



Ballerup Town Hall

Energy efficiency improvements according to Total Concept method



Ordered by: Ballerup Kommune, Dan Kjærulf

Project carried out by: Ramboll Denmark A/S

Date: 28.09.2015

This report template has been developed as part of the project “The Total Concept method for major reduction of energy use in non-residential buildings”, supported by Intelligent Energy Europe Programme. Contract number: IEE/13/613/SI2.675832
Project webpage: www.totalconcept.info

Version 1.1- October 2014



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

Disclaimer

The sole responsibility for the content of this publication lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union. Neither the EACI nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.

Table of content

1	Background	4
2	Project scope and methodology.....	4
3	Current situation with the building and its technical systems	5
3.1	Building and its layout.....	5
3.2	The use of the building.....	7
3.3	Indoor climate.....	7
3.5	Building envelope.....	8
3.4	Technical systems.....	11
3.4.1	Ventilation	12
3.4.2	Heating	14
3.4.3	Cooling	14
3.4.4	Lighting	14
3.4.5	Machines.....	15
3.4.6	Water supply and domestic hot water.....	15
3.4.7	Control and monitoring system(s) for technical installations.....	15
4	Energy and resource use.....	17
4.1	Energy and resource use statistics	17
4.2	Energy end-users and baseline for energy performance improvements	17
5.	Identified energy saving measures	19
	Following measures are not seen as potential energy saving measures	19
5.1	Exchanging windows.....	20
	Description of concept and technical assumptions.....	20
	Results - energy	20
	Results - economy	20
	Additional comments	21
5.2	BMS optimization	22
	Description of concept and technical assumptions.....	22
	Results - energy	22
	Results - economy	22
	Additional comments	22
5.3	Photovoltaic	23
	Description of concept and technical assumptions.....	23
	Technical assumptions and results	24
	Results - energy	24

Results - economy	24
Additional comments	24
6 Action package based on Total Concept method.....	25
6.1 Input data for profitability calculations.....	25
7 Conclusions.....	28
Appendix 1. Input data for energy simulations.....	29
Appendix 2. Input data for energy saving measures.....	29

1 Background

As part of a renovation project it is attractive to look at potential energy saving measures and thereby obtaining a better energy-attractiveness of the building.

The main objective of the renovation work for the property owner is to investigate the building, and the potential of changing the windows in façade and investigating the new technical systems.

2 Project scope and methodology

The aim of this project has been to carry out Step 1 of the Total Concept method¹ and form a package of measures for energy efficiency improvements in the Ballerup Town Hall building. The work is based on the following key activities included to the Step 1 of the Total Concept method:

- Gathering of basic information about the building and compiling technical data.
- Energy audit and identification of energy saving measures.
- Investment cost estimations.
- Energy calculations.
- Profitability calculations and the creation of an action package.

Following background information received from Ballerup Kommune: Dan Kjærulff and OBH Ingeniørservice A/S: Jes Bøgelund from the auditing on site has been used in this project:

- Building drawings (architectural drawings, structural drawings, HVAC drawings)
- Building permit documents
- Operating and maintenance instructions
- Access to the BMS system to get the operating parameters of the HVAC systems

¹ Details of the Total Concept method can be found from: "The Total Concept method. Guidebook for implementation and quality assurance". 2014, www.totalconcept.info

- Annual energy statistics for district heating for the period of 2012, -13 and -14 (e.g. measured values and/or values corrected to normal year)
- Annual energy statistics for electricity for building operation for the period of 2012, -13 and -14.
- Annual energy statistics for electricity for the different tenants for the period of 2012, -13 and -14.
- Annual statistics for water use for the period of 2012, -13 and -14
- Report from building energy certification
- Interviews with the tenants, buildings' technical manager and property manager

An in-depth energy audit has been carried out on site by Niels Radisch in the period of end 2014 and January 2015 and further work based on direct contact with Ballerup Kommune: Jan Kjærulff.

An energy balance of the building has been simulated with the help of a simulation tool Integrated Environmental Solutions (IES). The investment cost calculations are based on Total tool.

The report is divided into the following sections:

- Current situation of the building and its technical systems
- Energy and resource use
- Identified energy saving measures
- Action package based on Total Concept method
- Conclusions

3 Current situation with the building and its technical systems

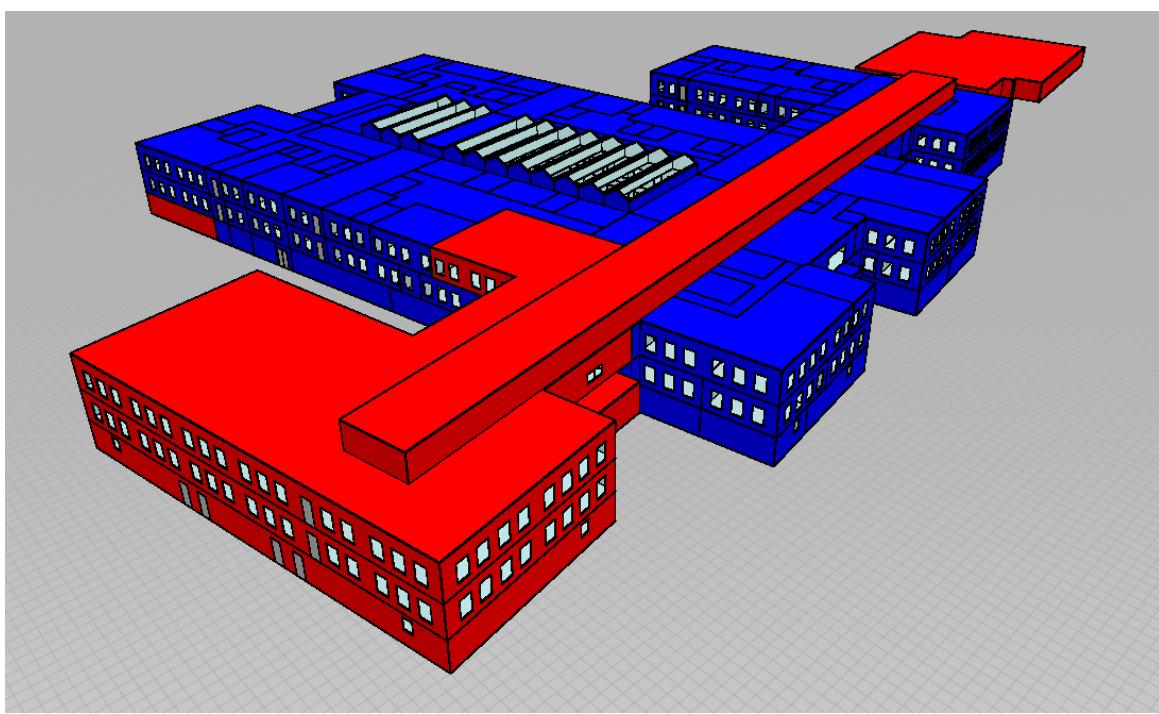
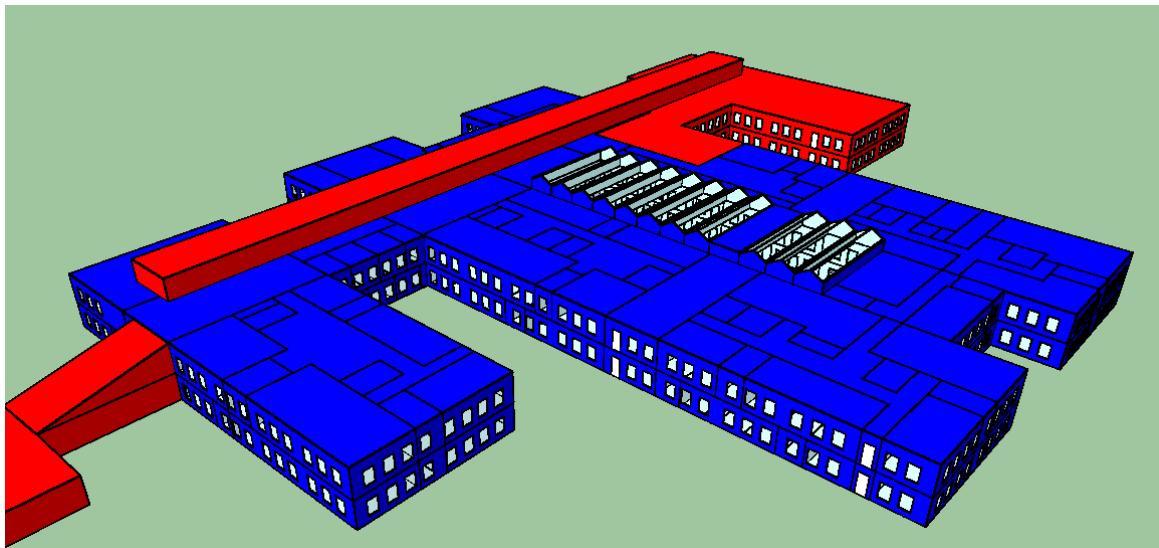
3.1 Building and its layout

The building Ballerup Town Hall owned by Ballerup Kommune is located at Hold-an vej 7, 2750 Ballerup, Denmark. BBR area is 16,321 m². Simulated heated area is 16,414 (1% deviation)

The building is divided into 6 sections F1, F2, F3, M1, M2 and M3 on the ground floor. (only a small part of M3 is included in the simulation). The layout of ground and 1st floor consists of a mixture of mainly offices and meeting rooms. Basement is heated, and consists mostly of archives and depots. In the centre of the building there is an atrium.

The building was built in 1975, and was renovated in 2009 – 2010, where the inner courtyard was converted into a heated atrium.

Heating system is with radiators. Ventilation is with VAV with chilled inlet air.
Additionally chilled beams are installed.



3.2 The use of the building

The building is used as a common office building consisting mainly of offices and meeting rooms. For the diverse room types the following internal loads is used for simulating:

Table 1: Internal loads

Room Category	Room type	Area (m ²)	Max no. of persons	People (m ² /pers)	Equipment (W/pers)	Equipment (W/m ²)	Lighting (W/m ²)
Office/ Meeting	Office	1200	150	8	100	12,5	2,1
	Large office	2986	430	7	100	14,0	2,1
	Meeting	1769	600	3	40	13,3	4,4
	Mayor meeting hall	143	50	3	40	13,3	5,2
Secondary functions	Atrium	625	-	-	-	-	1,8
	Basement archive+depot	3341	-	-	-	-	2,1
	Corridor	4884	-	-	-	-	2,1
	Gym	171	-	-	-	-	4,5
	IT	425	-	-	-	-	4,5
	Kitchen	48	-	-	-	-	3,46
	Sauna	21	-	-	-	-	4,5
	Secondary Rooms	681	-	-	-	-	2,1
	Shaft	167	-	-	-	-	0
	Stairs	299	-	-	-	-	2,1
	Tech.	59	-	-	-	-	4
Total		17.092					

Specific daily and weekly load profiles are given in the following table:

3.3 Indoor climate

According to NHR-report (Appendix 1.06) the following was observed on indoor climate:

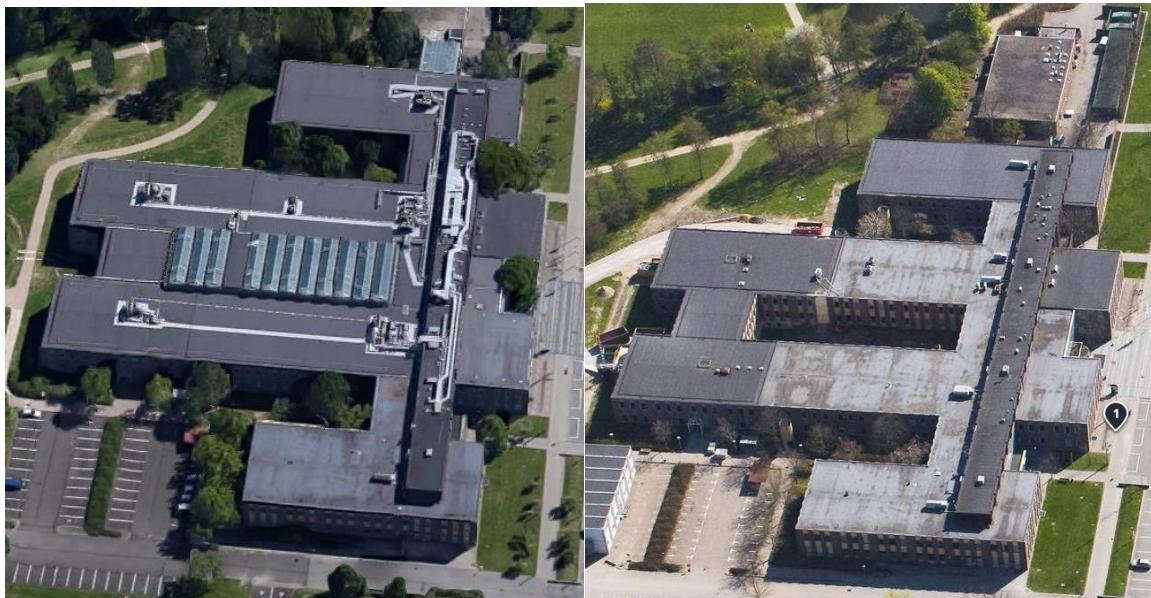
- The building seems to have a rather high air-leakage. The cause may be from connections and joints in the modular facades. During winter there has been reported draft through the façades. The west-façade has draft issues from doors.
- There is to some extent reported discomfort due to the chilled beams.
- It was reported that during summer (2013) the rooms in general were too hot.

3.5 Building envelope

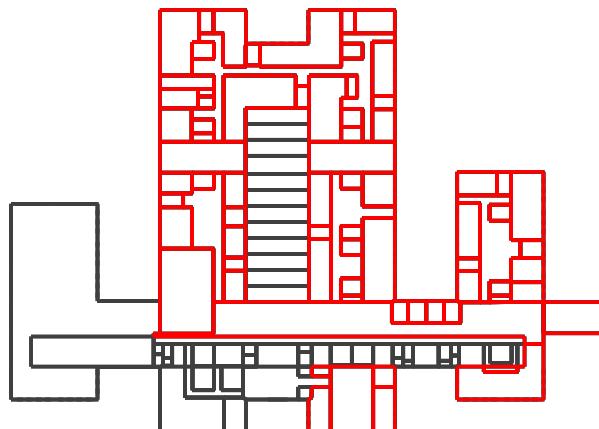


Picture taken from Google Maps on the 28th of April 2015.

Flat roof renovated has 400mm insulation while non-renovated flat roof has 200mm insulation. Renovated and non-renovated roof is estimated from pictures taken before and after renovation:



Picture to the right taken from KRAK.dk (date unknown) and picture to the left taken from Google Maps on the 28th of April 2015.



The red area is renovated roof, while the black area is non-renovated.

Element walls are around 250mm thick with 50mm insulation. Light outer wall for roof house is with 100mm insulation and steel walls. Element walls between heated room and outside is 250mm elements with 50mm insulation.

The simulations are done with an assessment of the structure. The wall is simulated with 50-50 of steel wall and sandwich element wall. This results in an average U-value of 0.35 W/m²K.

Light wall in canteen is constructed with 100mm insulation.

Windows/glass doors are 2-layer thermo windows. Non-glass doors are isolated.

Ground slab is constructed as concrete without any insulation.

Basement outer wall above and below ground is constructed with 300-350mm concrete without insulation.

Basement floor is non-isolated concrete slab.

In the simulation the following parameters are therefore used:

Facade, roof and floors:

- Façade, steel wall/sandwich element: $U = 0.35 \text{ W/m}^2\text{K}$
- External Basement wall: $U = 0.66 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Basement floor: $U = 0.16 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Floor slab: $U = 0.27 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Flat Roof - renovated: $U = 0.07 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Flat Roof – not renovated: $U = 0.14 \text{ W/m}^2\text{K}$

Windows and doors:

The thermo window is expected to have lost any kind of gass in the cavity (like argon). It is therefore estimated to have air in the cavity of 16mm.

Windows:

$U_w = 2.93 \text{ W/m}^2\text{K}$

$gg = 0.71$

$LT = 0.83$

Skylights:

$U_w = 1.87 \text{ W/m}^2\text{K}$

$gg = 0.63$

$LT = 0.59$

Doors:

- Glass doors: $U = 2.93 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Isolated doors: $U = 0.14 \text{ W/m}^2\text{K}$

Solar shading:

Manually controlled outside roller blinds. Solar factor 0.4. According to NHR-report they are probably activated too late.

Infiltration

Infiltration is not known. Based on the buildings age and façade, infiltration is set to 0.85 $\text{l}/(\text{s}\cdot\text{m}^2 \text{ facade})$ or 0.29h^{-1} as average for whole building façade.

3.4 Technical systems

Technical systems are given in the table below.

Table 2: Ventilation, cooling and heating

Room Category	Room type	Ventilation/Cooling	Heating
Office/ Meeting	Office	VAV + chilled beams	Radiator
	Large office	VAV + chilled beams	Radiator
	Meeting	VAV	Radiator
	Mayor meeting hall	VAV	Radiator
Secondary functions	Atrium	Air supply	Heated Floor
	Basement archive+depot		Radiator
	Corridor	VAV + chilled beams	Radiator
	Gym	VAV	Radiator
	IT	VAV + chilled beams	Radiator
	Kitchen		Radiator
	Sauna		
	Secondary Rooms	VAV	None
	Shaft	None	None
	Stairs		Radiator
	Tech.		None
	WC	Exhaust	Radiator

For the sake of simulations, a simplification of the systems has been made:

System 1 – VAV, Cooling and Heating
Large Offices
Offices
Corridors
IT
System 2 – VAV and Heating
Meeting Room
Mayor Meeting Hall
Secondary Room
Gym
WC
System 3 – Heating
Atrium
Basement Archive

Basement Depot
Kitchen
Sauna
Stairs
Technical

3.4.1 Ventilation

The building is fully mechanically ventilated. In 2009-2011 the ventilation units and ducts were exchanged. The system is pressure controlled, with central cooling cooling coils. The units are BMS controlled and with heat recovery.

The building ventilation system consists of 12 Fläckt IV Flexomix VAV-systems with an average heat recovery of 80.8% and SEL 1.97 kJ/m³. See table below. Toilets are with separate exhaust ventilation.

The atrium is naturally ventilated with solar shading.

Part of the basement is naturally ventilated through leakages.

Nr	Betjener		Placering	Afventemængde	Fabrikant	Type	SEL (kJ/m3)	Temp. virk. (%)	Power (kW)	Luft mængde Bestyrning (l/s)	Årstal	Styring
VE01	K+M	F1+M1	Stue+1.sal	Taghus	VAV	Fläckt	IV Flexomix	2,02	79,5	29	86,3	3639 VFL+KFL, VGV
VE02	K+M	F2+M2	Stue+1.sal (midt)	Taghus	VAV	Fläckt	IV Flexomix	1,75	81,2	22	72,4	306 VFL+KFL, VGV
VE03	K+M	F3+M3+M2(dele)	Stue+1.sal (midt)	Taghus	VAV	Fläckt	IV Flexomix	2,01	79,6	26,2	90,3	3611 VFL+KFL, VGV
VE04	Møde	F2+M1	Stue (vest)	Taghus	VAV	Fläckt	IV Flexomix	1,85	80,3	18,1	55,5	2389 VFL+KFL, VGV
VE05	Møde	F3	Stue+1.sal (vest)	Taghus	VAV	Fläckt	IV Flexomix	1,97	80,5	15,5	55,2	2139 VFL+KFL, VGV
VE06	Helsehus		Stue+1.sal	Taghus	VAV	Fläckt	IV Flexomix			0		VFL+KFL, VGV
VE07	Velfærd	F1	Kælder	Taghus	VAV	Fläckt	IV Flexomix	2,03	89,9	17,5	55,3	2250 VFL+KFL, VGV
VE10	IT+Trykkeri	F2	Kælder	Taghus	CAV	Fläckt	IV Flexomix	1,82	81,6	5,9	19,8	833 VFL+KFL, VGV
VE11	Gang mv	-	Kælder	Taghus	VAV	Fläckt	IV Flexomix	2,26	77,9	10,4	28,4	1194 VFL, VGV
VE12	Byrådssal, køk mv	F2	1.sal (vest)	Taghus	VAV	Fläckt	IV Flexomix	1,96	80,5	16,1	52,2	1806 VFL+KFL, VGV
VE13	K+M	T1 (F2+(M2 k) - Øst)	K-Stue+1.sal	Kælder	VAV	Fläckt	IV Flexomix	1,91	79,8	19,9	59	2528 VFL+KFL, VGV
VE25	K+M	F3+(M2 str+1)-Øst	K-Stue+1.sal	Kælder	VAV	Fläckt	IV Flexomix	2,12	78,2	24,9	69,8	2917 VFL+KFL, VGV
VE26	Avg. or SUM							1,97	80,82	205,50	644,20	23611
VE_Atr. VE27 (AHU27)	Atrium		Stue	Kælder	VAV	Fläckt	IV Flexomix	0,75 (0,86)	86,1 (86,1)	-		2222 VFL, kun indbl.
VE_Køk	Køkken	F2+vest	1. sal	Teknikhus syd	VAV	Exhausto	VEX170 HRCCLW					VFL, VGV
	Kælder			Øvrige rum	naturligt ventilerede gennem utæthedet (dvs. ingen ventilation)							

3.4.2 Heating

Utility is district heating. The main heating system consists of radiators with local manual thermostats. Pumps are of newer type Magna or UPE. In the atrium a heated floor is installed. It is installed with a 2-string system for distribution. Supply temperature is controlled by outside temperature and wind.

For the simulation heating in the different rooms is estimated upon an effect pr. m² in one of the more critical rooms on each floor. The effect needed for heating is found by a heat loss calculation and it is assumed that the summation of the heat loss and heat gain from heating needs to be zero. Heat loss calculations, and thereby heating power for the floor, is done with the following rooms:

• Basement	F2.00.10_B.Dep:	59 W/m ²
• Ground Floor	F3.01.58_L.Off:	10 W/m ²
• 1st Floor	F3.02.58_L.Off	40 W/m ²

3.4.3 Cooling

The comfort cooling is done with chilled beams, type Lindab, controlled by BMS. Distribution of cold water is done with a 2-string system and 5 cooling mixing loops.

The cooling effect is contributed from 9 systems, placed on the roof. The average COP (EER) value is 3.44 and the total cooling effect is approximately 700 kW. The 9 systems are all from Uniflair. Four LRAC 180A, three ERAC 1222A and two ERAC 0721.

The two ERAC 0721 are placed in the basement for 40 kW cooling of server room.

3.4.4 Lighting

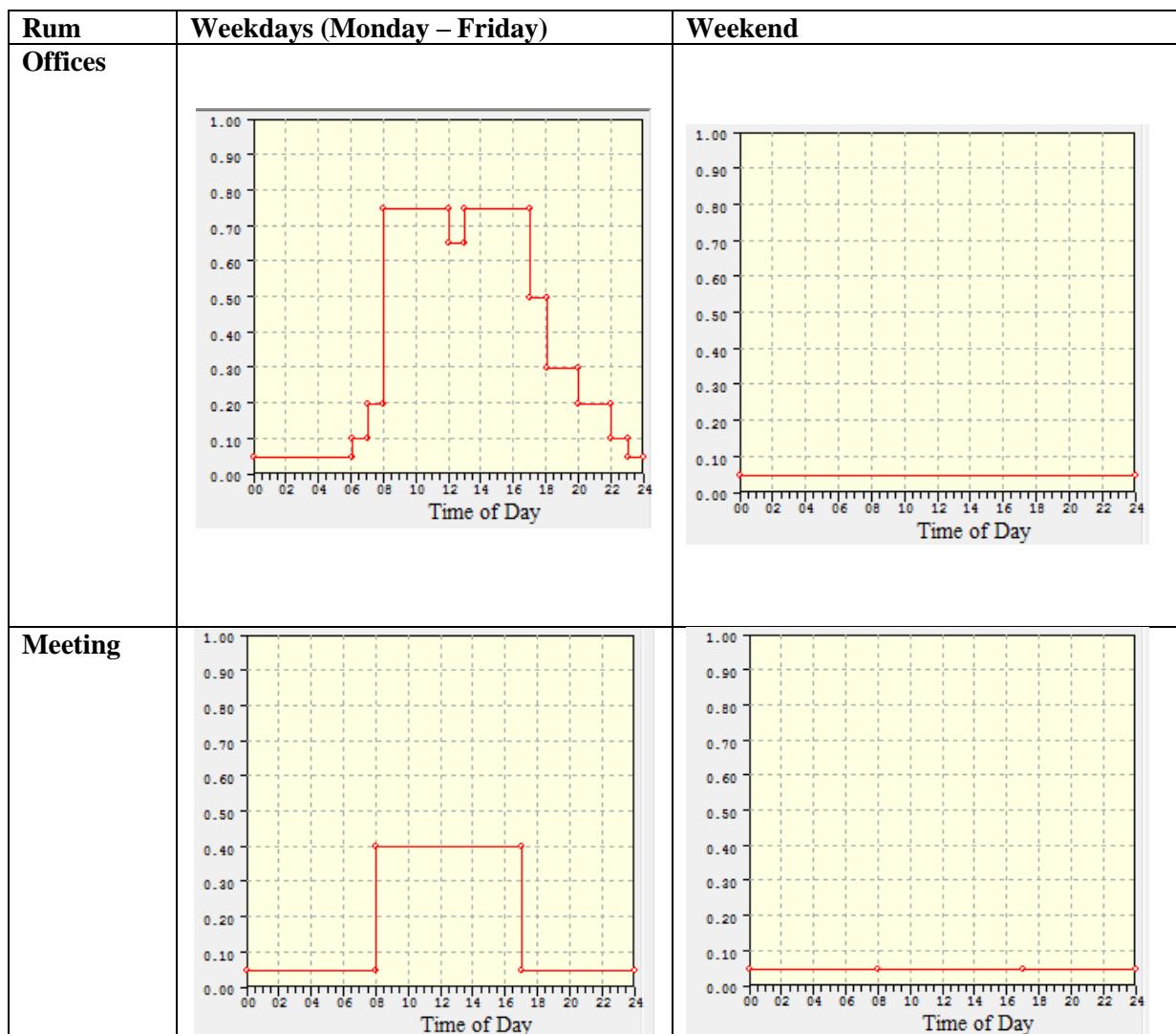
See Table 1 for lighting effect.

Lighting in offices, atrium and glazed corridors are with 28 W T5 tubes. In meeting rooms downlights integrated in ceiling with 28 W low energy bulbs.

Daylight control sensors are installed in Offices, Meeting Rooms, Corridors, Atrium, and renovated Basement. Mayor Meeting Hall and Basement is manually controlled, while lighting in WC's are installed with movement sensors.

3.4.5 Machines

Office equipment like computer, screen, extra lighting etc. is estimated to 100W/pers.



3.4.6 Water supply and domestic hot water

All piping for water supply and domestic hot water is done with 30mm insolation.

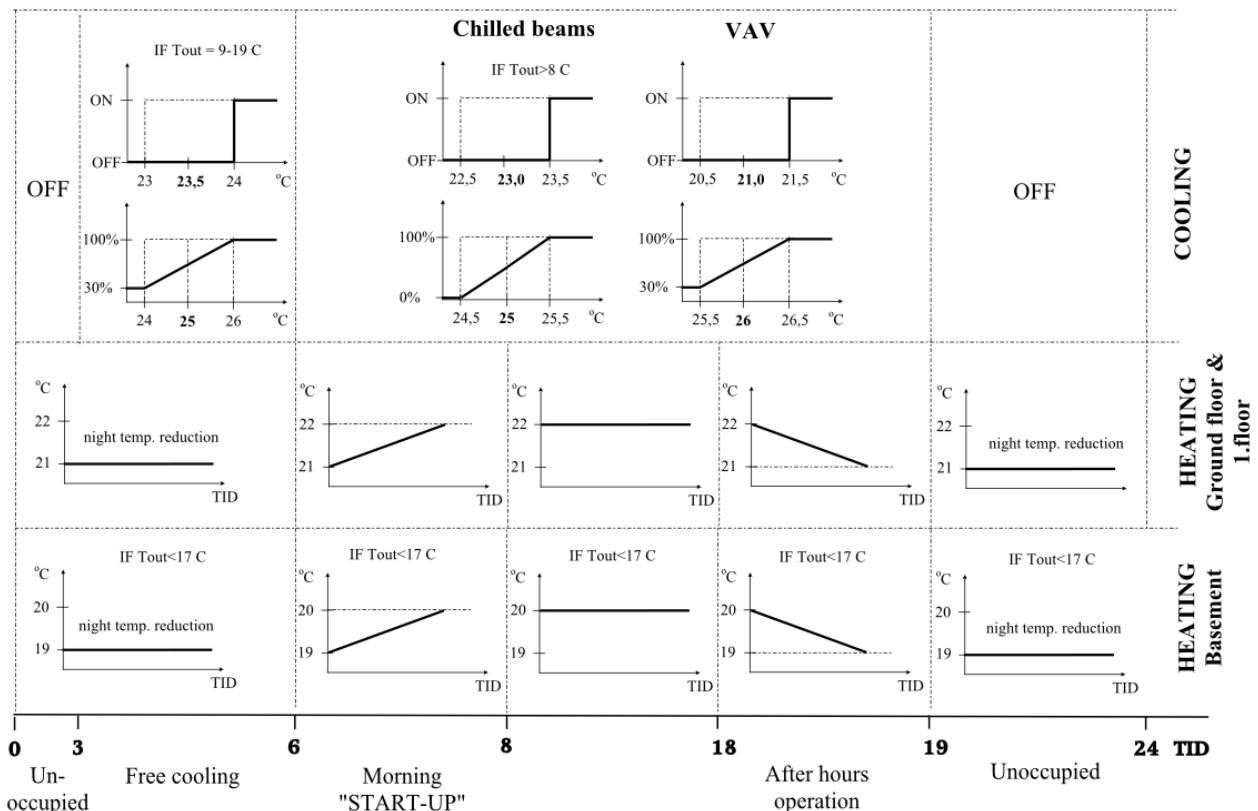
There are installed three hot water tanks. One new preisolated hot water tank of 263 liter in tech. house South, One preisolated hot water tank of 208 liter from 200 in roof house and one new preisolated hot water tank of 1000 liter in basement.

