

Bygninger – en aktiv del af fremtidens energiforsyning

Energiforum Denmark
4. marts 2015

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

DTU Byg
Institut for Byggeri og Anlæg



$e^{i\pi} = -1$
318284
>
,

Globale tendenser

- Globalisering
- Urbanisering (stigende befolkningstal – det taler vi ikke om)
 - Større byer (80% forventes boende i byer i 2050)
 - Mere tætte byer
 - Højere byer
- Smart'ificering
 - Smart Cities
 - Smart Grids
 - Smart Buildings (Bygningsautomation)
 - Smart Sensors

=> Alle er smarte – Hvem er smartest? (bestemmer?)
- Bæredygtighed
 - Vedvarende energi
 - Cirkulære systemer
 - Konsekvenser af miljø'et



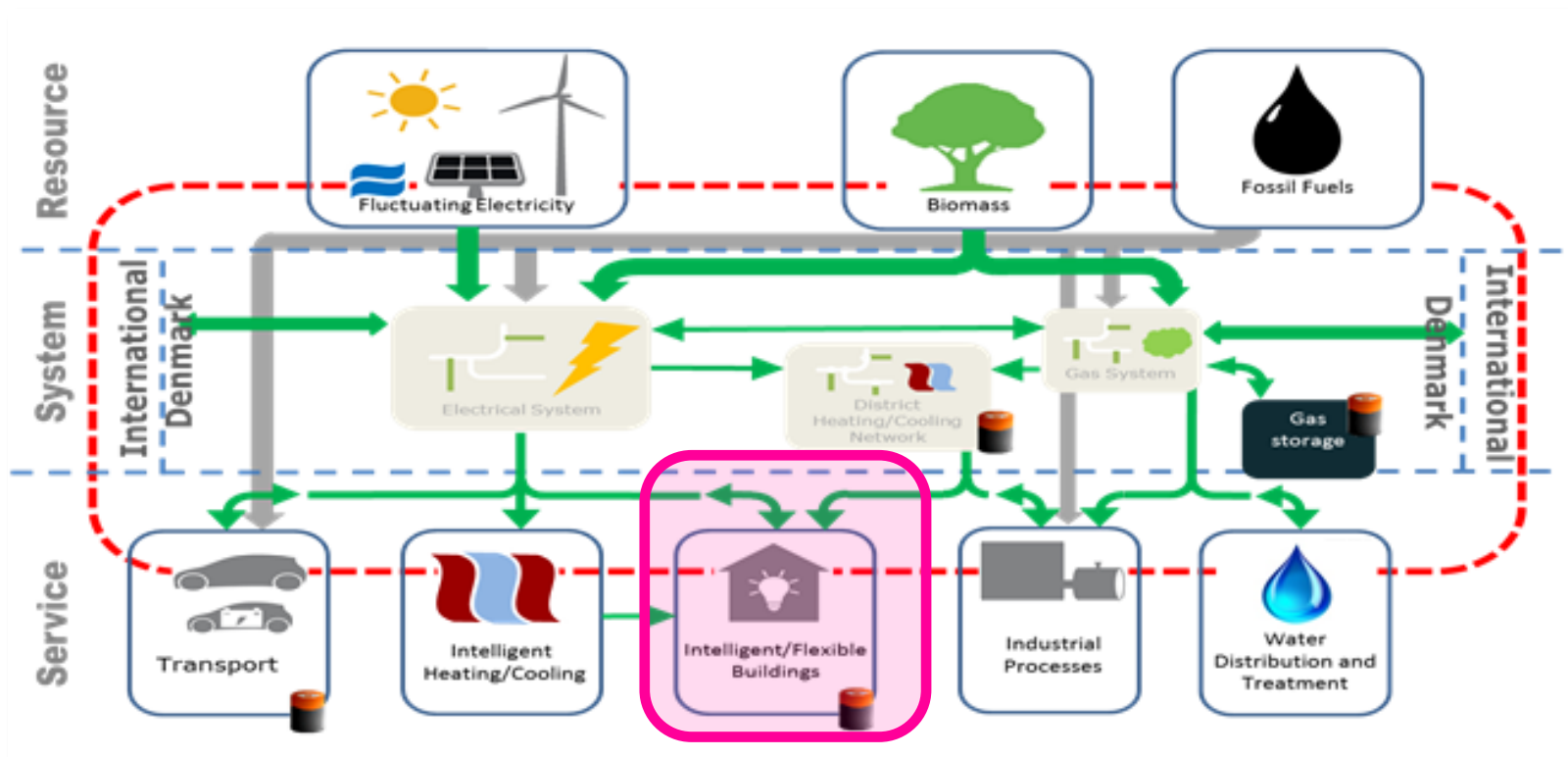
Det er bl.a. disse tendenser der danner rammen om hvordan vi designer bygninger

