

Trevinduer for moderne bygg

Forsker Heidi Arnesen
SINTEF Byggforsk

Norsk bygningsfysikkdag,
Oslo 24.11.2009



Oversikt

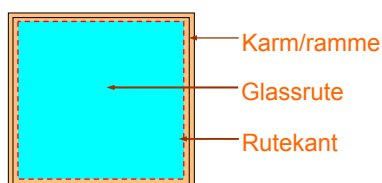
- Vindusløsninger, energi og U-verdi
- Oppfyllelse av forskriftskrav
- Fuktsikker design og montering



U-verdi vindu, U_{vindu}

Vinduets U-verdi er en arealveid verdi basert på varmetapet gjennom de ulike komponentene:

- U-verdi for rutens senterområde, U_{rute} [W/(m²K)]
- U-verdi for vinduets karm/ramme, $U_{\text{karm/ramme}}$ [W/(m²K)]
- Lineært varmetap ved rutekanten, Ψ_g [W/(mK)]



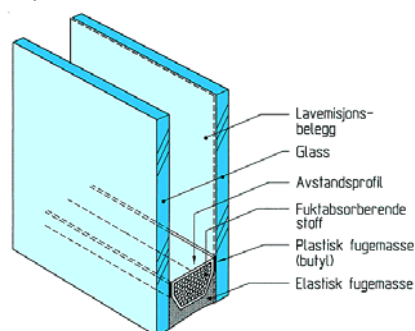
$$U_{\text{vindu}} = \frac{(A_{\text{rute}} U_{\text{rute}}) + (A_{\text{karm/ramme}} U_{\text{karm/ramme}}) + (l_{\text{rutekant}} \Psi_{\text{kantlegg}})}{A_{\text{vindu}}}$$

U-verdi glassrute er bestemt av:

- Antall glass
- Hulromstykkelse (avstand mellom glassene)
- Antall belagte glass pr. hulrom
- Emisjonstall (for glassoverflatene)
- Gasstype
- Gasskonsentrasjon

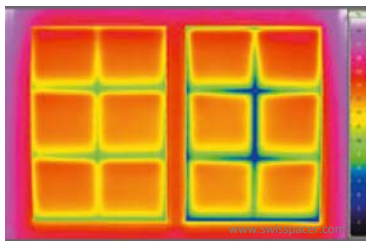
■ Typiske U-verdier rute, U_{rute}

- 2-lags m argon = 1,10 W/m²K
- 3-lags m argon = 0,70 W/m²K
- 3-lags m krypton = 0,50 W/m²K



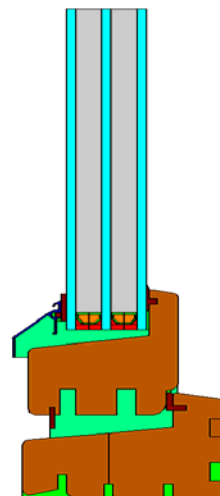
Lineært kanttillegg

- **Lineært kanttillegg, ψ (W/(mK))** uttrykker varmetapet i tilknytning til rutas kantforsegling/avstandslist
- **God avstandslist \Rightarrow lav lineær kanttilleggsverdi**



U-verdi karm/ramme er bestemt av:

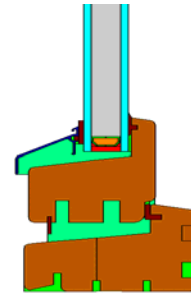
- Materiale / densitet / varmekonduktivitet
- Profilbredde
- Profildybde
- Profilutforming/falsdybde
- Tettelister/antall/type/plassering
- Glassingslister
- Glassingspakninger
- Hengsler og beslag



Typisk U-vindu for trevindu

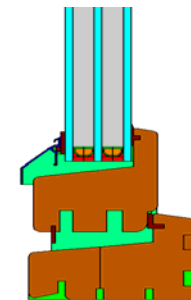
- Tolags isolerrute med ett energibelegg og argon i hulrommet

