



TEKNOLOGISK
INSTITUT

VELKOMMEN TIL TEKNOLOGISK INSTITUT





TEKNOLOGISK
INSTITUT

Hvad er lavenergibyggeri?

Ditte Marie Jørgensen

Civilingeniør

ditte.marie.jorgensen@teknologisk.dk

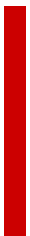
Temadag: Varmeinstallationer til lavenergibygger

D. 1. oktober 2009



Indhold

- Baggrund
- Bygningsreglementet
- Beregningsprogrammer
- Fordeling af energiforbrug i lavenergibyggeri
- Eksempler på lavenergibyggeri
- Konstruktionseksempler
- Planlægning af byggeriet
- Økonomi
- Afrunding
- Spørgsmål





Baggrund for lavenergibyggeri

- Klimaudfordringen
 - Forsyningssikkerhed
 - Ca. 35 % af energi går til bygninger
-
- I 2025 skal energiforbruget være reduceret med 25 % i forhold til 1990
 - I 2020 skal vedvarende energi dække 30 % af energiforbruget
-
- Indsats i DK – for nybyggeri og eksisterende byggeri
 - øget udnyttelse af VE (vind, biomasse og sol)
 - øget energieffektivisering





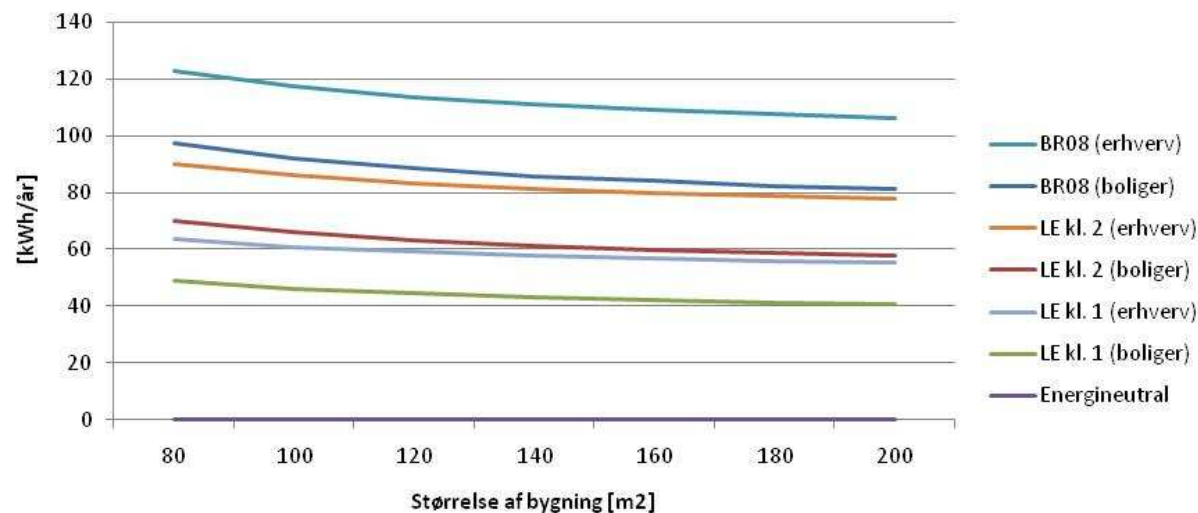
Bygningsreglementet - energirammen

	Boliger	Erhverv
▪ Bygningsreglementet 2008	$70 + \frac{2200}{A} \text{ kWh} / \text{m}^2 \text{ pr. år}$	$95 + \frac{2200}{A} \text{ kWh} / \text{m}^2 \text{ pr. år}$
▪ Lavenergiklasse 2	$50 + \frac{1600}{A} \text{ kWh} / \text{m}^2 \text{ pr. år}$	$70 + \frac{1600}{A} \text{ kWh} / \text{m}^2 \text{ pr. år}$
▪ Lavenergiklasse 1	$35 + \frac{1100}{A} \text{ kWh} / \text{m}^2 \text{ pr. år}$	$50 + \frac{1100}{A} \text{ kWh} / \text{m}^2 \text{ pr. år}$
▪ <i>Energineutralt byggeri</i>	$0 \text{ kWh} / \text{m}^2 \text{ pr. år}$	$0 \text{ kWh} / \text{m}^2 \text{ pr. år}$

BR2010

BR2015

Energiramme



A er det opvarmede
etageareal





Energimærkning af huse

Energi

Mærke
Model

Lavt forbrug



Lavenergiklasse 1
Lavenergiklasse 2



Bygningsreglement 2008



Højt forbrug

Andet





EnergyFlex_family_14 - Be06

Filer Rediger Vis Hjælp

SBI anvisning 213: Bygningers energibehov

EnergyFlex, family

- Klimaskærm
 - Ydervægge, tage og gulve
 - Skema 1
 - Fundamenter mv.
 - Skema 1
 - Vinduer og yderdøre
 - Skema 1
 - Skygger
 - Skema 1
 - Uopvarmede rum
- Ventilation
 - Skema 1
- Internt varmetilskud
 - Skema 1
- Belysning
 - Skema 1
- Andet elforbrug
- Parkeringskældre mv.
- Mekanisk køling
- Varmefordelingsanlæg
 - Skema 1
 - Pumper
 - Pumpe-skema 1
- Varmt brugsvand
 - Skema 1
- Vandvarmere