Tendenser i byggeriet

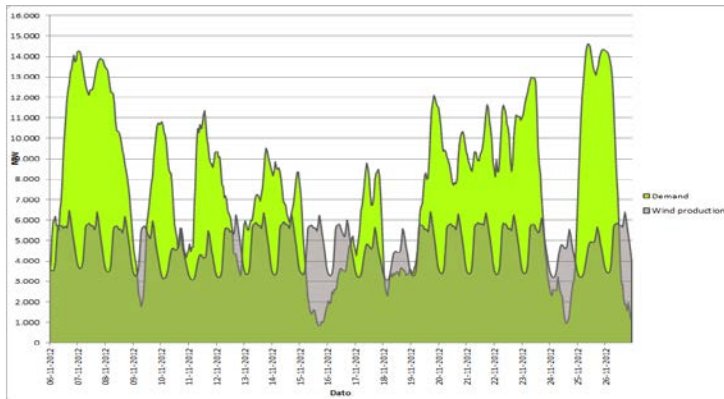
- Mere renovering end nybyg tippes
- Lavenergi > Superlavenergi tendentiv nej
- Kontrolleret luftskifte ja
- Bygning som Prosumer
 - Forbrug på 30-40% aftagende
 - Produktion 100%? potentiale er større end forbrug
- Teknologien øges ja (men alternativer findes)
- Mere monitorering, kontrol ja
- Smarte Bygninger (Bygningsautomation)
- ... data & kommunikation => prædiktering og intelligens
 - Udfordring: Privacy



