

Det intelligente energisystem

- systemintegration på moderne vilkår

28. januar 2010

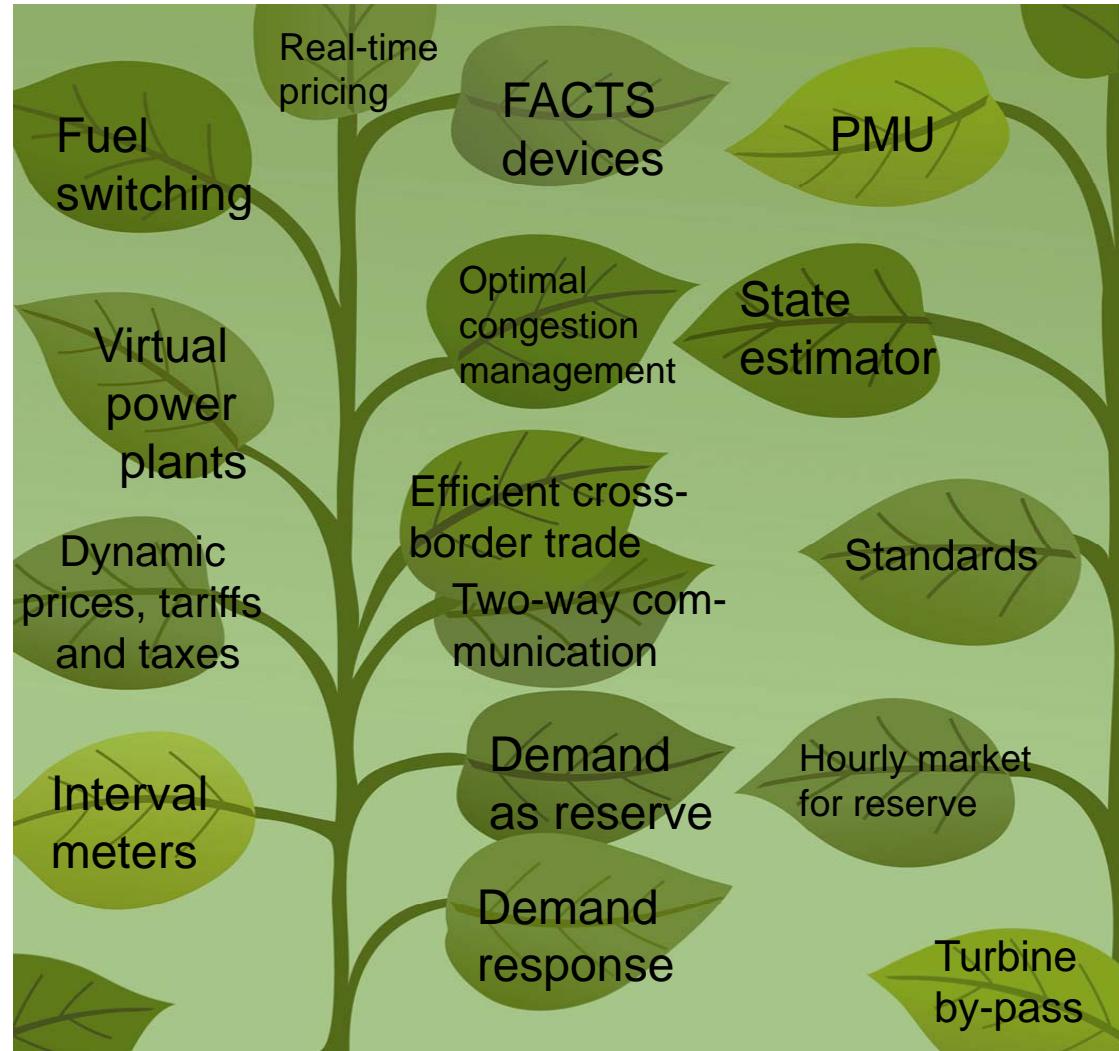
Mikael Togeby, Vibeke Thyge Frandsen,
Kirsten Dyhr-Mikkelsen, Ea Energianalyse

Jacob Østergaard, Center for Energiteknologi, DTU

Punkter

- Det intelligente energisystem
 - Hvorfor?
 - Hvordan?
 - Hvornår?
- Eksempler
 - Projekter
 - PMU, state estimator
 - PowerLabDK, Syslab, Bornholm
 - Elbiler
 - Regulerkraftpriser
- Aktuelle myndighedsaktiviteter
- Hvidbog
 - Forslag til disposition

DET INTELLIGENTE ENERGISYSTEM



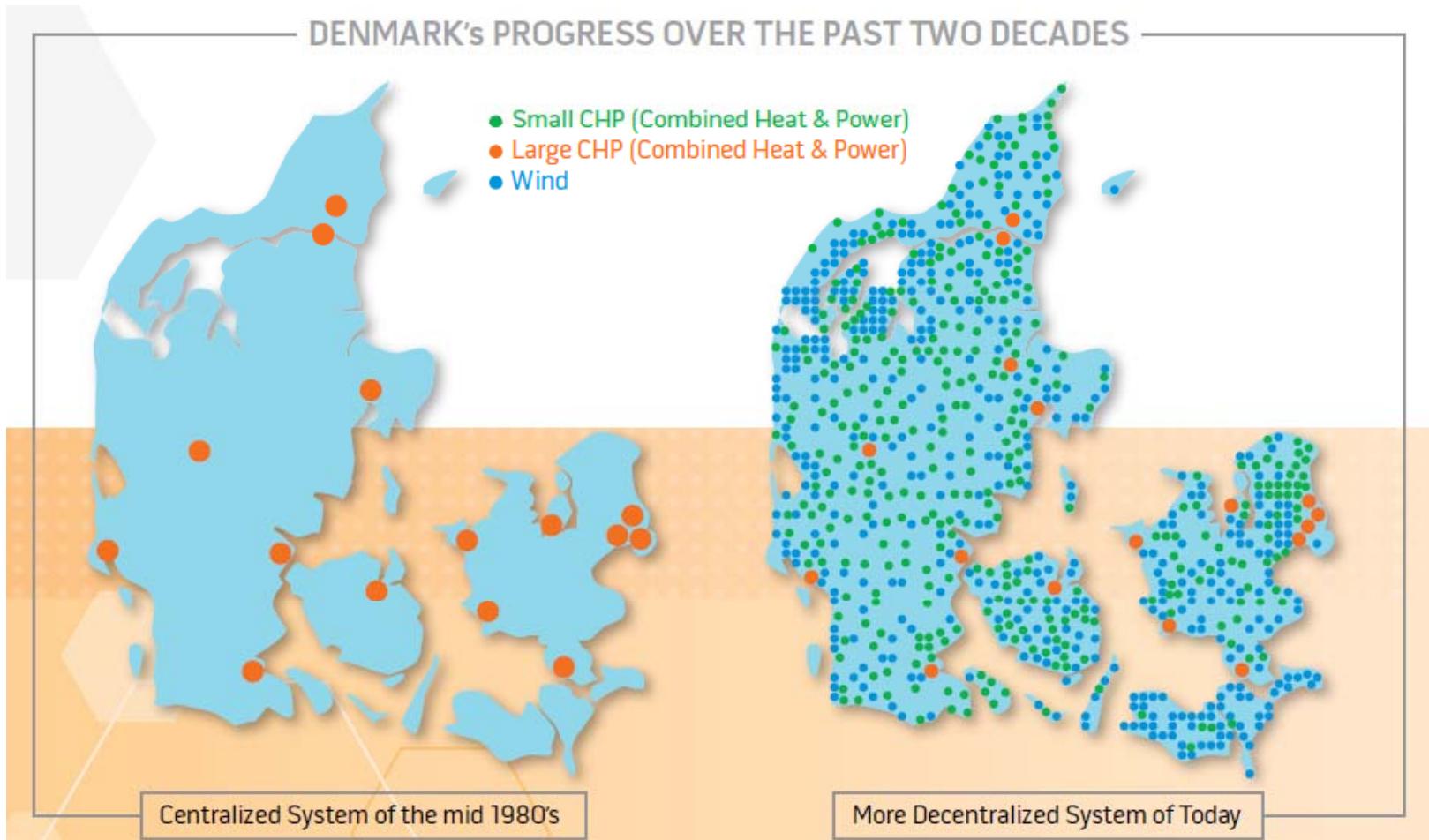
Hvorfor?

