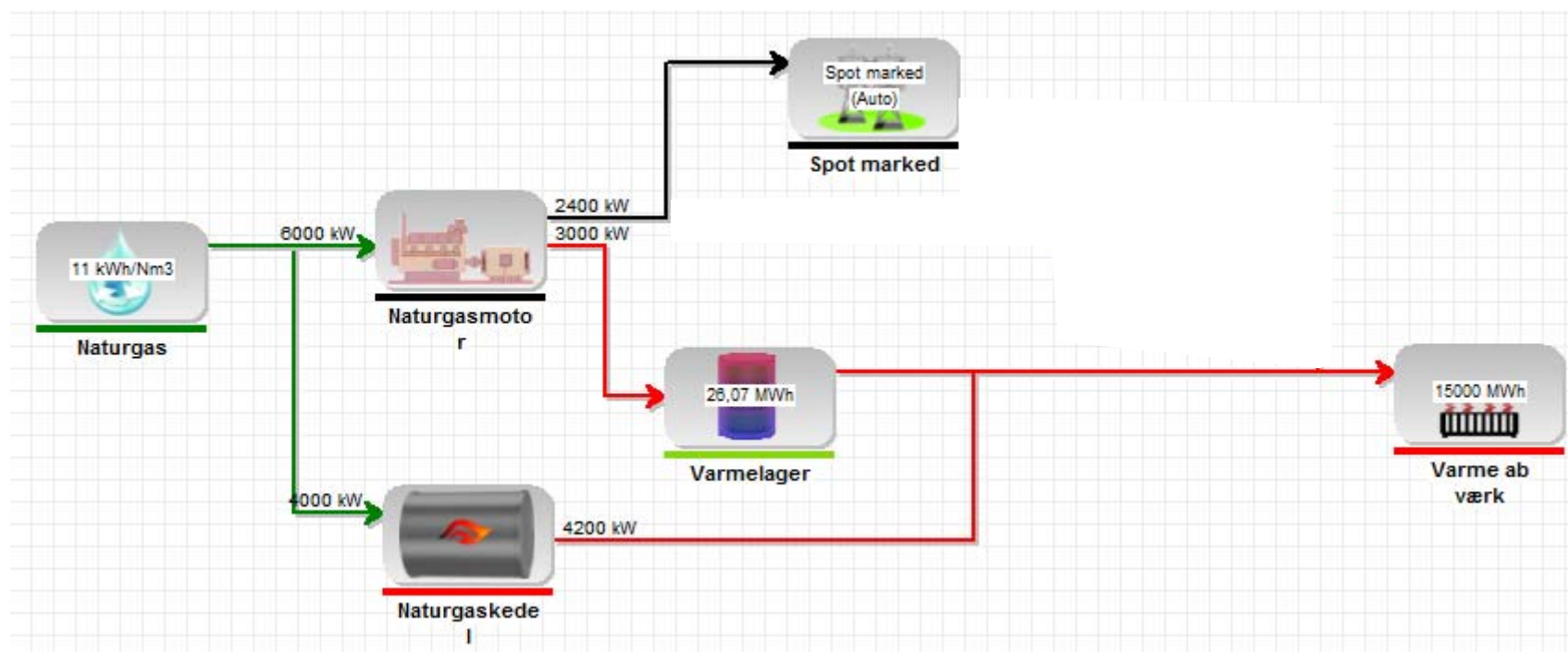


Varmepriser fra Dansk Energi

Varmeproduktionspris inkl. faste omkostninger



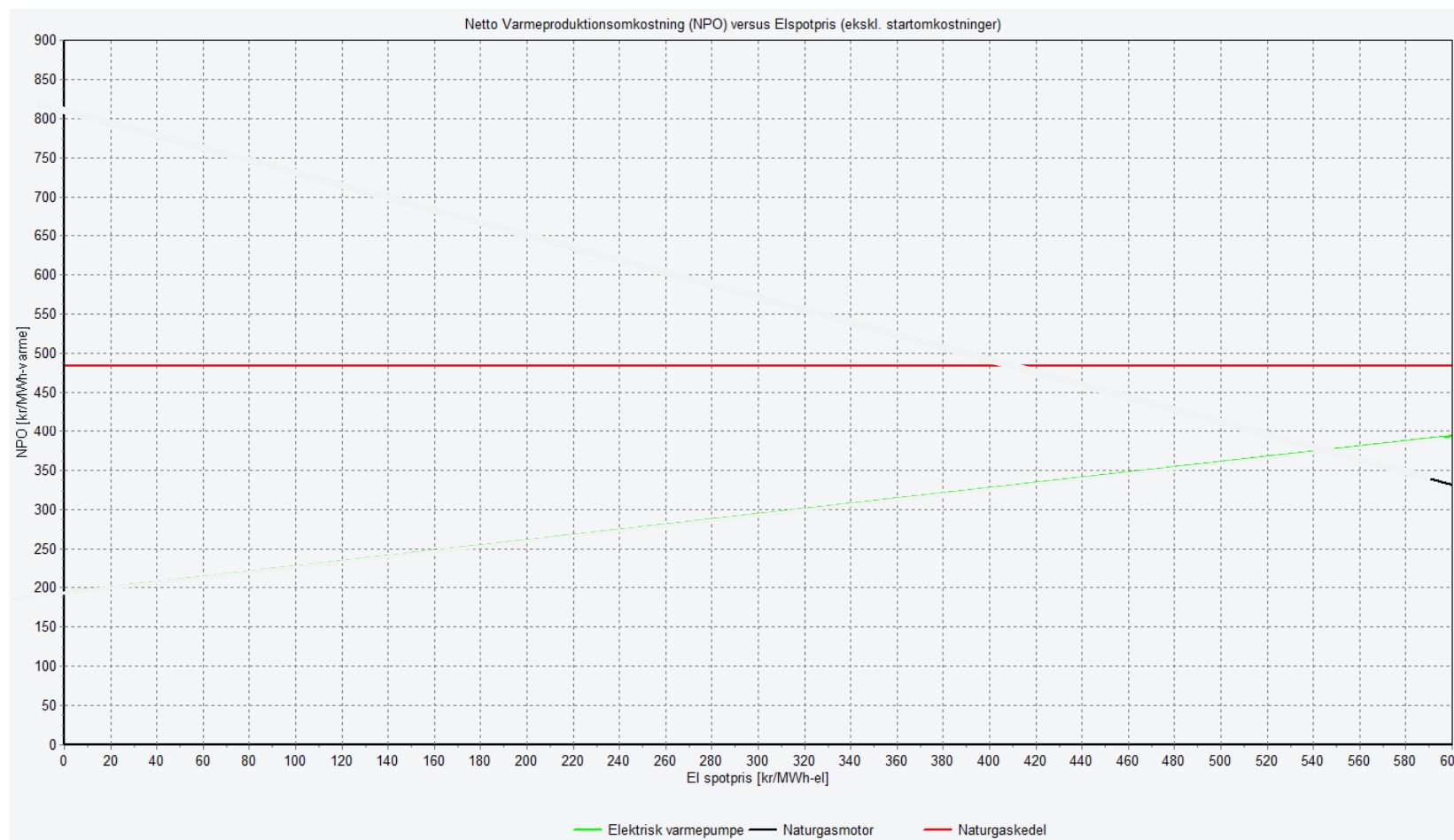
Økonomi – Eksempel



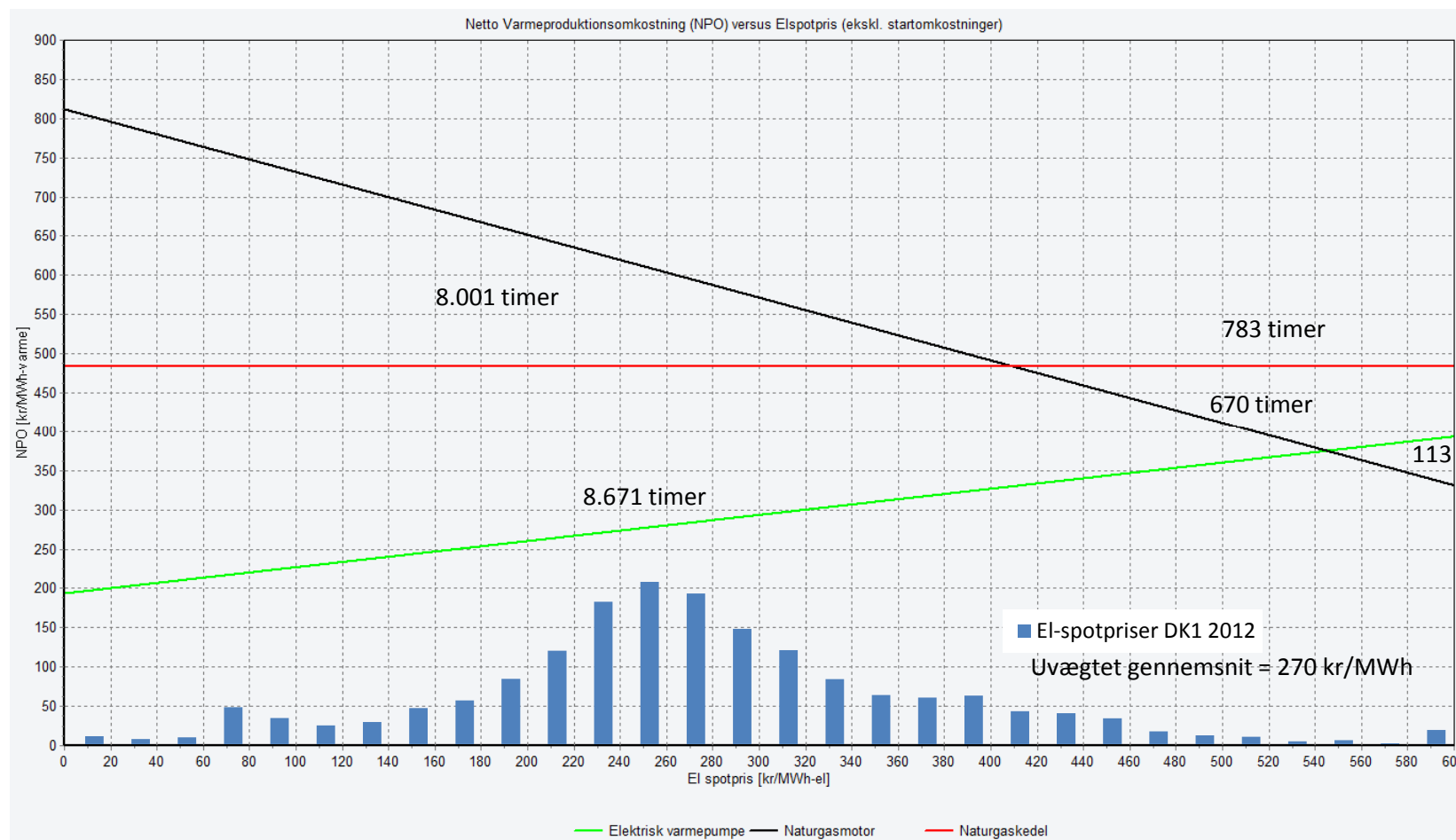
Forudsætninger

- Varmegrundlag
 - 15.000 MWh/år
 - Spidseffekt: 4,4 MW
- Varmepumpe
 - Varmekilde: Grundvand
 - Effekt: 2,0 MW
 - COP: 3,0 – incl. el til pumper
 - Pris: 12 Mkr
- Energiomsætning beregnes i energyPRO

