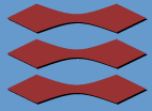


Dagsorden

- 10:00 Velkommen og Introduktion af deltagere
- 10:10 Oversigt over netværket (v. Henrik Tommerup, DTU Byg)
- 10:20 Oplæg til strategi for PlusEnergivinduer (v. Svend Svendsen, DTU Byg)
- 10:50 Diskussion og fastlæggelse af aktiviteter (alle – ordstyrer Svend Svendsen, DTU Byg)
- 12:00 Frokost
- 13:00 Slut



F&U strategi for lavenergirenovering **PlusEnergivinduer** til vidtgående energirenovering – lavenergiklasse 1

DTU Byg, juni 2009



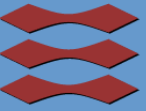
Udredning af F&U behov - metode

- Beskrivelse - Struktur på basis af produkter - funktioner og processer
- Screening – F&U muligheder - SWOT analyser
- Koblinger - Sammenhænge mellem forskning og udfordringer i byggeerhvervet
- Behov og muligheder - Skitsering mht. forskning, udvikling og uddannelse
- Fokusområder – Afgrænsning ift. F&U ved netværkets videninstitutioner

- Formulering af konkrete projekt ideer/-forslag

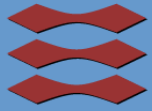
PlusEnergivinduer - Definition

- Et PlusEnergivindue (eller blot PlusVindue) betegner et vindue, der er opbygget med energibesparende elementer, som f.eks. energirude eller forsatsenergiglas/-rude, ”varm” rudekantkonstruktion, velisoleret ramme-karm konstruktion og en reduceret/optimal ramme-karm konstruktion, således at det som 1 fags vindue i standard størrelse (1,23 x 1,48 m) har et positivt energitilskud, $E_{\text{ref}} = 196 \cdot g_w - 90 \cdot U_w > 0$



PlusEnergivinduer - Eksempler

- Se de nyeste PlusVinduer på markedet på sitet "Viden Om Vinduer":
[http://www.byg.dtu.dk/upload/centre/bfi/vinduer/plu
svinduer.html](http://www.byg.dtu.dk/upload/centre/bfi/vinduer/plu
svinduer.html)



PlusEnergivinduer - Energirenoveringstiltag

- Rudeudskiftninger
- Vindues- og dørudskiftninger
- Etablering/udskiftning af forsatsvinduer
- Ventilationsvinduer (ventilation med forvarmning)
- Solafskærmninger (for et bedre indeklima)
- Tagvinduer og ovenlys

