



## Big Data som værktøj til at styre byens energi

Heller, Alfred

*Publication date:*  
2015

*Document Version*  
Peer reviewed version

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Heller, A. (Author). (2015). Big Data som værktøj til at styre byens energi. Sound/Visual production (digital)

---

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# Big Data som værktøj til at styre byers energi

IDA Temamøde <http://ida.dk/event/31>

27 nov. 2014

(AI)Fred Heller  
Lektor på DTU Byg  
alfh@byg.dtu.dk



CITIES

Centre for IT Intelligent Energy Systems



DTU Byg

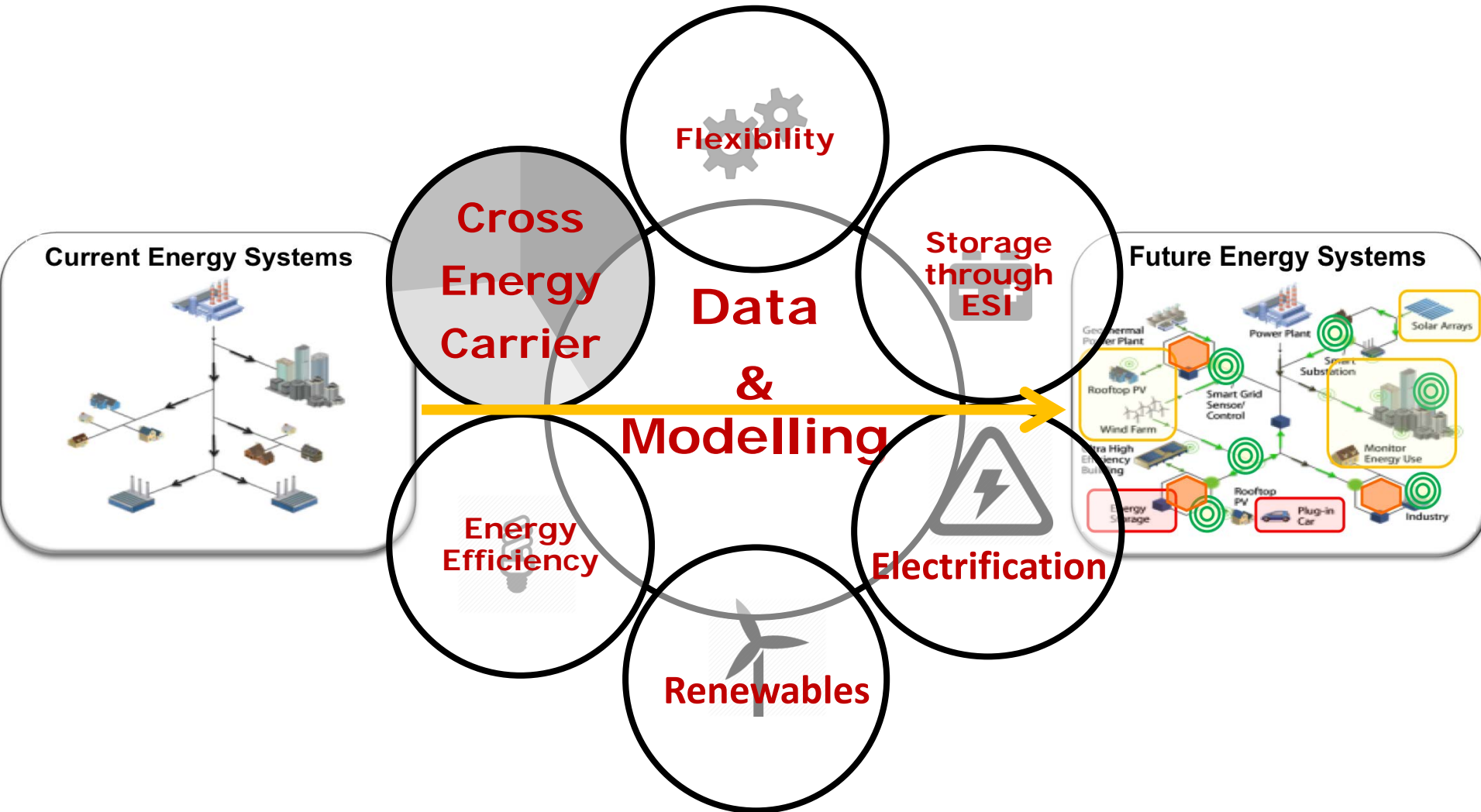
Institut for Byggeri og Anlæg

---

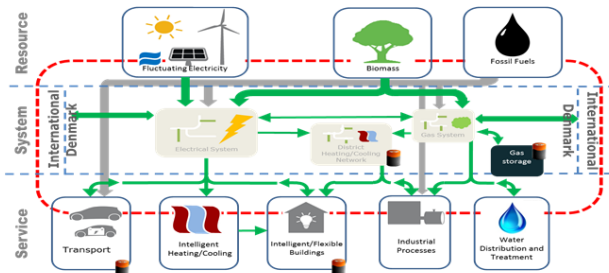