- Forsyning
- Kedler
- Fjernvarmeveksler
- Anden rumopvarmning
- Solvarmeanlæg
- Varmepumpe
- Solceller
- Resultater
- Energiramme
- Nøgletal
- Varmebehov

Bygning

Navn: EnergyFlex, family

Fritliggende bolig (fritliggende enfamiliehus)
Sammenbyggede boliger (fx dobbel-, række- og kædehuse)
Etagebolig eller Andet (ikke bolig)

0 Antal boligenheder

216 Opvarmet etageareal, m² 0 Rotation, deg.

120 Varmekapacitet, Wh/K m² Start, kl. Slut, kl.

168 Normal brugstid, timer/uge 0 24

Varmeforsyning

El Basis: Kedel, Fjernvarme eller El

Varmefordelingsanlæg (hvis elvarme)

Bidrag fra (i prioritets-orden)

1. Elradiatorer 2. Brændeovne, gasstrålevarmere og lign.

3. Solvarme 4. Varmepumpe 5. Solceller

Samlet varmetab

Transmissionstab 2,7 kW 12,7 W/m²

Ventilationstab uden vgv 3,2 kW 14,7 W/m² (om vinteren)

I alt 5,9 kW 27,4 W/m²

Ventilationstab med vgv -0,3 kW -1,5 W/m² (om vinteren)

I alt 2,4 kW 11,2 W/m²

Beregningsbetingelser

Andet Se beregningsvejledningen

Tillæg til energirammen for særlige betingelser, kWh/m² år

0

(Kun mulig for andre bygninger end boliger og beregningsbetingelser: BR: Aktuelle forhold)

Køling

Mekanisk køling

Transmissionstab

For klimaskærmen ekskl. vinduer og døre

3,0 W/m²

Tast F1 for hjælp NUM



PHPP



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Objekt:	Passivhaus-Endhaus Kranichstein	
Standort und Klima:	Darmstadt Kranichstein	Standard Deutschland
Straße:		
PLZ/Ort:	D-64289 Darmstadt	
Land:	Deutschland/Hessen	
Objekt-Typ:	Reihenhaus/Wohnungen	
Bauherr(en):	Bauherrengemeinschaft Passivhaus	
Straße:		
PLZ/Ort:	D-64289 Darmstadt	
Architekt:	Prof. Bott/Ridder/Westermeyer	
Straße:	Jahnstr. 8	
PLZ/Ort:	D-64285 Darmstadt	
Haustechnik:	öeb Dipl.-Ing. Norbert Stärz	
Straße:	Bahnhofstr. 49	
PLZ/Ort:	D-64319 Pfungstadt	
Baujahr:	1991	
Zahl WE:	1	Innentemperatur: 20,0 °C
Umbautes Volumen V _e :	665,0 m ³	Interne Wärmequellen: 2,1 W/m ²
Personenzahl:	4,5	

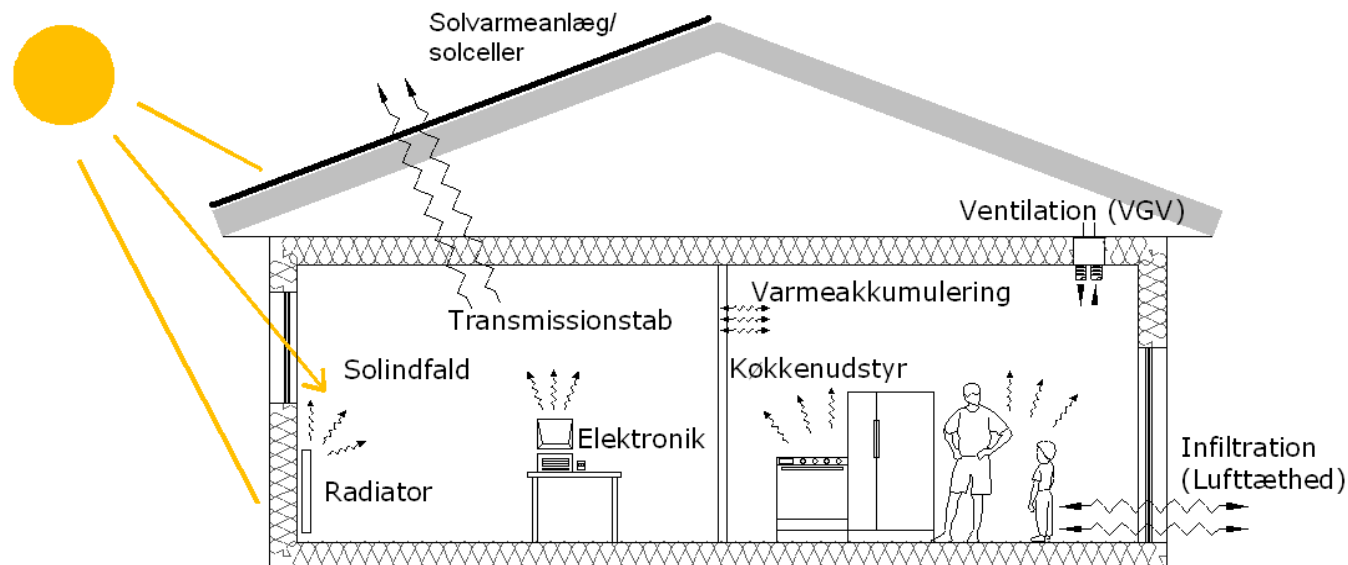
Kennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche				
	Energiebezugsfläche:	Verwendet:	PH-Zertifikat:	Erfüllt?
	156,0 m ²	Monatsverfahren		
Energiekennwert Heizwärme:	14 kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)	ja
Drucktest-Ergebnis:	0,2 h⁻¹	0,6 h ⁻¹		ja
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung, Kühlung, Hilfs- u. Haushalts-Strom):	62 kWh/(m²a)	120 kWh/(m ² a)		ja
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung und Hilfsstrom):	34 kWh/(m ² a)			
Primärenergie-Kennwert Einsparung durch solar erzeugten Strom:	kWh/(m ² a)			
Heizlast:	10 W/m ²			
Übertemperaturhäufigkeit:	3 %	über 25 °C		
Energiekennwert Nutzkälte:	kWh/(m ² a)	15 kWh/(m ² a)		
Kühllast:	9 W/m ²			