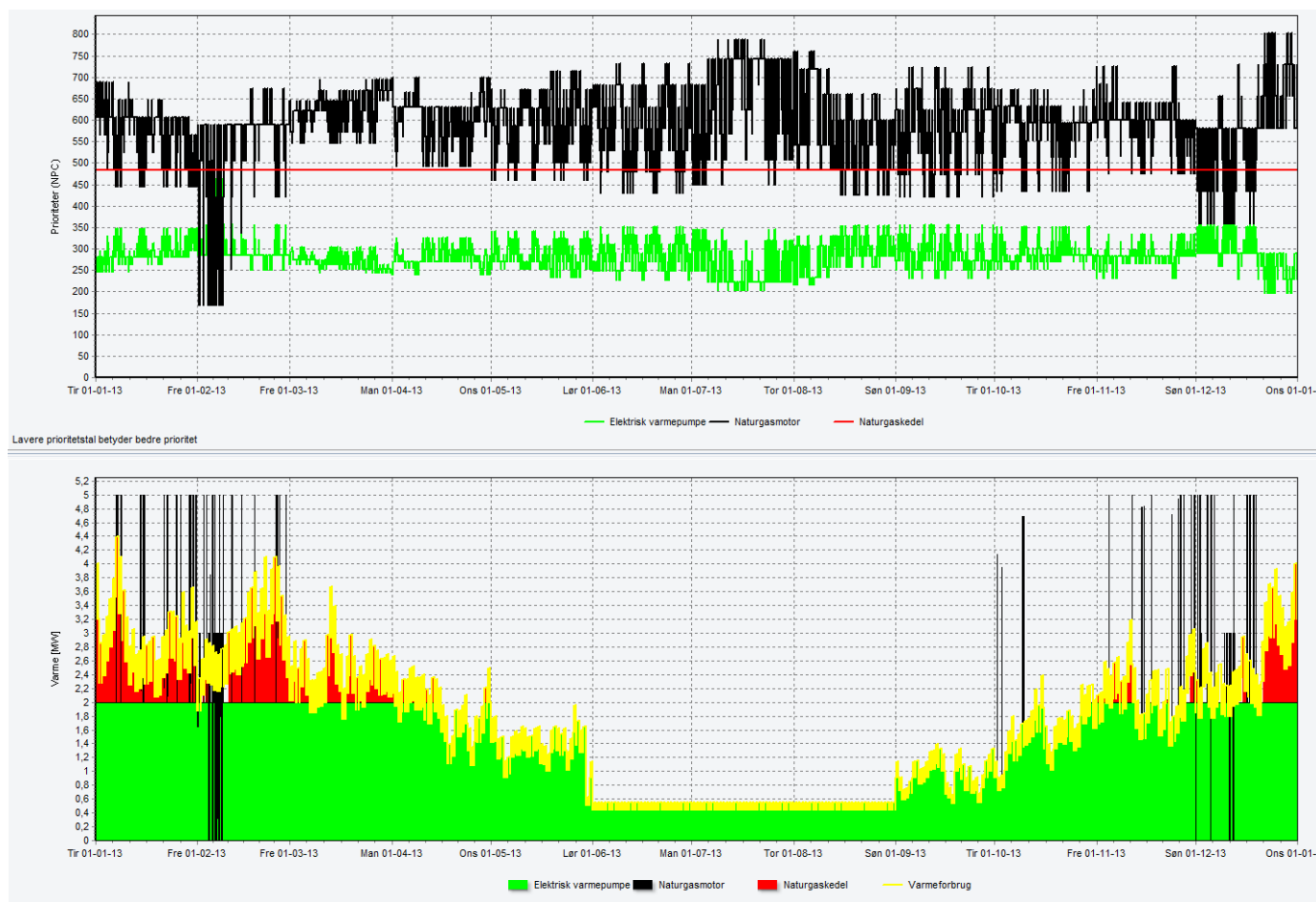
Driftsstrategi



El-spotpriser 2012



Varmepriser og produktionsfordeling



Resultater

- Varmepumpen producerer 80% af varmen svarende til 6.000 fuldlasttimer/år
- Driftsbesparelse = 2,4 Mkr/år
- Simpel tilbagebetalingstid = 5,0 år
- 15 års levetid giver en intern rente på 19%
- Kapitalomkostninger = 1,0 Mkr/år
→ Nettobesparelse = 1,4 Mkr/år
svarende til ca. 2.300 kr/år pr. forbruger

El-drevne varmepumper – Økonomi

- El-afgiften er reduceret til 40,7 øre/kWh
- El er fritaget for forsyningsikkerhedsafgift
- -----
- Godskrivning af energibesparelsen?
- Rabat på el-tilslutningsbidraget?
- Fritagelse for PSO-betalingen?
- Rabat på el-distributionsbidraget?