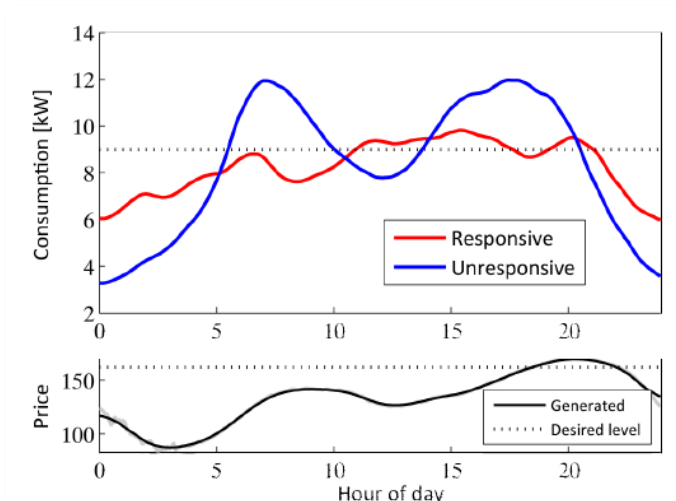
Energisystemet Smart Energy



Ny tendens

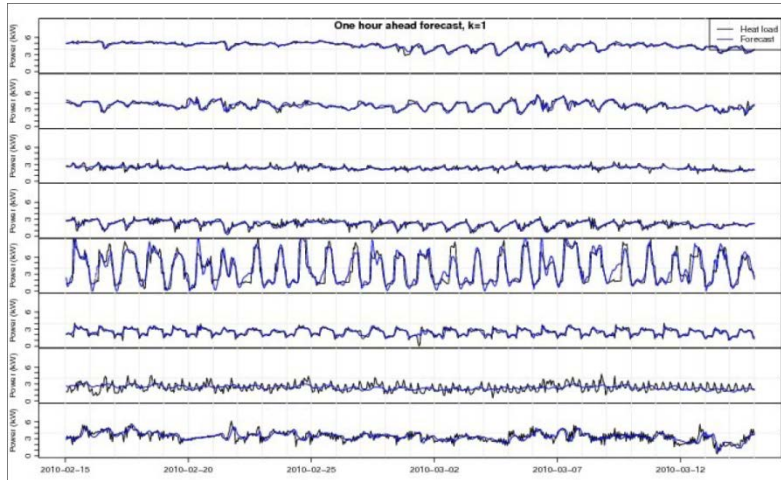


- Vedvarende energi
⇒ Øget fluktuationer
⇒ Behov for stabilisering
- Evne til at bruge energi når den er der = **Fleksibilitet**



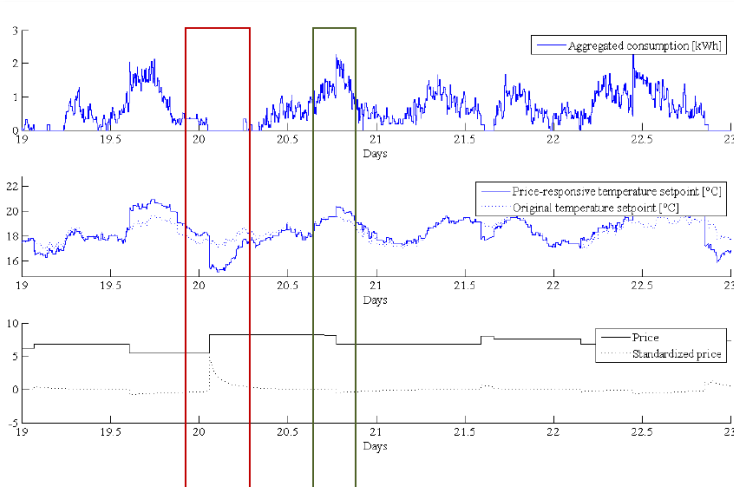
- Find teknologier der tilbyder dette

Forslag 1 – Demand Side Management



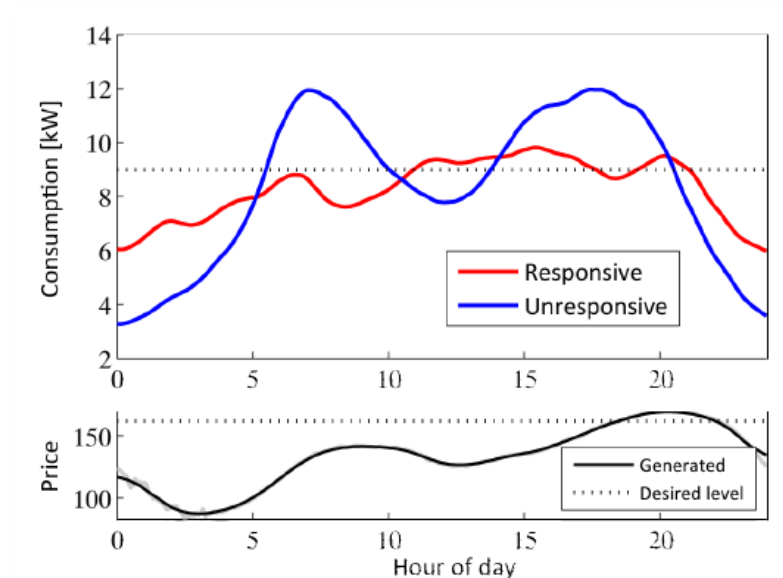
- Forecasting
- Predictive control
- ...
- Vi forsøger at forudse energiforbruget
- ... og styrer efter det
 - Vejrdata

– Energipriser / Markeder



Forslag 2 – Brug bygningens termiske masse

- Kan vi lagre varme/køling i væggene?
- .. og herigennem aflaste energinettet (økonomisk motivation)
 - Bygningens masse er "Gratis"
 - Stort potentiale - Hvor stort er potentialet?



