

Dansk Fjernvarme

ENERGILAGRING **ER ENERGILAGRING VEJEN TIL** **EFFEKTIV VEDVARENDE ENERGI?**

Kim Behnke *Vicedirektør*

Dansk Fjernvarme

kib@danskfjernvarme.dk

30. november 2017

LAGRING AF ENERGI – IKKE KUN EL

Balance gennem lagring

Vedvarende fluktuerende energi baseret på el fra sol og vind har en positiv miljøprofil.

Imidlertid er der brug for el og varme 24-7 i det moderne samfund – også på en vindstille nat.

Konvertering og lagring af energi (el, varme og gas) skal integreres i den strategiske energiplanlægning.

Fokus på energitæthed, fleksibilitet og tidsskalaen for lagre fra sekunder til sæsonlagre!

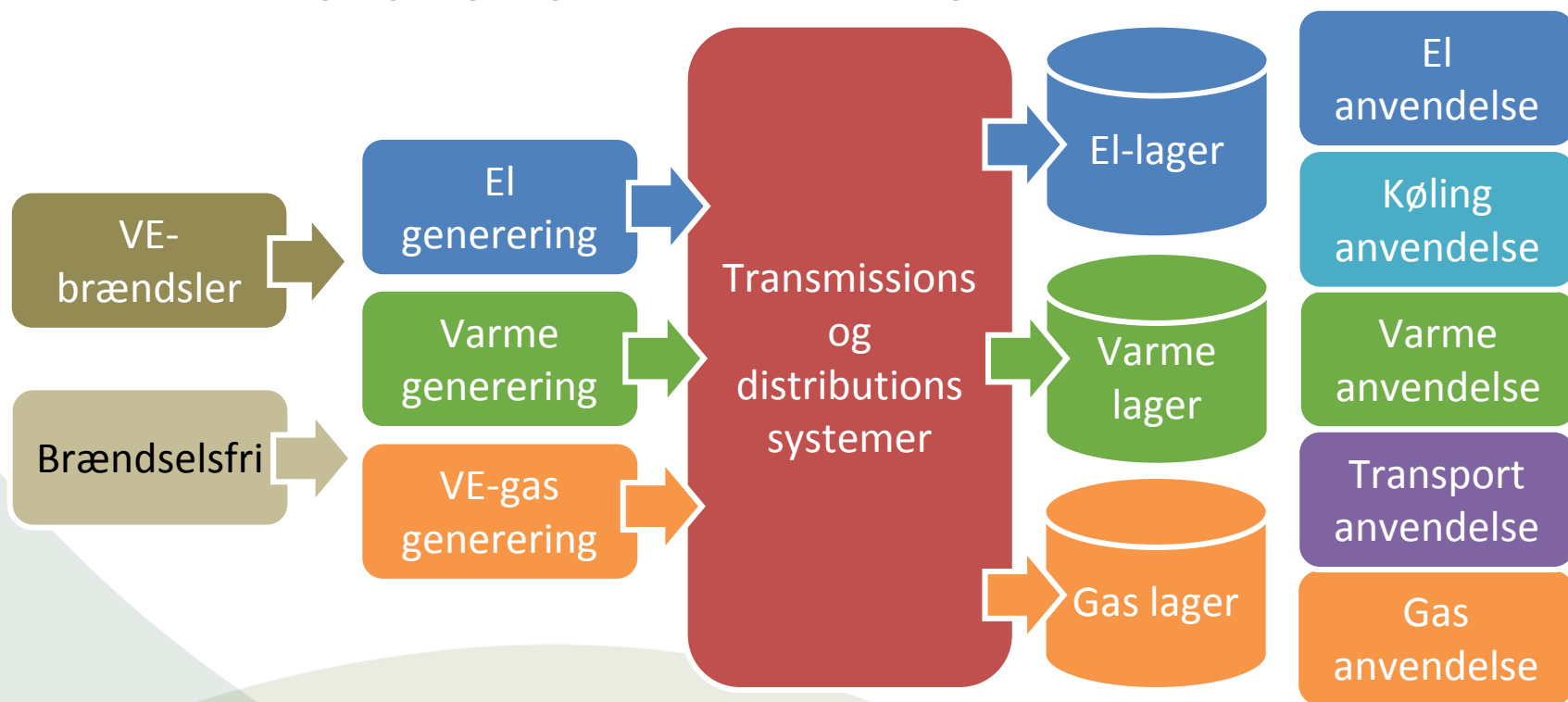


LAGRING SOM DEL AF SYSTEMET

Energisystemerne skal være effektive

Energibesparelser i hele kæden

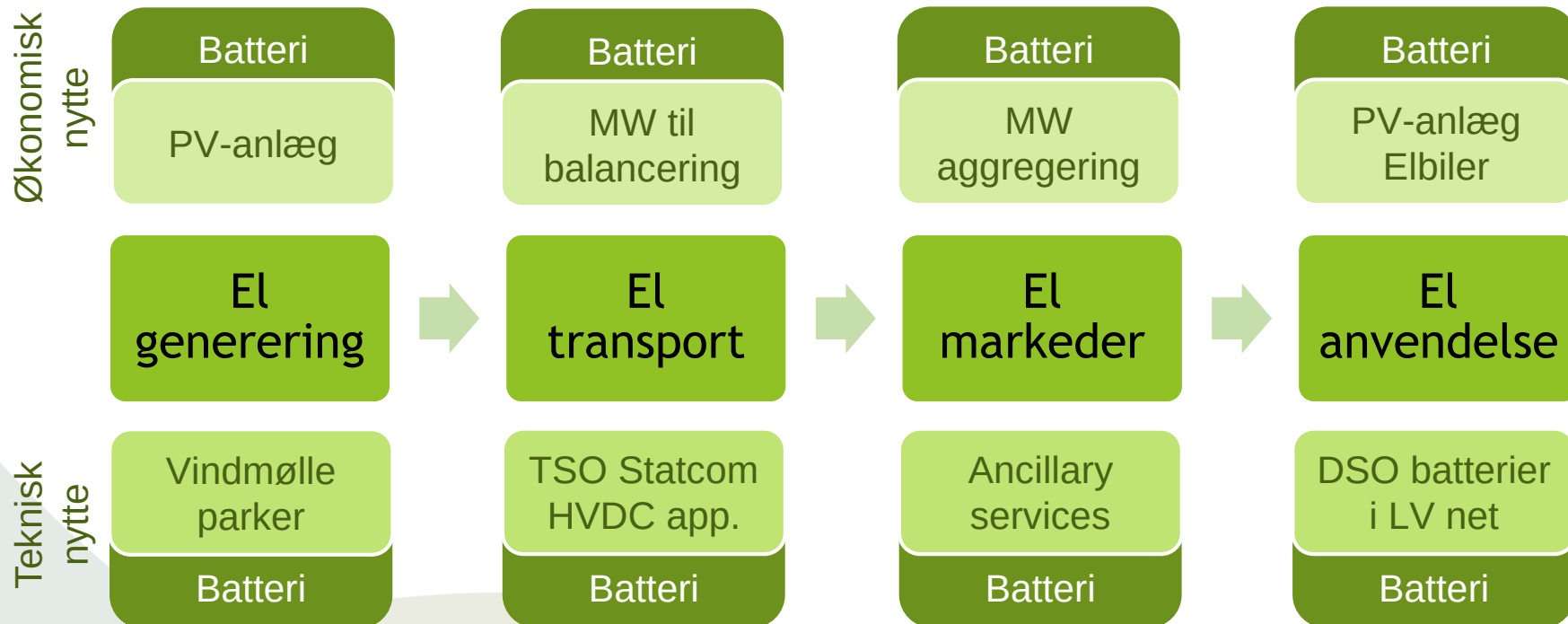
Konvertering og lagring med mindst mulige tab!



EFFEKTIV LAGRING AF EL

Batterier kan tilsluttes i hele elsystemets værdikæde

Bemærk dog, at jo højere spændingsniveau, jo mere kompleks bliver BoP (Balance of Plant) systemet.



TESLA BATTERI – VERDENS STØRSTE

Tesla har leveret verdens største batteri, i klassen Li-Ion (Litium-Ion) til en vindkraft farm i Australien. Levering før 1. december 2017 og vinder væddemål og modtager US\$ 50 mio. for batteriet, ellers havde det været ”gratis”. Der er dog også investeret i BoP på stedet.



TESLA BATTERI TIL AUSTRALIEN

Li-Ion (Litium-Ion) batterisystem til Hornsdale, Jamestown, Syd Australien, drift siden nov. 2017. 100 MW og 129 MWh. Balancering af vindkraft farm.

Leverer el til 30.000 boliger.... i 1 time, 3,33 kW og 4,3 kWh pr. hus.