- $U_{\text{vindu}} = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ (1,2 x 1,2 vindu)



- Trelags isolerrute med to energibelegg og argon i hulrommene

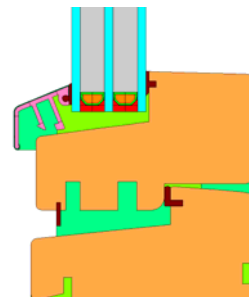
- $U_{\text{vindu}} = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ (1,2 x 1,2 vindu)



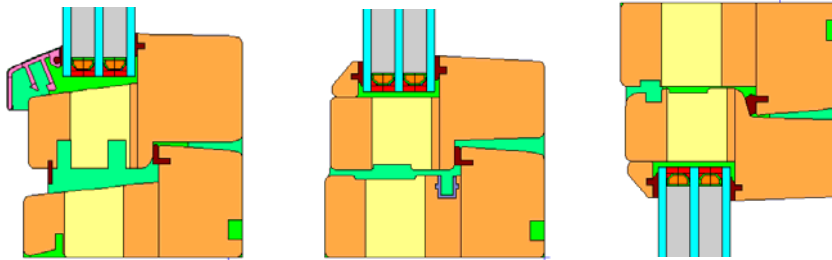
Enkle tiltak karm/ramme

- Økt profildybde og isolerende bunnglasslist redusere vinduets U-verdi med $0,08 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Utvendige tettelister reduserer vinduets U-verdi med $0,03 - 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$

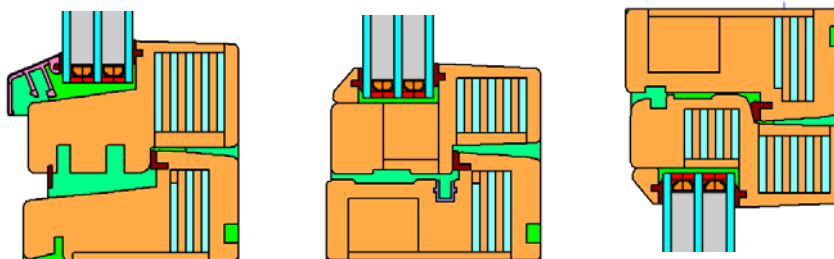


Isolerte profiler



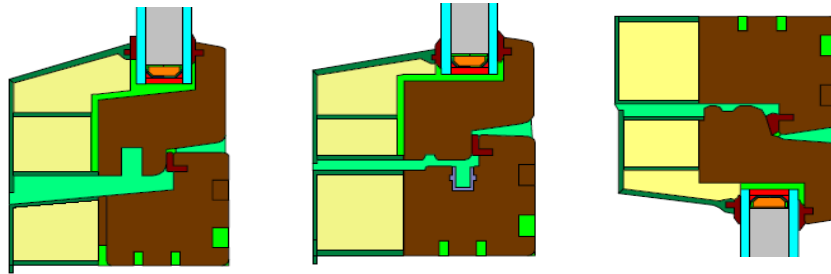
Vinduets U-verdi: 0,84 W/m²K

Profiler med luftslisser



Vinduets U-verdi: 0,91 W/m²K

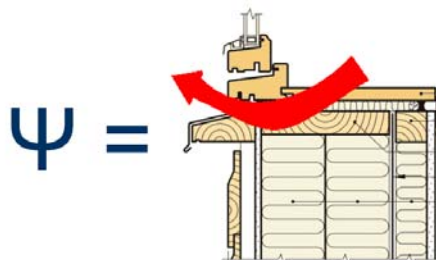
Utvendig isolerte profiler



Vinduets U-verdi: 0,8 - 0,9 W/m²K
(forutsatt 3-lags rute)

