

# Opdatering af automatik i bygninger på Københavns Universitet

Kim Vistisen & Carsten Pedersen  
Driftsrådgiver og BMS-specialister

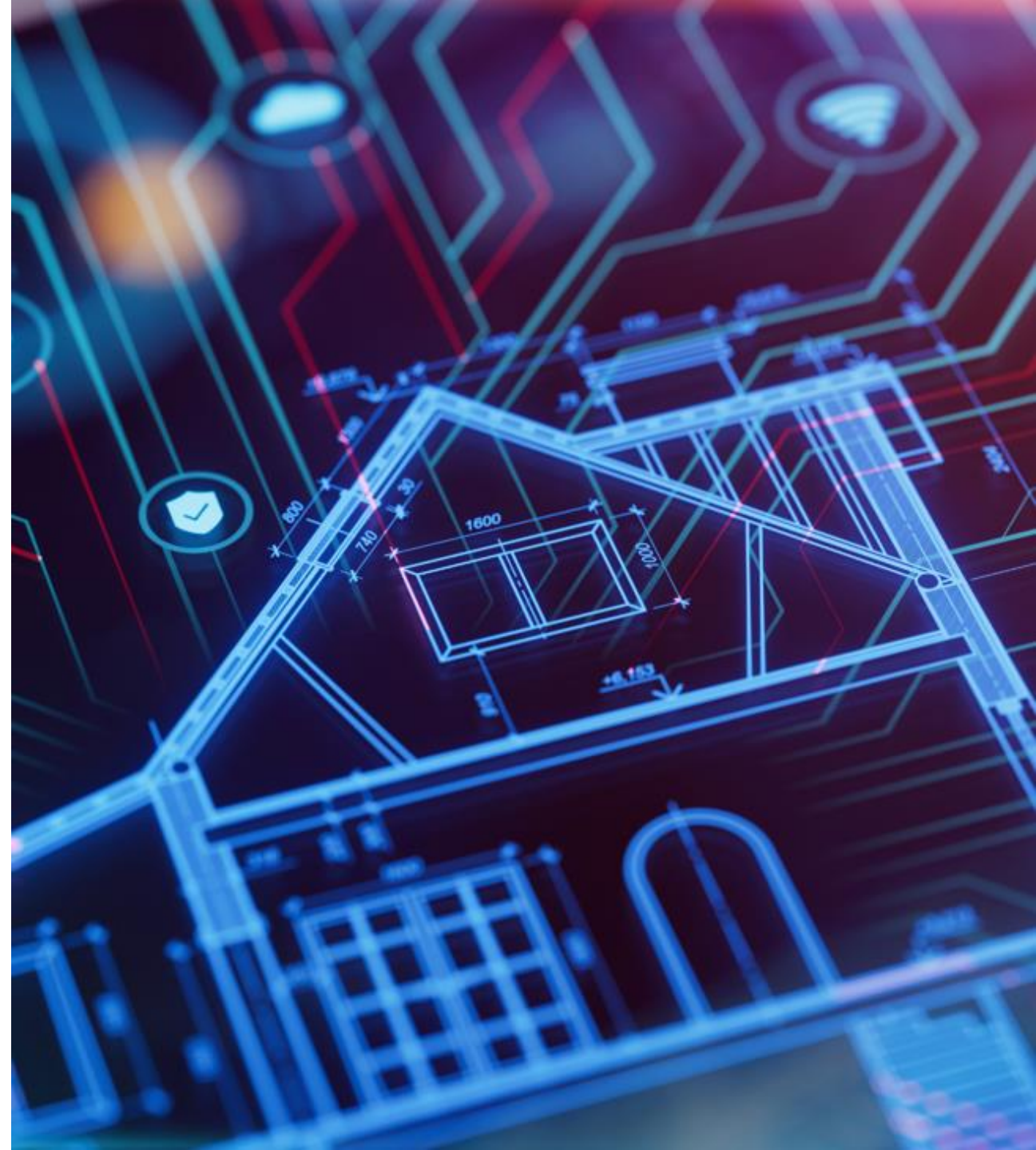
**RAMBOLL**

Bright ideas.  
Sustainable change.



## Agenda:

Den tekniske historien fra år 1950  
Vi samler alt i et system  
Den Jyske model  
Grønnegårdsvej 15  
Rentabilitet  
Opsamling



LIVET

FORSTÅS

BAGLÆNS

.....

MEN MÅ

LEVES

- SØREN KIERKEGAARD

FORLÆNS



RAMBOLL

Bright ideas.  
Sustainable change.

Hvem har hørt ordet "varmemesterknap"?

# Lad os samle alt vores teknik

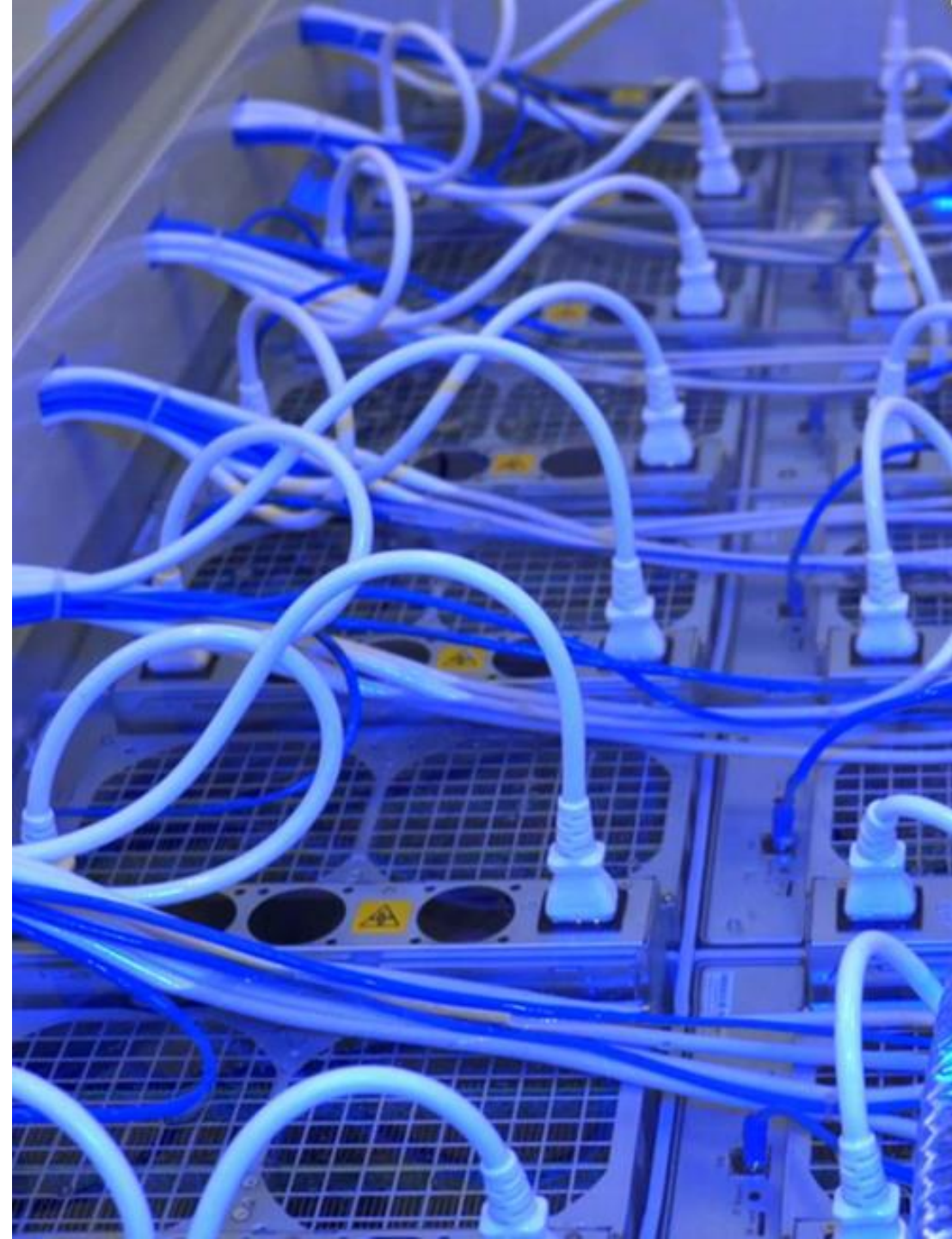


En bygning har en server og en IP-adresse  
Mange bygninger har mange servere og mange  
IP-adresser