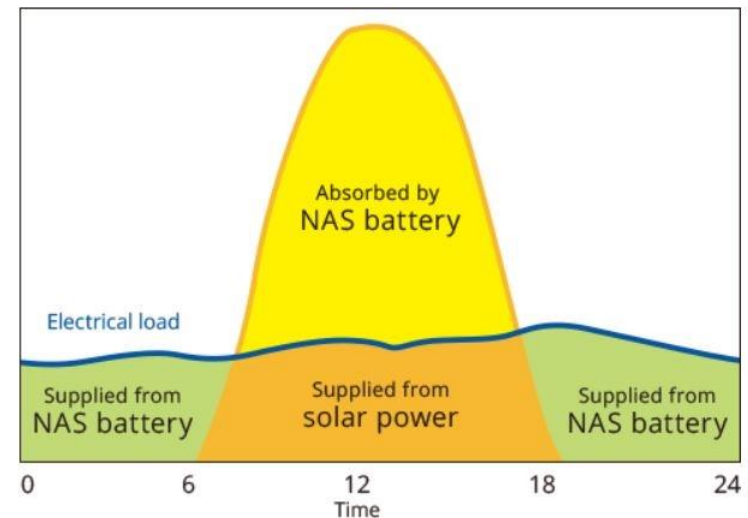
TESLA
ENERGY

Kilde: <https://www.elektrik.co>

DANSK
FJERNVARME

NaS BATTERIER FRA NGK i JAPAN

NaS (Natrium Svovl) batterisystem i Rokkasho i Japan, drift siden 2008. 34 MW og 204 MWh. 12 timer opladning og afladning.



Eksempel: Effektbehov 200 kW, 24/7 elforsyning. 1.000 kW PV og 600 kW (3.600 kWh) NaS batteri.

SAMMENLIGNING NGK OG TESLA



Sammenligning af de to anlæg

NGK anlæg i Japan og Tesla anlæg i Australien.

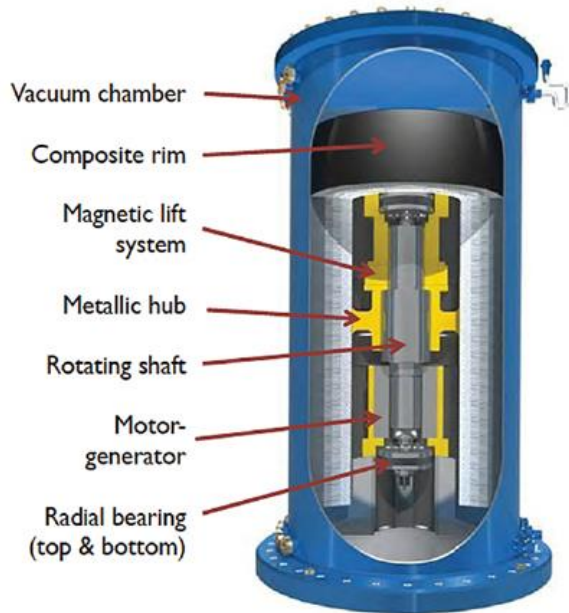
Bemærk usikkerhed omkring prisen inkl. BoP i begge tilfælde.

TESLA		Mio.	Mio.	Mio.	Mio.
MW	MWh	US\$	DKK	DKK 1 MW	DKK 1 MWh
100	129	50	310	3	2,5
Inkl.	BoP	390	2.418	24	19
NGK		Mio.	Mio.	Mio.	Mio.
MW	MWh	US\$	DKK	DKK 1 MW	DKK 1 MWh
34	204				
Inkl.	BoP	77	477	14	2,5

FLY WHEEL SOM LAGER

Beacon Power har leveret verdens største Fly Wheel

Anlægget er installeret i elsystemet i staten New York. 20 MW og 5 MWh.
Motor/generator roterer med 15.500 rpm i vakuum



LAGERKAPACITET I AKK. TANKE

Vindkraft



Installeret
kapacitet
4.800 MW

Elkedler og varmepumper

Johnson Controls – SABROE maskiner. HeatPac serien fra 100 kW til 1,2 MW elkapacitet. Op til 7 MW varmekapacitet. Ammoniak som drivmiddel, arbejder ved 40 bar i to trin.



Ca. 13 timer fuld produktion
for at fylde de termiske lagre.

Tilsvarende batterikapacitet
vil kræve over 1 mio. elbiler.