Opsummering

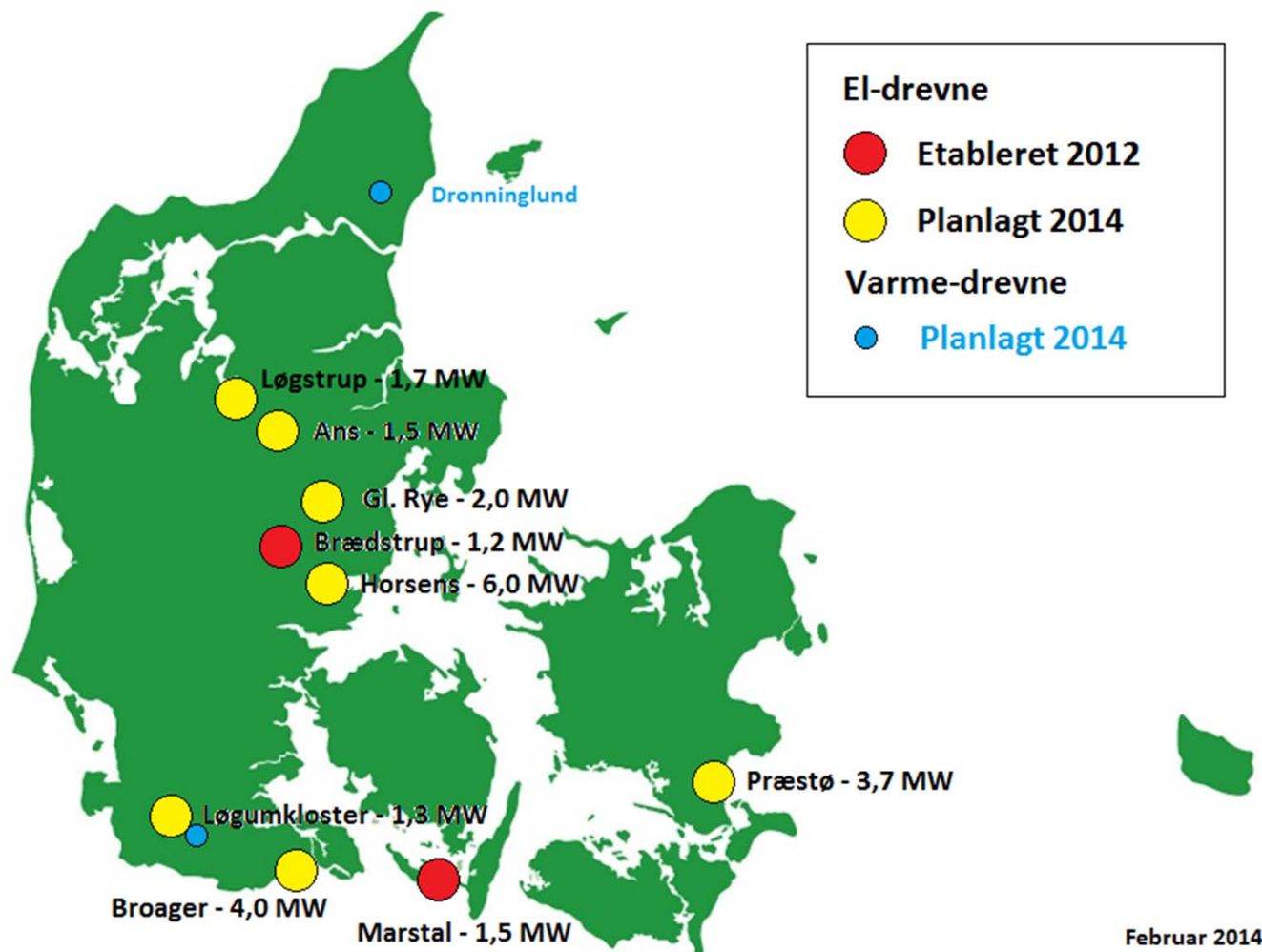
- **Varmepumper** har det største potentiale for at lave **grøn** fjernvarme
- **Varmepumper** har en attraktiv selskabsøkonomi for de decentrale kraftvarmeværker
- Ingen **varmepumpe** uden **varmekilde**

