

Data i en helt almindelig bygning

Mikkel Baun Kjærgaard
Associate Professor

University of Southern Denmark



Mærsk Building from 1996

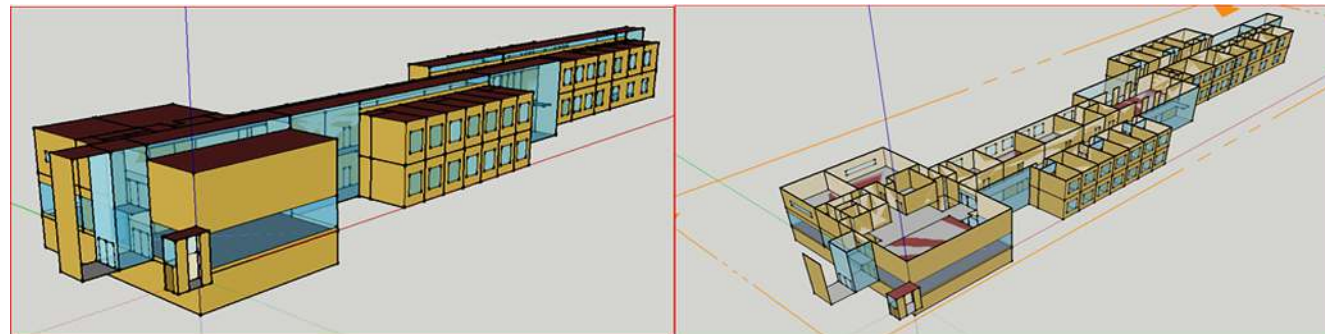


Table 4
Mærsk building energy performance.

Building gross heated floor area (m ²)	2562.92
Electricity consumption (MWh)	149.44
District heating energy consumption (MWh)	276.38
Total energy consumption (MWh)	425.82
Total energy consumption per heated floor area covering heat loss, ventilation, domestic hot water and lighting (kWh/m ²)	176.11
Maximum allowed energy consumption to comply with BR10 (kWh/m ²)	71.94
Maximum allowed energy consumption to comply with low energy class 2015 (kWh/m ²)	41.39

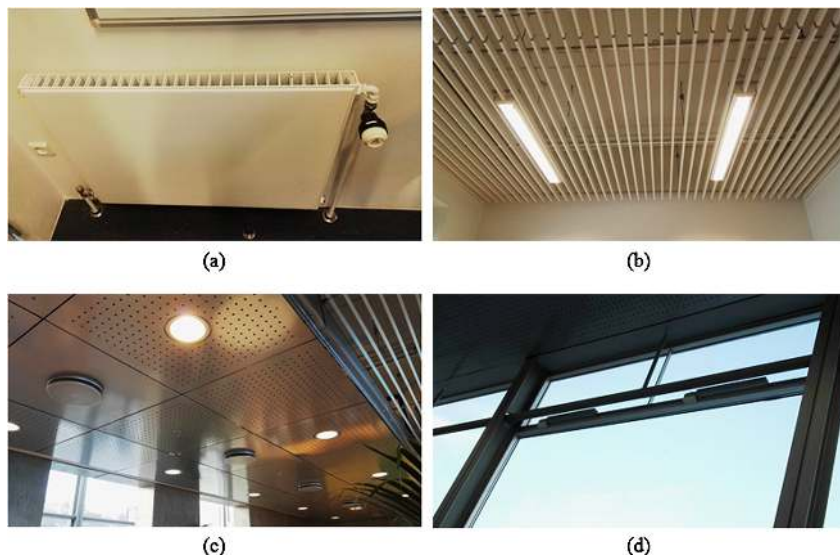


Fig. 4. (a-d) Mærsk office building a) heating radiators, b) lights in offices, c) lights in open spaces, d) operable windows.

Data Status

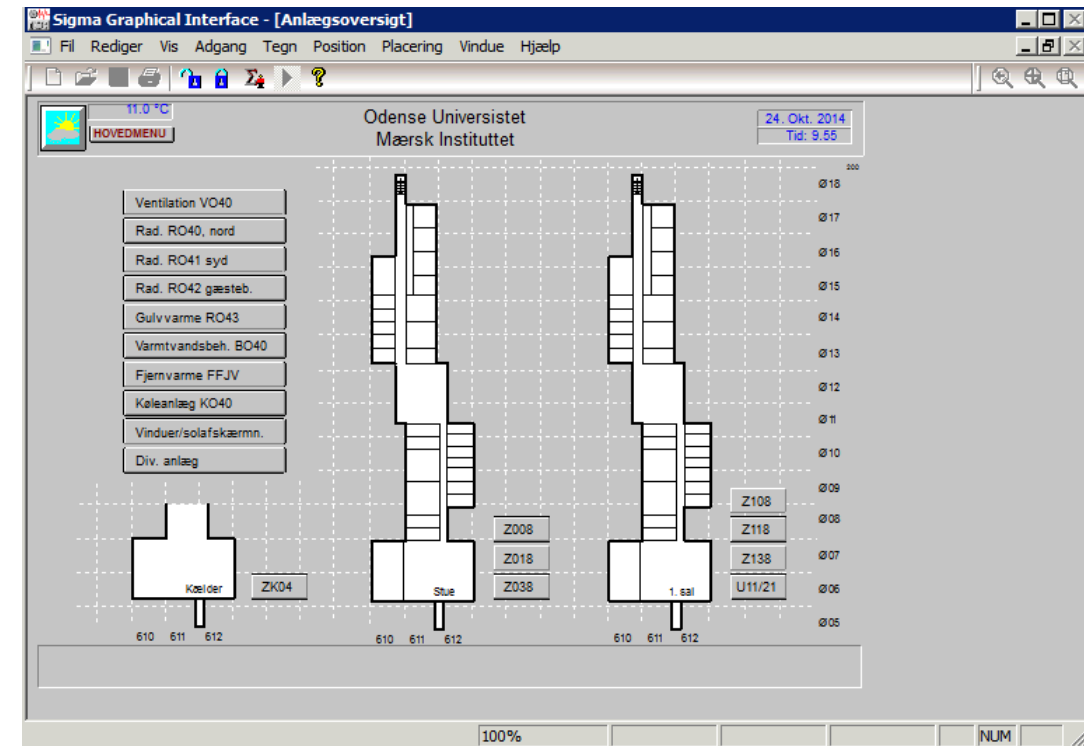
(Bagudrettet da systemerne pt. under opgradering)

