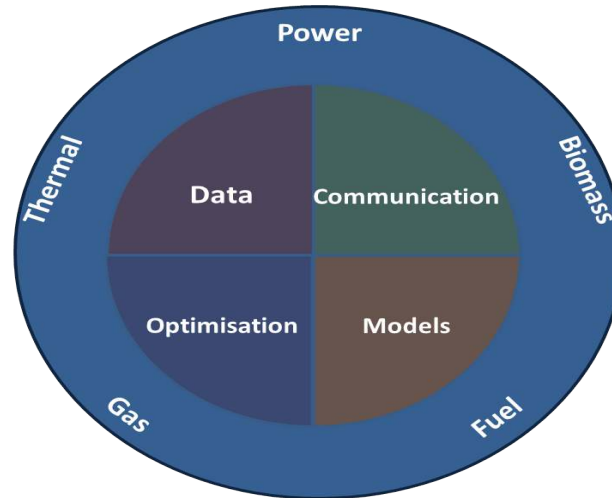


Metoder til at udnytte energifleksibilitet i spildevandssystemer



Henrik Madsen and Peter Stentoft,
DTU Compute & Krüger (Peter S.)

<http://www.henrikmadsen.org>

<http://www.smart-cities-centre.org>

Indhold

- Center for IT-Intelligent Energy Systems (CITIES)
- Smart-Energy Operating-System (SE-OS)
- Modeller for energifleksibel drift
- Energifleksibilitet og spildevand
- Styring af rensningsanlæg (ex: Nørre Snede)
- Styring af afløbssystemer (ex: Kolding)
- Flexibilitetsfunktioner og smart grid styringer

B. Obama ved UN
Climate Summit 2014 i New York:

*We are the **first generation** affected
by climate changes,
and we are the **last generation** able
to do something about it!*



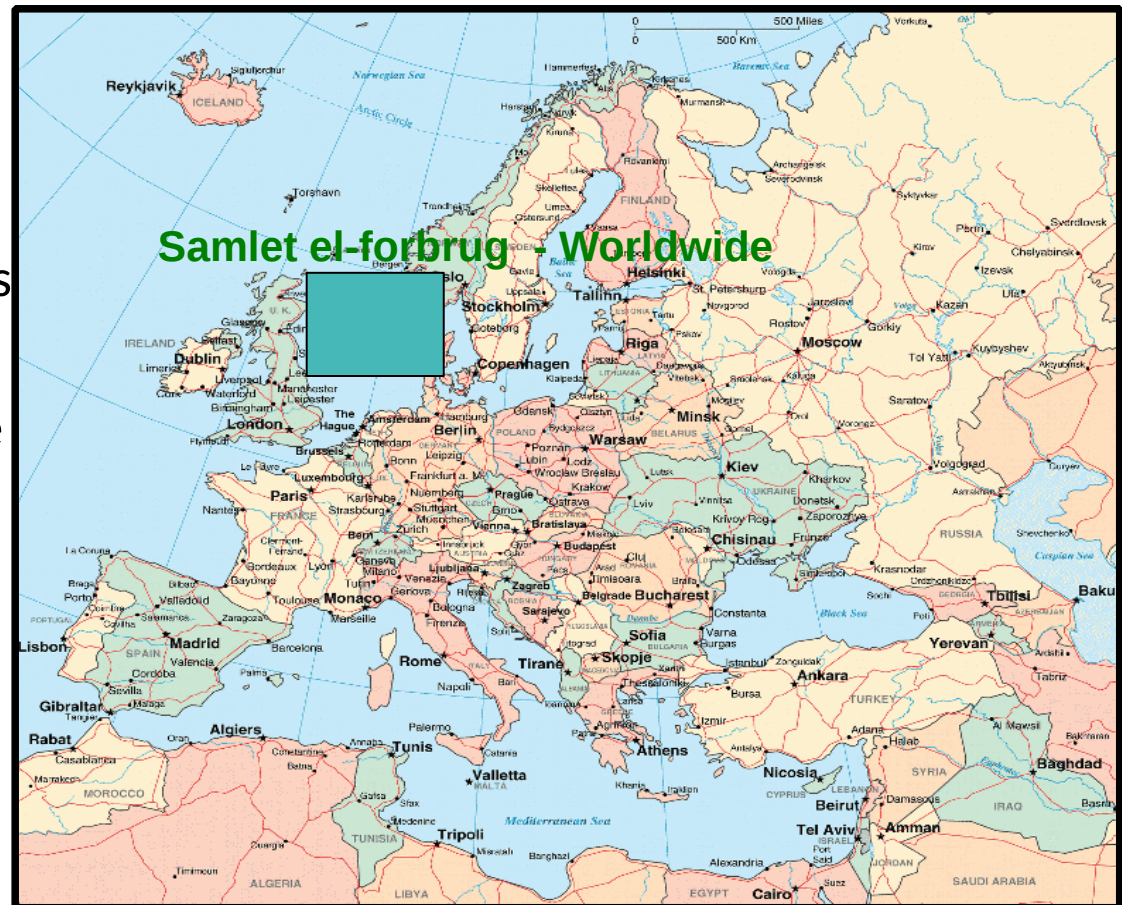
Er det muligt ...?