Forskningsfronten

Modellering af energiforbrug vs fleksibilitet

- Forskningsspørgsmål:
 - => Hvor meget af den termiske masse kan aktiveres?
- Metoder:
 - Computersimulering
 - Kan vi bare bruge de modeller vi har brugt hithit?
- Bygningsmodeller er designet til at bestemme energiforbruget
 - her er tiden ikke kritisk
 - man har simplificeret modeller til at være hurtige
 - Hvilke begrænsninger er der indført ved disse simplificeringer?
- Det nye spørgsmål – Om bygninger kan tilbyde “**fleksibilitet**”?
 - Tiden er afgørende, da
 - overskud i vind og sol er skiftende og begrænsede
 - ofte i kortere perioder

Første tendentielle svar

- Mange modeller kan ikke gengive kortfristede termiske påvirkninger
 - pga. de numeriske metoder
 - pga. simplificeringer
- Selvom bygningens termiske konstant (maks kapacitet) er stor,
- ... er kun det yderste del af konstruktionen der varmes op
- ... overgangen fra luften til væggen er den begrænsende faktor

⇒ Derfor skal vi finde nogle mere termisk aktive løsninger

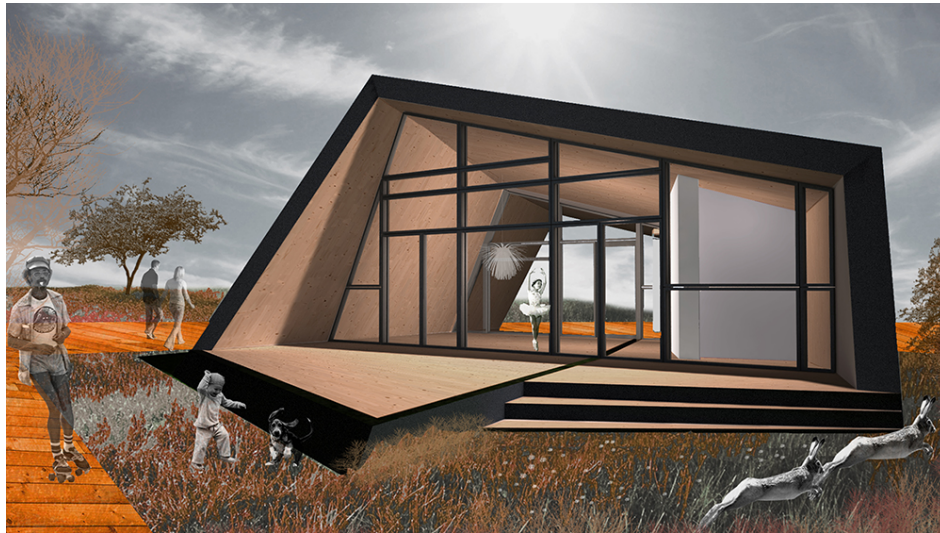
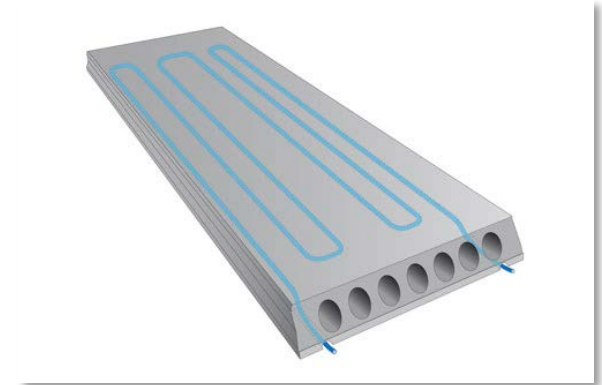
⇒ hvis vi ønsker at tilbyde fleksibilitet i bygningerne

⇒ Bemærk: Energiforbruget kan blive øget

⇒ Forbrugsmønstret ændres

Aktivering af den termiske masse

- Den termiske masse skal komme i spil – Hvordan?
 - Gulvarme (eksisterende teknologi)
 - TABS og andre teknologier



- Kølende lofte (vægge)
- Solar Declathlon 2012 - FOLD

Bygninger om 5 år

- Intelligens forudsætter:
 - Monitorering
 - Automation
 - Prædiktering
 - Styring (udefra)
 - = Smart Buildings
- Udfordring:
 - Kompleks versus Robust
 - Intelligent automation versus brugerkontrol
 - Industrialisering versus individualisering
 - The Smart Way or The Swatch Way?