3.4.7 Control and monitoring system(s) for technical installations

Control and monitoring systems are described in 3.4.1 – 3.4.4.

BMS is type Schneider. All radiator valves are with thermostatic valves. There is an overall system which controls ventilation and cooling. Heating is without BMS, but manually controlled according to season and weather.

On the basis of BMS pictures and dialogue with the owner the following set point strategy is used in the simulations:



Set points in the simulation model are represented by air temperature. The sensed (operative) temperature for Ballerup Rådhus is $0.5^{\circ}C$ lower for winter and $0.5^{\circ}C$ higher for summer.

Heating

The air temperature set point for radiators is $22^{\circ}C$ (sensed temperature $21,5^{\circ}C$) during working hours and is gradually reduced during nighttime. The temperature of supply water is controlled by a thermometer placed outside the building. The heating system starts completely when outside temperature is over $17^{\circ}C$.

Ventilation

The room temperature is controlled by chilled beams in offices and VAV in meeting rooms. The air flow has variable supply air temperature. Between 3 and 6am there is free

cooling activated if air temperature in the reference room (located at level 0) is over 24 °C and the outside temperature is in the interval of 9-19 °C.

There is no CO₂ control in the room.

Supply air temperature varies with season and is set between 16 °C and 19 °C depending on outside temperature. For outside temperature below 5°C the inlet temperature is 19 °C and for outside temperatures over 21°C the temperature is 16°C.

Domestic hot water

There is a night setback for domestic hot water temperature – from 55°C to 50°C.

4 Energy and resource use

4.1 Energy and resource use statistics

Measured energy usage from 2012 – 2014 is given in the table below

Ballerup Town Hall, measured annual energy usage

	Heat MWh	Electricity (incl. server) kWh	Server rooms kWh
Year			
2012	828	1,498,500	-
2013	823	1,478,600	13,141
2014	863	1,622,600	385,677
	kWh/m ²	kWh/m ²	-
2012	51	92	-
2013	51	91	-
2014	53	99	-

Total BBR area 16,321 m²

4.2 Energy end-users and baseline for energy performance improvements

In the following the different energy end-users of the building are shown with their approximate contribution to the total energy use of the building.

The simulated energy end use is given in following figures (in MWh and in kWh/m²):

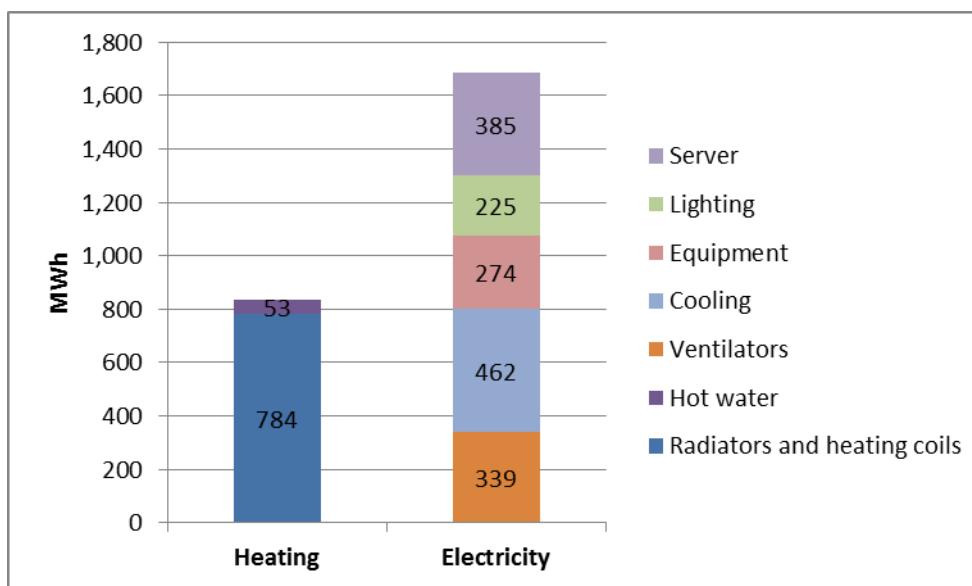


Figure 1. Energy end-use (MWh)

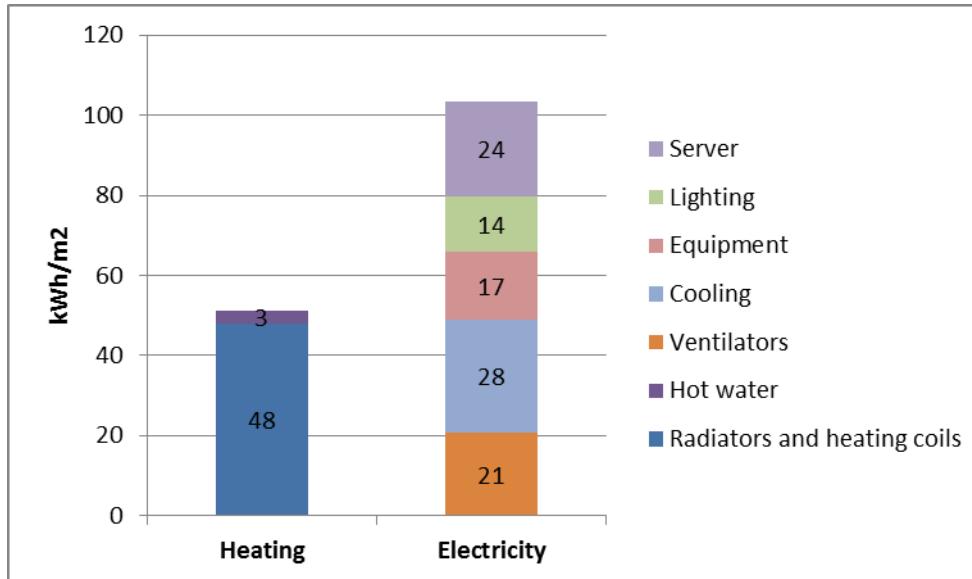


Figure 2 Energy end-use (kWh/m²)

Radiators and heating coils for ventilation make up the primary heating consumption.

The energy consumption for lighting, equipment and server room are **included** in the analysis and constitutes for the half of electricity consumption. Ventilation is approximately one fifth and cooling one third.

Based on information from energy account report there were following prices (exclusive of VAT) used:

- Heating: 0,55DKK/kWh (district heating)
- Electricity: 1,65DKK/kWh

As electricity is 2,5 times more expensive then heating, the correlation between energy consumption and energy cost is as following:

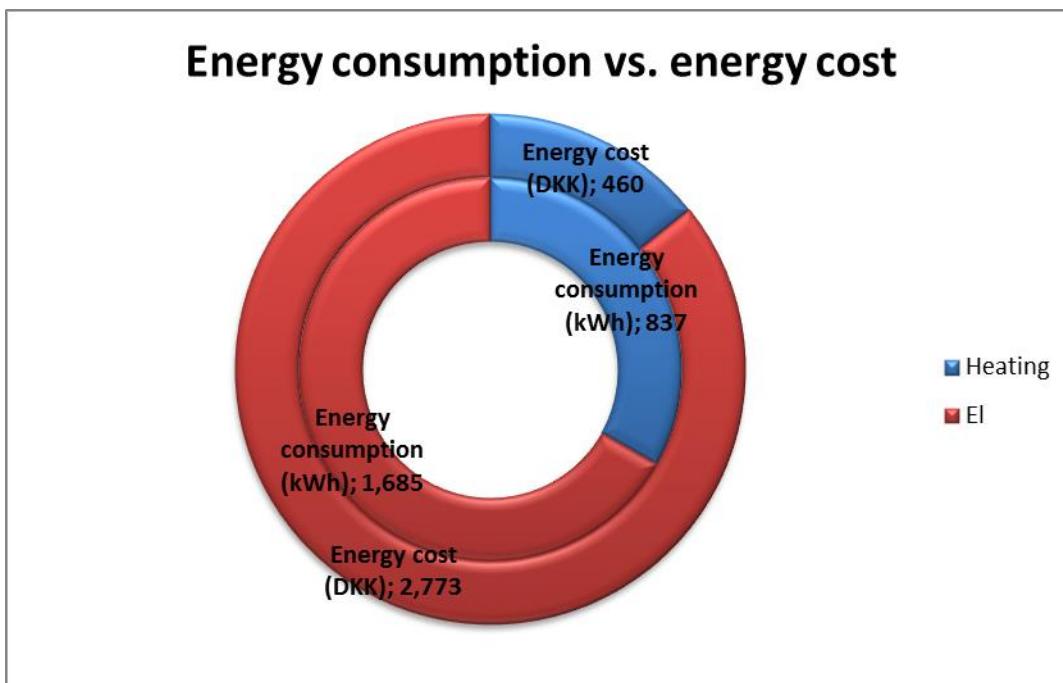


Figure 3 Comparison between energy consumption and energy cost (simulated scenario) – including tenants' energy consumption

Heating constitutes for 33% of energy consumption but only for 14% of energy cost. 67% of electricity consumption generates 86% of energy costs. Electricity consumption includes also tenancy energy consumption for lighting, equipment and server room.

Table 3 Energy consumption and cost – Case 0

	Energy consumption MWh	Cost DKK
Heating	837	460.000
Electricity	1685	2.773.000
Total	2522	3.233.000

5. Identified energy saving measures

The following measures were identified:

- 5.1 Exchanging windows
- 5.2 Optimization of BMS system, including heating, lighting, ventilation and solar shading
- 5.5 Photovoltaic

Following measures are not seen as potential energy saving measures

- Exchange of pumps – new pumps installed
- Ventilation units - new ventilation units installed
- Cooling system – chiller in a good condition and still with a satisfactory COP value
- Installed lighting effect is already rather low, and is not included as a potential energy saving measure.

5.1 Exchanging windows

Description of concept and technical assumptions

The concept assumes replacing all the windows. The existing external solar shading will not be replaced.

There is 810m² of fenestration and 3200m² of façade in the building.

The average U, LT and g-value for a new fenestration are as follows:

	Old windows	New windows
U-value (W/m ² K)	2,93	0,87
g-value (-)	0,71	0,51
LT (light transmittance, %)	71	71
Solar shading factor	0,4	0,4

It is also assumed that the infiltration rate will drop from 0,85 to 0,43 l/s per m² of façade.

The cost estimation includes following elements:

Element	Unit	Amount	Price per unit	Price
Scaffolding	m ²	3200	300	960.000
Removing the old windows, assembly of new windows and extra work (joint finish, lists, etc.)	pieces	380	2000	760.000
New windows	m ²	810	1800	1.458.000
Sum				3.178.000
Building site	9%			285.000
Diverse	10%			320.000
Total				3.783.000

Results - energy

Result	Value	Unit	Reduction
Reduction, Electricity	-24.000	kWh/year	-1%
Reduction, Heating	356.000	kWh/year	42 %

Results - economy

Result	Value	Unit
Estimated implementation costs	3.783.000	DKK
Yearly expenditure cut	156.000	DKK/year

Additional comments

The value for electricity is negative because during some periods temperature increases above the room set point what activates ventilation and cooling more often.

Implementation issues:

This is a very costly investment. Moreover the concept needs to be prepared together with a plan for employees' relocation during construction work.

5.2 BMS optimization

Description of concept and technical assumptions

The existing BMS system is not optimized. The upgraded BMS system will provide the necessary and more accurate controls required for the refitted building.

The changes in BMS system implemented in simulations are as following:

- Supply temperature dependent not only on the outside temperature but also on solar radiation
- Efficient control of night cooling
- Optimized temperature control that responds to tenants' demand
- Avoiding heating and cooling at the same time (better strategy for set points)

Results - energy

Result	Value	Unit	Reduction
Reduction, Electricity	120.900	kWh/year	7%
Reduction, Heating	67.000	kWh/year	8%

Results - economy

Result	Value	Unit
Estimated implementation costs	900.000	DKK
Yearly expenditure cut	236.000	DKK/year

Additional comments

The upgraded BMS system has to integrate heating and ventilation system (avoiding heating and cooling at the same time) .

Implementation issues:

Detailed description before implementation

5.3 Photovoltaic

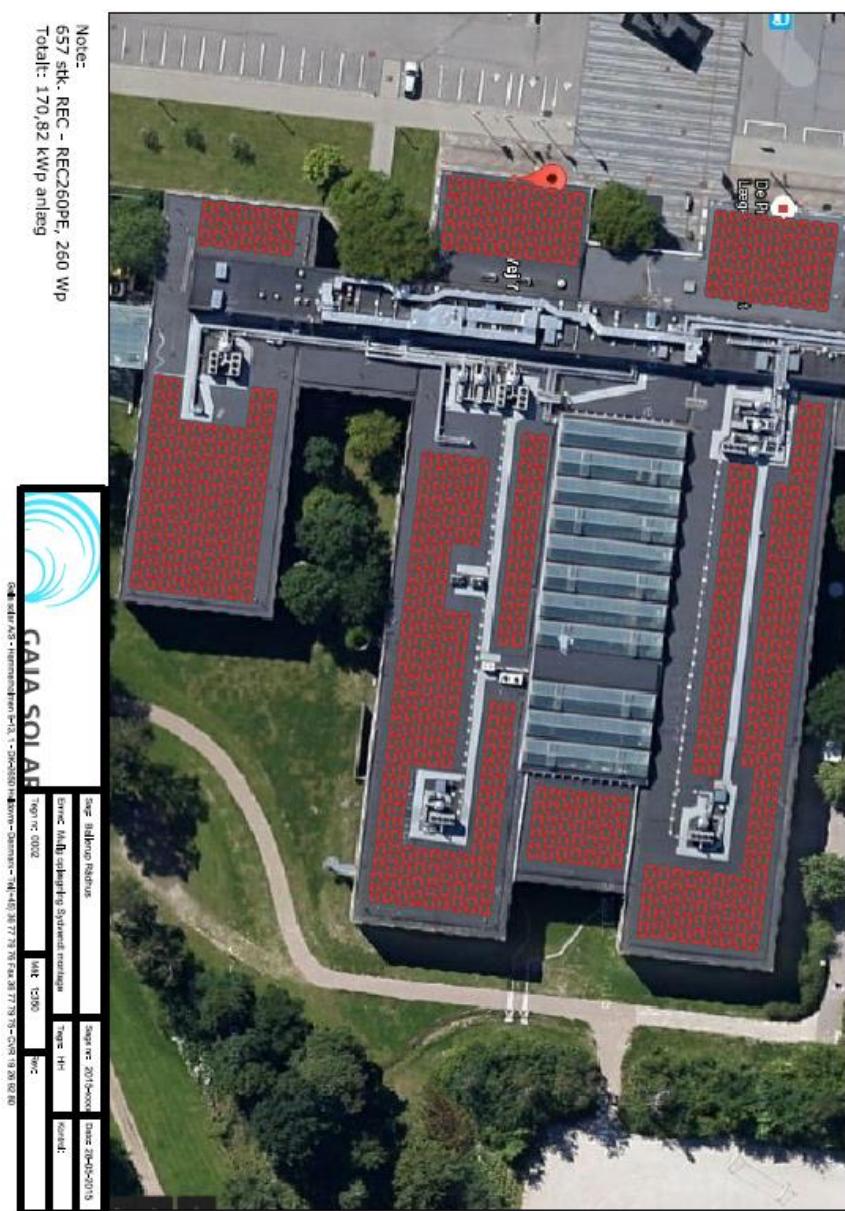
Description of concept and technical assumptions

Reducing the cost of electricity by producing part of the consumption with photovoltaics installed on the roof of the building.

Today there is no form of solar energy cells as part of the buildings system. For the sake of the concept, Gaia Solar has been introduced, and they have produced the following results, based on a rough estimate of the building (Figure 1), and by using data for their own systems for the simulations. The calculations have been done based on Gaia Solar's average data of 322 office/administrative buildings.

The roof as support for the photovoltaic system has not been studied to make sure that it will be able to take the deadload of the system.

Figure 1: Estimated roof area for photovoltaics



Technical assumptions and results

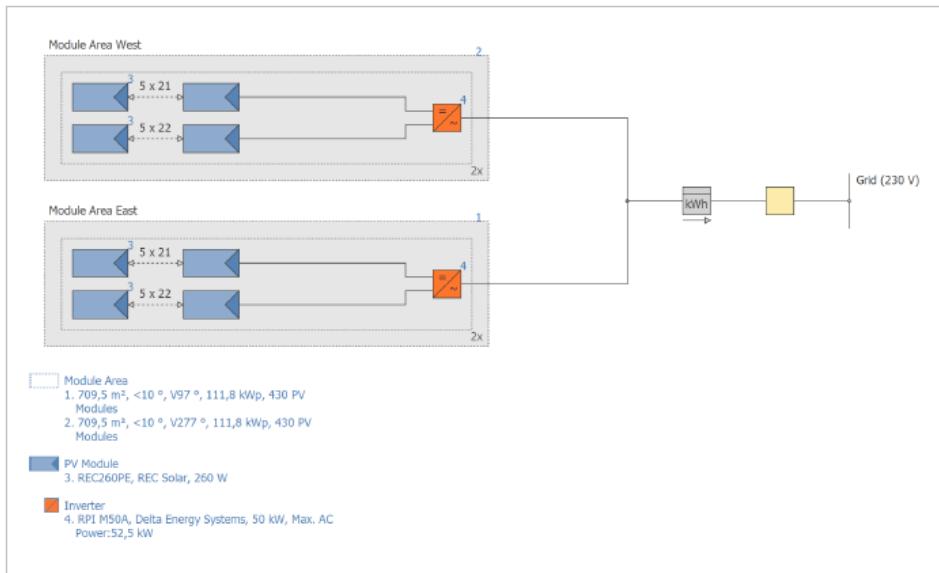


Figure 2: System specifics

Assumptions	Value	Unit
Generator surface	1,419	m ²
Number of PV Modules	860	-
Number of Inverter	4	-
PV Generator Output	223.6	kWp
Performance Ratio (PR)	92.0	%

Results - energy

Result	Value	Unit	Reduction
Reduction, Electricity	210.058	kWh/year	12 %
Reduction, Heating	0	kWh/year	0 %

Results - economy

Result	Value	Unit
Estimated implementation costs	2.124.000	DKK
Yearly expenditure cut	306.000	DKK/year (electricity)

Additional comments

The maintenance cost is assumed to be 40.000DKK/year and it is included in yearly expenditure cut.

Implementation issues:

Implementation depends on the roofs load bearing capacity. Review of tax regulations for photovoltaic.

6 Action package based on Total Concept method

There have been 3 energy measures analysed. The summary of the analysis can be found in the table below. It is important to underline that implementation of all energy measures will not give the saving that is a sum of all single energy savings. For example measures: replacing windows and upgrading BMS system influence each other and better strategies for BMS strategies will increase the saving from replacing the windows itself. That is why in the analysis we look at the measures as a package of solutions having impact on each other.

Case	Description	Reduction heating (kWh/year)	Reduction heating (DKK/year)	Reduction electricity (kWh/year)	Reduction electricity (DKK/year)	Implementation cost (DKK)
B1	Replacing windows	356000	195800	-24000	-39600	3783000
B2	Upgrading BMS system	67000	36850	120900	199485	900000
B3	PV panels			210058	306000	2124000
		423000	232650	306958	465885	8,122,900

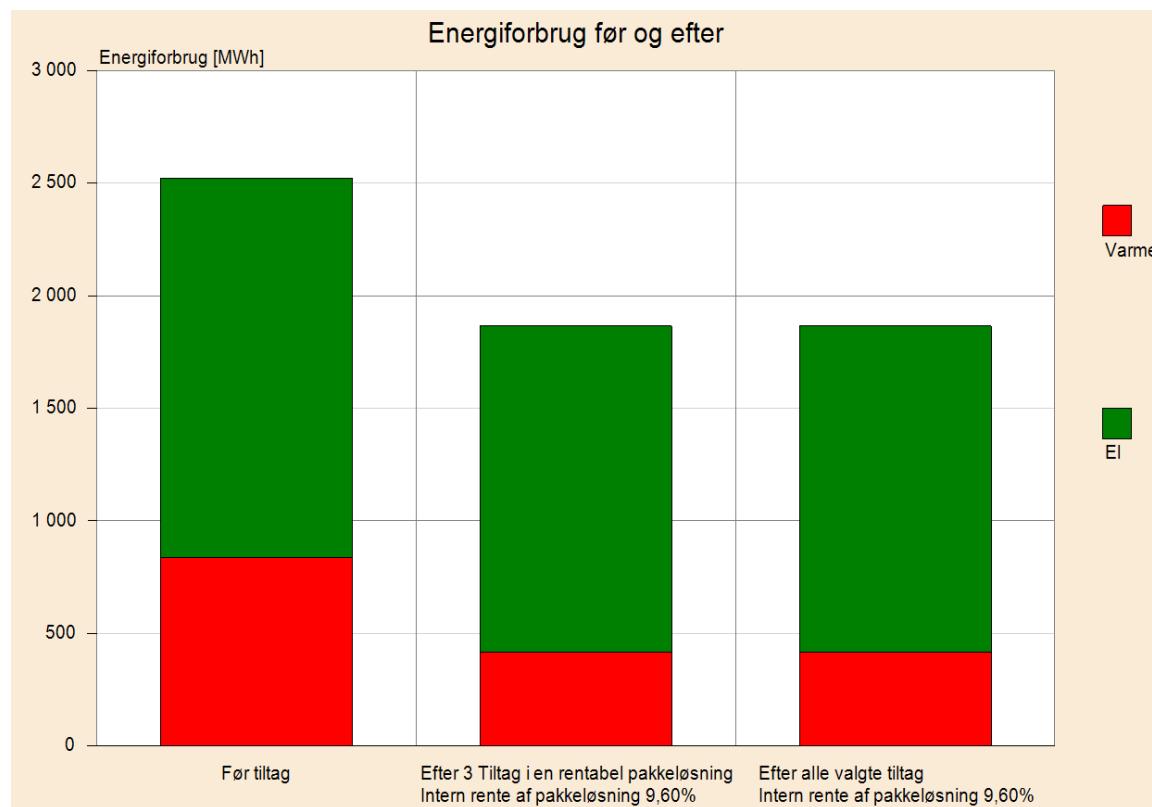
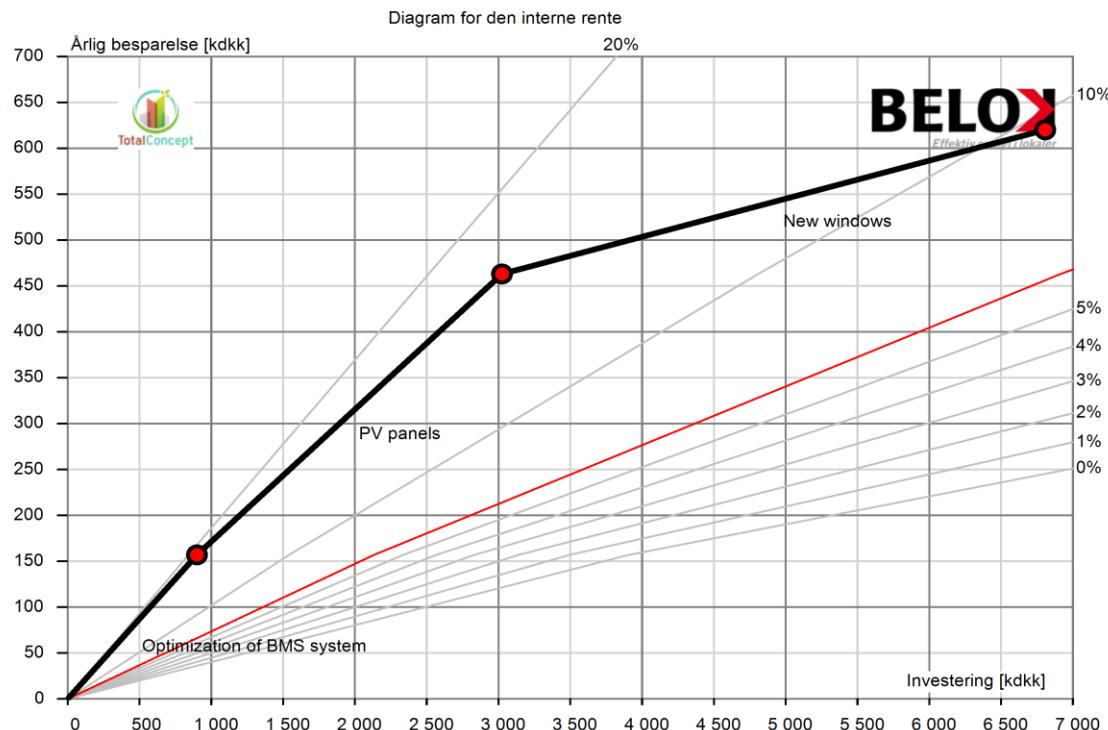
6.1 Input data for profitability calculations

The following assumptions were used to perform profitability calculations:

- Prices: heat energy 0,55DKK/kWh; electricity 1,65DKK/kWh
- Calculation interest rate: 6%
- Relative energy price increase above inflation: 2%
- Lifetime of systems is specified in the table below

