
»InnoBYG Building Green Seminar - bæredygtigt byggeri

ALECTIA



Steffen Petersen

Ekspert
Civilingeniør, Ph.d.
stp@alectia.com

Aarhus Universitet
Institut for Ingeniørvidenskab

Adjunkt
Leder af Indeklima og Energi
stp@eng.au.dk

»Sustainability in 2030

2010: We stopped only talking about



2020: We are starting to get there...



"Why didn't you go before we left?"

2030: It's the way it is!



Sustainability

» Bæredygtigt byggeri



<http://www.alternativ.no/Nyheter/halmbus.html>

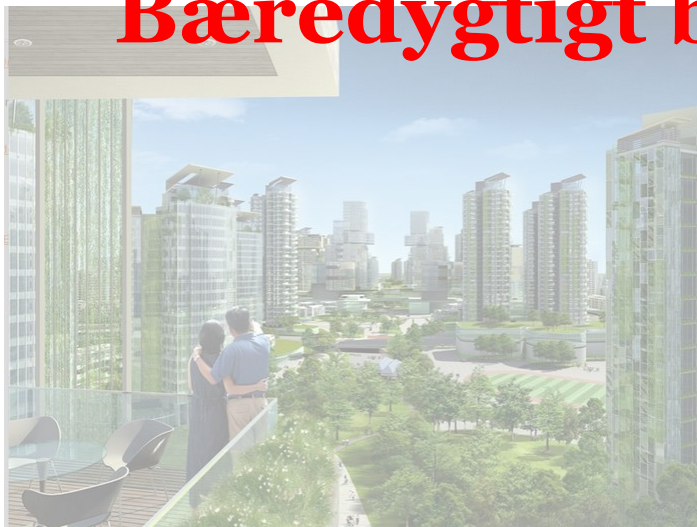


Richard Horden

<http://www.treehugger.com/modular-design/home-delivery-the-micro-compact-home-comes-to-america.html>

Dilemma:

Bæredygtigt byggeri – hvad er det?



Bæredygtige byer i Kina

<http://www.eoi.es/blogs/justinorodriguez/2013/05/24/sustainable-urban-planning-in-china-the-case-of-dongtan/>



<http://brabbu.com/blog/2014/02/worlds-vanishing-buildings/>

»Certificeringer

Hypotese: Man kan post-certificere alt nyere dansk byggeri i alle de store internationale mærkningsordninger

Evidens:



Dilemma: Certificeringer handler meget om miljø, men hjælper det ikke.



Bygning	LEED	BREEM	GreenSource	HQE
Company Klassificering	Sølv (guld)	Certificeret (god)	Sølv (sølv)	(Bestået)
Horten Klassificering	Certificeret (guld)	Certificeret (Certificeret)	Bronze (Bronze)	Ikke bestået
Horten Point	49 p (67 p)	34 % (43 %)	62 % (63 %)	2 Meget god 1 God 7 Basis
Ordningens klassificering	Certificeret ≥40 p Sølv ≥50 p Guld ≥60 p Platinum ≥80 p	Certificeret ≥30% God ≥45% Meget god ≥55% Excellent ≥70% Fremragende ≥85%	Bronze ≥50% Sølv ≥65% Guld ≥80%	Bestået: 3 Meget god 4 God 7 basis

Konklusion: Bæredygtigt: Økonomisk? Socialt? Miljø?

»Vi er gode til bæredygtigt byggeri - på papiret!

Kan vi måle det?

Eksempel:

Lavenergibyggeris energibehov

» Energiforbrug i 2010 vs. Be10-beregnet energibehov

Beregnet

[kWh/m² primær]

Varme: 27,6

El: 23,3

I alt: 50,7

Målt

[kWh/m² primær]

Varme: 42,4

El: 109,5

I alt: 152

Afvigelse

[%]

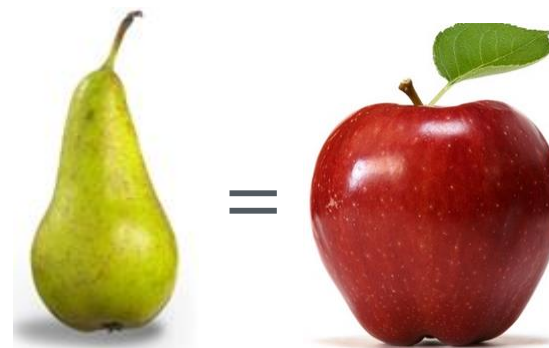
Varme: +54

El: +370

I alt: +200



”I har lovet mig et lavere energiforbrug!”