Tak for opmærksomheden

nf@planenergi.dk M +45 2064 6084

www.planenergi.dk T +45 9682 0400

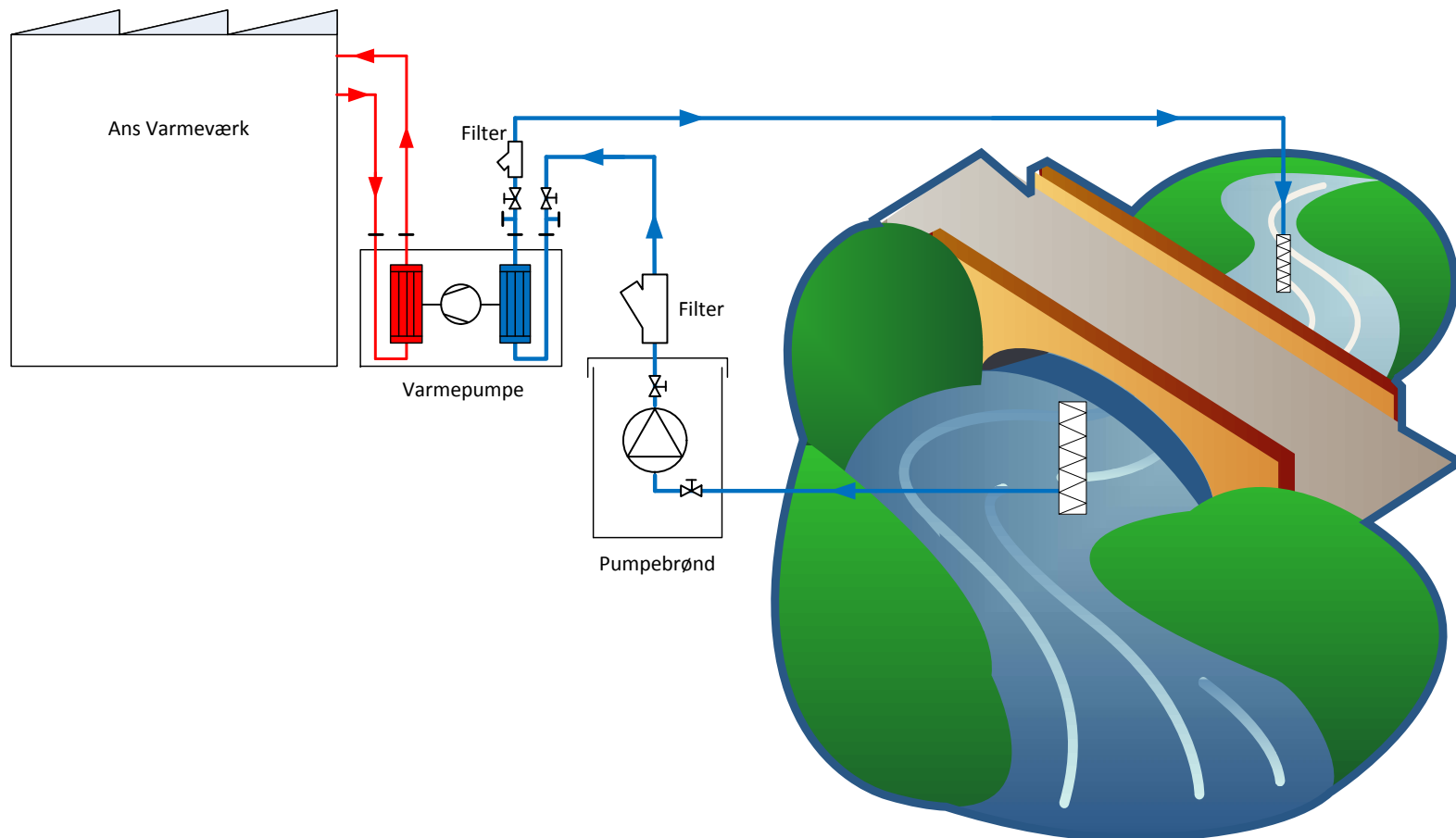
PlanEnergis referenceliste over varmepumper til fjernvarme