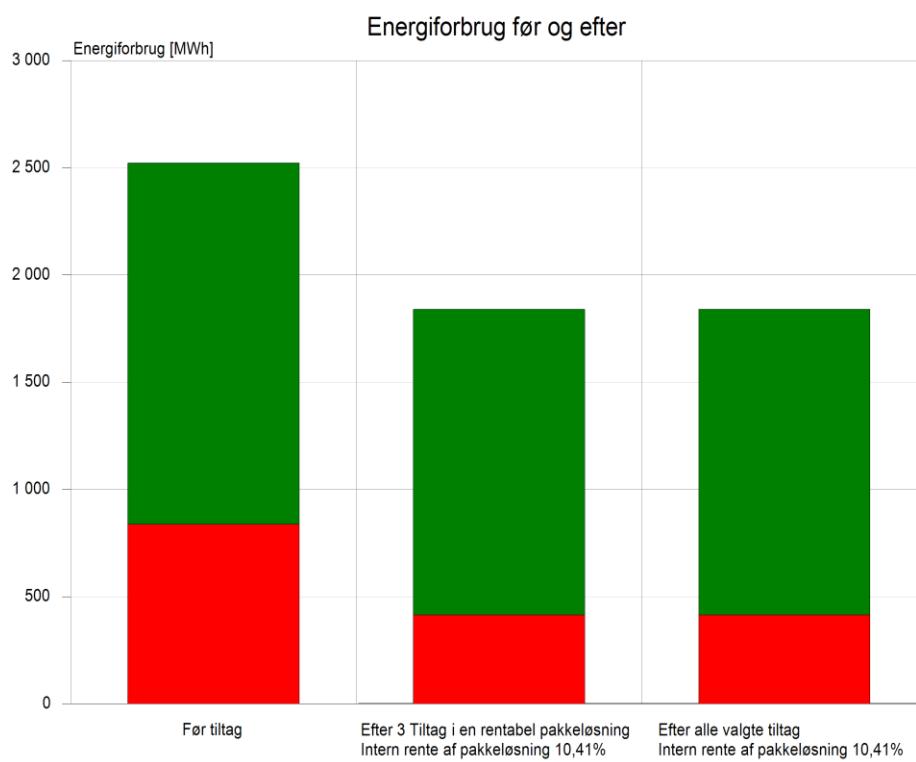
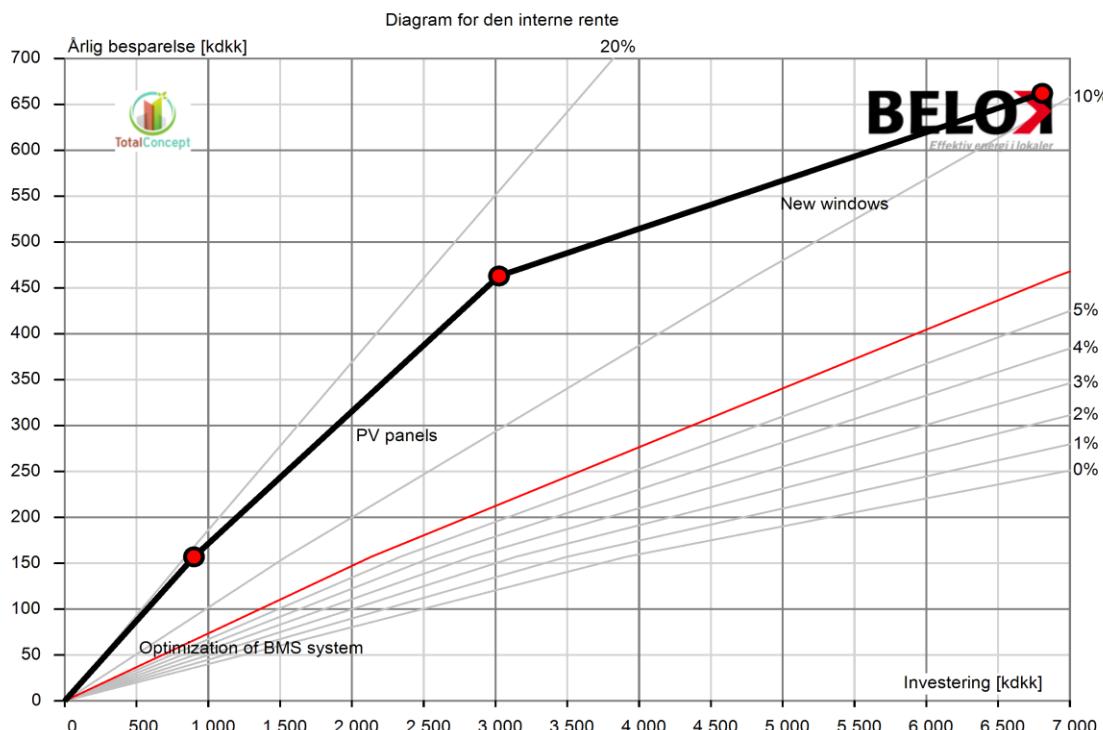
Case	Description	Lifetime
B1	Replacing windows	30
B2	Upgrading BMS system	20
B3	PV panels	25

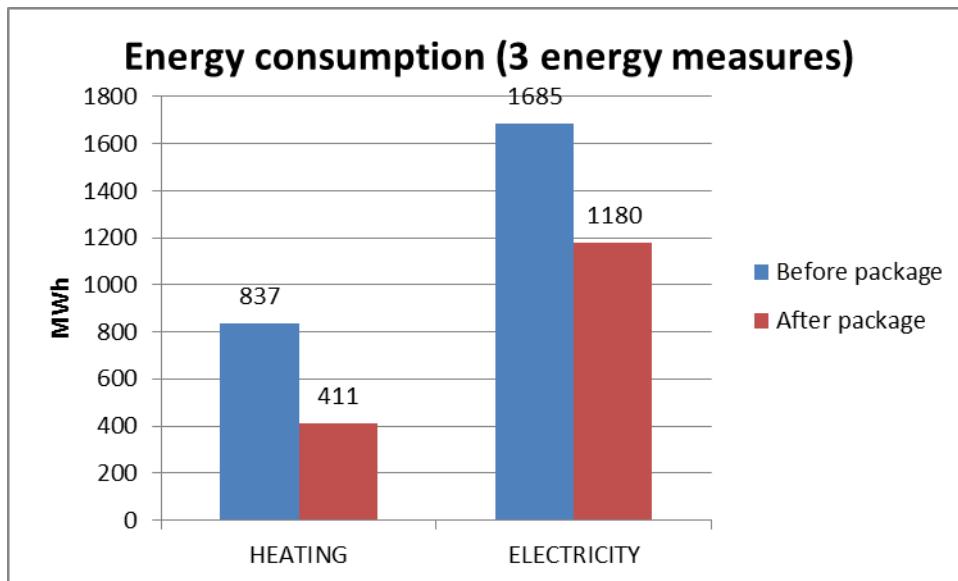
The primary action package summarizes all the single concepts and is as follows:



After forming a primary action package the simulations have to be iterated in order to take impact of energy measures on each other into account. Better set points strategy will avoid extra cooling in the building with new windows.

The impact of energy measures on each other is taken into account on the graph with final action package below:





The energy saving for the package that fulfills the owner internal rate of return is 50% for heating and 30% for electricity.

The annual cost saving is presented in the table below (The cost of electricity for tenants is also included in the table):

	Before package	After package	Saving (x1000DKK)
Heating (x1000DKK)	837	411	234
Electricity (x1000DKK)	1685	1180	833

7 Conclusions

The calculations show that all 3 energy measures are profitable and have a total internal rate of return of around 10%.

The upgrading of BMS system has a big impact on the future energy consumption. It is though crucial to design control strategy in the most optimal way so that simultaneous heating and cooling never occur. The control strategy should also include better use of cooling system – for instance supplying colder air instead of higher air volumes during warm periods.

The third measure – replacing windows can be problematic because of employees' relocation during construction work. It would though result in a massive heating energy reduction, decreasing CO2 impact and improving indoor climate in the building.

Appendix 1. Input data for energy simulations

Input data for energy simulations are the following:

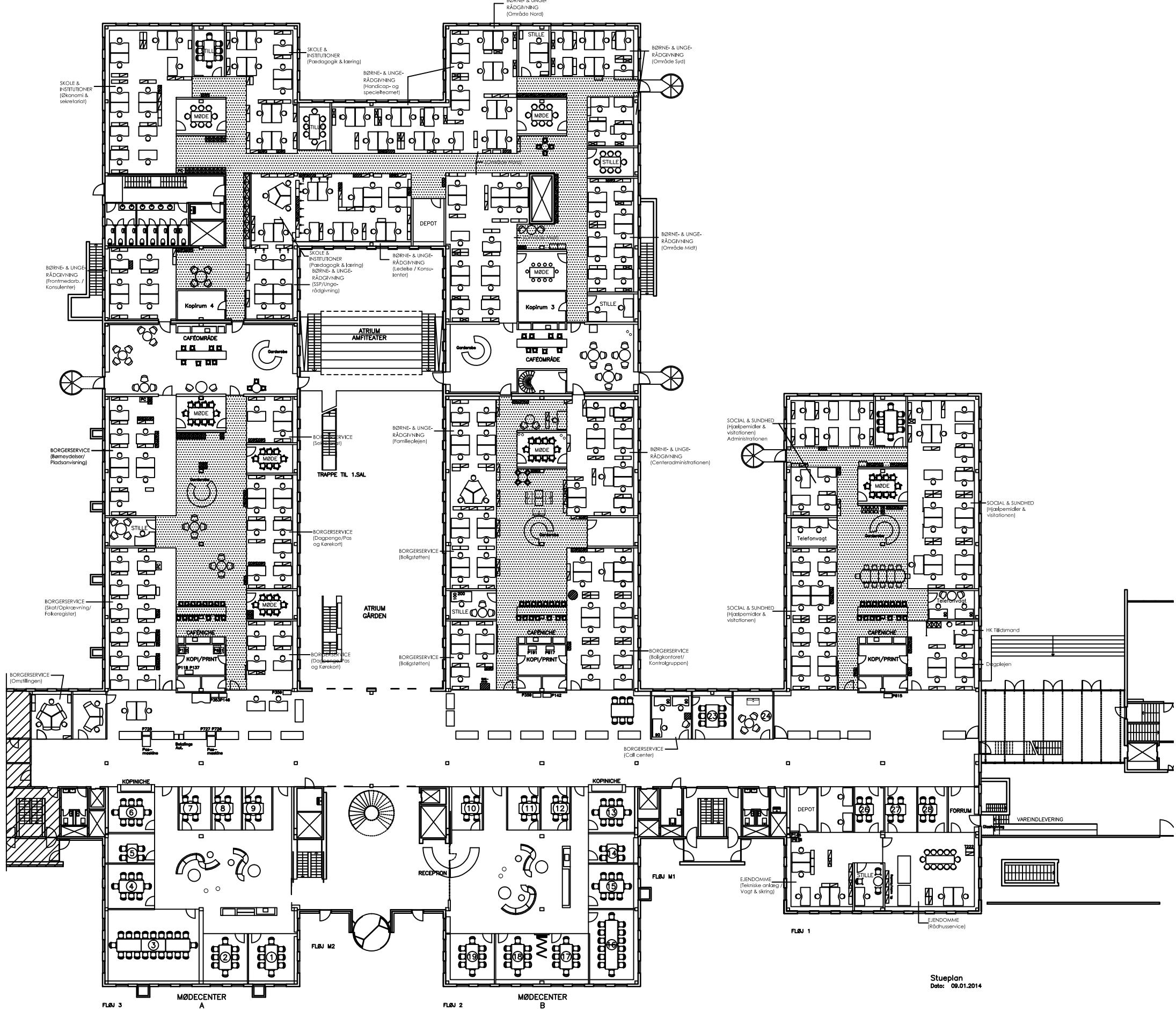
- App. 1.01 - Plan drawings
- App. 1.02 - Ventilation systems
- App. 1.03 – Ventilation rates and cooling
- App. 1.04 – EMO report
- App. 1.05 - BMS measurement data 2012-2014
- App. 1.06 – NHR energy optimization report
- App. 1.07 – U-values

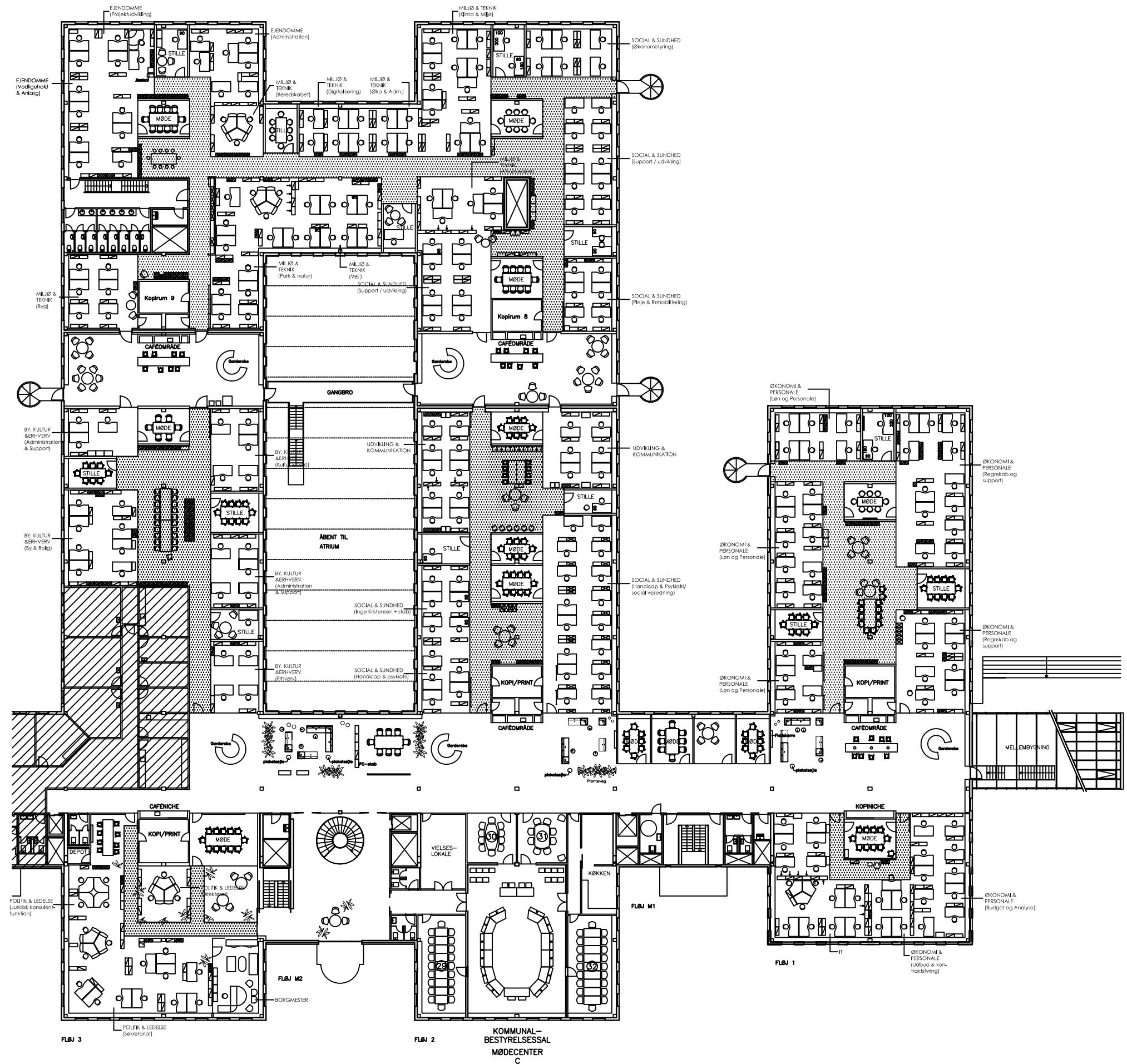
Appendix 2. Input data for energy saving measures

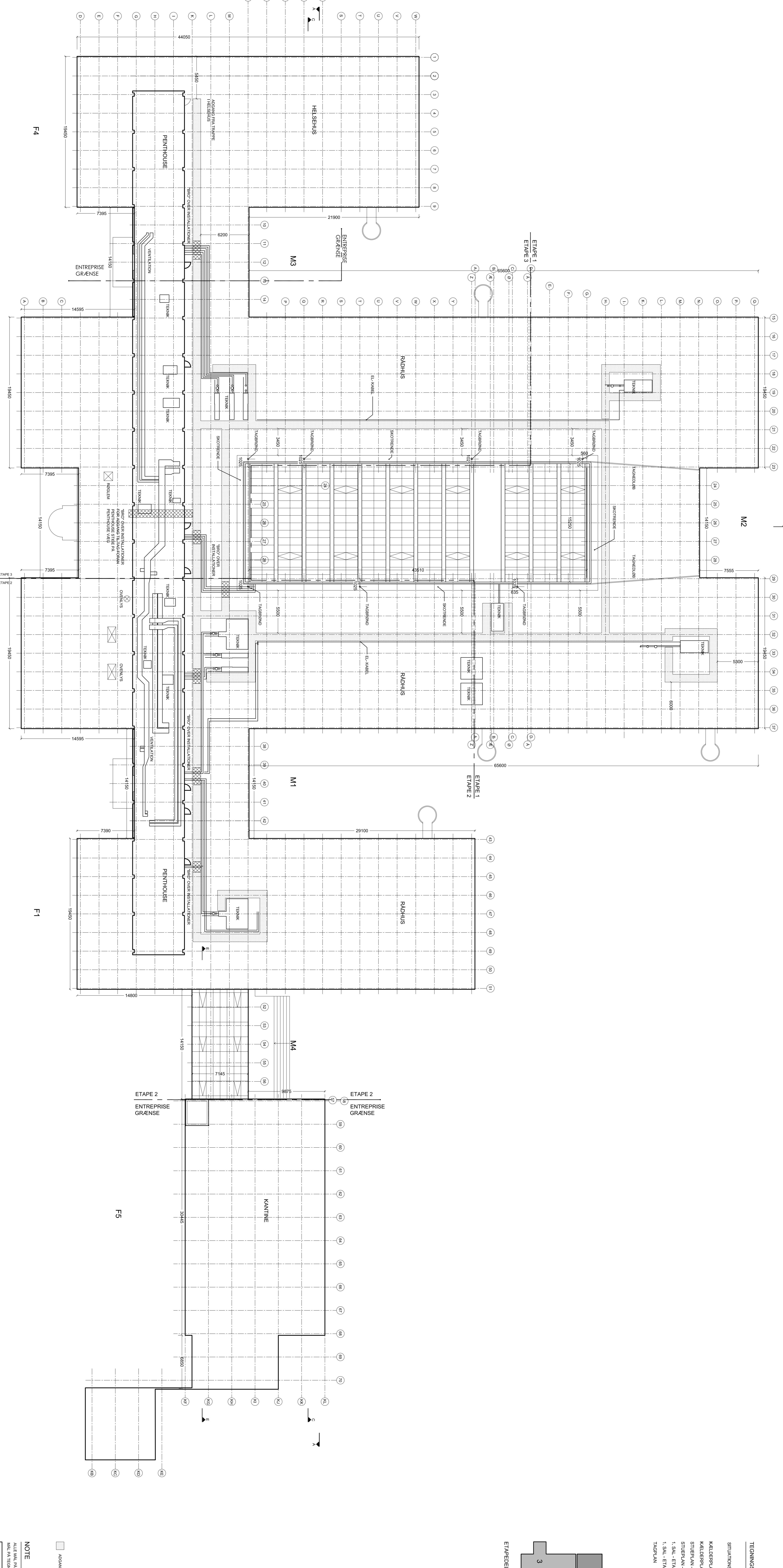
Input data for energy simulations are the following:

- App. 2.01 Photovoltaic

APPENDIX 1.01 Plan drawings - Ballerup Rådhus







TECHNISCHEN ENTWICKLUNG	
SITUATIONSPLAN	TECN. NR. A94/103-200
KEDERPLAN - ETAPPE 1	TECN. NR. A94/103-1
KEDERPLAN - ETAPPE 2+3	TECN. NR. A94/103-2
STUFA-AN - ETAPPE 1	TECN. NR. A94/103-1
STUFA-AN - ETAPPE 2+3	TECN. NR. A94/103-2
1. SAL - ETAPPE 1	TECN. NR. A94/103-1
1. SAL - ETAPPE 2+3	TECN. NR. A94/103-2
TAGPLAN	TECN. NR. A94/103

APPENDIX 1.02 Ventilation systems

Nr	Betjener		Placering	Luftmængde	Fabrikant	Type	SEL (kJ/m3)	Temp. virk. (%)	Power (kW)	Luft mængde (l/s)	Bestykning	Årstal	Styring	Tidsprofil	Kommentar	
											Heating	Cooling	IV produkt			
VE01	K+M	F1+M1	Stue+1.sal	Taghus	VAV	Fläckt	IV Flexomix	2.02	79.5	29	86.3	3639	VFL+KFL, VGV	2010	CTS	Brugstid
VE02	K+M	F2+M2	Stue+1.sal (midt)	Taghus	VAV	Fläckt	IV Flexomix	1.75	81.2	22	72.4	306	VFL+KFL, VGV	2010	CTS	Brugstid
VE03	K+M	F3+M3+M2(dele)	Stue+1.sal (midt)	Taghus	VAV	Fläckt	IV Flexomix	2.01	79.6	26.2	90.3	3611	VFL+KFL, VGV	2009	CTS	Brugstid
VE04	Møde	F2+M1	Stue (vest)	Taghus	VAV	Fläckt	IV Flexomix	1.85	80.3	18.1	55.5	2389	VFL+KFL, VGV	2010	CTS	Brugstid
VE05	Møde	F3	Stue+1.sal (vest)	Taghus	VAV	Fläckt	IV Flexomix	1.97	80.5	15.5	55.2	2139	VFL+KFL, VGV	2010	CTS	Brugstid
VE07	Helsehus		Stue+1.sal	Taghus	VAV	Fläckt	IV Flexomix			0	VFL+KFL, VGV	2010	CTS	Brugstid		
VE10	Velfærd	F1	Kælder	Taghus	VAV	Fläckt	IV Flexomix	2.03	89.9	17.5	55.3	2250	VFL+KFL, VGV	2010	CTS	Brugstid
VE11	IT+Trykkeri	F2	Kælder	Taghus	CAV	Fläckt	IV Flexomix	1.82	81.6	5.9	19.8	833	VFL+KFL, VGV	2010	CTS	Brugstid
VE12	Gang mv	-	Kælder	Taghus	VAV	Fläckt	IV Flexomix	2.26	77.9	10.4	28.4	1194	VFL, VGV	2010	CTS	Brugstid
VE13	Byrådssal, køk mv	F2	1.sal (vest)	Taghus	VAV	Fläckt	IV Flexomix	1.96	80.5	16.1	52.2	1806	VFL+KFL, VGV	2010	CTS	Brugstid
VE25	K+M	T1 (F2+(M2 k) - Øst)	K+Stue+1.sal	Kælder	VAV	Fläckt	IV Flexomix	1.91	79.8	19.9	59	2528	VFL+KFL, VGV	2010	CTS	Brugstid
VE26	K+M	F3+(M2 st+1)-Øst	K+Stue+1.sal	Kælder	VAV	Fläckt	IV Flexomix	2.12	78.2	24.9	69.8	2917	VFL+KFL, VGV	2010	CTS	Brugstid
Avg. or SUM								1.97	80.82	205.50	644.20	23611				
VE_Atr: VE27 (AHU27)	Atrium	Atrium	Stue	Kælder	VAV	Fläckt	IV Flexomix	0.75 (0.86)	-	86.1 (86.1)	-	2222	VFL, kun indbl.	2011	CTS	Brugstid
VE_Køk	Køkken	F2 vest	1. sal	Teknikhus syd	VAV	Exhausto	VEX170 HRFC1W						VFL, VGV	2011	CTS	Brugstid
	Kælder	Øvrige rum naturligt ventilerede gennem utæthedener (dvs. ingen ventilation)														
IES anlæg 1								1.97	80.82	135.63	425.17					
IES anlæg 2								1.97	80.82	69.87	219.03					

APPENDIX 1.04 EMO report

Energimærkning

SIDE 1 AF 16



Energimærkning for følgende ejendom:

Adresse: Hold-an Vej 7
Postnr./by: 2750 Ballerup
BBR-nr.: 151-149237-001
Energimærkning nr.: 200053578
Gyldigt 7 år fra: 05-10-2011
Energikonsulent: John Heikendorf
Programversion: Energy08, Be06 version 4 **Firma:** OBH Ingeniørservice A/S



Energimærkningen oplyser om ejendommens energiforbrug og mulighederne for at opnå besparelser. Mærkningen er lovpligtig og skal udføres af et certificeret firma eller en beskikket energikonsulent, som har godkendelse til at energimærke bygninger til handel og service samt offentlige bygninger.

Oplyst varmeforbrug	Energimærke
• Udgift inkl. moms og afgifter: 1.073.806 kr./år	Lavt forbrug A →
• Forbrug: 1.048,32 MWh fjernvarme	B → C → D → E → F → G →
• Oplyst for perioden: Fjernvarme: 31-12-2009 - 06-01-2011 Ejendommens oplyste forbrug og udgifter er klimakorrigerede af energikonsulenten, så det udtrykker forbrug og udgifter for et gennemsnitligt år rent temperaturmæssigt.	Højt forbrug ← C

Besparelsesforslag

Energikonsulenten foreslår forbedringerne nedenfor. Der kan være flere forslag på side 2. Se mere om forslagene i afsnittet "Energikonsulentens bygningsgennemgang".

Forslag til forbedring	Årlig besparelse i energienheder	Årlig besparelse i kr. inkl. moms	Skønnet investering inkl.moms	Tilbagebetalingstid
1 Isolering af varmerør	0,13 MWh fjernvarme	84 kr.	100 kr.	1,2 år
2 Isolering af kælderydervægge	954 kWh el 223,67 MWh fjernvarme	146.500 kr.	1.325.000 kr.	9,0 år
3 Isolering af ydervægge	196 kWh el 111,50 MWh fjernvarme	72.600 kr.	2.071.900 kr.	28,6 år
4 Etablering af solvarmeanlæg	-154 kWh el 6,22 MWh fjernvarme	3.800 kr.	64.000 kr.	17,0 år

Energimærkning

SIDE 2 AF 16



Energimærkning nr.: 200053578

Gyldigt 7 år fra: 05-10-2011

Energikonsulent: John Heikendorf

Programversion: Energy08, Be06 version 4

Firma: OBH Ingeniørservice A/S

Bemærk:

Forslagene bygger på det beregnede energiforbrug. Der er taget hensyn til den faktiske anvendelse af bygningen, herunder driftstider m.v. for installationer og for bygningen som helhed.

Det kan forekomme at et forslag sparer penge, men ikke energi – fx hvis dyr el erstattes med billigere fjernvarme eller hvis udgifter til vand reduceres.

Konsulenten har skønnet den nødvendige investering til hvert forslag. Det vil sige udgifter til materialer og håndværkere samt, hvis det er skønnet nødvendigt, arkitekt/ingeniør, byggeplads og andre følgeomkostninger

De angivne tilbagebetalingstider er beregnet som simpel tilbagebetalingstid, uden hensyn til renteudgifter og andre låneomkostninger.

Den samlede besparelse ved at gennemføre flere forslag er ikke nødvendigvis summen af besparelserne ved de enkelte forslag. Det er fx ikke tilfældet hvis man både får en mere effektiv varmekilde og bedre isolering.

Samlet besparelse – her og nu

Så meget udgør den samlede besparelse, hvis man gennemfører alle forslag nævnt ovenfor:

• Samlet besparelse på varme	220.422	kr./år
• Samlet besparelse på el til andet end opvarmning	2.648	kr./år
• Samlet besparelse på vand	0	kr./år
• Besparelser i alt	223.070	kr./år
• Investeringsbehov	3.460.960	kr. inkl. moms

Alle beløb er inklusive moms.

Hvis alle forslag gennemføres vil det forbedre husets energimærkning til karakteren:

B

Til sammenligning:

For nyt byggeri er Bygningsreglementets minimumskrav i øjeblikket karakteren B.

Hvis en bygning opnår karakteren A1 eller A2 betegnes den ifølge Bygningsreglementet som et lavenergihus

Energiforbedring ved ombygning og renovering

Ved ombygning og renovering er det som regel særlig attraktivt at gennemføre energiforbedringer – både af økonomiske og praktiske grunde.

Det er desuden lovplichtigt at forbedre klimaskærm og installationer i forbindelse med ombygning og

Energimærkning

SIDE 3 AF 16



Energimærkning nr.: 200053578

Gyldigt 7 år fra: 05-10-2011

Energikonsulent: John Heikendorf

Programversion: Energy08, Be06 version 4

Firma: OBH Ingeniørservice A/S

renovering. Læs mere i Bygningsreglementet (www.ebst.dk/br08.dk). Reglerne findes i kapitel 7.3 og 7.4. Eksempler på energiforbedring som kan eller skal gennemføres i forbindelse med ombygning eller renovering:

Forslag til forbedring	Årlig besparelse i energienheder	Årlig besparelse i kr. inkl. moms
5 Nyt ventilationsaggregat med modstrømsgenvinding i kantine	1.529 kWh el 5,16 MWh fjernvarme	6.000 kr.
6 Udskiftning til lavenergiruder/vinduer	177 kWh el 108,53 MWh fjernvarme	70.600 kr.
7 Isolering af fladt tag	8,16 MWh fjernvarme	5.300 kr.

Energikonsulentens konklusion og kommentarer

1. KONKLUSION:

Der er et enkelt forslag til energimæssige forbedringer i ejendommen med god rentabilitet og med en tilbagebetalingstid under kun 10 år.

Enkelte forslag er med tilbagebetalingstid længere end 10 år, men vil være rentable at udføre. Selv om investeringen er langsigtet, kan forbedringen have betydning og interesse for fremtidige købere og højne gensalgsværdien. Ligeledes vil man være bedre ”klædt på” til at kunne imødegå de stigende energipriser og evt. fremtidige miljø- og energiafgifter. Under alle omstændigheder vil en realisering af forslaget her og nu medføre en energibesparelse og en komfortforbedring af bygningen.

Herudover er udarbejdet flere forslag, der bør overvejes i forbindelse med en evt. renovering eller ombygning af ejendommen. Følges anvisningen, vil man være sikret, at projektet er i overensstemmelse med Bygningsreglementets krav til isolering.

KOMMENTARER TIL OPLYST/BEREGNET FORBRUG:

Det beregnede varmeforbrug er 1286,06 MWh fjernvarme og 832,723 kr./år og er således større end det oplyste forbrug, der står på forsiden af energimærket. Årsagen skyldes primært forskel i vaner og forbrugsmønster, der har en væsentlig indflydelse i forhold til normforbruget.

Prisen på det oplyste forbrug er beregnet ud fra den anvendte energipris.

På forsiden af energimærkningsrapporten er anført det oplyste klimakorrigerede forbrug for hele ejendommen. Energibesparelserne er derimod opgjort i forhold til ejendommens beregnede varmeforbrug baseret på en række standardbetegnelser primært omkring forbrugsvaner og indetemperatur.

