

Husbanken og Boligprodusentene

Fagdag Trondheim 29. november 2004

Ny NBI-anvisning med samling av energieffektive løsninger og konstruksjoner

Lars Myhre

Norges byggforskningsinstitutt

**NY ANVISNING –
KOMMER SNART!**

Lars Myhre og Tor Helge Dokka

Energieffektive løsninger i småhus

Redusert oppvarmingsbehov og bedre inneklima



40 Anvisning 2004

www.byggforsk.no

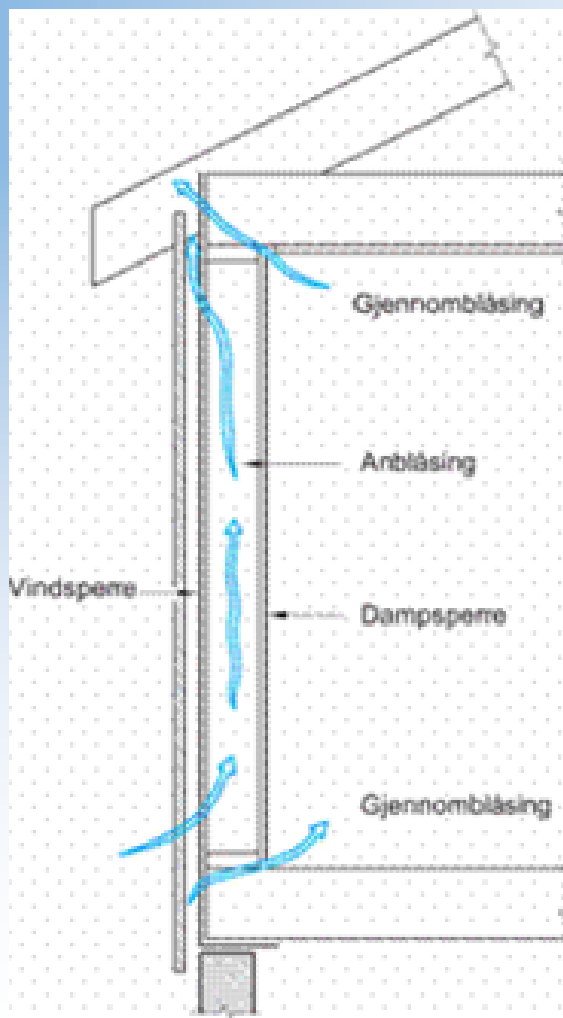
Innhold

Forord

Sammendrag

1. Innledning
 2. Planløsning og utforming
 3. U-verdier for bygningsdeler
 4. Kuldebroer og tilleggsvarmetap
 5. Infiltrasjon og luftlekkasjer
 6. Ventilasjon og varmegjenvinning
 7. Elektrisk utstyr og belysning
 8. Varmt tappevann
 9. Varmeanlegg
 10. Eksempler på nye lavenergiprosjekter
- Vedlegg: Varmekonduktivitet og varmemotstand for bygningsmaterialer

Tetthet og luftlekkasjer



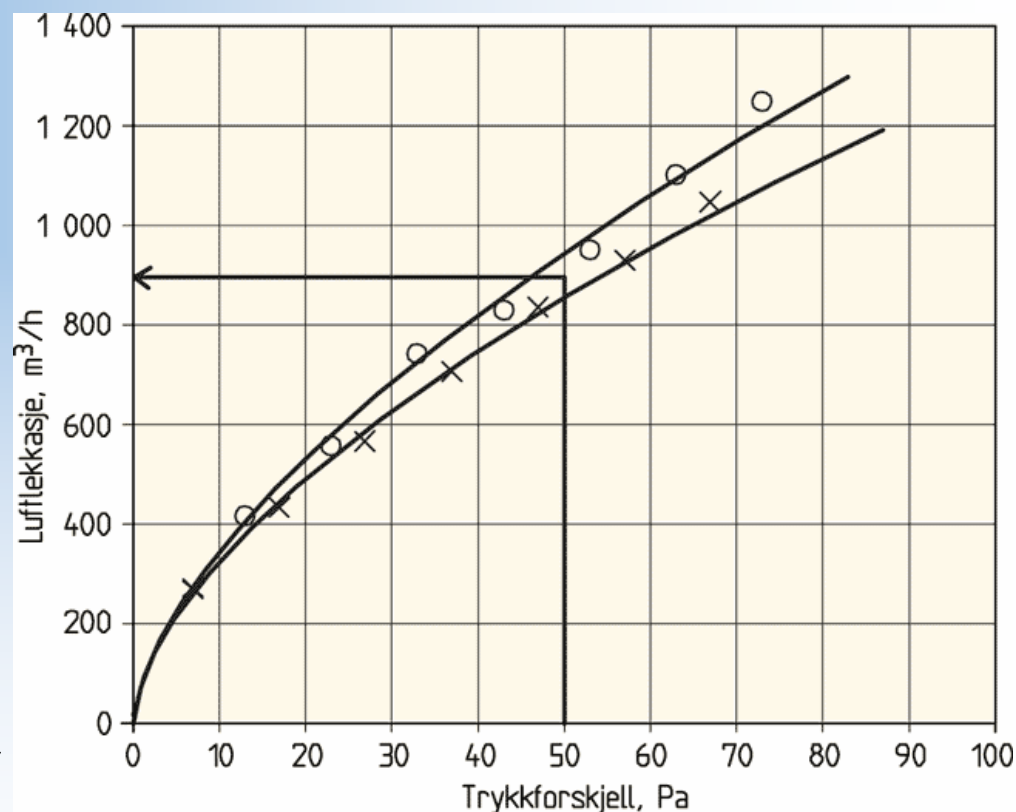
Figur: Byggforskblad 573.121

Lekkasjetallet (n_{50}) er en standardisert måte å måle tettheten



Veiledningen til TEK:

Største lekkasjetall for småhus og rekkehus (n_{50}) = 4,0 luftvekslinger per time

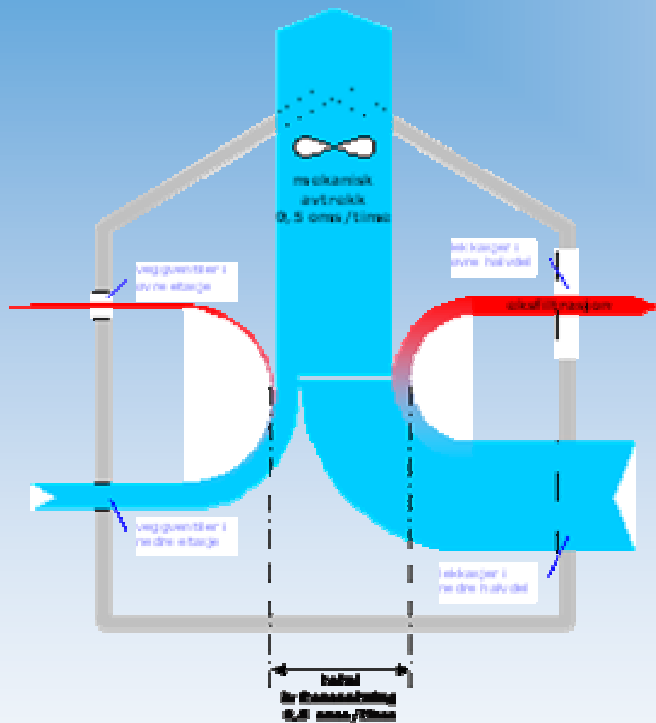


Måling av lekkasjetall (n_{50})