- Vindkraft
 - Dynamik: Varierende produktion
 - Begrænset forudsigelse ved middel vindhastigheder
- Markedsgørelse
 - Effektivitet
 - De rigtige "enheder" skal aktiveres
- Fordi vi kan!
 - Computere og kommunikation kan levere dynamik i et omfang, som ikke var forudset, da det nuværende energisystem blev designet
- Ambitiøse klima- og miljømål bliver dyre at nå, hvis der ikke er en høj grad af systemtænkning!

Hvordan?

- Støvsuge energisystemet for vanetænkning!
- Anlægge ”Internet”-tankegang, når vi tænker energisystem
 - Ikke sådan at forstå, at det kun er Internettet, som skal anvendes som kommunikationsform, men ...
 - at alle enheder uanset størrelse kan kommunikere med alle og dermed spille en aktiv rolle ...
 - og at administrative barrierer er væk

Hvornår?



Udviklingen er begyndt:

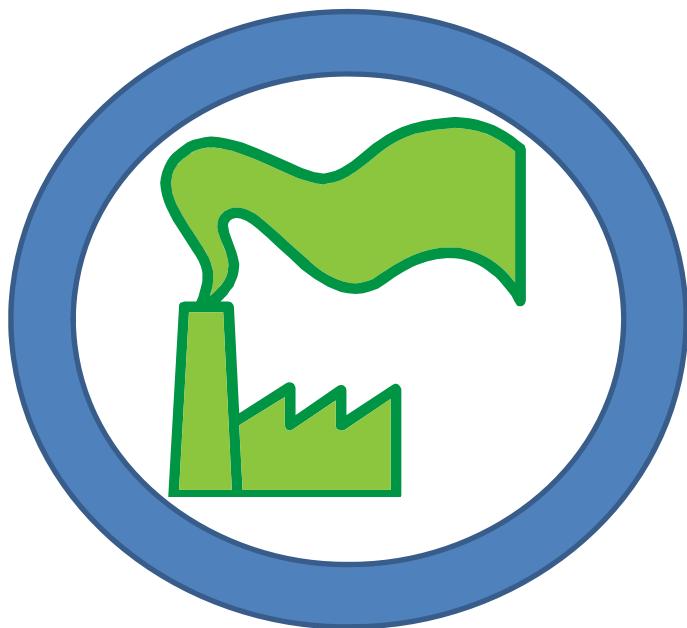
- Decentrale værker på spotmarkedet
- Decentrale værker som leverer systemydelser
- Vindmøller som stopper!

Energisystemet er blevet mere dynamisk

- Store forbrugere (over 100.000 kWh/år) kan reagere på spotpris
 - Alt er på plads
- Decentrale kraftvarmeverker er i dag langt mere dynamiske end for fem år siden
 - Omlægning af støtte har betydet, at de (i et vist omfang) reagerer på spotprisen
 - Mange decentrale leverer regulerkraft
 - Nu også mulighed for at levere frekvensstyrede reserver
 - 54 MW decentrale elpatroner leverer regulerkraft (kan blive 300 MW)
- Elbas er udbredt til hele Norden (2009)