Energimærkning

SIDE 4 AF 16



Energimærkning nr.: 200053578

Gyldigt 7 år fra: 05-10-2011

Energikonsulent: John Heikendorf

Programversion: Energy08, Be06 version 4

Firma: OBH Ingeniørservice A/S

Ejendommens varmeforbrug er beregnet til 75,9 kWh/m².

Ejendommens el-forbrug er beregnet til 20,58 kWh/m².

Besparelserne i mærket er regnet med en elpris på kr. 1,70 eksklusiv fradragsberettigede afgifter, men inklusiv moms. Investeringerne er anslæde priser inklusiv moms med udgangspunkt i listepriser for standard anlæg i "god kvalitet".

2. BYGNINGSBESKRIVELSE:

Bygningen anvendes til rådhus. Bygningen er i 2 plan med delvis kælder – opvarmet opført år 1975 med 16944 m² erhvervsareal.

3. FORUDSÆTNINGER:

Denne energimærkningsrapport omhandler kun BBR-bygningsnr. 001.

Ud over rådhuset (BBR-bygningsnr. 1) er der 4 bygninger samt lægehøjsalen (BBR-bygningsnr. 2), som ikke er medtaget i dette energimærke. BBR-bygningsnr. 3 og 4 er undtaget på grund af for få m² samt at bygningerne er uden varmeinstallation. BBR-bygningsnr. 5 og 6 er undtaget fordi bygningerne er midlertidige pavilloner, der forventes nedtaget i forbindelse med renoveringen af rådhuset.

En repræsentant for ejer var til stede ved besigtigelsen.

I henhold til repræsentant er der foretaget en væsentlig ombygning/tilbygning i året 2010.

Bygningens daglige åbningstid er kl. 8.30 til kl. 16.00, torsdag til kl. 17.00 og fredag til kl. 13.00.

Ejerforhold: Kommune.

Ved besigtigelsen blev forelagt plantegning 06-05-2011.

Der var i forbindelse med besigtigelsen ikke adgang til enkelte depotrum.

Klimaskærmen er beregnet ved sammenlægning af fladearealer og med udgangspunkt i et gennemsnitsskøn, da der er mindre forskelle i konstruktioner.

Længde, dimension og isoleringstilstand af varmerør og varmtvandsrør er skønnede, da de var delvis tilgængelige.

Rekvirenten har ønsket forslag med tilbagebetalingstid over 10 år medtaget i energimærkningsrapporten for at kunne få et energimæssigt overblik over den kommunale bygningsmasse. Der er derfor under overskriften i rapporten "Energiforbedring ved ombygning og renovering" flere forslag, der ikke kan begrundes med nedslidning af bygningsdeler, øget gensalgs værdi mv. som krævet i henhold til Håndbog for Energikonsulenter version 3 kap. 2.2.4 og 2.2.6.

Energimærkning

SIDE 5 AF 16



Energimærkning nr.: 200053578

Gyldigt 7 år fra: 05-10-2011

Energikonsulent: John Heikendorf

Programversion: Energy08, Be06 version 4

Firma: OBH Ingeniørservice A/S

4. KOMMENTARER TIL FORBEDRINGSFORSLAG:

TAG OG LOFT:

Tagdugen fremstår nedslidt og uden restlevetid. I stedet for at udskifte belægningen anbefales en ny konstruktion, idet taget er egnet til merisolering udefra med kileskårne isoleringselementer. Det gennemsnitlige isoleringslag er ca. 275 mm, der monteres direkte på den eksisterende belægning som nu ændrer funktion til dampspærre. Inden lukning af ventilationen i udhæng foretages, skal fugtforholdene i bjælkelaget kontrolleres. I forslaget er ikke taget hensyn til tagkonstruktionens ændrede belastningsforhold.

YDERVÆGGE:

Forbedringsforslaget til isolering af ydervægge er montage af en let forsatsvæg i et metalskinnesystem beklædt med gipsplade, der malerbehandles. Hermed afbrydes kuldebroer i sammenmuringer omkring vinduer og døre. I forslaget er medregnet omkostninger til flytning af radiatorer, elinstallationer og lysninger om vinduer mv.

Til forbedringsarbejderne anbefales det at anvende erfarne håndværkere med garantiordninger eller isoleringsfirmaer tilknyttet isoleringsproducenter. Der stilles store krav til teknisk viden og den håndværksmæssige udførelse, når der arbejdes med så markante isoleringstykkelser i konstruktionerne. Især skal nævnes forhold omkring dampspærre, lufttæthed, ventilation, kondensfugt, råd og svamp samt skimmelvækst mv., der skal tages hensyn til.

SOLVARME:

Der er i energimærkningen foreslået et solvarmeanlæg, hvor økonomien er beskrevet under "Forslag" på de første sider og selve anlægstypen er beskrevet under "Energikonsulentens bygningsgennemgang".

I de senere år har stigendeolie- og gaspriser og interessen for miljøet medført en egnet anvendelse af solenergien. Den mest almindelige anvendelse af solvarme er i forbindelse med opvarmning af brugsvand, fordi der her er bedst sammenfald mellem produktion og forbrug. Anlæg består typisk af en eller flere solfangere forbundet med en varmtvandsbeholder, hvor varmen overføres til brugsvandet gennem en varmeveksler. Enten i form af en spiral i bunden af varmtvandsbeholderen, en kappe uden på tanken eller en separat pladevarmeveksler udenfor tanken. I toppen af varmtvandsbeholderen er der suppleret til solvarmen fra olie-/gasfyrl, elpatron eller fjernvarme.

Hvis en bygning større gulvarealer med gulvvarme, vil det også være oplagt at kombinere solvarmeanlægget med rumopvarmningen. Solfangerareal og tankkapacitet skal dimensioneres større ved denne anlægstype.

I beskrivelse af anlægget er anført, hvilken anlægstype der er foreslået for ejendommen.

Den væsentligste energibesparelse ved solvarmeanlæg er, at sommerforbruget af det varme brugsvand stort set dækkes. Hermed spares tomgangstabet ved afbrydelse af det varmeproducerende anlæg. Ved dårligt vejr om sommeren dækkes opvarmningen med en el-patron der normalt andrager mindre end 5% af varmebehovet til brugsvand.

Bemærk at solvarmeanlæg kan være omfattet af lokalplaner, varmeplaner mv. og derfor kræver en

Energimærkning

SIDE 6 AF 16



Energimærkning nr.: 200053578

Gyldigt 7 år fra: 05-10-2011

Energikonsulent: John Heikendorf

Programversion: Energy08, Be06 version 4

Firma: OBH Ingeniørservice A/S

myndighedskendelse.

Det anbefales at anvende en "KSO"-installatør (www.kso-ordning.dk).

Læs mere på www.altomsolvarme.dk.

5. KONSULENTES KOMMENTARER:

Atriummet er skabt ved inddækning af en eksisterende lysgård. Den er naturligt komfortstyret med oplukkelige vinduer, 11 Ø300 ventiler i hver ende samt mulighed for at trække en dug under de enkelte rytterlys (skrå vinduesfag), alt CTS styret.

Der er konverteret til fjernvarme fra selvstændigt gasfyr. Der er flere detaljer her, som ikke er korrigeret under konventionen. F.eks. bør der indsættes en dør i ydervæggen, ligesom de 2 varmtvandsbeholdere bør tilsluttes primærsiden af fjernvarmen. Endeligt bør veksleren isoleres ordentligt i stedet for at have en de facto uisolerede side.

KØLING:

Der er et projekt med renovering af den sidste facade samt et med frikøling af servere.

Her bør man undersøge, om det ikke i stedet er muligt at solkøle serverne.

Køleanlæg:

Der er flere køleanlæg på taget samt et i kælderen til tlf.centralen.

Anlæg fra fra 2010 og kan regnes som luftkølede kølemaskiner med vandkreds (4):

Der er til komfort et med 2 stk. Uniflare køleanlæg ERAC 0721: 70 kW køleeffekt, 20,76 kW el EER 3,31 (syd).

Der er til komfort 2 stk. Uniflare køleanlæg do (separat øst).

Der er til komfort 1 stk. Uniflare køleanlæg ERAC 1222A: 111,44 kW Køleeffekt 35,7 kW EER 3,18 (Nord)

Der er 2 køletårne LRAC 180 A: 38,8 Kw køl; 12,6 kW el ERR 3,7 (nord).

Der er til komfort et med 2 stk Uniflare køleanlæg ERAC 1222A (midte vest).

Der er 2 køletårne LRAC180 A (midte vest).

Der er ca. 4x40 Ø 60 med 40 mm isolering kølerør samt 2x 20 do.

Der er 2 køletårne (fra 2000 og 2002) på taget, sandsynligvis til velfærdsområdet i kælderen.

York Roca 35,7 kW køleeffekt (bruger 14 kW til at skabe det).

VENTILATION:

Det er vigtigt, at der løbende foregår en udskiftning af indeluften i bygningen. Det optimale luftskifte er ca. 1 gang hver anden time for et godt indeklima. Luftskiftet hindrer også dannelse af skimmelvækst og fugtskader i bygningen. Et ukontrollabelt større luftskifte på grund af utæthedene i bygningen vil medføre varmetab og dermed større opvarmningsomkostninger.

Der er enkelte områder i kælderen med naturlig ventilation, resten af arealerne ventileres med balancede anlæg.

Energimærkning

SIDE 7 AF 16



Energimærkning nr.: 200053578

Gyldigt 7 år fra: 05-10-2011

Energikonsulent: John Heikendorf

Programversion: Energy08, Be06 version 4

Firma: OBH Ingeniørservice A/S

VARMEANLÆG:

I sommerperioden er der mulighed for at lukke varmeanlægget ned til kun at producere varmt brugsvand. Ved denne "sommerdrift" spares der på varmebudgettet. I energimærkningen forudsættes dette gjort.

Forskellen mellem fjernvarmenvandets fremløbstemperatur og returløbstemperatur kaldes afkølingen. Jo koldere returvandet er jo bedre har udnyttelsen været. Regulering af varmtvandsbeholder og termostatventiler har betydning for afkølingen. Afkølingen i vinterperioden bør kunne holdes på min. 35°C. I sommerperioden kan det svinge under og over de 35°C – alt efter varmebehov.

Anlægget er pt. under indkøring og der bør derfor foretages en løbende evaluering for at optimere driften.

Hvis der er mere end 2-5°C forskel på vekslerens retur til fjernvarmenværk- og returtemperatur fra varmeanlægget, kan veksleren enten være tilsmudset, dimensioneret for lille eller forkert monteret.

Varmeveksleren bør 1 gang om året renses for tilkalkning, således varmeoverføringen bliver optimal.

Termostatventiler bør kontrolleres årligt for fastgroede ventiler.

VARMT VAND:

Ved prøvning blev det konstateret, at ventetiden inden det varme brugsvand (45°) nåede frem i forbindelse med tapning, var over 10 sekunder.

Er ventetiden f.eks. ca. 30 sekunder er vandspillet på årsbasis 5-10 m³ pr. tappested.

Ved at etablere et cirkulationsanlæg i ejendommen kan dette vandspild undgås. De eksisterende rør kan også forsynes med el-tracing, der fastholder vandtemperaturen. – Men er strømforgængende.

Cirkulationsanlæg til det varme brugsvand er uden en termostatventil før varmt vandsbeholderen. Ventilen sørger for, at det varme brugsvand er afkølet til en bestemt temperatur, før det returneres til varmtvandsbeholderen. Unødvendig høj brugsvandstemperatur i cirkulationsrørene giver et større varmetab.

FORDELINGSSYSTEM:

Isolering af uisolerede rør er altid en god forretning, - uanset temperaturer og rørlængder.

Alle ukontrollerede former for varmeafgivelse fra rør bør eliminieres, selv om man ofte møder det argument, at det kommer bygningen til gode.

Specielt i overgangsperioderne forår og efterår holder argumentet ikke, idet der ofte bliver en alt for høj rumtemperatur, alene fra de uisolerede rør.

Kan fremløbstemperaturen blot sænkes 1°C uden at det går ud over komforten, øges anlæggets effektivitet med 1-3%

Isolering af uisolerede rør er altid en god forretning, - uanset temperaturer og rørlængder.

Energimærkning

SIDE 8 AF 16



Energimærkning nr.: 200053578

Gyldigt 7 år fra: 05-10-2011

Energikonsulent: John Heikendorf

Programversion: Energy08, Be06 version 4

Firma: OBH Ingeniørservice A/S

AUTOMATIK:

Ved natsænkning må rumtemperaturen ikke sættes lavere end 15°C, idet der ved lavere temperatur kan opstå fugtproblemer med risiko for skimmelsvamp.

Varmeanlægget er udstyret med et udetemperaturstyrrende anlæg. Denne automatik regulerer fremløbstemperaturen i centralvarmevandet til radiatorerne i forhold til udetemperaturen. Det er vigtigt, at anlægget er korrekt indreguleret, således der ikke tilføres mere energi, end der er brug for.

Termostatventiler kan med tiden miste evnen til at fungere korrekt. Det anbefales derfor 1 gang årligt at kontrollere termostatventiler for funktionssvigt.

Energikonsulentens bygningsgennemgang

Bygningsdele

• Loft og tag

Status: - fladt tag renoveret er built-up med 400 mm isolering.
- fladt tag, ikke renoveret, er built-up med 200 mm isolering.
Isoleringsforhold er som anført på forevist tegningsmateriale/beskrivelse.

Forslag 7: Det anbefales at
- der ved udskiftning af tagpappbelægning på ikke renoveret fladt tag merisoleres ved udlægning med kileskårne lameltagplader med tagpap/tagdug. Gennemsnittykkelse isolering er 275 mm.

• Ydervægge

Status: - elementvægge er ca. 25 cm elementer med 50 mm isolering.
- let ydervæg i taghus er med 100 mm isolering og stålsvægge.
Isoleringsforhold er som anført på forevist tegningsmateriale/beskrivelse.

- elementvægge mod uopvarmet rum er ca. 25 cm elementer med 50 mm isolering.
Isoleringsforhold er med udgangspunkt i bygningsreglementet på opførelsestidspunktet.

- let væg i kantine er med 100 mm isolering.

Forslag 3: Det anbefales at
- merisolere elementvægge udvendigt med 100 mm batts. Der afsluttes med ny facadebeklædning.

- merisolere elementvægge mod uopvarmet rum udvendigt med 100 mm batts. Der afsluttes med ny facadebeklædning.
- efterisolere let væg i kantine ved at fjerne den indvendige beklædning og merisolere med 100 mm. Afsluttes med ny beklædning.

Energimærkning

SIDE 9 AF 16



Energimærkning nr.: 200053578

Gyldigt 7 år fra: 05-10-2011

Energikonsulent: John Heikendorf

Programversion: Energy08, Be06 version 4

Firma: OBH Ingeniørservice A/S

• Vinduer, døre og ovenlys

Status: - bygningen har vinduer/glasdøre med 2 lags termoruder og enkelte lavenergiruder.

- døre er isolerede.

Isoleringsforhold er vurderet på grundlag af visuel kontrol.

Forslag 6: Østvendte vinduer er nedslidte og anbefales udskiftet med nye lavenergivinduer, der vil øge komforten og medføre en energibesparelse.

2 lags termoruder mod syd og nord og de steder mod vest, hvor det ikke er sket under de nylige renoveringer, er egnede til udskiftning med lavenergiruder. I samme forbindelse kan der foretages vedligehold eller forbedringer af vinduerne overflader og tæthed. Varmetabet på disse bygningsdele vil blive reduceret mærkbart ved disse tiltag.

• Gulve og terrændæk

Status: - terrændæk er med uisolert betongulv mod jord.

Isoleringsforhold er med udgangspunkt i bygningsreglementet på opførelsesstidspunktet.

• Kælder

Status: - kælderydervæg under jord er som 30-35 cm uisolert beton.

- kælderydervæg over jord som 30-35 cm uisolert beton.

Isoleringsforhold er fastlagt på grundlag af måltagning.

- kældergulv er med betondæk på jord.

Isoleringsforhold er med udgangspunkt i bygningsreglementet på opførelsesstidspunktet.

Forslag 2: Det anbefales at

- isolere kælderydervægge under jord indvendigt med 100 mm i en ny let væg, da kælder er tør. Der afsluttes med ny beklædning.

- isolere kælderydervæg over jord indvendigt med 100 mm i en ny let væg, da kælder er tør. Der afsluttes med ny beklædning.

Ventilation

• Ventilation

Status: - ventilationsanlæg, der betjener fløj 1, st. + 1. sal, fløj 2, st. + 1. sal midte, fløj 3, st. + 1. sal midte, fløj 2 møderum stueetage, fløj 3 møderum stueetage, Velfærd og fløj 1, 1. sal møderum er balancede anlæg af fabrikat Fläckt, type IV Flexomix og er placeret i taghus. Anlæggene, der er fra 2010 (anlæg, der betjener fløj 3, st. + 1. sal er fra 2009), er balancede anlæg med variabel luftmængde styret af frekvensomformer og udstyret med varmeflade og køleflade og varmegenvinding med roterende veksler. Ventilatorerne

Energimærkning

SIDE 10 AF 16



Energimærkning nr.: 200053578

Gyldigt 7 år fra: 05-10-2011

Energikonsulent: John Heikendorf

Programversion: Energy08, Be06 version 4

Firma: OBH Ingeniørservice A/S

er med spareventilatorer. Anlæggene styres via CTS-anlæg og er i drift i bygningens brugstid.

- ventilationsanlæg, der betjener IT + trykkeri i kælder er et balanceret anlæg af fabrikat Fläckt, type IV Flexomix og er placeret i taghus. Anlægget, der er fra 2010, er et balanceret anlæg med konstant luftmængde og udstyret med varmeflade og køleflade og varmegenvinding med roterende veksler. Ventilatorerne er med spareventilatorer. Anlægget styres via CTS-anlæg og er i drift i bygningens brugstid.

- ventilationsanlæg, der betjener gang i kælder er et balanceret anlæg af fabrikat Fläckt, type IV Flexomix og er placeret i taghus. Anlægget, der er fra 2010, er et balanceret anlæg med variabel luftmængde styret af frekvensomformer og udstyret med varmeflade og varmegenvinding med roterende veksler. Ventilatorerne er med spareventilatorer. Anlægget styres via CTS-anlæg og er i drift i bygningens brugstid.

- ventilationsanlæg, der betjener kantine er et balanceret anlæg af fabrikat Fläckt, type KDDP og er placeret i teknikhushus syd. Anlægget, der er fra 1974, er et balanceret anlæg med variabel luftmængde styret af frekvensomformer og udstyret med varmeflade og uden varmegenvinding. Anlægget styres via CTS-anlæg og er i drift i bygningens brugstid.

- ventilationsanlæg, der betjener køkken er et balanceret anlæg af fabrikat Exhausto, type VEX170 HRFC1W og er placeret i teknikhushus syd. Anlægget, der er fra 2011, er et balanceret anlæg med variabel luftmængde styret af frekvensomformer og udstyret med varmeflade og varmegenvinding med krydsvarmeveksler. Anlægget styres via CTS-anlæg og er i drift i bygningens brugstid.

- ventilationsanlæg, der betjener fløj 1, st. + 1. sal østside og fløj 3 + M2, st. + 1. sal østside er balancede anlæg af fabrikat Fläckt, type IV Flexomix og er placeret i kælder. Anlæggene, der er fra 2010, er balancede anlæg med variabel luftmængde styret af frekvensomformer og udstyret med varmeflade og køleflade og varmegenvinding med roterende veksler. Ventilatorerne er med spareventilatorer. Anlæggene styres via CTS-anlæg og er i drift i bygningens brugstid.

- ventilationsanlæg, der betjener Atrium er et balanceret anlæg af fabrikat Fläckt, type IV Flexomix og er placeret i kælder. Anlægget, der er fra 2011, er indblæsningsanlæg med variabel luftmængde styret af frekvensomformer og udstyret med varmeflade og uden varmegenvinding. Ventilatorerne er med spareventilatorer. Anlægget styres via CTS-anlæg og er i drift i bygningens brugstid. Udsug sker via ventiler i rytterlyset og der er her en stor grad af styret naturlig ventilation.

- dele af kælderen ventileres ved naturlig ventilation gennem tilfældige utæthedeler i klimaskærmen, aftrækskanaler o.lign.

Energimærkning

SIDE 11 AF 16



Energimærkning nr.: 200053578

Gyldigt 7 år fra: 05-10-2011

Energikonsulent: John Heikendorf

Programversion: Energy08, Be06 version 4

Firma: OBH Ingeniørservice A/S

Forslag 5: Det anbefales at
- montere nyt ventilationsaggregat med modstrømsgenvinding i kantine.

Varme

• Varmeanlæg

Status: - ejendommens varmeproducerende anlæg består af 1 stk. varmeveksler isoleret med 30 mm.

• Varmt vand

Status: Det varme brugsvand produceres i:

- 1 stk. nyere præisoleret beholder på 263 liter placeret i teknikhус syd
 - 1 stk. præisoleret beholder på 208 liter fra 2000 placeret i taghus
 - 1 stk. nyere præisoleret beholder på 1000 liter placeret i kælder.
- cirkulationsrør er ført i teknikhус, taghus og fyrrum.
- tilslutningsrør til varmtvandsbeholder er isoleret med 30 mm.

Anlægget er monteret flg. cirkulationspumper:

- 1 stk. type UPE 25 40 180 placeret i køkken
- 1 stk. type UPE 25 40 180 placeret i taghus
- 1 stk. type Magna 25 40 180 placeret i kælder

• Fordelingssystem

Status: - varmefordeling til radiatorer sker ved et 2-strengsanlæg.
- varmerør er ført i teknikhус kantine.

Anlægget er monteret flg. cirkulationspumper:

- 1 stk. type Magna 32 120 F bl-væg
- 1 stk. type Magna 32 100 F
- 2 stk. type UPE 25-60 180
- 1 stk. type Magna 32 120 /F bl-væg.
- 1 stk. type Magna 25 30 180 varme
- 2 stk. type Magna 50-120 F varme frem
- 2 stk. type Magna 25 40 180 varme atrium tag
- 1 stk. type Magna 25 40 180 VF 13
- 2 stk. type Magna 65-60 F:KA 3, 2, 1
- 11 stk. type Magna 25 60 180 VF 1, 2, 3, 4, 5, 10
- 1 stk. type GF TPE (D): KF 5
- 3 stk. type Magna 50-120 F: KF 1, 2, 3, 25, 26
- 3 stk. type Magna 40-120 F: KF 2, 4, 10
- 1 stk. type Magna 32 100 F: KF 13

Energimærkning

SIDE 12 AF 16



Energimærkning nr.: 200053578

Gyldigt 7 år fra: 05-10-2011

Energikonsulent: John Heikendorf

Programversion: Energy08, Be06 version 4

Firma: OBH Ingeniørservice A/S

- 2 stk. type Magna 50-120 F: KA 25, 26
- 1 stk. type UPE 25-60 180: VE14I
- 1 stk. type UPS 15 35x20: VE 14I eftervarme
- 1 stk. type TPE (D) varme kælder
- 1 stk. type UPE 40 80 – F 250 varme frem kælder
- 1 stk. type TPE (D) Køleanlæg 1
- 1 stk. type TPE (D) Køleanlæg 1
- 3 stk. type TPE (D) Køleanlæg 25
- 2 stk. type TPE (D)
- 2 stk. type TPE (D)

Alle pumper er CTS-styret.

Forslag 1: Det anbefales at

- isolerede uisolerede varmerør ført i teknikhus kantine med 30 mm.

• Automatik

Status: - der er central styring af varmen i form af CTS anlæg TAC.
- alle radiatorer er forsynet med termostatventiler.

Vedvarende energi

• Solvarme

Forslag 4: Det anbefales at

- etablere et solfangeranlæg til supplering af det varme brugsvand. I beregningen er forudsat et solfangerareal på 8 m² koblet til ny solvarmebeholder. Beholder skal være med en kapacitet på 50 liter pr. kvm solfanger, dog minimum 200 liter. På forsiden i rapporten fremgår hvor meget der årligt kan spares.

Varmtvandsebolders på 1000 liter placeret i kælder nedtages.

Varmtvandsebolders i taghus erstattes med en solvarmebeholder koblet til solvarmeanlæg.

EI

• Belysning

Status: Belysningen

- på kontorer m.v. består af industriarmaturer indbygget i loft med 28 W T5-rør med elektronisk forkobling. Lyset styres af dagslysfolk og sensor.
- i møderum m.v. og på WC (en del af kontorer) består af downlights indbygget i loft med 28 W lavenergipærer med elektronisk forkobling. I møderum styres lyset af dagslysfolk og sensor. På WC styres lyset af bevægelsessensor
- i borgmestermødesal består af loftlamper nedhængende med 100 W glødepærer. Lyset

Energimærkning

SIDE 13 AF 16



Energimærkning nr.: 200053578

Gyldigt 7 år fra: 05-10-2011

Energikonsulent: John Heikendorf

Programversion: Energy08, Be06 version 4

Firma: OBH Ingeniørservice A/S

tændes og slukkes manuelt.

- på glasgang består hhv. af industriarmaturer indbygget i loft med 28 W T5-rør med elektronisk forkobling og downlights monteret på loft med 50 W halogenpærer med elektronisk forkobling. Lyset styres af dagslysfolkere og sensor.
- i kantine m.v. består af industriarmaturer og loftlamper indbygget i loft med 55 W kompaktlysrør. Lyset styres af dagslysfolkere og sensor.
- i køkken består af industriarmaturer indbygget i loft med 3 x 18 W T5-rør. Lyset styres af dagslysfolkere og sensor.
- i gæstekantine består af pendler nedhængende med 10 W lavenergipærer. Lyset tændes og slukkes manuelt.
- Atrium består hhv. af industriarmaturer med 28 W T5-rør med elektronisk forkobling og væglamper med 50 W halogenpærer. Lyset styres af dagslysfolkere.
- i kælder gl. del består af industriarmaturer med 36 W T8-rør med elektronisk forkobling. Lyset tændes og slukkes manuelt.
- i renoveret kælder består af downlights indbygget i loft med 28 W lavenergipærer. Lyset styres af dagslysfolkere og sensor.
- i taghus består af industriarmaturer monteret på loft med 36 W T8-rør med elektronisk forkobling. Lyset tændes og slukkes manuelt og lyset styres af bevægelsessensor.

Energimærkning

SIDE 14 AF 16



Energimærkning nr.: 200053578

Gyldigt 7 år fra: 05-10-2011

Energikonsulent: John Heikendorf

Programversion: Energy08, Be06 version 4

Firma: OBH Ingeniørservice A/S

Bygningsbeskrivelse

- **Opførelsesår:** 1975
- **År for væsentlig renovering:** 2010
- **Varme:** Fjernvarme
- **Supplerende opvarmning:** Ingen
- **Boligareal ifølge BBR:** 16321 m²
- **Erhvervsareal ifølge BBR:** 0 m²
- **Opvarmet areal:** 16944 m²
- **Anvendelse ifølge BBR:** Kontor/Handel/Off. administration
- **Kommentar til BBR-oplysninger:**

Det samlede erhvervsareal i BBR-Oversigten er angivet til 16321 m².

Det opvarmede etageareal er opmålt til 16944 m² og er dermed større end BBR-Oversigtsens erhvervsareal. Det skyldes opvarmning af taghus, der ikke indgår i det registrerede erhvervsareal.

Der er derfor uoverensstemmelse med energimærkningens opvarmede etageareal og BBR–Oversigtsens etageareal.

Energipriser

- **Anvendt energipris inkl. moms og afgifter:**

Fjernvarme:	647,50 kr. pr. MWh
EI:	1,70 kr. pr. kWh
Fast afgift:	0,00 kr. pr. år

Energimærkning

SIDE 15 AF 16



Energimærkning nr.: 200053578

Gyldigt 7 år fra: 05-10-2011

Energikonsulent: John Heikendorf

Programversion: Energy08, Be06 version 4

Firma: OBH Ingeniørservice A/S

Hvad er energimærkning?

Formålet med energimærkningen er at fremme energibesparelser og synliggøre mulighederne for at spare energi til gavn for privatøkonomien, miljøet og samfundet.

Ved salg eller udlejning af lejligheder skal sælger eller udlejer fremlægge en gyldig energimærkning. Gyldigheden af mærkningen er 10 år hvis summen af energibesparelser med tilbagebetalingstid under 10 år er mindre end 5% af energiforbruget. Hvis summen af disse energibesparelser er mere end 5% er gyldigheden 7 år. Reglerne gælder også ved salg af andelsboliger. Bygninger, som er større end 1000 m², skal altid have et gyldigt energimærkning. Det vil sige at mærkningen skal gentages inden gyldigheden af den tidlige mærkning udløber.

Energimærkningen gennemføres af beskikkede energikonsulenter eller certificerede energimærkningsfirmaer. Energistyrelsen overvåger ordningen og udtager energimærkninger til kontrol. Den daglige administration af ordningen varetages af Sekretariatet for Energieffektive bygninger (SEEB), på vegne af Energistyrelsen.