PlusEnergivinduer – Eksist. vinduer

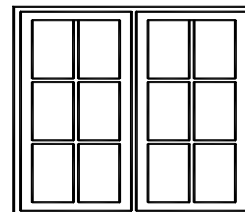
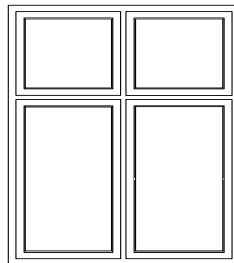
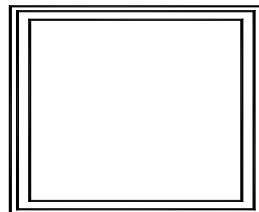
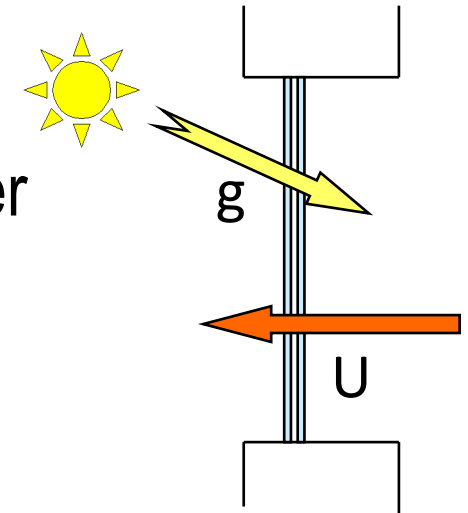
	Opbygning	U_w [W/m ² K]	g_g [-]	Glasandel [-]	g_w [-]	Energitilskud [kWh/m ² /år]
Fast vindue 1,2 x 1,2 m, 1 fag/rude	1-lag glas	5.1	0.85	0.80	0.68	-327
	1+1 lag glas	2.6	0.75	0.80	0.60	-117
	Termorude	2.9	0.75	0.80	0.60	-144
Oplukkeligt vindue 1,2 x 1,2 m, 1 fag/rude	1-lag glas	4.7	0.85	0.70	0.60	-308
	1+1 lag glas	2.4	0.75	0.70	0.53	-114
	Termorude	2.8	0.75	0.70	0.53	-150
Dannebrogsvindue 1,2 x 1,8 m, 2 fag, 4 ruder	1-lag glas	4.2	0.85	0.60	0.51	-279
	1+1 lag glas	2.3	0.75	0.60	0.45	-119
	Termorude	2.7	0.75	0.60	0.45	-156
Bondehusvindue 1,2 x 1,2 m, 2 fag, 12 ruder	1-lag glas	3.9	0.85	0.50	0.43	-269
	1+1 lag glas	2.2	0.75	0.50	0.38	-125
	Termorude	2.8	0.75	0.50	0.38	-179

PlusEnergivinduer – Bedre vinduer

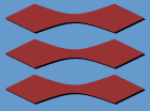
1-fags opluk. vindue i standardmål (1,23 x 1,48 m)	U_w	g_w	Energitilskud
Trævindue m. 2-lags energirude	1,35	0,46	-33
PVC vindue m. 2-lags energirude	1,45	0,43	-46
Alu vindue m. 2-lags energirude	1,66	0,52	-47
Træ/alu/PVC m. 2-lags energirude	1,58	0,53	-39
GRP m. 2-lags energirude	1,35	0,53	-18
GRP m. 3-lags energirude	0,76	0,38	7
Nulenergivindue, DTU	1,23	0,57	0
2-fags Dannebrogsvindue (1,2 x 1,8 m)	U_w	g_w	Energitilskud
Opr. vindue og forsatsramme m. energiglas (1+1 løsning)	1,7	0,44	-66
Opr. vindue og 2-lags forsatsenergirude (1+2 løsning)	1,3	0,33	-51
Nyt trævindue med 2-lags energirude.	1,6	0,34	-77
Nyt trævindue med 2-lags energirude og varm kant	1,5	0,34	-68
Nyt alubeklædt træ-alu vindue med 2-lags energirude	1,7	0,34	-86
2-fags Dannebrogsvindue beregnet som 1 fag uden poster og sprosser og i standardmål (1,23x1,48m)	U_w	g_w	Energitilskud
Opr. vindue og 2-lags forsatsenergirude (1+2 løsning)	1,0	0,44	-7

PlusEnergivinduer – Bedre vinduer

- Fra 1-lags vinduer med energitilskud på ca. -300 kWh/m²/år til PlusVinduer
- Fra 2-lags vinduer (med termorude) med energitilskud på ca. -150 kWh/m²/år til PlusVinduer
- Fra 2-lags vinduer (med energirude) med energitilskud på ca. -50 kWh/m²/år til PlusVinduer



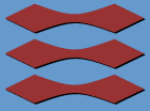
$$E_{ref} = 196 \cdot g_w - 90,36 \cdot U_w$$



Behovet for PlusVinduer

Kan man energirenovere til lavenergiklasse 1 uden PlusVinduer ?

Hvilke muligheder giver PlusVinduer for opfyldelse af lavenergiklasse 1 krav i forbindelse med renovering af et typisk parcelhus fra 1960/70'erne ?