Termisk lager

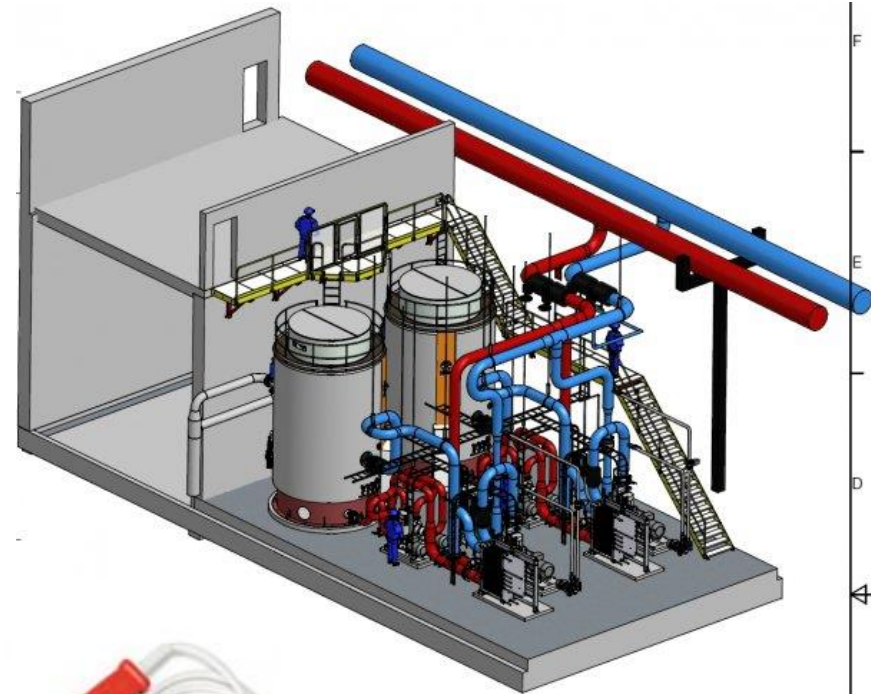


Lager kapacitet på
decentrale værker
65 GWh

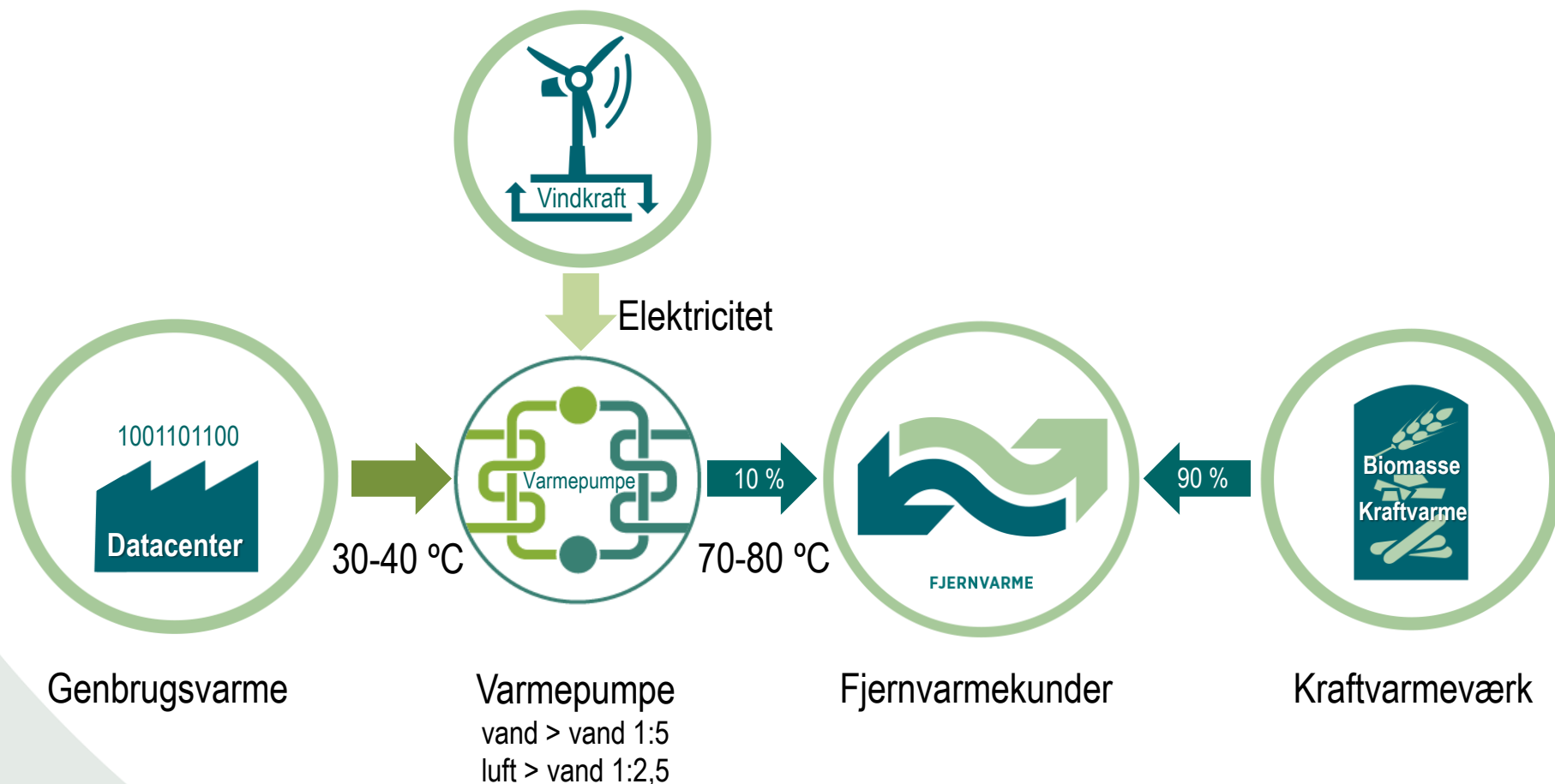
Kilde: AAU, 4DH

EL TIL VARME LØSNINGER

- El fra vedvarende energi som vindkraft og solceller eller vandkraft i udlandet kan omdannes til fjernvarme.
- Elpatron (dypkoger) kan omdanne el 1:1 til varme.
- Under 500 driftstimer om året
- Høj effekt (MW) lille energiforbrug (MWh)
- De største anlæg (Studstrup) er på 2* 40 MW