Yderligere oplysninger

Forbehold for priser

Energimærkets besparelsesforslag er baseret på energikonsulentens erfaring og vurdering. Før energispareforslagene iværksættes, bør der altid indhentes konkrete tilbud fra flere leverandører og foretages en faglig konkret vurdering af løsninger og produktvalg. Desuden bør det undersøges, om der kræves en myndighedsgodkendelse.

Klagemulighed

Du kan som ejer eller køber af ejendommen klage over faglige og kvalitetsmæssige forhold vedrørende energimærkningen. Klagen skal i første omgang rettes til det certificerede energimærkningsfirma, der har udarbejdet mærkningen, senest 1 år efter energimærkningsrapportens dato. Hvis bygningen efter indberetningen af energimærkningsrapporten har fået ny ejer, skal klagen være modtaget i det certificerede firma senest 1 år efter den overtakelsesdag, som er aftalt mellem sælger og køber, dog senest 6 år efter energimærkningsrapportens datering. Klagen skal indgives på et skema, som er udarbejdet af Energistyrelsen. Dette skema finder du på www.seeb.dk. Det certificerede energimærkningsfirma behandler klagen og meddeler skriftligt sin afgørelse af klagen til dig som klager. Det certificerede energimærkningsfirms afgørelse af en klage kan herefter påklages til Energistyrelsen. Dette skal ske inden 4 uger efter modtagelsen af det certificerede energimærkningsfirms afgørelse af sagen.

Klagen kan i alle tilfælde indbringes af bygningens ejer, herunder i givet fald en ejerforening, en andelsforening, anpartsforening eller et boligselskab, ejere af ejerlejligheder, andelshavere, anpartshavere og aktionærer i et boligselskab, samt købere eller erhververe af energimærkede bygninger eller lejligheder.

Reglerne fremgår af §§ 41 og 42 i bekendtgørelse nr. 61 af 27. januar 2011.

Energimærkning

SIDE 16 AF 16



Energimærkning nr.: 200053578

Gyldigt 7 år fra: 05-10-2011

Energikonsulent: John Heikendorf

Programversion: Energy08, Be06 version 4

Firma: OBH Ingeniørservice A/S

Energistyrelsens adresse er:

Energistyrelsen
Amaliegade 44
1256 København K
E-mail: ens@ens.dk

Yderligere oplysninger kan fås på www.mærkdinbygning.dk

Læs mere

www.sparenergi.dk

Energikonsulent

Energikonsulent: John Heikendorf **Firma:** OBH Ingeniørservice A/S

Adresse: Bredskifte Allé 11 **Telefon:** 70217240
8210 Århus V

E-mail: obh@obh-gruppen.dk **Dato for bygnings-gennemgang:** 22-08-2011

Energikonsulent nr.: 250789

Se evt. www.mærkdinbygning.dk for opdateret kontaktinformation om energikonsulenten.

APPENDIX 1.05 BMS measurement data 2012-2014

Fjernvarme forbrug 2012

AFLÆST AF FJERNVARME		AFLÆST INTERNT									
Termin	Rådhuset MWh	Rådhuset MWh	Rådhuset MWh	Rådhuset MWh	Rådhus samlet (beregnet)	Helsehuset					Helsehuset samlet (beregnet)
	Målernr.: 6537179	Målernr.: 6537179	Målernr.: 6543385	Målernr.: 6543385		Bimålernr.: 4130473	Bimålernr.: 4130473	Bimålernr.: 60321799	Bimålernr.: 60321799		
	Inst.nr.:XX	Inst.nr.:XX	Inst.nr.:XX	Inst.nr.:XX							
	Placering: Fjernvarmecentra l i kælder under tilbygning	Placering: Fjernvarmecentra l i kælder under tilbygning	Placering: I teknikrum under kantine	Placering: I teknikrum under kantine		Placering: Penthouse	Placering: Penthouse	Placering: Kældergang under Helsehuset	Placering: Penthouse		
						(måler nr. 6537179 + målernr. 6543385 minus Helsehuset)	Bimåler for varmeforsyning til radiatorer (stuen og 1 sal), VVB og ventilation for Helsehuset	Bimåler for varmeforsyning til radiatorer (stuen og 1 sal), VVB og ventilation for Helsehuset	Bimåler for varmeforsyning til radiatorer i Helsehusets kælder	Bimåler for varmeforsyning til radiatorer i Helsehusets kælder	
	Aflæsning	Forbrug	Aflæsning	Forbrug		Aflæsning	Forbrug	Aflæsning	Forbrug		
	14,319					0					0
Januar	2012	2,572	2572	422	422	-261	3,248	3248	7.4	7.4	3,255
			-2572		-422	261		-3248		-7.4	-3,255
			0		0	0		0		0	0
			0		0	0		0		0	0
			0		0	0		0		0	0
			0		0	0		0		0	0
			0		0	0		0		0	0
			0		0	0		0		0	0
			0		0	0		0		0	0
			0		0	0		0		0	0
			0		0	0		0		0	0
			0		0	0		0		0	0
Januar	2013	3,511	3511	573	573	566	3,480	3480	37.6	37.6	3,518
			939		151	828		232		30	262
I ALT:		MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh

11,293

73 kWh/m²

3,026

87 kWh/m²

ELFORBRUG 2012

AFLÆST AF Elforsyning		AFLÆST INTERNT			
Termin	EI 1. Rådhuset kWh	EI 1. Rådhuset kWh	Rådhus samlet (beregnet)	Kantinen	
	Målernr.: 24169	Målernr.: 24169			
	Inst.nr.:17-25458	Inst.nr.:17-25458			
	Placering: I cykelkælder	Placering: I cykelkælder			
	Hovedmåler for Rådhuset Fjernaflæses af Dong (51308751)	Hovedmåler for Rådhuset Fjernaflæses af Dong (51308751)	Måler nr. 24169 + 2 stk elevatorer (38neo162 og 38neo163) som forsynes fra Helsehuset (målernr. 024163)	Beregnet forbrug ud fra areal. Rådhus = 10.721 m ² . Kantine = 572 m ²	
	Aflæsning	Forbrug			
	11,293				
Januar	2012	24741900	24741900	24,741,900	
		-24741900	-24741900	-24,741,900	
		0	0	0	
		0	0	0	
		0	0	0	
		0	0	0	
		0	0	0	
		0	0	0	
		0	0	0	
		0	0	0	
Januar	07-01-2013	26230400	1,488,500	1,498,500	
I ALT:		1,488,500	1,498,500	75,900	
	kWh		kWh		kWh

11,293 m²
10,721
572 m²

Vandforbrug 2012

AFLÆST AF VANDFORSYNINGEN		AFLÆST INTERNT							
Termin	Rådhuset M ³ (Hovedmåler)	Rådhuset M ³ (Hovedmåler)	Rådhuset M ³ (Tilbygning)	Rådhuset M ³ (Tilbygning)	Rådhus samlet (beregnet)				Helsehuset samlet (beregnet)
	Målernr.: GI.7994194 Ny: 120025445	Målernr.: GI.7994194 Ny: 120025445	Målernr.: GI.20260972 Ny:11523597	Målernr.: GI.20260972 Ny:11523597					
	Inst.nr.:XX	Inst.nr.:XX	Inst.nr.:XX	Inst.nr.:XX					
	Placering: Sprinklerrum i kldr. under Helsehuset	Placering: Sprinklerrum i kldr. under Helsehuset	Sprinklerrum i kælder under tilbygningen	Sprinklerrum i kælder under tilbygningen					
					(måler nr. 7994195+ 20260972 minus Helsehuset	Helsehuset. Beregnes ud fra Rådhusets m ³ forbrug (målernr. 7994194+20260972) divideret med Rådhusets + Helsehusets areal(14319m ²) gange helsehusets areal (1902m ²)	Fløj 3: 375 m ² ejerlegelighed tilhørende Helsehuset. Beregnes ud fra Rådhusets M ³ forbrug (målernr. 7994194+20260972) divideret med Rådhusets + Helsehusets areal (14319m ²) gange ejerlegelighedens areal (375m ²)	Helsehuset samlet forbrug: Helsehuset stue, 1 sal og kælder + Fløj 3 (375 m ²)	
	Aflæsning	Forbrug	Aflæsning	Forbrug					
	14319					1902	375		
						0			
Januar	2012	35177	0	9858	0	0	0	0	0
			0		0	0	0	0	0
			0		0	0	0	0	0
			0		0	0	0	0	0
Målerskift	26-06-2012		0	10219	361	304	48	9	57
			0	0	0	0	0	0	0
			0		0	0	0	0	0
			0		0	0	0	0	0
			0		0	0	0	0	0
			0		0	0	0	0	0
Målerskift	27-11-2012	37646	2469		0	2,076	328	65	393
		0	0		0	0	0	0	0
Januar	07-01-2013	245	245	308	308	465	73	14	88
			2714		669	2,845	449	89	538
I ALT:		M ³	M ³	M ³	M ³	M ³	M ³	M ³	M ³

11,293

0.25 m³/m² pr år

2,277

0.24 m³/m² pr år

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2010/2008	2010/2009	2011/2010	
Januar	441	589	361	471	522	636	551	1.35032	1.21839	0.86635	6.482875 0.011766
Februar	488	485	433	372	479	521	489	1.40054	1.08768	0.93858	5.753404
Marts	507	562	345	429	421	457	448	1.06527	1.08551	0.98031	5.271013
April	292	340	258	299	254	293	219	0.97993	1.15354	0.74744	2.576678
Maj	185	182	161	151	171	232	179	1.53642	1.35673	0.77155	2.106052
Juni	94	63	49	74	104	91	59	1.22973	0.87500	0.64835	0.694174
Juli	21	1	48	24	16	6	26	0.25000	0.37500	4.33333	0.305907
August	59	18	39	29	19	42	44	1.44828	2.21053	1.04762	0.517689
September	90	45	128	128	85	135	92	1.05469	1.58824	0.68148	1.08244
Oktober	206	163	274	245	297	278	237	1.13469	0.93603	0.85252	2.78846
November	360	299	382	343	289	429	321	1.25073	1.48443	0.74825	3.776775
December	473	330	430	458	515	665	408	1.45197	1.29126	0.61353	4.800387
	3216	3077	2908	3023	3172	3785	3073	14.15256	14.66233	0.81189	36.15585 MWh 7.231171 GUF 28.92468 GAF

Helsehuset - Kælder

Aflæsning MWh	Forbrug	dage	pr. dag	dage	Januar
17-01-2012 4.03					
02-02-2012 7.376	3.346	16	0.209125	31	6.482875

Fjernvarme forbrug 2013

AFLÆST AF FJERNVARME		AFLÆST INTERNT									
Termin	Rådhuset MWh	Rådhuset MWh	Rådhuset MWh	Rådhuset MWh	Rådhus samlet (beregnet)	Helsehuset					Helsehuset samlet (beregnet)
	Målernr.: 6537179	Målernr.: 6537179	Målernr.: 6543385	Målernr.: 6543385		Bimålernr.: 4130473	Bimålernr.: 4130473	Bimålernr.: 60321799	Bimålernr.: 60321799		
	Inst.nr.:XX	Inst.nr.:XX	Inst.nr.:XX	Inst.nr.:XX							
	Placering: Fjernvarmecentra l i kælder under tilbygning	Placering: Fjernvarmecentra l i kælder under tilbygning	Placering: I teknikrum under kantine	Placering: I teknikrum under kantine		Placering: Penthouse	Placering: Penthouse	Placering: Kældergang under Helsehuset	Placering: Penthouse		
						(måler nr. 6537179 + målernr. 6543385 minus Helsehuset)	Bimåler for varmeforsyning til radiatorer (stuen og 1 sal), VVB og ventilation for Helsehuset	Bimåler for varmeforsyning til radiatorer (stuen og 1 sal), VVB og ventilation for Helsehuset	Bimåler for varmeforsyning til radiatorer i Helsehusets kælder	Bimåler for varmeforsyning til radiatorer i Helsehusets kælder	
	Aflæsning	Forbrug	Aflæsning	Forbrug		Aflæsning	Forbrug	Aflæsning	Forbrug		
	14,319					0					
Januar	2012	2,572		422		3,248		7			0
Januar	2013	3,511	939	573	151	835	3,480	232	31	23	255
	31-12-2013	4,434	923	734	161	823	3,691	211	81	50	261
I ALT:		923		161		823		211		50	261
				MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh

11,293

73 kWh/m²

3,026

86 kWh/m²

ELFORBRUG 2013

AFLÆST AF Elforsyning		AFLÆST INTERNT		
Termin	EI 1. Rådhuset kWh	EI 1. Rådhuset kWh	Kantinen	
	Målernr.: 24169	Målernr.: 24169		
	Inst.nr.:17-25458	Inst.nr.:17-25458		
	Placering: I cykelkælder	Placering: I cykelkælder		
	Hovedmåler for Rådhuset Fjernaflæses af Dong (51308751)	Hovedmåler for Rådhuset Fjernaflæses af Dong (51308751)	Beregnet forbrug ud fra areal. Rådhus = 10.721 m ² . Kantine = 572 m ²	
	Aflæsning	Forbrug		
	11,293			
Januar	2012	24741900		
Januar	07-01-2013	26230400	1,488,500	
	19-12-2013	27709000	1,478,600	
I ALT:		1,478,600	74,892	
		kW	kWh	

m²

572 m²

Vandforbrug 2013

AFLÆST AF VANDFORSYNINGEN		AFLÆST INTERNT						
Termin	Rådhuset M ³ (Hovedmåler)	Rådhuset M ³ (Hovedmåler)	Rådhuset M ³ (Tilbygning)	Rådhuset M ³ (Tilbygning)	Rådhus samlet (beregnet)			
	Målernr.: GI.7994194 Ny: 120025445	Målernr.: GI.7994194 Ny: 120025445	Målernr.: GI.20260972 Ny:11523597	Målernr.: GI.20260972 Ny:11523597				Helsehuset samlet (beregnet)
	Inst.nr.:XX	Inst.nr.:XX	Inst.nr.:XX	Inst.nr.:XX				
	Placering: Sprinklerrum i kldr. under Helsehuset	Placering: Sprinklerrum i kldr. under Helsehuset	Sprinklerrum i kælder under tilbygningen	Sprinklerrum i kælder under tilbygningen				
					(måler nr. 7994195+ 20260972 minus Helsehuset	Helsehuset. Beregnes ud fra Rådhusets m ³ forbrug (målernr. 7994194+20260972) divideret med Rådhusets + Helsehusets areal(14319m ²) gange helsehusets areal (1902m ²)	Fløj 3: 375 m ² ejerlegelighed tilhørende Helsehuset. Beregnes ud fra Rådhusets M ³ forbrug (målernr. 7994194+20260972) divideret med Rådhusets + Helsehusets areal (14319m ²) gange ejerlegelighedens areal (375m ²)	Helsehuset samlet forbrug: Helsehuset stue, 1 sal og kælder + Fløj 3 (375 m ²)
	Aflæsning	Forbrug	Aflæsning	Forbrug				
	14319					1902	375	
						0		
Januar	2012	35177	0	9858	0	0	0	0
Målerskift	26-06-2012			10219	361	304	48	9
Målerskift	27-11-2012	37646	2469			2,076	328	65
Januar	07-01-2013	245	245	308	308	465	73	14
	19-12-2013	3288	3043	911	603	3,066	484	95
I ALT		3043		603	3,066	484	95	580
	M ³	M ³	M ³	M ³	M ³	M ³	M ³	M ³

11,293

0.27 m³/m² pr år

2,277

0.25 m³/m² pr år

Bimålere IT serverum, Hold-an vej 7, kldr.

S/N 0812195023

S/N 0812195024

	El bimåler Målernr. S/N 0812195023		El bimåler Målernr. S/N 0812195024		Bemærkninger
Dato	KWh	diff.	KWh	diff.	
21-11-2013	1493		1107		Første aflæsning
01-01-2014	20489	18996	23555	22448	Beregnet
14-01-2014	26512	6023	30672	7118	Aflæst
Forbrug	KWh	6023	KWh	7118	

Bimålere IT serverum, Hold-an vej 7, kldr.

Carsten Pai

16.15

Aflæsning d. 21-11-2013 kl.: 9.15	10.15	11.15	12.15	13.15	
Bimåler S/N 0812195023	1493 kWh	1513 kWh	1529 kWh	1548 kWh	1567 kWh
Bimåler S/N 0812195024	1107 kWh	1130 kWh	1150	1173	1170 kWh
I alt	2600	2643	2679	2718	2763
Timer år:	8760				Gennemsnit pr. time: 41 kWh
		7			
Gennemsnitligt forbrug pr. time:	41 kW				308
					44

Beregnet årsforbrug kWh 356,970 kWh
Beregnet årsforbrug kr. 599,710 kr.

	21-11-2013	14-01-2014	Forbrug 54 dage	Forbrug pr. dag
Bimåler S/N 0812195023	1493 kWh	26512 kWh	25019 kWh	463 kWh
Bimåler S/N 0812195024	1107 kWh	30672 kWh	29565 kWh	548 kWh

Gennemsnitligt forbrug pr. dag: 1011 kW
dage/år 365
Beregnet årsforbrug kWh 368,947 kWh
Beregnet årsforbrug kr. 619,832 kr.

mer

Fjernvarme forbrug 2014

Dato: 16-01-2015

AFLÆST AF FJERNVARME		AFLÆST INTERNT									
Termin	Rådhuset MWh	Rådhuset MWh	Rådhuset MWh	Rådhuset MWh	Rådhus samlet (beregnet)	Helsehuset					Helsehuset samlet (beregnet)
	Målernr.: 6537179	Målernr.: 6537179	Målernr.: 6543385	Målernr.: 6543385		Bimålernr.: 4130473	Bimålernr.: 4130473	Bimålernr.: 60321799	Bimålernr.: 60321799		
	Inst.nr.:XX	Inst.nr.:XX	Inst.nr.:XX	Inst.nr.:XX							
	Placering: Fjernvarmecentra l i kælder under tilbygning	Placering: Fjernvarmecentra l i kælder under tilbygning	Placering: I teknikrum under kantine	Placering: I teknikrum under kantine		Placering: Penthouse	Placering: Penthouse	Placering: Kældergang under Helsehuset	Placering: Penthouse		
						(måler nr. 6537179 + målernr. 6543385 minus Helsehuset)	Bimåler for varmeforsyning til radiatorer (stuen og 1 sal), VVB og ventilation for Helsehuset	Bimåler for varmeforsyning til radiatorer (stuen og 1 sal), VVB og ventilation for Helsehuset	Bimåler for varmeforsyning til radiatorer i Helsehusets kælder	Bimåler for varmeforsyning til radiatorer i Helsehusets kælder	
	Aflæsning	Forbrug	Aflæsning	Forbrug		Aflæsning	Forbrug	Aflæsning	Forbrug		
	14,319					0					0
											0
Januar	2012	2,572		422		3,248		7			0
Januar	2013	3,511	939	573	151	835	3,480	232	31	23	255
	31-12-2013	4,434	923	734	161	823	3,691	211	81	50	261
	19-12-2014	5,269	835	894	160	820	3,847	156	100	19	175
Beregnet	31-12-2014	5,312	43	902	8	43	3,855	8	101	1	9
I ALT:		878		168		863		164		20	184
MWh				MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh

11,293

76 kWh/m²

3,026

61 kWh/m²

ELFORBRUG 2014

Dato: 16-01-2015

AFLÆST AF Elforsyning		AFLÆST INTERNT		
Termin	EI 1. Rådhuset kWh	Faktor	EI 1. Rådhuset kWh	Kantinen
	Målernr.: 3101714 (gl.24169)	200	Målernr.: 3101714 (gl.24169)	
	Inst.nr.:17-25458		Inst.nr.:17-25458	
	Placering: I cykelkælder		Placering: I cykelkælder	
	Hovedmåler for Rådhuset Fjernaflæses af Dong (51308751)		Hovedmåler for Rådhuset Fjernaflæses af Dong (51308751)	Beregnet forbrug ud fra areal. Rådhus = 10.721 m ² . Kantine = 572 m ²
	Aflæsning		Forbrug	
	11,293			
Januar	2012	24741900		
Januar	07-01-2013	26230400	1,488,500	
	19-12-2013	27709000	1,478,600	
	26-03-2014	28114600	405,600	
	26-03-2014	633		
	19-12-2014	6718	1,217,000	
I ALT:		1,622,600		82,186
kWh			kWh	

m²

572 m²

Vandforbrug 2014

Dato: 16-01-2015

AFLÆST AF VANDFORSYNINGEN		AFLÆST INTERNT						
Termin	Rådhuset M ³ (Hovedmåler)	Rådhuset M ³ (Hovedmåler)	Rådhuset M ³ (Tilbygning)	Rådhuset M ³ (Tilbygning)	Rådhus samlet (beregnet)			
	Målnr.: 120025445	Målnr.: 120025445	Målnr.: 11523597	Målnr.: 11523597				Helsehuset samlet (beregnet)
	Inst.nr.:XX	Inst.nr.:XX	Inst.nr.:XX	Inst.nr.:XX				
	Placering: Sprinklerrum i kldr. under Helsehuset	Placering: Sprinklerrum i kldr. under Helsehuset	Sprinklerrum i kælder under tilbygningen	Sprinklerrum i kælder under tilbygningen				
					(måler nr. 120025445+ 11523597 minus Helsehuset)	Helsehuset. Beregnes ud fra Rådhusets m ³ forbrug (målnr. 120025445+11523597) divideret med Rådhusets + Helsehusets areal(14319m ²) gange helsehusets areal (1902m ²)	Fløj 3: 375 m ² ejerlegelighed tilhørende Helsehuset. Beregnes ud fra Rådhusets M ³ forbrug (målnr. 120025445+11523597) divideret med Rådhusets + Helsehusets areal (14319m ²) gange ejerlegelighedens areal (375m ²)	Helsehuset samlet forbrug: Helsehuset stue, 1 sal og kælder + Fløj 3 (375 m ²)
	Aflæsning	Forbrug	Aflæsning	Forbrug				
	14319					1902	375	
						0	0	0
Januar	2012	35177	0	9858	0	0	0	0
Målerskift	26-06-2012			10219	361	304	48	57
Målerskift	27-11-2012	37646	2469			2,076	328	65
Januar	07-01-2013	245	245	308	308	465	73	14
	19-12-2013	3288	3043	911	603	3,066	484	95
	19-12-2014	6207	2919	1517	606	2,964	468	92
I ALT		2919		606	2,964		468	92
		M ³	M ³	M ³	M ³	M ³	M ³	M ³

11,293

0.26 m³/m² pr år

2,277

0.25 m³/m² pr år

Forbrug 2014

Bimålere IT serverum, Hold-an vej 7, kl dr.

S/N 0812195023

S/N 0812195024

Dato: 16-01-2015

	El bimåler Målernr. S/N 0812195023		El bimåler Målernr. S/N 0812195024		Bemærkninger
Dato	KWh	diff.	KWh	diff.	
21-11-2013	1493		1107		Første aflæsning
01-01-2014	20489	18996	23555	22448	Beregnet
14-01-2014	26512	6023	30672	7118	Aflæst
16-01-2015	211773	185261	231088	200416	Aflæst
Forbrug	KWh	185,261	KWh	200,416	

Samlet 385,677 KWh

Bimålere IT serverum, Hold-an vej 7, kldr.

Carsten Pai

16.15

Aflæsning d. 21-11-2013 kl.: 9.15	10.15	11.15	12.15	13.15	
Bimåler S/N 0812195023	1493 kWh	1513 kWh	1529 kWh	1548 kWh	1567 kWh
Bimåler S/N 0812195024	1107 kWh	1130 kWh	1150	1173	1170 kWh
I alt	2600	2643	2679	2718	2763
Timer år:	8760				Gennemsnit pr. time: 41 kWh
		7			
Gennemsnitligt forbrug pr. time:	41 kW				308
					44

Beregnet årsforbrug kWh

356,970 kWh

Beregnet årsforbrug kr.

599,710 kr.

	21-11-2013	14-01-2014	Forbrug 54 dage	Forbrug pr. dag
Bimåler S/N 0812195023	1493 kWh	26512 kWh	25019 kWh	463 kWh
Bimåler S/N 0812195024	1107 kWh	30672 kWh	29565 kWh	548 kWh

Gennemsnitligt forbrug pr. dag: 1011 kW

dage/år 365

Beregnet årsforbrug kWh

368,947 kWh

Beregnet årsforbrug kr.

619,832 kr.

mer

Appendix 1.06 NHR energy optimization report

Til

Ballerup Kommune

Dokumenttype

Rapport

Dato

Januar 2015

BALLERUP RÅDHUS ENERGIOPTIMERING 2014



BALLERUP RÅDHUS

ENERGIOPTIMERING 2014

Revision **0**
Dato **2015-01-30**
Udarbejdet af **NHR**
Kontrolleret af **CHEB**
Godkendt af **NKH**
Beskrivelse **Rapport med forslag til optimering af køl, varme, CTS**

Ref. **110 000 8548**

INDHOLD

1.	indledning	1
2.	Sammenfatning og konklusion	2
2.1	Analyser af energiforbrug	2
2.2	Forslag til energibesparende foranstaltninger	2
2.3	Div.	2
3.	Analyser af energiforbrug m.m.	3
3.1	EMO	3
3.2	Best Practice nøgletal	3
3.3	Elforbrug timeværdier	3
3.4	Indeklima	4
4.	Bygning og installationer	5
4.1	Varme	5
4.2	Varmt brugsvand	5
4.3	Ventilation	6
4.4	Køling - komfort	7
4.5	Køling – servere	7
4.6	Diverse	8
4.7	CTS	8
4.8	Bimålere	8
5.	Forslag	9
5.1	Optimering af tekniske installationer	9
5.1.1	Varme – setpunkt for varme	9
5.1.2	Ventilation – effektiv styring og natkøling	9
5.1.3	Ventilation – tilslutning af toiletudsugninger til varmegenvinding	9
5.1.4	Køling – mere effektiv styring, frikøling, overhedningsvarme	9
5.1.5	Køling – ændret princip for blandesløjfer	9
5.1.6	Køling – begræns flow gennem by-pass ventiler	9
5.1.7	Køling – større, mere effektive anlæg	9
5.1.8	Tomgangstab el	9
5.1.9	CTS – natstop af cirkulation på brugsvand	9
5.1.10	CTS – variable setpunkter, neutralzone, fjernvarmevekslere på CTS	9
5.1.11	CTS – følere efter roterende vekslere	10
5.2	Solceller	10

1. INDLEDNING

Det er aftalt, at Rambøll gennemgår installationerne på Ballerup Rådhus med henblik på at kunne foreslå div. energibesparende foranstaltninger indenfor ventilation, køl, varme og tilhørende CTS samt se på evt. placering af solceller på taget.

Der indgår:

1. Vurdering af energiforbrug via Best Practice princip.
2. Gennemlæsning/kommentering af EMO rapport.
3. Gennemgang af installationer på stedet og udfra tegninger/diagrammer.
4. Udarbejdelse af rapport med beskrivelse af nuværende tilstand samt forslag til optimeringer og videre forløb.

2. SAMMENFATNING OG KONKLUSION

Rådhuset er opført i 1975. Bygningen er i 2 plan - delvis med opvarmet kælder – og i alt 16.944 m² erhvervsareal. Væsentligste ændring af bygningen er nye ventilationsanlæg 2009-11. Der er ca. 600 ansatte på Rådhuset.

Rambøll har primo 2014 gennemgået installationerne excl. belysning, talt med driftspersonalet og gennemgået CTS skærmbilleder. Der er udarbejdet nærværende rapport, der beskriver eksisterende forhold og opstiller forslag til optimering af disse.

2.1 Analyser af energiforbrug

Det realiserede varmeforbrug er 10% under det af EMO beregnede.

Elforbruget ligger ovre middel i f.t. Best Practice nøgletal, hvilket indikerer muligheder for besparelser.

El tomgangsforbruget er omkring 120 kW. Der må være muligheder for at få den del af forbruget længere ned.

2.2 Forslag til energibesparende foranstaltninger

Varme – setpunkt for varmestart-/stop efter rumtemperatur i stedet for udetemperatur

Ventilation – mere effektiv styring og mere natkøling

Ventilation – tilslutning af toiletudsugninger til de relativt nye ventilationsanlæg med varmegenvinding.

Køling – mere effektiv styring – bl.a. variabelt setpunkt, kølestart efter rumtemperatur, frikøling, udnyttelse af overhedeningsvarme

Køling – revurdering af blandesløjfer for 2 temperaturniveauer

Køling – begræns flow gennem by-pass ventiler foran blandesløjfer til kølebafler.

Køling – på længere sigt bør det overvejes at samle kølingen på 1-2 mere effektive anlæg.