Forbrug:

- Fjernvarme via EnergiKey
- Elektricitet via EnergiKey
- Vand via EnergiKey

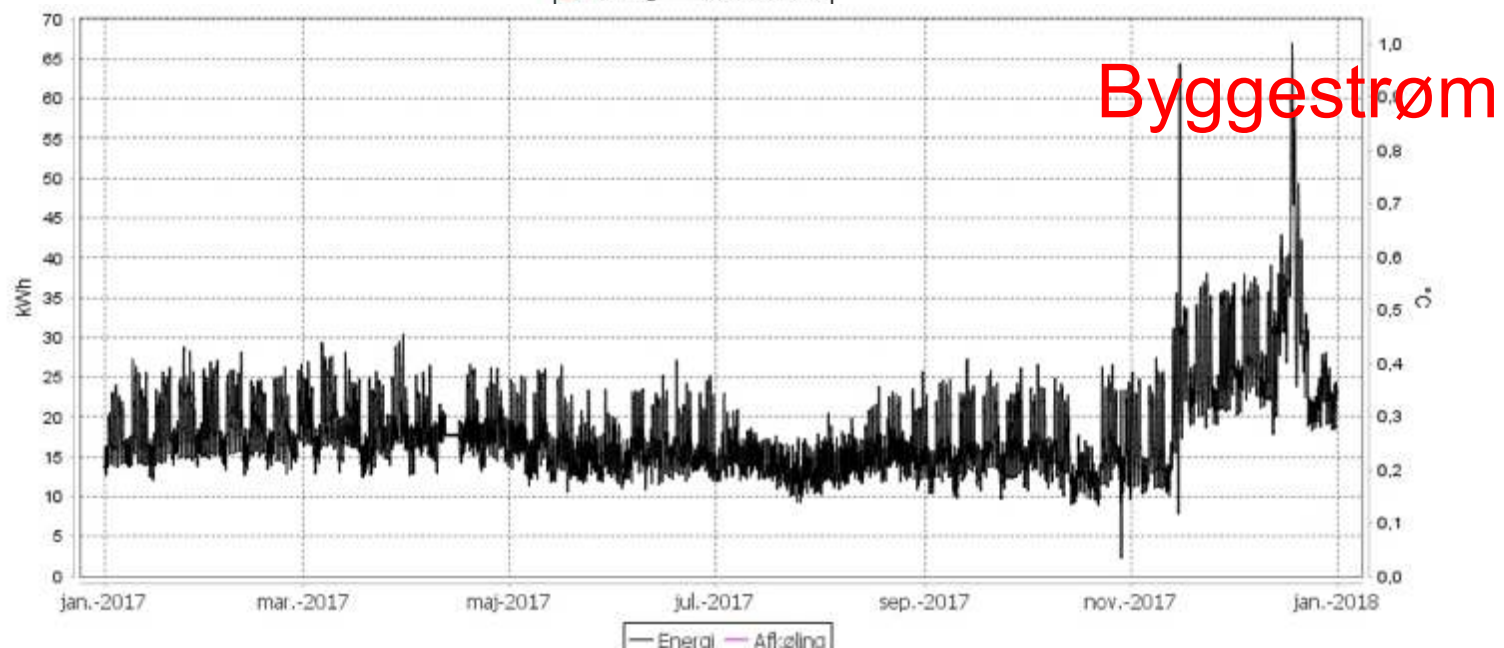
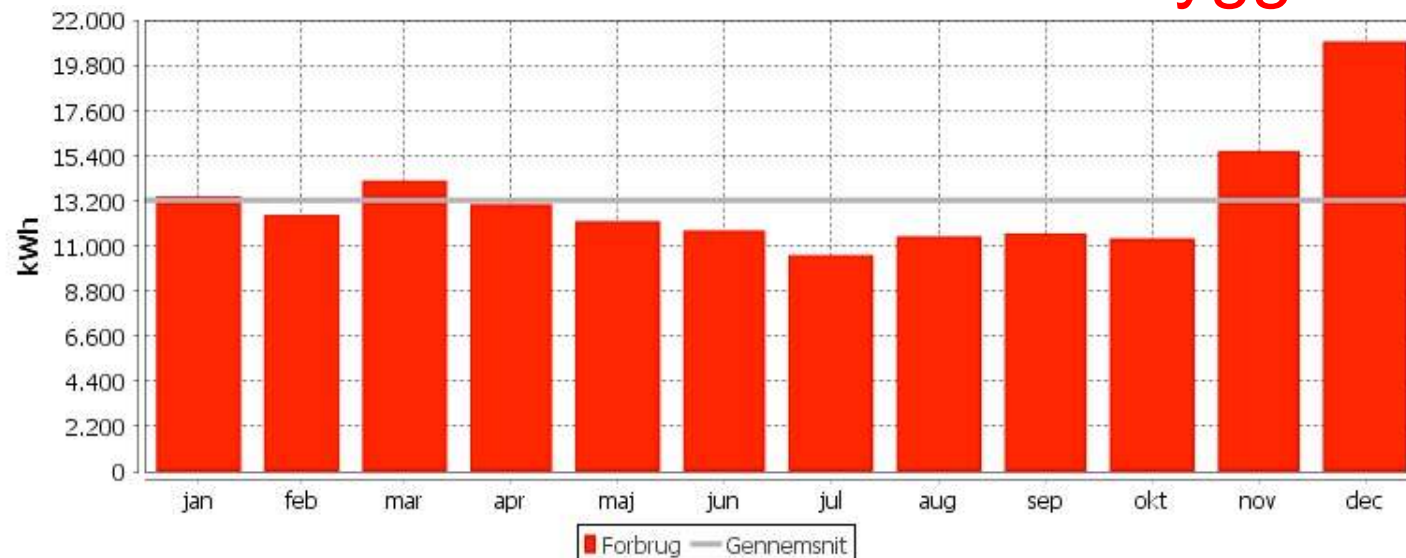
CTS:

- Lys og vinduestyring via KNX. Data kan hentes via IP-gateway tilkøbet KNX (Delmængde af rum da fx PIR manuelt kan frakobles af den enkelte)
- Ventilation og varme styres via Schneider Electric Sigma CTS som ikke er konfigureret til at levere data eksternt.