- En privat dypkoger er på 2 kW
- Varmepumper kan omsætte 1 kWh el til 5-6 kWh varme.



FRA DATACENTER TIL FJERNVARME



Eksempel: 1 kWh elektricitet vil kunne levere 5 kWh varme

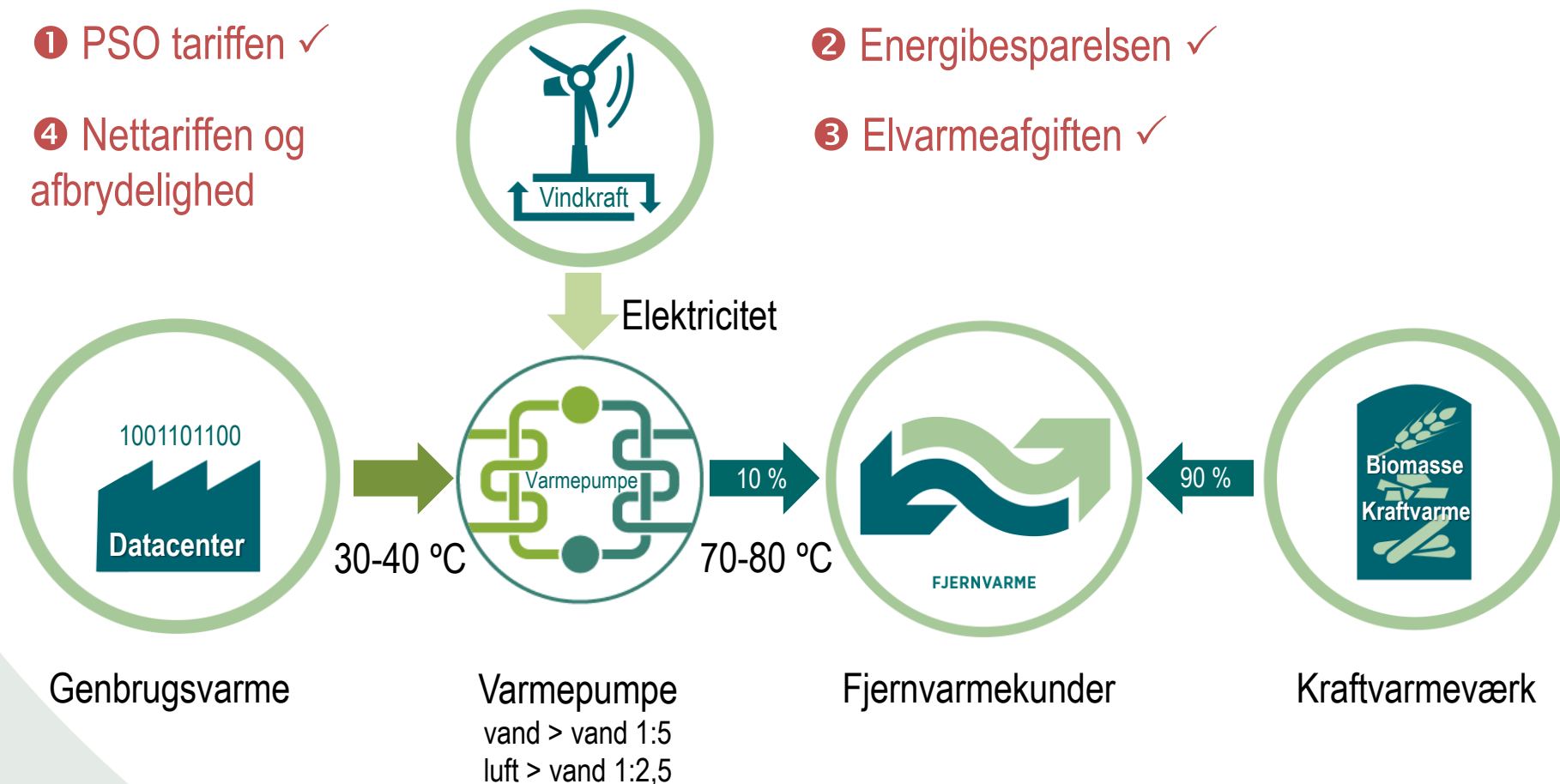
POLITISKE UDFORDRINGER

❶ PSO tariffen ✓

❷ Nettariffen og afbrydelighed

❸ Energibesparelsen ✓

❹ Elvarmeafgiften ✓



❺ Overskudsvarmeafgiften

❻ Prisen på varmen

❼ Samfundsøkonomi - selskabsøkonomi

❽ Andre brændsler

VARMEPUMPERNE – POTENTIALE?