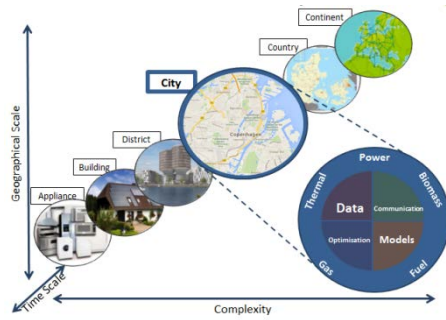


# Overgang i verdens energisystemer

## Den grundlæggende ide (bag CITIES)



# Konkretisering

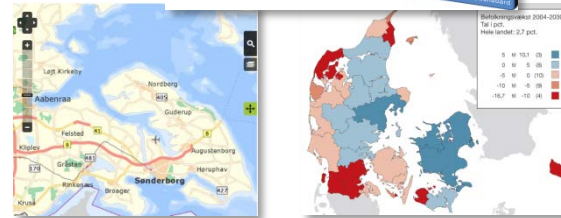
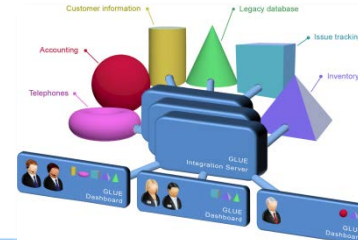


Vi ønsker at bygge  
**ÉT MODEL**  
**men**  
 mere realistisk er  
 at bygge flere modeller der  
 bygges sammen i  
en simuleringsplatform  
 understøttet af data og en  
**dataplatform**

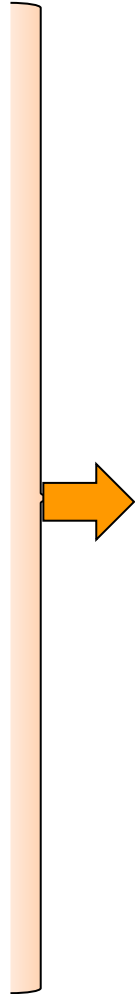
# Principielle data kilder

- Andres data
  - Googlish Big Data (skyerne)
  - Public Gov Data
  - Forskningsdata
  
- Vores egne data (Forskningsdata)

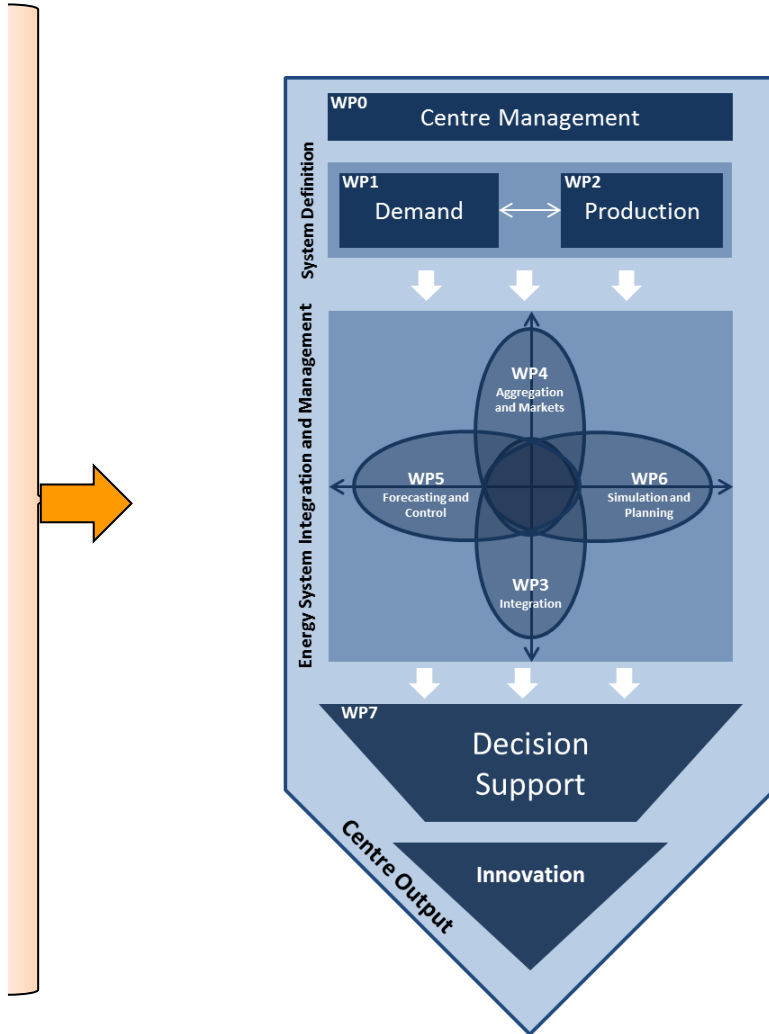
[www.inforeachinc.com](http://www.inforeachinc.com)