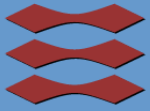
Rumvarme- og kølebehov

- Beregnes med programmet WinDesign (timeberegninger), forudsætninger:
- Vinduer:
 - 22% af opvarmet etageareal - glasandel for hus under ét er 61%
 - Reference vinduer: Trævinduer og døre med 2-lags energirude (-47 kWh/m²)
 - PlusVinduer: 3-lags energirude (samme glasandel), $U_w = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ (0 kWh/m²)
- Klimaskærm (ekskl. vinduer):
 - Netto: 111 m², Brutto: 135 m²
 - Transmissionstab (ekskl. vinduer): UA-værdi: 100 / 75 / 50 W/K
- Ventilation:
 - Mekanisk balanceret ventilation med varmegenvinding, $n = 0.5 \text{ h}^{-1}$; VGV effektivitet: 80%
 - Infiltration: 0.1 h^{-1} ; Udluftning: 1.66 h^{-1} (= standard Be06 forudsætning = 0.9 l/s/m^2)
- Setpunktstemperaturer (som i Be06):
 - Varme: 20°C
 - Køling: 25°C
 - Udluftning: 23°C

Øvrigt energibehov til bygningsdrift

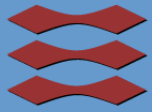
Energibehov til varmt brugsvand, pumper og ventilatorer:

- Varmt brugsvand (13 kWh/m²):
 - 250 liter/m² opvarmet fra 10 til 55°C (Be06)
- Pumper, ventilator og automatik (6 kWh/m² – inkl. faktor 2.5):
 - En lille effektiv cirkulationspumpe (kombipumpe)
 - El-behov til ventilationsanlæg (SEL-værdi): 800 kJ/m³
- Øvrigt energibehov uden solvarme: 19,0 kWh/m²
- Øvrigt energibehov med solvarme (65% dækning): 10,6 kWh/m²



Energirenoveringsscenarier

- **REF (BR08 niveau):**
 - Referencevinduer
 - Efterisolering af øvrig klimaskærm til $UA = 100 \text{ W/K}$
 - Etablering af mekanisk ventilation med varmegenvinding
 - Lufttætning svarende til "tæt hus" (infiltration $0,1 \text{ h}^{-1}$)
- **PLUS-75:**
 - Plusvinduer og velisoleret øvrig klimaskærm ($UA=75 \text{ W/K}$)
- **PLUS-50:**
 - Plusvinduer og højisoleret øvrig klimaskærm ($UA=50 \text{ W/K}$)
- **PLUS-75-S:**
 - PlusVinduer, velisoleret øvrig klimaskærm og solvarme til VBV
- **REF-50-S:**
 - Referencevinduer, højisoleret øvrig klimaskærm og solvarme til VBV
- **PLUS-50-S Ingen VGV:** Højisoleret klimaskærm og solvarme, men ingen VGV



Energibehov til bygningsdrift

Energibehov i kWh/m²/år for typisk parcelhus ved forskellige energirenoveringsscenarier:

Scenarie	REF-100	PLUS-75	PLUS-50	PLUS-75-S	REF-50-S	PLUS-50-S Ingen VGV
Rumvarme	58.0	34.5	20.8	34.5	29.8	36.1
Køling	1.7	1.2	1.6	1.2	2.5	1.7
Øvrigt energibehov	19.0	19.0	19.0	10.6	10.6	10.6
Energibehov i alt	78.8	54.8	41.4	46.4	42.9	48.4
Energiramme, kl.1	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1
Energitilskud, vinduer	-47	0	0	0	-47	0
UA-værdi (ex vinduer)	100	75	50	75	50	50

PlusEnergivinduer - Udfordringer, fx:

- Rudeudskiftninger ikke ubredt relevant
- Vinduesudskiftninger med plusvinduer
- Væsentligt reduceret varmetab → kortere fyringssæson → fokus på varmetab
- Lavenergi forsatsløsninger til ældre bevaringsværdige vinduer
- Tagvinduer og ovenlys energimæssige egenskaber
- Integration af solafskærmninger og isolering af ydervægge mv.
- Kompliceret at beregne, indregulere og vedligeholde ventilationsvinduer
- Trappeopganges efterisolering