Kennwert mit Bezug auf Nutzfläche nach EnEV			
	Nutzfläche nach EnEV:	Anforderung:	Erfüllt?
	212,8 m ²		
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung und Hilfsstrom):	25 kWh/(m²a)	40 kWh/(m²a)	ja



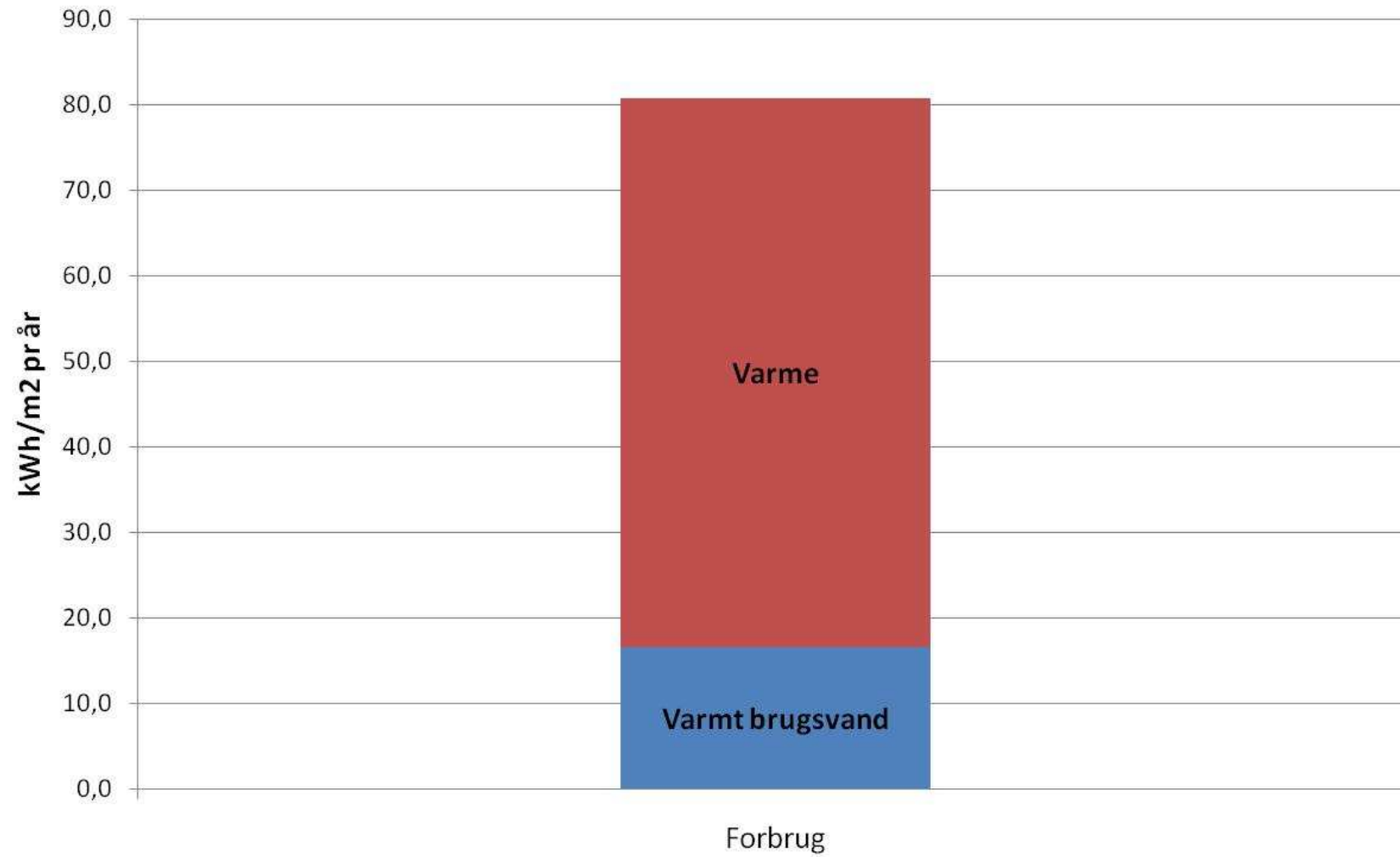
Hvad skal inkluderes i en energirammeberegning?