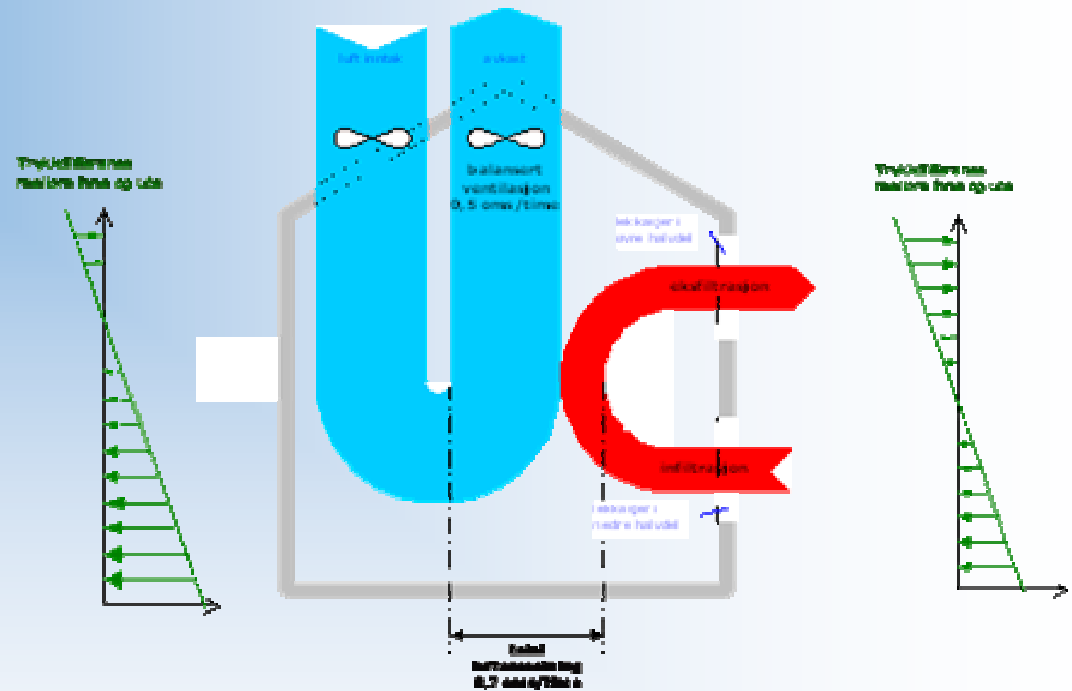


Foto: Byggforsk

Infiltrasjon og ventilasjon

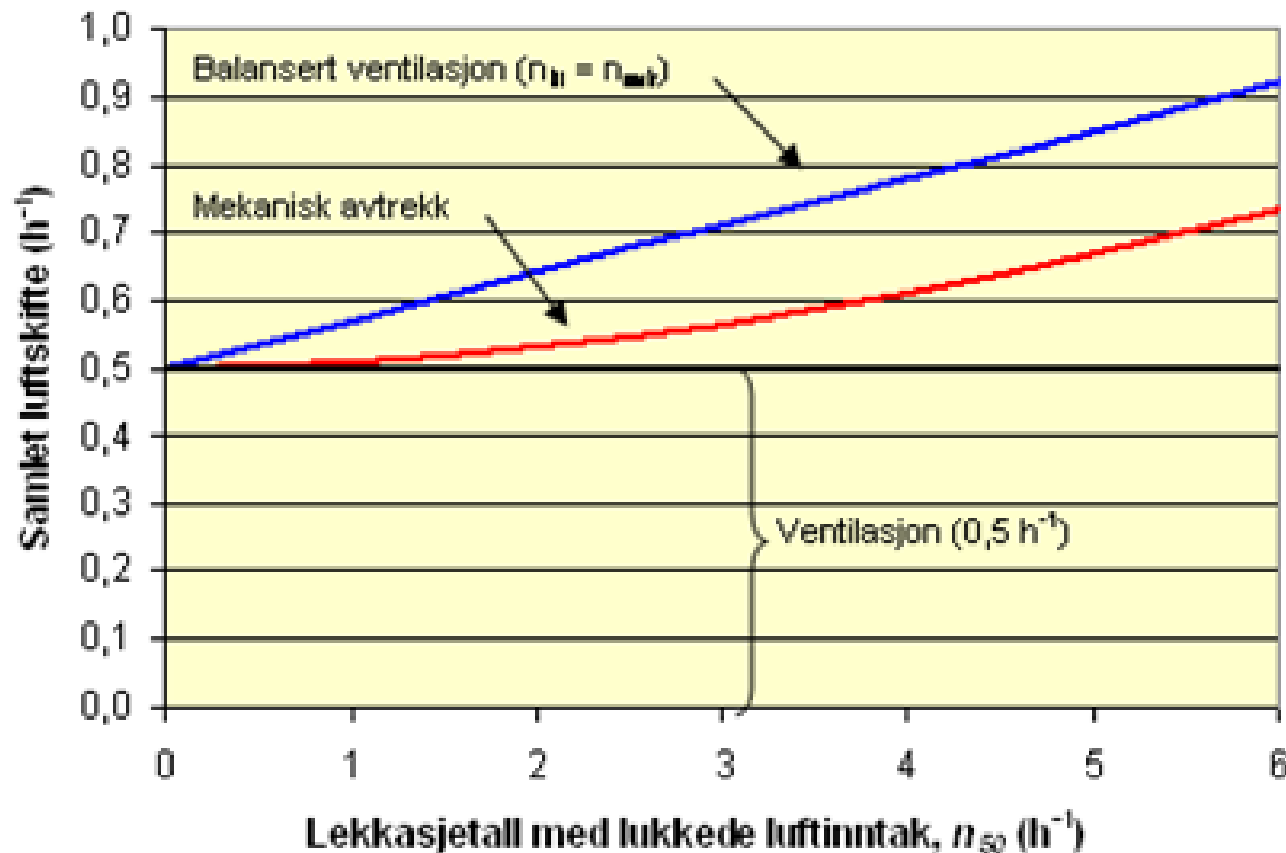


Mekanisk avtrekk



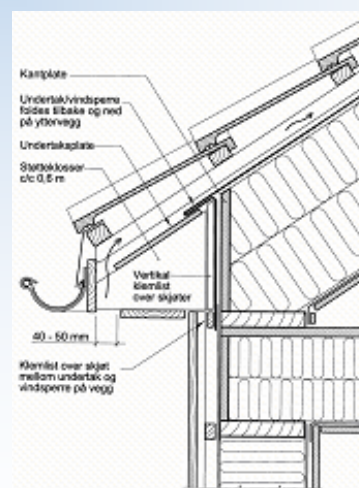
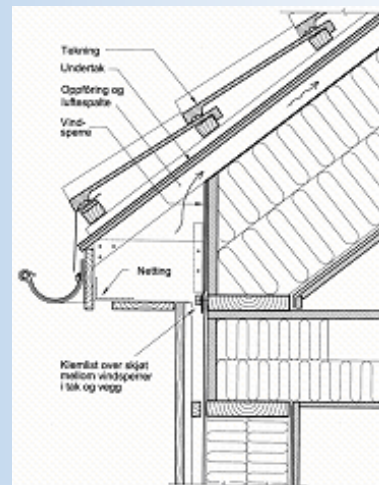
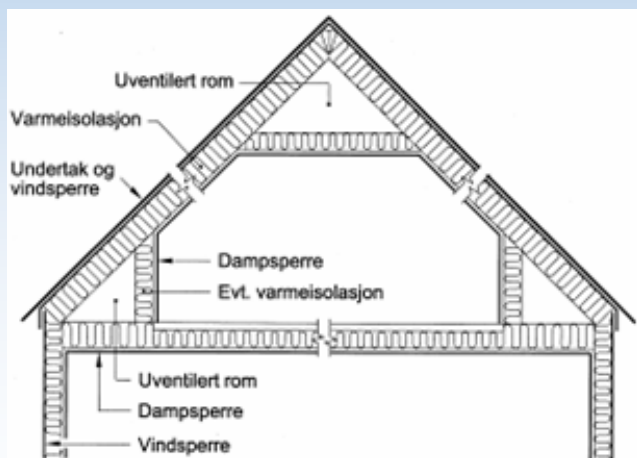
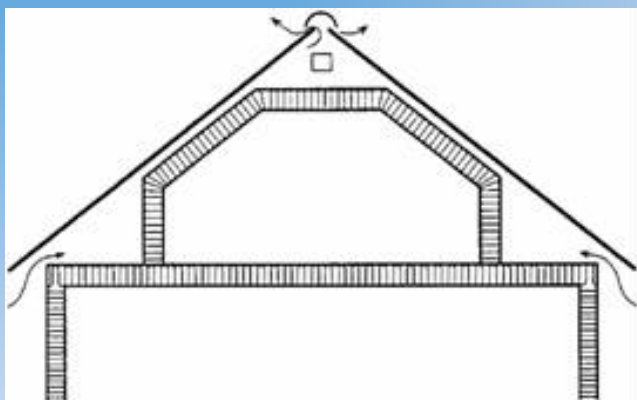
Balansert ventilasjon

Samlet luftskifte som funksjon av lekkasjetall (n_{50})

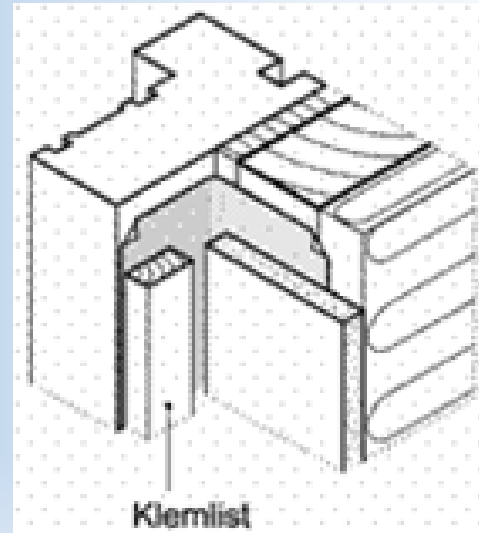
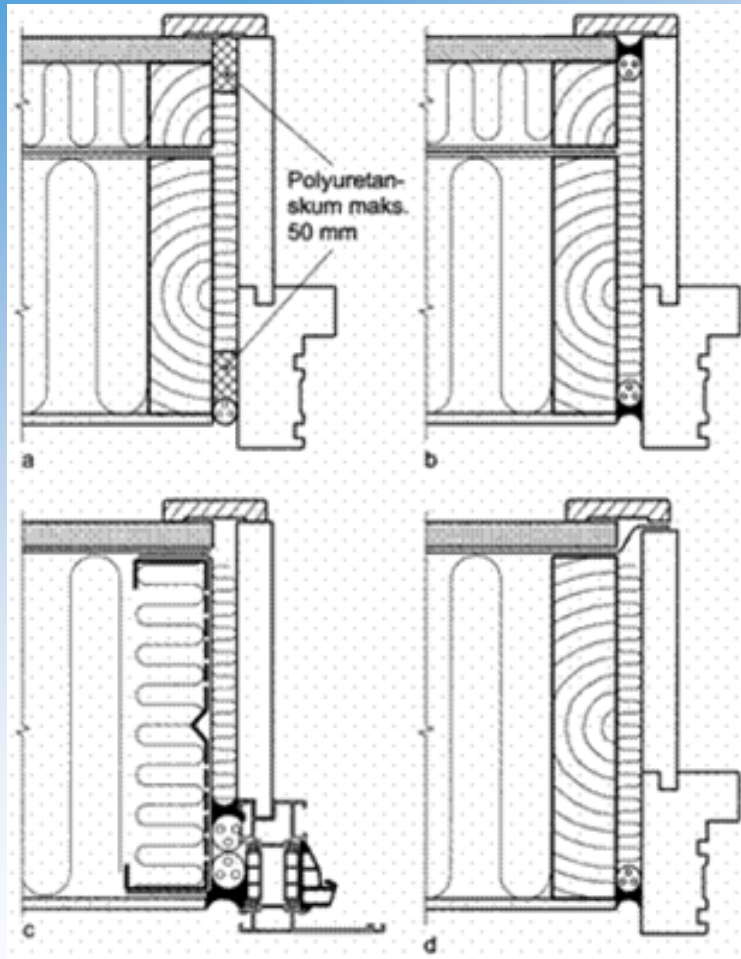