[ugeskriftet.dk](http://ugeskriftet.dk)



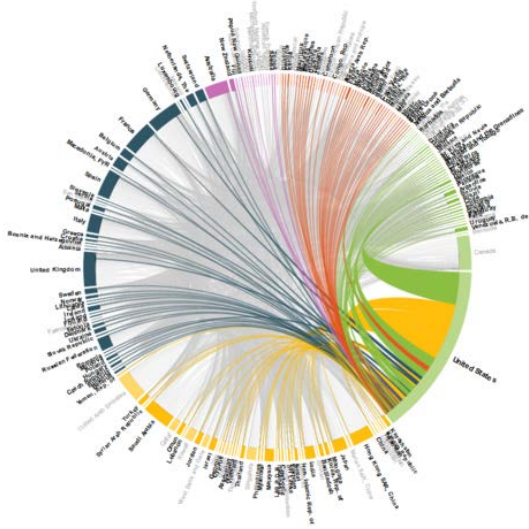
# Anvendelser er uendelige



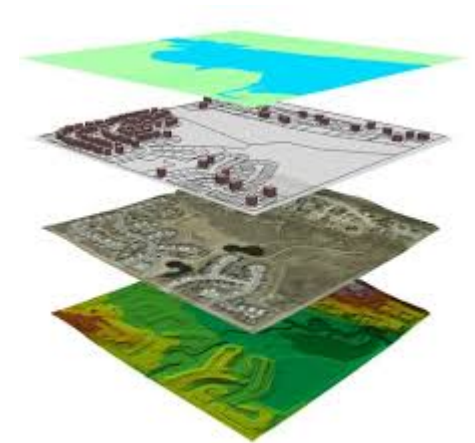
Hver arbejdsgruppe har sine behov

**Modeller**

**Data**

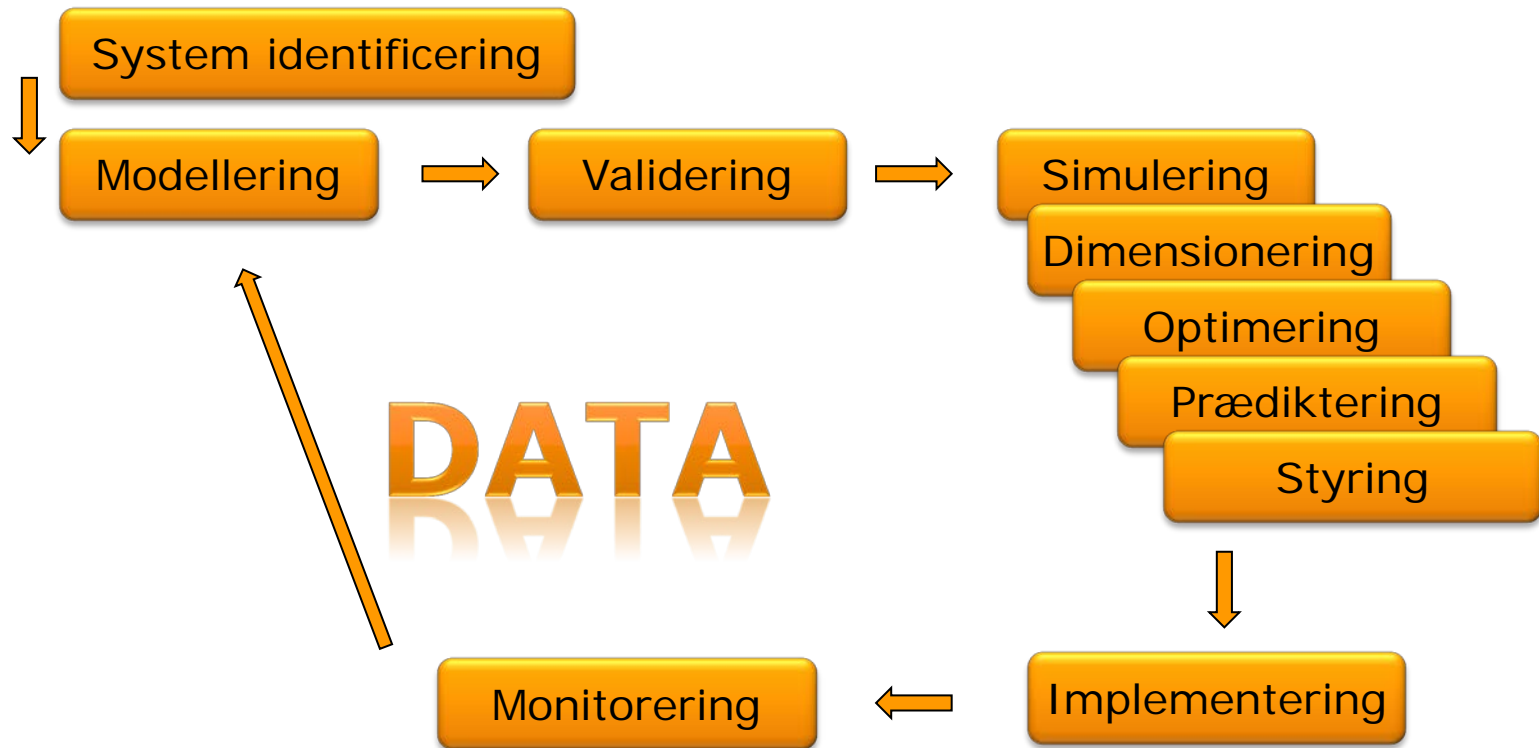


# DATA



## Data er en grundingsrediens for overgangen

- Data bruges til





## Hvor kommer data fra - Test Labs

- ESIF (NREL, USA)
- Kubic (Tecnalia, Spain)
- DH facilities in S. Korea
- UCD Ireland
- PowerLab.dk (SYSLAB/Bornholm)