- **Bygningsudformning**
 - Lokalplan og lokale forhold
 - Bygnings- og vinduesorientering
 - Planløsning
 - Overfladeareal/opvarmet areal
 - Transparente/ikke transparente arealer
- **Klimaskærm**
 - Ydervægge, tag og underbygning
 - Vinduer og døre
 - Tæthed
- **Installationer**
 - Varmesystem
 - Varmt brugsvand
 - Ventilation
 - Belysning
 - Evt. køling
- **Vedvarende energiproduktion**
 - Varmepumpe
 - Solvarme
 - Solceller



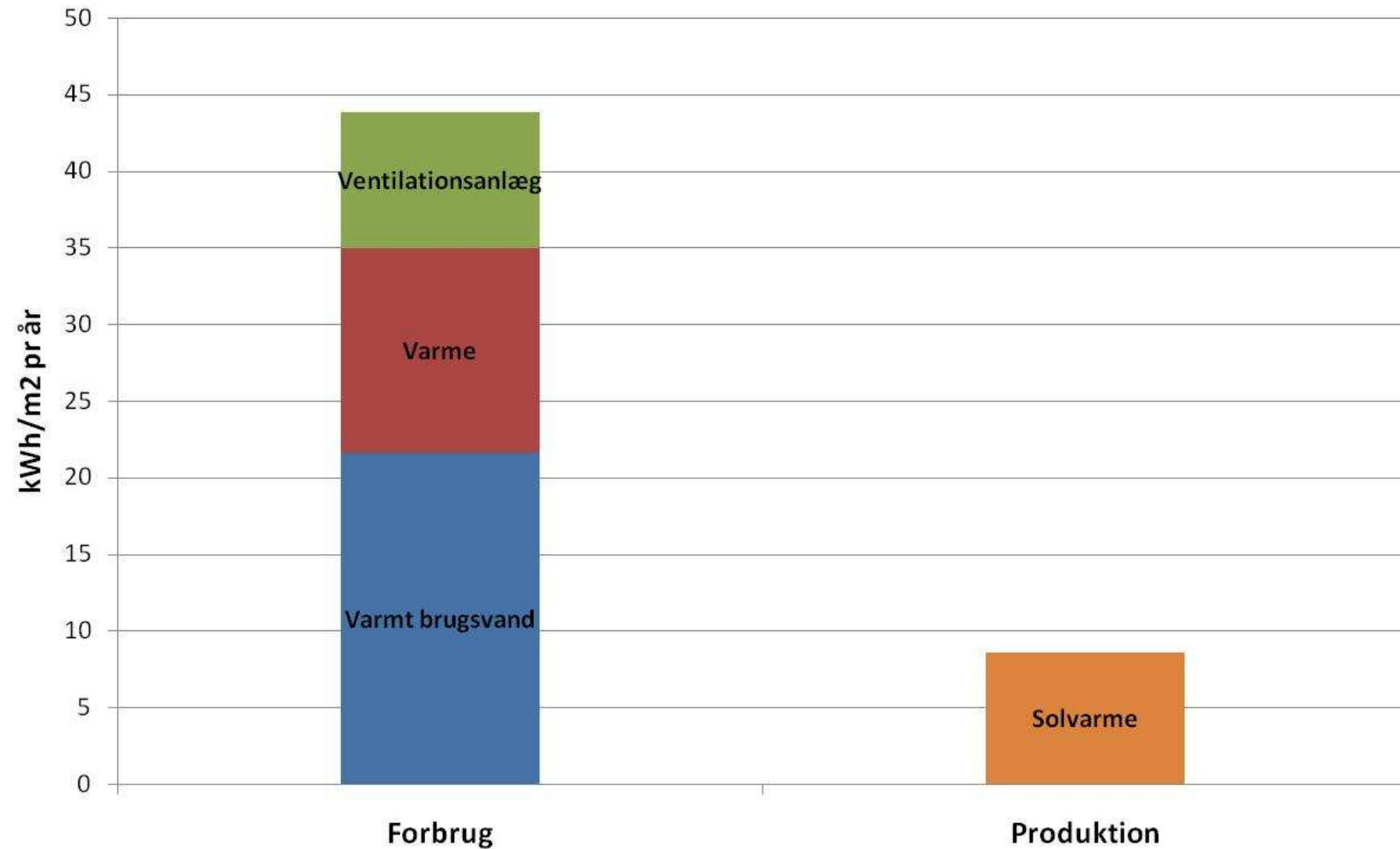


Fordeling i energiforbrug for BR08-bolig