- **Scenarie:** Vi ønsker at dække hele verdens el-forbrug med vindenergi.
- Hvor stort et areal skal dækkes med vindmøller?



Er det muligt ... ?

- **Scenarie:** Vi ønsker at dække hele verdens el-forbrug med vindenergi.
- Hvor stort et areal skal dækkes med vindmøller?
- **Konklusion:** Det bør ikke være så svært ...
- **Kalder på fleksibilitet. Brug intelligente og integrerede løsninger.**
- **Vand- og energisystemer skal tænkes sammen.**



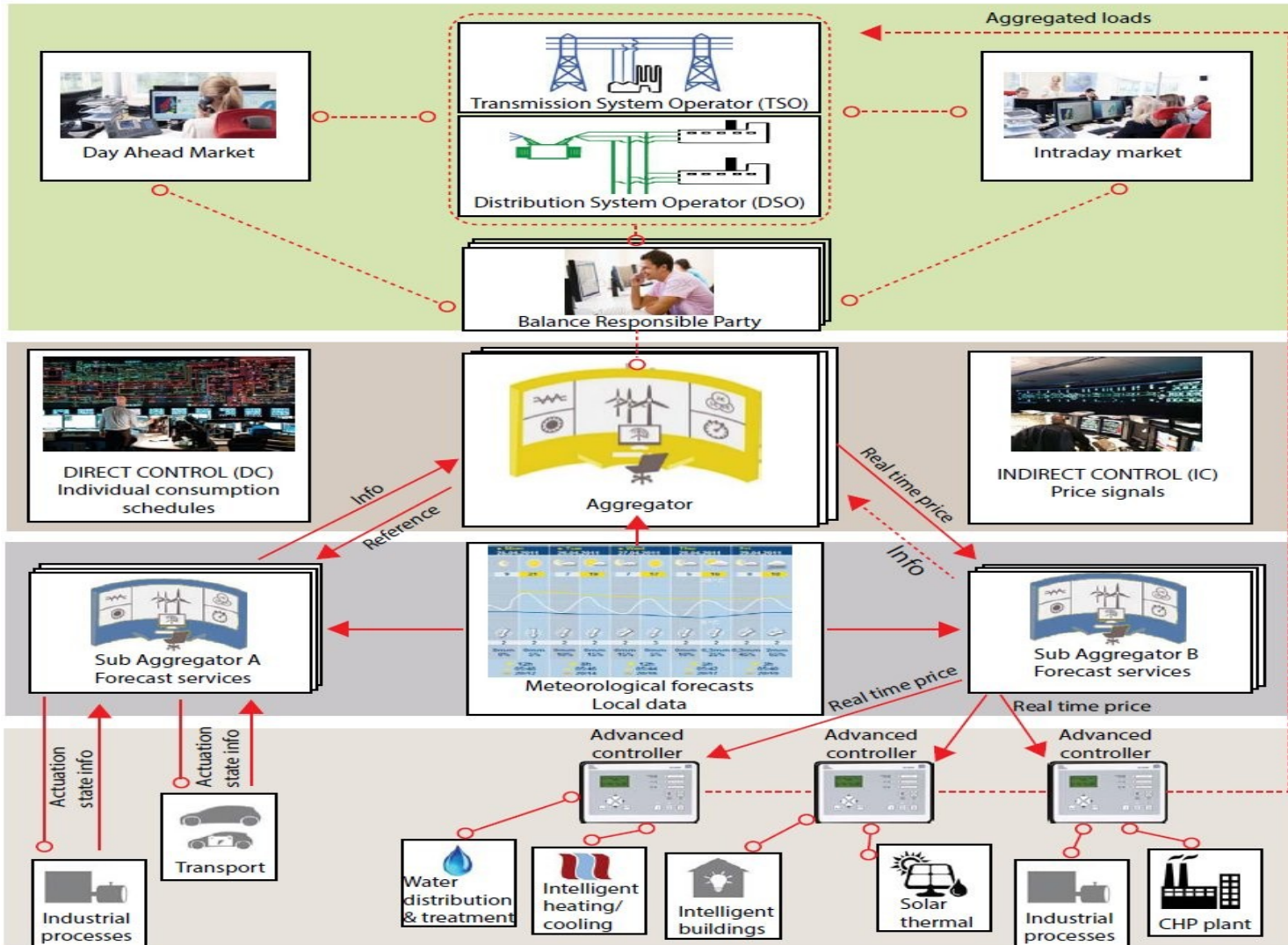
Intelligent Integration

Center for IT-Intelligente Energi-Systemer (CITIES) udvikler IKT løsninger for data intelligent drift af integrerede energisystemer på alle skalaer.

