

LavEByg

Resultater af bygningsanalyser –
parametervariationer til udvikling af
lavenergikoncepter

Hele bygningen – 21.06.2007

Lavenergikoncepter

- Udvikling af lavenergikoncepter:
 - Konkretisering af strategi
 - Identificering af behov/tiltag for forskning og udvikling
 - Udgangspunkt for nyt stort F&U projekt
 - Sikre sammenhæng og koordinering ml. F&U aktiviteter i netværket
 - Inkl. klimaskærm, installationer og energiforsyning

Lavenergikoncepter

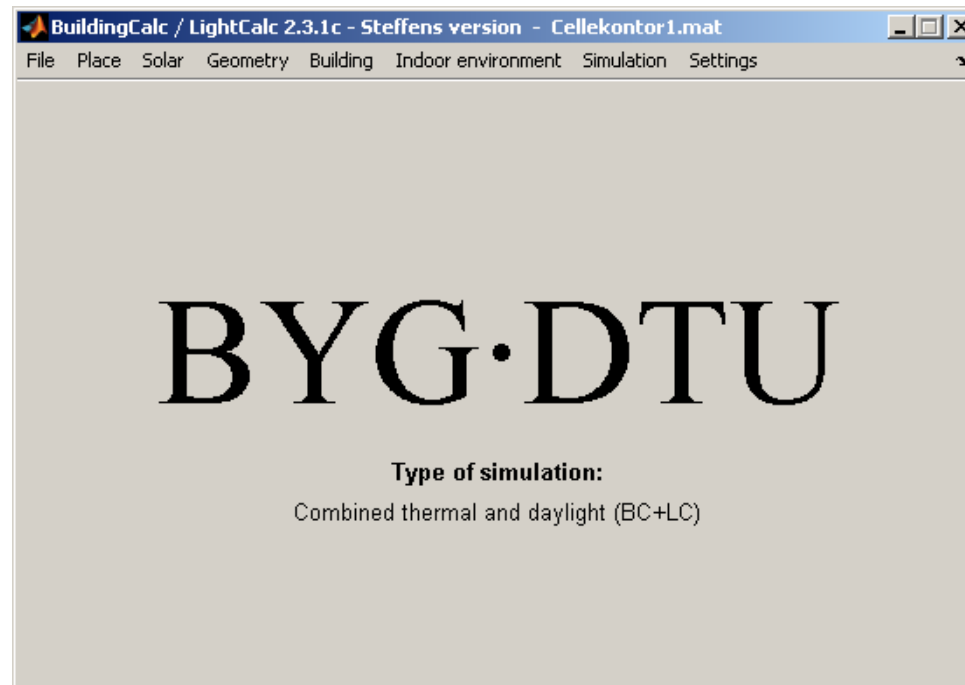
- Parametervariationer på bygningstyper:
 - **Parcel**
 - Etagebolig
 - **Kontor** (celle, storrum)
 - Institution/skole
 - (blandet bolig/kontor)
- Med/uden variation af geometri
 - Uden = bygningseksempler

Lavenergikoncepter

- Metode (variable geometri)
 - 1. Fastlægge funktionskrav til energi og indeklima
 - 2. Fastlægge et reference rum der opfylder funktionskrav
 - 3. Fastlægge løsningsrum baseret på relevante parametervariationer
 - Beregning på enheder/enkeltrum

Lavenergikoncepter

- Integreret beregningsværktøj anvendes:
 - Beregninger af energi og indeklima (herunder daglysforhold) med BuildingCalc/LightCalc (BC/LC) udviklet i Matlab.
 - Resultaterne analyseres i regneark



Lavenergikoncepter

Parametre i BC/LC:

- Geometriske
 - Rumdybde
 - Rumbredde
 - Rumhøjde
 - Vindues dimensioner og placering
- Konstruktioner
 - Vinduer
 - Øvrig klimaskærm (UA-værdi)
 - C_w (effektiv varmekapacitet af bygning)
 - C_f (varmekapacitet af inventar)
- Systemer
 - Interne varmetilskud
 - Belysning
 - Ventilation
- System kontrol
 - Set punkt for køling
 - Set punkt for opvarmning