Det gamle system

Produktion



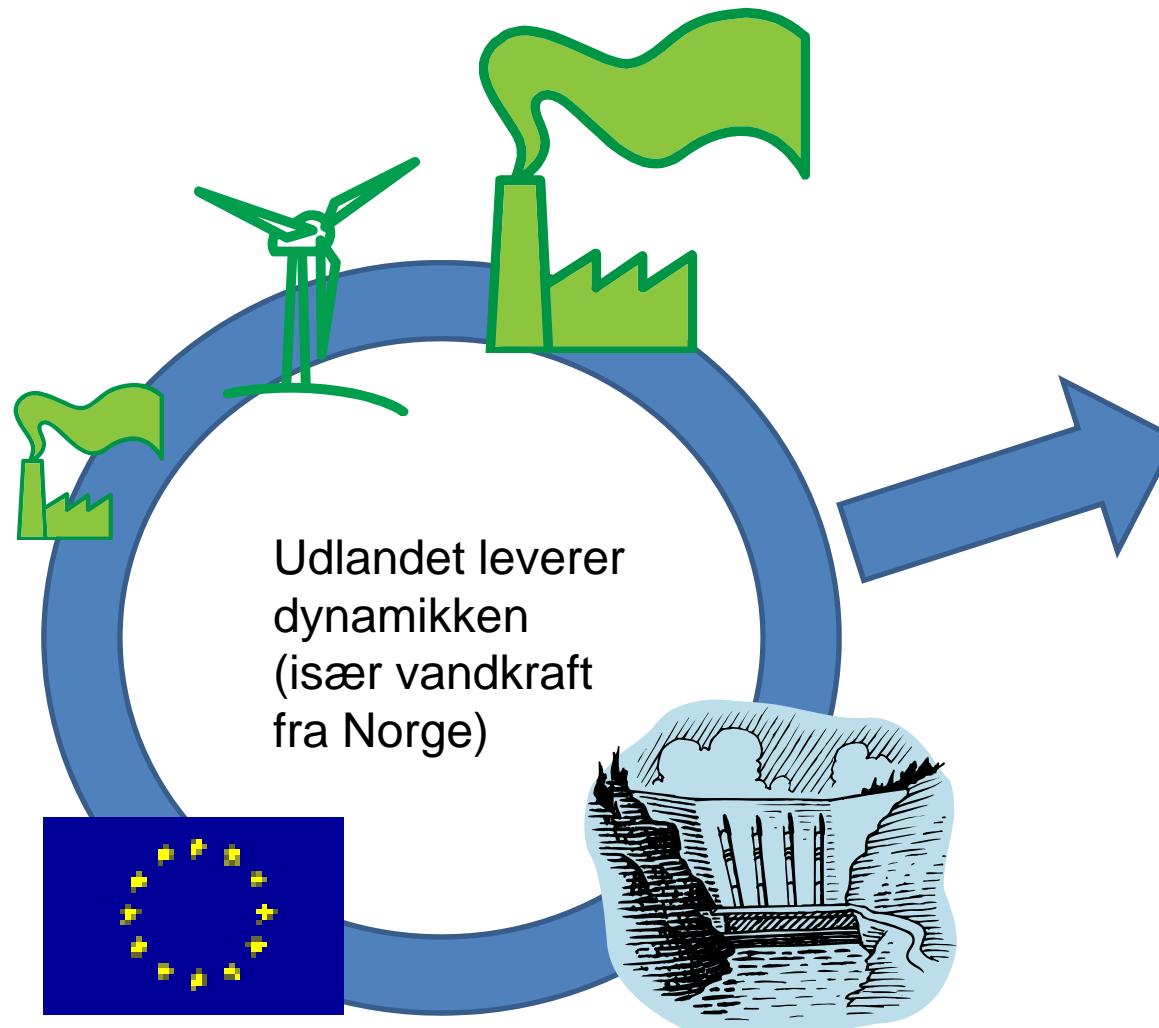
Forbrug



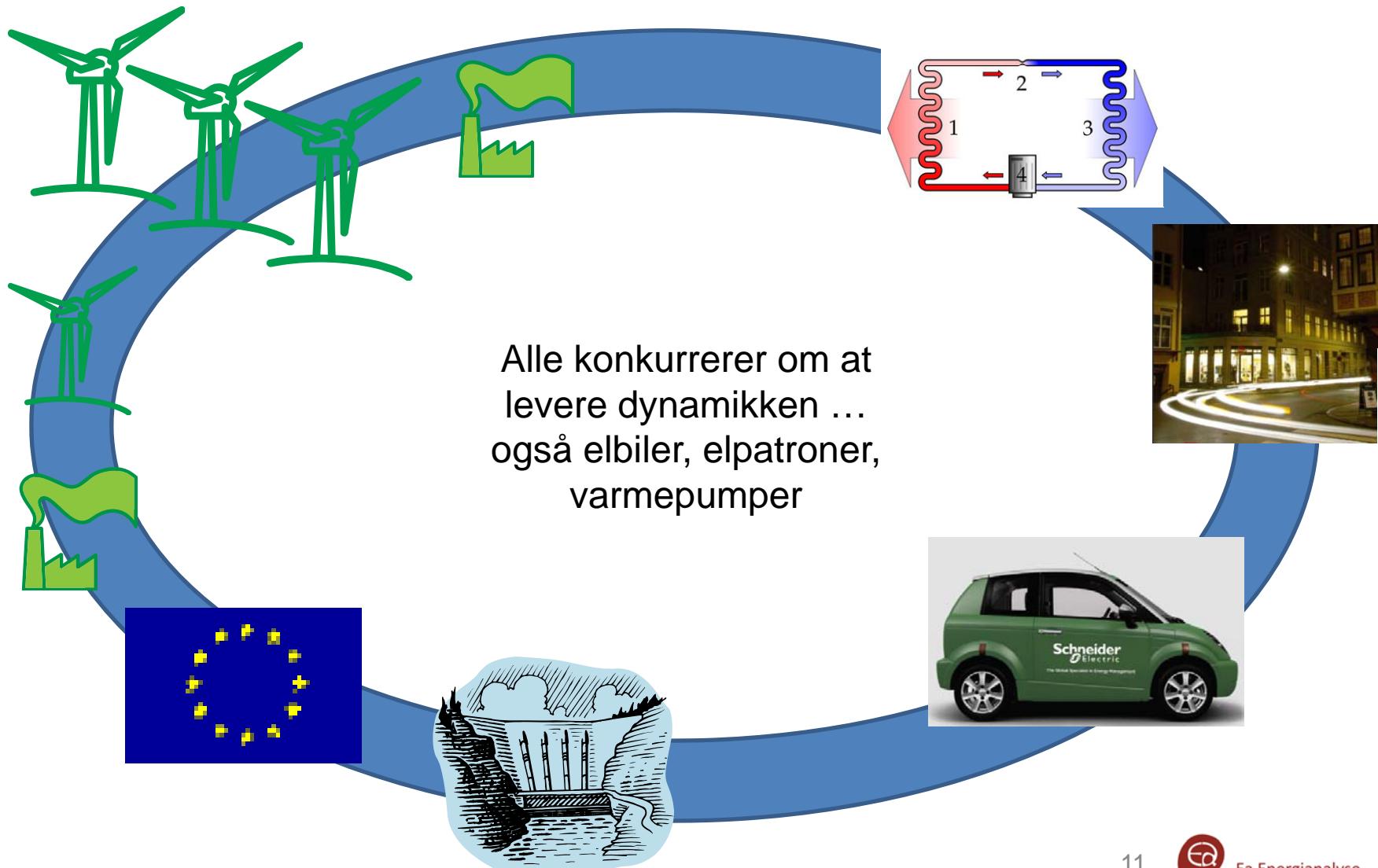
Elektriciteten leveres fra centrale værker