Hvordan redusere luftlekkasjene?

Kontinuerlig føring av vindsperre forbi kritiske detaljer



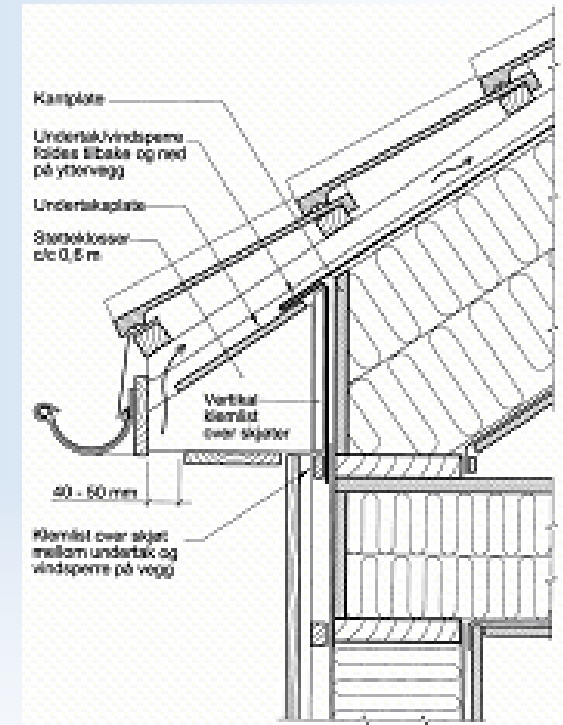
Tetting rundt vinduer og dører



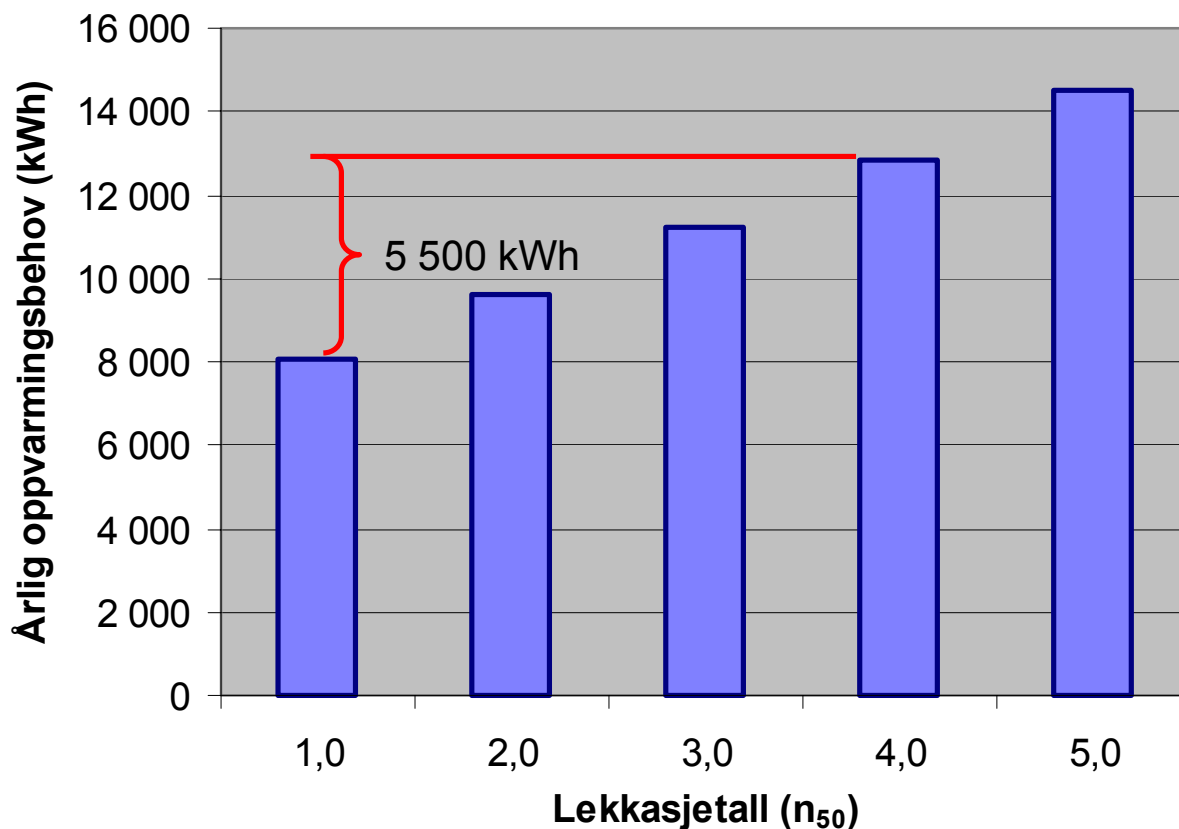
Målt lekkasjetall $n_{50} = 0,8 \text{ h}^{-1}$ med kun utvendig vindsperre



Foto: Byggforsk



Oppvarmingsbehov i en enebolig med balansert ventilasjon (213 m² BRA)



Isobo: målt lekkasjetall $0,3 \text{ h}^{-1}$ og $0,4 \text{ h}^{-1}$



Foto: Jadarhus

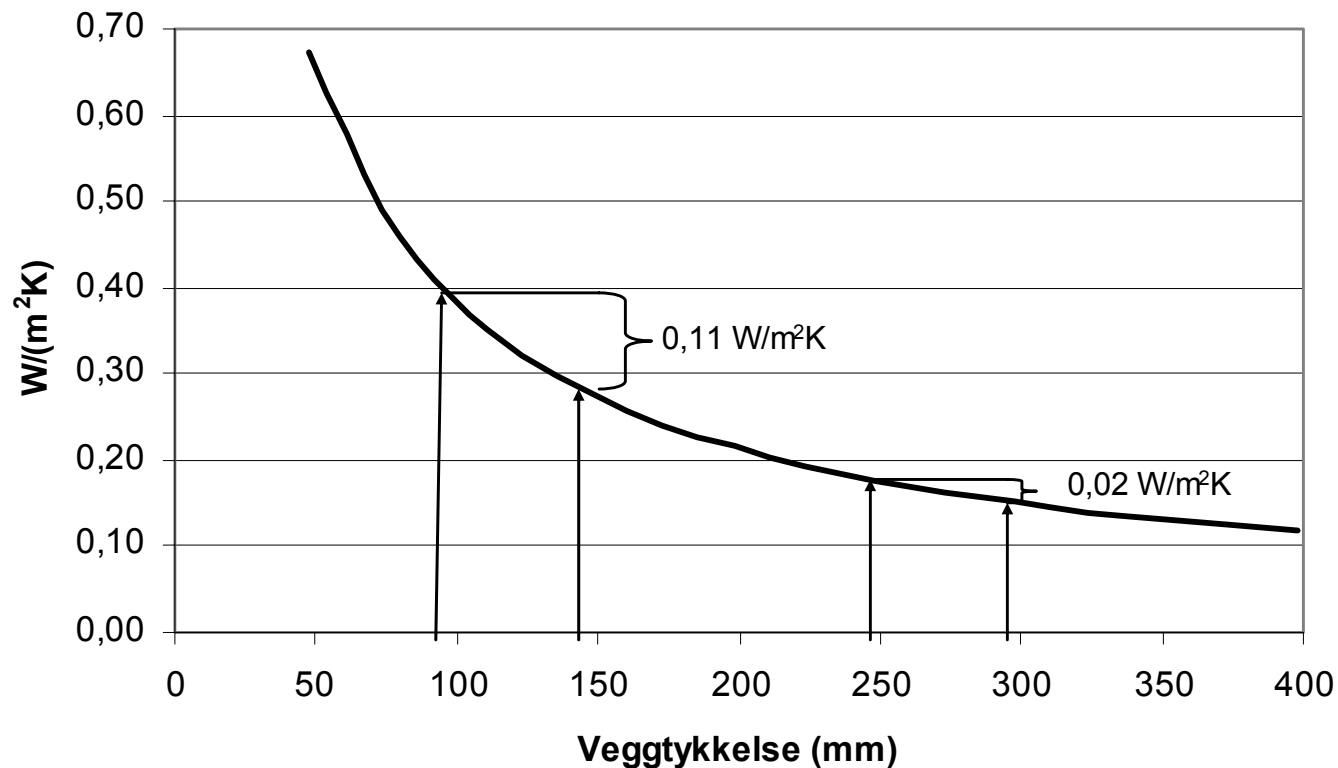
”Bygg tett, ventiler rett!”