Lavenergikoncepter

- Regneark til analyse af parametervariationer:

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

Variations	Variation 1	Reference	Variation 2
Size	5	4	7.2

Energy data	Value	Description
Hot water consumption [liter/m2]	100	100 liter/m2 standard in office buildings
Installations [kWh/year]	9	Mainly energy for pumps (husk faktor 2.5)
Solar water heat [kWh/year]	0	
Solar photovoltaic [kWh/year]	0	
Mech. Ventilation SEL [kJ/m3]	2	

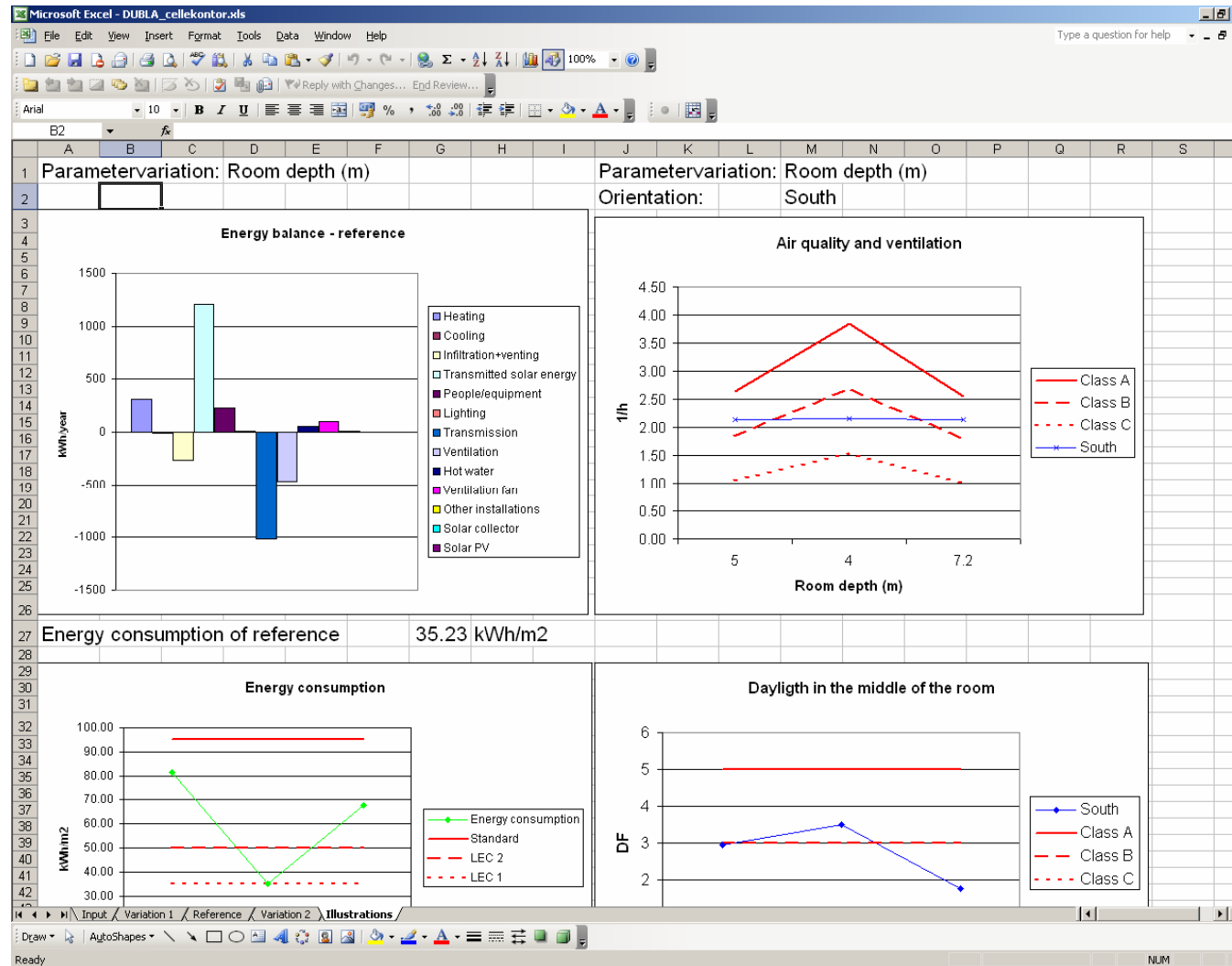
Indoor climate	Value	Description
Mechanical cooling?	1	Has influence on the thermal environment classification (CEN15251)
Building emission	0	Has influence on air quality and ventilation classification (CEN15251)