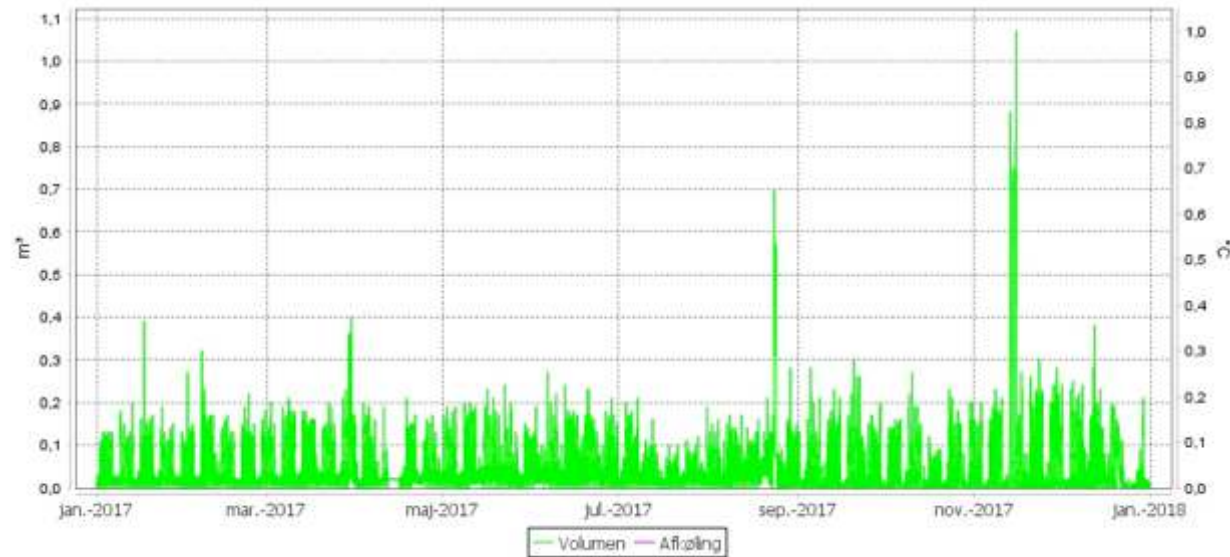
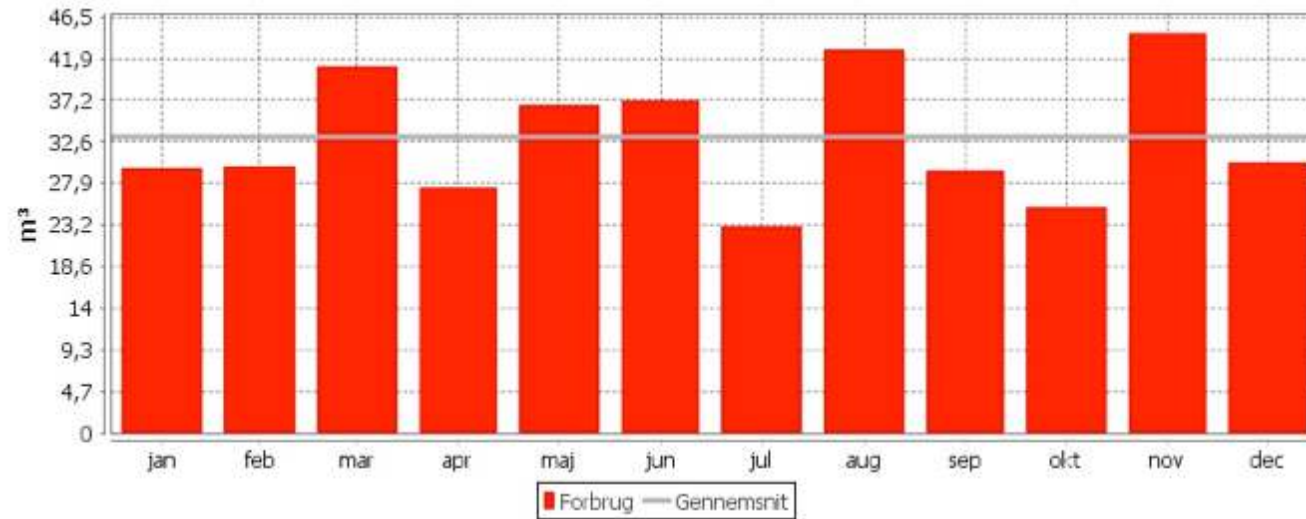