Varmeisolasjon og kuldebroer

Varmeledningsevne ($W/(mK)$)

Materiale	$W/(mK)$
Mineralull	0,037
Trefiberplate, densitet 250 kg/m^3	0,07
Trevirke, densitet 500 kg/m^3 (gran, furu o.l.)	0,13
Sponplate, densitet 600 kg/m^3	0,14
Gipsplate	0,20
Lettklinker, elementer og blokker (tørt)	
- densitet ca. 900 kg/m^3	0,31
- densitet ca. 770 kg/m^3	0,25
Betong, høy densitet ($2\ 400 \text{ kg/m}^3$)	2,0
Stål	50

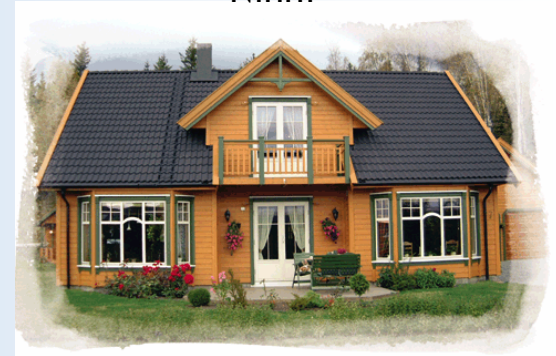
U-verdi for en vegg som funksjon av isolasjonstykkelse



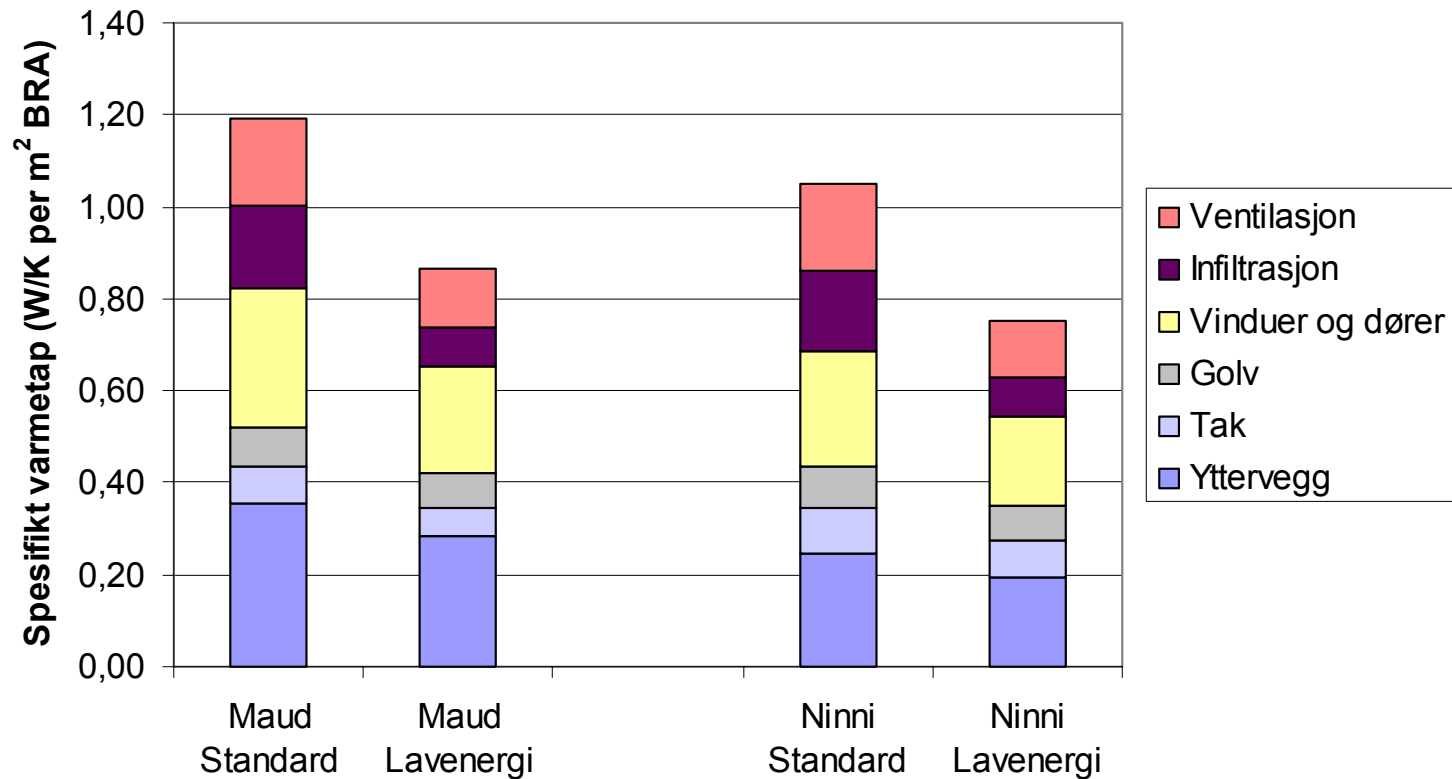
Maud



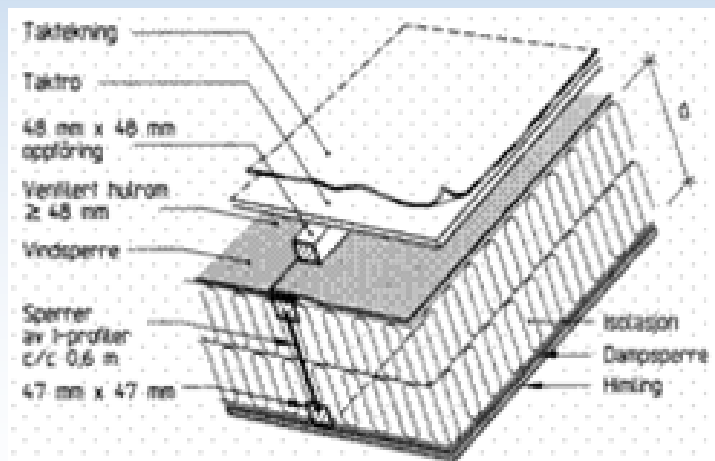
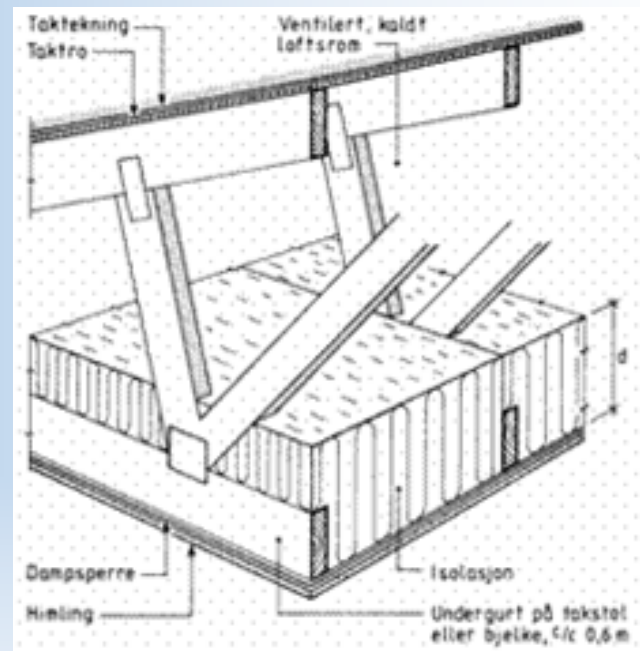
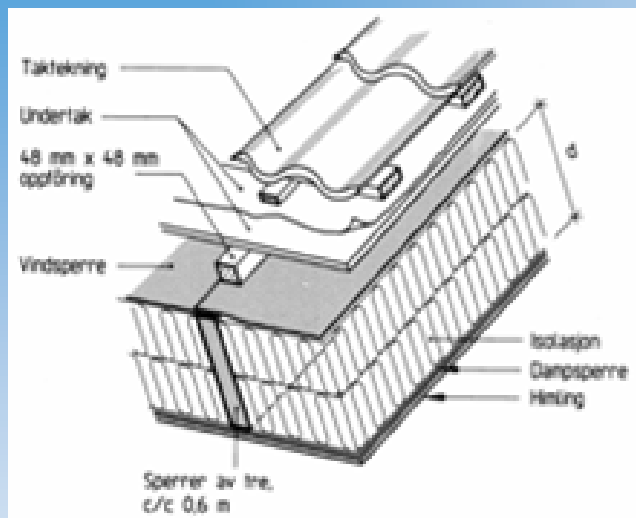
Ninni