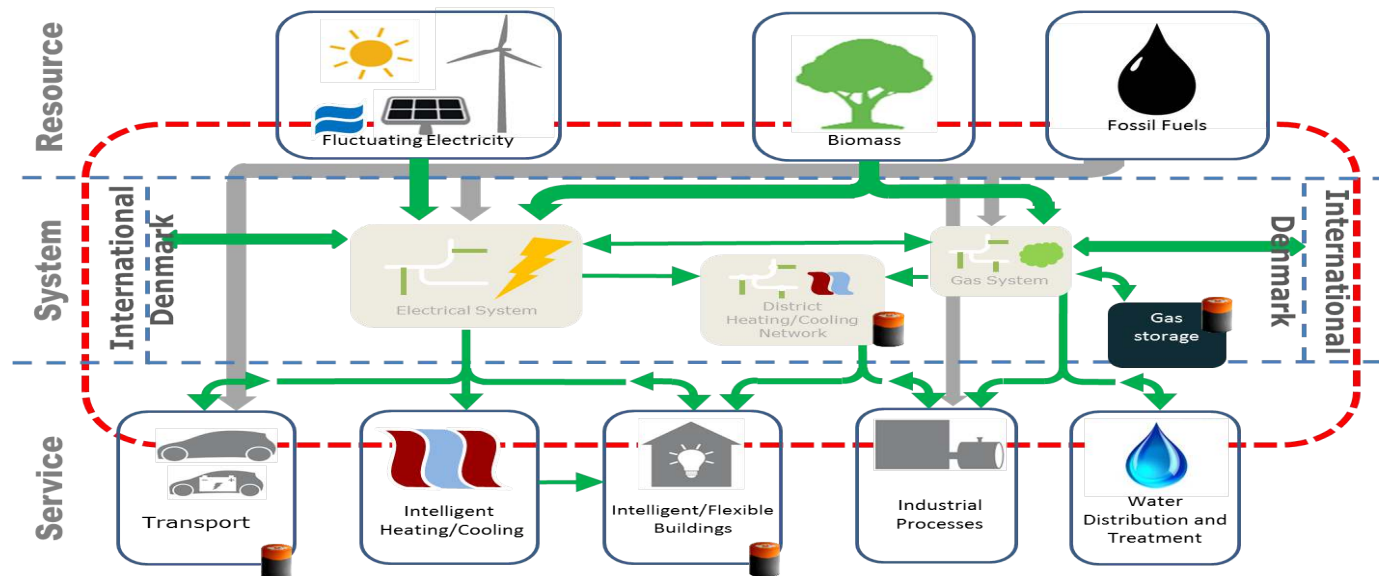
CITIES er pt det største forskningsprojekt omkring integrerede energisystemer i Danmark – se <http://www.smart-cities-centre.org>