Helping tool	Value	Description
Indoor environment		This table helps you classify your building according to CEN15251
Thermal indoor environment, winter	B	
Thermal indoor environment, summer	B	
Air quality and ventilation	B	

The diagram shows a room cross-section with dimensions 'a', 'b', and 'h'. A note indicates '0,85 m' for a specific dimension.

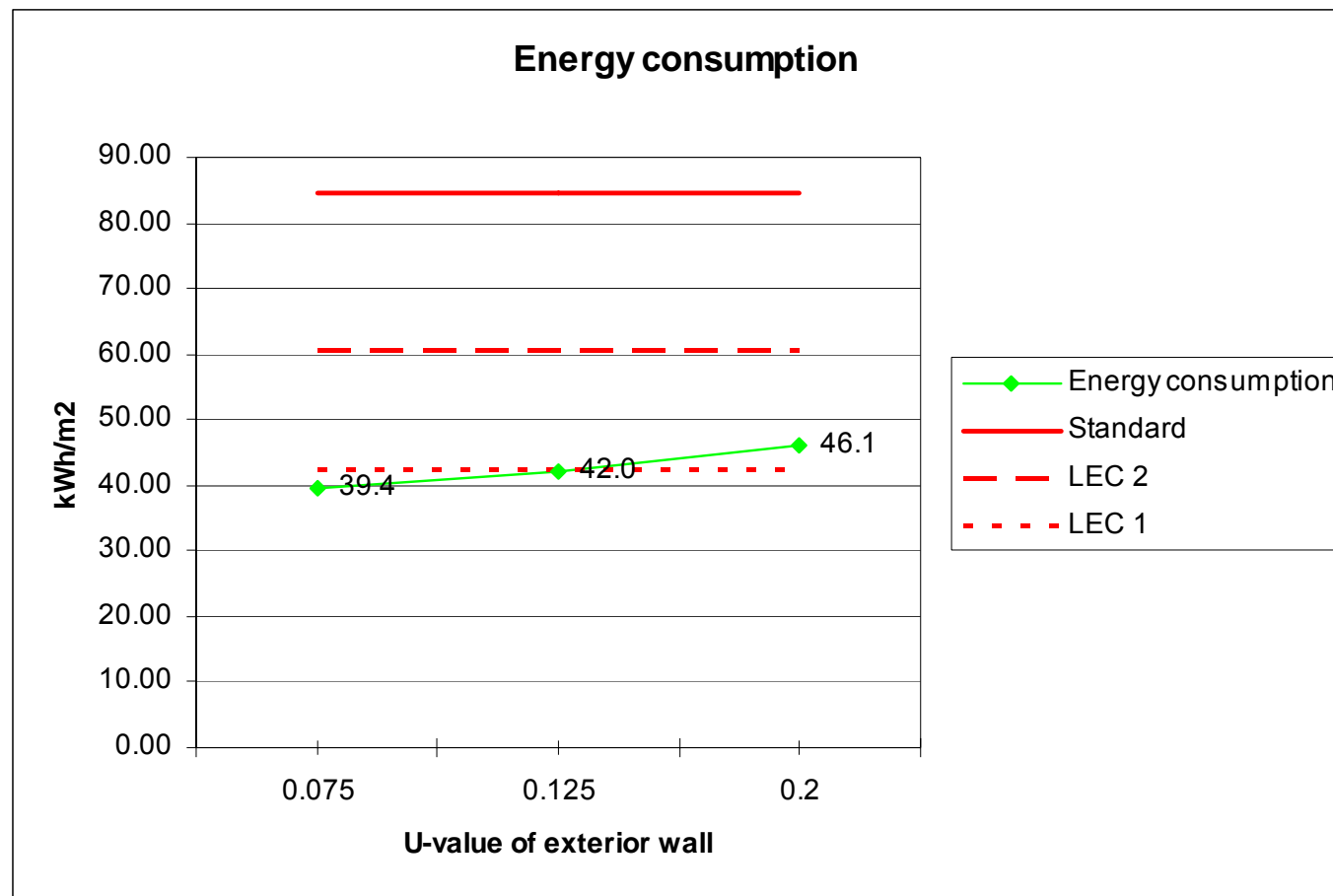
Lavenergikoncepter

- Regneark til analyse af parametervariationer:



Lavenergikoncepter

- Eksempel på resultat af parametervariation:



Lavenergikoncepter

- Økonomisk vurdering af forskellige tiltag:
 - En metode er energispareprisen (ESP)
 - Prioritering af tiltag
 - Totaløkonomisk betragtning
 - Direkte sammenlignelig med energiprisen
 - Fast reference i form af mindste isoleringskrav mv.
 - Kan bruges konkret til:
 - Sammenligning af ESP for forskellige tiltag
 - Hvad må et tiltag koste for at det er rentabelt (når priser er ukendte/usikre)
 - $\text{Energipris} = \text{Energisparepris}$

Energispareprisen

$$ESP = \frac{\frac{n}{n_t} \cdot I_{\text{tiltag}}}{f(n, r) \cdot \Delta E_{\text{årlig}}}$$

ESP	Energisparepris [kr/kWh]
n	Økonomisk levetid [-]
n _t	Teknisk levetid [-]
I _{tiltag}	Investeringsomkostning [kr]
f(n,r)	Nuværdifaktor [-]
ΔE _{årlig}	Årlig energibesparelse [kWh/år]

Forudsætninger for Parcelhus i Kl. 1 (referenceværdier)