Varmepumper i fjernvarmesystemet

- Varmepumper er ikke kun eldrevne, men kan også være gasdrevne, eller absorptions varmepumper.
- Energistyrelsen forventer 550 MW_{th} eldrevne varmepumper i fjernvarmesystemet i 2020 – eleffekt 158 MW_{el}.
- De vil sammenlagt producere 2,7 TWh ud af varmebehovet på 35 TWh varme til fjernvarmesystemet om året (7-8 %).

Der skal være store varmekilder!

Gode punktkilder til varmepumper er ikke til stede for alle værker.

- Spildevandsrensningsanlæg (omkring 900 mulige anlæg).
- Genanvendelsesvarme fra industri, butikker, erhverv osv.
- Punktkilder fra særlige industrier og solvarme (damlagre).
- Havnebassiner, søer og lignende vandmagasiner.
- Grundvand, geotermi m.v.



LAGRING I FJERNVARME

Masser af plads i fjernvarmesystemet

Varmepumper	Meget el-energi med > 6000 timer/år
Elpatroner/kedler	Stor el-effekt med < 500 timer/år
Genbrugsvarme	Kan have sommerudfordring
Solvarme	Har en sommerudfordring
Vindkraft lager	Der kommer ikke el retur

Tidsfaktor – for lagring af varme

Fjernvarmesystemet rør	2 – 5 timer lagring
Akkumuleringstanke	2 – 5 dage lagring
Damlagre	2 – 5 måneders lagring
Geotermisk lagring	Sæsonlagring



Prisen for lagring er meget forskellig. Termokander på kraftvarmeværker, høj temperatur og tryksat. (€ 7.000/MWh). Akkumuleringstanke ved kraftvarme. (€ 4.000/MWh). Damlagre ved solvarme. (€ 500/MWh).

LAGRING AF VARMT VAND

Meget simpel teknologi og er del af normal drift

Tank med 1,9 GWh - 50.000 m³ fjernvarme til 100 huse i et år.



Fjernvarmesystemer i store byer kræver meget store anlæg for lagring af varme.

Det kan give anledning til lokal modstand og krav om at der sker nedgravning.

Den viste tank er delvist gravet ned!

Behov for hybrid-løsninger tank + geotermisk lager.

STORT LAGER AF VARMT VAND

Damlager – særligt effektivt sammen med solvarme

Dækningsgraden for solvarme går fra 20 % til 50 % med et damlager.



Vojens Fjernvarme får 50 % af fjernvarmen fra 70.000 m² solvarmepaneler og 203.000 m³ damlager. Åbnet i 2015.

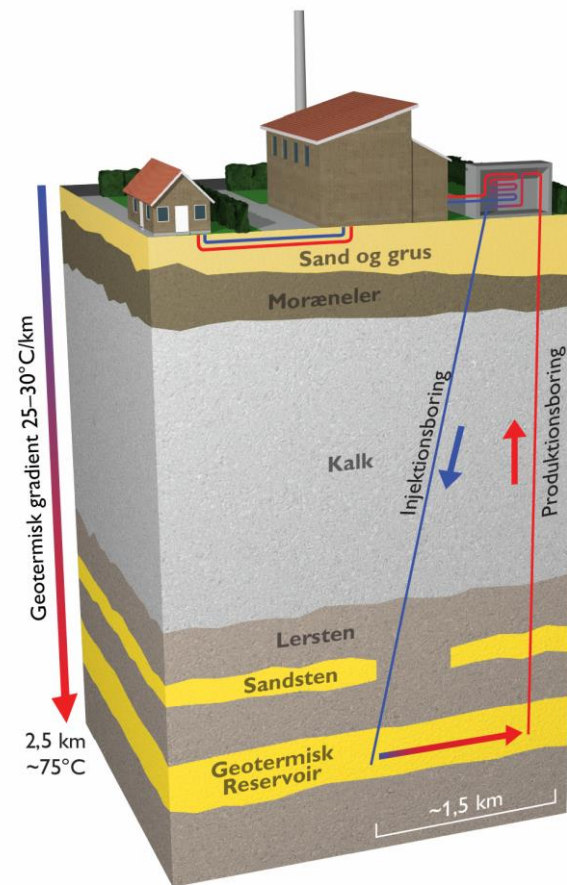
VEKS arbejder på et 60.000 m³ lager til døgnbalancering

Aalborg Forsyning arbejder med et 1.000.000 m³ sæsonlager.