Data - Elektricitet - 2017

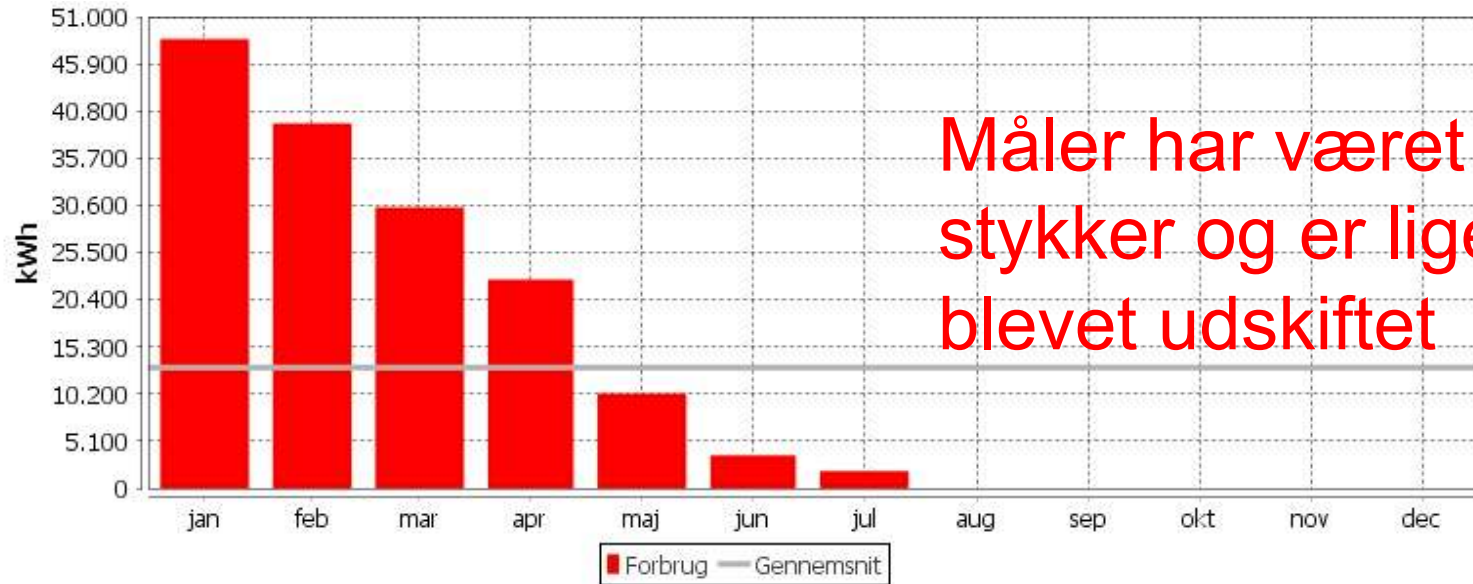
Byggestrøm



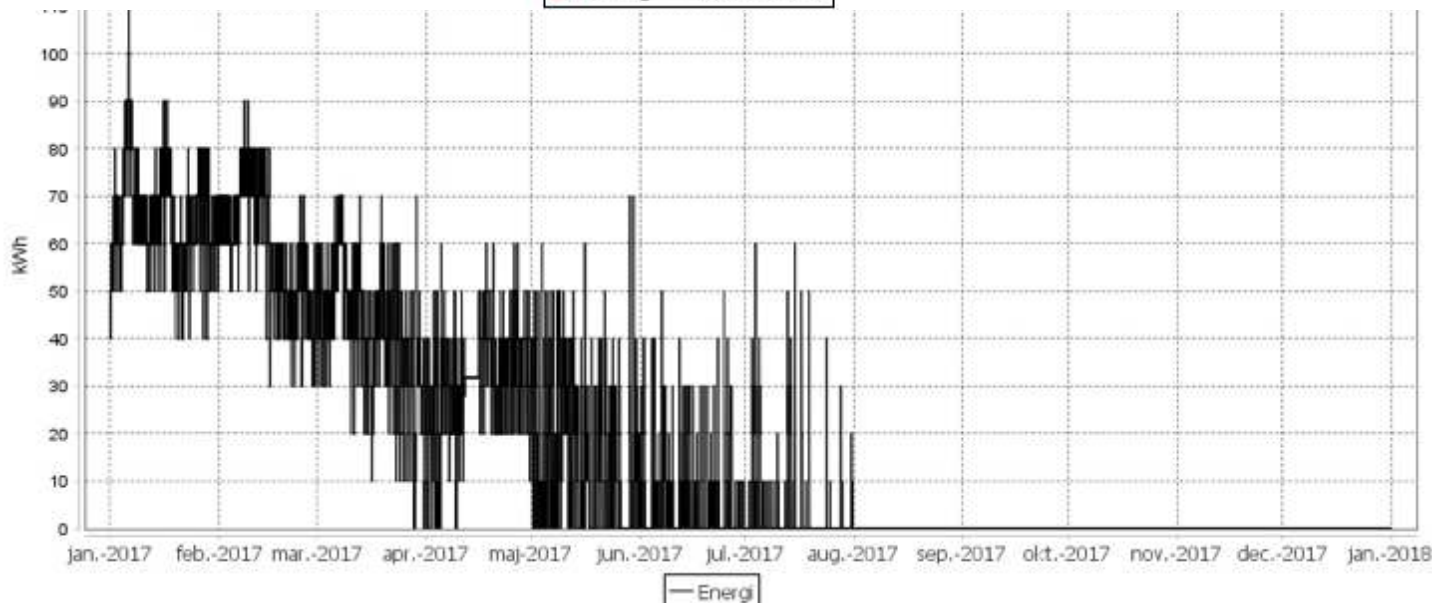
Data - Vand - 2017



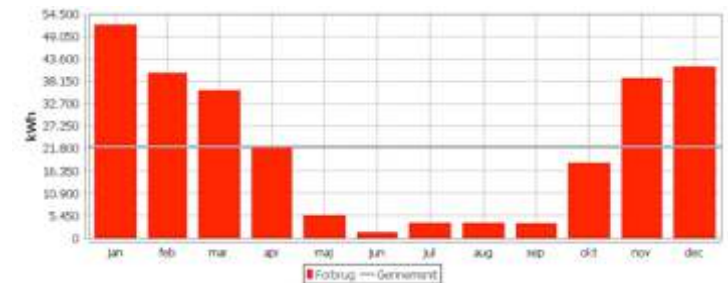
Data - Varme - 2017



Måler har været gået i stykker og er lige blevet udskiftet



2016



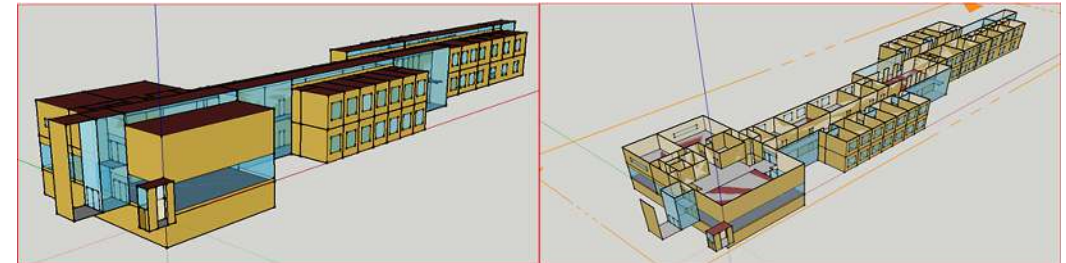
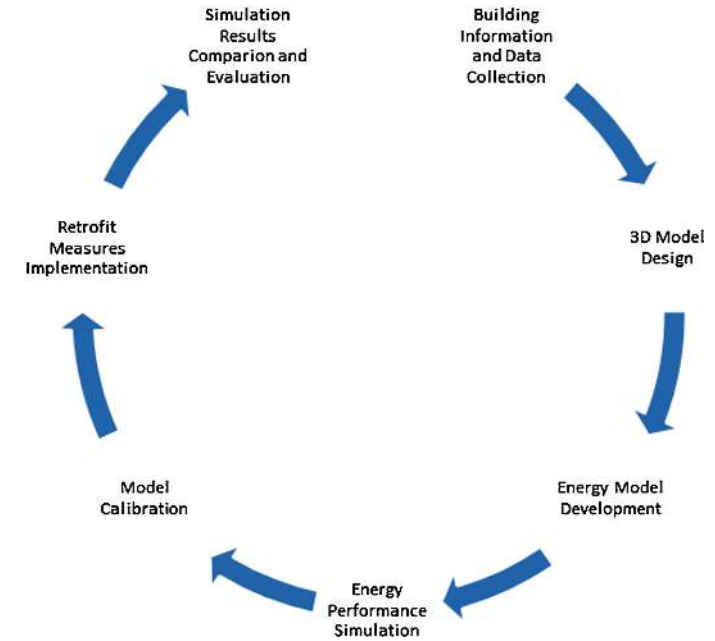