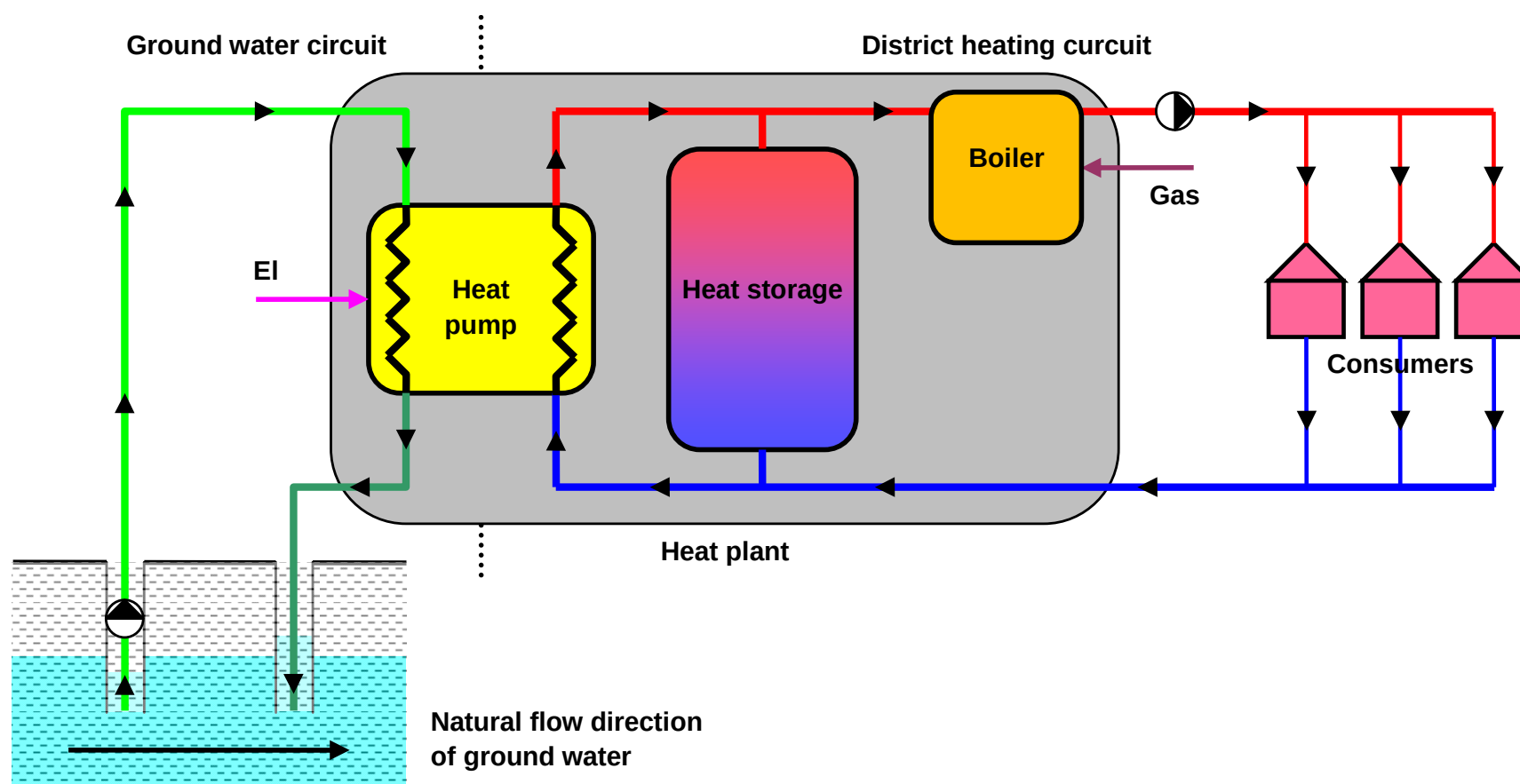
Horsens

- Varmekilde
 - Renset spildevand fra Horsens Centralrenseanlæg
 - Renholdelse af spildevandvekslere
- Driv-energi
 - El fra egen biogas-motor
 - Naturgas-motor (elektrisk eller mekanisk kraftoverførsel?)
 - El fra nettet