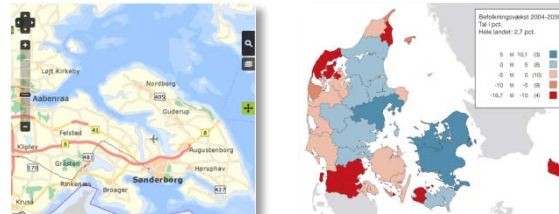
Mulighed – Big data - Intelligens

Principielle data kilder

- Andres data
 - Googlish Big Data (skyerne)



- Offentlige data



- Forskningsdata



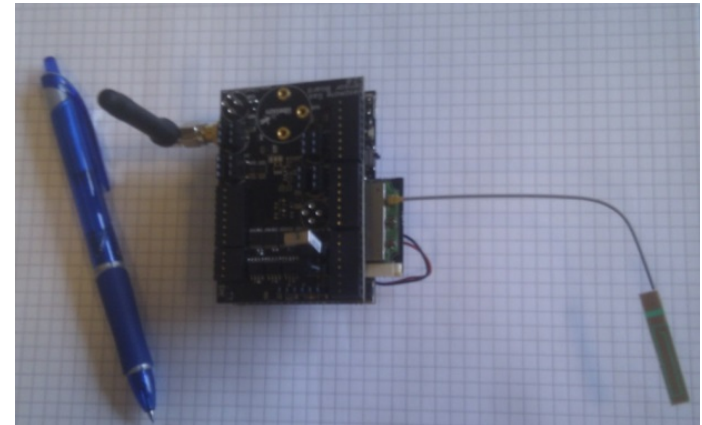
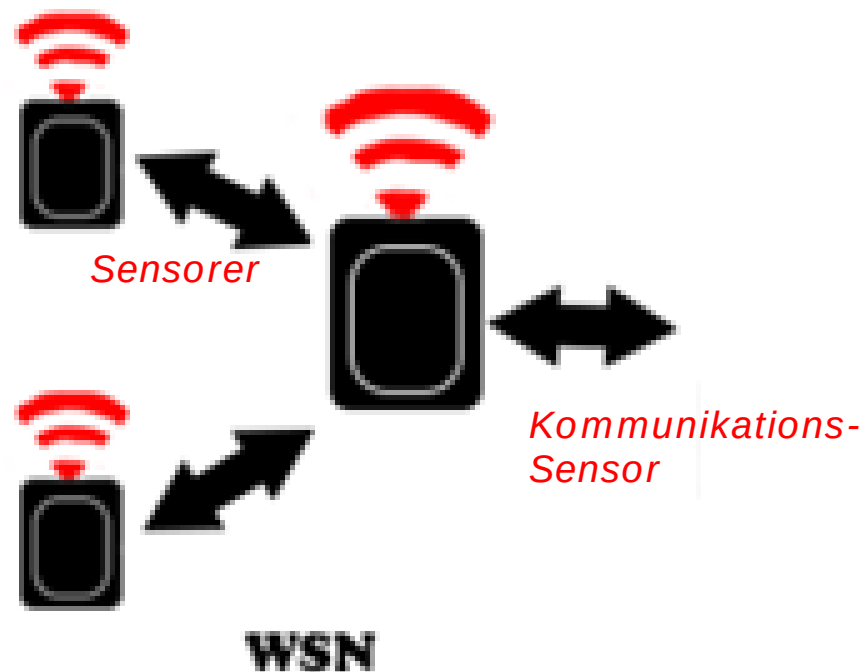
ugeskriftet.dk