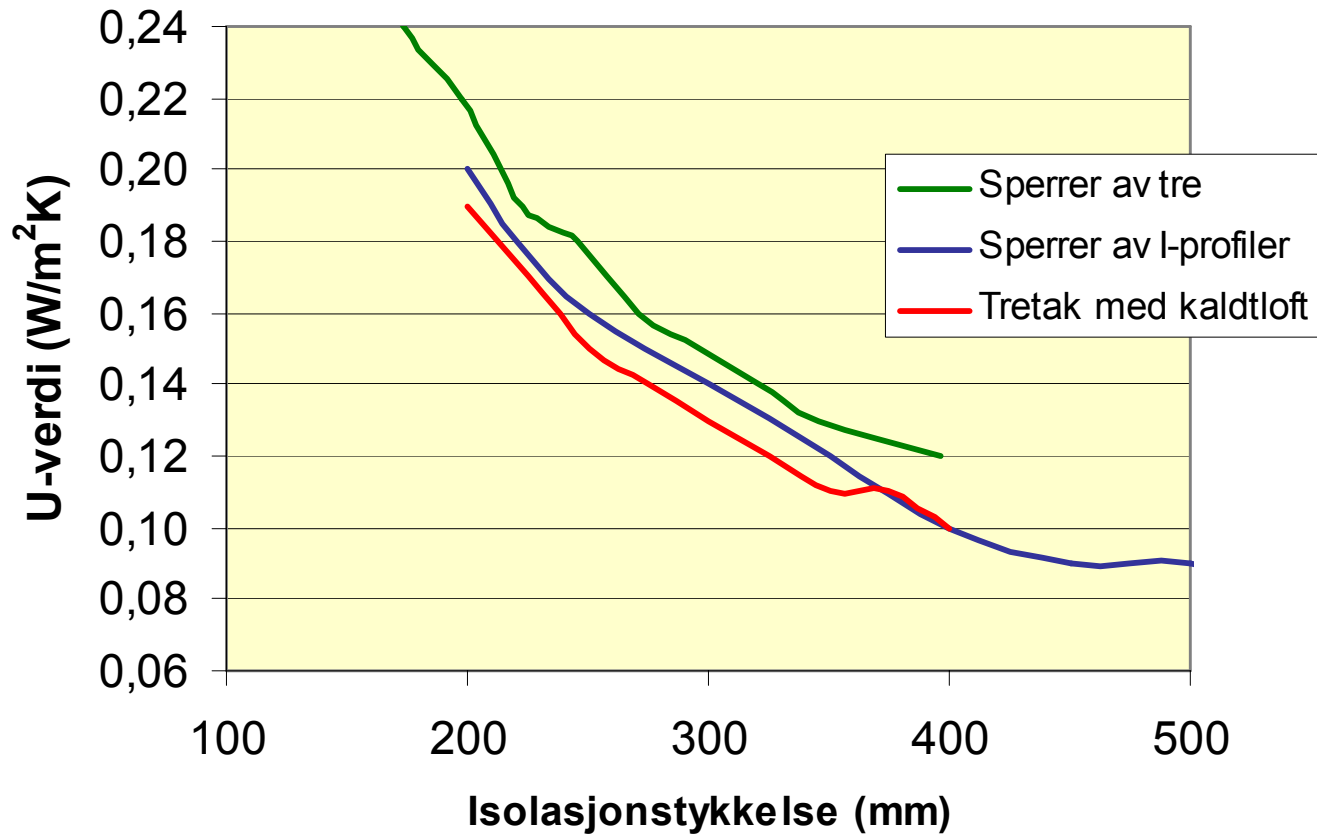
Fordeling av varmetap



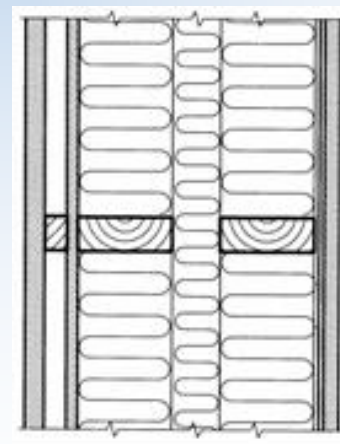
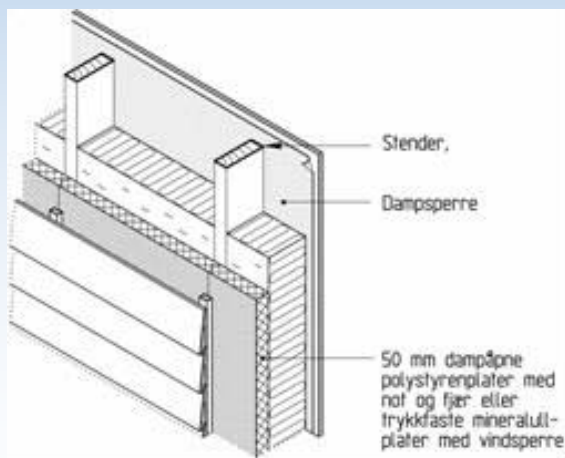
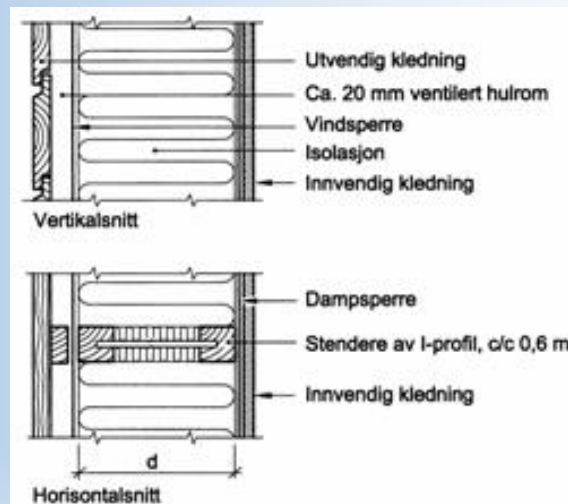
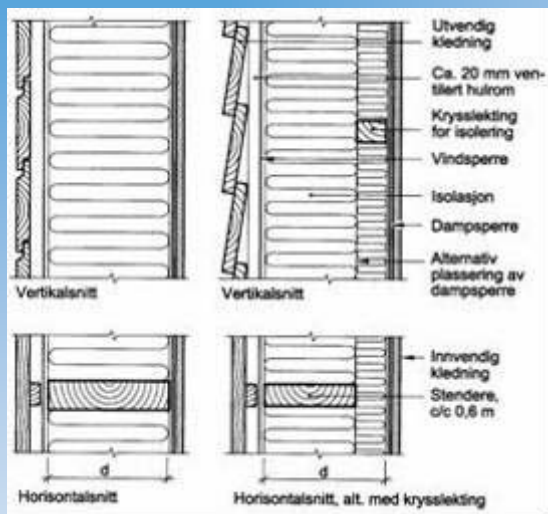
Takkonstruksjoner