Fordeling af energiforbrug og -produktion i lavenergiklasse 1 bolig





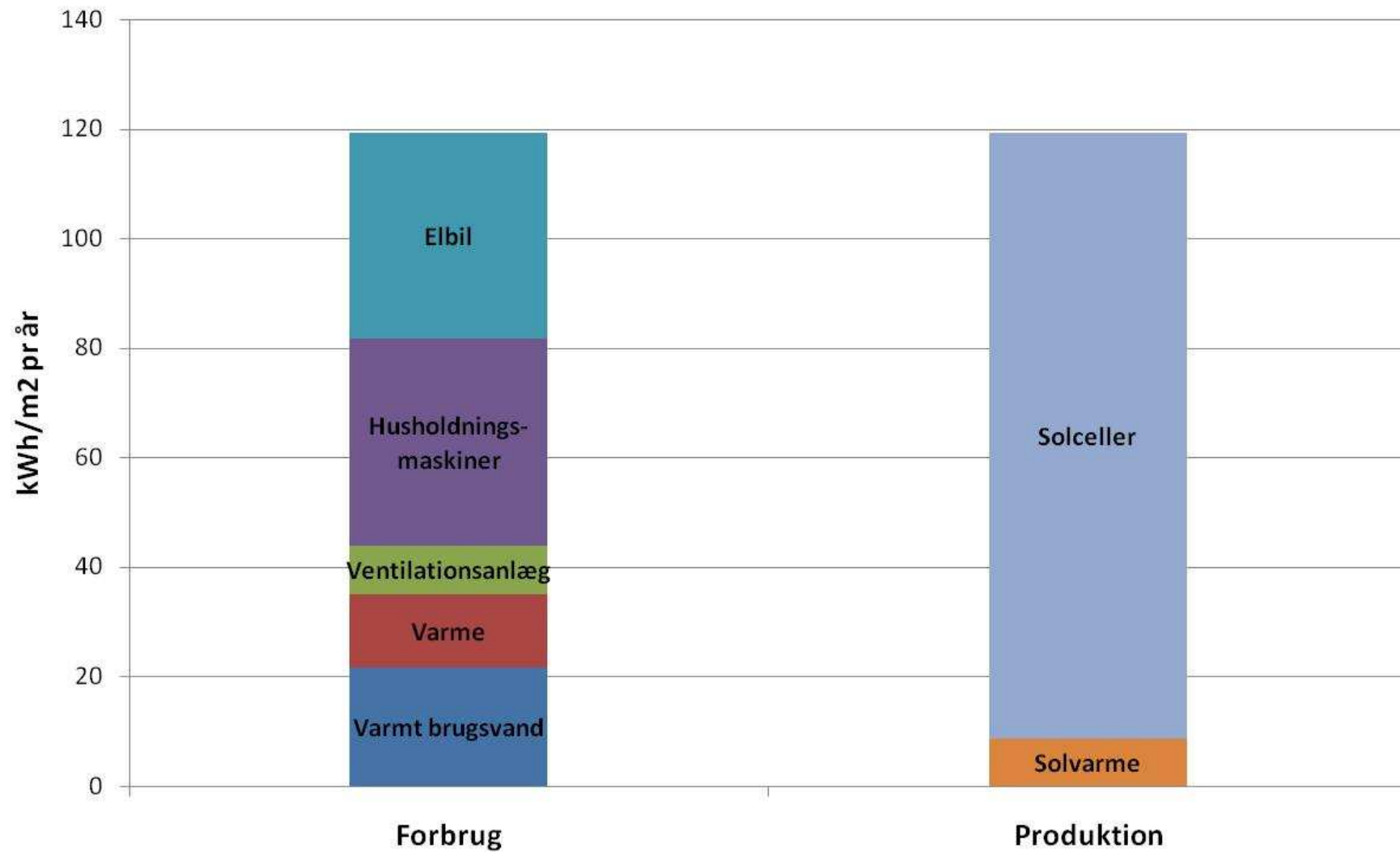
EnergyFlexHouse – familie- og laboratoriehus

- Lavenergiklasse 1 uden solceller
- Energieutralt (inkl. elforbrug til husholdning og elbil) med solceller





Fordeling af energiforbrug og -produktion i energineutral bolig





EnergyFlexFamily

- Klimaskærm pt.
 - Isolering i konstruktionerne:
 - 500 mm i ydervæg
 - 400 mm terrændæk
 - 400 mm i taget
 - Vinduer: 3-lags energiruder ($U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$)