Smart-Energy OS



Data Intelligent Modelling

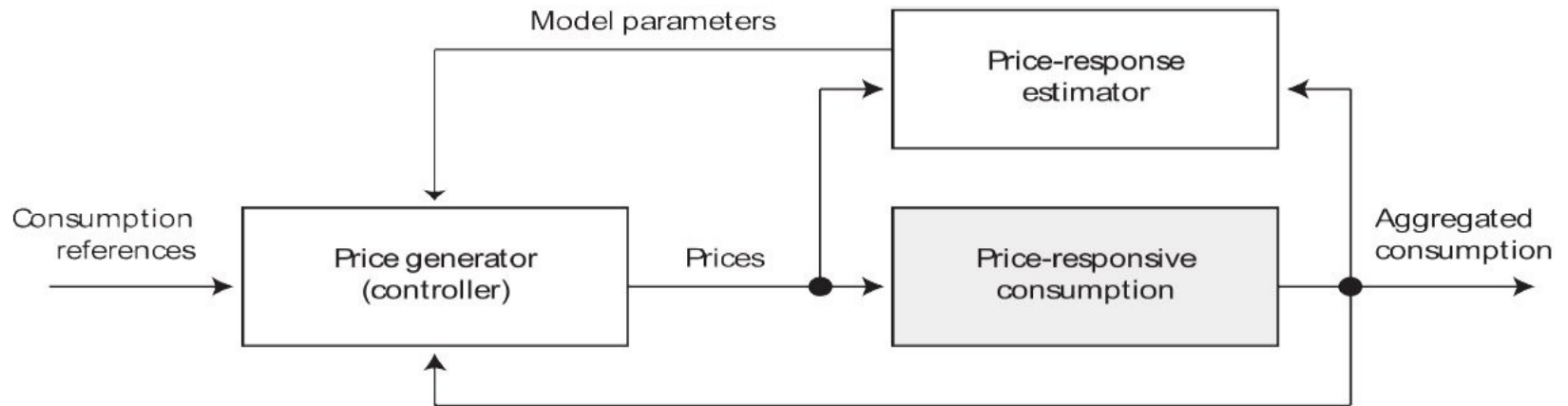


- Grey-box modeller for koblede systemer
- Fysisk og virtuel lagring af energi

Pris-baseret styring af el-forbrug



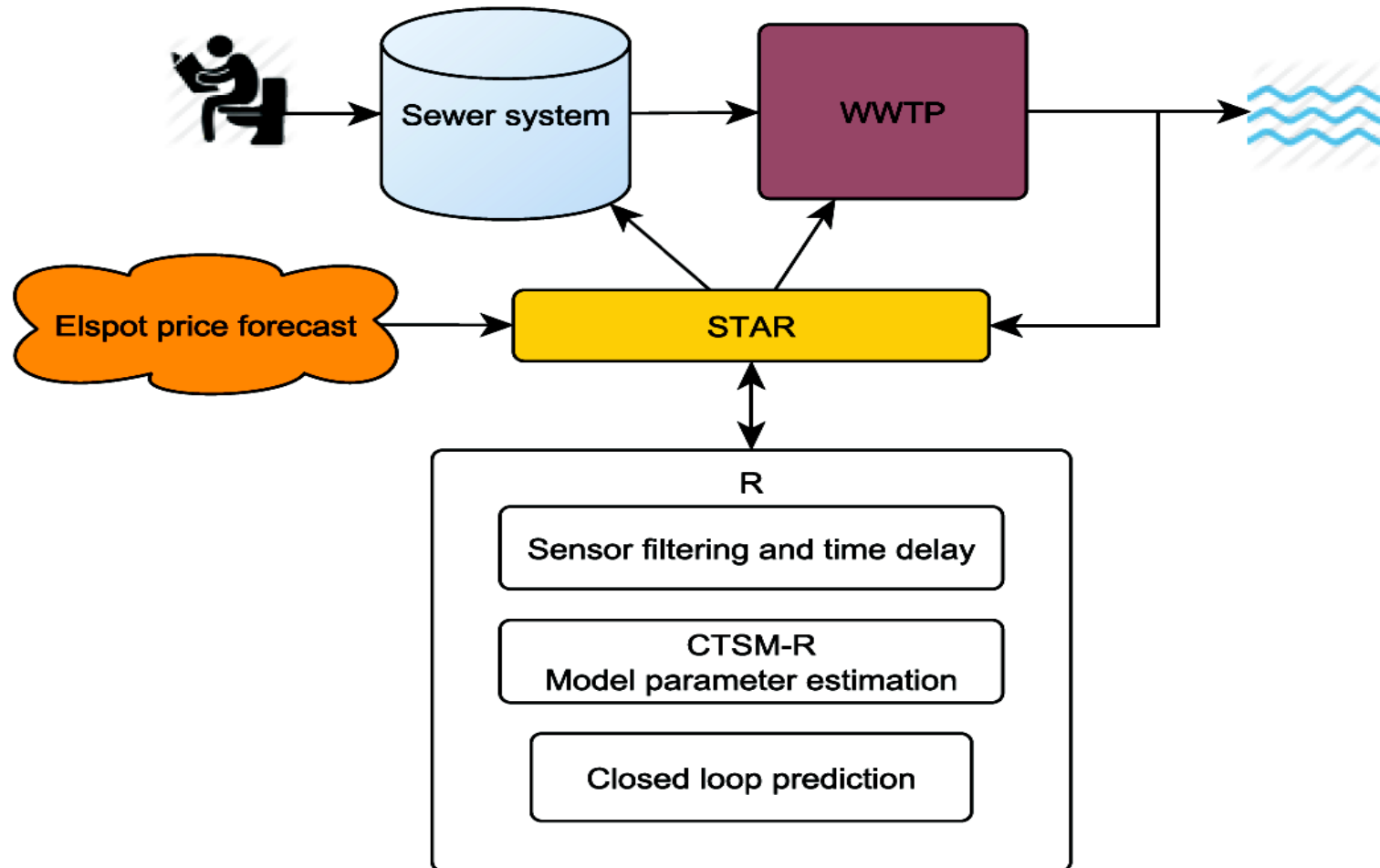
Pris-baseret styring af el-forbrug



Optimal Styling af Spildevandssystemer



Energifleksibilitet i Spildevandsbehandling



Energifleksibilitet i spildevandsbehandling

Potentiale for Energifleksibilitet:

- Slam -> Biogas -> Gas turbine -> Elektricitet
- El-fleksibilitet i styringen af beluftningen
- El-fleksibilitet i styring af pumperne i afløbssystemet

Kriterier for optimal styring:

- Reduktion af driftsomkostninger
- Minimere koncentrationen i udløb
- Minimere sandsynligheden for overløb

Optimal Styring af Rensningsanlæg



Baggrund

- Rensningsanlæg (WWTP) er en vigtig del af et moderne samfund
- WWTP reducerer mængden af næringsstoffer som udledes til miljøet