- Grundfos test buildings
- Danfoss test facility for supermarket cooling
- DTU's test houses




## Hvor kommer data fra – Living Labs (Byer)

- Modelby: Svendborg
  - Odense
  - Vinge: Frederikssund
  - København
  - Århus
  - Horsens
- and others will be associated ...

Fjernvarme  Fyn

AARHUS  
KOMMUNE 

 Horsens Varmeværk

Bright Green Business  
ProjectZero 

FREDERIKSSUND  
KOMMUNE



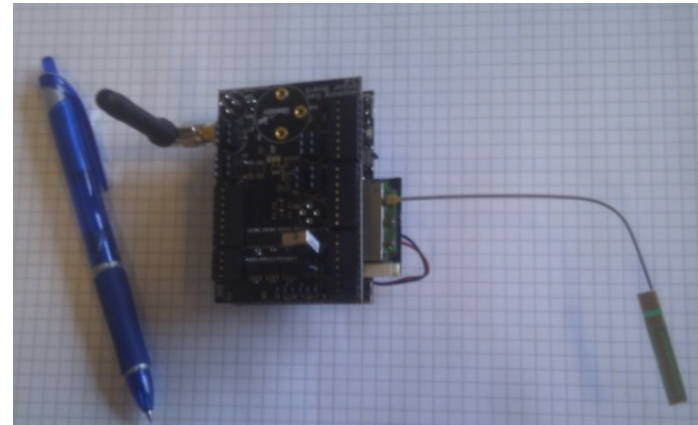
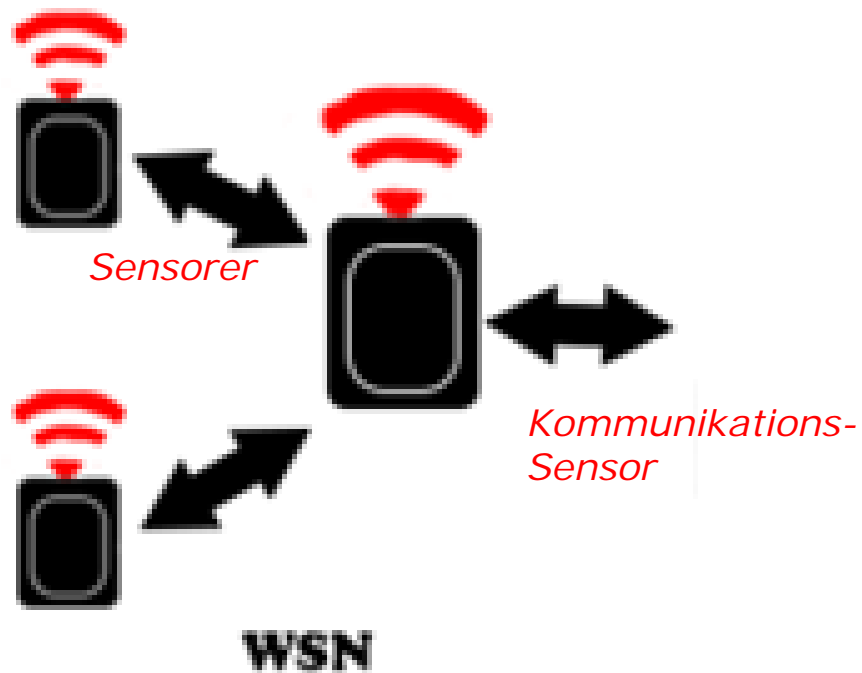
KØBENHAVNS KOMMUNE