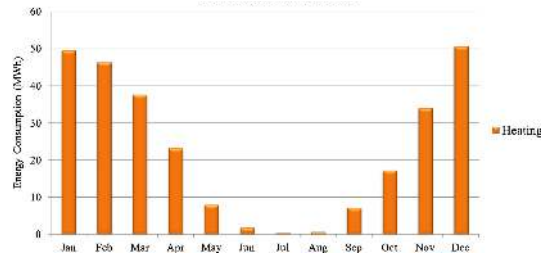
Retrofit Case Study

Jradi et al. Deep energy renovation of the Mærsk office building in Denmark using a holistic design approach, 2017. Energy & Buildings

Retrofit Case Study

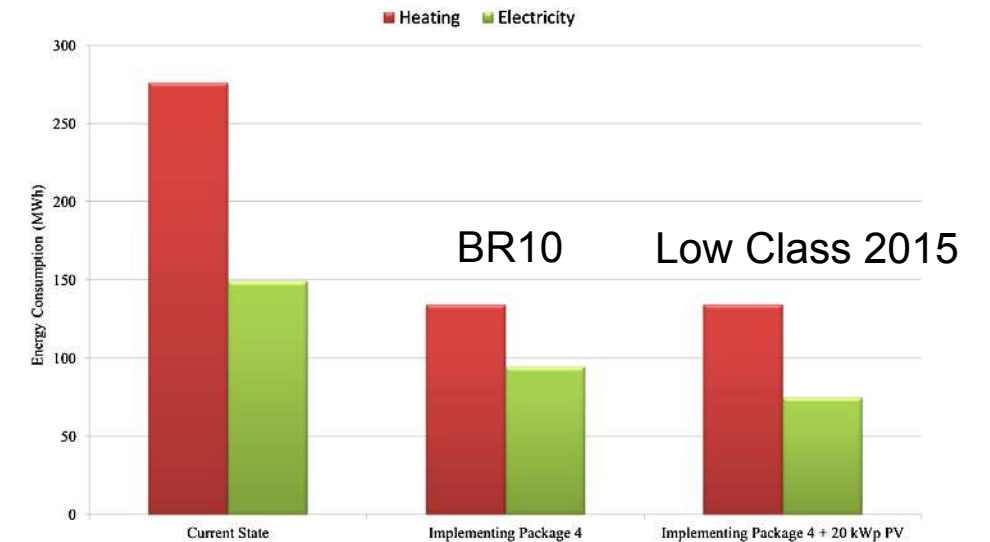
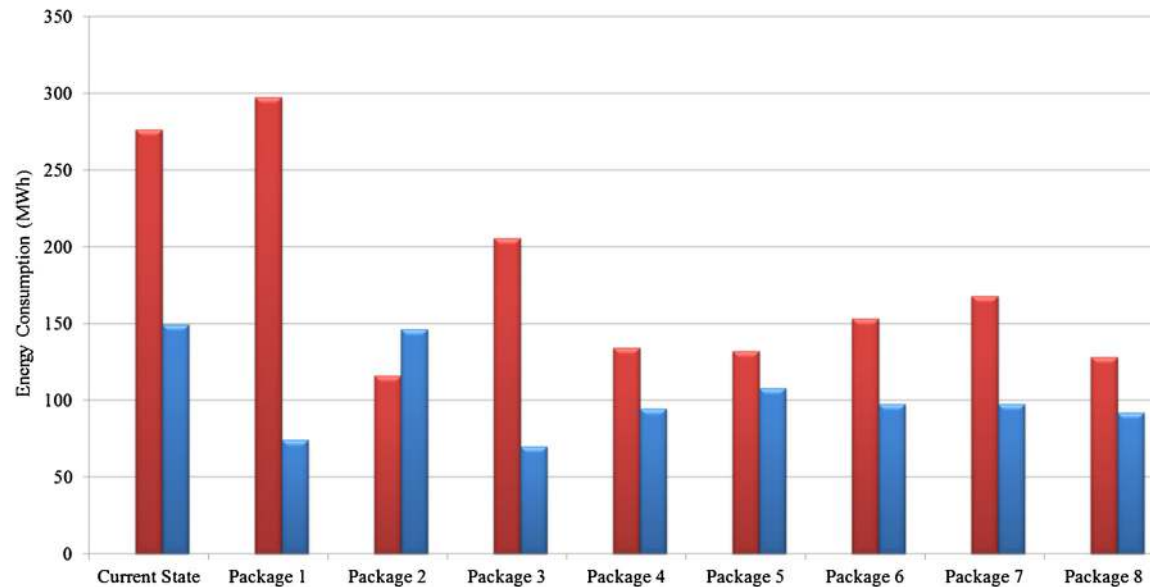
Table 4
Mærsk building energy performance.