»“Energisyndere i lavenergibyggeri”

Finansieret af ELFORSK

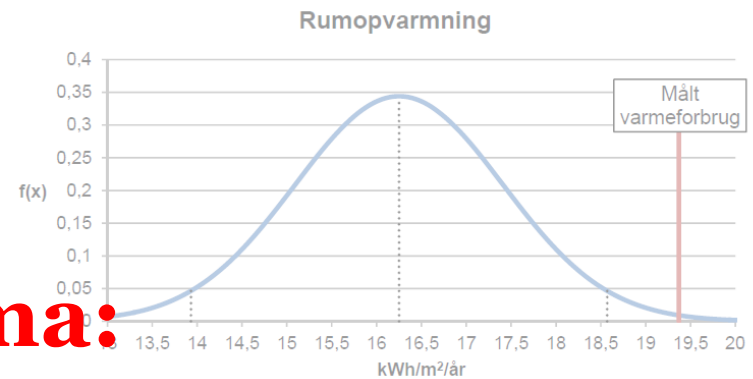
Spor 1: Koncept til 1) at give et bedre estimat af faktisk energiforbrug i designfasen og 2) at sammenligne Be10 med faktisk energiforbrug

Spor 2: Design, projektering og udførelse – hvor findes energisynderne i lavenergibyggerier i praksis?

Spor 3: Effektiv drift

»Case

Børnehuset Sydstjernen Hjortens Kvt.9 2620 Albertslund	
Be10-beregnet energibehov iht. BR10	39,4 kWh/m ² ·år 36,7 kWh/m ² ·år (u. overtemperaturer)
Forsyningsform	Fjernvarme
Bruttoareal	1139 m ²
Opført	2008 – 2010
Bemærkninger	Opført som passivhus



Dilemma: Hullet(?) mellem teori til praksis



*Løbende forskydning af
varmesetpunkt?
Øget ventilationsrate?
Naturlig ventilation?
Varmeafgivelse fra
belysning?*

» Bæredygtig renovering

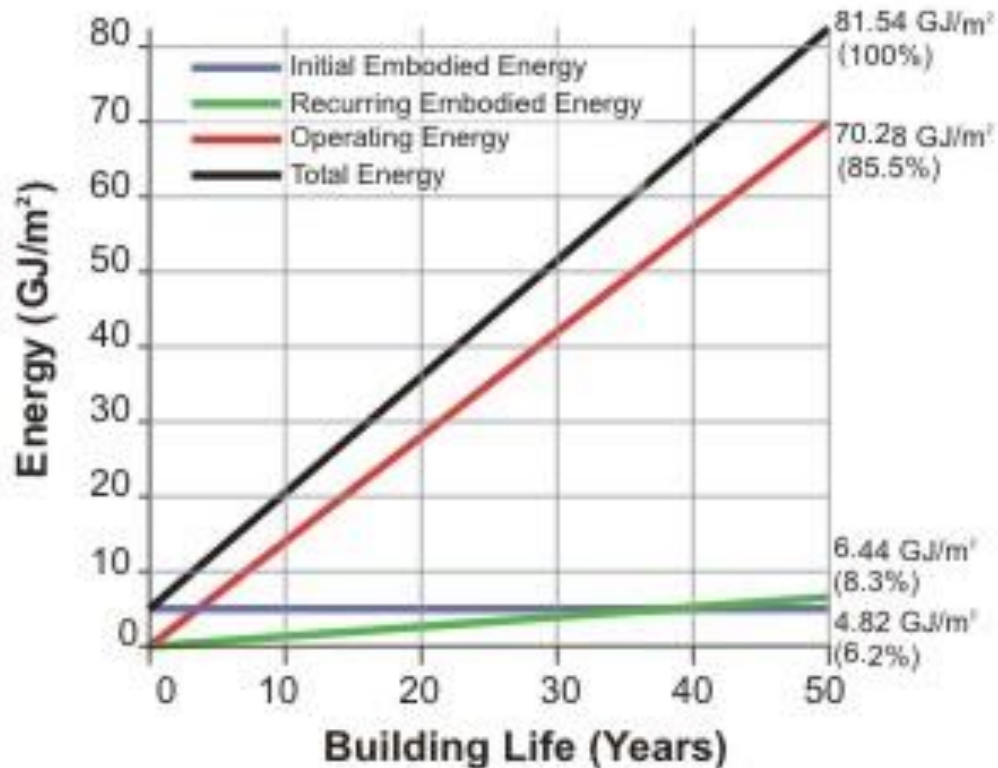
“Dårligt isolerede og slidte bygninger kan næppe efterisoleres nok til at de kan leve op til regeringens klimamål. Vi bør i stedet overveje at rive bygningerne ned”
Jacob Steen Møller, fhv. institutdirektør DTU Byg.