Tomgangstab el – reduktion

CTS – natstop af cirkulation på brugsvand

CTS – variable setpunkter, neutralzone, fjernvarmevekslere på CTS

CTS – indbygning af følere efter roterende veksler (kontrol af drift)

Solceller – med et anlæg på ca. 1000 m² kan hele produktionen bruges i bygningen.

Hertil kommer (ikke incl. i opgaven) optimering af kontorudstyr, hvor der sandsynligvis er en del at spare på PC'erne.

2.3 Div.

Der arbejdes på at samarbejde med nabokommunerne om fælles drift af IT, hvilket må forventes at kunne give en reduktion i elforbruget.

Nogle af målerne virker ikke eller registreres ikke korrekt på CTS

Det kan overvejes at genbruge regnvand til toiletskyl.

3. ANALYSER AF ENERGIFORBRUG M.M.

3.1 EMO

Varmeforbrug 1048 MWh/år (2010) graddagekorrigert. Dette er ca. 10% under det EMO beregnede (hvor der er forudsat sommerstop af varmeanlæg).

Elforbruget er Der er kun fundet en elbesparelse på ca. 1 MWh/år blandt de primære forslag. Herudover er der et forslag om ny ventilationsunit til kantinen.

Det skal bemærkes at en EMO gennemgang og rapport er begrænset til de BR relaterede forbrug dvs. klimaskærm og typiske faste installationer.

3.2 Best Practice nøgletal

Energiforbruget er analyseret udfra principperne i "Best Practice" (BP) – et energiforskningsprojekt gennemført af TI, Rambøll m.fl. 2000-2004.

Elforbruget er 1493 MWh/år (2012) svarende til 133 kWh/m² (højt i BP sammenhæng).

Personalet sidder relativt tæt og dette giver et forbrug på 2497 kWh/ansat/år (øvre del af ordinary low – dvs. lidt over middel i BP sammenhæng)).

Kategorien "Good Practice" har et gennemsnit på ca. 1500 kWh/ansat, hvilket indikerer at der må være muligheder for at reducere elforbruget.

Varmeforbruget er 828 MWh/år (2012) svarende til 73 kWh/m² (middel i BP sammenhæng).

Vandforbruget er 2845 m³/år (2012) svarende til 252 l/m² svarende til 5 m³/ansat/år (typisk forbrug ved nyere installationer i BP sammenhæng).

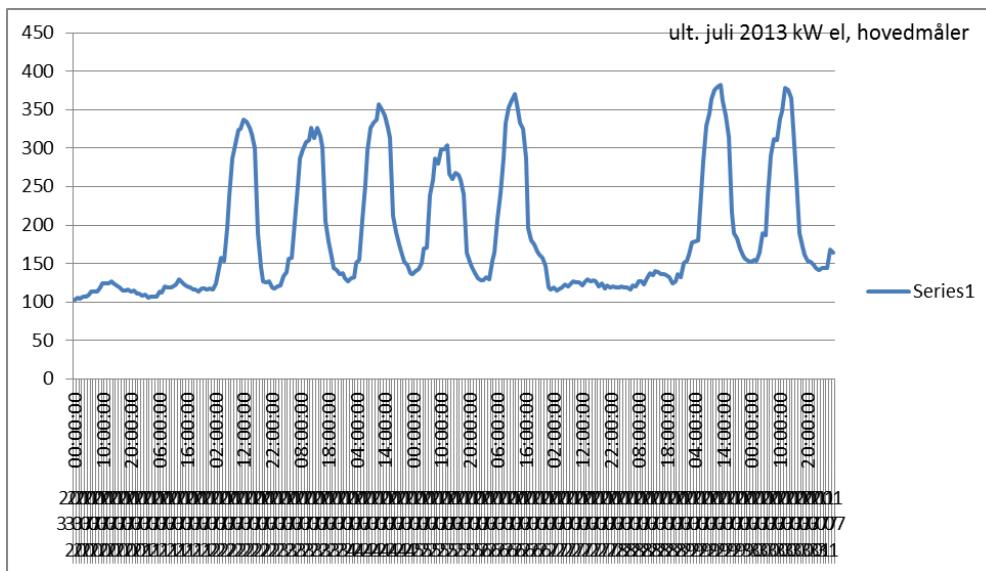
3.3 Elforbrug timeværdier

Der er analyseret elforbrugets variation udfra hovedmålerens visning.

Eleffekt 2013 i kW

	januar	Juni	ult. juli
Hverdage arb.tid min.	270-290	300-330	270-300
Hverdage arb.tid max.	300-330	350-370	350-380
Hverdage nat min.	100-120	110-120	120-150
Weekends	100-140	110-140	120-140

I juli kunne man forvente et lavt forbrug pga. ferie, men det er sandsynligvis høje udtemperaturer, der medfører et øget elforbrug til køling. Det kan undre at der også er et højere forbrug nat og weekend !



3.4 Indeklima

Før installering af ventilation var der 40% utilfredse, men tallet er nu meget lavere.

Der opleves træk og af og til en indelukket fornemmelse – måske pga. høje temperaturer?. CO2 værdier er ok dvs. op til 7-800 ppm.

4. BYGNING OG INSTALLATIONER

Rådhuset er opført 1975 og er på 11.293 m² fordelt på stue og 1.sal.

De fleste afdelinger er omplaceret ult. 2013.

Bygningerne virker utætte, hvilket kan stamme fra elementsamlingerne.

Indeklima, vinter – trækgener pga. utætte facader (lille omfang). Ved vestfacade er der træk fra døre. I et vist omfang er der gener fra kølebafler.

Indeklima, sommer – 2013 (varm sommer) blev der varmt i rummene. Taget er efterisoleret.

Der køres med sommer- (24,5-25°C) hhv. vintertemperatur (23°C) som kølesetpunkt i rummene.

Der er temperaturfølere i møderum og kontorzoner (a 3-5 kølebafler).

Udvendig solafskærming (rullegardin) er manuel dvs. aktiveres sandsynligvis ofte for sent og kun, når personalet er på arbejde.

PC'ere er ældre, stationære typer med fladskærme (der kan være trækgener fra PC'ere ved placering under bord).

Køkken – der er varmt køkken.

IT – der er serverinstallation med UPS og køl. Der er samarbejde med nabokommuner om en fælles IT central. Der arbejdes videre med dette og det er aftalt at lade en kort gennemgang af serverinstallationerne udgå. I stedet er der gået mere i dybden med andre ting.

Belysning – der er ny belysning med IBI tænd/sluk med T5 rør, hvor man er gået fra 200 til 365 lux i kontorer.

Der er ikke effektlys.

CTS – fab. Schneider

Brugstid 7-16 hhv. 7-19 (torsdag) og ellers efter behov i enkelte områder.

4.1 Varme

Fjernvarmestik til kantine hhv. resten af rådhuset. Fjernvarmeselskabet VF har leveret de 2 vekslere med integreret Danfoss styring (ikke tilsluttet CTS).

Der er ikke krav til afkøling af fjernvarme fra Vestforbrændingen og der er heller ikke meldt noget ud om at indføre det.

Der er 2-strengs varmeanlæg med radiatorer samt gulvvarme i atrie.

Pumperne er nye/nyere "sparepumper" af typen Magna og UPE.

De 5 blandedsløjfer er delvis facadeopdelt efter orientering. Fremløbstemperatur styres efter udtemperatur og vind.

Alle radiatorer er forsynet med radiatortermostater – ikke låst, men personalet er gode til at indstille korrekt (3-3,5). De fleste radiatorer er lukket inde af reoler m.m.

4.2 Varmt brugsvand

Cirkulation – der er i flg. EMO lang ventetid på varmt brugsvand.

Det varme brugsvand produceres i:

- 1 stk. nyere præisoleret beholder på 263 liter placeret i teknikhus syd
- 1 stk. præisoleret beholder på 208 liter fra 2000 placeret i taghus
- 1 stk. nyere præisoleret beholder på 1000 liter placeret i kælder.
- 1 stk beholder i taghus til helsehus (udenfor projekt).

Cirkulationsrør (BC) er ført i teknikhus, taghus og fyrrum.

Tilslutningsrør til varmtvandsbeholder er isoleret med 30 mm.

Beholderne forsynes via vekslerne fra fælles VF.

Anlægget er monteret med flg. cirkulationspumper:

- 1 stk. type UPE 25 40 180 placeret i køkken
- 1 stk. type UPE 25 40 180 placeret i taghus

- 1 stk. type Magna 25-40 180 placeret i kælder

4.3 Ventilation

Bygningen er fuldt, mekanisk ventileret.

I 2009-11 blev ventilationsanlæggene udskiftet incl. kanaler.

Anlæg er trykstyrede 180-230 Pa ved indblæs hhv. udsugning fab. IV (ikke Fläkt som nævnt i EMO) med varmeflader, køleflader og rotorvekslere. Køleflader i ventilation er centrale.

Der er opsat ca. 300 kølebafler (Lindab) i kontorerne.

I flg. tegninger er der pr. ventilationsanlæg en blandesløjfe for ventilation hhv. en blandesløjfe for kølebafler.

Anlæggene er CTS styrede (ikke integreret styring) af ventilatorhastighed, køle-/varmeflader, roterende veksler m.m.

Der er ikke recirkulering bortset fra kantine (gammelt anlæg).

Luften køles til 16-19°C (16°C kan give trækproblemer).

I møderum er der VAV ventilation. Der er principielt separate anlæg til kontorer hhv. møderum. Møderum i stueetage ligger både i facader og længere inde i bygning.

Toiletter har sep., ældre udsugningsventilatorer med urstyring.

EMO 2010:

Atriet er naturligt ventileret og der kan afskærmes for solen.

Ventilationsanlæg, der betjener fløj 1, st. + 1. sal, fløj 2, st. + 1. sal midte, fløj 3, st. + 1. sal midte, fløj 2 møderum stueetage, fløj 3 møderum stueetage, Velfærd og fløj 1, 1. sal møderum er balancede anlæg af fabrikat Fläckt, type IV Flexomix og er placeret i taghus.

Anlæggene, der er fra 2010 (anlæg, der betjener fløj 3, st. + 1. sal er fra 2009), er balancede anlæg med variabel luftmængde styret af frekvensomformer og udstyret med varmeflade og køleflade og varmegenvinding med roterende veksler. Ventilatorerne er med spareventilatorer. Anlæggene styres via CTS-anlæg og er i drift i bygningens brugstid.

- ventilationsanlæg, der betjener IT + trykkeri i kælder er et balancede anlæg af fabrikat Fläckt, type IV Flexomix og er placeret i taghus. Anlægget, der er fra 2010, er et balancede anlæg med konstant luftmængde og udstyret med varmeflade og køleflade og varmegenvinding med roterende veksler. Ventilatorerne er med spareventilatorer.

Anlægget styres via CTS-anlæg og er i drift i bygningens brugstid.

- ventilationsanlæg, der betjener gang i kælder er et balancede anlæg af fabrikat Fläckt, type IV Flexomix og er placeret i taghus. Anlægget, der er fra 2010, er et balancede anlæg med variabel luftmængde styret af frekvensomformer og udstyret med varmeflade og varmegenvinding med roterende veksler. Ventilatorerne er med spareventilatorer.

Anlægget styres via CTS-anlæg og er i drift i bygningens brugstid.

- ventilationsanlæg, der betjener kantine er et balancede anlæg af fabrikat Fläckt, type KDDP og er placeret i teknikhus syd. Anlægget, der er fra 1974, er et balancede anlæg med variabel luftmængde styret af frekvensomformer og udstyret med varmeflade og uden varmegenvinding. Anlægget styres via CTS-anlæg og er i drift i bygningens brugstid.

- ventilationsanlæg, der betjener køkken+kantine er et balancede anlæg af fabrikat Exhausto type VEX170 HRFC1W og er placeret i teknikhus syd. Anlægget, der er fra 2011, er et balancede anlæg med variabel luftmængde styret af frekvensomformer og udstyret med varmeflade og varmegenvinding med krydsvarmeveksler. Anlægget styres via CTS-anlæg og er i drift i bygningens brugstid (dette er ikke korrekt – anlægget er fra byggestart og uden varmegenvinding). Der køres med natkøling ved rumtemp. >24C (beskrivelse er uklar/forkert?). Emhætter er direkte til det fri. Drifttid 6-15.30/18 (tors.).

- ventilationsanlæg, der betjener fløj 1, st. + 1. sal østside og fløj 3 + M2, st. + 1. sal østside er balancede anlæg af fabrikat Fläckt, type IV Flexomix og er placeret i kælder.

Anlæggene, der er fra 2010, er balancede anlæg med variabel luftmængde styret af frekvensomformer og udstyret med varmeflade og køleflade og varmegenvinding med roterende veksler. Ventilatorerne er med spareventilatorer. Anlæggene styres via CTS-anlæg og er i drift i bygningens brugstid.

- ventilationsanlæg, der betjener Atrium er et balancede anlæg af fabrikat Fläckt, type IV

Flexomix og er placeret i kælder. Anlægget, der er fra 2011, er indblæsningsanlæg med variabel luftmængde styret af frekvensomformer og udstyret med varmeflade og uden varmegenvinding. Ventilatorerne er med spareventilatorer. Anlægget styres via CTSanlæg og er i drift i bygningens brugstid. Udsug sker via ventilér i rytterlyset og der er her en stor grad af styret naturlig ventilation.

- dele af kælderen ventileres ved naturlig ventilation gennem tilfældige utæthedeler i klimaskærmen, aftrækskanaler o.lign.

4.4 Køling - komfort

Der er mekanisk køling i alle rum.

Der er 9 køleanlæg på taget samt et i kælderen til tlf.centralen. De er fordelt på 5 anlæg for kontorer (kølebafler og ventilation) og 4 for møderum, sal m.m. (ventilation).

Hvert anlæg består af 1-2 hermetiske scroll kompressorer, tørkøler og styring (unit Uniflair). Kølemaskinernes EER (svarende til COP) er ca. 3,3 ved vand 12-7°C (dim. temp. i flg. tegning) og luft 35°C – hertil kommer hjælpeudstyr.

Der er i flg. 2013 katalog fra Schneider mulighed for eksternt setpkt. styring og anlæggene kan kobles på LON m.fl. Overhedeningsveksler kan påbygges.

Der er bufferbeholdere (1000 l - relativt store) på taget, 2-strengs princip på fordeling, nogle med vendt retur,

Der er i alt 5 køleblandesløjfer til bafler.

Pumper er type TPE (sparepumper) i primærkreds (kølemaskine-buffer) og diff.tryk styret efter CTS i sekundærkreds (buffer-blandesløjfer). Foran blandesløjfe til kølebafler er der en by-pass ventil med Kv 4 (reguleringsventil har Kv 16).

Indregulering mangler (oplyst ved gennemgang).

Kølebafler Lindab styres af termomotorer efter rumtemperatur. Dim temperatur til kølebafler er i flg. tegning 14-16°C.

Der er setpunkt S(ommer) og V(inter). Ved gennemgang 2014.01.16 (ca. 0°C) var rumtemperaturen de fleste steder over kølesetpkt. (men køleanlægget var stoppet).

Kølemaskiner leverer typisk 10°C KF til ventilationsblandesløjfer og blandesløjfer til kølebafler.

EMO 2010:

Anlæg fra 2010 og kan regnes som luftkølede kølemaskiner med vandkreds (4):

Der er til komfort et med 2 stk. Uniflare køleanlæg ERAC 0721: 70 kW køleeffekt, 20,76 kW el EER 3,31 (syd).

Der er til komfort 2 stk. Uniflare køleanlæg do (separat øst).

Der er til komfort 1 stk. Uniflare køleanlæg ERAC 1222A: 111,44 kW Køleeffekt 35,7 kW EER 3,18 (Nord)

Der er 2 tørkølere (køletårne i flg. EMO) LRAC 180 A: 38,8 Kw køl; 12,6 kW el ERR 3,7 (nord).

Der er til komfort et med 2 stk Uniflare køleanlæg ERAC 1222A (midte vest).

Der er 2 køletårne LRAC180 A (midte vest).

Der er 2 køletårne (fra 2000 og 2002) på taget, sandsynligvis til velfærdsområdet i kælderen.

York Roca 35,7 kW køleeffekt (bruger 14 kW til at skabe det).

4.5 Køling - servere

Serverrum – slås sammen med Egedal og Furesø og placeres i Ballerup. Effekt er ca 40 kW incl. køl.

Køleanlægget er placeret på taget.

Forslag

Servere - EMO har foreslået frikøling, hvilket kan være et godt forslag – især hvis kølemaskinen har en dårlig virkningsgrad.

4.6 Diverse

Kantine er taget tilbage efter udlicitering til ISS.

Køle-/fryseskabe – er de energieffektive?

Elkomfurer – er de med induktion?

4.7 CTS

Brugsvand

Der er natsænkning på det varme brugsvand – fra 55 til 50°C.

Bakteriefunktion er ikke nærmere defineret, men ved gennemgang kl 14 var funktionen "on" og beholdertemperatur var 55°C. Kan det være rigtigt?

Varme

Der er sommerstop ved +17°C

Der er natsænkning af anlægstemperaturer og boost ved opstart.

Blandesløjfer – 2 stk. til atrietag – setpkt. (føler 18/13 dag/nat – stop ved +17°C som andre blandesløjfer). Ved gennemgang 3% åben.

Ventilation

CO2 styring bruges ikke.

Ventilatorer styres af et fast setpkt. for tryk

Natkøling ved rumtemp. >24°C og ved udetemp. +9 – 19°C – start kl. 3-4 nat.

Ventilation – føler mangler ved rotorseksler til kontrol af effektivitet.

VE14 kantine- der er recirkulering (er det korrekt?). Køleflade er vist uden varmedel.

Orangeri – vinduer styres via CTS efter CO2 og temperatur..

Komfortkøl

Kølebafler -Der er ikke føler på luft efter bafler.

Der er kun start/stop ved +4°C for kølebafler i kontor (primo 2014 forsøges med start ved +8°C) hhv. +14°C møderum

Køling af ventilation starter ved +15°C.

Kølemaskiner er med fast kølesetpkt.

Div.

Tekster på skærmbilleder er ikke entydige og der er flere fejl. Eltracing for rør (tagrender, nedløb, mellem ovenlys) på tag. Der er ikke elmåler.

Vejrstation – vind (retning og hastighed) forskyder blandesløjfers kurver. Sommer > 10°C – vinter < 5°C. Der er korrektion for sol.

4.8 Bimålere

Målerne er tilsluttet CTS, men ikke alle fungerer (viser 0). På andre vises i dag og i går, mens måned og sidste måned ikke fungerer.

Målerne er på ventilationsanlæg.

Der er vandmålere på beholdere

5. FORSLAG

5.1 Optimering af tekniske installationer

5.1.1 Varme – setpunkt for varme

Setpunkt for varme start-/stop kan ske efter rumtemperatur i stedet for udetemperatur. Dette er en mere præcis måde at styre på og reducerer risiko for samtidig køl og varme.

5.1.2 Ventilation – effektiv styring og natkøling

Energiforbruget til ventilationen kan reduceres ved at regulere luftskiftet glidende op og ned morgen hhv. aften.

Omfang af natkøling kan udvides.

5.1.3 Ventilation – tilslutning af toiletudsugninger til varmegenvinding

I nye byggerier er toiletudsugningerne normalt tilsluttet de store fælles ventilationsanlæg med varmegenvinding. Det kan overvejes at udføre dette på rådhuset.

5.1.4 Køling – mere effektiv styring, frikøling, overhedeningsvarme

Der kan etableres mere effektiv styring med variabelt setpunkt og kølestart efter rumtemperatur.

Frikøling kan klare en del af kølebehovet i f.m. servere.

En anden måde at effektivisere på er at udnytte spildvarmen. Hvis anlæggene har mange driftstimer kan det overvejes at udnytte overhedeningsvarmen (indbygning af ekstra varmeveksler på kondensatorssiden).

5.1.5 Køling – ændret princip for blandesløjfer

Der er højtemperatur blandesløjfer til kølebaflerne. Det kan overvejes om det er muligt at ændre koblingen af blandesløjferne, så kølebaflerne anvender returvandet fra køleflederne i ventilationsanlæggene i stedet for at shunte på det kolde vand fra kølemaskinerne.

Dette vil hæve kølemaskinernes virkningsgrad.

5.1.6 Køling – begræns flow gennem by-pass ventiler

Der sidder en slags dobbelt shunt ved blandesløjfer til kølebafler. Umiddelbart virker det unødvendigt at cirkulere de ekstra mængder kølevand.

Elforbrug til pumper og kølemaskiner kan reduceres hvis by pass flowet minimeres.

5.1.7 Køling – større, mere effektive anlæg

På langt sigt bør det overvejes at samle kølingen på 1-2 større, mere effektive anlæg.

5.1.8 Tomgangstab el

Tomgangstabet på ca. 120 kW bør kunne reduceres. I det omfang tomgangstabene reduceres i kontorerne, forbedres indeklimaet. Tomgangstab kan stamme fra kaffemaskiner, PC'ere, belysning m.m.

5.1.9 CTS – natstop af cirkulation på brugsvand

I flg. skærmbillederne er der 5 graders natsænkning af brugsvandstemperaturen. En bedre løsning energi- og miljømæssigt kan være at fastholde beholdertemperatur og stoppe cirkulationen.

5.1.10 CTS – variable setpunkter, neutralzone, fjernvarmevekslere på CTS

Der er udviklet nye principper for at variere rumtemperaturerne over året og døgnet for at nedbringe energiforbruget – herunder at arbejde med neutralzone mellem opvarmning og køl.

Fjernvarmevekslerne kan sættes på CTS, så deres styring kan tilpasses de aktuelle behov.

5.1.11 CTS – følere efter roterende vekslere

Det er væsentligt at de roterende vekslere fungerer. Det er derfor ret almindeligt med en føler på indblæsningssiden af veksleren – og evt. en beregning/visning af effektiviteten.

5.2 Solceller

I flg. EMO rapport er tagdugen nedslidt og det foreslås at efterisolere. Dette er udført efterfølgende. Herved reduceres effekten af at solcellerne afskærmer taget.

Udfra tomgangstabet af el kan der opsættes ca. 1000 m² uden at der skal sælges til nettet til en lavere pris.

Kommunen har selv undersøgt mulighederne for solceller i efteråret 2014. Reglerne er blevet noget mere komplicerede end tidligere. I dag skal der søges om tilladelse indenfor en ramme (pt 20 MW), når det gælder kommunale bygninger.

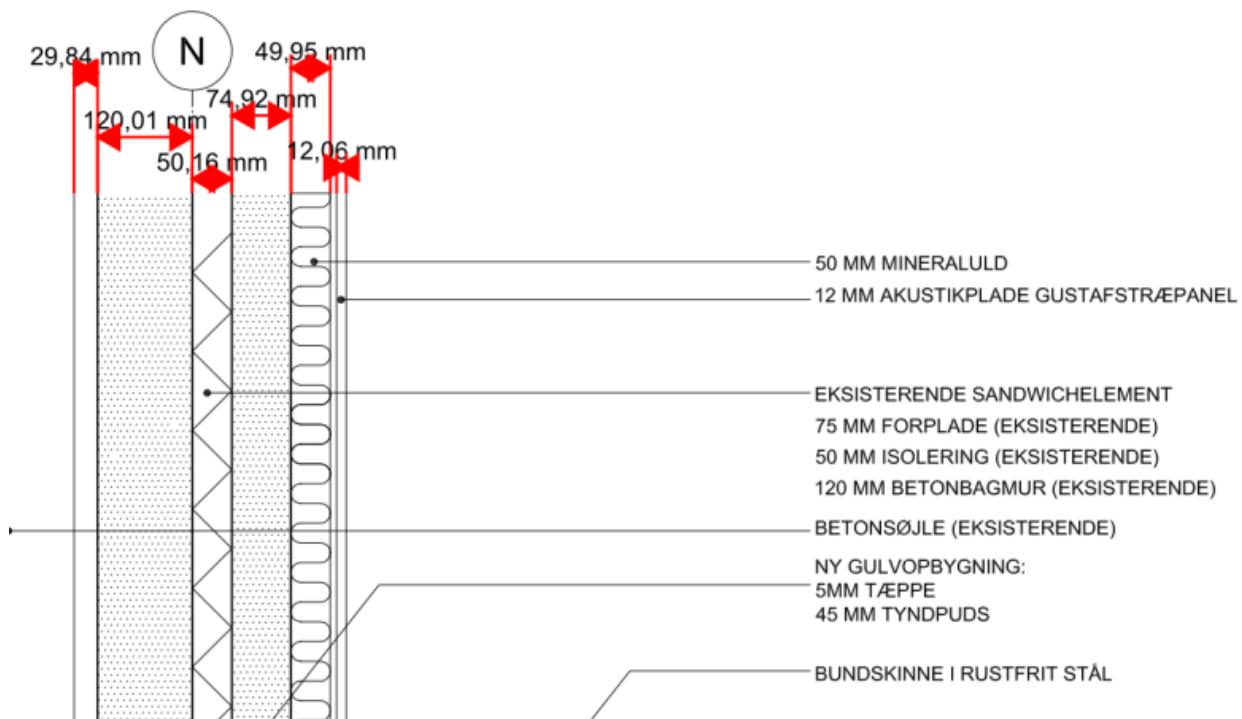
Appendix 1.07 - U-values

Appendix A: U-values and material

Exterior wall:

Concrete sandwich element

Beregning - Ydervæg sandwich element				
Materiale	d m	λ W/(m*K)	Beregning d/λ	R m^2*K/W
Overgang isolans, ude				0.04
U = $1/\sum R =$				<u>0.31 W/m^2*K</u>
Lydisolering	0.012	0.25	d/λ	0.048
Isolering	0.055	0.037	d/λ	1.486486
Beton - forplade	0.075	2.64	d/λ	0.028409
Isolering	0.05	0.037	d/λ	1.351351
Beton - bagmur	0.12	2.64	d/λ	0.045455
Gips	0.026	0.25	d/λ	0.104
				Kilde: A(94)-601
Overgang isolans, inde				0.13
				LS+VS - elementvæg+kælderdæk
		ΣR		3.233701



Steel wall

Beregning - Ydervæg-stål				
Materiale	d	λ	Beregning	R
	m	W/(m*K)		m^2*K/W
Overgang isolans, ude				0.04
Stålplade	0.003	17	d/ λ	1.76E-05
Gips 2x12.5	0.025	0.25	d/ λ	0.1
Isolering	0.1	0.037	d/ λ	2.432432
Gips	0.026	0.25	d/ λ	0.104
Gips 2x12.5	0.025	0.25	d/ λ	0.1
Overgang isolans, inde				0.13
		ΣR		2.90645

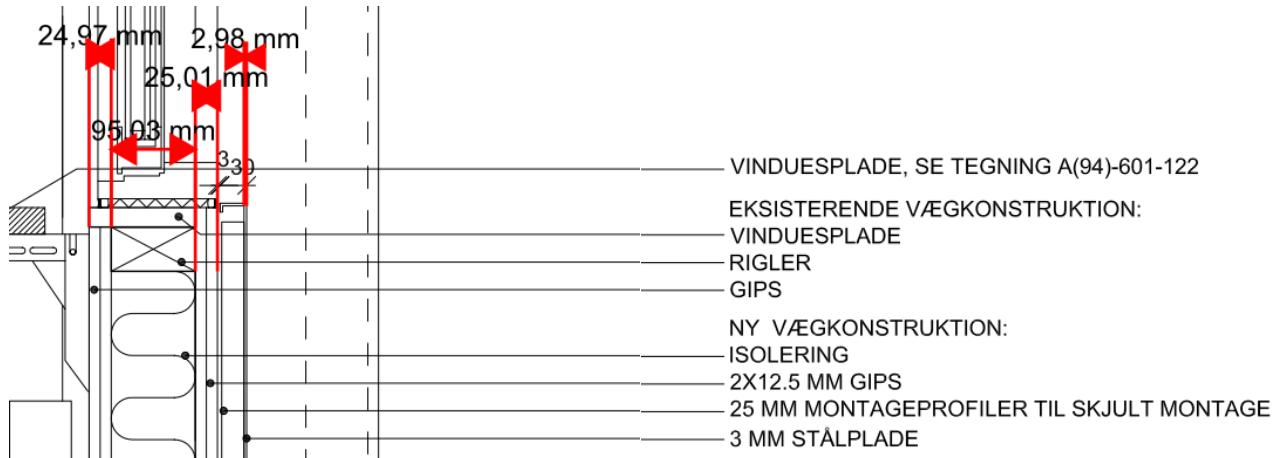
Murens transmissionskoefficient, U-værdi, er dermed.