	Inden WWTP	Efter WWTP
BOD5	230-560 mg/l	<10 mg/l
Total-N	30-100 mg/l	<8 mg/l
Ammo nium	20-75 mg/l	<2 mg/l
Total-P	6-25 mg/l	<1 mg/l

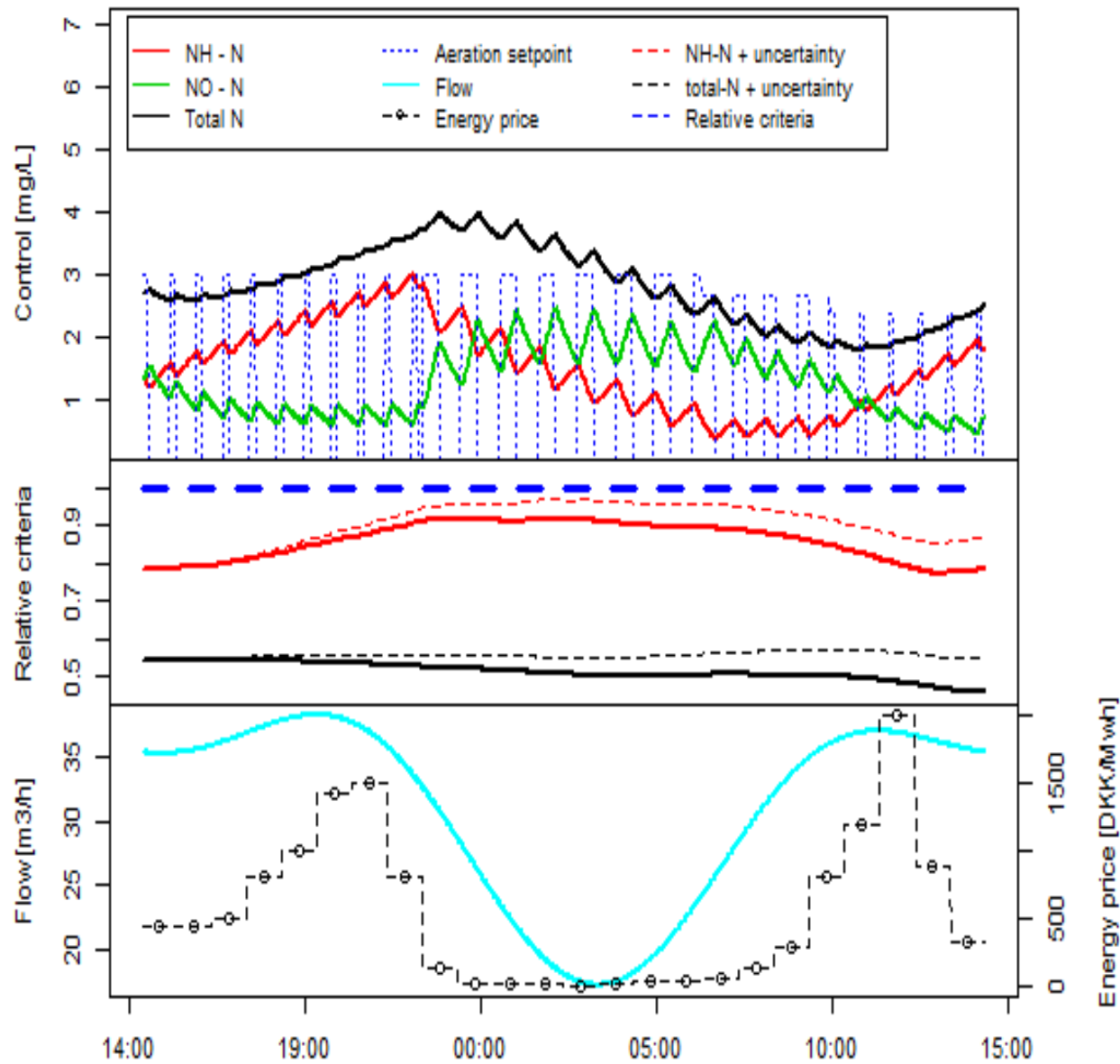


Anlægstyring - Formål

- Etablere en model som kan anvende online data til styringen
- Formulere en real-time optimeringsproblem
- Installation på Nørre Snede rensningsanlæg