# Datafangst – Hvordan?

## The Internet of Things

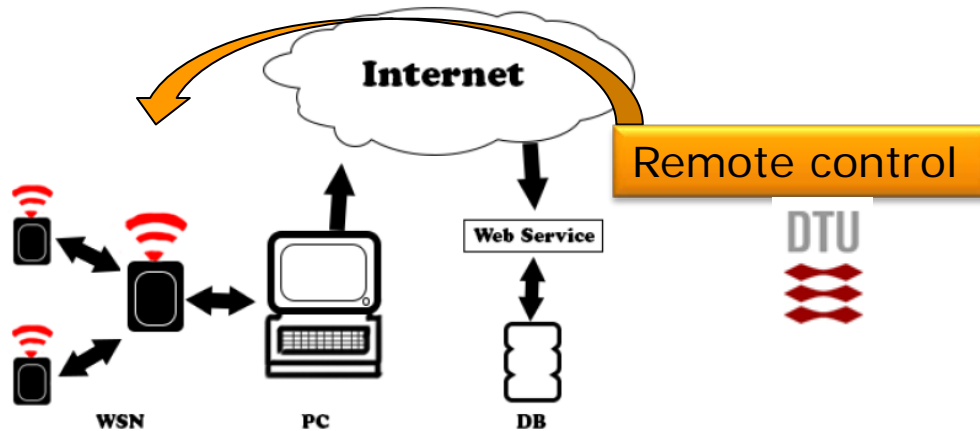
### Eksempel: WSN

#### Eksempel: Trådløse sensorer



Wasp mote Platform

## Data opsamling <-> styring



*Apisseq, Sisimiut -Grønland*



- “Kommunikations-sensoren” overfører dataene til “database”
  - f.eks. en lokal database (PC)
  - eller over internettet til en central database (DB, opsamling)
  - eller over internettet til en “cloud database”
- Kan man den ene vej, kan man (ofte) også den anden vej
  - styring, fjernstyring

# Nordhavn – estimater

- Behov for sensorer
  - Avancerede kontorbygninger – 10.000 sensorer
    - Widex bygningen i Lyngø
    - Grundfos kollegiet i Århus
  - Lejligheder og små huse - >500 sensorer
  - De store systemer (målinger på det aggregerede niveau)
    - Bygninger
    - Logiske enheder/strenger
- En by får millioner af sensorer
  - som leverer aflæsninger hvert sekund/minut/time/dag
    - I kan selv regne på de store tal for data kommunikation og lagring

# Datakilder: Forsyningselskaber

## DataHub – Energinet.dk

- The **DataHub** is a **market register aimed at simplifying the extensive data traffic between the players in the Danish electricity market**. The register is part of the continued liberalisation of the Danish electricity market, the purpose being to increase competition in the market to the benefit of the consumers. DataHub makes it easier for the electricity consumers to change supplier and to **access their own consumption data**.
- Bygnings- og Boligregistret (**BBR**) er et landsdækkende register med **data om samtlige landets bygninger og boliger**.
- Forbrugsdata
- Produktionsdata
- Markedsdata
- Offentlige data

... for at nævne få datakilder

# Kvalitative data

- Der er behov for kvalitative data for at kunne undersøge
  - brugers behov, tilfredshed, meninger med de nye teknologier m.m.
  - beslutningsprocesser
  - erfaringsopsamling generelt
  - ... og meget mere



# Hvordan håndterer vi dataene?

- For at finde en data platform planlægges 2 workshops i de næste 3-5 måneder
  - Workshop 1: Hvilke data skal opsamles? Format? Mængder?  
Hvordan håndterer vi dataene?
  - Workshop 2: Hvilke data platformer/services kan vi anvende?
- Data Management:
  - Desværre synes den national strategi for forskningsdata ikke at være på plads og systemer mangler
  - Hverken DTU eller AAU har en brugbar data management politik eller systemer til det
  - Metadata standarder som vi kan bruge er bl.a.
    - DataCite for citering
    - DDI for kvalitative data
    - ... andre mangler



# Hvordan håndterer vi dataene?

- Sensitive data:
  - Principper for håndteringen (ikke bekræftet endnu)
    - Individuelle aftaler med data-leverandører
    - Håndtering i lukkede data management platformer (DTU, AAU)
    - Ingen identificerbare data publiceres
      - Anonymisering ved aggregering (en distrikt, en by ..)
      - Anonymisering gennem unikke id'er (tilbageførbare)