- Installationer pt.
 - Ventilation med varmegenvinding
 - Varmepumpe væske/vand til rumopvarmning
 - Brugsvand opvarmes vha. varmpumpe og solvarme (ca. 5 m^2)
 - Varmefordelingsanlæg: Gulvvarme og radiator
 - (solceller 60 m^2)

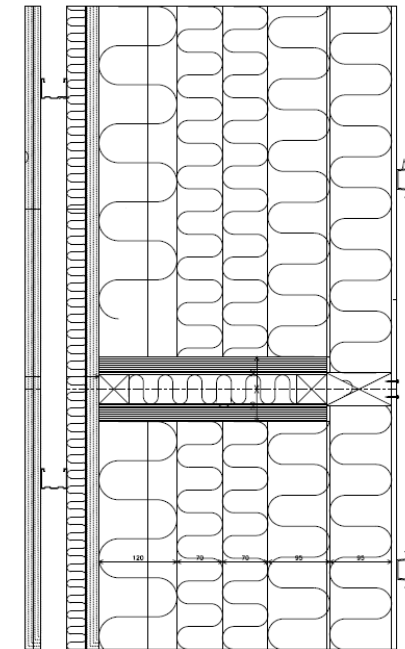




Typiske konstruktionsdetaljer

Isoleringsmateriale	Form	Varmeledningsevne, λ (W/mK)
Mineraluld	Måtte/rulle	0,032-0,040
(Stenuld og Glasuld)	Løsfyld	0,044
Aerogel filtisolering	Måtter	0,013
Vakuumsisolering	Plade	0,006-0,008*

*gennemsnitsværdi



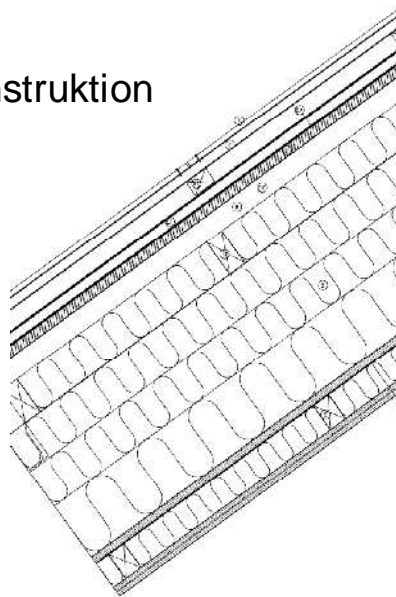
240

500

BR08

LE kl. 1

Tagkonstruktion

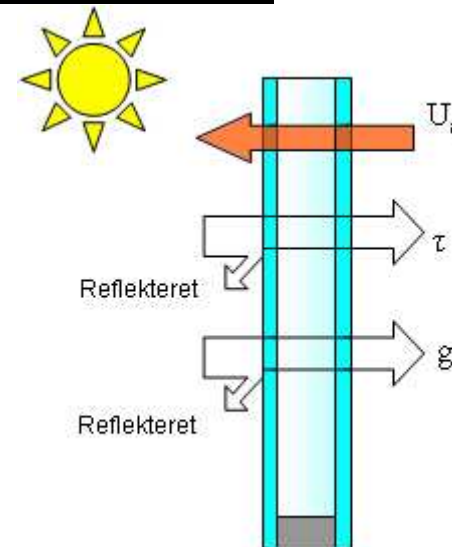
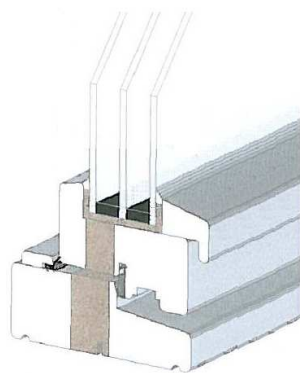




Vinduer

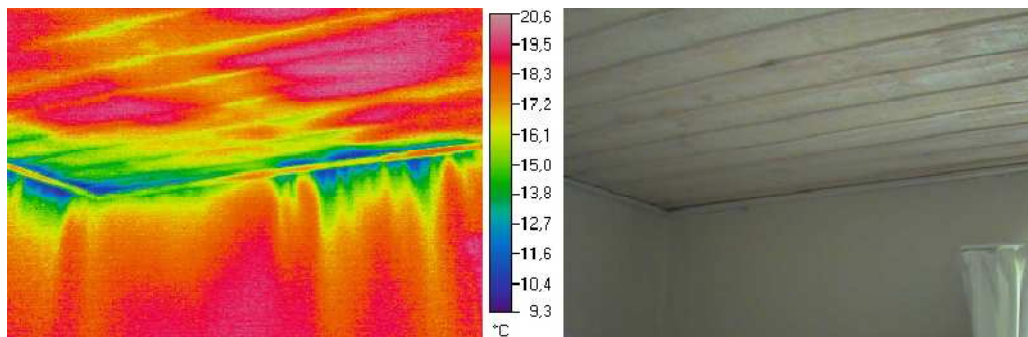
	Samlet U-værdi [W/m ² K]	U-værdi Ramme- karm [W/m ² K]	U-værdi ruder [W/m ² K]	g-værdi [-]	Lystrans- mittans [-]	Rudetype
Eksempel 1	0,72	0,81	0,61	0,56	0,72	3-lagsrude med argon
Eksempel 2	0,73	1,42	0,50	0,50	0,71	3-lagsrude med krypton
Eksempel 3	0,76	2,60	0,49	0,48	0,71	3-lagsrude med krypton
Eksempel 4	1,36	1,60	1,12	0,63	0,75	2-lagsrude med krypton