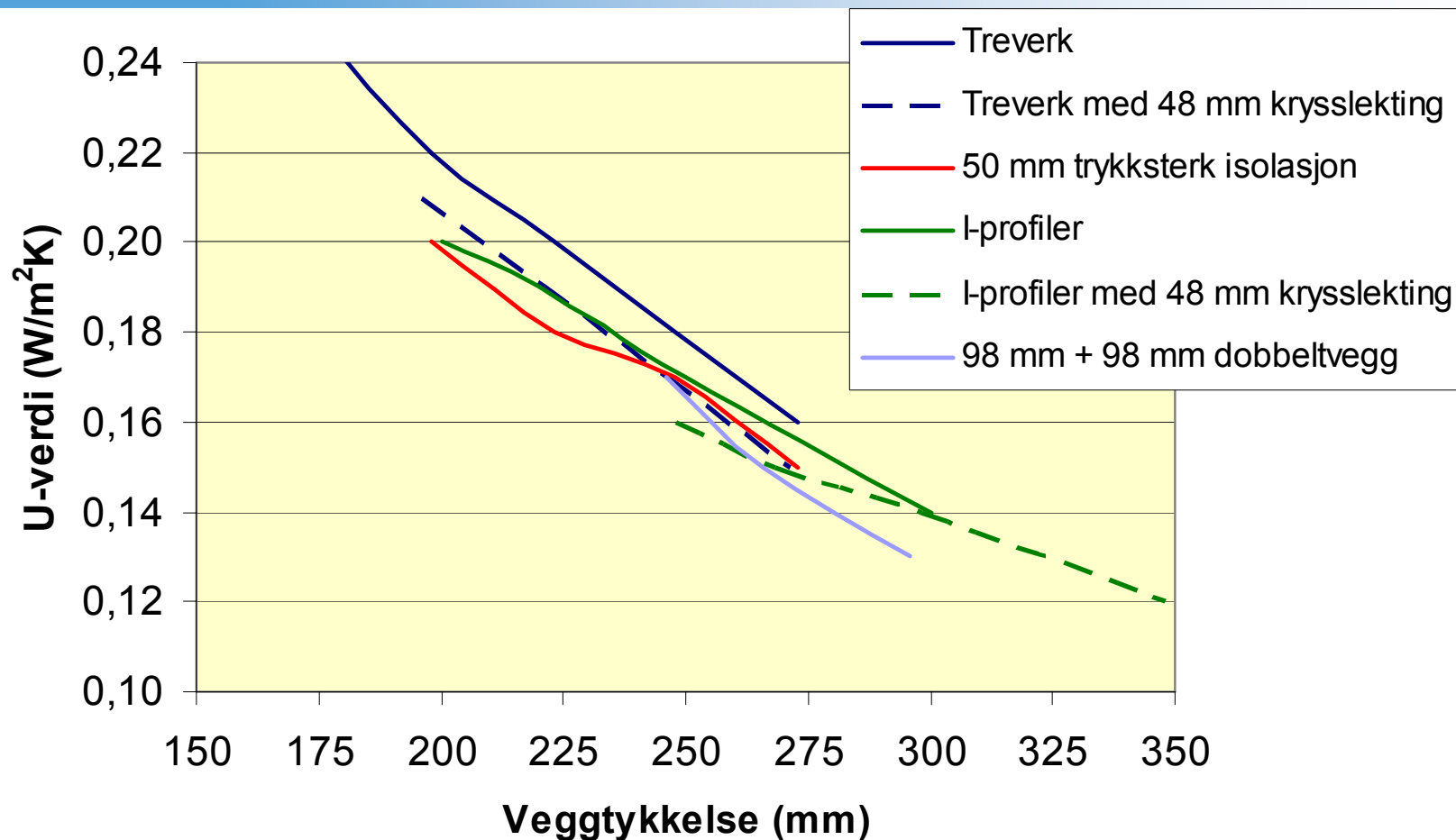
U-verdier for tak



Veggkonstruksjoner



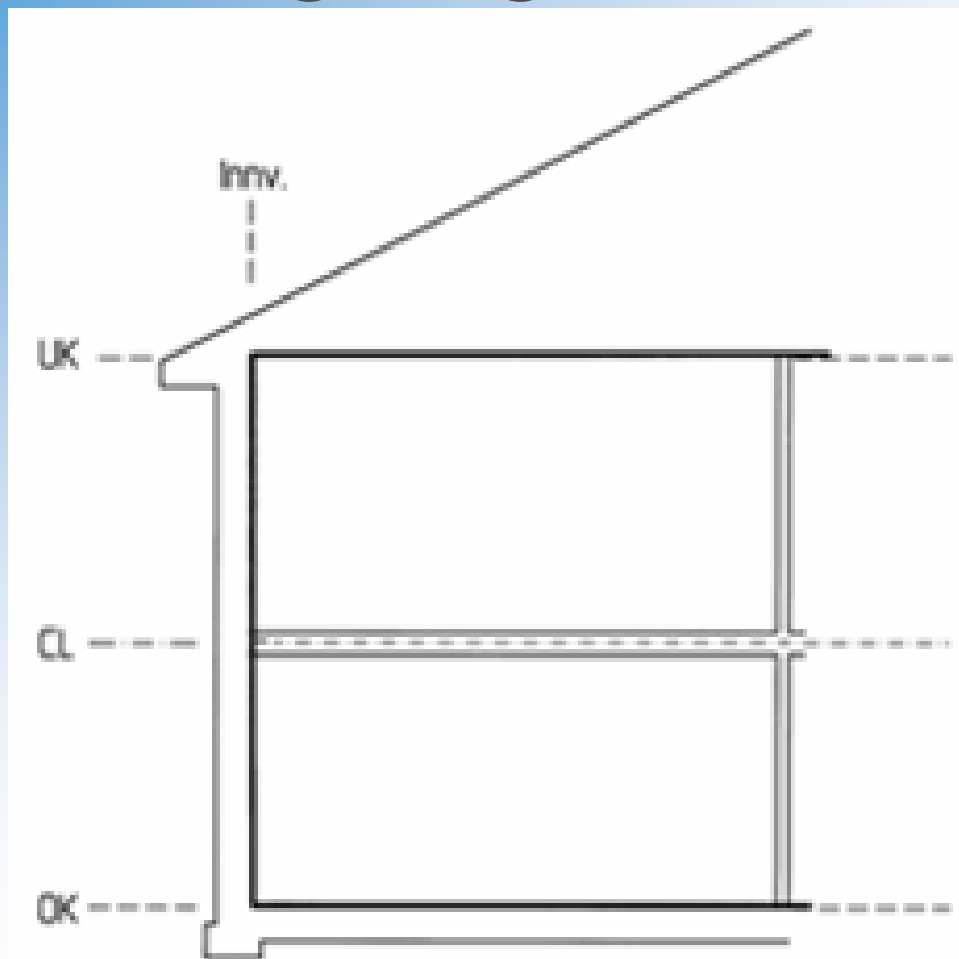
U-verdier for vegger



Kuldebroer

Kuldebroer er felter i en konstruksjon som er dårligere varmeisolert enn konstruksjonen for øvrig. I disse feltene oppstår en lokal, sterk varmestrøm og et ekstra varmetap.

Totale innvendige mål brukes ved beregning av varmetap



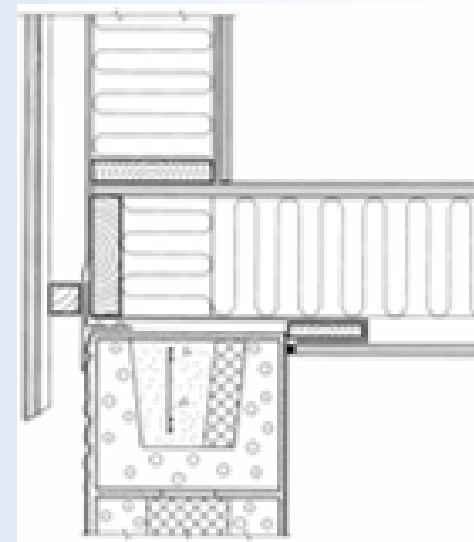
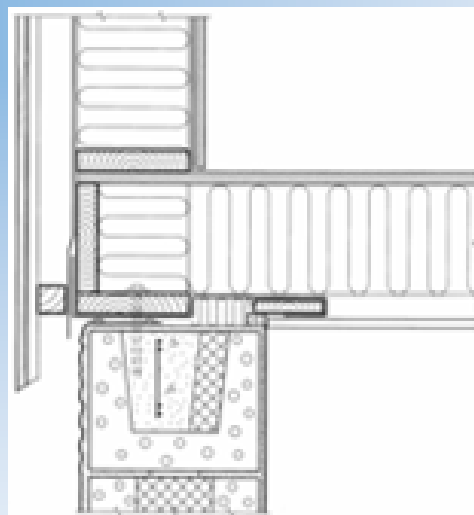
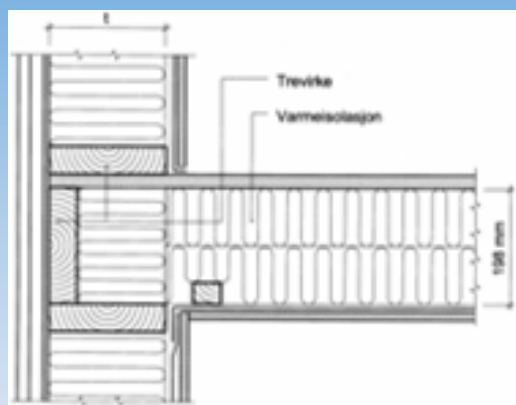
Kuldebroer i tilknytning til veggene

- Tilslutning til fundament
- Tilslutning til tak
- Tilslutning til etasjeskiller
- Ekstra stendere og dobbelt toppsvill
- Losholter
- Hjørner

Kuldebroverdier

- Yttervegg - fundament:
 - Kuldebrotillegget er bakt inn i U-verdien for golvet
- Yttervegg - tak:
 - Kuldebrotillegget er ca 0,03 W/mK for alle vanlige bindingsverkskonstruksjoner

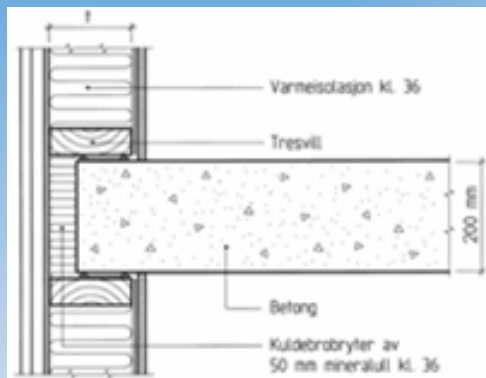
Kuldebro i tilslutningen mellom bindingsverksvegg og etasjeskiller i tre



Kuldebrotillegg: **ca 0,00 W/mK**

NB! 10 mm pussavretting på murkronen øker kuldebrotillegget med 0,04 W/mK

Kuldebro i tilslutningen mellom 36 x 198 mm bindingsverksvegg og etasjeskiller i lettklinker