PlusEnergivinduer - F&U behov

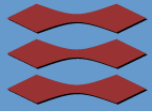
- **Bedre ruder uden kondens**, med flere glaslag, optimal glasafstand og gasfyldninger, jernfattigt glas, belægninger (lav-e, anti-refleks, "selvrensende" mv.) og rudekant (afstandsprofil)
- **PlusVinduer til fremtidige energi- og arkitektoniske krav** i ind- og udland
- **Plus-renoveringsløsninger til ældre bevaringsværdige vinduer** i form af koblede vinduer, fx som 1+2 løsninger med integreret solafskærmning
- **PlusVinduer med multifunktioner/dynamiske egenskaber** i form af solafskærmninger, skodder, ventilation, smarte vinduer mv.
- **Indbygningssløsninger** med fokus på varmetab og solindfald
- **Mere vidtgående mærkningsordning** for vinduer
- **Beregningsmetoder og simple projekteringsværktøjer** til optimalt vinduesvalg
- **Passive løsninger til imødegåelse af overophedning** - retningslinier

Igangværende og afsluttede projekter

- **Energinetralt vindue for opgradering af bolig (EFP 2008-09) Velux; TI; Gaia Solar; SpeedTech; ECO-vent; JENK; Albertslund Kommune:** Vindues-løsning som tilgodeser beboernes ønske om et godt indeklima på en "energinetralt" måde.
- **ProVent: Projekteringsviden for Ventilationsvinduer i lavenergi-bygninger uden elforbrugende mekanisk varmegenvinding (PSO 2008-09) SBi-AAU, HansenProfile A/S, Velux A/S, DTU Byg:** Udvikle en simplificeret beregningsmodel ProVent til Be06. Skal gøre det muligt at beregne effekten af ventilationsvinduer på en bygnings energimæssige ydeevne.
- **Analyse af energikrav til vinduer i energimærkningsordningen og BR 2010, 2015 og 2020 (2008) DTU Byg for energistyrelsen:** Forslag til opstilling af fremtidige krav til vinduer i eksisterende bygninger

Igangværende og afsluttede projekter

- **Videnssystem om vinduer (EFP 2007-08):** Webbaseret videnssystem om energirigtige vinduesløsninger.
- **Designguide til valg af vinduesløsninger i boliger (EUDP 2007-08)**
Boligfonden kuben: Udvikling af værktøjet, WinDesign, til energimæssig og økonomisk analyse af forskellige vinduers betydning i en given bygning
- **Udvikling af nye typer energivinduer af kompositmateriale (EFP 2007-08) DTU Byg; Fiberline Composites:** Opnåede energitilskud på hhv. 22 og 27 kWh/m² pr år for ét-fags vindue.
- **Reframe (EU 2001-06) nationale og internationale parter:** *smal* ramme/karmkonstruktion til højisolerede ruder og andre typer højisolerede ruder (f.eks. Aerogelruder) => vindues U-værdi på maks. 0,6 W/m²K.



Oplæg til projekter

- 1. Til bevaring /renovering af eksisterende vinduer** (især dannebrogsvinduer og lignende): Forsatsvinduer med energiruder i isolerede rammer med mulighed for solafskærmning
- 2. Til erstatning af gamle smalsprossede vinduer:** 1 +2 koblede vinduer med to lavemissionsbelægninger og optimale glasafstande for Argon i forseglet rude og evt solafskærmning i åbent hulrum
- 3. Til udskiftning af nyere vinduer fra 60/70'erne:** Vinduer med 3-lags energiruder og højisolerede profiler til montering i kombination med udvendig efterisolering
- 4. Tagvinduer og ovenlys med positiv energitilskud.**