Værkerne leverer dynamikken

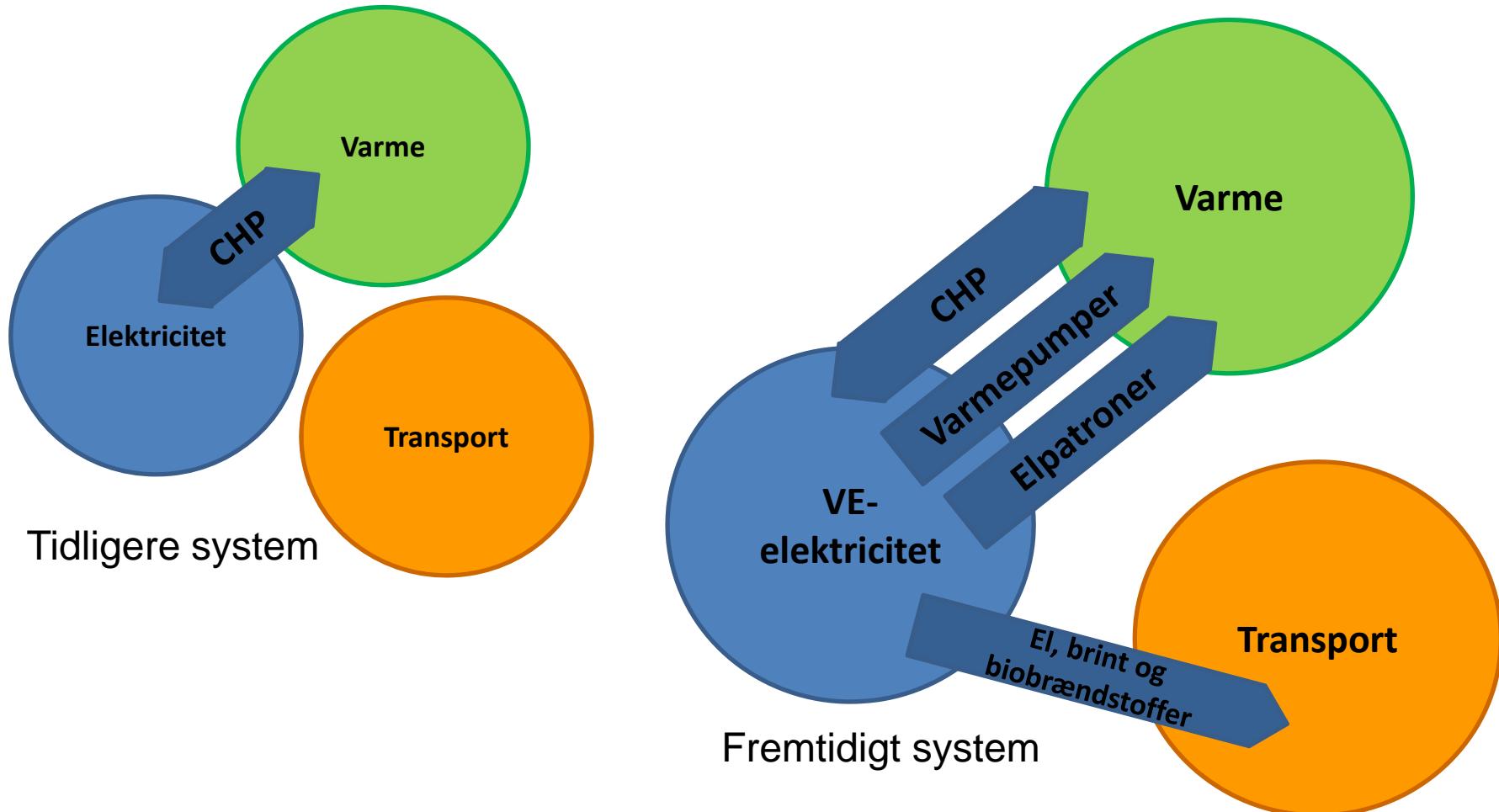
Det nuværende system

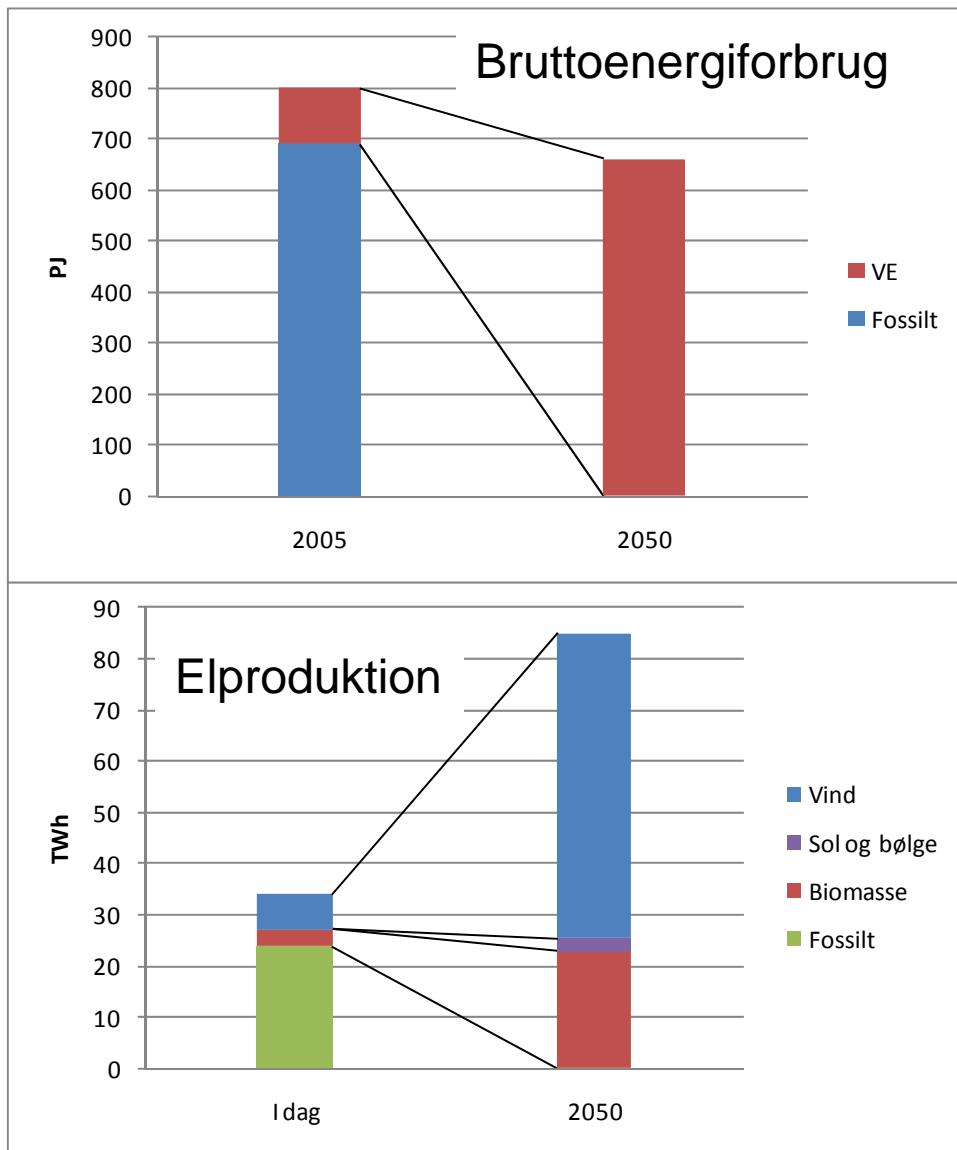


Det fremtidige system

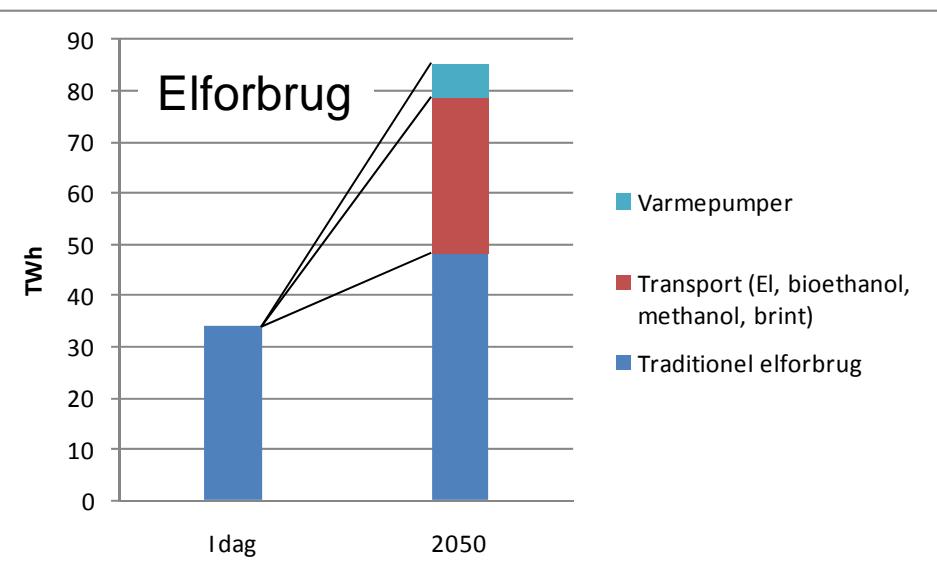


Øget integration med varme og transport





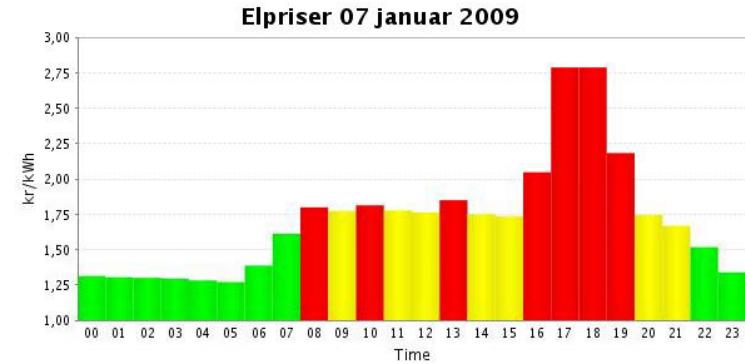
Et fremtidsbillede med VE



EKSEMPLER

Fleksibel elforbrug og produktion

- Forsøg med fleksibel elforbrug
 - Frysehuse, køleskabe i butikker, pumper i vandværker. Boliger med elvarme
- Brug af nødstrømsanlæg til regulerkraft

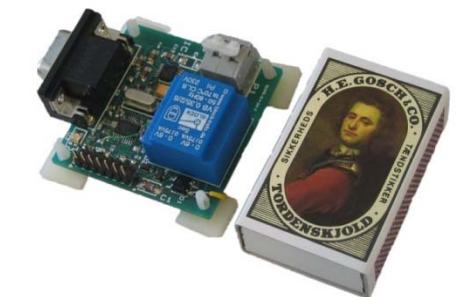
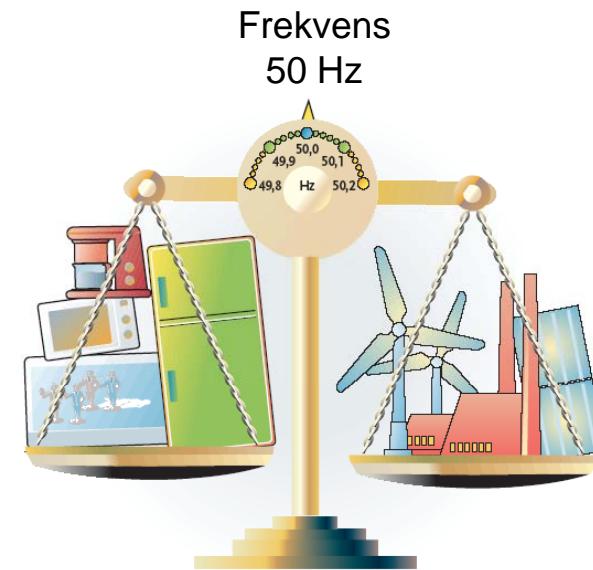


Vind, forbrug og biler

- Tiltag og virkemidler for integration af vindkraft (apr. 09)
 - EcoGrid.dk: Virkemidler beskrevet i forbindelse med teknik, marked og it
- Salgskontrakter for fleksibelt elforbrug (aug. 09)
- Bedre integration af vindkraft (evaluering af elpatronloven, tariffer og afgifter) (jun. 09)
 - Elpatroner, turbine-by-pass, varmepumper
- Elbilen og elmarkedet (igangværende)
 - Edison-projektet