Vinduesstørrelse: 123 cm × 148 cm





Husets tæthed





Bolig+ i Aalborg

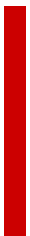
- 62 energineutraleboliger (inkl. elforbrug til husholdning)





Planlægning og bygningsudformning

- Bebyggelsesplan/kommunalplan
- Orientering og skyggeforhold
- Bygningsudformning
- Passiv solvarme





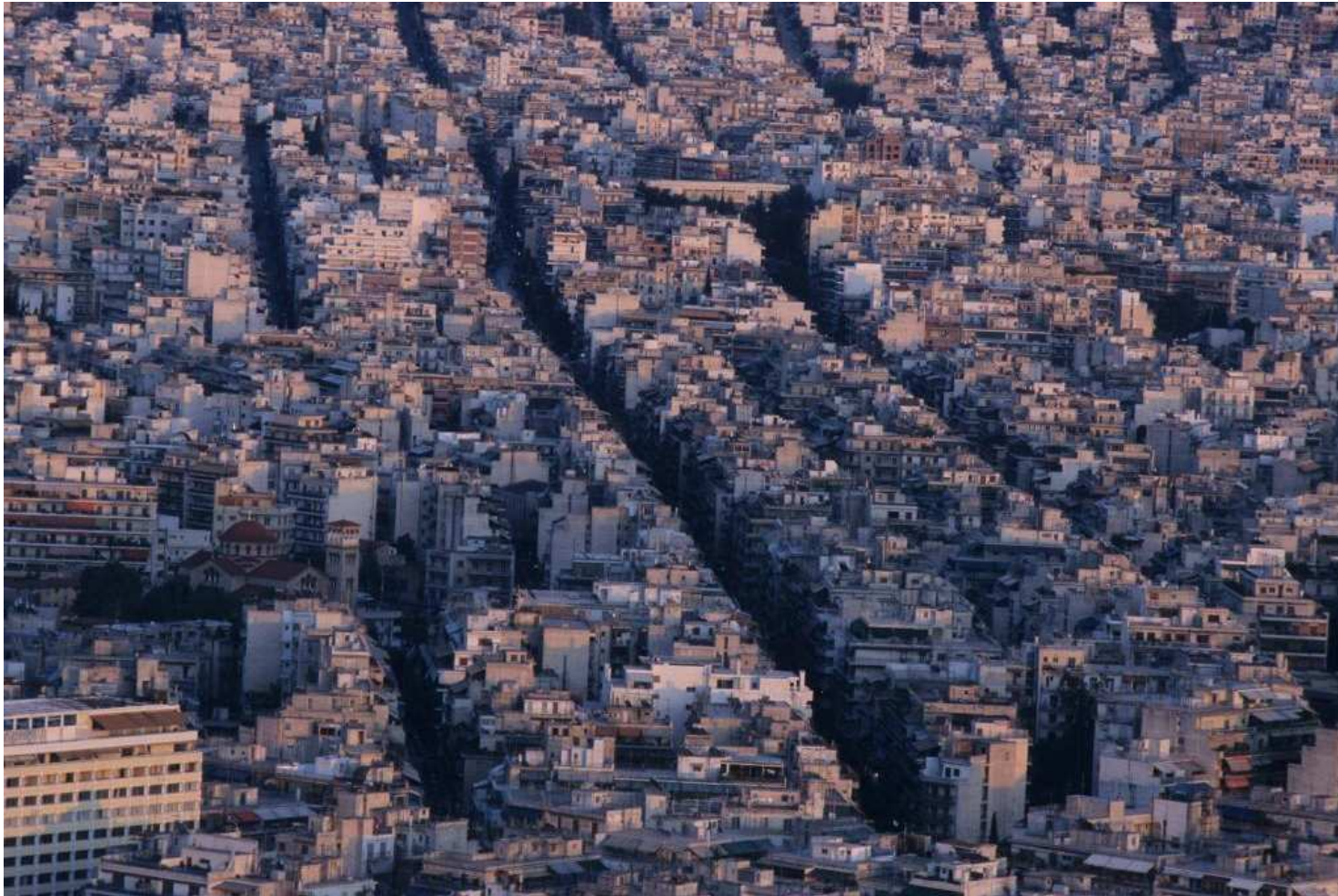
Bebyggelsesplan

- Krav i lokalplan som får indflydelse på energiforbruget
- Tilslutningspligt
- Mulighed for fælles VE-forsyning eller plads til individuel forsyning (jordslanger eller sol)