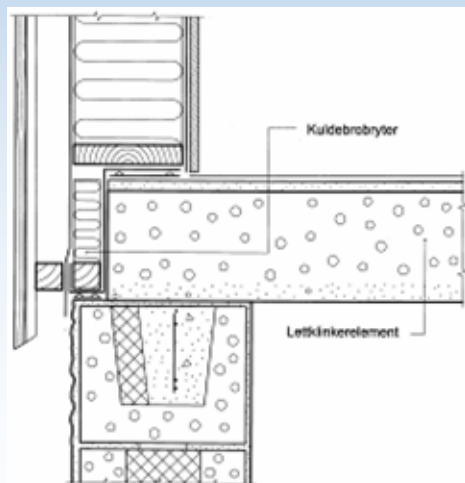


Kuldebrottillegg:

50 mm kantisolasjon: ca. 0,06 W/mK

70 mm kantisolasjon: ca. 0,05 W/mK

100 mm kantisolasjon: ca. 0,03 W/mK

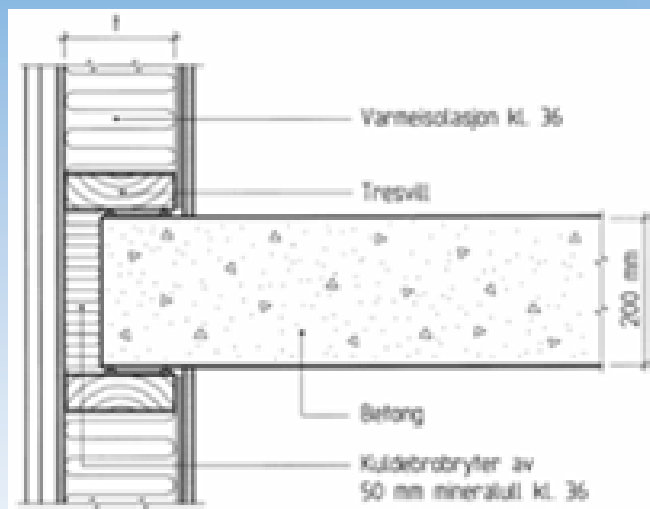


48 mm kantisolasjon: ca. 0,08 W/mK

73 mm kantisolasjon: ca. 0,06 W/mK

98 mm kantisolasjon: ca. 0,04 W/mK

Kuldebro i tilslutningen mellom 36 x 198 mm bindingsverksvegg og etasjeskiller i betong



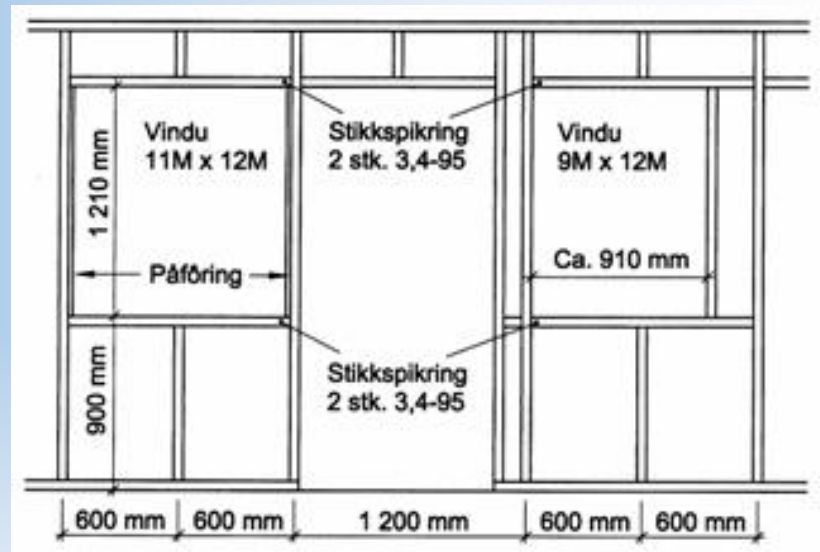
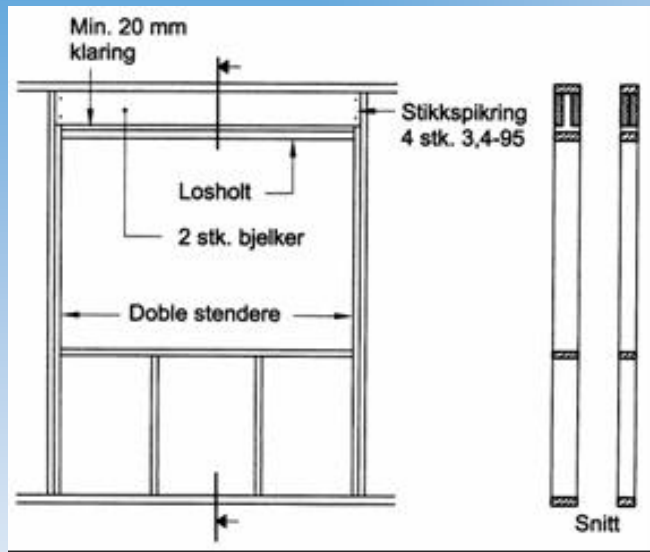
Kuldebrottillegg:

50 mm kantisolasjon: ca. 0,15 W/mK

70 mm kantisolasjon: ca. 0,11 W/mK

100 mm kantisolasjon: ca. 0,06 W/mK

Kuldebroer i vegger

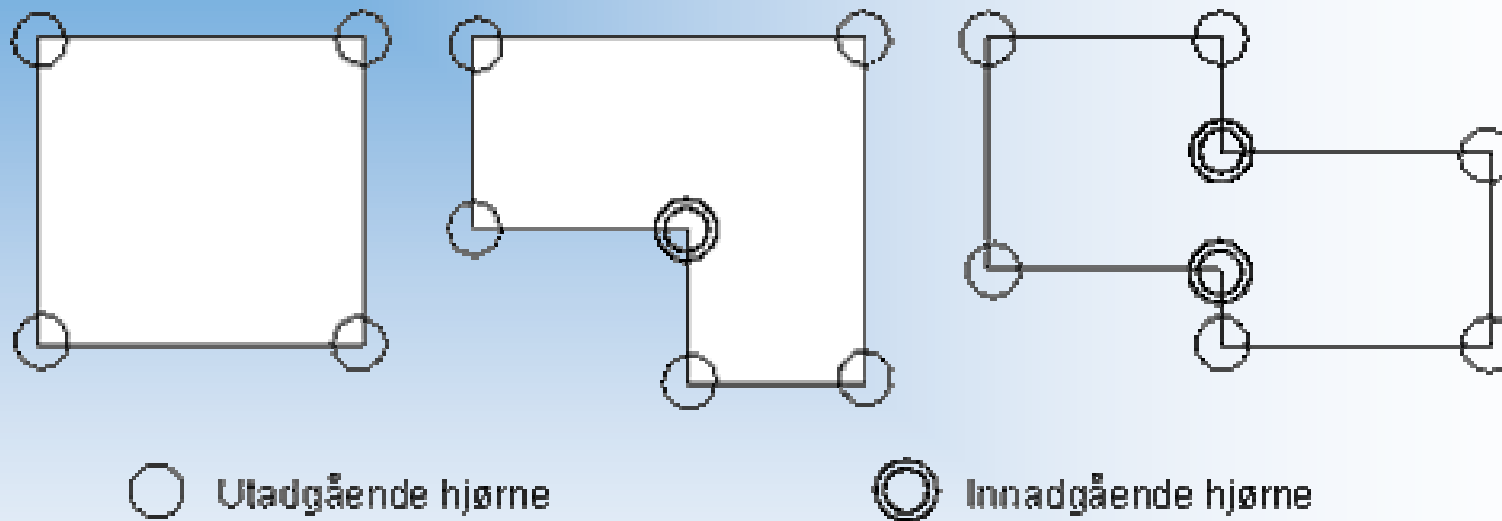


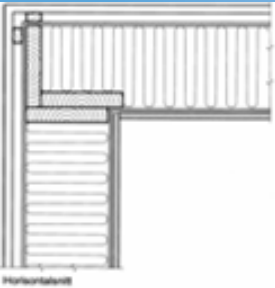
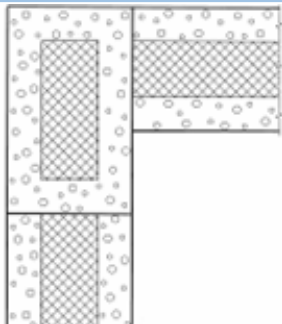
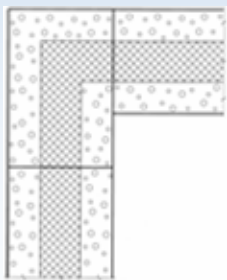
Veggens U-verdi øker med ca 10 % om det tas hensyn til typiske kuldebroer i bindingsverkskonstruksjoner

Kuldebrottillegg for ekstra gjennomgående treverk (sviller, losholter, stendere)