Resultater fra Nørre Snede



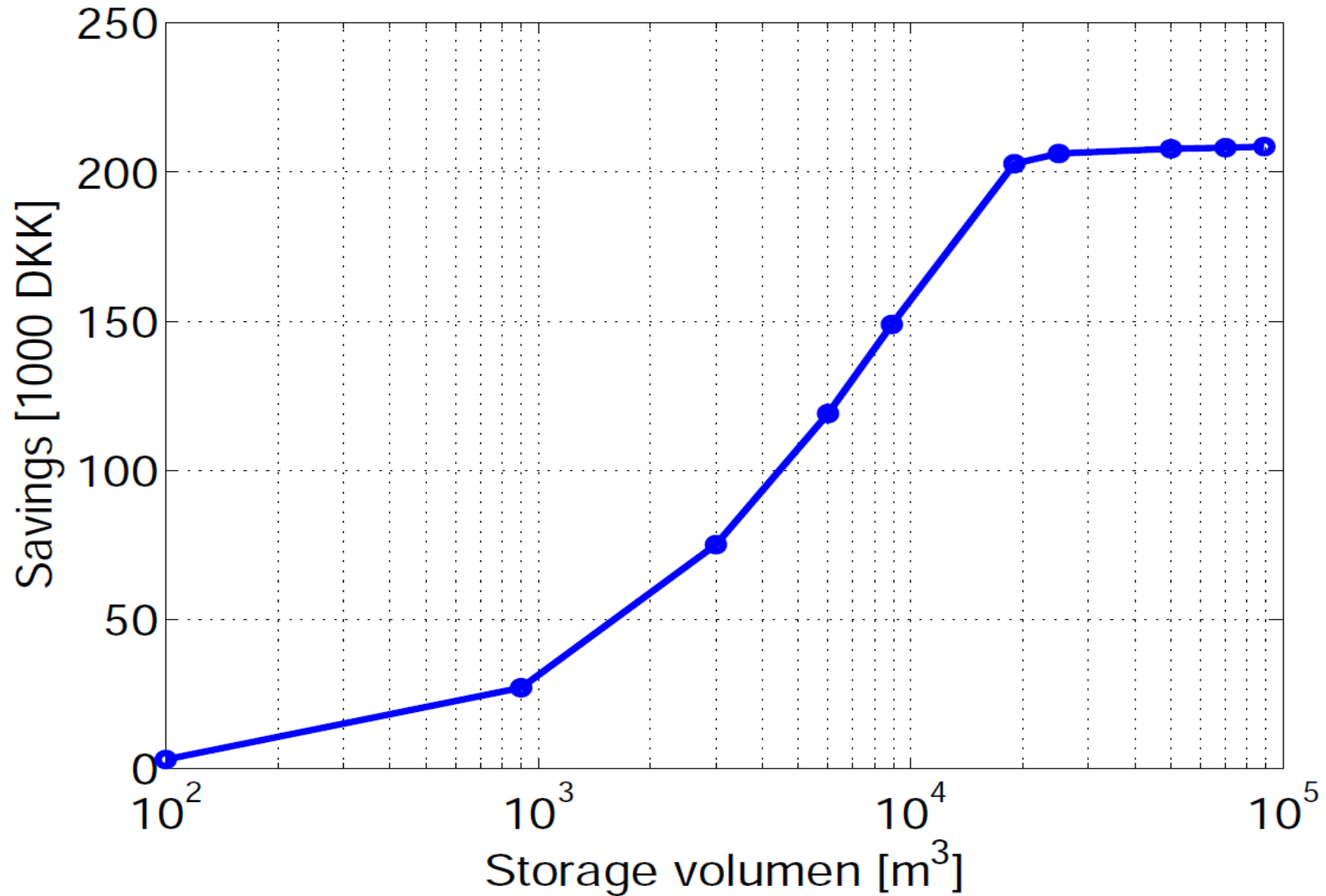
Optimal Styring af Afløbssystemer



Kolding WWTP



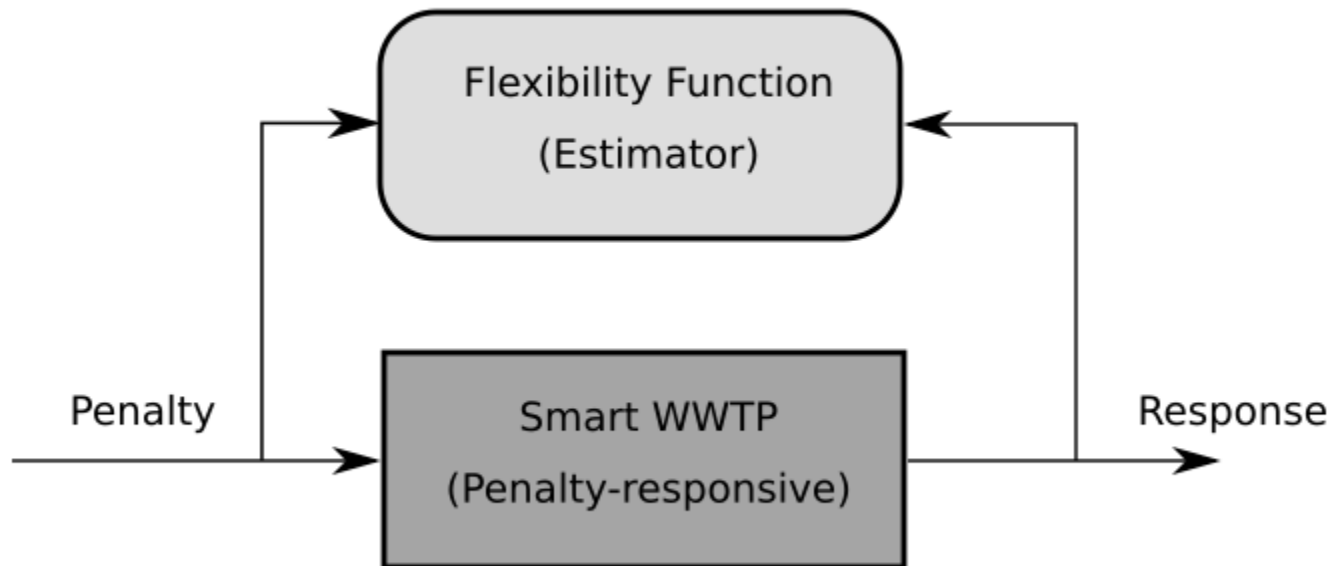
Styring af afløbssystem - Årlig besparelse