- Bygning
 - Længehus (L=2xB), 150 m²
 - Varmekilde: Fjernvarme
 - Varmeanlæg: Gulvvarme
 - Vinduesandel: 22 %
 - Typisk vinduesfordeling (30 / 45 / 10 / 15)
 - Udhæng på 0,5 m placeret 0,25 m fra overkant vinduer
- Klimaskærm
 - U-værdi ydervæg / tag / terrændæk: 0,125 / 0,100 / 0,100
 - Psi-værdi fundament / vinduessamling: 0,10 / 0,02
 - Infiltration: 0,085 l/s/m²
 - Vinduer med smal ramme-karm konstruktion (10 %) og 2-lags energirude (U = 1,3)
- Installationer
 - Standard forbrug af varmt vand (250 l/m²/år)
 - Standard internt varmetilskud (5 W/m²)
 - Lille sparepumpe (10 W)
 - Mekanisk ventilation med varmegenvinding (85%), SEL = 1 kJ/m³

PRO TEC 7 vs. normalt PRO TEC Vindue

	Ramme/karm			Rude			Total
	r/k b. [mm]	U_f [W/m ² K]	Andel [%]	U_g [W/mK]	Ψ_g [W/mK]	g [-]	U [W/m ² K]
PRO TEC 7 Træ-GRP m. 3-lags rude m krypton	56	1,42	15	0,516	0,036	0,50	0,78
PRO TEC Classic m. 2-lags rude m argon	87	2,03	20	1,187	0,056	0,63	1,55
Mindste varmeisolering Krav 1/1 2008	-	2,70	30	1,187	0,100	0,63	2,00

Længde af afstandsprofil: 3,5 m/m² vindue

3-lags rude: 4-12Kr-4-12Kr-4

2-lags rude: 4-20Ar-4

Priser vinduer

Normalt Pro Tec Vindue (1,23 x 1,48): ca. 3000 kr. ekskl. moms

Merpris på Pro Tec 7 med 3-lags rude med krypton (afhængig af type og størrelse): 30-50 % pr. vindue

Forudsat en vinduesandel på 22% af det opvarmede etageareal.