Bygningens egne data

The Internet of Things

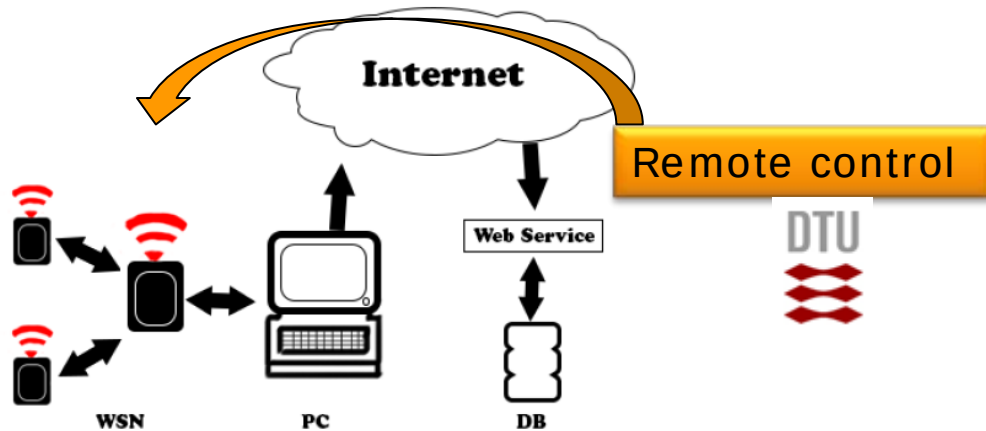
Eksempel: WSN

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

Specialeprojekter – Data-Visualisering



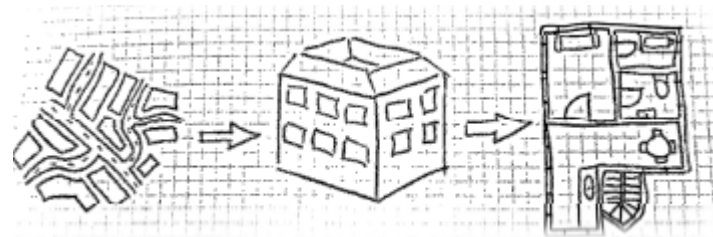
Brugervenlig visualisering

Af byplans- og bygningsspecifik data



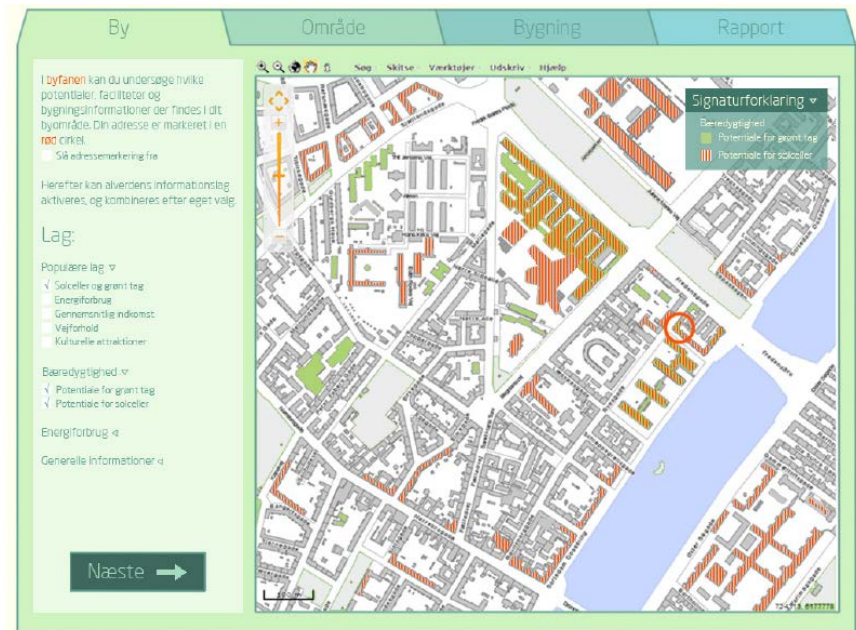
DTU Mads Harding Møller s093341
Lærke Philipsen s093375