Fleksibilitets-Funktionen



Fleksibilitetsfunktion



Fleksibilitetsfunktion

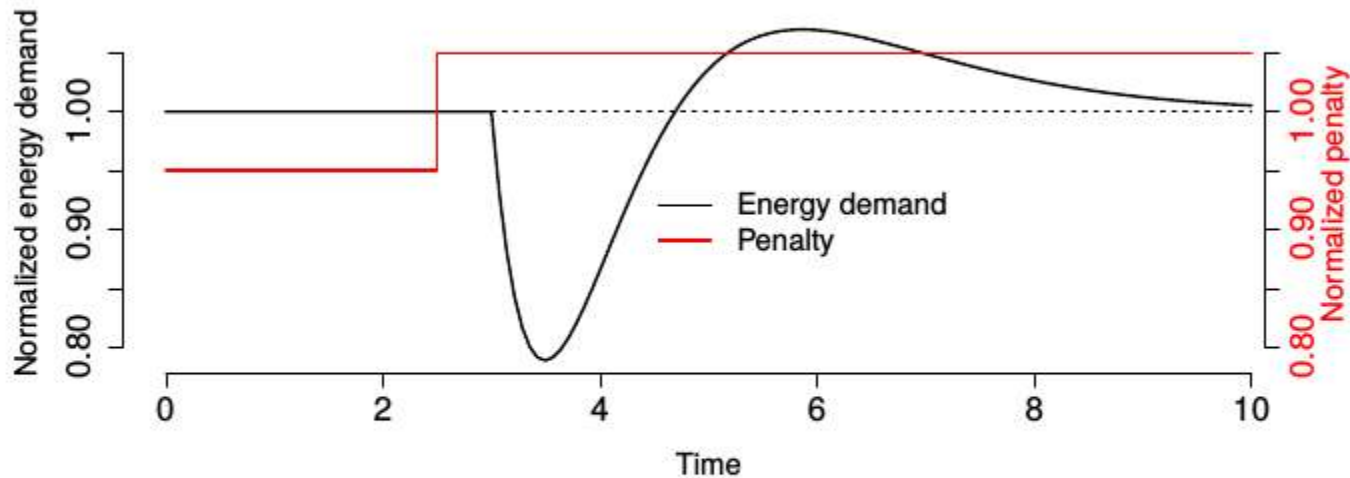
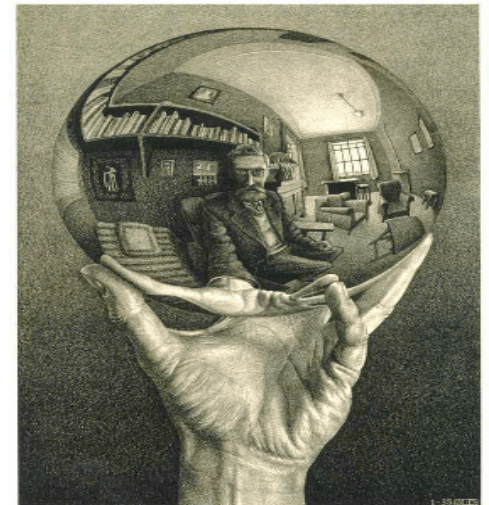