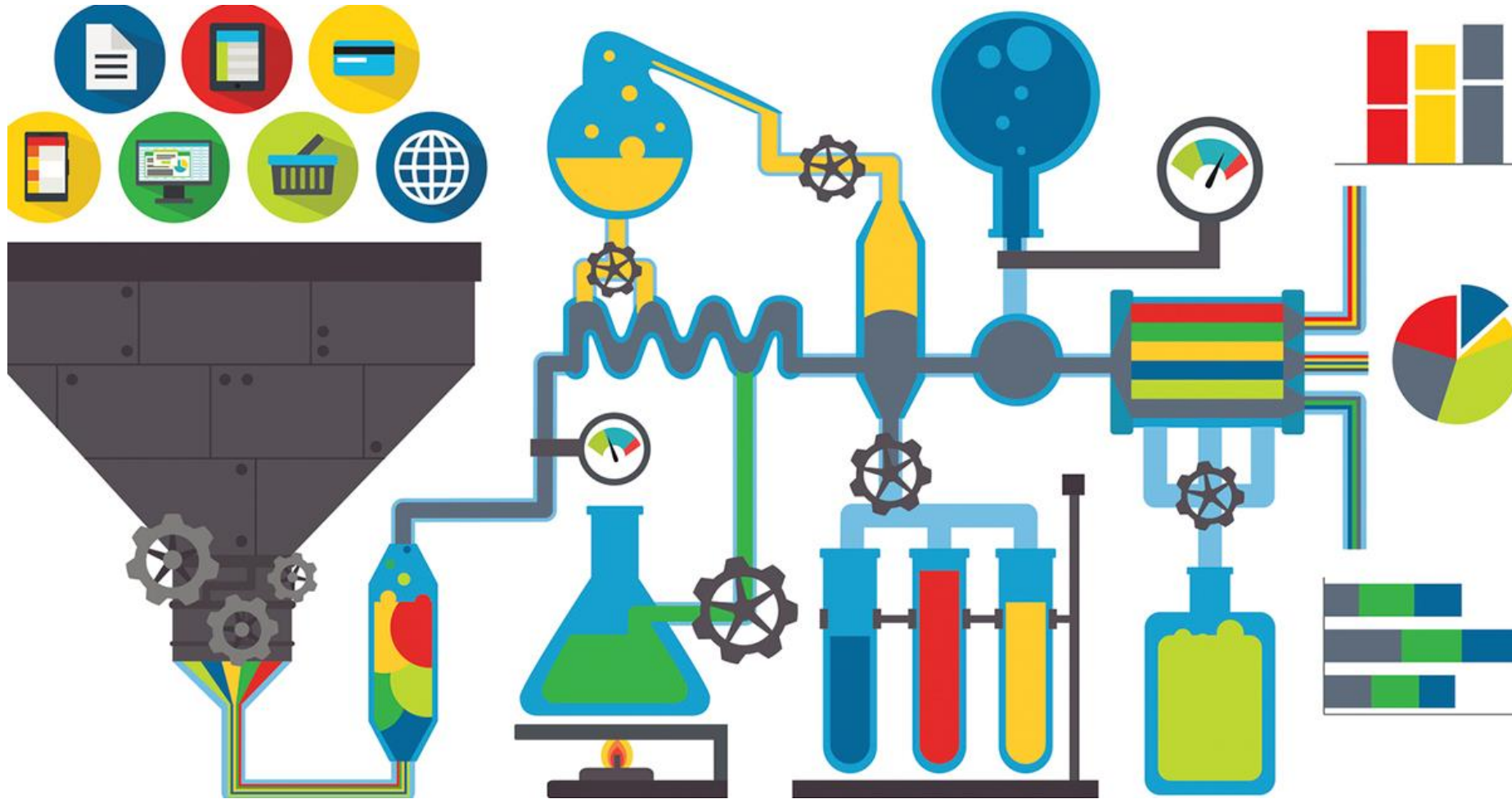
**RAMBOLL**

Bright ideas.  
Sustainable change.



Data  
Programmer  
Systemer

Der er krav i Bygningsreglementet om, at vi skal samle alle enheder i en platform.



Samlet  
platform



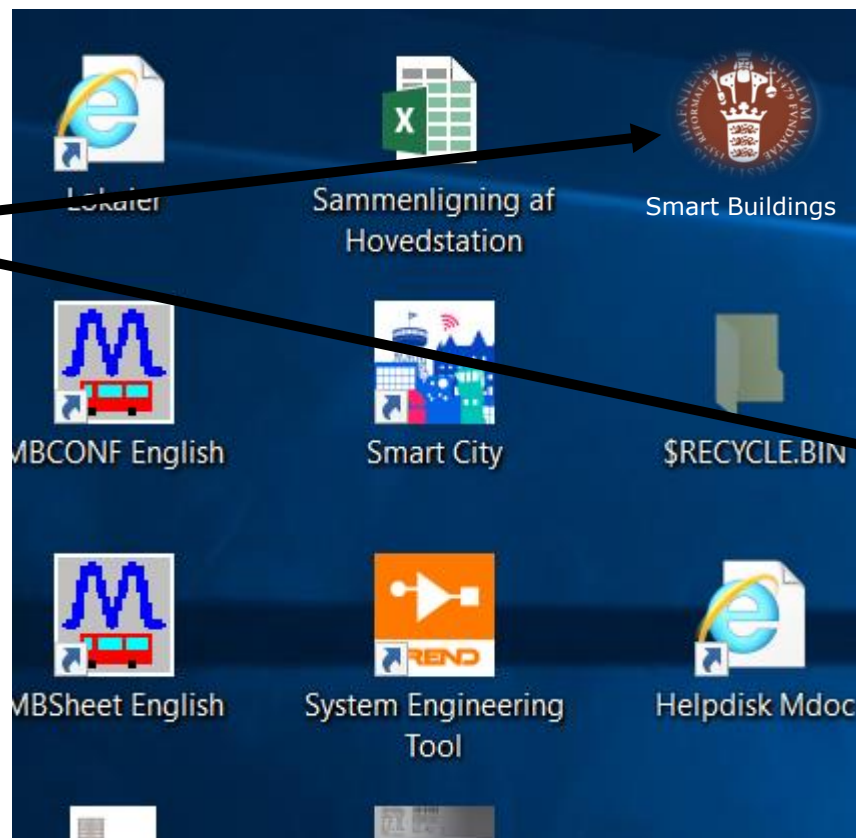
RAMBOLL

Bright ideas.  
Sustainable change.