Kuldebroer

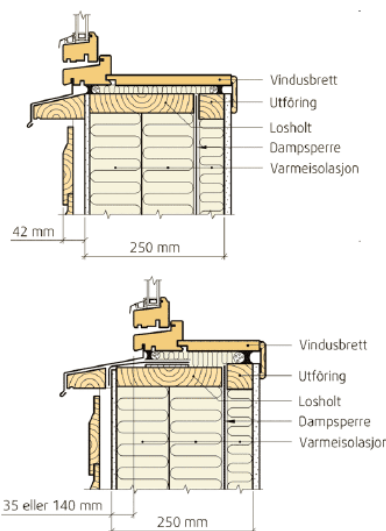
- Beskriver tilleggsvarmetapet i forbindelsen mellom vindu og tilstøtende konstruksjon (W/mK)
- Påvirker ikke vinduets U-verdi
- Krav til normalisert kuldebroverdi (W/m²K)



Kudebroer og vindu

- Plassering av vinduet i vegglivet påvirker kuldebroverdien

Avstand fra utside av vindspærre inn til ytre kant av karm	Kuldebroverdi ψ [W/mK]
-42 (Vinduet stikker ut)	0,05
0	0,02
35	0,01
85	0,02
140	0,03

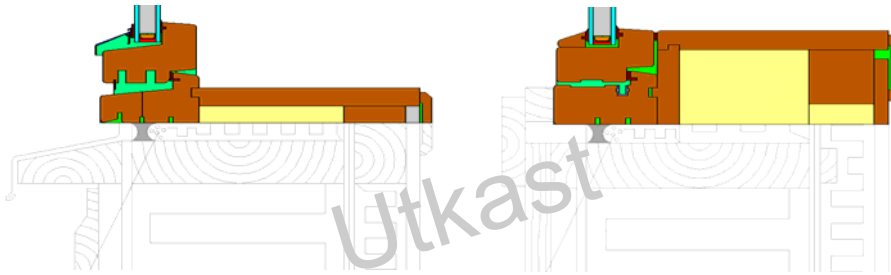


Hvor mye utgjør dette for et bygg?

- Småhus
 - Krav til normalisert kuldebroverdi $\psi = 0,03 \text{ W/m}^2(\text{BRA})\text{K}$
 - 20 til 100 % av krav til normalisert kuldebroverdi utgjøres av vinduene alene
- Øvrige bygg
 - Krav til normalisert kuldebroverdi $\psi = 0,06 \text{ W/m}^2(\text{BRA})\text{K}$
 - 10 til 60 % av krav til normalisert kuldebroverdi utgjøres av vinduene alene

Innvendig isolering av vindu

- Reduserer vinduets U-verdi med 0,1 – 0,2 W/m²K
- Reduserer kuldebroverdien fra ca 0,03 til 0,01 W/mK



Vindusplassering -20 mm
Bunnkarm delvis isolert. Side- og toppkarm/ramme isolert.

TEK – energikrav vindu

Dokumentasjon etter to metoder: **Energiltak & Energirammer**

- Gjennomsnittlig **U-verdi vindu, dører og glassfelt $\leq 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$**
- Samlet glass-, vindus- og dørareal: **max 20% av bygningens BRA**

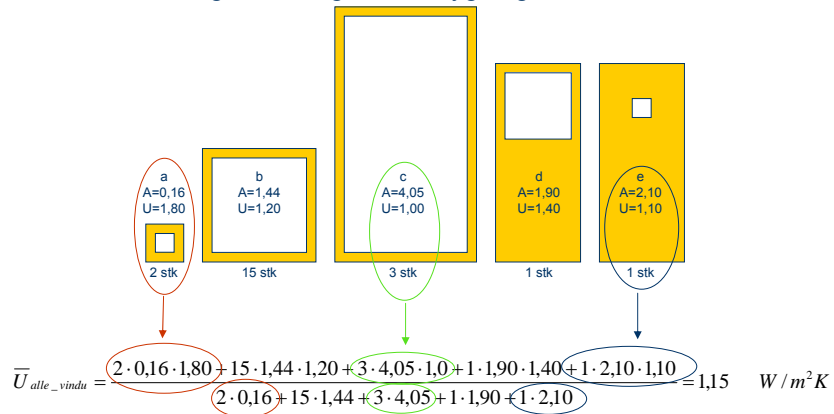
Omfordeling: Kravet kan fravikes dersom kompensierende tiltak gjør at bygningens energibehov ikke økes.