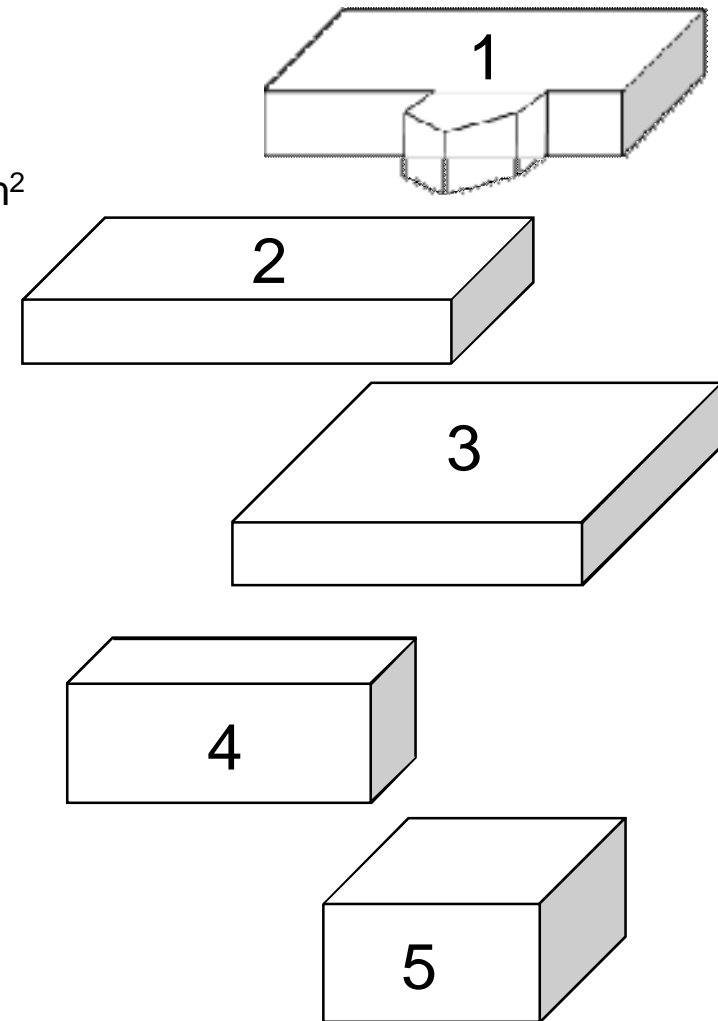
Orientering og skyggeforhold



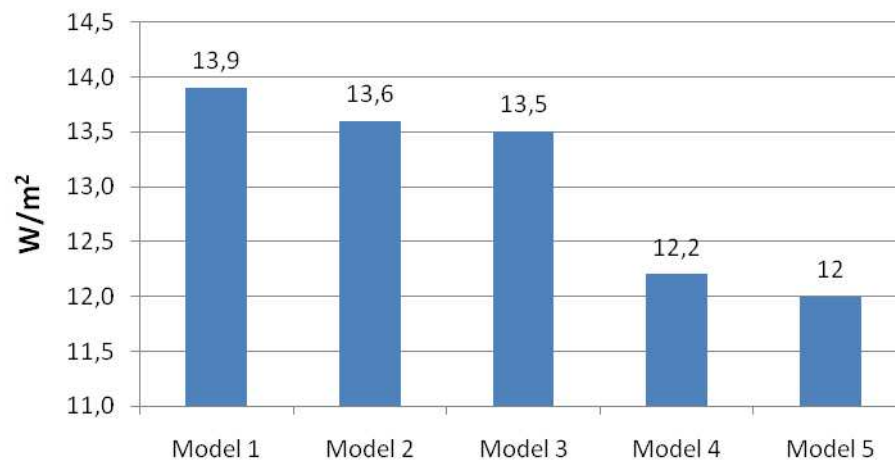


Bygningsudformning

- Lille overflade i forhold til det opvarmede areal
- Eksempel med fritliggende enfamiliehus 180 m²



Transmissionstab pr opvarmet etageareal





Passiv solvarme

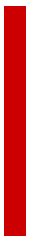
- Fra et energisynspunkt er det vigtigt at mindske den passive solvarme og et evt. kølebehov ved at begrænse belastningen fra udeklimaet (solafskærmning, isolering, vinduesarealer og -orientering etc.).
- Termisk masse reducerer kølebehovet





Økonomi

- Merudgift for BR08 → LE kl. 1: Ca. 10-15 % for fritliggende boliger - i en tid hvor der ikke bliver bygget så meget.
- Lavenergibyggeri forventes at falde i pris når der kommer gang i markedet.





Afrunding

- Generelt bliver der fokuseret mere og mere på bæredygtighed - energiforbruget i byggeriet skal ses i den sammenhæng.

LE kl. 1

- produktion - opførelse - drift - bortskaffelse og genbrug

Bæredygtighed

- Koncepter om bæredygtighed forventes omsat i direktiver og lovgivninger i de kommende år (fx ECO-design).