Automatisk beregnet energimærkning



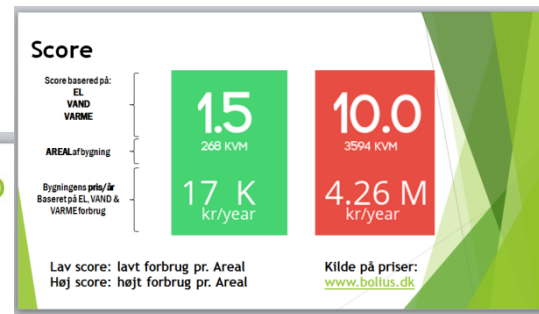
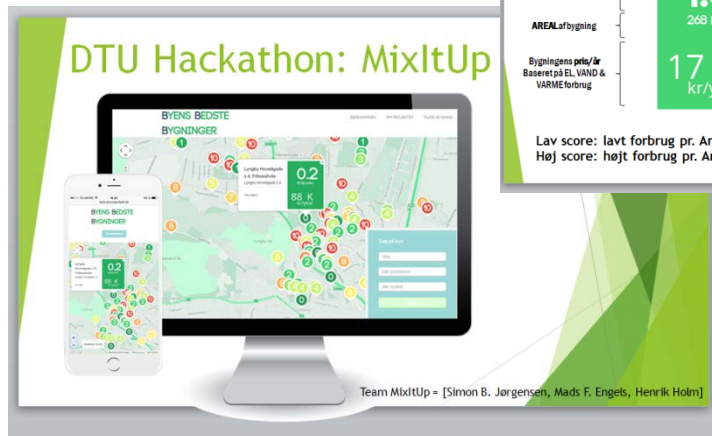
Zoom into data:

GIS>BIM>Plan>Component>...



Hvad er mulig (på to dage)?

Big Data Hackathon 2014

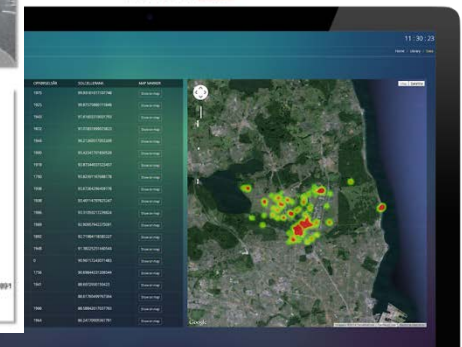
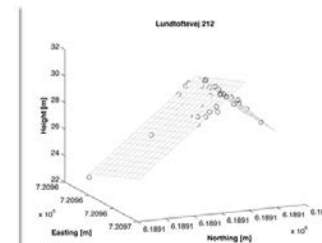
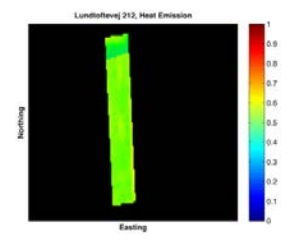


We combined data from thermography maps with the application of the Danish Altitude Model



Team FancyPants

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



- Begge vindere brugte energi og by - data

Nordhavn – Fremtiden vi jagter

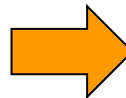
- Behov for sensorer
 - Avancerede kontorbygninger – 10.000 sensorer
 - Widex bygningen i Lyngby
 - Grundfos kollegiet i Århus
 - Lejligheder og små huse - >500 sensorer
 - De store systemer (målinger på det aggregerede niveau)
 - Bygninger
 - Logiske enheder/strenger
- En by får millioner af sensorer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



SMART CITY BYGNINGEN SOM AKTIV KOMPONENT I ENERGYSYSTEMET

Nordhavn – Bygningen i det komplekse energisystem

- 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>

Vinge Frederikssund – Bygningen i el-systemet

- 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>

Vidensby Lyngby Smart Campus DTU

- Living Lab Lyngby
- At renovere bygninger til en smart city

UDBYGNINGSPLAN 2009 - 2020