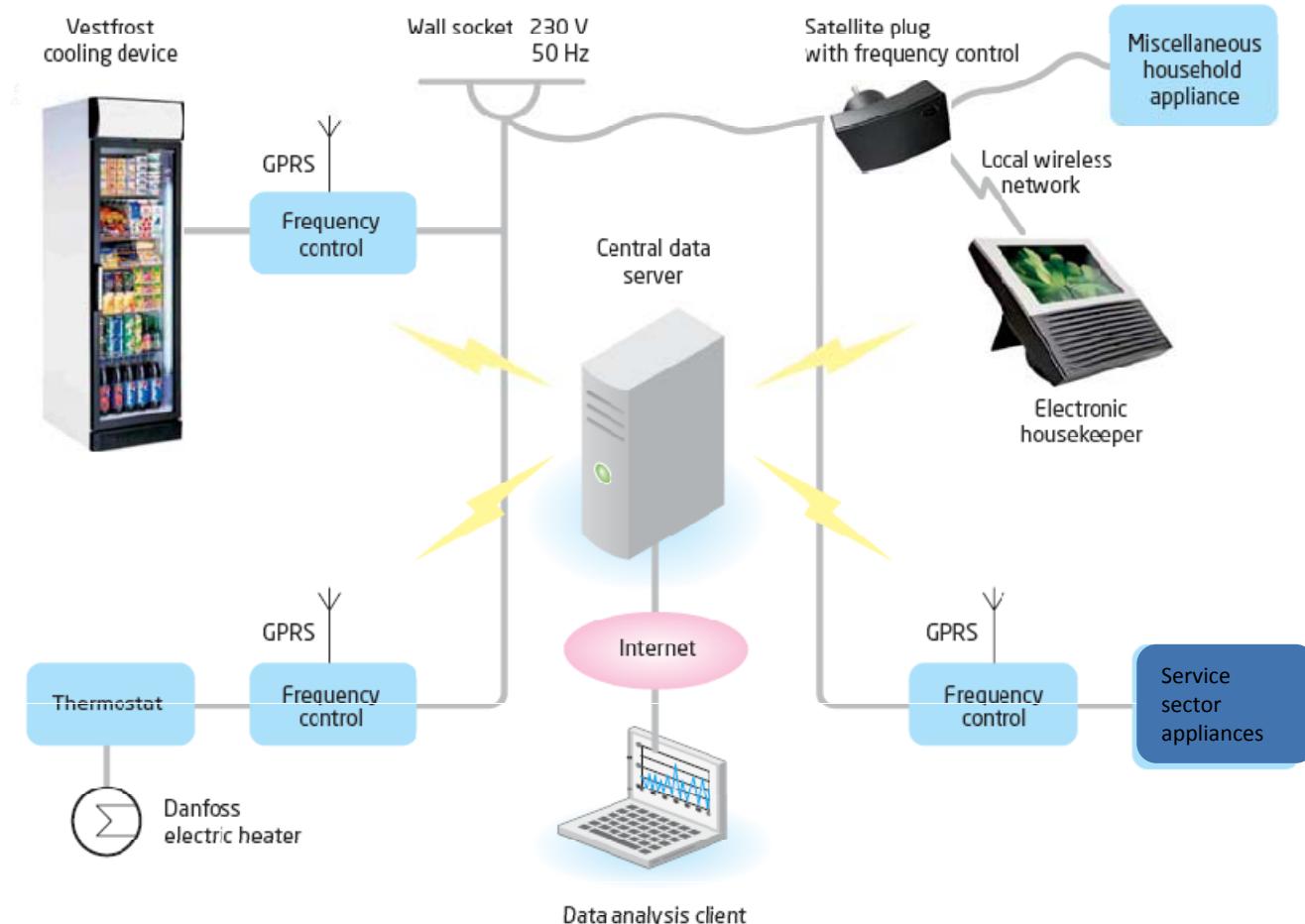
Forbrug som frekvensstyret reserve

- Forbrug og produktion skal være i balance (frekvens)
 - Horisont: Sekunder
 - Kraftværker og DC-forbindelser anvendes
- Simpel metode, hvor forbrug kan afbrydes efter 0,5 s.
 - Hurtigere end kraftværker



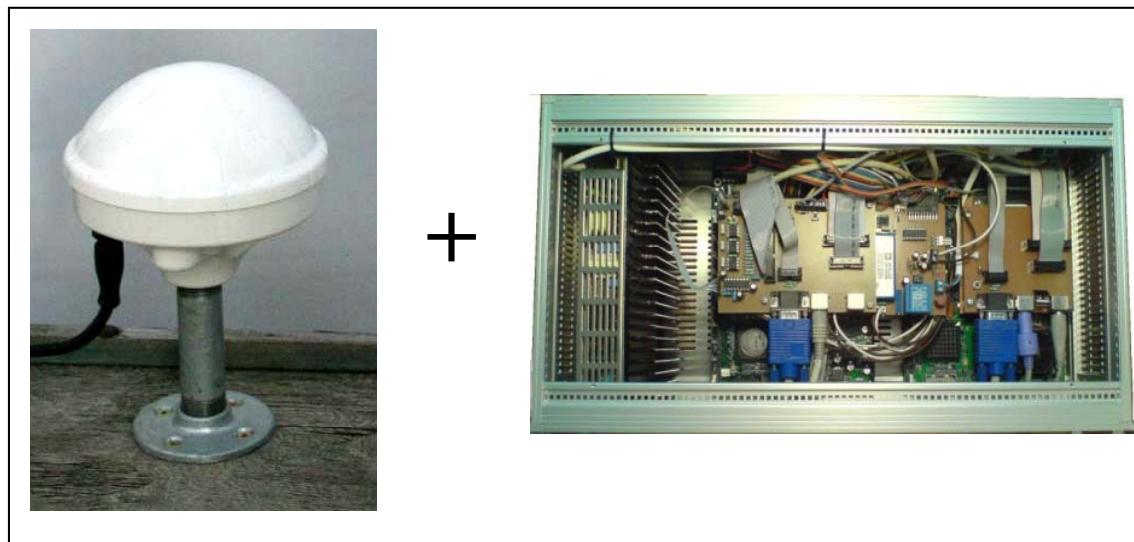
* Joachim Johansen, 2008

Demonstration af forbrug som frekvensstyret reserve



Phasor Measurement Unit (PMU)

- Måling af fasevinkel, fx i Norge og Danmark
- Store datamænger + kraftig regnekraft =>
- Advarsel om risiko for spændingskollaps