Building gross heated floor area (m ²)	2562.92
Electricity consumption (MWh)	149.44
District heating energy consumption (MWh)	276.38
Total energy consumption (MWh)	425.82
Total energy consumption per heated floor area covering heat loss, ventilation, domestic hot water and lighting (kWh/m ²)	176.11
Maximum allowed energy consumption to comply with BR10 (kWh/m ²)	71.94
Maximum allowed energy consumption to comply with low energy class 2015 (kWh/m ²)	41.39



Simulation Results

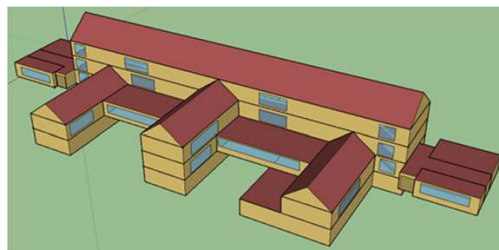
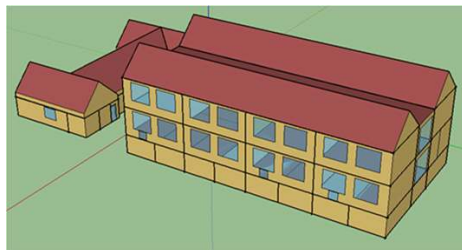
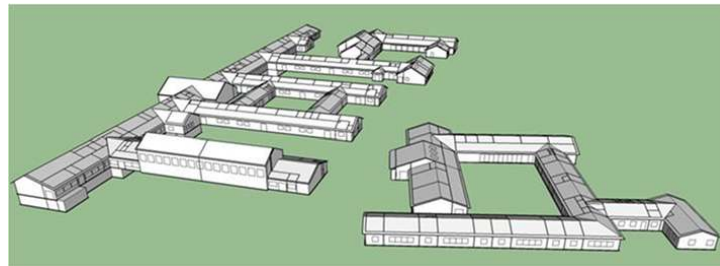
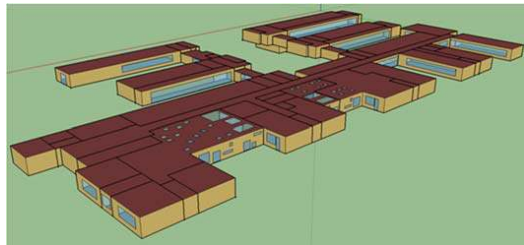
	Heating Setpoint Control	Efficient Lights	Triple-Glazed Windows	Wall Insulation	Roof Insulation	Daylight Sensors	Efficient Equipment
Package 1							
Package 2							
Package 3							
Package 4							
Package 5							



Case Example: Retrofit of Public Buildings

Process:

- Creation of digital representations of buildings
- Calibration of models with energy data
- Anthropological studies to capture building usage
- Dynamic simulation of different energy retrofit options (Going beyond standard procedures)



Kroggaard School		
KS-01	Blok 5 Udskiftning af vinduer og dør	Blok 5: Dør og vinduesparti skiftes til nyt. Dør i alu og vindue i træ/alu. U-værdien forbedres fra 3 til 1 W/m ² K
KS-01.1	Blok 6 Udskiftning af vinduer, dør og ovenlys	Blok 6: Facadeelementer og dobbeltdør med 1 lags glas mod gang/omklædning, skiftes til ny dør i alu og facadeelementer i træ/alu. Ovenlys i pigeomklædning skiftes og lysning bevares og malerrepération udføres. Tiltaget indeholder asbestarbejde ifbm. tagvinduer. U-værdien forbedres fra 6 til 1 og 3 til 1 W/m ² K
KS-02	Blok 2, 6 og 7 Efterisolering af loftrum	Loftrumene i blok 2, 6 og 7 efterisoleres med 250 til 300 mm. Areal: 1865m ² Gavle mod loft i blok 7 isoleres med 150 mmbatts. Areal: 21m ² Uværdien i blok 2 forbedres fra 0,29 til 0,12 W/m ² K. Blok 6 forbedres fra 0,96 til 0,12 W/m ² K. Blok 7 forbedres fra 2,84 til 0,12 W/m ² K - pga. der enten ikke er isolering eller denne er så ringe at den ikke medregnes. Gavle forbedres fra 1,65 til 0,35 W/m ² K.
KS-03	Blok 2, 5, 6 og 7 Efterisolering af hulmur	Hulmuren isoleres ved indblæsning i gennemsnitlig tykkelse på 100 mm. Arealet udgør ca. 849 m ² og uværdien forbedres fra 1,13 til 0,29 W/m ² K.
KS-04	Blok 7 og 8 Udskiftning af vinduer, døre og ovenlys	Blok 7 Antal: 29 stk. i alt. Vinduer, døre og ovenlys skiftes til vinduer i træ/alu og døre i ren alu. Ovenlys i polyuretan. Uværdien forbedres fra 3 til 1 W/m ² K. Tiltaget indeholder asbestarbejde ifbm. tagvinduer. Blok 8 Antal: 1 stk dør i ren alu
KS-05	Blok 2 udskiftning af døre og vindue, mod gang og aula	2 stk. døre og 4 stk. vinduer skiftes. Elementer i træ/alu. Dog bliver døren mod gang i ren alu. Der er følgearbejder ved dør og vindue mod gang i form af ny fibercementplade på stern og til dannelse af betonrampe ved døren. Uværdien forbedres fra 3 til 1 W/m ² K.
KS-06	Blok 9 udskiftning af store facadepartier	2 stk. store facadepartier mod gangen i blok 9 skiftes inkl. 1 stk. dobbeltdør. Facadeelementer i træ/alu og døren i ren alu. Elementerne ændres således nye elementer udføres med isoleret fyldning som brystning og små vinduer nedlægges, der etableres bærendesøjler Uværdien forbedres fra 3 til 1 W/m ² K.
KS-07	Blok 9 udskiftning af vinduer	24 stk. vinduer skiftes til nye i træ/alu. Uværdien forbedres fra 3 til 1 W/m ² K.
KS-11	Belysning - registreret	Bygning er registreret fuldt, investering og besparelse er deaf for alle rum - se selvstændigt belysningsark, hvor ikke rentable rum evt. kan fjernes. Generel meget lavt lux-niveau på eks. belysningsanlæg, hvilket giver en ekstra lav rentabilitet, når anlæg opdateres til nyværende standard.