# Hvordan tænker vi at bruge dem?



# DATA-PROJEKTER



# Specialeprojekter – Data-Visualisering



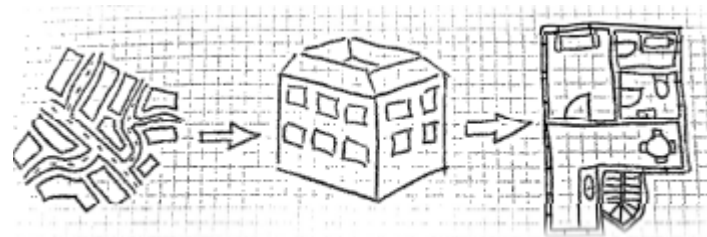
Brugervenlig visualisering

Af byplans- og bygnings-specifik data



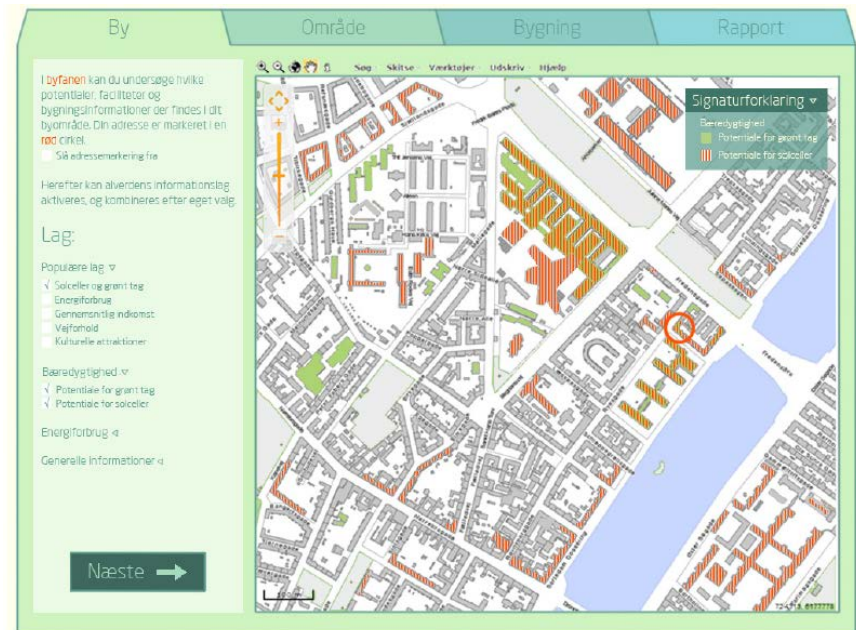
DTU Mads Harding Møller s093341  
Lærke Philipsen s093375

Automatisk beregnet energimærkning



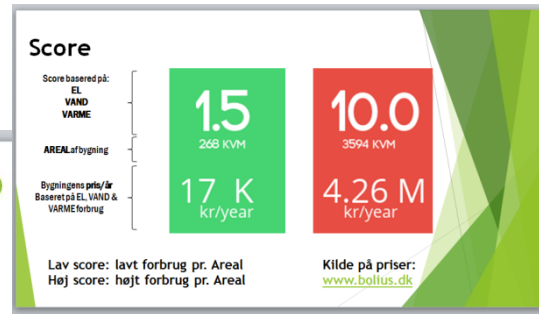
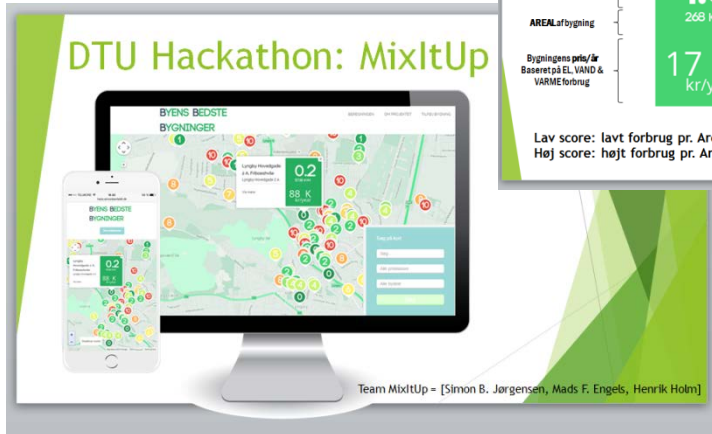
Zoom into data:

GIS > BIM > Plan > Component > ...