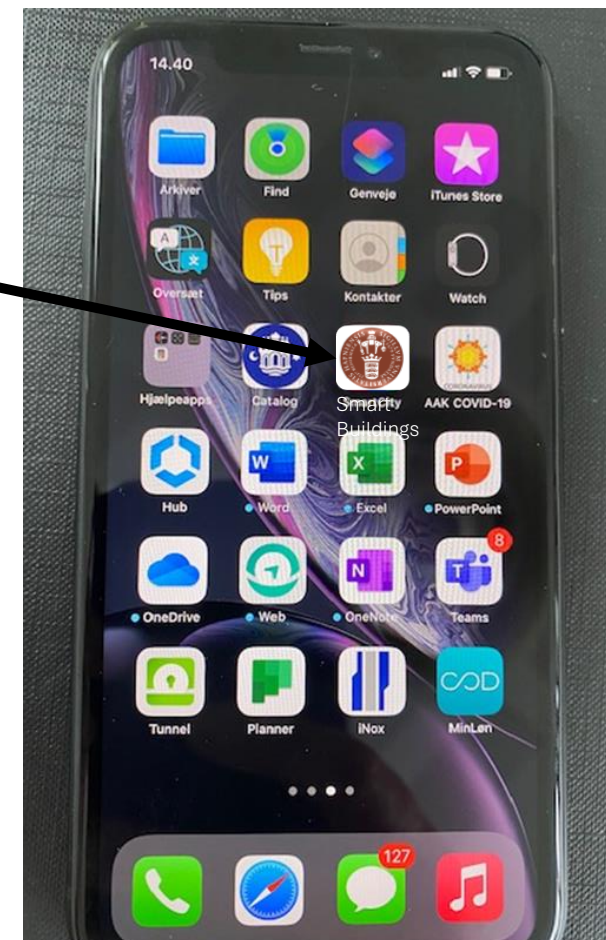
Smart Buildings

# Skrivebord

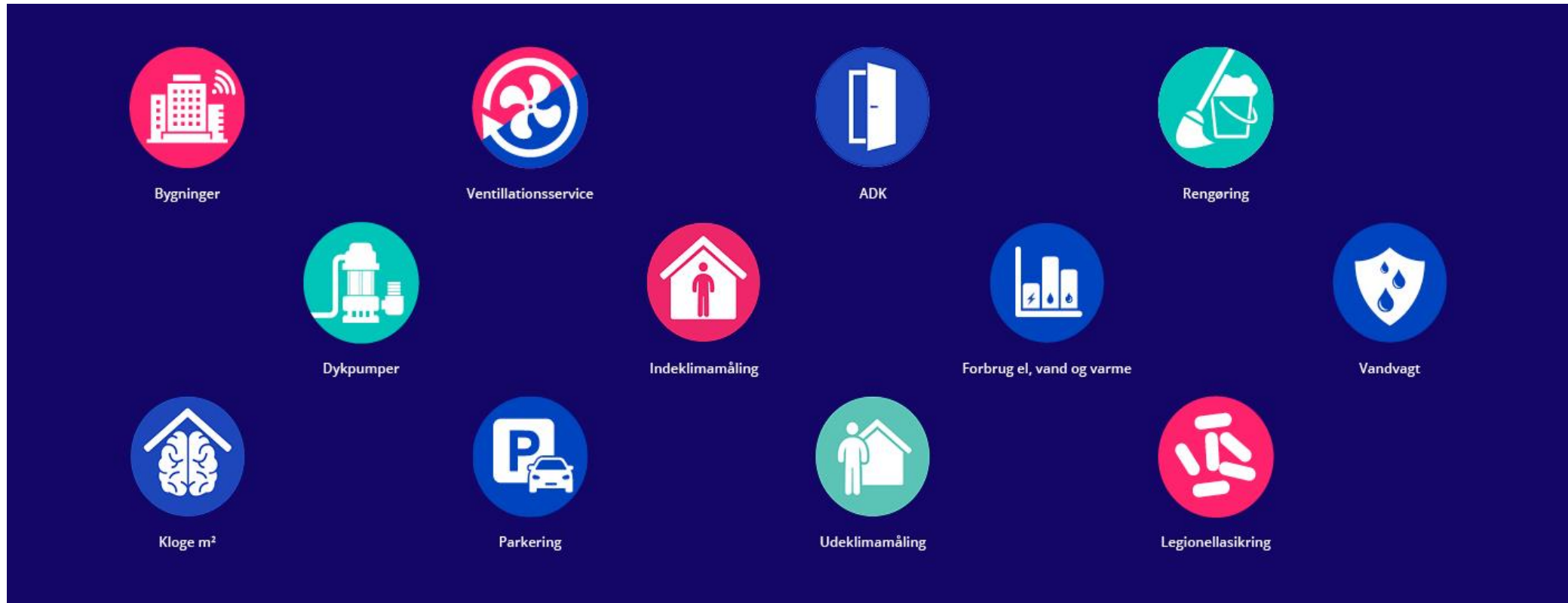


Single Sign On  
N1HKIVV

# Telefon



# Den Jyske model





Et åbne og samlet hybrid-systemer med Microsoft Azure og Microsoft Fabric Systemet placeres oven på BMS-systemet



Data kan flyde frem og tilbage i forskellige systemer



# Data Warehouse i Azure

meter_id bigint	timestamp timestamp with time zone	meter_type character varying	consumed_energy numeric	consumed_energy_unit character varying	consumed_volume numeric	consumed_volume_unit character varying	total_operating_hours integer	total_operating_hours_unit character varying	total_supplied_energy numeric	total_supplied_energy_unit character varying	total_returned_energy numeric	total_returned_energy_unit character varying	current numeric
71112685	2023-11-04 15:23:00+00	MULTICAL 403	301670	kWh	8253.54	m3	55354	h	615613	m3xC	349313	m3xC	
71112685	2023-11-04 15:22:00+00	MULTICAL 403	301670	kWh	8253.54	m3	55354	h	615613	m3xC	349312	m3xC	
69870988	2023-11-05 19:58:00+00	MULTICAL 602	1021985	kWh	30756.41	m3	26193	h	2217984	m3xC	1317198	m3xC	
71684442	2023-11-05 19:45:00+00	MULTICAL 403	140561	kWh	3858.59	m3	36563	h	250997	m3xC	127452	m3xC	
78149242	2023-11-05 19:59:00+00	MULTICAL 602	261007	kWh	6123.87	m3	2002	h	473633	m3xC	242861	m3xC	
71576322	2023-11-05 19:56:00+00	MULTICAL 403	337304	kWh	6454.02	m3	40626	h	512870	m3xC	214173	m3xC	
71338293	2023-11-05 19:59:00+00	MULTICAL 403	93446	kWh	2073	m3	47781	h	146078	m3xC	63731	m3xC	
71152091	2023-11-05 19:53:00+00	MULTICAL 403	332218	kWh	10632.47	m3	54589	h	734044	m3xC	441464	m3xC	
71112588	2023-11-05 20:00:00+00	MULTICAL 403	334570	kWh	8618.74	m3	53729	h	614864	m3xC	319878	m3xC	
61437908	2023-11-05 20:00:00+00	MULTICAL 402	92317	kWh	2222.58	m3	79763	h	143096	m3xC	61989	m3xC	
71539612	2023-11-05 19:59:00+00	MULTICAL 403	152548	kWh	4935.8	m3	39973	h	340689	m3xC	206380	m3xC	
71587137	2023-11-05 19:58:00+00	MULTICAL 403	184710	kWh	4693.59	m3	38237	h	308977	m3xC	146541	m3xC	
71587137	2023-11-05 18:56:00+00	MULTICAL 403	184705	kWh	4693.46	m3	38236	h	308968	m3xC	146538	m3xC	
71761039	2023-11-05 19:57:00+00	MULTICAL 403	155781	kWh	4278	m3	35217	h	287240	m3xC	150076	m3xC	
71576290	2023-11-05 19:53:00+00	MULTICAL 403	390864	kWh	7721.26	m3	40627	h	612155	m3xC	266050	m3xC	
71551135	2023-11-05 19:49:00+00	MULTICAL 403	164018	kWh	4026.86	m3	41720	h	274763	m3xC	130378	m3xC	
71757563	2023-11-05 20:00:00+00	MULTICAL 403	37674	kWh	1018.03	m3	35410	h	71756	m3xC	38560	m3xC	
71757563	2023-11-05 19:00:00+00	MULTICAL 403	37674	kWh	1018.03	m3	35409	h	71756	m3xC	38560	m3xC	
78017367	2023-11-05 19:58:00+00	MULTICAL 602	1183433	kWh	27213.39	m3	35863	h	2019084	m3xC	974522	m3xC	
71295696	2023-11-05 19:52:00+00	MULTICAL 403	466626	kWh	10477.05	m3	49981	h	807237	m3xC	394578	m3xC	
71338261	2023-11-05 20:00:00+00	MULTICAL 403	104497	kWh	2877.64	m3	47781	h	193218	m3xC	101265	m3xC	
71525008	2023-11-05 19:31:00+00	MULTICAL 403	79671	kWh	2360.84	m3	41320	h	147965	m3xC	78031	m3xC	
71338419	2023-11-05 20:00:00+00	MULTICAL 403	164653	kWh	3601.71	m3	47776	h	257728	m3xC	112586	m3xC	
69454765	2023-11-05 19:59:00+00	MULTICAL 602	1570929	kWh	34648.75	m3	30367	h	2636695	m3xC	1248560	m3xC	
69870985	2023-11-05 19:53:00+00	MULTICAL 602	1189017	kWh	25877.91	m3	131	h	2054340	m3xC	1001838	m3xC	
71551134	2023-11-05 20:04:00+00	MULTICAL 403	202893	kWh	8609.61	m3	41720	h	571172	m3xC	392701	m3xC	
60696782	2023-11-05 20:00:00+00	MULTICAL 402	566971	kWh	12910.49	m3	93225	h	945419	m3xC	445113	m3xC	
71256684	2023-11-05 20:05:00+00	MULTICAL 403	130575	kWh	3186.49	m3	45800	h	225282	m3xC	110213	m3xC	
61629711	2023-11-05 20:00:00+00	MULTICAL 402	548564	kWh	14802.31	m3	73698	h	1025605	m3xC	542594	m3xC	
78017359	2023-11-05 20:52:00+00	MULTICAL 602	709020	kWh	18374.45	m3	34683	h	1328192	m3xC	702807	m3xC	
78017359	2023-11-05 20:49:00+00	MULTICAL 602	709018	kWh	18374.41	m3	34683	h	1328190	m3xC	702806	m3xC	
78017359	2023-11-05 20:47:00+00	MULTICAL 602	709017	kWh	18374.39	m3	34683	h	1328188	m3xC	702805	m3xC	
78017359	2023-11-05 20:44:00+00	MULTICAL 602	709015	kWh	18374.35	m3	34683	h	1328185	m3xC	702804	m3xC	
78017359	2023-11-05 20:41:00+00	MULTICAL 602	709014	kWh	18374.32	m3	34683	h	1328183	m3xC	702803	m3xC	
78017359	2023-11-05 20:38:00+00	MULTICAL 602	709013	kWh	18374.31	m3	34683	h	1328183	m3xC	702803	m3xC	
78017359	2023-11-05 20:37:00+00	MULTICAL 602	709013	kWh	18374.3	m3	34683	h	1328182	m3xC	702803	m3xC	
78017359	2023-11-05 20:32:00+00	MULTICAL 602	709012	kWh	18374.28	m3	34683	h	1328180	m3xC	702802	m3xC	
78017359	2023-11-05 20:29:00+00	MULTICAL 602	709012	kWh	18374.27	m3	34683	h	1328180	m3xC	702801	m3xC	
78017359	2023-11-05 20:27:00+00	MULTICAL 602	709011	kWh	18374.26	m3	34683	h	1328179	m3xC	702801	m3xC	
78017359	2023-11-05 20:22:00+00	MULTICAL 602	709011	kWh	18374.24	m3	34683	h	1328178	m3xC	702800	m3xC	
78017359	2023-11-05 20:19:00+00	MULTICAL 602	709010	kWh	18374.22	m3	34683	h	1328176	m3xC	702800	m3xC	
78017359	2023-11-05 20:16:00+00	MULTICAL 602	709009	kWh	18374.21	m3	34683	h	1328176	m3xC	702799	m3xC	
78017359	2023-11-05 20:15:00+00	MULTICAL 602	709009	kWh	18374.2	m3	34683	h	1328175	m3xC	702799	m3xC	