4- KROGGAARD SCHOOL

	Electricity Saving (Model)	Heat Saving (Model)	Electricity Cost Saving (Model)	Heat Cost Saving (Model)	Electricity Cost Saving (Ramboll)	Heat Cost Saving (Ramboll)	Electricity Saving Difference	Heat Saving Difference
Unit	[GJ]	[GJ]	$\frac{[DKK]}{[year]}$	$\frac{[DKK]}{[year]}$	$\frac{[DKK]}{[year]}$	$\frac{[DKK]}{[year]}$	[%]	[%]
Total	32.6	472.1	14486	42489	0	47187	NA	-9.9
Total w. lights	137.2	395.9	60965	35635	64875	47187	-6.1	-24.5

Mærsk Building Yderligere Data

Mikkel Baun Kjærgaard
Associate Professor

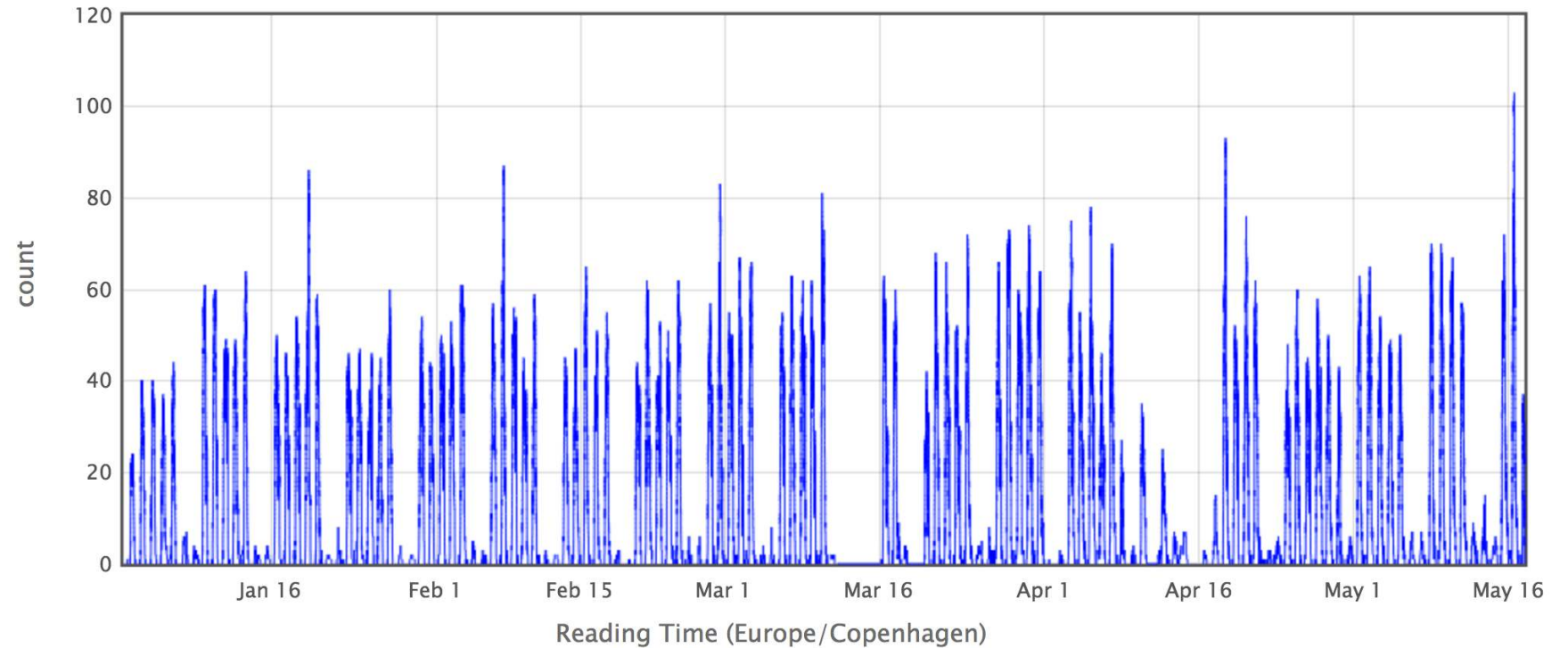
IoT Sensorer

The building is a testbed for a lot of different sensor setups

Products from companies include:

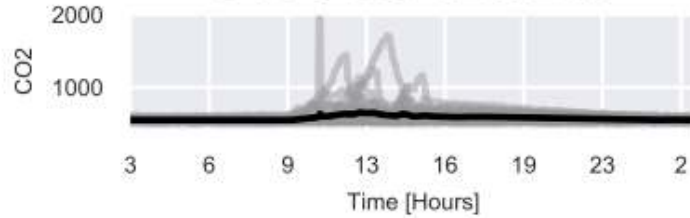
- Remoni, Xovis, PyCom, Arrow, Texas Instruments, Kontakt.io, IC Meter, Hamilton IoT, Develco Products, Niko-Servodan
- **Wireless Technologies:** SigFox, BLE, LoRA, Z-Wave, Zigbee and Proprietary Technologies
- **Sensor Modalities:** Electricity, heat, temperature, humidity, pressure, acceleration, magnetism, rotation, infrared temperature, visual light, CO2, location, ...