Gjennomsnittlige U-verdi for alle vinduene i en bygning kan uansett ikke overskride 1,6 W/m²K.

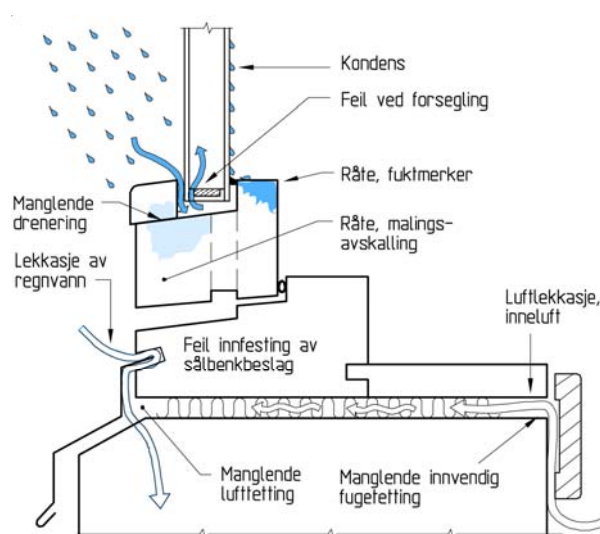
Arealeid gjennomsnittlig U-verdi for alle vindu og dører i en bygning skal følgelig være maksimum 1,2 W/m²K ved oppfyllelse av samtlige energiltak eller 1,6 W/m²K ved omfordeling av energiltak.

Energiltak - kravoppfyllelse

- U-vindu $\leq 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ gjelder som *gjennomsnitt* for samlet areal av alle vinduer, glassfelt og dører i bygningen



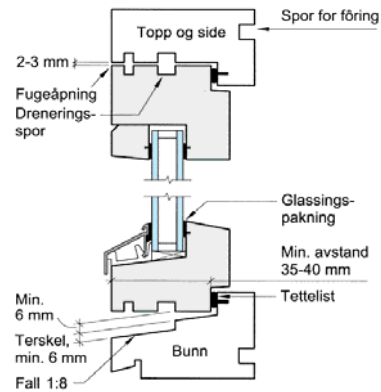
Skadeerfaringer



Utadslående trevindu

■ God regntetthet forutsetter at:

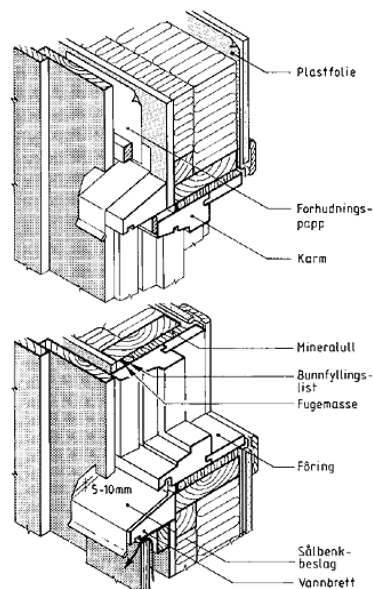
- Tettelisten holdes tørr
- To-trinns tetting av alle fuger
- Drensspor i ramme-kanter og karmfalsler
- Bunnfals med fall og terskel/stor høyde opp til tetteliste
- Godt limte og tette karmsammenføyninger



Innsetting av vindu

Plassering i veggen:

- Mest mulig samme posisjon som varmeisolasjonssjiktet
- Langt ut i veggen \Rightarrow enkel drenasje av monteringsfugene
- Varmetekniske hensyn tilsier en plassering mot midten av veggen
- Langt inn i veggen \Rightarrow store krav til beslag, tettearbeider og detaljering (bør ikke benyttes ved mye slagregn)



Plassering inn i veggen krever

- Nøye detaljering av tettearbeidene
- Tett membran under beslag