5,9 °C

Forside

Tilbage

Bygningsoversigt

Anlægsoversigt

Varmeoversigt

Målere

Airmaster

Ungdomsklub

3 Alarmer Aktive

Dokumenter



## Alarmer

Udetemperatur Føler



## Overnatningskalender

Status: Ikke Aktiv

Næste hændelse: null

## Bygningens Feriekalender

Status: Ikke Aktiv

Næste hændelse: 1-maj-2024 00:00 CE

## Watchdog



## Hovedmålere

Måler	Nr.	Placering	Energi	Effekt	Volume	Flow	Fremløbs Temp	Returløbs Temp	Temp. Diff	Sidste Aflæsning
QM11	69257349	01.EKL.110	6394080 kW-hr	29,00 kW	165753 m <sup>3</sup>	2,590 m <sup>3</sup> /hr	78,8 °C	38,6 °C	40,2 °C	2024-04-04T11:55
QM12	71525223	13.EKL.004	303721 kW-hr	16,70 kW	8237 m <sup>3</sup>	0,370 m <sup>3</sup> /hr	76,2 °C	36,9 °C	39,2 °C	2024-04-04T11:53
QM13	71551254	06.EKL.604	402474 kW-hr	21,10 kW	10026 m <sup>3</sup>	0,430 m <sup>3</sup> /hr	78,6 °C	34,0 °C	44,6 °C	2024-04-04T11:59

Data fra Data Warehouse

Data Warehouse



CTS-systemet

5,8 °C

Forside

Tilbage

Bygningsoversigt

Anlægsoversigt

Varmeoversigt

Målere

Airmaster

Ungdomsklub

3 Alarmer Aktive

### Varme

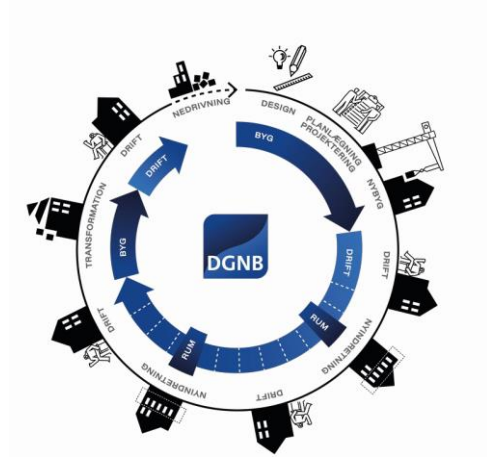
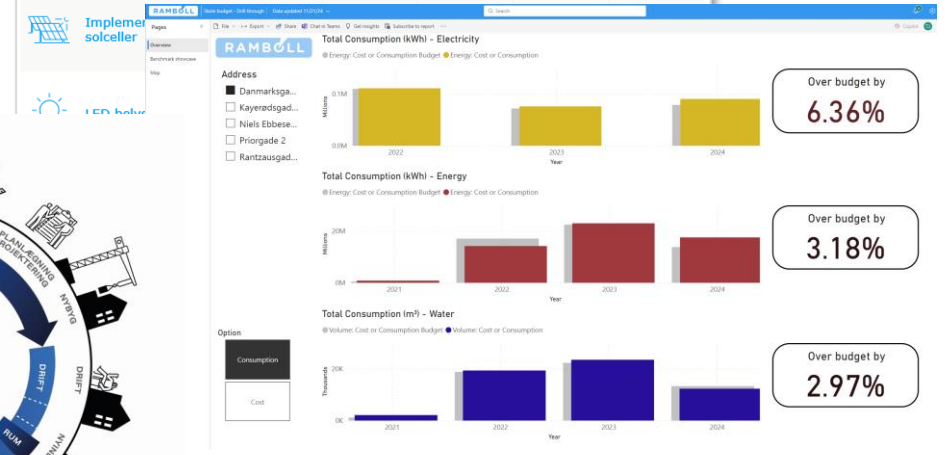
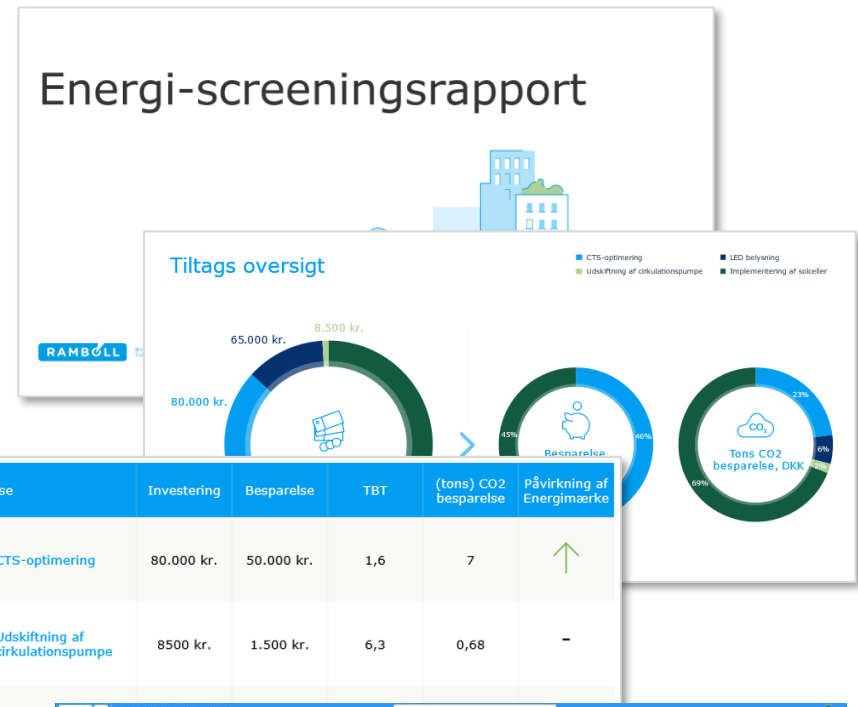
Anlæg	Placering	Betjener	CTS	Pumpe	Ventil	Fremløbstemp	Returløbstemp	Fjernvarme Frem	Fjernvarme Retur
VA01	001.EKL.110	Øst	AUTO	Startet	31 %	63,2 °C	28,5 °C	77,0 °C	28,0 °C
VA02	001.EKL.110	Nord Vest	AUTO	Startet	34 %	57,5 °C	38,5 °C	77,0 °C	39,0 °C
VA03	001.EKL.110	Vest	AUTO	Startet	35 %	59,2 °C	32,1 °C	77,0 °C	32,0 °C
VA05	005.EST.532	Tandlæge	AUTO	Startet	36 %	49,3 °C	35,2 °C	77,8 °C	36,4 °C
VA06	003.EKL.321	Bygning 3	AUTO	Startet	53 %	49,0 °C	41,0 °C	74,1 °C	40,9 °C
VA07	003.EKL.321	Bygning 3	AUTO	Startet	35 %	48,7 °C	32,1 °C	73,9 °C	32,0 °C
VA08	013.EKL.004	3 Klasse hus	AUTO	Startet	51 %	53,7 °C	37,3 °C	74,3 °C	37,2 °C
VA09	007.EKL.705	Radiator	AUTO	Startet	46 %	63,2 °C	34,6 °C	59,1 °C	32,4 °C
VA10	006.EKL.604	Radiator Bygning 6	AUTO	Startet	27 %	57,5 °C	36,4 °C	77,0 °C	37,0 °C
VA11	007.EST.750	Radiator Bygning 7	AUTO	Startet	31 %	48,2 °C	25,8 °C	72,9 °C	36,2 °C
VG01	007.EKL.705	Gulvvarme	AUTO	Startet	100 %	27,0 °C	25,6 °C	44,1 °C	24,5 °C

Data til Data Warehouse

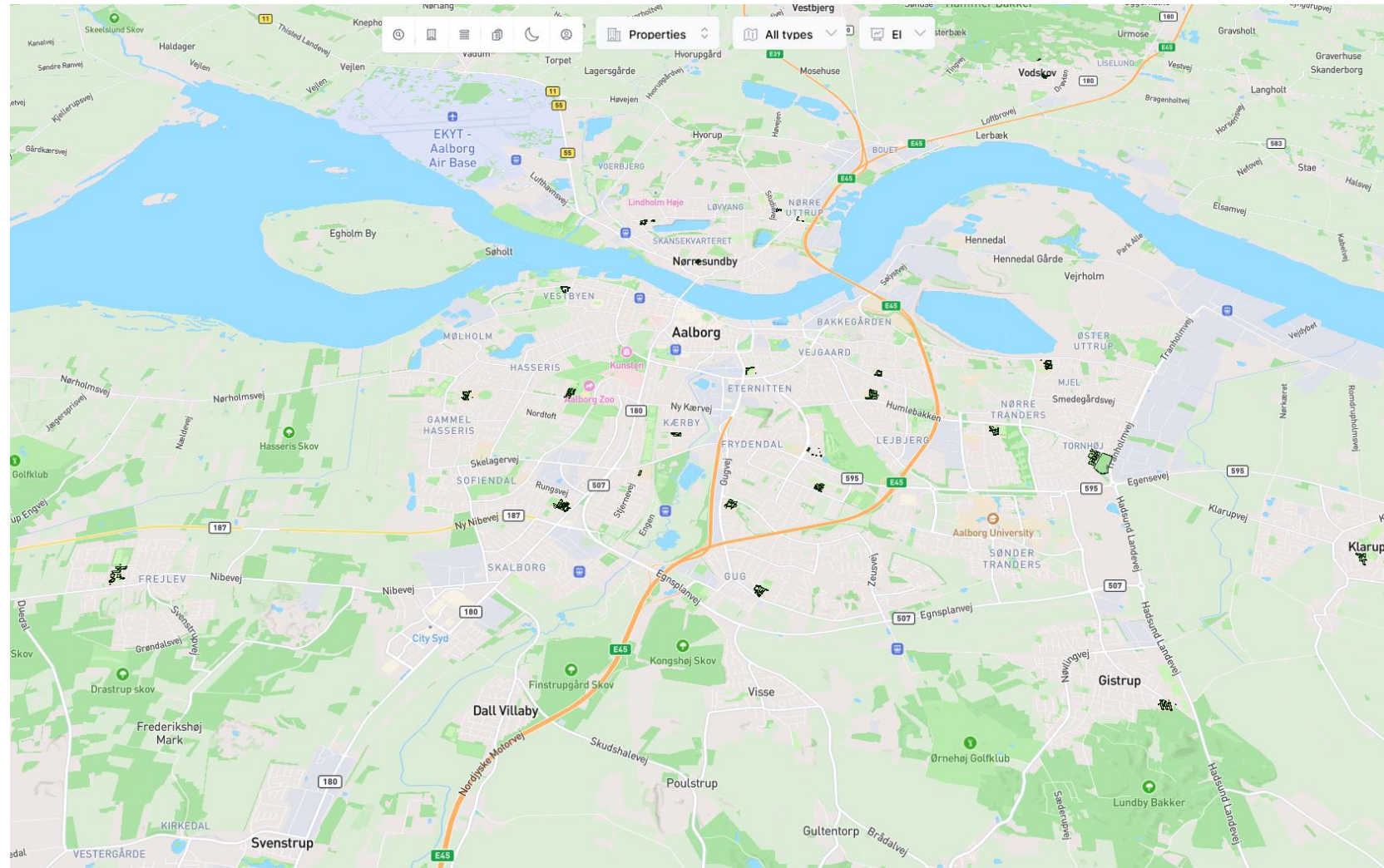
# Vi samler alle data i et system

Man bestemmer selv hvordan forside og sider skal opsættes, og der kan linkes til alt, og data kan deles på tværs af systemer. Endvidere er det nemt at linke til andre sider og API'er. Microsoft Fabric er bygget til dette.

Der kan endvidere let laves ESG-rapportering når man har alle måledata.



# Power BI kan bruges til at vise bygninger, eller bruges som EMS-system



# Indeklima og varmeforbrug

Fig 1a: Energiforbrug (varme) - fordeling (1 år)

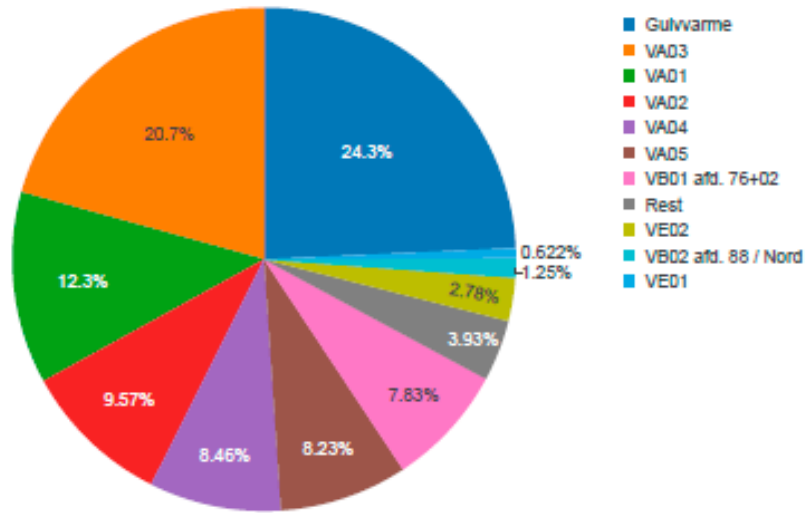
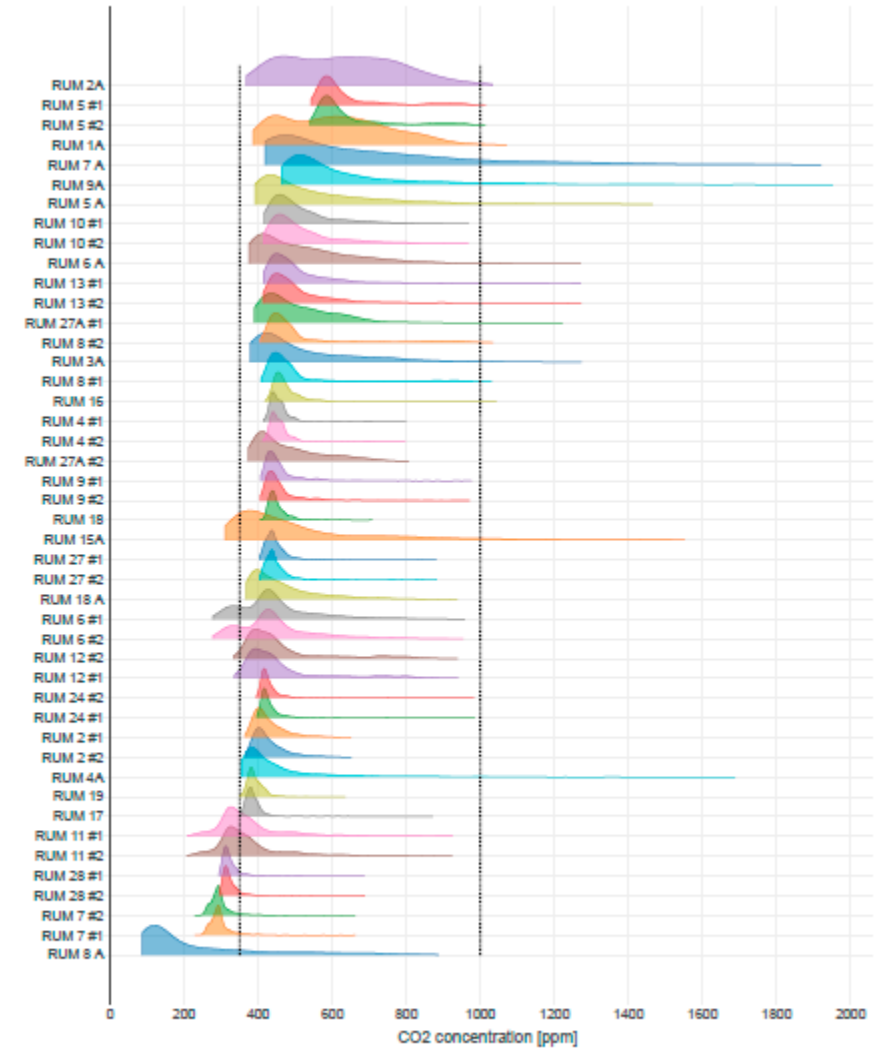


Fig 8: Indeklima - CO2



Hvilke bygninger bruger mest energi, vand eller CO2

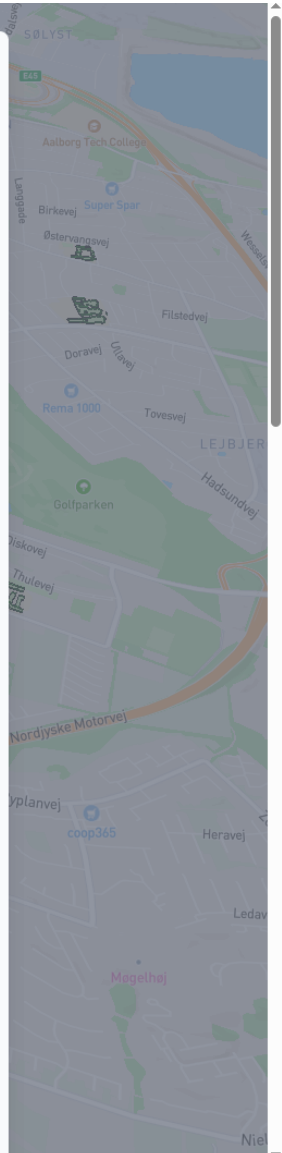
### BUILDINGS

Alle bygninger rangeret efter det valgte forbrug i den valgte tidsperiode.

Quick search  Properties Schools EI 01-11-2024 to 01-01-2025

✓ EI  
Varme  
Vand  
CO2

Name ^	Address		Consumption per person	Consumption per area	Total consumption
Byplanvejens Skole	Byplanvej 2, 9210 Aalborg SØ		41.442 kWh/person	1.413 kWh/m <sup>2</sup>	11023.7 kWh
Egebakken	Gennem Bakkerne 3, 9310 Vodskov	School	83.348 kWh/person	12.36 kWh/m <sup>2</sup>	7918.02 kWh
Ellidshøj Skole	Ny Skolevej 2, 9230 Svenstrup J	School	52.786 kWh/person	2.054 kWh/m <sup>2</sup>	3114.39 kWh
Farstrup Skole	Nymøllevej 116A, 9240 Nibe	School	57.574 kWh/person	2.158 kWh/m <sup>2</sup>	8233.11 kWh
Ferslev Skole	Rævedalsvej 5, 9230 Svenstrup J	School	84.197 kWh/person	3.535 kWh/m <sup>2</sup>	24501.27 kWh
Filstedsvejens Skole	Filstedvej 16, 9000 Aalborg	School	73.451 kWh/person	3.448 kWh/m <sup>2</sup>	46127.42 kWh
Frejlev skole	Frejlev Skolevej 7, 9200 Aalborg SV	School	97.176 kWh/person	4.599 kWh/m <sup>2</sup>	53155.3 kWh
Gandrup Skole	Bredgade 5, 9362 Gandrup	School	70.561 kWh/person	10.148 kWh/m <sup>2</sup>	25542.99 kWh
Gistrup Skole - Afd. Fjellerad	Hålsvej 4, 9260 Gistrup	School	118.437 kWh/person	4.602 kWh/m <sup>2</sup>	9830.29 kWh
Gistrup Skole - Afd. Gistrup	Hadsundvej 406, 9260 Gistrup	School	38.162 kWh/person	3.909 kWh/m <sup>2</sup>	29537.62 kWh
Gl. Hasseris Skole	Mester Eriks Vej 57, 9000 Aalborg	School	38.869 kWh/person	4.774 kWh/m <sup>2</sup>	31755.66 kWh
Gl. Lindholm Skole	Lindholmsvej 65, 9400 Nørresundby	School	76.181 kWh/person	5.63 kWh/m <sup>2</sup>	46698.74 kWh
Grindsted Skole	Uggerhøllevej 4, 9310 Vodskov	School	77.429 kWh/person	4.69 kWh/m <sup>2</sup>	7123.46 kWh
Gudumholm Skole	Aagade 72, 9280 Storvorde	School	90.213 kWh/person	2.357 kWh/m <sup>2</sup>	12629.79 kWh
Gug Skole	Solhejsvej 2, 9210 Aalborg SØ	School	40.796 kWh/person	4.988 kWh/m <sup>2</sup>	37450.81 kWh



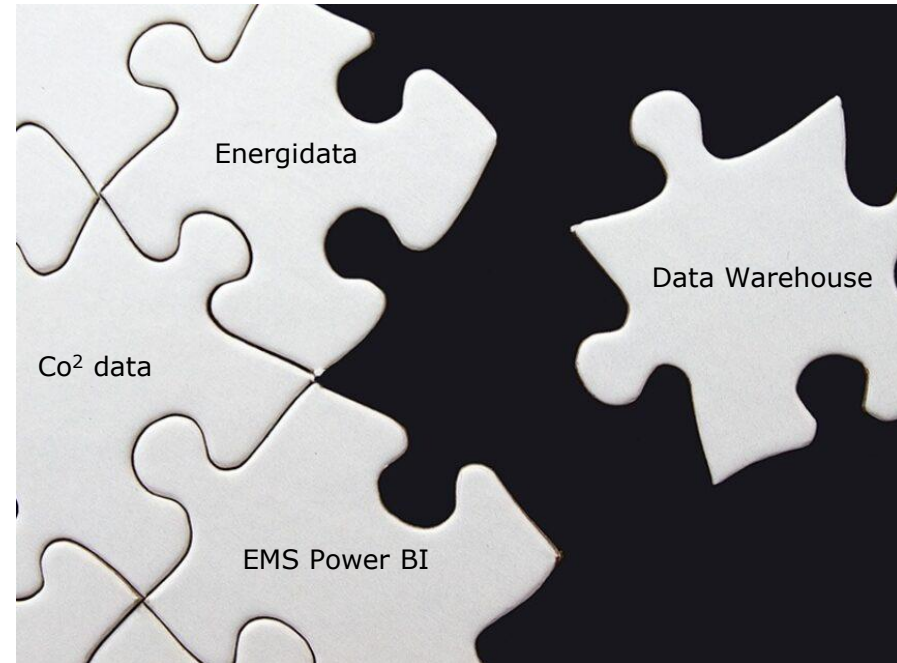
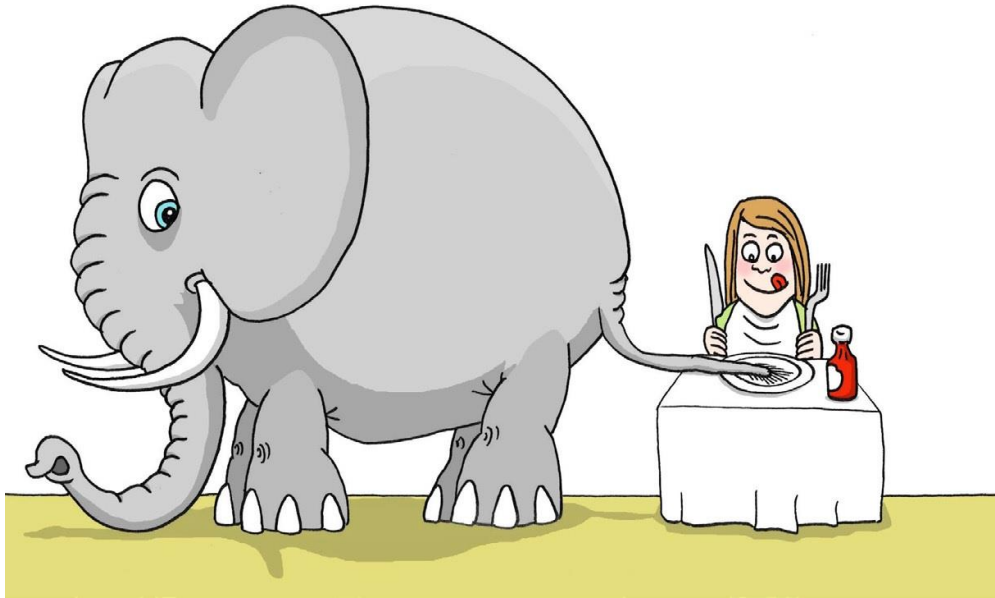
RAMBOLL

USD/RUB -0.40%

DAN 09:52 14-03-2025



# Hvordan spiser man en elefant?



I små bidder

EMS-system EI, vand og varme  
Indeklima-data  
Udeklima-data  
Driftsbudget på de enkelte bygninger DKR.  
EI-priser fra Nordpool  
Solcelledata  
O.S.V.

**RAMBOLL**

Bright ideas.  
Sustainable change.

# Rentabilitetberegning

## Grønnegårdsvej 15, 1870 Frederiksberg C



**RAMBOLL**

Bright ideas.  
Sustainable change.

### Gælder kun, hvis det er økonomisk rentabelt og teknisk gennemførligt

Der skal i alle nye bygninger med et varme- eller kølebehov, der overstiger 290 kW installeres bygningsautomatik, som opfylder de overordnede krav i bygningsreglementets kapitel 3.

I eksisterende bygninger skal der installeres bygningsautomatik, hvis det er økonomisk rentabelt og teknisk gennemførligt. I BR18 er rentabilitetskravet sat til 15 år, dvs. der skal etableres bygningsautomatik, hvis omkostningerne ved etablering af automatikken tjenes hjem af besparelserne på under 15 år (dvs. ved besparelserne ved reducerede energiomkostninger, reducerede personale- og vedligeholdelsesomkostninger osv). Det kræver en beregning at afgøre dette, se cases i denne guide.

# Grønnegårdsvej 15

Panel bygning 1-11 sidebar

Schneider Electric  
EcoBuilding  
Udetemperatur: 5.8 °C

Bygning 1-11

Dyrflægevej  
Ridebanevej  
Grønnegårdsvej  
Stigbøjlen  
Søndre Sti  
Nordre Sti  
Bulowsvej  
Thorvaldsensvej

Funktionsbeskrivelser

- 781-11-01=AIAxx AIA Overvågning
- 781-11-01=PB01 Brøndalarm
- 781-11-01=RAD01 Varmeblandesløjfe
- 781-11-01=VVB01 Varmt brugsvands ventil
- 781-11-01-A013-01-CTS System overvågning

1-36 1-39 1-10 1-34

1-71 1-72 1-73 1-09 1-74 1-20 1-35

1-82 1-61 1-62 1-64 1-11 1-63 1-17

1-04 1-05

1-40 1-18 1-03 1-02

1-06 1-01 1-19

= Science bygninger

20.01.2025 14:55

## Implementering af et nyt CTS-anlæg for en ejendom med dårlig- eller ikke virkende CTS

Beregningen anvender den aftalte energireducering med kunden på 15% ved implementering af et CTS-anlæg, hvis der ikke er et CTS-anlæg i forvejen. Det skal fremhæves, at erfaringer viser, at hvis en bygningsejer vælger at centralisere og digitalisere sine bygningsmassers tekniske processer, kan bygningsejer lave en reducere mellem 15 - 20% af sine vedligeholdelsesomkostninger. Beregningen tager udgangspunkt i den samlede entreprisesum.

Entreprisesum: 150.000 kr.

Gennemsnit skønnet elpris: 1,8 kr./kWh

Skønnet fjv. Pris: 0,89 kr./kWh

Besparelse ved implementering af CTS-anlæg: 15%

Skønnet varmebesparelse: - kWh/året 15 % af 46.199 kr. = 6.929 kr.

Skønnet Elbesparelse: - kWh/året (ikke aktuelt da vi ikke har ventilation)

Skønnet samlet energibesparelse 15% af 46.199 kr. = 6.929 kr.

Skønnet samlet energibesparelse: 6.929 kr./året ved CTS-anlæg levetid: 15 år

Rentabilitetsberegning  $6.929 \text{ kr.} \times 15 \text{ år} / 150.000 \text{ kr.} = 0,692$

Vedligeholdelsesomkostninger/personale: 9.450 kr./året Mål for rentabilitet >1,33

Samlet besparelse  $9450 + 6467 = 15.917 = 15.917 \times 15 / 150.000 = 1,59$  rentabelt > 1,33

Årlig besparelse i kr. x Levetid i år = Rentabilitet  
Investering

6.467 kr. x 15 år = 0,692 Ikke rentabelt  
150.000

**Vedligeholdelsesomkostninger/personale**

450 kr. besparelse for hvert CTS-punkt

11 CTS-punkter i en varmtvandsanlæg

10 CTS-punkter i en blandesløjfe

Beløb = 9.450 kr.

**RAMBOLL**

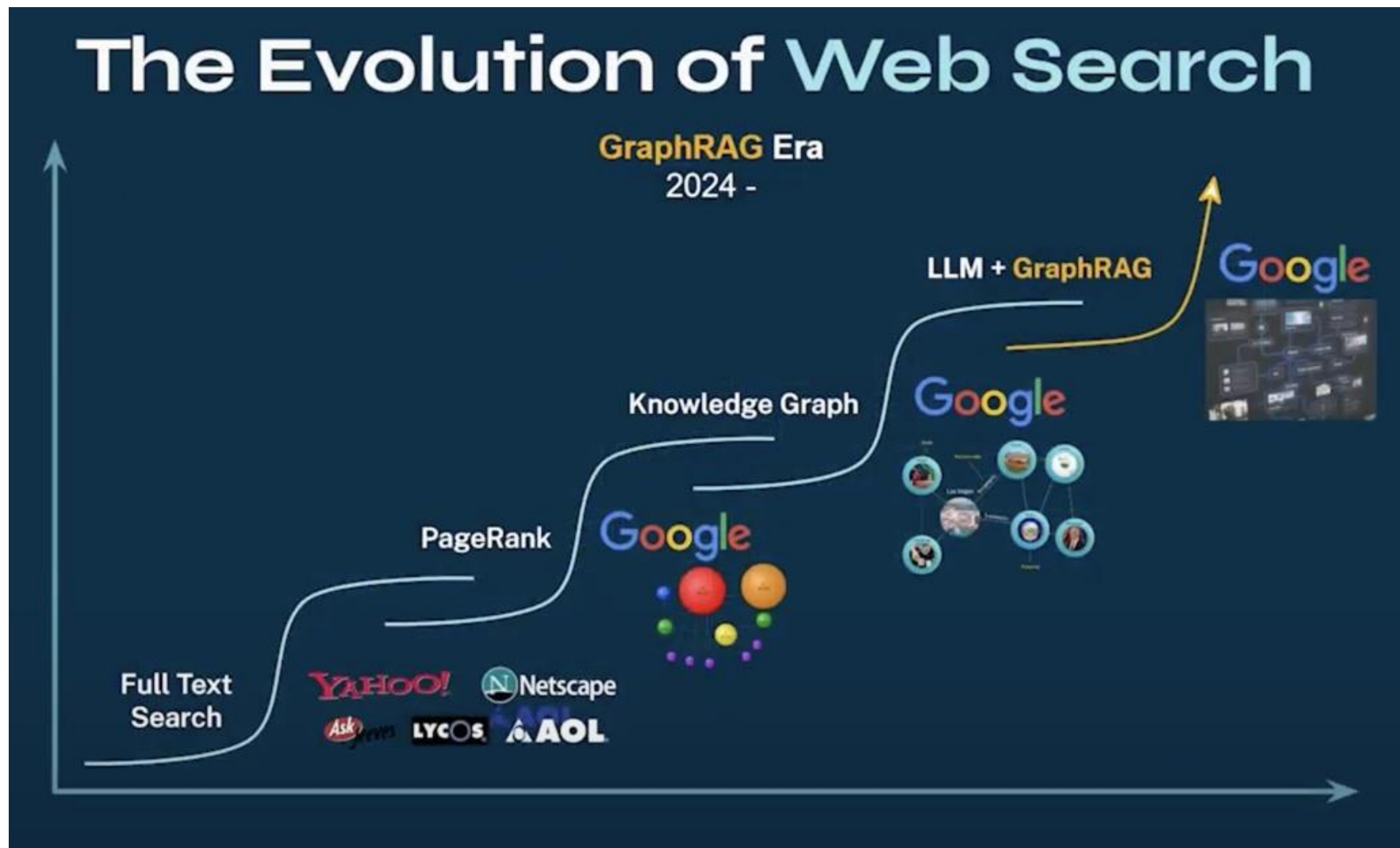
Bright ideas.  
Sustainable change.

Hvad fik Google ud af, at samle data – Internettet, Analyse, Teknologi Udvikling ...

Step Back



Let's  
sum up



RAMBOLL

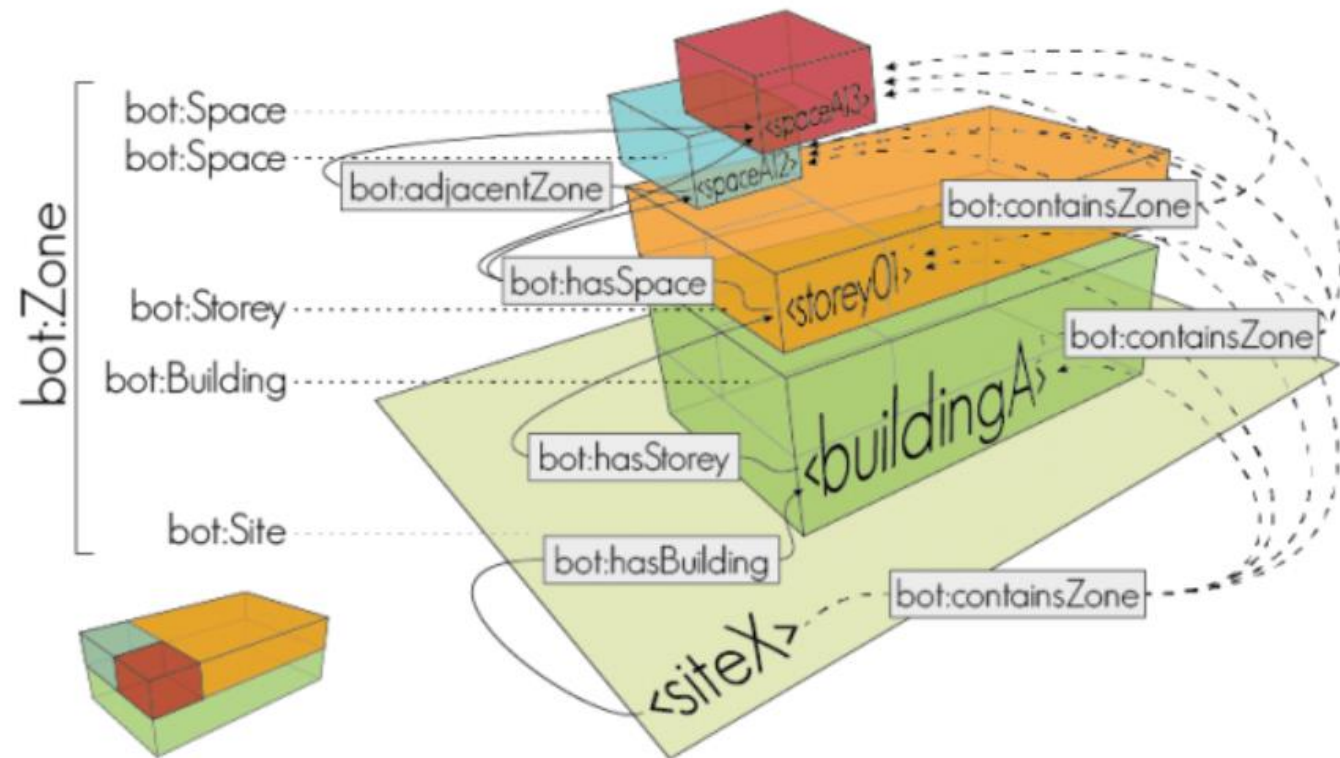
Bright ideas.  
Sustainable change.

Ontologier (semantics, tagging, metadata etc.) det skal ikke være problemet

-indbyg fleksibilitet og se fremadrettet

-og man skal ikke være religiøs omkring Ontologier ...

Teknologierne giver mulighed for dette



## Problemer med flere systemer og spredning af data ...



HYBRID – PropTech App + Data Centralisering / Data Analyse / Ejerskab / Balance ...