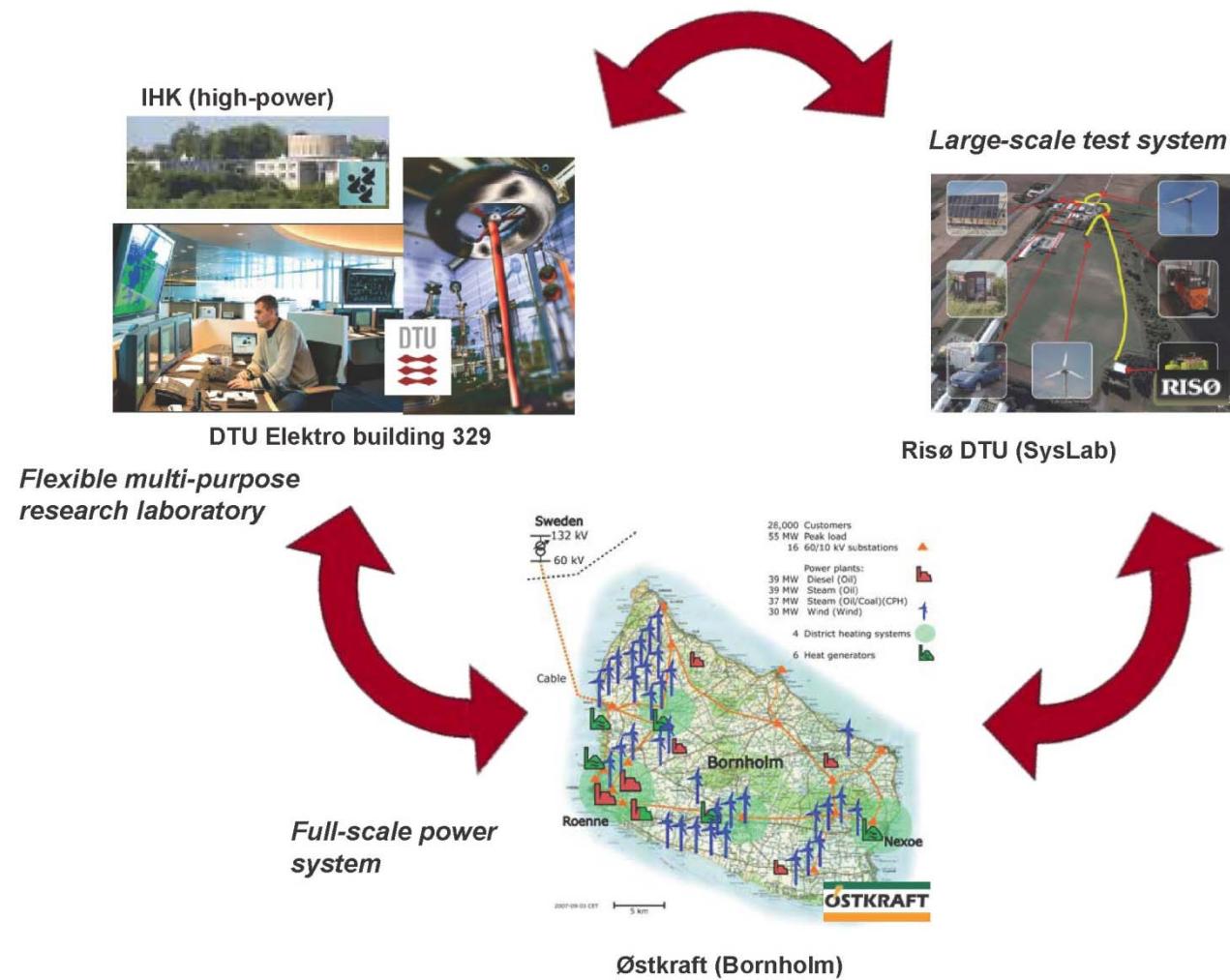
State estimator

- Tusindvis af målinger (heraf nogle fejlagtige)
- Model af netværk og fysikken for flowet heri

Massiv regnekraft

- Fuldstændig beskrivelse af alle energistrømme
- Liste over værste udfald
- Anbefaling af forebyggende handlinger

PowerLabDK – eksperimental platform



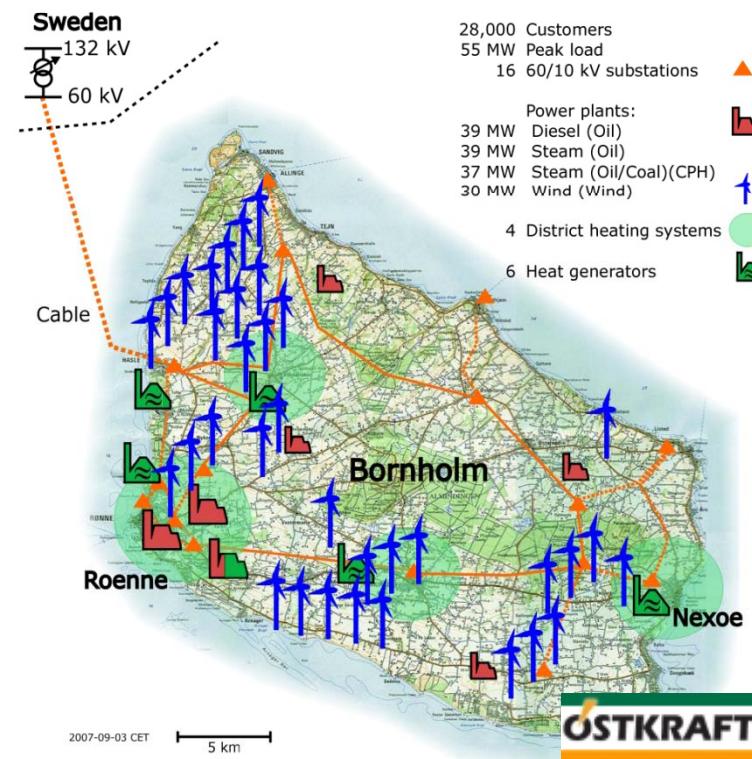
Large-scale test system - Syslab

- Mini power system with renewable energy technologies and novel distributed control system
- Controlled test environment
- Platform for large-scale test of
 - Electric power technologies
 - Control architectures
 - Communication standards
- Development of seamless ICT-platform



Full-scale power system - Bornholm

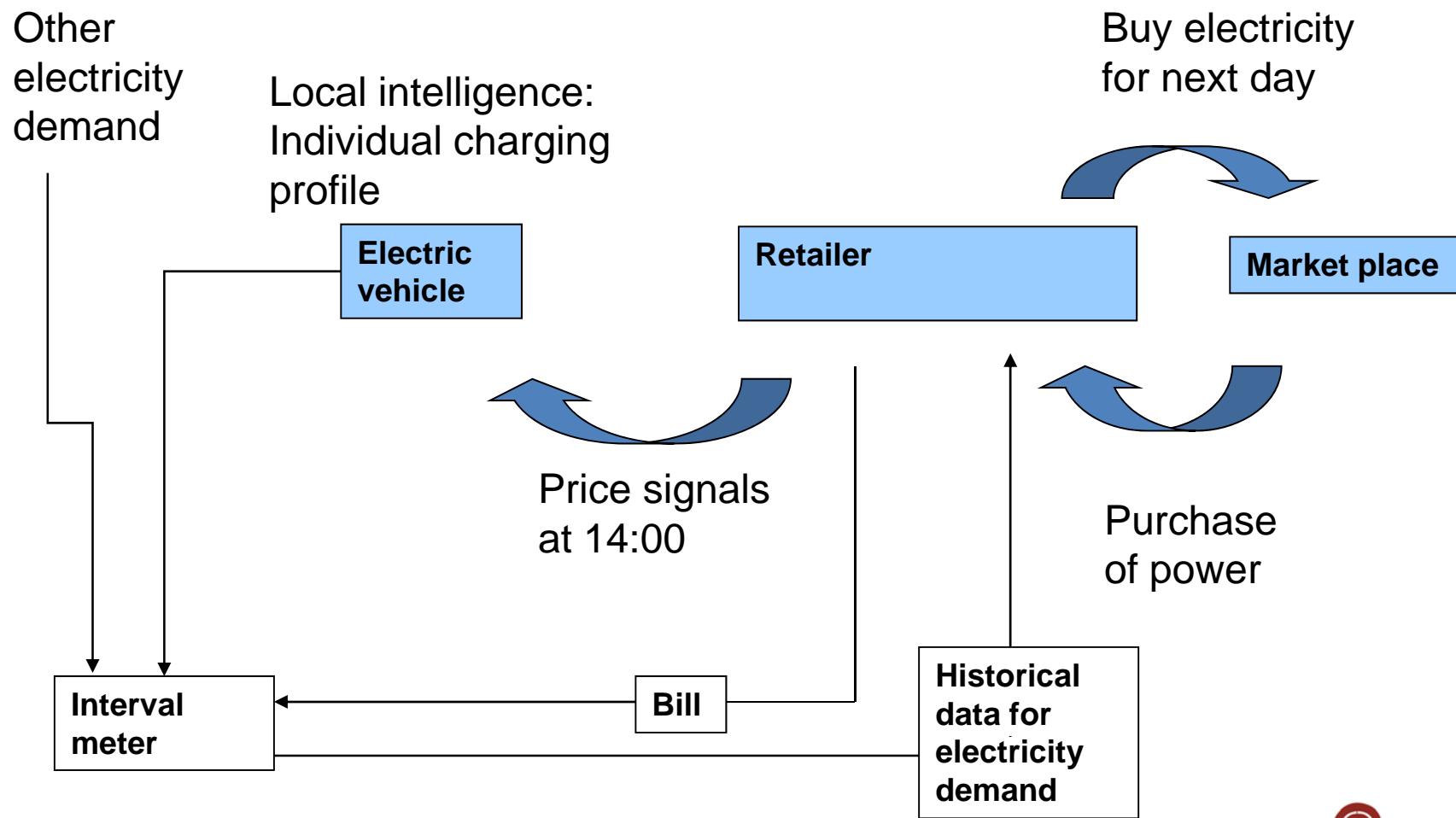
- Representative DG-penetrated distribution system
 - 27,000 customers (55 MW peak)
 - Wind power (30 MW)
 - CHP units
 - 60 kV network
- Experimental platform for full-scale demonstration of technical solutions
- Current data access
 - SCADA system
 - Dedicated Vestas WT measurements
 - PMU