# Hvad er mulig (på to dage)?

## Big Data Hackathon 2014

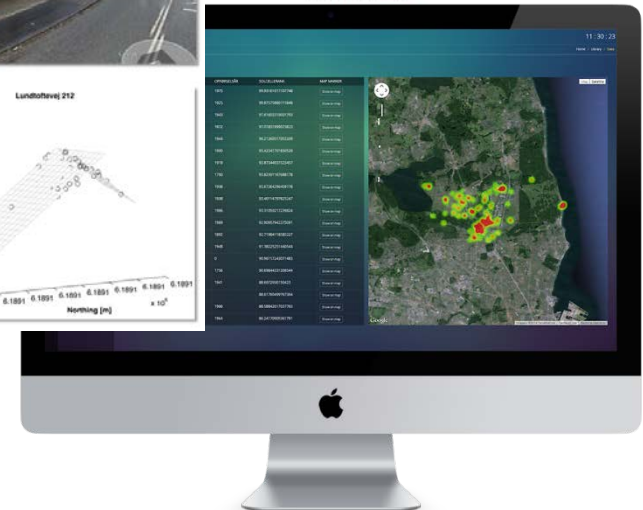
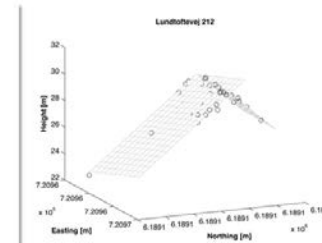
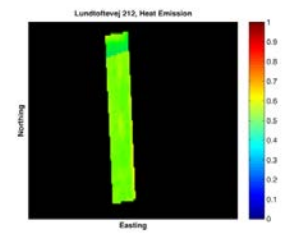


We combined data from thermography maps with the application of the Danish Altitude Model



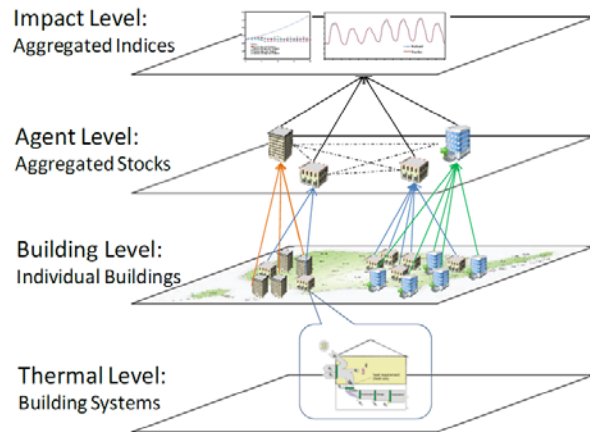
### Team FancyPants

Anders Nielsen  
Benjamin Hughes  
Daniel J. Bertelsen  
Lars Bonde  
Maxim Khomiakov  
William Gan

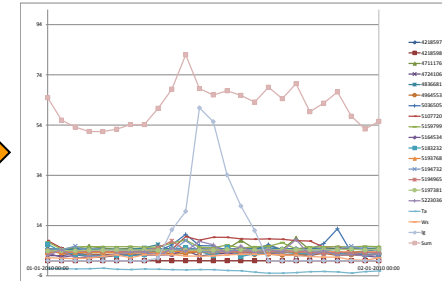
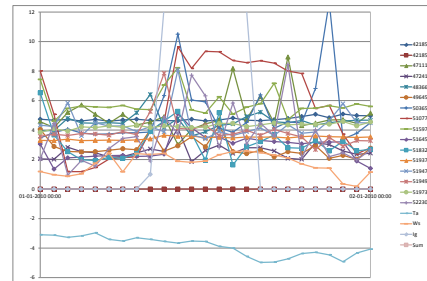


- Begge vindere brugte energi og by - data

# Studenterprojekt der fører til en PhD



aggregering



### Aggregation

One main prerequisite towards the optimization of Smart Cities' energy performance, is the determination of their energy demand. Although significant effort has been placed on the calculation of individual buildings' energy demand, new ways have to be investigated that treat large numbers of buildings as clusters or entities and estimate their energy demand as a whole.

How building energy demand can be determined at aggregated level: streets, neighborhoods or whole cities.

- Numerical methods
  - Simplest calculation of summing all energy demands up
  - Weighting factors

$$E = \sum_{i=1}^N (EUI(i) \cdot WF(i))$$

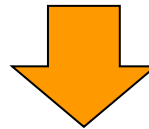
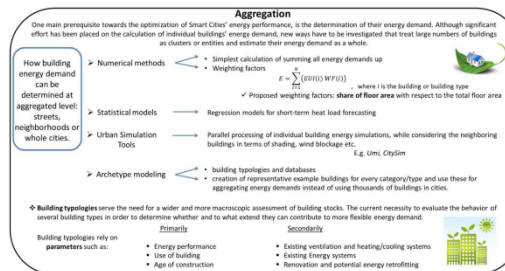
✓ Proposed weighting factors: **share of floor area** with respect to the total floor area

- Statistical models → Regression models for short-term heat load forecasting
- Urban Simulation Tools → Parallel processing of individual building energy simulations, while considering the neighboring buildings in terms of shading, wind blockage etc.  
E.g. *Umi, CitySim*
- Archetype modeling
  - building typologies and databases
  - creation of representative example buildings for every category/type and use these for aggregating energy demands instead of using thousands of buildings in cities.