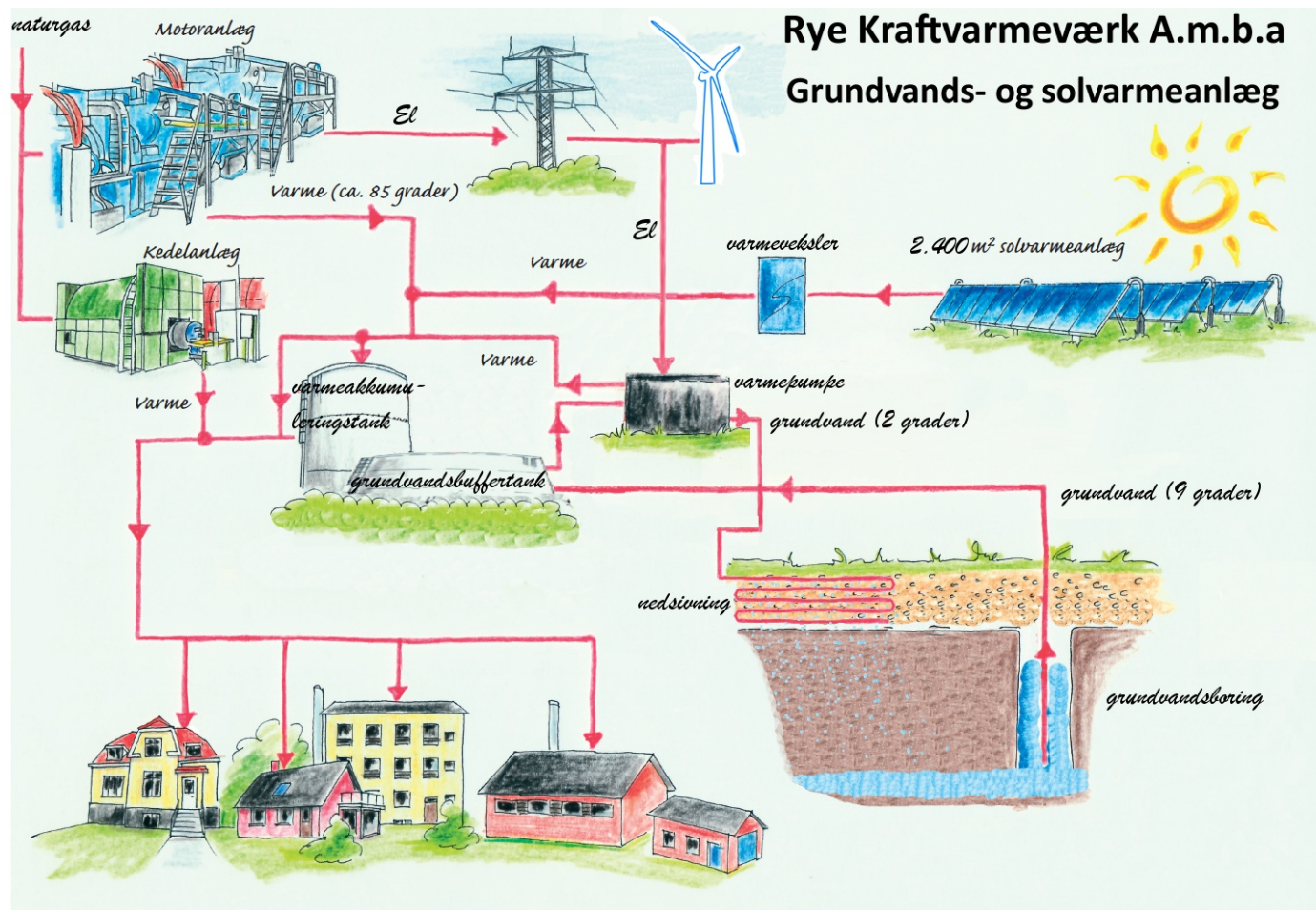
Ans



Præstø

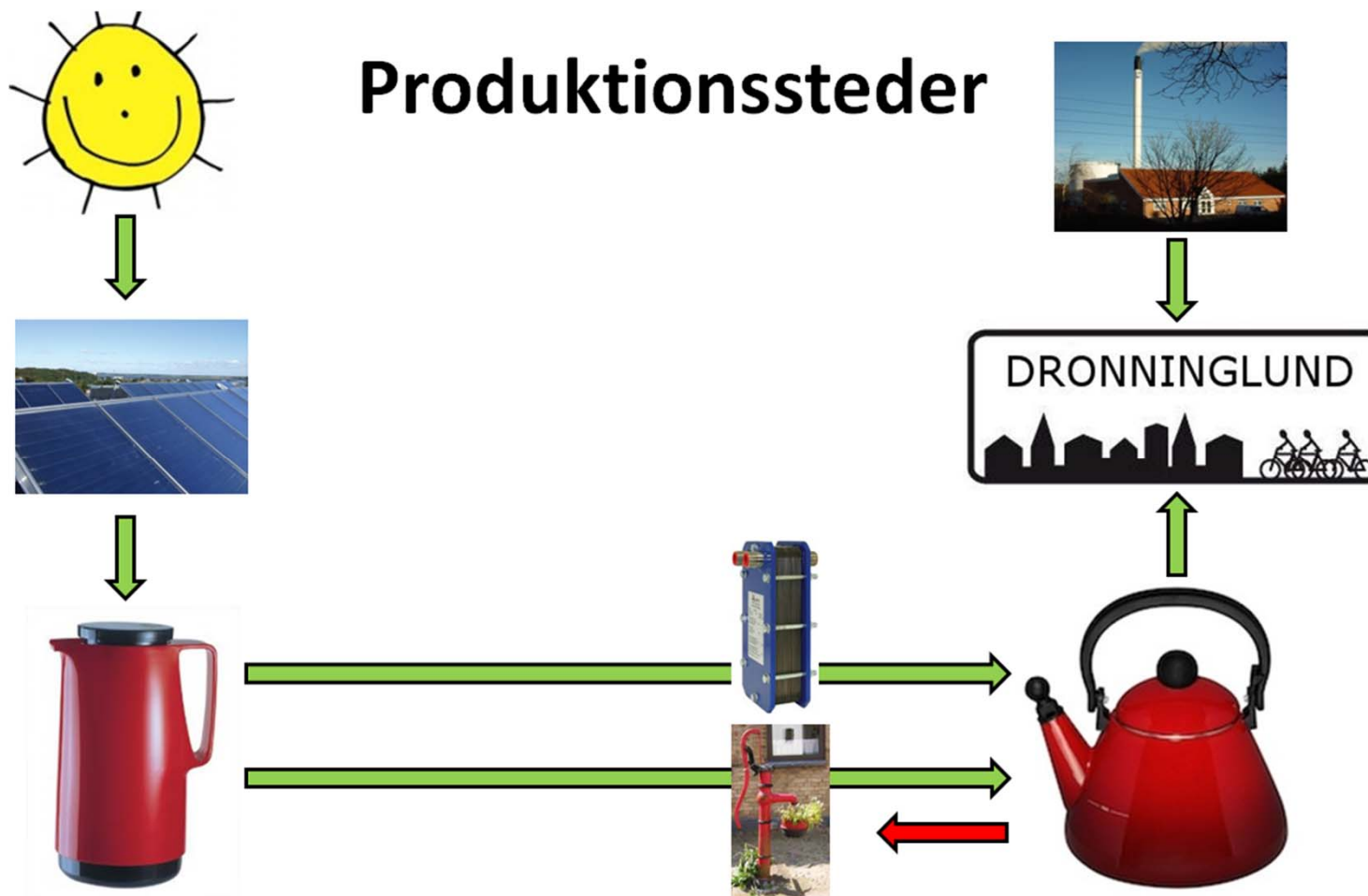


Gl. Rye



Dronninglund - 1

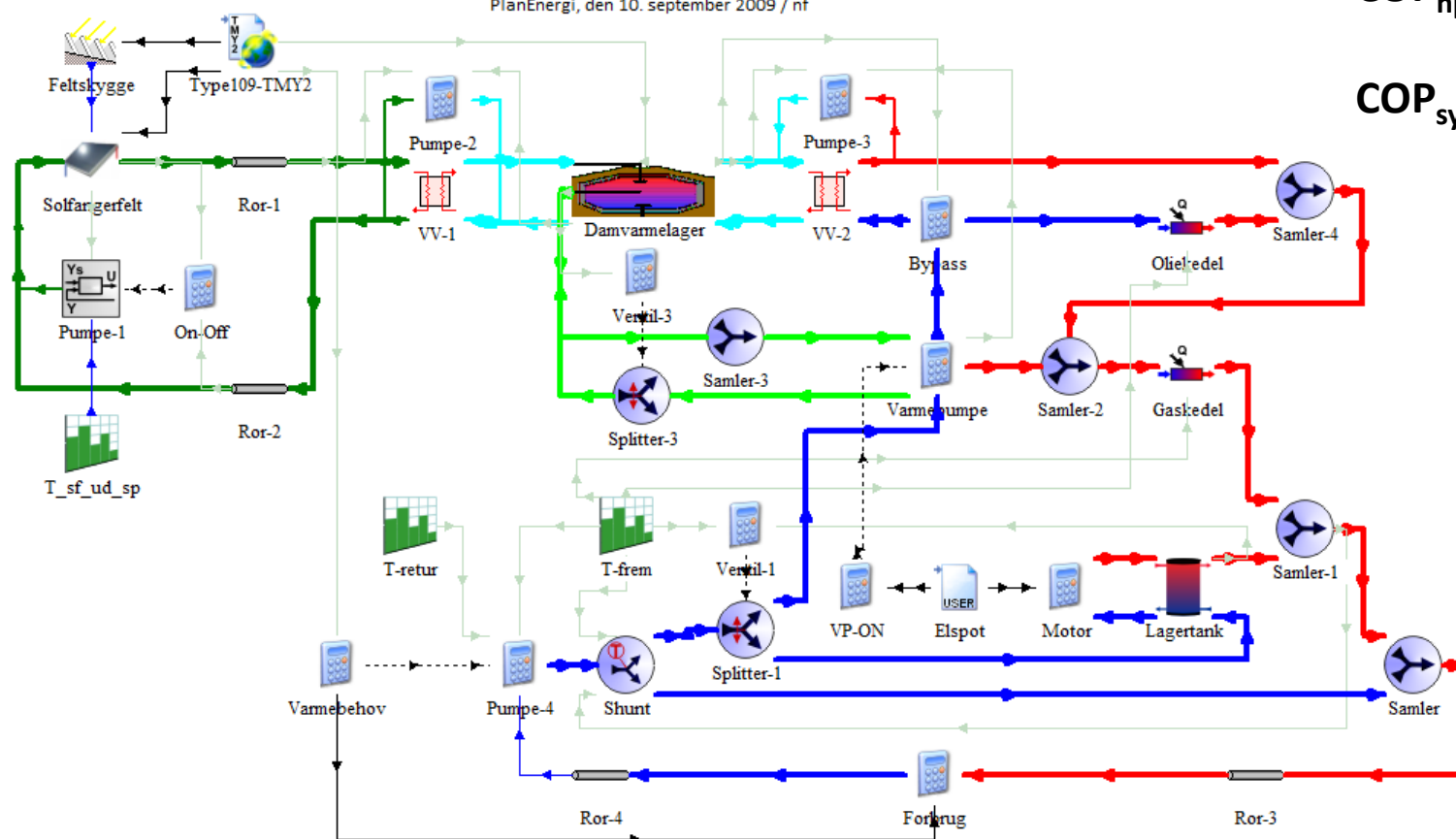
Produktionssteder



Dronninglund - 2

Sunstore 3

PlanEnergi, den 10. september 2009 / nf

 $COP_{hp} = 2,96$
 $COP_{system} = 1,44$


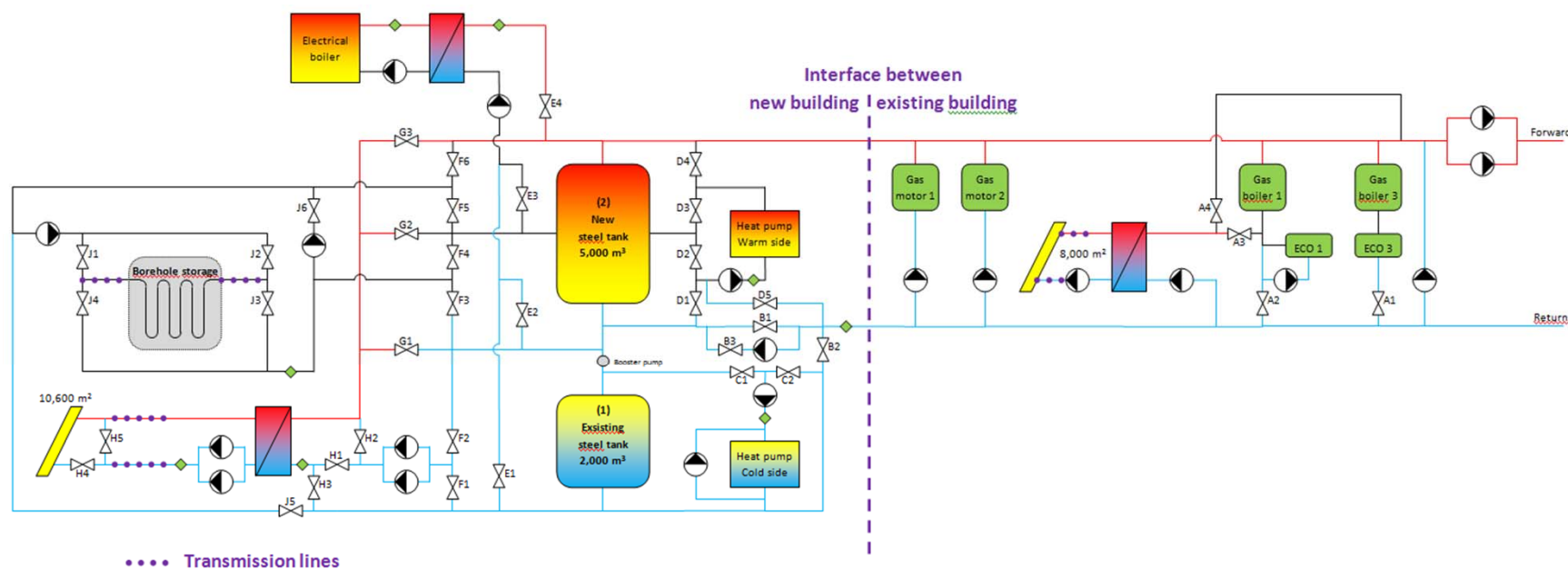
Marstal – Varmepumpe



Brædstrup Fjernvarme

- **Eksisterende anlæg:**
 - 2 naturgasmotorer
 - 2 naturgaskedler
 - Akkumuleringstank på 2.000 m³
 - Solvarmeanlæg på 8.000 m²
- **Nyt anlæg (idriftsat 2012):**
 - Nyt solvarmeanlæg på 10.600 m² **Energibesparelse!**
 - Ny akkumuleringstank på 5.000 m³
 - Borehulslager på 19.000 m³ jord
 - El-drevet varmepumpe på 1,2 MW_{varme}
 - El-kedel på 10 MW

Brædstrup – Principdiagram



Boreholes in Brædstrup
Principle diagram for pilot plant
June 7th, 2012
Prepared by Niels From, PlanEnergi

Brædstrup – Borehulslager



Brædstrup – Varmepumpe