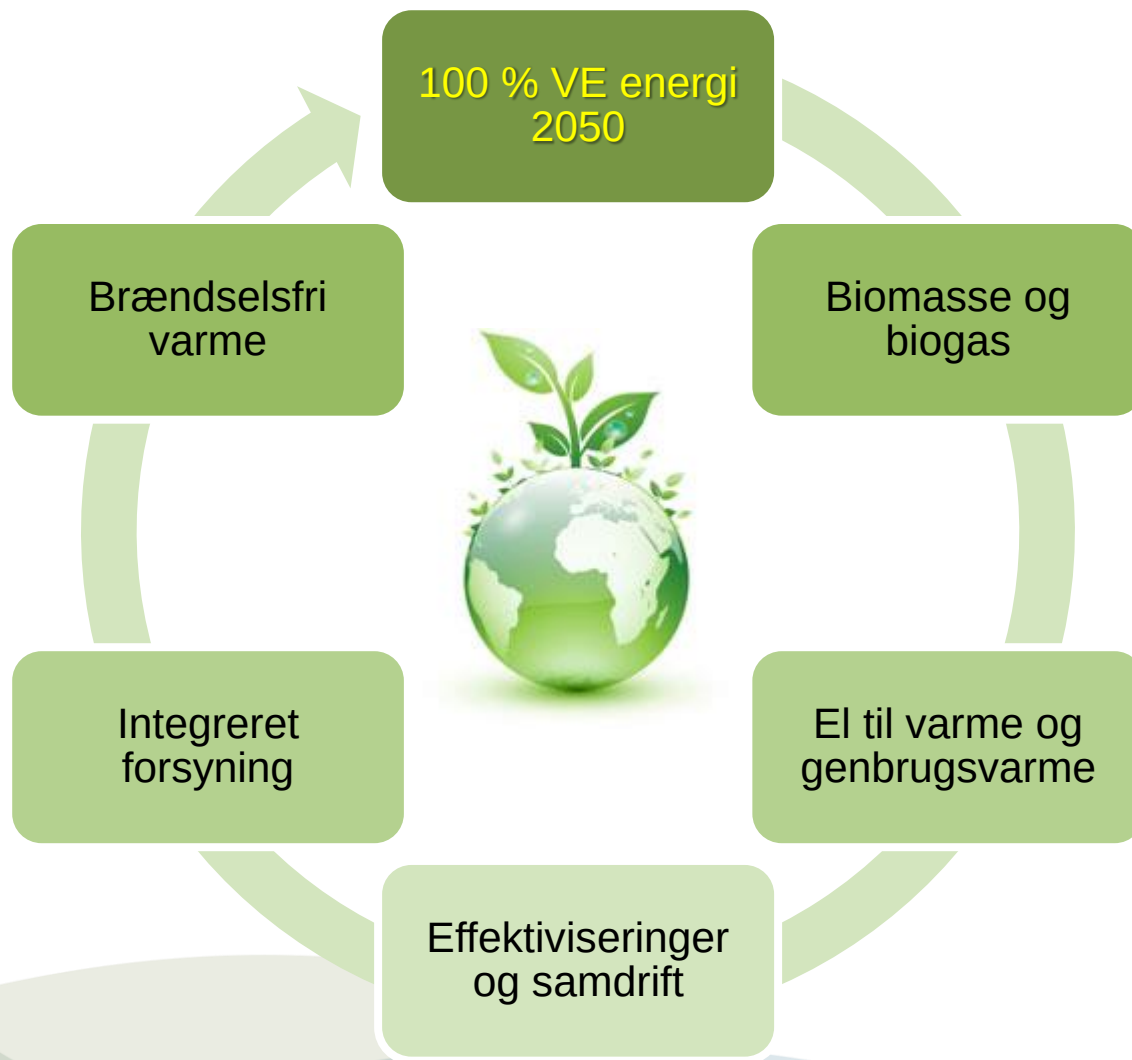
BRÆNDELSFRI FJERNVARME

Fjernvarme helt uden brændsler

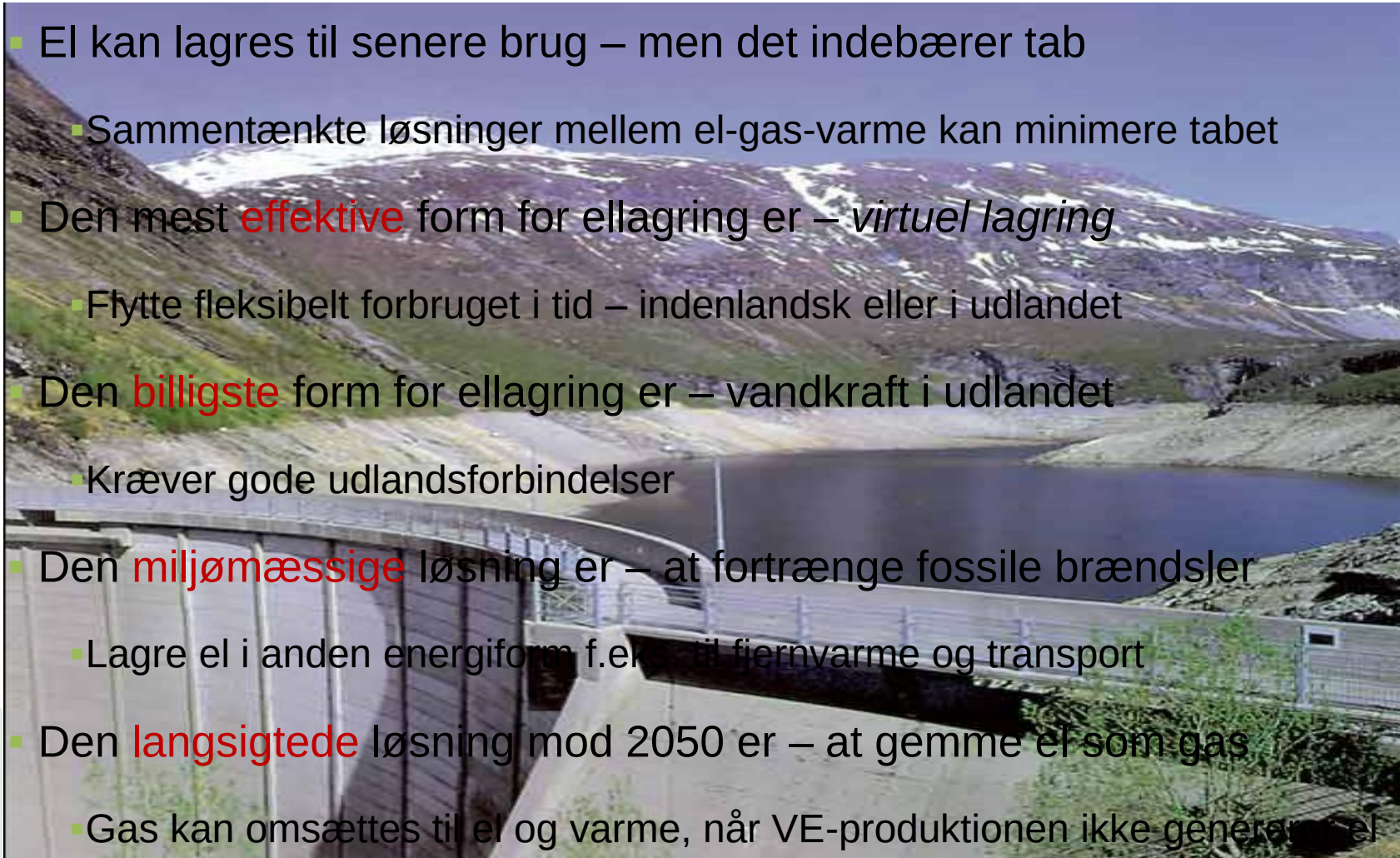
- Solvarme (termisk energi fra solen)
- Geotermi (varme fra undergrunden)
- Genbrugsvarme (overskudsvarme) direkte
 - Industriprocesser og varme over 70 °C
- El til varme løsninger (el er ikke et brændsel)
 - Genbrugsvarme indirekte med varmepumpe
 - Varmepumper luft-vand, vand-vand
 - Elpatroner
- Samproduktion af fjernvarme og fjernkøling
- Høst af energi i byen til byen (store genveks anlæg)



GRØN FJERNVARME



VE KRÆVER MASSER AF LAGRING

- 
- El kan lagres til senere brug – men det indebærer tab
 - Sammentænkte løsninger mellem el-gas-varme kan minimere tabet
 - Den mest **effektive** form for ellagring er – *virtuel lagring*
 - Flytte fleksibelt forbruget i tid – indenlandsk eller i udlandet
 - Den **billigste** form for ellagring er – vandkraft i udlandet
 - Kræver gode udlandsforbindelser
 - Den **miljømæssige** løsning er – at fortrænge fossile brændsler
 - Lagre el i anden energiform f.eks. til fjernvarme og transport
 - Den **langsigtede** løsning mod 2050 er – at gemme el som gas
 - Gas kan omsættes til el og varme, når VE-produktionen ikke genererer el

TAK FOR OPMÆRKSOMHEDEN