→ $0,4 * 3000 * 0,22 * 1,25 / (1,23 * 1,48) = \text{ca. } 180 \text{ kr./m}^2 \text{ etageareal inkl. moms.}$

Merpris for normalt Pro Tec vindue ift. "mindste varmeisol": **50 kr./m² !!**

Priser ruder

Pris for 2-lags energirude (argon): ca. 650 kr./m² inkl. moms
(www.sparvinduer.dk)

Ekstra glas: + 50% ; krypton: + 50%

Merpris for 3-lags rude med argon: 325 kr./m² rude = $(1-0,1) \times 0,22 \times 325 =$
ca. 65 kr./m² etageareal inkl. moms

Merpris for 3-lags rude med krypton: 130 kr./m²

Merpris varm kant: ca. 45 kr./m² rude = ca. 9 kr./m² etageareal inkl. moms
(www.sparvinduer.dk)

Energisparepriser, kr./kWh

	Merudgift [kr./m ² pr. 100 mm]	VAR1	REF Kl. 1	VAR2	REF ESP
Ydervæg	150	0,31 (0,075)	0,19 (0,125)	0,14 (0,20)	0 (0,40)
Tag	75	0,40 (0,075)	0,34 (0,10)	0,20 (0,15)	0 (0,25)
Terrændæk m. gulvvarme	100	0,24 (0,075)	0,17 (0,10)	0,09 (0,15)	0 (0,30)
Vinduer	280 / 100 kr./m ²	0,52 (0,78)	-	0,20 (1,55)	0 (2,0)
Ruder	65 / 130 kr./m ²	0,85 (0,52)	-	0,87 (0,74)	0 (1,2)
Ventilation	250 kr./m ²		1,31 (VGV)		0 (naturlig)

Konklusion (1)

ESP < energipris (generelt), dvs. energiklasse 1 eller bedre er rentabelt!

(Simpel tilbagebetalingstid ? – kan nemt beregnes)

ESP < for isoleringsmæssige tiltag

Konklusion (2)

Parametervariationerne giver overblik over alternative tiltag:

F.eks. Naturlig i stedet for mekanisk ventilation med varmegenvinding:

Forøget energiforbrug: 7,4 kWh/m²

Kan "neutraliseres" ved:

Bedre U-værdier: 0,075 isf. 0,125 / 0,1 / 0,1 (5,7 kWh/m)

Bedre Psi-værdier: 0,075 / 0 isf. 0,1 / 0,02 (1,6 kWh/m²)

I alt 7,3 kWh/m²

Forudsætninger for kontorbygning kl. 1! (cellekontor)

- Bygning
 - Bygning på 3500 m² i 5 etager (70 x 10 m)
 - Beregninger på sydvendt cellekontor (3 x 6 x 2,5 m) placeret midt i bygning
 - Hensyntagen til øvrige varmetab via et tillæg til UA-værdi
 - Detaljeret styring af solafskærmning
- Klimaskærm
 - U-værdi ydervæg / tag / terrændæk: 0,150 / 0,100 / 0,100
 - Psi-værdi fundament / vinduessamling: 0,10 / 0,01
 - Infiltration: 0,2 h⁻¹
 - Vinduer med 10 cm ramme-karm og 2-lags energirude
- Installationer
 - Detaljeret styring af elektrisk belysning efter dagslysindfald
 - Standard forbrug af varmt vand (100 l/m²/år)
 - Standard internt varmetilskud
 - Mekanisk ventilation med varmegenvinding (75%), SEL = 2 kJ/m³