Occupant Counts via Xovis Stereo Vision Cameras

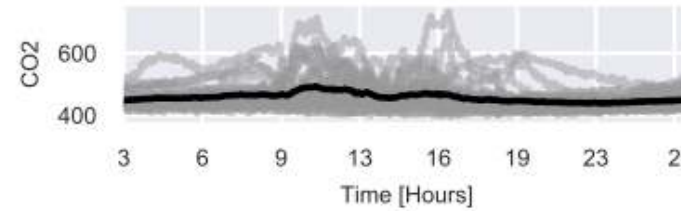


IC-Meter dagsprofiler - August 2017

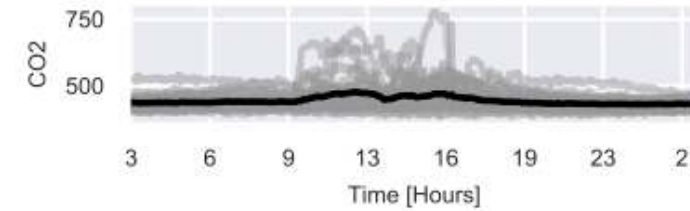
Sydvendt kontor
Ingen mekanisk ventilation



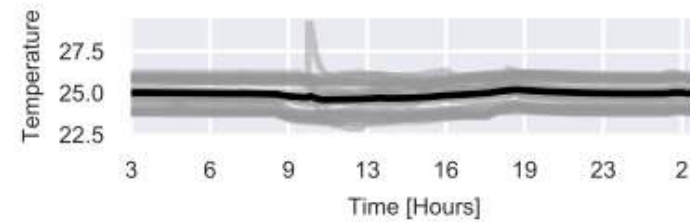
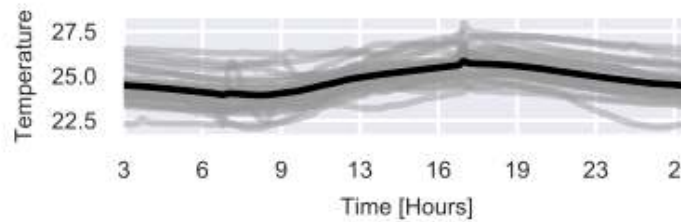
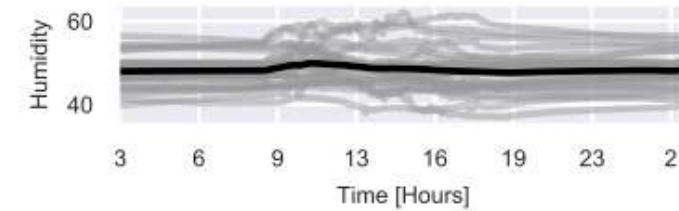
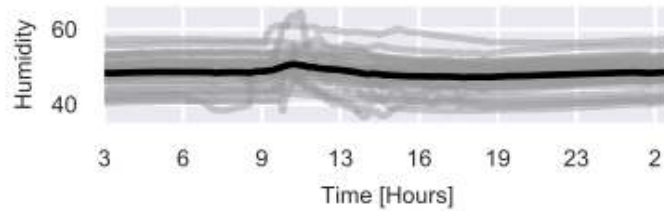
Atrium
Mekanisk ventilation



Nordvendt kontor
Mekanisk ventilation

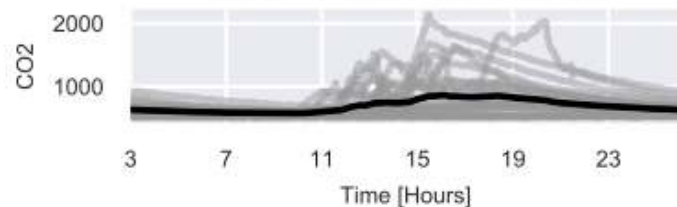


O11-612a-12 MBKJ

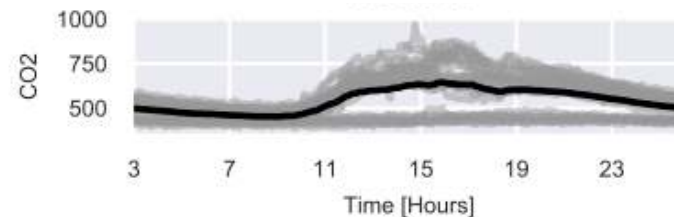


IC-Meter dagsprofiler - November 2017

Sydvendt kontor
Ingen mekanisk ventilation



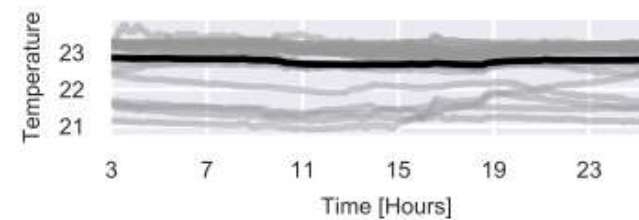
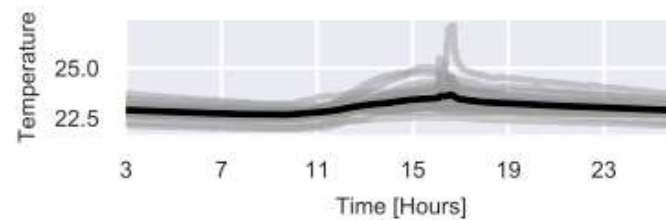
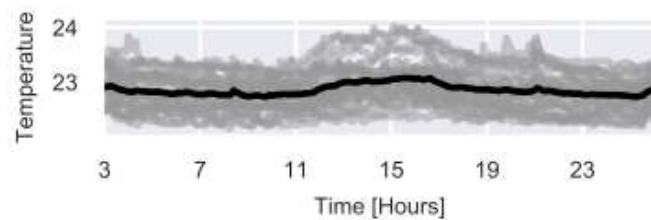
Atrium
Mekanisk ventilation



Nordvendt kontor
Mekanisk ventilation



O11-612a-12 MBKJ



Hamilton IoT Sensors