“1.000 boliger i Albertslund bør rives ned”
Overskrift på artikel i fagbladet “Ingeniøren”

“Mange almene byggerier, hvor det bedre kan betale sig at rive ned og bygge nyt i stedet for at renovere”
Seniorforsker Niels Haldor Bertelsen,
Statens Byggeforskningsinstitut



»Case 1: Gammel bygning fra 1910



Energirenoveret bygning i 50 år:
54 GJ/m²

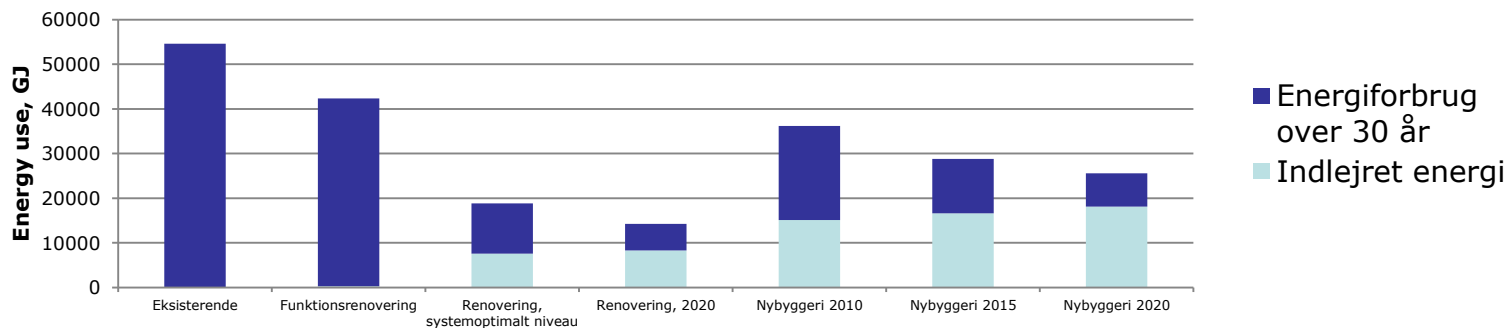
Ny 2020 bygning i 50 år:
15.5 GJ/m²

Simpel energitilbagebetaling:
14 år

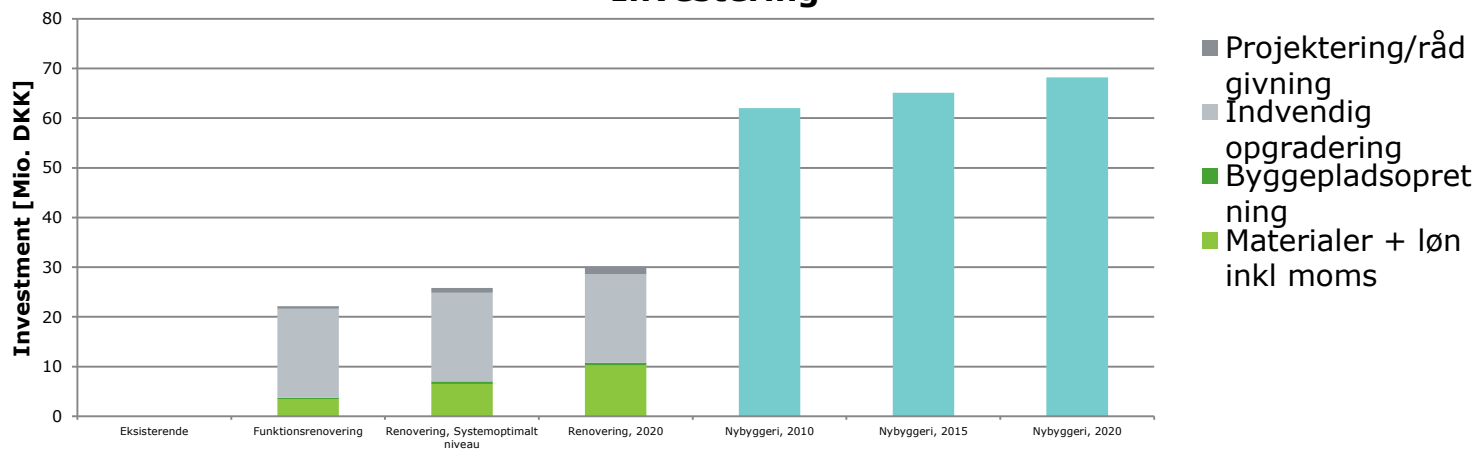
Cole, R.J. and Kernan, P.C. (1996), Life-Cycle Energy Use in Office Buildings, Building and Environment, Vol. 31, No. 4, pp. 307-317.

»Case 2: Campus fra 1960'erne

Energi



Investering



At renovere eller
ikke at renovere...

Dilemma!