ELBILER

Spot price charging



AKTUELLE MYNDIGHEDS- AKTIVITETER

Energistyrelsen

- Redegørelse om dynamiske tariffer – dvs. omkostningsægte tariffer med en form for dynamik
 - Inden 1. juni 2010
- Udmelding af minimumskrav til elmålere med henblik på at sikre, at de er tilstrækkeligt intelligente
 - Medio 2010
- Drøftelse med Dansk Energi om udbredelse af intelligente elmålere til alle forbrugere inden 2020, i første omgang til forbrugere med et årsforbrug på over 50.000 kWh samt forbrugere med varmepumper eller elbiler
- Plan for rammerne for opstilling af ladestationer til elbiler
 - Inden udgangen af 2010

Elmålere

- Sverige: Alle har fjernaflæste målere
- Norge: Alle får fjernaflæste elmålere med timeaflæsning
- Finland: Alle får fjernaflæste elmålere med timeaflæsning
 - Der kan dispenseres for op til 20% per netselskab
- Storbritannien: Alle skal have fjernaflæste målere med display inden 2020
- Danmark: Ingen plan – endnu...
 - Omkring halvdelen af alle kunder vil dog snart få fjernaflæste elmålere, fordi mange netselskaber har valgt at investere

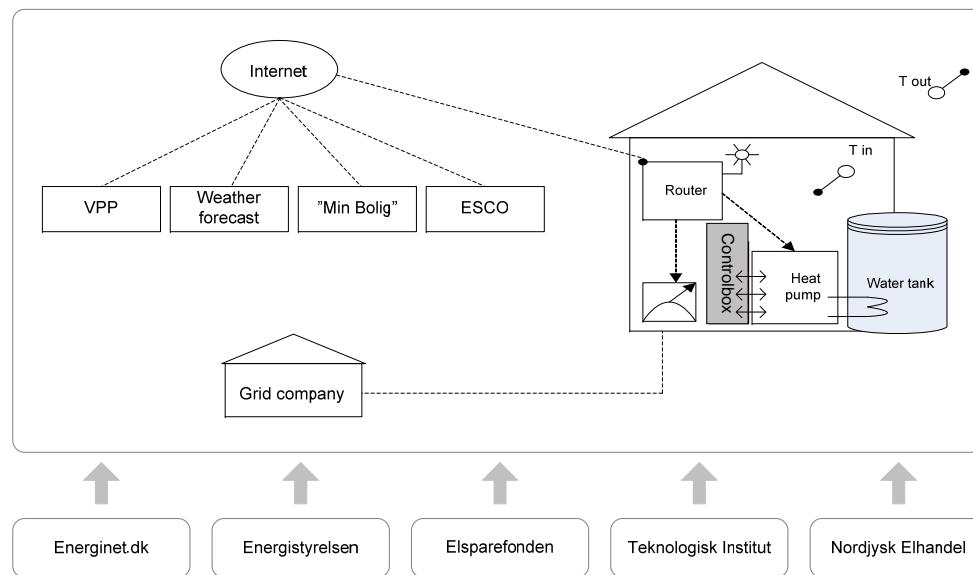
Skat

| | Pris før afgifter | Transport, nettariffer og PSO | Afgifter | Pris i alt |
|--------------------|-------------------|----------------------------------|----------|------------|
| Naturgas | 0,17 | 0,10 | 0,17 | 0,54 |
| El | 0,30 | 0,27 | 0,55 | 1,12 |
| El (elpatronloven) | 0,30 | 0,13 | 0,18 | 0,61 |

- Elpatronloven gøres permanent
- Redegørelse om dynamiske afgifter
 - Justering af provenu-begrundede afgifter
 - Minimere forvridning
 - Justering af miljø-begrundede afgifter

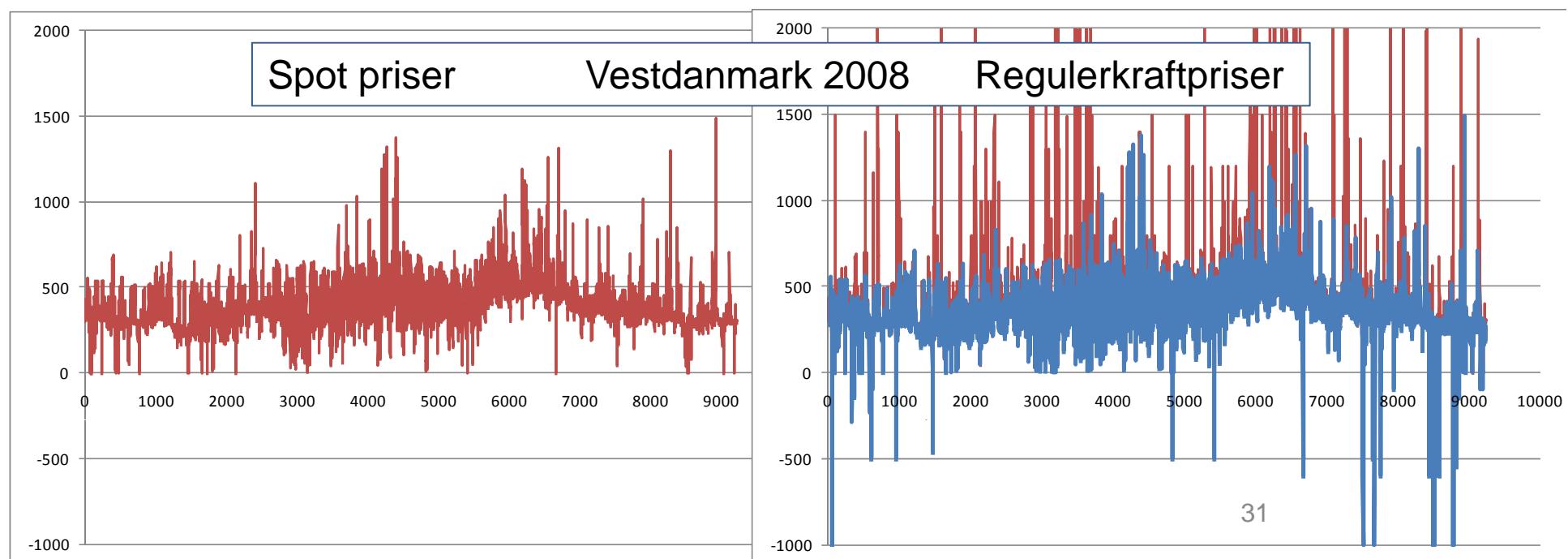
Energinet.dk

- Redegørelse inden 1. juni 2010 om mulighederne for at udvikle rammerne for regulerkraftmarkedet, så elforbrug og mindre enheder kan indgå
- Demonstrationsprojekt med varmepumper i 300 boliger

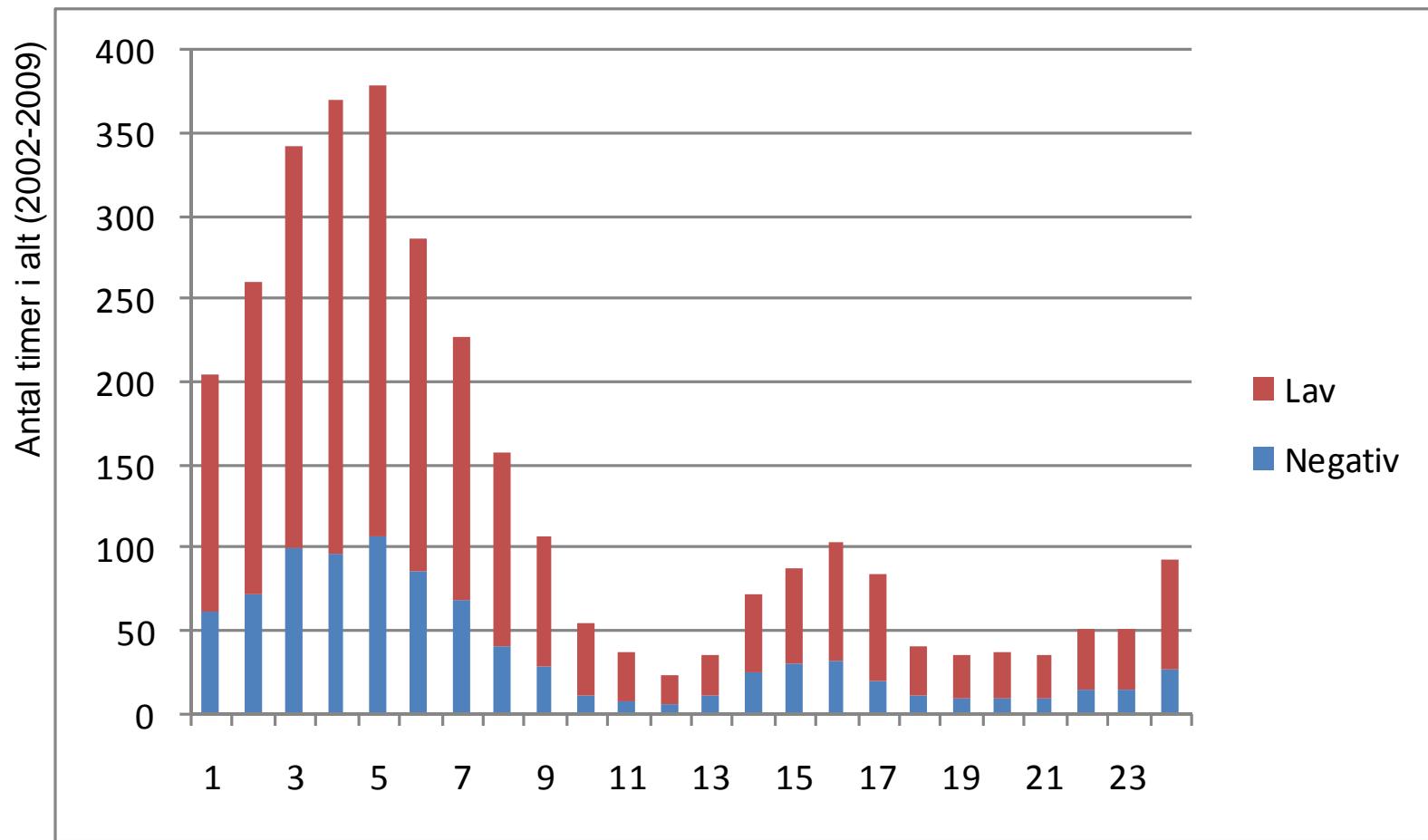


Regulerkraft

- Regulerkraft:
 - Merforbrug eller mindre forbrug, som kan aktiveres med et varsel på 15 minutter
 - Bedre priser for fleksibelt elforbrug



Størst problemer om natten



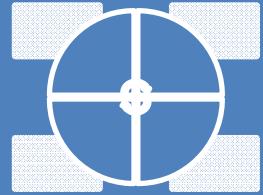
Regulerkraft, Nedregulering, 2002-2009, Vestdanmark
NB: Nedregulering = Merforbrug

Flere leverandører kan give bedre konkurrence

- Det nuværende marked er konstrueret, så forbrug har vanskeligt ved at deltage
 - Elpatroner er aktive i regulerkraftmarkedet
- Aktivering af stort potentielle i industrien kræver et super ubureaukratisk system
 - Fx realtidsmarked
 - One-way prissignal (PSO-projekt under forberedelse)

FREMTID OG MULIGHEDER

Fremtiden og tilhørende udfordringer



Grundstruktur skal på plads



Implementering
– i takt med behov og muligheder



På tværs i hele energikæden
- el, fjernvarme og transport

Frit fra: DONG Energy

Vejen frem

- Udstrakt brug af markedet til at skabe dynamik i energiforsyning og -forbrug
 - Fjernaflæste energimålere
 - Gentænkning af provenu-begrundede afgifter
- Mere dynamisk og markedsbaseret udveksling af energi med nabolandet
 - Fordomsfri afbalancering af nationale og internationale tiltag
- Sikre en høj grad af dynamik mellem el, transport og varme
 - Vær realistisk i forhold til brint, ellagre, V2G (vehicle to grid)
- En samordnet indsats – myndigheder, energiselskaber, industri
 - F&U, demonstration, de første skridt, de næste skridt...

Næste trin, som vil føre til mere dynamik

- Nye elmålere til alle
- Dynamiske afgifter
- Dynamiske tariffer
- Regulerkraftmarked, hvor forbrug kan deltagе
- Turbine-by-pass på centrale værker
- Mere effektiv styring af decentrale værker

- Ibrugtagning af Storebæltsforbindelse (2010)
- Opdeling af Sverige i prisområder (2011)

Kommercielle muligheder

- **Hard- og software**, der bidrager til at skabe intelligens i systemet på alle niveauer
- **Kompetencer** inden for elteknik skal kombineres med kompetencer inden for automation og regulerings-teknik, kommunikations-teknologi, computer science, markedsteori osv.
- Udvikling af realtids **moniterings- og kontolsystemer** til systemdriften, herunder avanceret overvågning og tilstandsvurdering,
- **Automatisering** af spændings-, frekvens- og effektregulering
- **Formidling af prissignaler** mellem alle elementer i systemet – produktion, transmission, lagring, forbrug
- Udvikling af **brugervenlige systemer** til aktivering af alle relevante teknologier i systemet: elbiler, varmepumper, apparater, mikrokraftvarmeværker, virtuelle power plants, VE, industrielle anvendelser

HVIDBOGEN



Formål

- Hvad er en hvidbog?
 - En hvidbog belyser sammenhængene på et område, som er genstand for debat, og er ofte udformet som en statusrapport
- Et solidt grundlag for at definere hvad det ”intelligente energisystem” er
- Udgangspunkt for udvikling af partnerskab

Hvidbog (1)

1. Indledning

- Projektets formål og indhold, definition af intelligente energisystemer

2. Energisystemets udformning

- Fysik, behovet for integration af VE

3. Markedssystemet for energi og reserver

- Nord Pool, Nordel, UCTE
- Afgifter
- Nuværende og potentielle udformninger

4. Intelligente systemer

- Kommunikation og styring

5. Aktive elementer i energisystemet

- Producenter, forbrugere, lagre

6. Internationale strategier – globale markeder

- USA, Department of Energy: Smart Grid Task Force
- EU, European Technology Platform: Smartgrids
- IEA
- Asien

Hvidbog (2)

7. Gennemgang af relevante danske projekter

8. Kendte og potentielle teknologier og løsninger

- Kendte teknologier
- Mulige teknologier, udviklingsstade og tidshorisont for kommercial udnyttelse

9. Konkrete eksempler fra danske virksomheder

- Danske styrkepositioner

10. Kritisk review af dansk og international indsats

- Behov for målretning og prioritering
- Behov for samlet strategi – nationalt og internationalt
- Behov for aktivering af alle stakeholders

11. Elementer til strategi for intelligente energisystemer

- Skitse til strategi
- Skitse til road-map

12. Litteraturliste

Bilag: Partnerskab – bruttoliste, virksomheder og kontaktpersoner

Tidsplan