Veggtykkelse	Dimensjon på gjennomgående bindingsverk		
	36 mm W/(mK)	48 mm W/(mK)	73 mm W/(mK)
mm			
148	0,02	0,02	0,03
173	0,01	0,02	0,03
198	0,01	0,02	0,03
223	0,01	0,02	0,02
248	0,01	0,01	0,02
273	0,01	0,01	0,02
298	0,01	0,01	0,02

Kuldebrovirkning av hjørner



	Utadgående hjørne	Innadgående hjørne
	0,03 W/mK	-0,06 W/mK
	0,17 W/mK	0,03 W/mK
	0,04 W/mK	-0,09 W/mK

Eksempel - kuldebroer i småhus i tre

Bygningsdel	Areal m ²	U-verdi W/(m ² K)	Varmetap W/K
Golv på grunnen	80	0,15	12,0
Tak	80	0,15	12,0
Vinduer	28	1,6	44,8
Dører	4	1,6	6,4
Yttervegg	150	0,22	33,0
Sum av U-verdier i tabellen			108,2
Kuldebroer	Lengde m	Kuldebroverdi W/(mK)	Varmetap W/K
Tilslutning yttervegg - fundament	36	0,02	0,7
Tilslutning yttervegg - etasjeskiller	36	0	0
Dør- og vindusomramming	40	0,01	0,4
Yttervegg - utadgående hjørne	20	0,03	0,6
Tilslutning yttervegg - tak	36	0,03	1,1
Sum kuldebroer			2,8
Sum transmisjonsvarmetap			111,0

+8,5 %

Eksempel - kuldebroer knyttet til utfyllende bindingsverksvegger i betongbygg

Veggfelt	Mengde	36x148 mm 50 mm kuldebrobryter		36x198 mm 50 mm kuldebrobryter		36 x 198 mm 100 mm kuldebrobryter	
Varmetap uten kuldebroer U-verdi	m ² 16,0	W/(m ² K) 0,28	W/K 4,5	W/(m ² K) 0,22	W/K 3,5	W/(m ² K) 0,22	W/K 3,5
Varmetap pga kuldebroer	m	W/(mK)	W/K	W/(mK)	W/K	W/(mK)	W/K
Nedre dekkeforkant ¹⁾	8,2	0,13	0,5	0,15	0,6	0,06	0,2
Øvre dekkeforkant ¹⁾	8,2	0,13	0,5	0,15	0,6	0,06	0,2
Skillevegg 1 ¹⁾	2,7	0,11	0,1	0,14	0,2	0,05	0,1
Skillevegg 2 ¹⁾	2,7	0,11	0,1	0,14	0,2	0,05	0,1
Losholter og spikerslag	9,6	0,02	0,2	0,01	0,1	0,01	0,1
Vertikal stender	4,8	0,02	0,1	0,01	0,0	0,01	0,0
Sum kuldebroer			1,6		1,7		0,8
Varmetap inkl. kuldebroer		W/(m ² K) 0,38	W/K 6,1	W/(m ² K) 0,33	W/K 5,3	W/(m ² K) 0,27	W/K 4,3

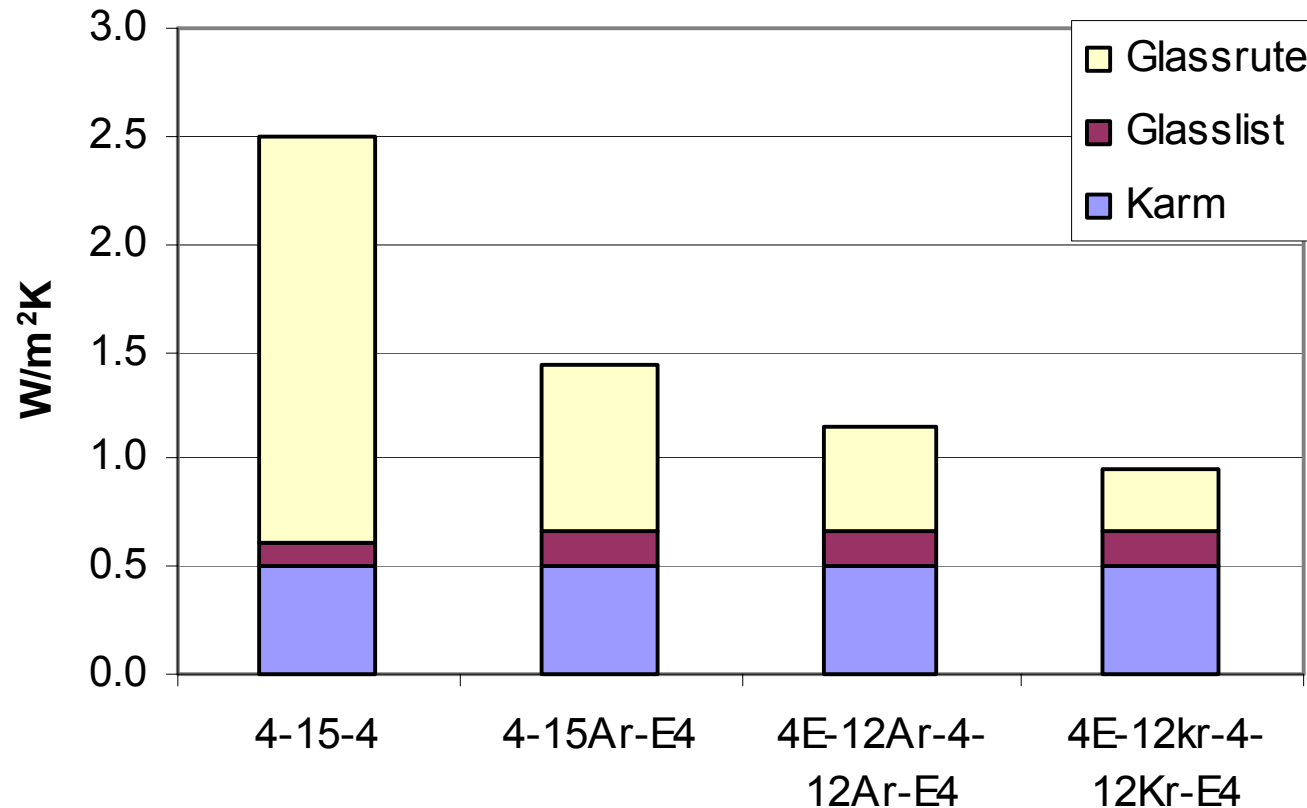
Kuldebrotilllegg

+36%

+49%

+23%

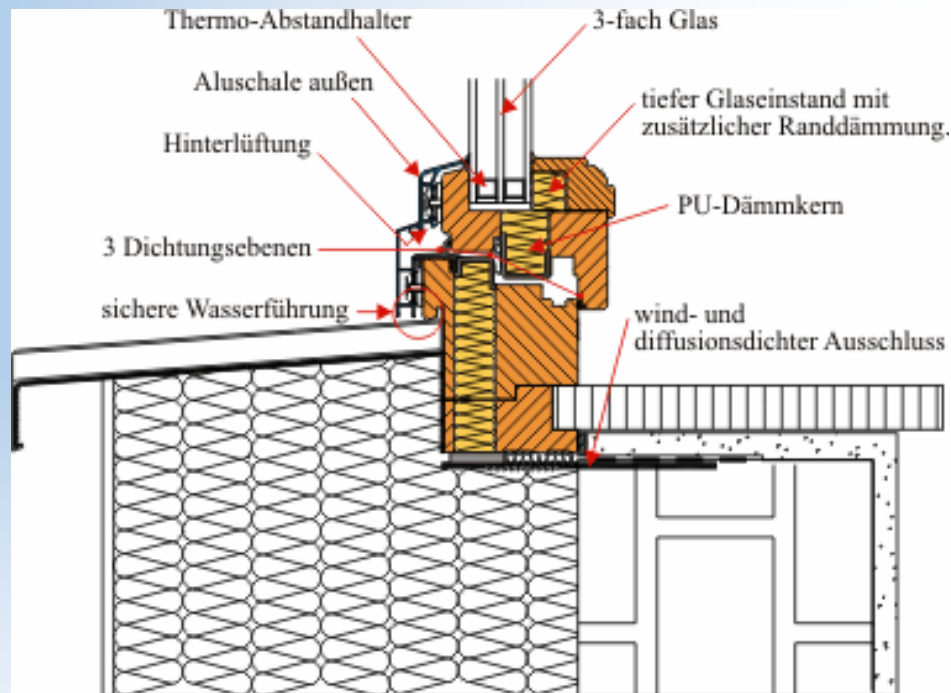
Andel av varmetapet gjennom et vindu som skyldes glassrute, avstandslist og karm/ramme



Eksempel på bedre karm- og rammekonstruksjoner



Firma Winter Holzbau GmbH
"ewitherm"
U-verdi 0,8 W/m²K



Wiegand Fensterbau
"DW-Plus"
U-verdi 0,8 W/m²K

Samlet transmisjonsvarmetap gjennom ytterkonstruksjonen

$$(\sum U_o \cdot A + \sum \Psi \cdot l) \cdot (T_{\text{inne}} - T_{\text{ute}}) \quad (\text{W})$$

U-verdi x arealet av konstruksjonen

Kuldebroverdi x lengden på kuldebroen

Temperaturforskjell