❖ **Building typologies** serve the need for a wider and more macroscopic assessment of building stocks. The current necessity to evaluate the behavior of several building types in order to determine whether and to what extend they can contribute to more flexible energy demand.

Primarily	Secondarily
Building typologies rely on parameters such as: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energy performance</li> <li>• Use of building</li> <li>• Age of construction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existing ventilation and heating/cooling systems</li> <li>• Existing Energy systems</li> <li>• Renovation and potential energy retrofiting</li> </ul>

# Studenterprojekt der fører til en PhD



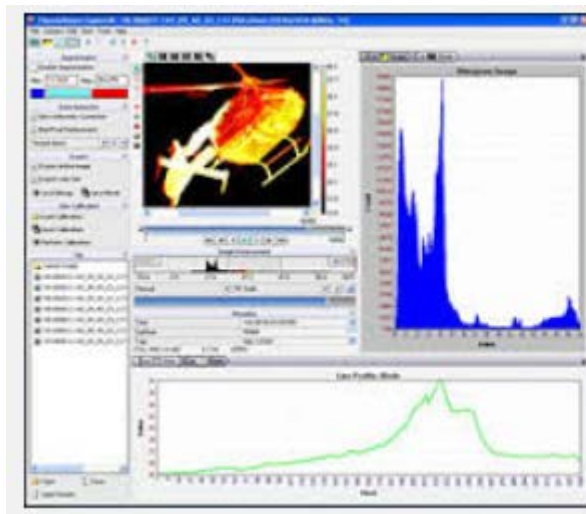
## Forskning i "Fleksibilitet":

- Øget vedvarende energi => øget behov for at forbrug følger produktion
- At kunne flytte energiforbrug i tid (og sted) kaldes "fleksibilitet"
  - Vi undersøger **elbiler**, vandsystemer, batterier, varmepumper, bygninger, konverteringer, alt muligt for at tilbyde fleksibilitet
  - For bygninger – metoder skal genanalyseres før vi kan svare virkelig på dette spørgsmål (Peter Woo's arbejde)



# Prædiktering HENRIK EKSEMPEL

# Visualisering – Control screenes – State of Green Foto - Bord udstilling



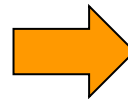




# SMART CITY PROJEKTER MED DATA

# Kan man opfange få data, kan man også med mange data

- Eksempel EnergyLab Nordhavn (under planlægning)



- Vi forventer måling af
  - over 100 huse
  - flere gader
  - alle energistrømme, vand m.m.
  - speciel målinger på krydstogtskibe for at dokumentere deres egenskaber
  - > 10.000 målepunkter pr. større bygning

Kilde: <http://www.byoghavn.dk/byudvikling/bydele/nordhavnen/landvindingsprojektet+i+nordhavnen.aspx>

## Har man data, så kan man svare på spørgsmål

- Eksempel Vinge Frederikssund – Barmark-udviklingsprojekt
- Eneste energiform er elektricitet
  - Hvilke konsekvenser har dette valg?
  - Hvordan spiller Smart Grid her?
- For at kunne svare spørgsmålene er der behov for
  - Målinger
  - Sensorer
  - Data infrastruktur



Kilde: <http://www.frederikssund.dk/vinge>

# Når man har infrastrukturen – så kan man først rigtig ...

- Eksempel **Copenhagen Connecting**



Kilde: <http://copenhagenconnecting.com/>

# Vidensby Lyngby Smart Campus DTU

- SensibleDTU - <https://www.sensible.dtu.dk/?lang=en>
- I samarbejde med Niras rådgivere udvikles en første "Big Data" platform
  - GIS til visualisering og lokalisering
    - Bygninger
    - Byggeprojektaktiviteter
    - Ressourcer og energiforbrug
    - Personers bevægelser (positionering)
  - Hvorfor?
    - Økonomiske besparelser
      - i drift
      - i byggeprojektstyring
      - energiforbrug og ressourcer
      - Facility Management
      - m.m.
- Smart Allé DTU – Innovationsplatform på lygtepæle

UDBYGNINGSPLAN 2009 - 2020





# METODER

# Metoder til data analyse

- Smart City Forskning – Aggregeret data
- Big Data – Sammenkøre data der er uafhængige – Den store hipe!
  - Data mining
  - Statistik
  - Data regression and correlation
  - Clustering
  - Pattern recognition
  - Kunstig intelligens
- Modellering og simulering
- Prædiktion og kontrol/styring

... for at nævne få datakilder

# Udfordringer

- Data sikkerhed
- Data sensitivity og privacy mm.