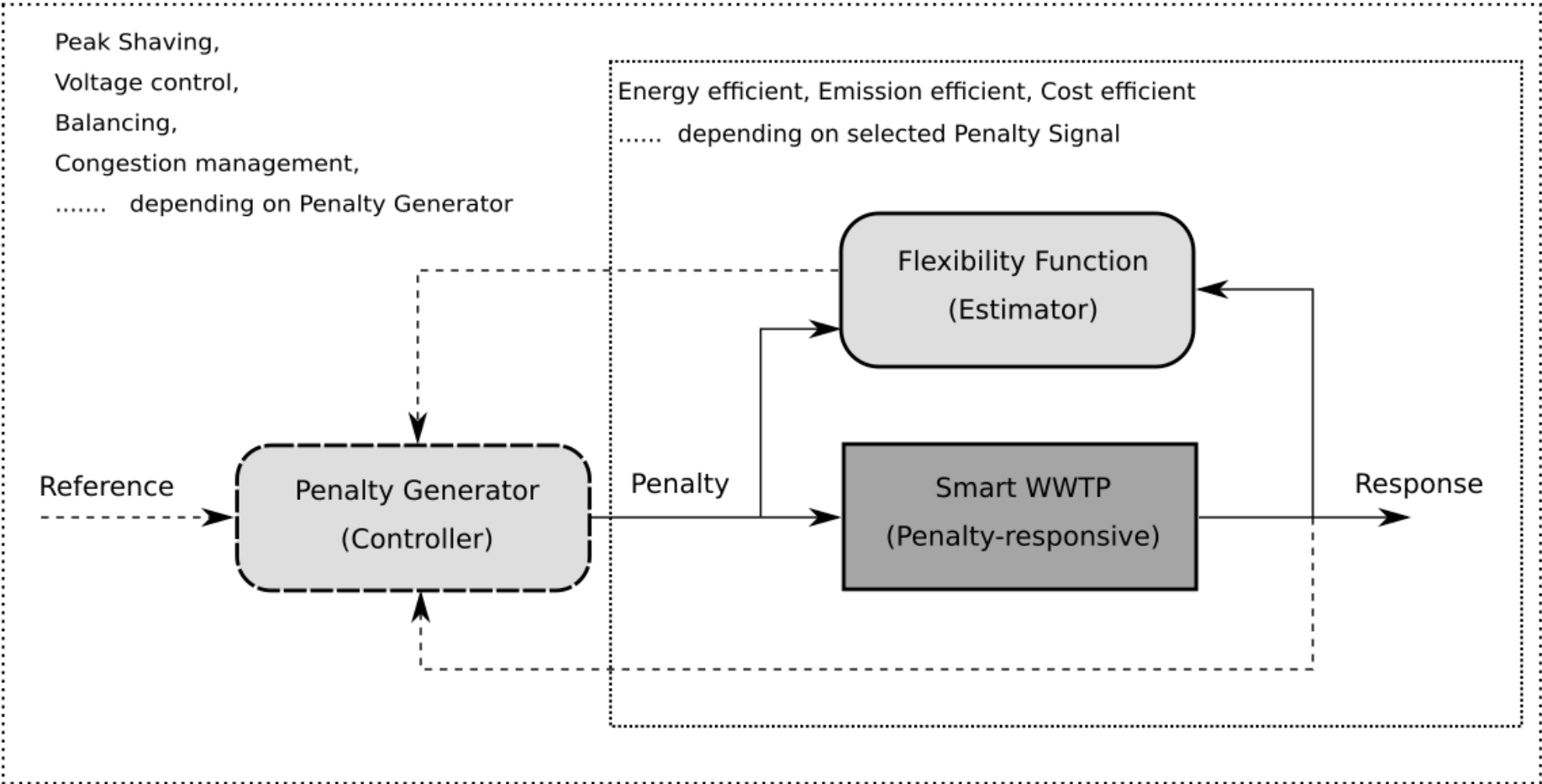
Figure 2: The energy consumption before and after an increase in penalty. The red line shows the normalized penalty while the black line shows the normalized energy consumption. The time scale could be very short with the units being seconds or longer with units of hours. At time 2.5 the penalty is increased,

Mulige Styringskriterier

Valg af penalty signal

- Omkostningseffektiv (penalty = priser på el-markeder)
- Energieffektiv (penalty = konstant)
- CO2 minimering (penalty = CO2 signal)

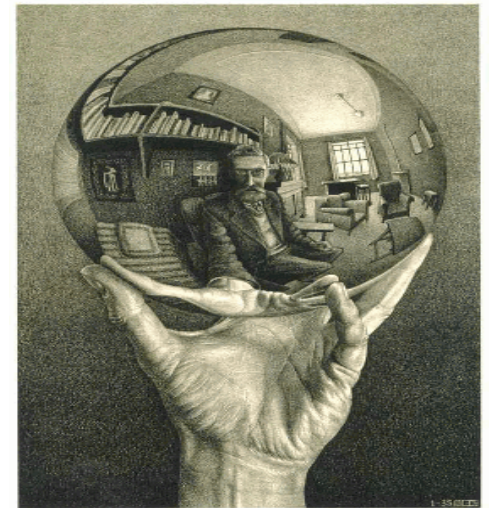




Energi-Fleksibilitet

Nogle Demo Projekter i CITIES

- Styring af rensningsanlæg (Kruger, ..)
- Varmepumper (Grundfos, ENFOR, ..)
- Køling i supermarkeder (Danfoss, TI, ..)
- Sommerhuse (Novasol, SE, ENFOR, ..)
- Væksthuse (NeoGrid, ENFOR,)
- Fjernvarmeverker (Ørsted, EnergiFyn, ...)
- Industriel produktion
- El-biler (charging)
-





Topics



Tak for opmærksomheden!

For yderligere information:

hmad@dtu.dk