$U = \frac{1}{\Sigma R} = 0.34 \text{ W/m}^2\text{K}$

Murens transmissionskoefficient med højdetagen for kuldebroer (+0,02)

$U = 0.36 \text{ W/m}^2\text{K}$

Kilde: A(94)-601
LS+VS - stål væg+kælder dæk 02



Simplification of geometry is done. According to percentage facade with each construction type, it is estimated to be 50% of each exterior wall. The U-value of the estimated construction type is then:

Samlet vurdering af ydervæg	
50-50 af sandwich element og stål væg	
U=	<u>0.35 W/m^2*K</u>

Exterior wall basement:

Beregning - Ydervæg-kælder					
Materiale	d	λ	Beregning	R	
	m	W/(m*K)		m^2*K/W	
Overgangisolans, ude				0.04	Murens transmissionskoefficient, U-værdi, er dermed.
					$U = \frac{1}{\Sigma R} = 3.30 \text{ W/m}^2\text{K}$
					Murens transmissionskoefficient med højdetagen for kuldebroer (+0,02)
Beton	0.35	2.64	d/ λ	0.132576	$U = 3.32 \text{ W/m}^2\text{K}$
					Kilde: EMO
Overgangisolans, inde				0.13	
		ΣR		0.302576	

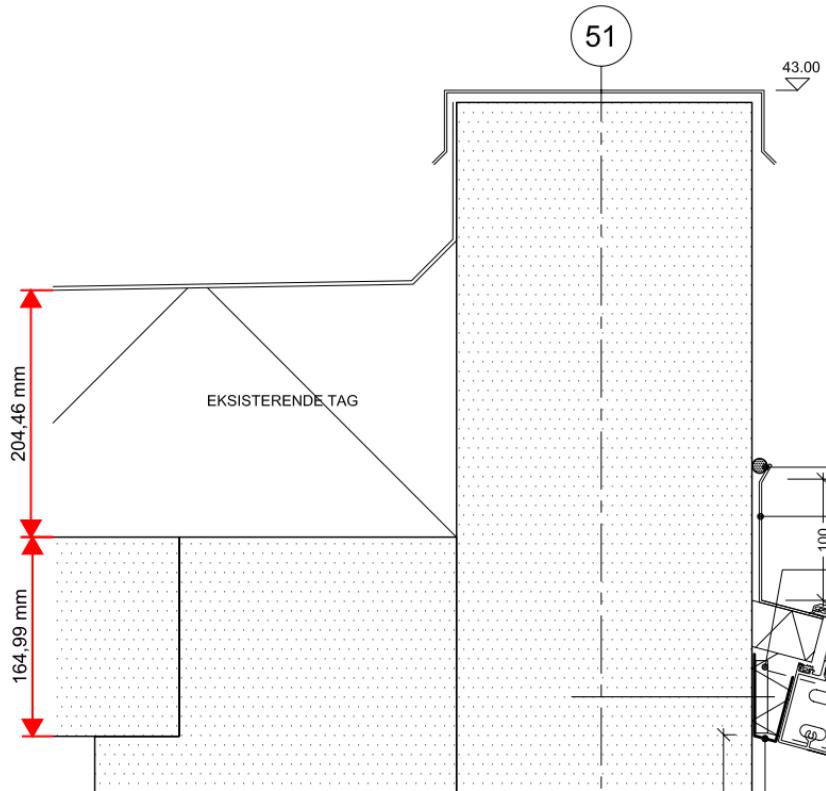
- **Kælder**

- Status: - kælderydervæg under jord er som 30-35 cm uisolert beton.
- kælderydervæg over jord som 30-35 cm uisolert beton.
Isoleringsforhold er fastlagt på grundlag af måltagning.

Ground coefficient is added in IES

Roof - not renovated:

Beregning - Fladt tag					
Materiale	d	λ	Beregning	R	
	m	W/(m*K)		m^2*K/W	
Overgangisolans, ude				0.04	Murens transmissionskoefficient, U-værdi, er dermed.
					$U = \frac{1}{\Sigma R} = 0.18 \text{ W/m}^2\text{K}$
Tagpap	0.003	0.048	d/ λ	0.0625	Tagets transmissionskoefficient med højdetagen for kuldebroer (+0,02)
Isolering	0.2	0.037	d/ λ	5.405405	
Beton - bagmur	0.165	2.64	d/ λ	0.0625	$U = 0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$
					Kilde: A(94)-600 LS - fladt tag
Overgangisolans, inde				0.1	
		ΣR		5.670405	



Roof - renovated:

Beregning - Fladt tag renoveret

Materiale	d m	λ W/(m ² *K)	Beregning	R m ² *K/W	
Overgangisolans, ude				0.04	Murens transmissionskoefficient, U-værdi, er dermed.
Tagpap	0.003	0.048	d/λ	0.0625	$U = 1/\Sigma R = 0.09 \text{ W/m}^2\text{K}$
Isolering	0.4	0.037	d/λ	10.81081	Tagets transmissionskoefficient med højdetagen for kuldebroer (+0,02)
Beton - bagmur	0.165	2.64	d/λ	0.0625	$U = 0.11 \text{ W/m}^2\text{K}$
Overgangisolans, inde				0.1	Kilde: A(94)-600 og EMO LS - fladt tag
		ΣR		11.07581	

• Loft og tag

- Status:
- fladt tag renoveret er built-up med 400 mm isolering.
 - fladt tag, ikke renoveret, er built-up med 200 mm isolering.
 - Isoleringsforhold er som anført på forevist tegningsmateriale/beskrivelse.

Ground floor basement:

Beregning - Beton-dæk mod jord					
Materiale	d	λ	Beregning	R	Murens transmissionskoefficient, U-værdi, er dermed.
	m	W/(m*K)		m^2*K/W	
Overgangisolans, ude			0.04		U = $1/\Sigma R = 3.50 \text{ W/m}^2\text{K}$
					Tagets transmissionskoefficient med højdetagen for kuldebroer (+0,02)
Beton	0.2	2.64	d/λ	0.075758	U = $3.52 \text{ W/m}^2\text{K}$
					Kilde: EMO
Overgangisolans, inde			0.17		
		ΣR	0.285758		

- Gulve og terrændæk**

Status: - terrændæk er med uisolert betongulv mod jord.
Isoleringsforhold er med udgangspunkt i bygningsreglementet på opførelsesstidspunktet.

Ground coefficient is added in IES



GAIA SOLAR

Company

Gaia Solar A/S

Hammerholmen 9-13
2650
Danmark

Contact Person:
Henrik Hansen

Phone: +45 42 74 00 18
Fax: +45 36 77 79 75
Mail: hh@gaiasolar.dk

Client



Project

Address:
Hold-An Vej 7
2750 Ballerup
Denmark

Start of Operation Date: 31-12-2015

Project description:
Sydvendt system



GAIA SOLAR

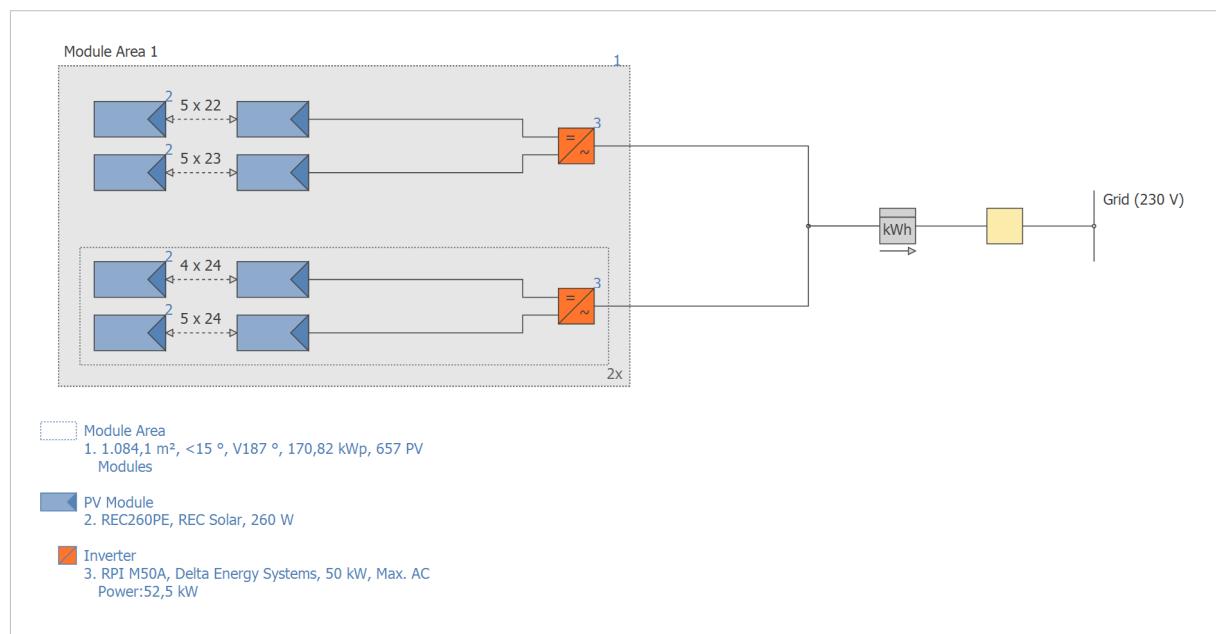
Project Number: 2015-xxxx
Date of Offer: 02-06-2015

Project Designer: Henrik Hansen
Company: Gaia Solar A/S

Ballerup Rådhus

Grid Connected PV System - Full Feed-in

City	Ballerup
Climate Data	DMI DRY - # 20165
PV Generator Output	170,82 kWp
Generator Surface	1.084,1 m ²
Number of PV Modules	657
Number of Inverter	3



The yield

Energy produced by PV System (AC)	179.927 kWh
Spec. Annual Yield	1.053,31 kWh/kWp
Performance Ratio (PR)	91,6 %
CO ₂ Emissions avoided	107.937 kg / year

The results have been calculated with a mathematical model calculation from Valentin Software GmbH (PV*SOL algorithms). The actual yields from the solar power system may differ as a result of weather variations, the efficiency of the modules and inverter, and other factors.



GAIA SOLAR

Project Number: 2015-xxxx
Date of Offer: 02-06-2015

Project Designer: Henrik Hansen
Company: Gaia Solar A/S

Ballerup Rådhus

Set-up of the system

City	Ballerup
Climate Data	DMI DRY - # 20165
Type of System	Grid Connected PV System - Full Feed-in

Solar Generator

Module Area	Module Area 1
Solar Modules*	657 x REC260PE
Manufacturer	REC Solar
Inclination	15 °
Orientation	South (187 °)
Installation Type	Mounted - Roof
Generator Surface	1.084,1 m ²

Losses

Shading	0 %
Remaining power after 25 Years	80 %

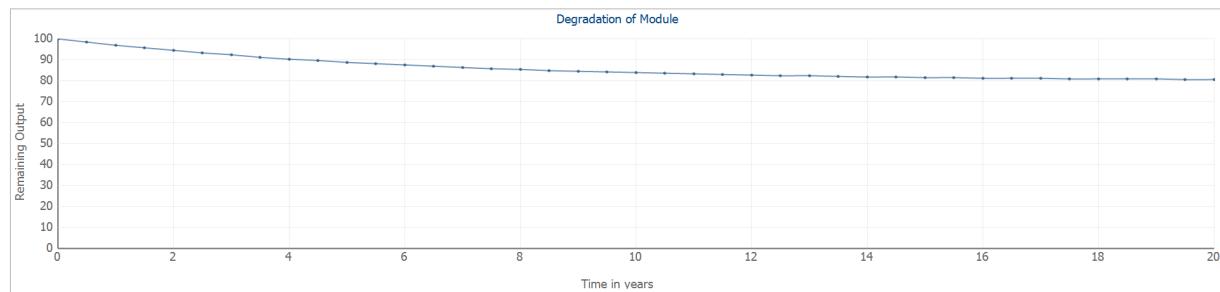


Figure: Degradation of Module of Module Area 1

Inverter

Module Area	Module Area 1
Inverter 1*	2 x RPI M50A
Manufacturer	Delta Energy Systems
Configuration	MPP 1: 5 x 24 MPP 2: 4 x 24
Inverter 2*	1 x RPI M50A
Manufacturer	Delta Energy Systems
Configuration	MPP 1: 5 x 23 MPP 2: 5 x 22

AC Mains

Number of Phases	3
Mains Voltage (1-phase)	230 V
Displacement Power Factor ($\cos \varphi$)	+/- 1

Cable

Total Loss	0 %
------------	-----

* The guarantee provisions of the respective manufacturer apply



Simulation results

PV System

PV Generator Output	170,8 kWp
Spec. Annual Yield	1.053,31 kWh/kWp
Performance Ratio (PR)	91,6 %
Annual Grid Feed-in	179.927 kWh/year
Annual Grid Feed-in incl. Degradation of Module	176.611 kWh/year
Stand-by Consumption	31 kWh/year
CO ₂ Emissions avoided	107.937 kg / year

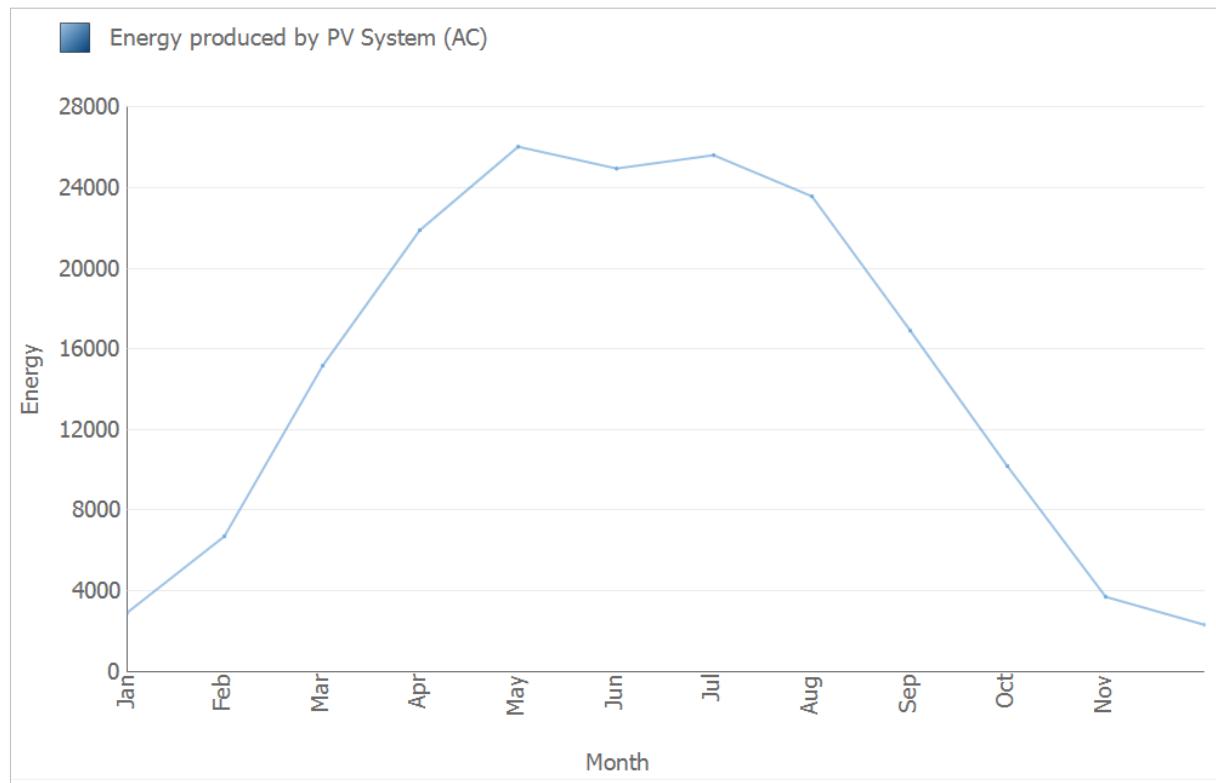


Figure: Production Forecast



PV System Energy Balance

Global radiation - horizontal	1.038,0 kWh/m²	
Deviation from standard spectrum	-10,38 kWh/m ²	-1,00 %
Orientation and inclination of the module surface	117,60 kWh/m ²	11,44 %
Shading	0,00 kWh/m ²	0,00 %
Reflection on the Module Interface	-7,89 kWh/m ²	-0,69 %
Global Radiation at the Module	1.137,3 kWh/m²	
	1.137,3 kWh/m ²	
	x 1084,06 m ²	
	= 1.232.916,7 kWh	
Global PV Radiation	1.232.916,7 kWh	
Soiling	0,00 kWh	0,00 %
STC Conversion (Rated Efficiency of Module 15,82%)	-1.037.930,85 kWh	-84,18 %
Rated PV Energy	194.985,9 kWh	
Part Load	-2.063,21 kWh	-1,06 %
Temperature	-2.706,97 kWh	-1,40 %
Diodes	-951,08 kWh	-0,50 %
Mismatch (Manufacturer Information)	-3.785,29 kWh	-2,00 %
Mismatch (Configuration/Shading)	0,00 kWh	0,00 %
PV Energy (DC) without inverter regulation	185.479,3 kWh	
Regulation on account of the MPP Voltage Range	0,00 kWh	0,00 %
Regulation on account of the max. DC Current	0,00 kWh	0,00 %
Regulation on account of the max. DC Power	0,00 kWh	0,00 %
Regulation on account of the max. AC Power/cos phi	0,00 kWh	0,00 %
MPP Matching	-719,42 kWh	-0,39 %
PV energy (DC)	184.759,9 kWh	
Energy at the Inverter Input	184.759,9 kWh	
Input voltage deviates from rated voltage	-406,06 kWh	-0,22 %
DC/AC Conversion	-4.117,36 kWh	-2,23 %
Stand-by Consumption	-31,34 kWh	-0,02 %
Regulation of Radiation Peaks	-309,73 kWh	-0,17 %
Total Cable Losses	0,00 kWh	0,00 %
Solar energy (AC) minus standby use	179.895,4 kWh	
Annual Grid Feed-in	179.926,7 kWh	



GAIA SOLAR

Project Number: 2015-xxxx
Date of Offer: 02-06-2015

Project Designer: Henrik Hansen
Company: Gaia Solar A/S

Ballerup Rådhus

PV Module: REC260PE

Manufacturer	REC Solar
Available	Yes

Electrical Data

Cell Type	Si polycrystalline
Only Transformer Inverters suitable	No
Number of Cells	60
Number of Bypass Diodes	3

Mechanical Data

Width	991 mm
Height	1665 mm
Depth	38 mm
Frame Width	38 mm
Weight	18 kg
Framed	No

I/V Characteristics at STC

MPP Voltage	30,7 V
MPP Current	8,5 A
Output	260 W
Open Circuit Voltage	37,8 V
Short-Circuit Current	9,01 A
Increase open circuit voltage before stabilisation	0 %

I/V Part Load Characteristics

Values source	Manufacturer/user-created
Irradiance	200 W/m ²
Voltage in MPP at Part Load	31,3 V
Current in MPP at Part Load	1,64 A
Open Circuit Voltage (Part Load)	36 V
Short Circuit Current at Part Load	1,8 A

Further

Voltage Coefficient	-102,6 mV/K
Electricity Coefficient	2,16 mA/K
Output Coefficient	-0,4 %/K
Incident Angle Modifier	99 %
Maximum System Voltage	1000 V
Spec. Heat Capacity	920 J/(kg*K)
Absorption Coefficient	70 %
Emissions Coefficient	85 %



Inverter: RPI M50A

Manufacturer	Delta Energy Systems
Available	Yes

Electrical Data

DC Power Rating	50 kW
AC Power Rating	50 kW
Max. DC Power	54 kW
Max. AC Power	52,5 kW
Stand-by Consumption	2,5 W
Night Consumption	2,5 W
Feed-in from	40 W
Max. Input Current	100 A
Max. Input Voltage	1000 V
Nom. DC Voltage	600 V
Number of Feed-in Phases	3
Number of DC Inlets	10
With Transformer	No
Change in Efficiency when Input Voltage deviates from Rated Voltage	0,2 %/100V

MPP Tracker

Output Range < 20% of Power Rating	97,42 %
Output Range > 20% of Power Rating	99,89 %
No. of MPP Trackers	2
Max. Input Current per MPP Tracker	50 A
Max. recommended Input Power per MPP Tracker	31 kW
Min. MPP Voltage	250 V
Max. MPP Voltage	800 V

Kunde
Adresse

Ballerup Rådhus - Sydvendt
Hold-an Vej 7 , 2750 Ballerup



Solcelleanlægsdata:

Anlægsstørrelse	170,82 kWp	Ordning:	Erhverv
Ibrugtagning:	2015 År	Overproduktionstøtte	0,6 kr/kWh
Anlægspris excl. Moms:	1.708.200 Kr	Elpris	1,7 kr/kWh

Finansiering

Lånebeløb	0 Kr.	Kr per watt	10 Kr/W
-----------	-------	-------------	---------

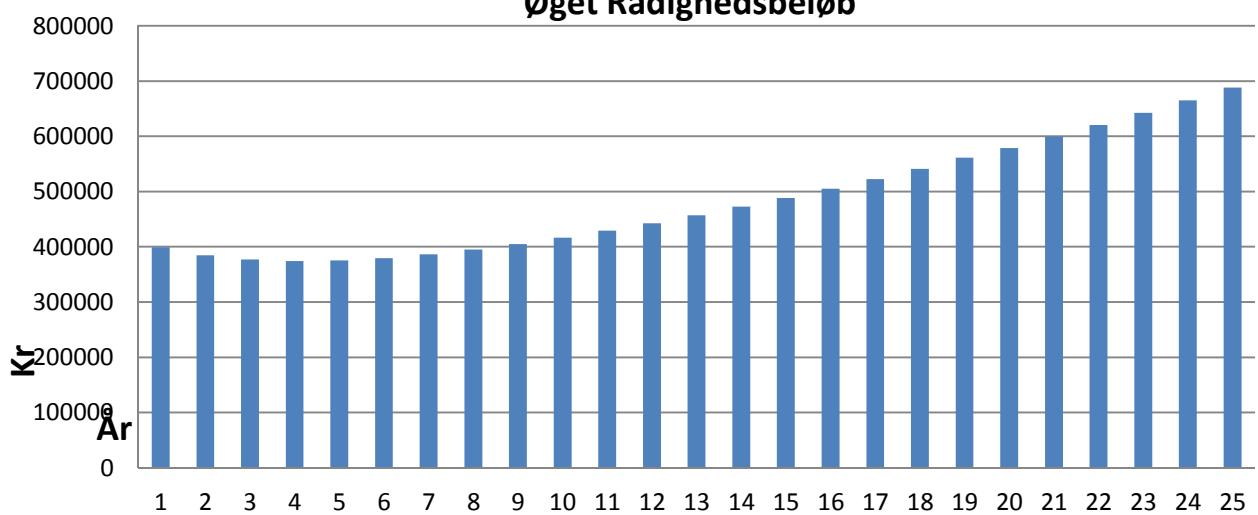
Beregninger baseres på timedata fra Kontorer/administration (gnt. af 322 stk).

Den beregnede produktion sammenholdes derefter med økonomien i investeringen under hensyntagen til egetforbruget, anlæggets levetid, anskaffelsesværdi, låne beløbet mm.
Beregninger er med forbehold for afvigelser fra samligningsdataene.

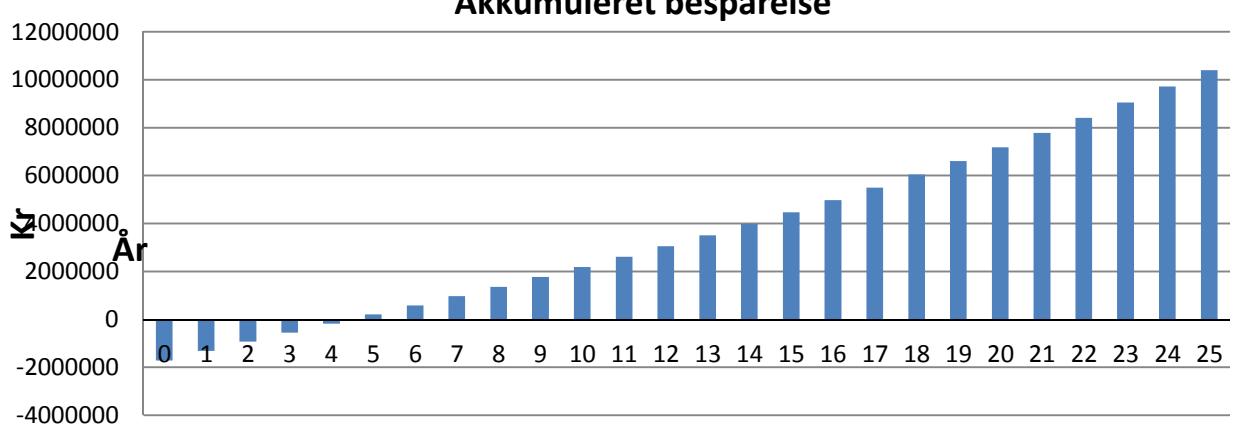
Resultater:

Forrentning (gnt)	23,2% per år	Driftsudgifter	215.200 kr
Tilbagebetalingstid	5 år	Fortjeneste efter 25 år	10.399.970 kr
1. års produktion	179.926 kWh	Øget rådighedsbeløb år 1	399.166

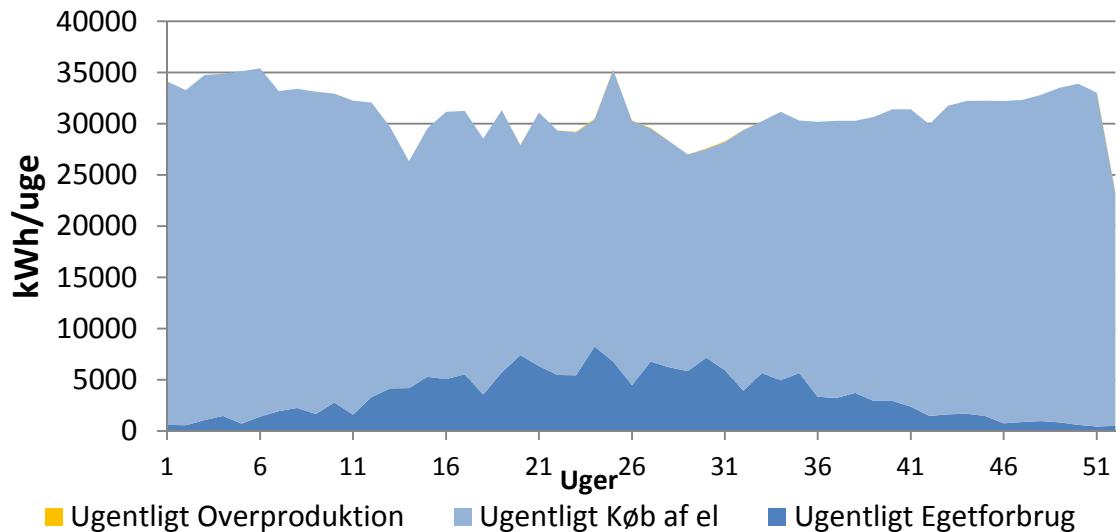
Øget Rådighedsbeløb



Akkumuleret besparelse



Egetforbrugs profil for år 1



Beskrivelse af egetforbrugs profil

Egetforbrugsprofilen illustrerer forholdet mellem egetforbrug, overproduktion og køb af el i løbet af året, fordelt på ugebasis (1. års produktion)

Opsummering :

Årligt forbrug	1.622.600 kWh	Ugentligt egetforbrug for år 1
Egetforbrug i år 1	100%	100%
Egetforbrug i år 25	100%	
1. års produktion		
- Egetforbrug	179.926 kWh	
- Overproduktion	179.539 kWh	
Køb af el	388 kWh	
CO2 besparelse	1.443.061 kWh	80% 100%
	79 Ton/år	1 11 21 31 41 51 Uger

Forudsætninger

Det er forudsat, at produktionen i 1. år udgør 179926,4 kWh og årlige degraderings rate er 0,5%

Årlig ydelse er estimeret til 1053kWh/kWp med hældning på 15 grader, og sydvendt anlæg.

Beregningerne er forudsat en anlægspris excl. moms på 1708200 kr.

Afskrivning på 1708200kr er medregnet.

Elpris eksl. moms er fastsat til 1,7kr/kWh med 4% elpris stigning

og elpris ved overproduktion er sat til 0,6kr/kWh for ibrugstagningsåret 2015.

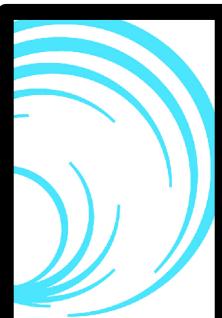
Efter 10 år er overproduktion af el værdisat til 0,4kr/kWh.

Elforbruget udgør 1622600kWh/år og er antaget uændret i anlæggets levetid.

Inverter udskiftes i år 15. Omkostninger er 8608 kr excl. moms per år.