» For meget fokus på energi

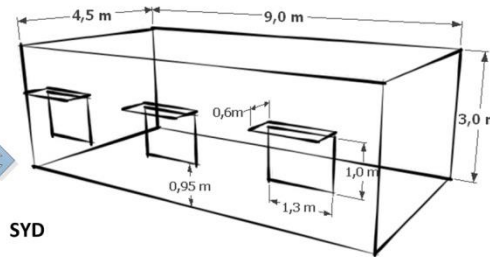
Indeklima som katalysator for bæredygtigt byggeri

»Case: Ældre kontorbyggeri

Energioptimering med indeklimakrav

Nye tiltag:

- CAV-ventilation:
 - Luftsifte = $1,0 \text{ h}^{-1}$
 - Roterende varmeveksler
 - Mekanisk køling
- Hulfursisolering (papiruld)
- 0,6 m fast udhæng
- Energiruder: 4-15(Ar)-(S3)4



→ El (Belysning og Ventilation) = 28 kWh/m^2
Rumopvarmning = 15 kWh/m^2

Timer over $27 \text{ }^\circ\text{C}$ = 23 t
Timer over $26 \text{ }^\circ\text{C}$ = 98 t

→ Max CO_2 niveau = 1.000 ppm

Dagslysautonomi = 44 %
Dagslysfaktor = 1,3 %

→ Δ Anlæg = -777 kr/m^2
 Δ Vedligehold = -264 kr/m^2
 Δ Energi = 763 kr/m^2
 Δ Produktivitet = 2.331 kr/m^2
 Δ Samlet = 2.053 kr/m^2

Energioptimering

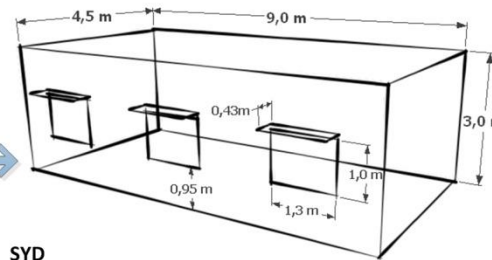
→ Δ Anlæg = -132 kr/m^2
 Δ Vedligehold = 0 kr/m^2
 Δ Energi = 997 kr/m^2
 Δ Produktivitet = -608 kr/m^2
 Δ Samlet = 257 kr/m^2

»Case: Ældre kontorbyggeri

Økonomioptimering

Nye tiltag:

- CAV-ventilation:
 - Luftskefte = $1,5 \text{ h}^{-1}$
 - Roterende varmeveksler
- Hulfursisolering (papiruld)
- 0,43 m fast udhæng
- Energruder: 4-15(Ar)-(S3)4



→ El (Belysning og Ventilation) = 28 kWh/m^2
 Rumopvarmning = 14 kWh/m^2

Timer over $27 \text{ }^\circ\text{C}$ = 79 t
 Timer over $26 \text{ }^\circ\text{C}$ = 243 t

→ Max CO_2 niveau = 800 ppm

Dagslysaunomi = 47 %
 Dagslysfaktor = 1,5 %

Δ Anlæg = -870 kr/m^2

Δ Vedligehold = -405 kr/m^2

→ Δ Energi = 784 kr/m^2

Δ Produktivitet = 4.662 kr/m^2

Δ Samlet = 4.171 kr/m^2

Energiptimering

Δ Anlæg = -132 kr/m^2

Δ Vedligehold = 0 kr/m^2

→ Δ Energi = 997 kr/m^2

Δ Produktivitet = -608 kr/m^2

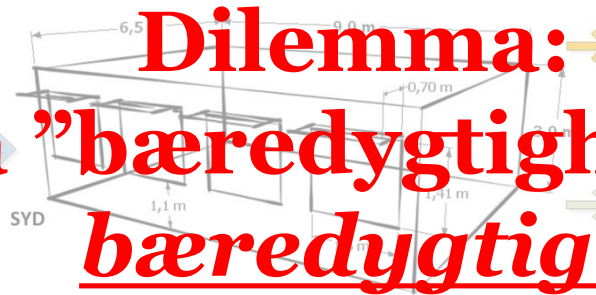
Δ Samlet = 257 kr/m^2

»Case: Ældre kontorbyggeri

Økonomioptimering med indeklima- og dagslys krav – 6,5 m rumdybde

Nye tiltag:

- Helt ny facade
- CAV-ventilation:
 - Fugt = $2,4 \text{ l l}^{-1}$
 - Temperatur = $23,5 \text{ °C}$
 - Mekanisk køling
- 0,7 m fast udhæng
- Solafskærmende energiruder: 6C(74)-15(Ar)-4



Fokus på ”bæredygtighed” er ikke bæredygtigt

El (Belysning og Ventilation) = 31 kWh/m²
Rumopvarmning = 3 kWh/m²

Timer over 27 °C = 0 t
Timer over 16 °C = 0 t

Max CO₂ niveau = 800 ppm

Dagslysautonomi = 68/60 %

Dagslysfaktor = 3,4/2,2 %

Fordobling af arbejdspladser!



[Be more at Aarhus University | www.au.dk/en] 