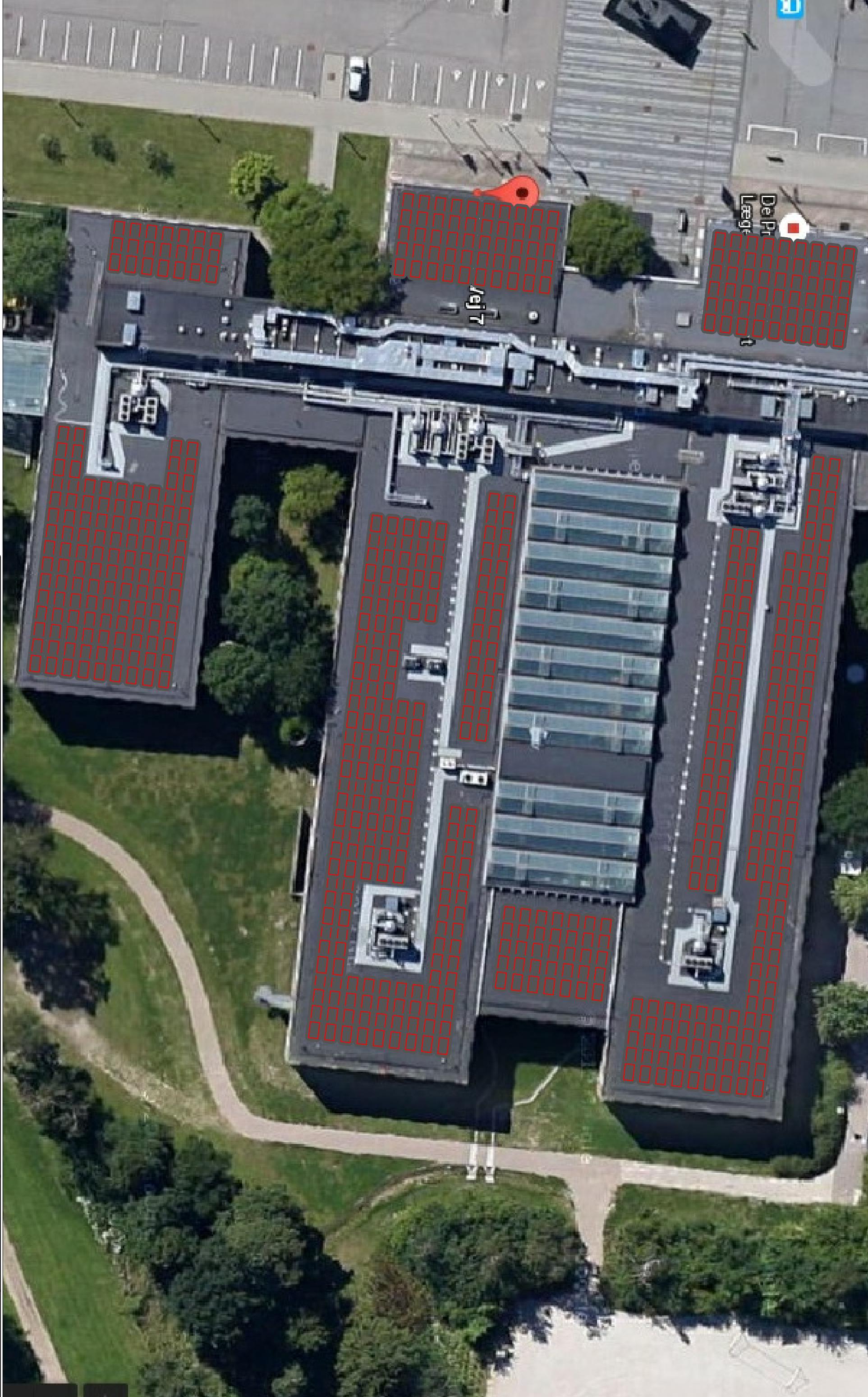
Beregningerne er baseret på flere forudsætninger, derfor er resultatet alene vejledende.

Note:
657 stk. REC - REC260PE, 260 Wp
Totalt: 170,82 kWp anlæg



GALASOLAR

Sag: Ballerup Rådhus	Sags nr.: 2015-xxxx	Dato: 28-05-2015
Emne: Mulig opplægning Sydvendt montage	Tegn: HH	Kontrol:
Tegn nr: 0002	Mål: 1:350	Rev:





GAIA SOLAR

Company

Gaia Solar A/S

Hammerholmen 9-13
2650
Danmark

Contact Person:
Henrik Hansen

Phone: +45 42 74 00 18
Fax: +45 36 77 79 75
Mail: hh@gaiasolar.dk

Client



Project

Address:
Hold-An Vej 7
2750 Ballerup
Denmark

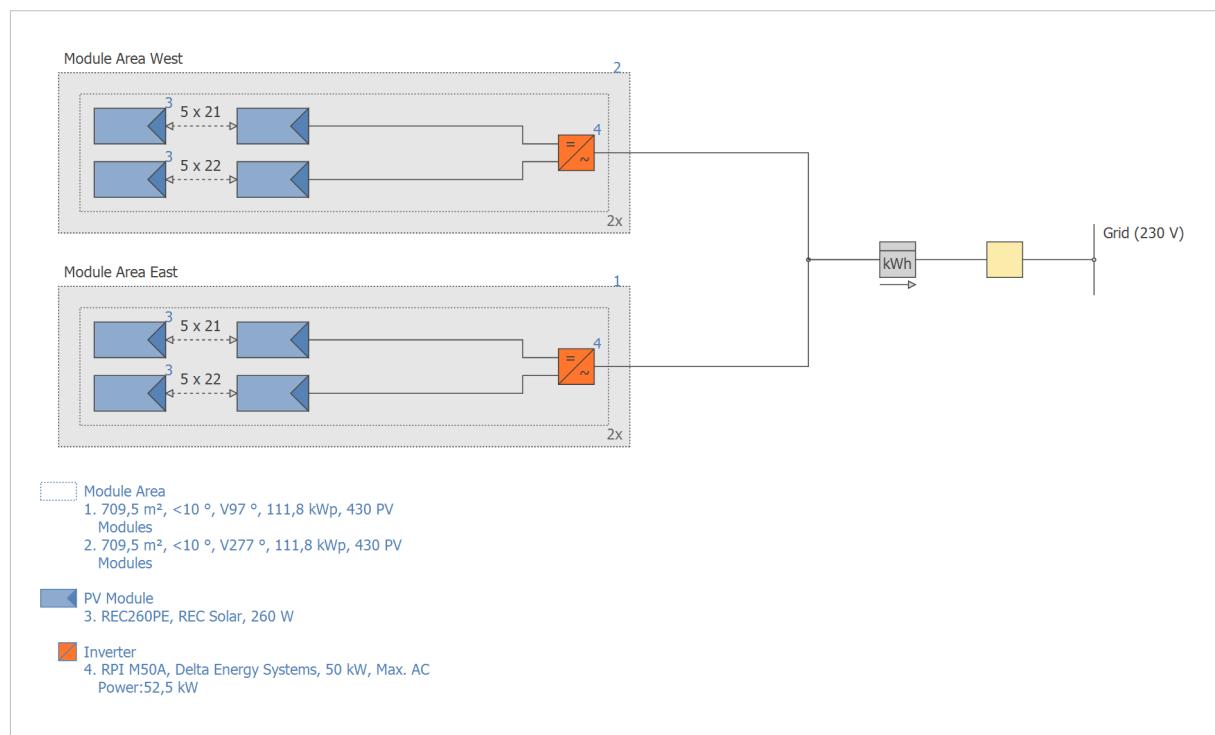
Start of Operation Date: 31-12-2015

Project description:
Øst-Vest vendt system

Ballerup Rådhus

Grid Connected PV System - Full Feed-in

City	Ballerup
Climate Data	DMI DRY - # 20165
PV Generator Output	223,6 kWp
Generator Surface	1.419,0 m ²
Number of PV Modules	860
Number of Inverter	4



The yield

Energy produced by PV System (AC)	210.058 kWh
Spec. Annual Yield	939,44 kWh/kWp
Performance Ratio (PR)	92,0 %
CO ₂ Emissions avoided	126.010 kg / year

The results have been calculated with a mathematical model calculation from Valentin Software GmbH (PV*SOL algorithms). The actual yields from the solar power system may differ as a result of weather variations, the efficiency of the modules and inverter, and other factors.



GAIA SOLAR

Project Number: 2015-xxxx
Date of Offer: 02-06-2015

Project Designer: Henrik Hansen
Company: Gaia Solar A/S

Ballerup Rådhus

Set-up of the system

City	Ballerup
Climate Data	DMI DRY - # 20165
Type of System	Grid Connected PV System - Full Feed-in

Solar Generator

1. Module Area	Module Area East
Solar Modules*	430 x REC260PE
Manufacturer	REC Solar
Inclination	10 °
Orientation	East (97 °)
Installation Type	Mounted - Roof
Generator Surface	709,5 m ²

Losses

Shading	0 %
Remaining power after 25 Years	80 %

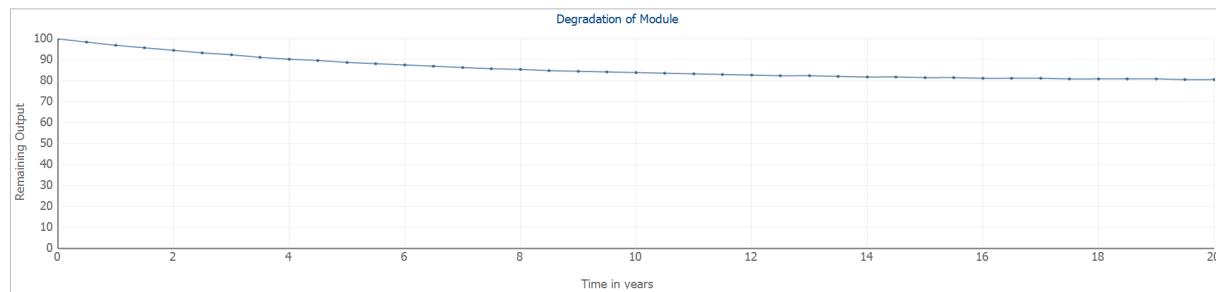


Figure: Degradation of Module of Module Area East

2. Module Area

Solar Modules*	Module Area West
Manufacturer	430 x REC260PE
Inclination	REC Solar
Orientation	10 °
Installation Type	West (277 °)
Generator Surface	Mounted - Roof
	709,5 m ²

Losses

Shading	0 %
Remaining power after 25 Years	80 %



Ballerup Rådhus

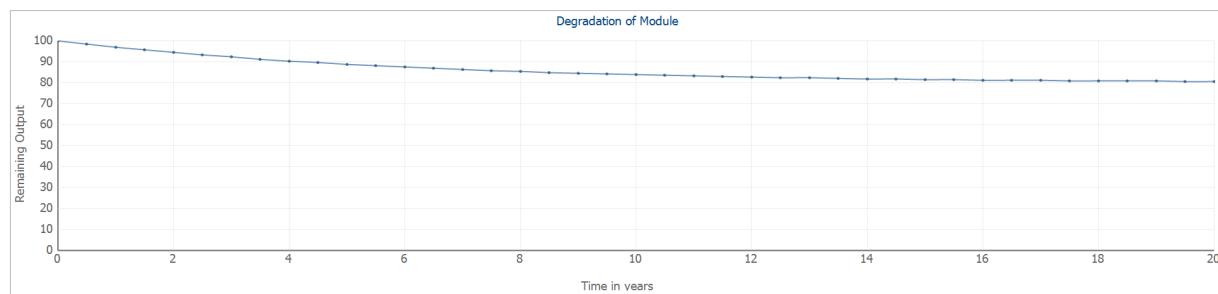


Figure: Degradation of Module of Module Area West

Inverter

1. Module Area	Module Area East
Inverter 1*	2 x RPI M50A
Manufacturer	Delta Energy Systems
Configuration	MPP 1: 5 x 22 MPP 2: 5 x 21
2. Module Area	Module Area West
Inverter 1*	2 x RPI M50A
Manufacturer	Delta Energy Systems
Configuration	MPP 1: 5 x 22 MPP 2: 5 x 21

AC Mains

Number of Phases	3
Mains Voltage (1-phase)	230 V
Displacement Power Factor ($\cos \varphi$)	+/- 1

Cable

Total Loss	0 %
------------	-----

* The guarantee provisions of the respective manufacturer apply



Simulation results

PV System

PV Generator Output	223,6 kWp
Spec. Annual Yield	939,44 kWh/kWp
Performance Ratio (PR)	92,0 %
Annual Grid Feed-in	210.058 kWh/year
Annual Grid Feed-in incl. Degradation of Module	206.163 kWh/year
Stand-by Consumption	42 kWh/year
CO ₂ Emissions avoided	126.010 kg / year

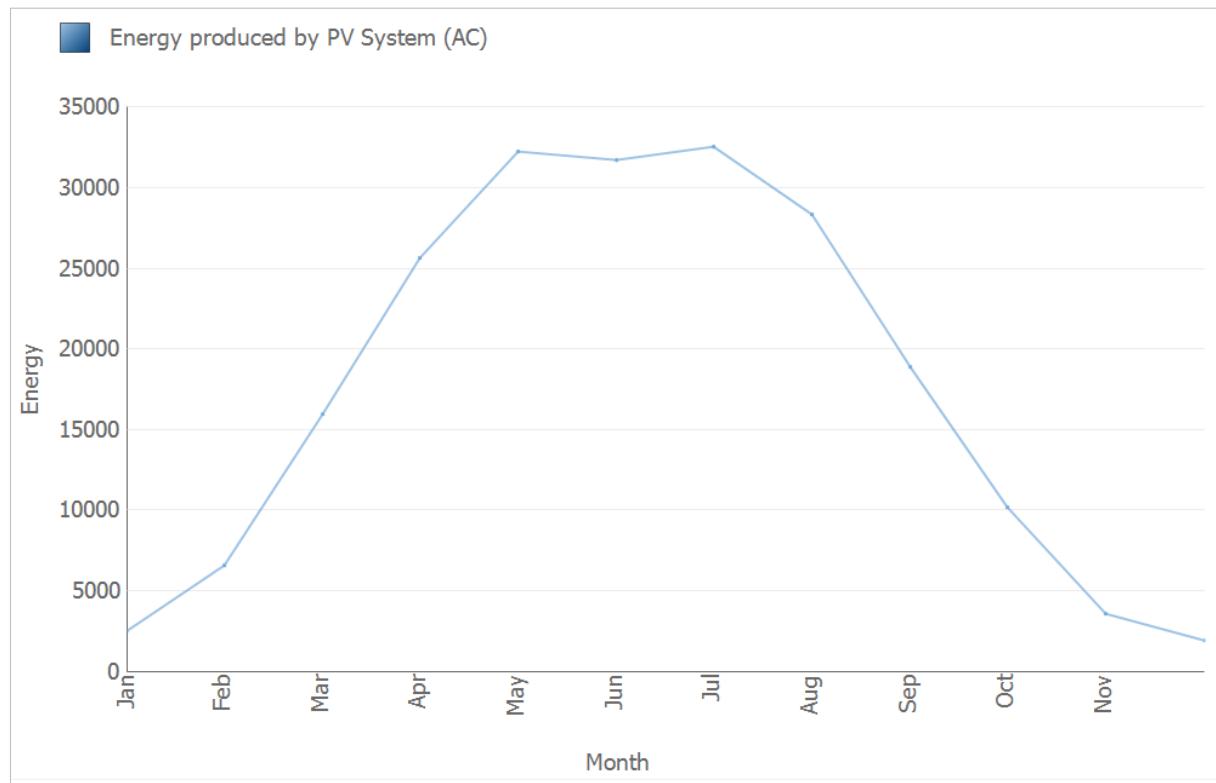


Figure: Production Forecast



PV System Energy Balance

Global radiation - horizontal	1.038,0 kWh/m²	
Deviation from standard spectrum	-10,38 kWh/m ²	-1,00 %
Orientation and inclination of the module surface	-9,87 kWh/m ²	-0,96 %
Shading	0,00 kWh/m ²	0,00 %
Reflection on the Module Interface	-9,01 kWh/m ²	-0,89 %
Global Radiation at the Module	1.008,7 kWh/m²	
	1.008,7 kWh/m ²	
	x 1419,01 m ²	
	= 1.431.408,8 kWh	
Global PV Radiation	1.431.408,8 kWh	
Soiling	0,00 kWh	0,00 %
STC Conversion (Rated Efficiency of Module 15,82%)	-1.205.031,36 kWh	-84,18 %
Rated PV Energy	226.377,4 kWh	
Part Load	-2.588,86 kWh	-1,14 %
Temperature	-1.927,71 kWh	-0,86 %
Diodes	-1.109,30 kWh	-0,50 %
Mismatch (Manufacturer Information)	-4.415,03 kWh	-2,00 %
Mismatch (Configuration/Shading)	0,00 kWh	0,00 %
PV Energy (DC) without inverter regulation	216.336,5 kWh	
Regulation on account of the MPP Voltage Range	0,00 kWh	0,00 %
Regulation on account of the max. DC Current	0,00 kWh	0,00 %
Regulation on account of the max. DC Power	0,00 kWh	0,00 %
Regulation on account of the max. AC Power/cos phi	0,00 kWh	0,00 %
MPP Matching	-970,86 kWh	-0,45 %
PV energy (DC)	215.365,6 kWh	
Energy at the Inverter Input	215.365,6 kWh	
Input voltage deviates from rated voltage	-277,94 kWh	-0,13 %
DC/AC Conversion	-5.028,62 kWh	-2,34 %
Stand-by Consumption	-41,79 kWh	-0,02 %
Regulation of Radiation Peaks	-1,13 kWh	0,00 %
Total Cable Losses	0,00 kWh	0,00 %
Solar energy (AC) minus standby use	210.016,2 kWh	
Annual Grid Feed-in	210.058,0 kWh	



GAIA SOLAR

Project Number: 2015-xxxx
Date of Offer: 02-06-2015

Project Designer: Henrik Hansen
Company: Gaia Solar A/S

Ballerup Rådhus

PV Module: REC260PE

Manufacturer	REC Solar
Available	Yes

Electrical Data

Cell Type	Si polycrystalline
Only Transformer Inverters suitable	No
Number of Cells	60
Number of Bypass Diodes	3

Mechanical Data

Width	991 mm
Height	1665 mm
Depth	38 mm
Frame Width	38 mm
Weight	18 kg
Framed	No

I/V Characteristics at STC

MPP Voltage	30,7 V
MPP Current	8,5 A
Output	260 W
Open Circuit Voltage	37,8 V
Short-Circuit Current	9,01 A
Increase open circuit voltage before stabilisation	0 %

I/V Part Load Characteristics

Values source	Manufacturer/user-created
Irradiance	200 W/m ²
Voltage in MPP at Part Load	31,3 V
Current in MPP at Part Load	1,64 A
Open Circuit Voltage (Part Load)	36 V
Short Circuit Current at Part Load	1,8 A

Further

Voltage Coefficient	-102,6 mV/K
Electricity Coefficient	2,16 mA/K
Output Coefficient	-0,4 %/K
Incident Angle Modifier	99 %
Maximum System Voltage	1000 V
Spec. Heat Capacity	920 J/(kg*K)
Absorption Coefficient	70 %
Emissions Coefficient	85 %



Inverter: RPI M50A

Manufacturer	Delta Energy Systems
Available	Yes

Electrical Data

DC Power Rating	50 kW
AC Power Rating	50 kW
Max. DC Power	54 kW
Max. AC Power	52,5 kW
Stand-by Consumption	2,5 W
Night Consumption	2,5 W
Feed-in from	40 W
Max. Input Current	100 A
Max. Input Voltage	1000 V
Nom. DC Voltage	600 V
Number of Feed-in Phases	3
Number of DC Inlets	10
With Transformer	No
Change in Efficiency when Input Voltage deviates from Rated Voltage	0,2 %/100V

MPP Tracker

Output Range < 20% of Power Rating	97,42 %
Output Range > 20% of Power Rating	99,89 %
No. of MPP Trackers	2
Max. Input Current per MPP Tracker	50 A
Max. recommended Input Power per MPP Tracker	31 kW
Min. MPP Voltage	250 V
Max. MPP Voltage	800 V

Kunde
Adresse

Ballerup Rådhus - Sydvendt
Hold-an Vej 7 , 2750 Ballerup



Solcelleanlægsdata:

Anlægsstørrelse	223,6 kWp	Ordning:	Erhverv
Ibrugtagning:	2015 År	Overproduktionstøtte	0,6 kr/kWh
Anlægspris excl. Moms:	2.124.200 Kr	Elpris	1,7 kr/kWh

Finansiering

Lånebeløb	0 Kr.	Kr per watt	9,5 Kr/W
-----------	-------	-------------	----------

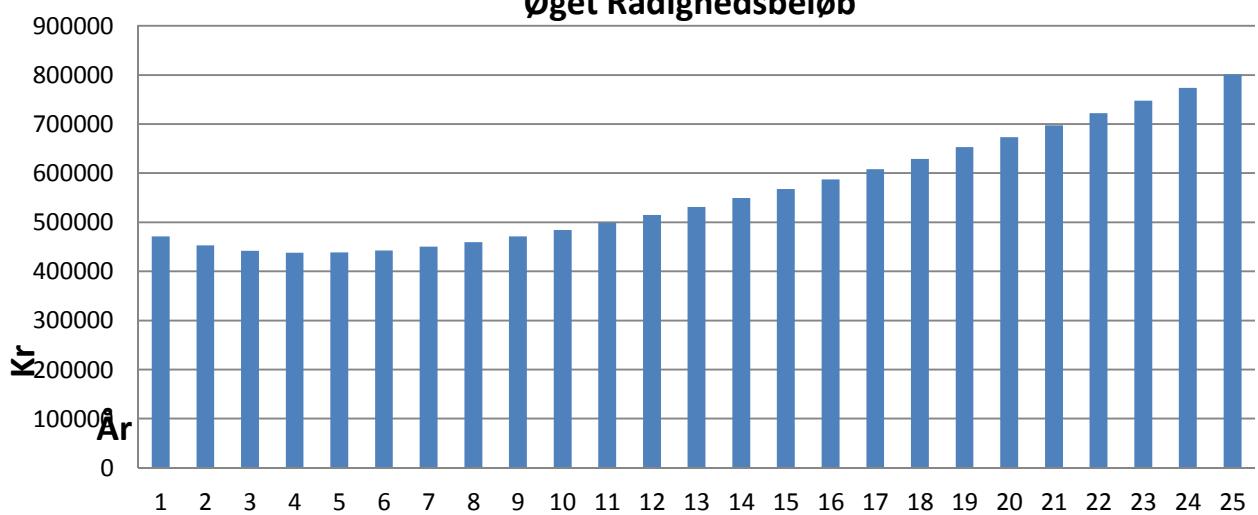
Beregninger baseres på timedata fra Kontorer/administration (gnt. af 322 stk).

Den beregnede produktion sammenholdes derefter med økonomien i investeringen under hensyntagen til egetforbruget, anlæggets levetid, anskaffelsesværdi, låne beløbet mm.
Beregninger er med forbehold for afvigelser fra samligningsdataene.

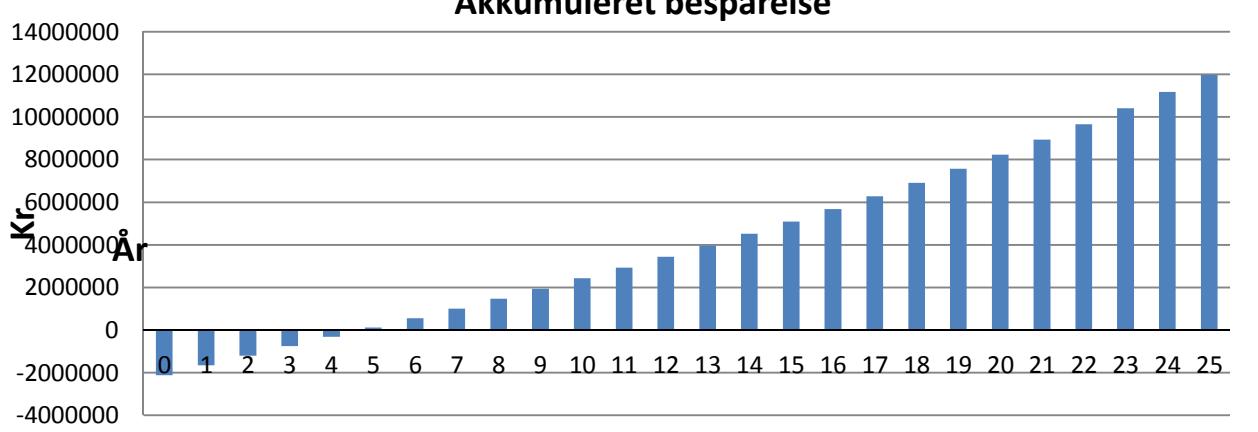
Resultater:

Forrentning (gnt)	21,9% per år	Driftsudgifter	281.700 kr
Tilbagebetalingstid	5 år	Fortjeneste efter 25 år	11.979.945 kr
1. års produktion	210.059 kWh	Øget rådighedsbeløb år 1	471.400

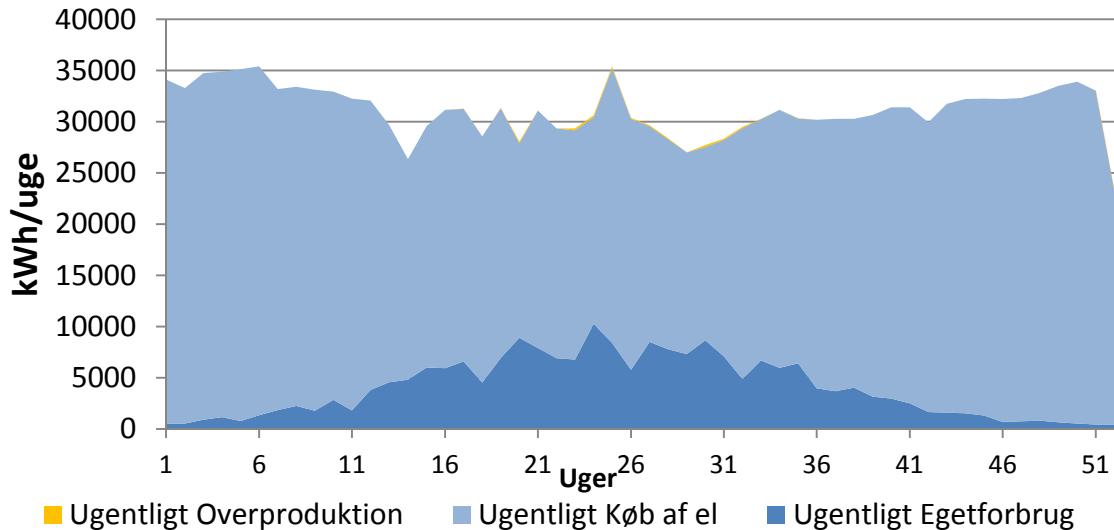
Øget Rådighedsbeløb



Akkumuleret besparelse



Egetforbrugs profil for år 1



Beskrivelse af egetforbrugs profil

Egetforbrugsprofilen illustrerer forholdet mellem egetforbrug, overproduktion og køb af el i løbet af året, fordelt på ugebasis (1. års produktion)

Opsummering :

Årligt forbrug	1.622.600 kWh	Ugentligt egetforbrug for år 1
Egetforbrug i år 1	99%	
Egetforbrug i år 25	100%	
1. års produktion		
- Egetforbrug	210.059 kWh	
- Overproduktion	208.546 kWh	
Køb af el	1.513 kWh	
CO2 besparelse	1.414.054 kWh	
	92 Ton/år	
		100%
		80%
		1 11 21 31 41 51
		Uger

Forudsætninger

Det er forudsat, at produktionen i 1. år udgør 210058,8 kWh og årlige degraderings rate er 0,5%

Årlig ydelse er estimeret til 939kWh/kWp med hældning på 15 grader, , og øst/vest vendt anlæg.

Beregningerne er forudsat en anlægspris excl. moms på 2124200 kr.

Afskrivning på 2124200kr er medregnet.

Elpris eksl. moms er fastsat til 1,7kr/kWh med 4% elpris stigning

og elpris ved overproduktion er sat til 0,6kr/kWh for ibrugstagningsåret 2015.

Efter 10 år er overproduktion af el værdisat til 0,4kr/kWh.

Elforbruget udgør 1622600kWh/år og er antaget uændret i anlæggets levetid.

Inverter udskiftes i år 15. Omkostninger er 11268 kr excl. moms per år.

Beregningerne er baseret på flere forudsætninger, derfor er resultatet alene vejledende.

Note:
860 stk. REC - REC260PE, 260 Wp
Totalt: 223,6 kWp anlæg



GAIA SOLAR

Sag: Ballerup Rådhus	Sags nr.: 2015-xxxx	Dato: 28-05-2015
Emne: Mulig opfælling Øst/Vest montage	Tegn: HH	Kontrol:
Tegn nr: 0001	Mål: 1:350	Rev:

