



Varmetabsberegning

Revideret 15/12 - 2015

TEKNIQ
INSTALLATØRERNES ORGANISATION

 **BLIK&RØR**
ARBEJDERFORBUNDET

Forord

Dette afsnit vil illustrere hvad varmetabsberegninger kan bruges til, og hvordan de udføres efter gældende regler, samt hvordan varmetabsberegninger kan udføres ved hjælp af DS418 og igennem webbaserede programmer.

Energiberegning/Klimaskærm

Nye bygninger skal dimensioneres efter en energiramme. Men da energirammen kan holde på forskellige måder f.eks. ved hjælp af solceller, stilles der også krav til klimaskærmens U-værdier.

Energirammen er den tilført mængde energi et nyt hus maksimalt må bruge til bygningsdriften, som er opvarmning, ventilation, køling, varmt brugsvand samt EL (kun til bygningsdriften).

En bygning anses for opvarmet, når temperaturen er 5° C eller derover. Der stilles dog lempeligere krav til konstruktionernes udformning fra 5-15° C, og hvis bygningen holdes frostfri op til 5° C.

For nybyggeri skal der i dag udføres en energiberegning, som skal ligge inden for en beregnet energiramme (vist til højre). Dette vil typisk være rådgivende ingeniører og specielle firmaer, der udfører sådanne beregninger for nybyggeri. Energiberegningerne skal gennemføres for at få byggetilladelse, og til sidst et energimærke. Energimærket udføres af en beskikket energimærkningskonsulent, ud fra selve energirammen. For yderligere information henvises der til denne hjemmeside.

<http://www.maerkdinbygning.dk>

Der stilles krav til klimaskærmen, således man ikke bare kan bygge nye huse med en dårlig klimaskærm og dermed et alt for stort varmetab. Klimaskærmen omhandler varmetab fra fundament og varmetab igennem konstruktioner på nær vinduer og døre.

Kravet til en klimaskærm ser således ud:

Bygningsreglement	2010	2015	2020	
Etager				
1	5	4	3,7	W/m ²
2	6	5	4,7	W/m ²
3 eller flere	7	6	5,7	W/m ²

Energirammen for bygningen må ikke overskride følgende kWh/m² pr. år:

Bygningsreglement 2010.

2010



For boliger, kollegier, hoteller m.m.:

$$52,5 + \frac{1650}{\text{opvarmet etageareal}} = \text{kWh/m}^2 \text{ pr. år}$$

2010



Skoler, kontorer og institutioner:

$$71,3 + \frac{1650}{\text{opvarmet etageareal}} = \text{kWh/m}^2 \text{ pr. år}$$

Bygningsreglement 2015.

2015



For boliger, kollegier, hoteller m.m.:

$$30 + \frac{1000}{\text{opvarmet etageareal}} = \text{kWh/m}^2 \text{ pr. år}$$

2015



Skoler, kontorer og institutioner:

$$41 + \frac{1000}{\text{opvarmet etageareal}} = \text{kWh/m}^2 \text{ pr. år}$$

Bygningsreglement 2020.

2020



For boliger, kollegier, hoteller m.m.:

$$= 20 \text{ kWh/m}^2 \text{ pr. år}$$

2020



Skoler, kontorer og institutioner:

$$= 25 \text{ kWh/m}^2 \text{ pr. år}$$

Værdierne er hentet fra bygningsreglementet 2010 kap. 7.2

Varmetabsberegning



U-værdier

Hvad er en U-værdi?

Et fagudtryk for hvor meget varme der trænger ud igennem en bygningskonstruktion, og beregnes ud fra den energimængde, målt i W/m²K, der transmitteres (tabes) til udeklimaet, når temperaturforskellen mellem den indvendige og udvendige overflade er 1 Kelvin.

I eksemplet herunder er der udregnet en U-værdi for en ydervæg. Man kan se at der findes en R-værdi for hvert enkelt konstruktionsdel, og at denne R-værdi sammenlægges med de andre R-værdier, hvilket giver en sum på 9,73 m²K/W. En R-værdi findes ved at kende en tykkelse på materialet og en Lambda (λ) værdi, også kaldet materialets varmeledningsevne.

$$R_{m^2K/W} = \frac{d_{\text{tykkelse}_i\text{ meter}}}{\lambda_{\text{Lambda}}}$$

Lambda værdien er et tal der udtrykker hvor godt et materiale isolerer. Jo mindre et materiales Lambda værdi er, jo mindre varme leder materialet igennem. Lambda værdien angiver hvor meget energi, der løber igennem 1 m² af materialet på en time, hvis materialet er 1 m tykt og temperaturforskellen er 1 grad mellem de to sider.

I eksemplet anvendes der en kl. 34 isolering som har en Lambda værdi på 0,034 W/mK. Dette er en lav værdi, hvilket indikere at der slipper meget lidt varme ud igennem materialet. Teglstenen har derimod en høj Lambda værdi på 0,727 W/mK, hvilket betyder at en teglsten ikke isolerer særlig godt.

Ser man på Kobber som er et af de metaller der leder varmen godt, har metallet en Lambda værdi på 380,0 W/mK.

I eksemplet herunder anvendes også det som kaldes en overgangsisolans. Det er en modstand ved en varmeovergang mellem luft og en fri overflade. Denne modstand virker isolerende og kan dermed medregnes til U-værdien.

Følgende overgangsisolanser kan anvendes:

Indre overgangsisolans, R_{si}:

0,10 m²K/W – for opadrettet varmemstrøm

0,13 m²K/W – for vandret varmemstrøm

0,17 m²K/W – for nedadrettet varmemstrøm

Ydre overgangsisolans, R_{se}:

0,04 m²K/W – for vilkårlig retning

1,50 m²K/W – for terrændæk mod jord

Formlen for en U-værdi ser således ud:

$$\frac{1}{U'} = R_{si} + R_{se} + \sum_{i=1}^n R_i$$

Hvor:

U' Er U-værdien

R_{si} Er overgangsisolans ved den indvendige overfalde i m²K/W

R_{se} Er overgangsisolans ved den udvendige overfalde i m²K/W

R_i Er isolans for de enkelte lag i m²K/W

n Er antallet af lag

	d m	λ W/mK	R m ² K/W	U' W/m ² K
Udvendig overgangsisolans			0,04	
Formur af tegl	0,108	0,727	0,149	
Isolering	0,300	0,034	8,824	
Bagmur af porebeton	0,100	0,170	0,588	
Indvendig overgangsisolans			0,13	
			ΣR = 9,730	0,103

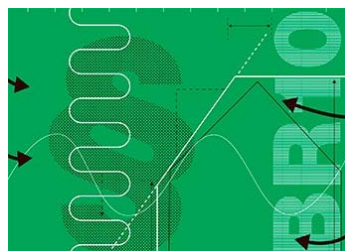


Bygningsreglementets krav

I bygningsreglementet stilles der store krav til de enkelte bygningsdeles U-værdier, samt at døre- og vinduesarealerne må udgøre en anbefalet andel på max. 22 % af en bygnings opvarmede etageareal (bruttoareal). Dette kan være svært at efterleve i virkeligheden da f.eks. tilbygninger ofte udstyres med meget glas, eller konstruktionerne man bygger ud fra kræver at mængde af isolering ikke kan blive som de anbefalede krav.

I disse tilfælde vil man skulle kompensere andre steder i tilbygningen, for at kunne overholde bygningsreglementets krav.

Kravet til bygningskonstruktionernes isolerings- evne er defineret ud fra om de anvendes til at holde bygningen frostfri op til 5 grader, opvarmet fra 5 til 15 grader eller opvarmet til mere end 15 grader. Skemaet herunder beskriver disse krav



Skema over U-værdier til bygningsdele [W/m²K]	Mindste varmeisole- ring for opvarmet til 5 °C.	Mindste varmeisole- ring for rum opvarmet fra 5-15 °C.	Mindste varmeisole- ring for rum opvarmet til mere end 15 °C.
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum.	0,20	0,15	0,10
Ydervægge og kældervægge mod jord	0,30	0,25	0,15
Etageadskillelser og skillevægge mod rum, der er uopvarmede eller opvarmet til en temperatur, der er 5 K eller mere lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	0,40	0,40	0,40
Etageadskillelser under gulve med gulvvarme mod rum, der er opvarmede	0,50	-	-
Loft- og tagkonstruktioner, skunkvægge samt flade tage og skråvægge direkte mod tag	0,20	0,15	0,10
For yderdøre, ovenlyskupler, porte og lemme mod det fri eller mod rum, der er uopvarmede og disse samt glasvægge og vinduer mod rum opvarmet til en temperatur, der er 5 K eller mere lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	1,80	1,50	1,40
Ovenlysvinduer og ovenlyskupler	-	1,80	1,70

OBS. Senere beregnes U-værdier så du selv kan vurdere hvor meget isolering der skal anvendes for at efterleve bygningsreglementets krav.

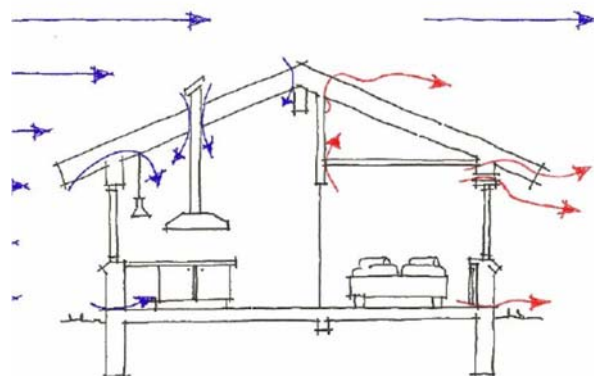


Linjetab

Linjetab omkring konstruktionssamlinger er også noget som bygningsreglementet stiller krav til. Dette sker for at lave så gode konstruktionssamlinger som muligt, således at kuldebroer i gennem den enkelte konstruktion mindskes.

Figuren her ved siden af viser hvad et linjetab er. Her kan man se hvordan kulden kommer ind udefra, og hvordan varmen forlader huset i gennem diverse samlinger.

Tabellen herunder viser hvilke krav bygningsreglement opstiller for linjetab.



Figur 1

Bygningsreglementernes krav til linjetab W/m K			
	Mindste varmeisoleringsring for rum opvarmet til 5 °C.	Mindste varmeisoleringsring for rum opvarmet fra 5-15 °C.	Mindste varmeisoleringsring for rum opvarmet til mere end 15 °C.
Fundamenter omkring rum, der opvarmes til mindst 5°C.	0,40	0,20	0,12
Fundamenter omkring gulve inkl. gulve med gulvvarme.	0,20	0,20	0,12
Samling mellem ydervæg og vinduer eller yderdøre, porte og lemme.	0,06	0,03	0,03
Samlingen mellem tagkonstruktionen og vinduer i tag eller ovenlys	0,20	0,10	0,10

Hvis man vil have mere præcise værdier for et konkret linjetab, bør man bruge DS418 hvor man kan finde diverse opslag omkring linjetab i de forskellige konstruktioner.



Varmetabsberegning

I forbindelse med tilbygninger eller ændret anvendelse af en bygning, kan det være et krav fra kommunens side at der skal udføres en varmetabsberegning, som dokumentation for bygningens isoleringsevne i forhold til gældende bygningsreglement.

Denne varmetabsberegning udføres ud fra de aktuelle varmetab igennem konstruktionerne som bygningen har. Dette varmetab som bygningen har, sammenlignes med det varmetab som en lignende (normgivende) bygning med værdier i henhold til bygningsreglementets krav ville have.

Varmetabet for den aktuelle bygning skal gerne ligge under varmetabet for en normgivende bygning med værdier i henhold til bygningsreglementet. Sker dette, er der bevis for at bygning overholder kravet i bygningsreglementet.

Udregningen af en bygnings varmetab kan også anvendes til at kontrollere varmeafgiver i en bygning, vandmængde til indregulering eller til at kontrollere kedlens maksimale effekt ved en dimensionering.

For at kunne udføre en varmetabsberegning er det nødvendigt at kende til følgende:

- Areal på konstruktionen
- Længden af en konstruktionssamling
- Temperaturforskellen
- U-værdi på konstruktion
- Ventilationstab
- Skema for varmetab



Resultater

Det faktiske transmissionstab: -58.5 W
Det normgivende transmissionstab: 355.8 W
Det faktiske transmissionstab er mindre end eller lig med det normgivende Overflod Overholdt Overholdt
Bygningen lever op til bygningsreglementets krav

Varmetabsværdi

Beregninger: Det opvarmede etageareal udgør 11.7 m²
Areal af vinduer, døre og døre udgør 61.3 % af det opvarmede etageareal.
Indetemperatur 20.0 °C

Konstruktioner og vinduer og døre

Navn	Ti (C)	Tb (C)	Aktuel bygning		Normgivende bygning			
			Areal (m ²)	U-værdi (W/m ² K)	Areal (m ²)	U-værdi (W/m ² K)		
Let Ydervæg mod Syd, Vest og Nord	20	-12	17.4	0.14	77.3	24.3	0.15	116.7
Tung ydervæg mod Syd	20	-12	2.6	0.29	23.4	2.6	0.15	12.3
Tag	20	-12	9.0	0.09	7.8	8.8	0.10	8.8
Terrasser - 1,0'2'12	20	-12	11.7	0.14	52.4	11.7	0.10	37.4
Kuldebræer	20	-12	9.5	1.90	457.0	2.6	1.40	115.7

Randfundament med Isobac

Navn	Ti (C)	Tb (C)	Længde (m)	U-værdi (W/m ² K)	Tab (W)	Længde (m)	U-værdi (W/m ² K)	Tab (W)
Urtab omkring terrasserne (elementer placeret ud for isolering)	30	-12	10.7	0.20	88.9	10.7	0.13	53.9

Ekisterende konstruktioner og vinduer og døre

Navn	Ti (C)	Tb (C)	Længde (m)	U-værdi (W/m ² K)	Tab (W)	Længde (m)	U-værdi (W/m ² K)	Tab (W)
Ekisterende ydervæg (Fradrag)	20	-12	3.8	0.38	-87			
Gammel glas skydedør med termoglas - 2,75'2,2	20	-12	6.1	2.80	-84.1			
Gammel vindue med termoglas - 1,2'1,73	20	-12	2.1	2.80	-186.4			

Ekisterende kuldebræer

Navn	Ti (C)	Tb (C)	Længde (m)	U-værdi (W/m ² K)	Tab (W)
	20	-12	2.1	2.80	-186.4

I alt

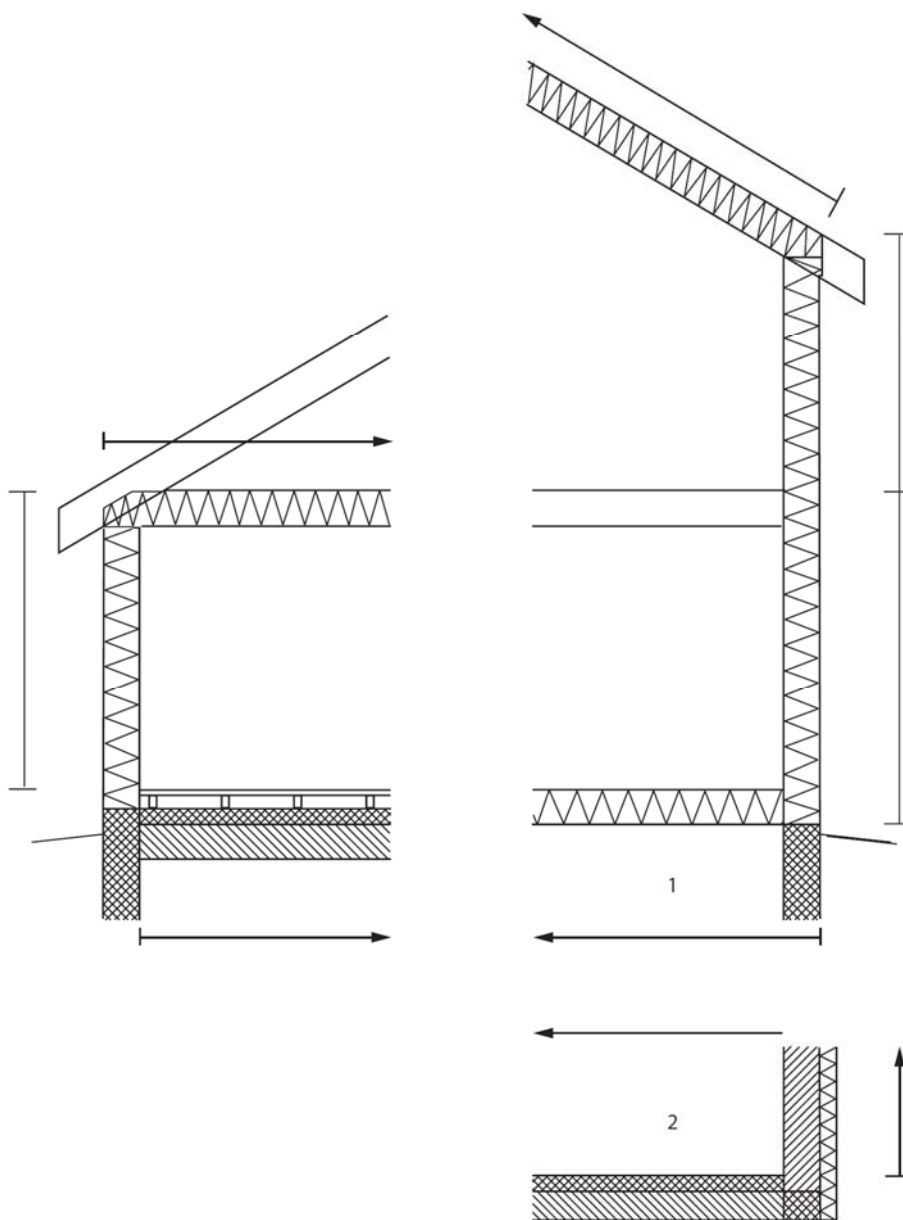
-58.5 W 355.8 W



Areal på konstruktion

I forbindelse med opmåling af arealer på konstruktionsdele skal dette udføres jf. DS418. Denne skitse herunder viser hvordan opmålingen skal foretages. Vær opmærksom på at der er forskel på målepunkterne ved terrændækket.

Hvis der anvendes et terrændæk mod jord, måles der til indvendige sider. Er der uopvarmet kælder eller krybekælder under gulve, måles der til udvendige sider. Hvis der er en opvarmet kælder, måles der til indvendige sider.



1. Uopvarmet kælder
2. Opvarmet kælder

Figur 2: DS418, s. 16 – Måltagning lodret snit I bygning

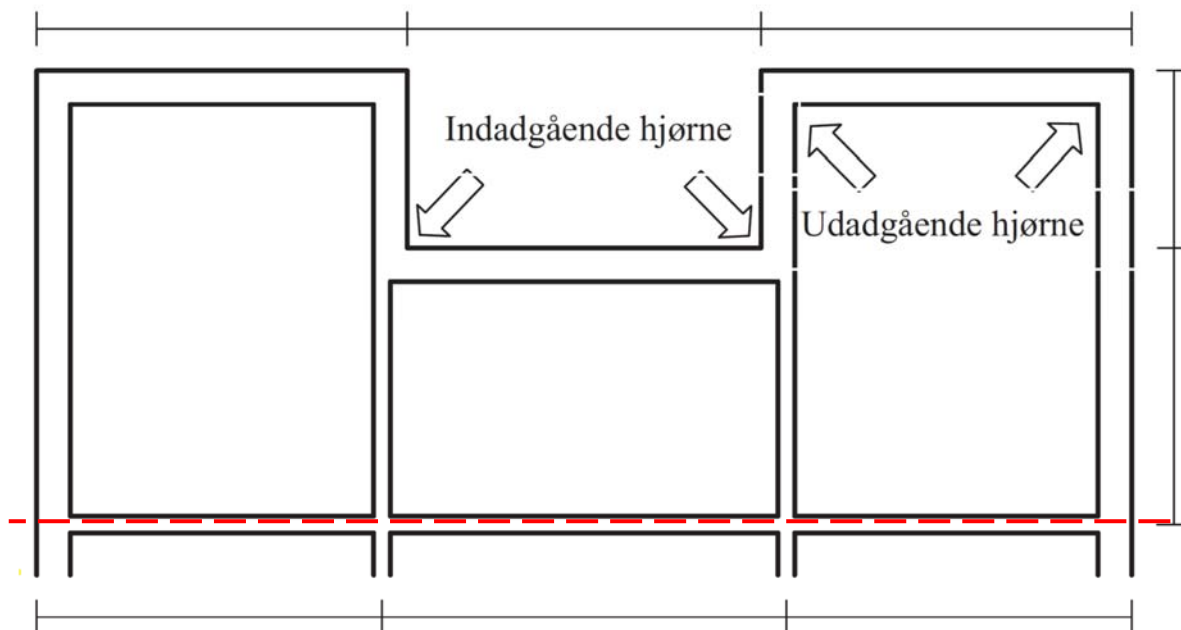
Varmetabsberegning



I forbindelse med opmålingen af væggene er det nødvendigt at kende længden og højden (Højden findes på den forrige side). Til opmålingen af længden kan denne figur herunder anvendes. Her vises hvordan man skal måle længden af ydervæggene, læg mærke til hvordan der ligger en adskillelse **midt** i indervæggen, således at varmetabet kan defineres for hvert rum.

Dette kan være nødvendigt hvis nogle af rummene har et stort varmetab, pga. af store vinduespartier eller meget ydervæg i forhold til brutto areal.

Obs. Vær opmærksom på at vinduer og døre skal fratrækkes ydervæggens samlede areal.



Figur 3: DS418, s. 16 – Måltagning vandret snit I bygning



Længde af en konstruktionssamling

En konstruktionssamling, er en samling hvor 2 forskellige konstruktioner sættes sammen, og hvor der her kan være et linjetab. Dette kan være en ydervæg ovenpå et fundament. Det kan også være i vindueshullet (vinduesfalsen), hvor man vil have mindre isolering pga. at den indvendige mur er ført med ud i vindueskarmen (som vist på figur). Der kan også et linjetab omkring ovenlysvinder.

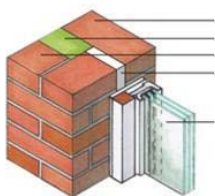
Ved disse konstruktionssamlinger er det nødvendigt at kende længden af samlingen, da disse linjetab også er et varmetab. Man kan

således sikre sig at varmeafgiverene i huset, kan afgive den fornødne effekt til at kunne opretholde en inde temperatur på 20 grader, ved en udetemperatur på -12 grader.

For at finde det konkrete linjetab henvises der til DS418 (Fra kap 6.12) Fabrikant hjemmesider som Leca vil også kunne anvendes til fundamenter.

Herunder er der nogle udpluk fra DS418, omkring fundamenter og omkring vinduer og døre.

Tabel 6.12.1a – Karm placeret ud for kuldebroafbrydelse i væg med mindst 20 mm overlap i forhold til både for- og bagmur (se figur 6.12.1, skitse 1 nedenfor)



Kuldebroafbrydelse	Formur:	Beton ¹⁾	Tegl	Tegl	Tegl	Letbeton ³⁾
	Bagmur:	Beton ¹⁾	Beton ¹⁾	Tegl ²⁾	Letbeton ³⁾	Letbeton ³⁾
Ingen		0,25	0,13	0,11	0,09	0,06
10 mm		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
20 mm		0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
30 mm		0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
40 mm		0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
50 mm		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

¹⁾ Armeret beton med 2 volumen-% stål.

²⁾ Gælder også for letbeton med varmeledningsevne 0,7 W/mK.

³⁾ Letbeton med varmeledningsevne 0,3 W/mK.

Figur 4: DS418, s. 40 – Linjetab fra vinduesfals med mindst 20 mm overlap i forhold

Tabel 6.13.2a – Linjetabet Ψ_f i W/mK for ydervæg med bagmur i letbeton⁴⁾ (se figur 6.13.1 og 6.13.2 nedenfor)



2 stk. 390 mm Leca[®] termblokke

Fundament	Isolering over betonplade:		Ingen			75 mm ^{G)}	
	U -værdi for terrændæk:		0,30	0,20	0,10	0,20	0,10
Beton ¹⁾ Ingen isolering			0,77	0,73	0,71	0,30	0,33
15 mm kuldebroafbrydelse ^{R)}			0,57	0,51	0,45	0,28	0,27
Letklinkerbeton ²⁾ øverste 40 cm ^{R)}			0,30	0,23	0,18	0,16	0,14
Letklinkerbeton ³⁾ øverste 40 cm, midterisoleret ^{M1)}			0,24	0,17	0,13	0,13	0,10
Letklinkerbeton ³⁾ øverste 60 cm, 40 cm midterisoleret ^{M1)}			0,21	0,15	0,11	0,12	0,09
Letklinkerbeton ⁶⁾ øverste 40 cm, midterisoleret ^{M2)}			0,22	0,15	0,12	0,13	0,09
Letklinkerbeton ⁷⁾ øverste 40 cm, midterisoleret ^{M3)}			0,19	0,13	0,10	0,11	0,08

¹⁾ Uarmeret beton med varmeledningsevne på 2,0 W/mK.

²⁾ Letklinkerbeton med varmeledningsevne på 0,25 W/mK og bredde på 35 cm.

³⁾ Letklinkerbeton med varmeledningsevne på 0,25 W/mK og bredde på 39 cm.

⁴⁾ Letbeton med varmeledningsevne på 0,30 W/mK.

⁵⁾ Gælder også for letbeton med en varmeledningsevne på 0,70 W/mK.

⁶⁾ Letklinkerbeton med varmeledningsevne på 0,25 W/mK og bredde på 49 cm.

⁷⁾ Letklinkerbeton med varmeledningsevne på 0,25 W/mK og bredde på 74 cm.

^{G)} Isolering med varmeledningsevne på højst 0,04 W/mK.

^{R)} 15 mm isolering med varmeledningsevne på højst 0,04 W/mK langs terrændækkets rand, se figur 6.13.2 skitse a).

^{M1)} 150 mm isolering med varmeisoleret på højst 0,04 W/mK mindst 40 cm ned, se figur 6.13.1 skitse c).

^{M2)} 250 mm isolering med varmeisoleret på højst 0,04 W/mK mindst 40 cm ned, se figur 6.13.1 skitse c).

^{M3)} 500 mm isolering med varmeisoleret på højst 0,04 W/mK mindst 40 cm ned, se figur 6.13.1 skitse c).

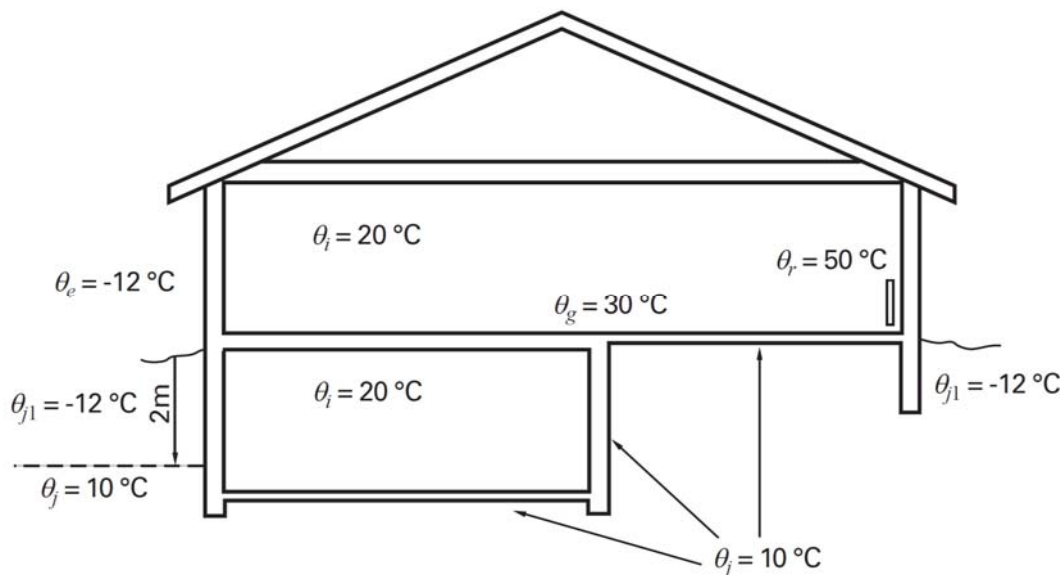
Figur 5: DS418, s. 46 – Linjetab fra fundament med bagmur i letbeton.



Temperaturforskellen

Når en bygnings varmetab skal beregnes er det ud fra en temperaturforskel, som her i Danmark er sat til en ude temperatur på -12 grader og en inde temperatur på 20 grader, dog 22 grader for badeværelser. Man skal altså oftest dimensionere varmesystemet efter en temperatur forskel (Δt) på 32 grader.

Som hjælp til at anvende det rette temperatursæt, kan dette udpluk fra DS418 være til hjælp. Vær opmærksom på at gulv med gulvvarme har en højere temperatur. Ligeledes er temperaturen bag radiatoren (brystningen) noget højere. Dette giver et større varmetab for disse områder.



θ_e er den dimensionerende udetemperatur

θ_i er den dimensionerende indetemperatur

θ_{j1} er jordtemperatur, hvor den sættes lig med udetemperaturen

θ_j er jordtemperaturen i de dybere jordlag

θ_r er temperaturen bag radiator

θ_g er gulvtemperatur ved gulvvarme.

Figur 6: DS418, s. 12 – Dimensionerende temperaturer

Varmetabsberegning



U-værdier på konstruktioner

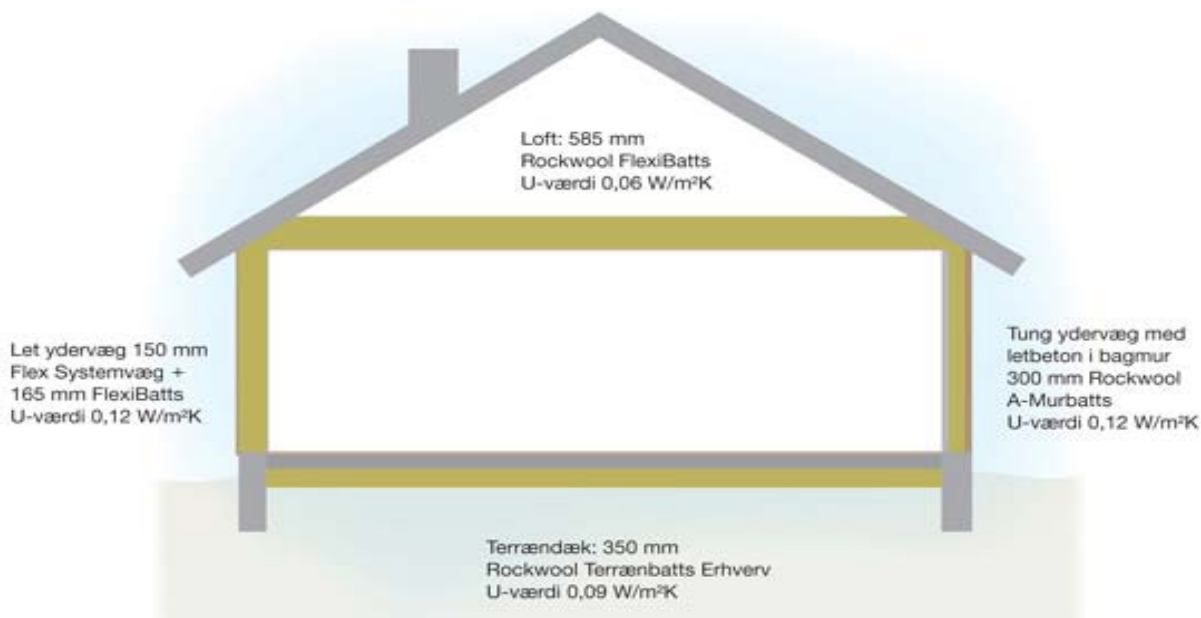
Bygningsreglementet stiller krav til konstruktionernes U-værdier som nævnt

tidligere. Disse anbefalede u-værdier giver nogle tykke vægge, lofter og gulve som vist på skitsen herunder.

Kravet i 2010



Kravet i 2015





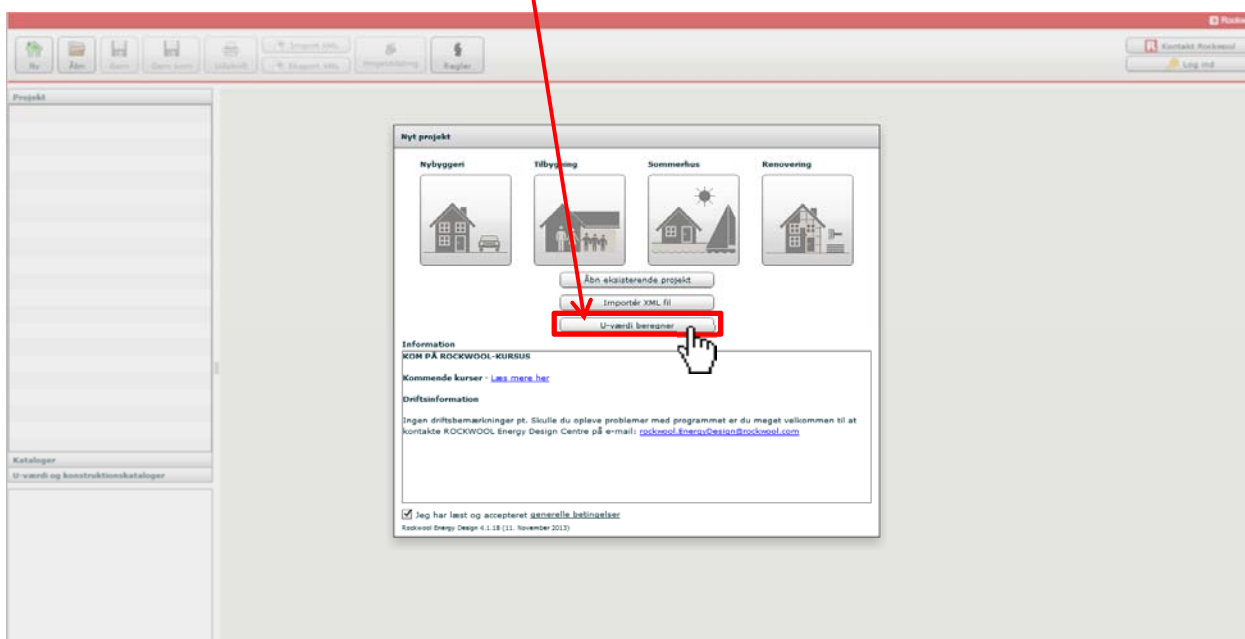
Det er muligt selv at beregne u-værdierne, dette kan gøres ved hjælp af forskellige online værktøjer som f.eks. Rockwool Energy Design.



<http://www.rockwool.dk/beregninger/energiberegning>

Et eksempel på en U-værdi beregning af et tag kan de sådan ud:

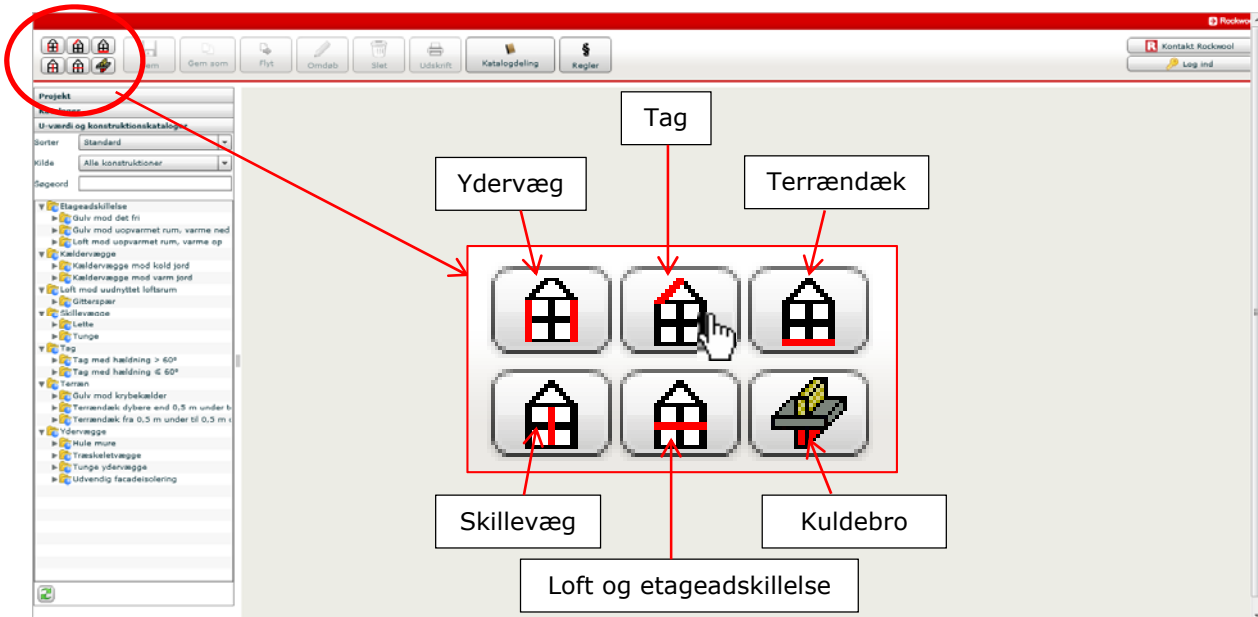
Start programmet! og klik på **U-værdi beregner**



Varmetabsberegning



Herefter åbnes muligheden for at vælge den type konstruktion man vil finde en U-værdi for.

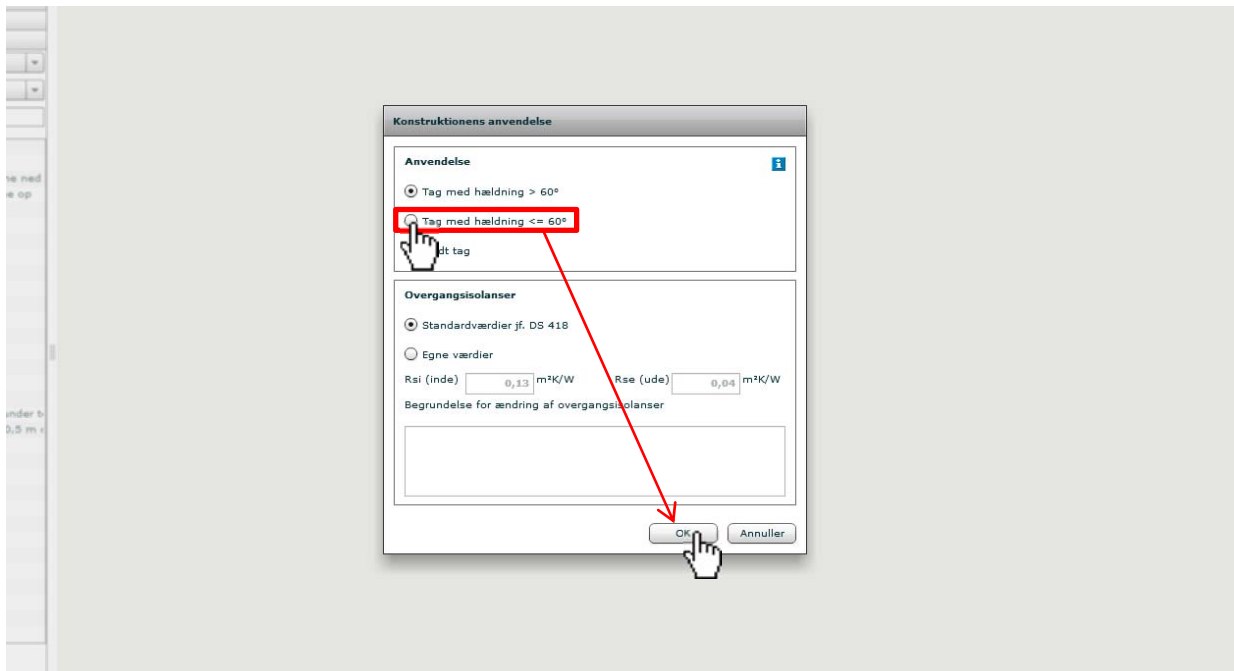


Eksempel:

Til et eksempel vælges der et tag, for at finde en U-værdi på en tagkonstruktion. Taget er med Troldekt lofter og 295 mm isolering imellem spærene. Spærene ligger pr. 600 mm og har en

tykkelse på 45 mm. Det betyder at der i isoleringen må meregnes spær træ, som gør konstruktionen dårligere, da træ ikke isolerer lige så godt som isolering.

Der skal vælges hvilken taghældning bygningens skråtag har. Det er sjældent mere end 60 grader.



Varmetabsberegning



Herefter kan man begynde at opbygge konstruktionen, ved hjælp af de allerede indarbejdede bygningsmaterialer i programmet, placeret under mappen **generiske materialer**. Når konstruktionen opbygges skal der startes fra den indvendige side (den varme side).

Sådan gør du:

1. Åbn materialekatalog i vinduets højre side.
2. Klik på materialet med venstre museknap og hold nede, mens cursoren flyttes til lagoversigten mellem linjerne med Rse og Rsi
3. Slip museknappen når cursoren skifter til

	Fabrikat	Materiale	d[m]	lambda [W/(mK)]	R [m²K/W]
		Rse (ude)			0,04
		Rsi (inde)			0,10

Materialer

Sorter: Standard

Kilde: Alle konstruktioner

Søgeord:

- Generiske materialer
 - Beton
 - Dampspærre
 - Gips
 - Glasmateriale
 - Gulvbelægning
 - Indvendig vægbeklædning
 - Isoleringsmateriale
 - Letklinkerbeton
 - Loftbeklædning
 - Metaller
 - Mursten
 - Mørtel
 - Porebeton
 - Stenmateriale
 - Tagrum og tagbeklædning
 - Træ
 - Træbaserede produkter
 - Underlag for udvendig tagisole
 - Vindtæt afdækning
 - LECA A/S
 - Leca blokke
 - Løs leca
 - Lufslag jf. DS 418
 - Ikke ventileret lag
 - Svagt ventileret lag
 - Ventileret lag
 - Rockpanel A/S

Flyt op Flyt ned Tilføj OK Annuller

Varmetabsberegning



Valg af materialer til konstruktionen:

Det konkrete materiale som man ønsker at anvende tilføres. I eksemplet er der først blevet tilføjet

1. Troldekt el. træbeton.
2. Spredt forskalling som Troldekt kan sættes op på
3. Isolering kl. 34

U-værdi uden træ i spærkonstruktion

	Fabrikat	Materiale	d[m]	lambda [W/(mK)]	Q	R [m²K/W]
Rse (ude)						0,04
▶	Generisk materiale	Mineraluld 34	0,295	0,034	A	8,68
▶	Generisk materiale	Spredt forskalling, 19-25 mm	0,025	-	A	0,16
▶	Generisk materiale	Træbeton 25 mm	0,025	0,081	A	0,31
Rsi (inde)						0,10

Varmetabsberegning



Inhomogent lag.

Træ i konstruktionen udgør en dårligere U-værdi og indregnes på følgende måde:

Varmetab fra overflader udregnes i m², man er derfor nødt til at finde ud af hvor meget træ der er på en m². Som nævnt tidligere ligger spærene pr. 60 cm og har en tykkelse på 45 mm.

Man må derfor kunne finde gennemsnittet pr. meter tag ved hjælp af en faktor, som udregnes på følgende måde:

$$\text{Gennemsnit}_{pr.m} \frac{100cm}{60cm} = 1,666$$

Nu da faktoren for gennemsnittet er udregnet, kan man finde mængden af træ pr. løbende meter.

Når udregningen er pr. løbende meter sættes 100 cm til 100 %. Beregningen ser dermed således ud:

$$1,666 \cdot 4,5cm_{spærtræ} = \underline{\underline{7,5cm(7,5%)}}$$

Der er tilført træ i isoleringen hvilket giver en korrigeret U-værdi på 0,13 i stedet for 0,11 W/m²K.

U: 0,11 W/(m²K)
Umax: 0,20 W/(m²K)
Tykkelse: 0,345 m

Row (ude)	Fabrikat	Materiale	d[m]	lambda [W/(mK)]	R [m ² K/W]
1	Generisk materiale	Mineraluld 34	0,295	0,034	8,60
2	Generisk materiale	Spredt forskalling, 19-25 mm	0,025	-	0,16
3	Generisk materiale	Træbeton 25 mm	0,025	0,081	0,31
4	Kai (inde)				0,10

Korrigeret U-værdi

A: Basismateriale
Navn: Mineraluld 34
92,50 %
0,000 m

B: Adskillende materiale
Navn: Træ 450kg/m³
7,50 %
0,000 m

Bemærk, inhomogene lag må IKKE oprettes hvis varmeledningsevnen af et af de indgående materialer overstiger 0,3 W/mK. Dette gælder også fx. Stålfprofilvergæge. Se DS 418 for yderligere info.

7,5

U: 0,13 W/(m²K)
Umax: 0,20 W/(m²K)
Tykkelse: 0,345 m

Fabrikat	Materiale	d[m]	lambda [W/(mK)]	Q	R [m ² K/W]
(ude)					0,0
Inhomogent materialelag	bestående af:	0,295	0,040		7,2
risik materiale	Mineraluld 34	92,50%	0,034	A	
palte	Niveau 0: ΔU" = 0,00 V				
risik materiale	Træ 450kg/m ³	7,50%	0,120	A	
risik materiale	Spredt forskalling, 19-25 mm	0,025	-	A	0,1
risik materiale	Træbeton 25 mm	0,025	0,081	A	0,3
(inde)					0,1



Ventilationstab

I forbindelse med ventilation, hvor den friske luft som tilføres skal opvarmes fra (-12 °C) grader, medfører dette et varmetab. De fleste bygninger før 2006 vil oftest være udført med naturlig ventilation. Men i forbindelse med at man indfører skrappe energikrav i 2006, bliver ventilation mere almindeligt i nybyggeri.

Jf. bygningsreglementet skal boligbygninger ventileres døgnet rundt, med et luftskifte som svarer til 0,3 l/s pr. m². Flerfamilie boliger skal ventileres mekanisk igennem et aggregat med varmegenvinding, og enfamilies boliger kan ventileres mekanisk eller naturligt igennem friskluftsventiler i ydervægge, og aftræksventiler i forbindelse loftsventiler i bad og bryggers.

For at kunne beregne ventilationstab for naturligt ventilerede boliger, kan denne formel anvendes:

$$\phi_v = p \cdot c \cdot \frac{q_a}{1000} \cdot A \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

Hvor

- Φ_v Er ventilationstab i Watt
- P Er luftens massefylde i kg/m³
- c Er luftens varmekapacitet i J/kg K
- q_a Er udeluftmængden i l/s pr. m² opvarmet brutto etageareal.
- A Er opvarmet brutto etageareal i m²
- θ_i Er dimensionerende indetemperatur i °C
- θ_u Er dimensionerende udetemperatur i °C

Eksempel:

Et hus på 100 m² skal ventileres naturligt varmetabet for ventilationen udgør:

$$\phi_v = 1,205 \text{ kg/m}^3 \cdot 1007 \text{ J/kgK} \cdot \frac{0,3 \text{ l/sm}^2}{1000} \cdot 100 \text{ m}^2 \cdot (20^\circ - -12^\circ) = \underline{\underline{1164,9 \text{ Watt}}}$$

Bygningen kan i stedet for naturligt ventilation, ventileres via et mekanisk ventilationsaggregat med en veksler for varmegenvinding. Til mekanisk ventilation kan denne formel anvendes.

$$\phi_v = (p \cdot c \cdot (q_2 + q_3) \cdot (\theta_i - \theta_e)) - (p \cdot c \cdot q_1 \cdot (\theta_i - \theta_e))$$

Hvor

- Φ_v Er ventilationstab i Watt
- q_1 Udeluft tilført gennem anlæg i m³/s
- q_2 Afkastningsluft gennem anlæg i m³/s
- q_3 Exfiltration og infiltration i m³/s
- θ_i Udeluftens temperatur efter varmegenvindingsaggregatet i °C
- θ_i Er dimensionerende indetemperatur i °C
- θ_u Er dimensionerende udetemperatur i °C

Samme eksempel som sidst blot med varmegenvinding:

Normalt vil man kunne fastlægge en virkningsgrad på ca. 80-85 % for et nyt ventilationsaggregat ved en udetemperatur på (-12 °C), hvilket betyder at indblæsningstemperaturen efter varmeveksleren vil være 20 °C * 0,8 = 16 °C. Infiltrationen er den luft som tilføres boligen naturligt i forbindelse med utætheder i klimaskærmen, og i forbindelsen med døre som åbnes. Infiltrationen sættes normalt til 0,13 l/s m².

$$\begin{aligned} \phi_v &= (1,205 \cdot 1007 \cdot (\frac{0,3_{\text{aggregat}} + 0,13_{\text{infiltration}}}{1000} \cdot 100 \text{ m}^2) \cdot (20 - -12)) = 1669,7 \text{ W} \\ 1,205 \cdot 1007 \cdot (\frac{0,3_{\text{aggregat}}}{1000} \cdot 100 \text{ m}^2) \cdot (16 - -12) &= 1019,3 \text{ W} \\ 1669,7 - 1019,3 &= \underline{\underline{650,4 \text{ Watt}}} \end{aligned}$$

Man kan ud fra dette eksempel se at et anlæg med varmegenvinding næsten halvere varmetabet til ventilation, hvilket også giver en varmebesparelse. Ventilationsanlæg bør dog sælges på komforten og ikke så meget på varmebesparelsen.

Varmetabsberegning



Skema for varmetab

For at kunne udføre en varmetabsberegning er det nødvendigt at holde et overblik, og som hjælp hertil kan dette skema herunder anvendes i kombination med forgående tekst. Skemaet kan anvendes for en bygning, eller pr. rum hvis et rum f.eks. har meget glas.

Beregning af varmetab - Varmetabsramme						
a.	Bruttoareal (Loft/tag) - Husk evt. fradrag for ovenlys b1.					M ²
b.	Vinduesareal					M ²
b1	Ovenlysareal					M ²
.						
c.	Dørareal					M ²
d.	Ydervægsareal - Husk evt. fradrag for vinduer og døre b. og c.					M ²
e.	Nettoareal (Terrændæk)					M ²
f.	Linje Fundament					M
g.	Linje vinduer/dør					M
h.	Linje ovenlys					M
	Bygningsdel:	Areal [m²]	Temp. differens [Δt]	U-værdi [W/m²K]	Varmetab	
1						W
2						W
3						W
4						W
5						W
6						W
7						W
8						W
9						W
10						W
	Linjetab					
		Længde [m]				
11						W
12						W
13						W
14						W
15						W
	Varmetab fra konstruktioner:					W
	Ventilationstab					
16	Naturligt ventileret (X)		Mekanisk ventileret (X)			
N _v	Varmetab for naturlig ventilation $\phi_v = p \cdot c \cdot \frac{q_a}{1000} \cdot A \cdot (\theta_i - \theta_e)$					W
M _v	For mekanisk ventilation $\phi_v = (p \cdot c \cdot (q_2 + q_3) \cdot (\theta_i - \theta_e)) - (p \cdot c \cdot q_1 \cdot (\theta_i - \theta_e))$					W
	Samlet transmissionstab for bygning/rum					W



Opgave 1

1. Hvorfor skal der laves en varmetabsramme over et hus?

2. Er det – i følge bygningsreglementet lovligt at have 37 % vinduer i et parcelhus, begrund dit svar?

3. Hvor meget skal en bolig ventileres med?

4. Hvad er definitionen på en U-værdi?

5. Hvilken udetemperatur bruges til at beregne varmetabet?

6. Hvilken indetemperatur bruges til at beregne varmetabet?

7. Hvad er et linietaf - og hvordan måles det?

8. Hvad bruges en varmetabsramme til?

Varmetabsberegning



9. Hvad ventilationstabet for et hus på 165 m² med naturlig ventilation?

Eksempel på varmetabsberegning:

Der foretages en varmetabsberegning på et enfamiliehus på 120 m², i et plan med følgende konstruktioner:

- Isoleret terrændæk i henhold til BR10 krav.
- 41 cm tykke ydervægge opført med teglsten som for og bagmur og isoleret med 19 cm kl. 37 isolering.
- Isoleret loft i henhold til BR10 krav.

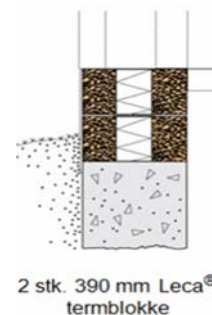
Opmåling:

- Bygningens udvendige mål er 8 x 15 meter, hvilket udgør 120 m².
- Ovenlysvindue udgør 2 stk. Velux vinduer på $0,8 \times 1,4 \text{ m} = 2,24 \text{ m}^2$
- Vinduer og døre udgør i alt 26 % af brutto arealet eller $120 \text{ m}^2 \times 0,26 = 2,24 \text{ m}^2 = 28,96 \text{ m}^2$

- Areal af loft opmåles til udvendig vægge: $8 \times 15 \text{ meter} = 120 \text{ m}^2$
- Areal af gulv med gulvvarme opmåles indvendigt. Da vægtykkelsen er 41 cm, bliver det indvendige areal: $14,18 \times 7,18 \text{ meter} = 101,81 \text{ m}^2$
- Areal af ydervægge skal opmåles udvendigt (længden af vægge) x (højden, målt fra gulv til overkant loftsisolering). Højden sættes til 2,8 meter: $(15 + 15 + 8 + 8) \times 2,8 \text{ m} = 128,8 \text{ m}^2$
- Længden af fundamenter udgør: $15 + 15 + 8 + 8 = 46,0 \text{ m}$
- Længden af vinduesfalsen findes normalt ved en opmåling af omkredsen på hvert vindue, men i eksemplet kender jeg kun m². Så anvendes kvadratroden til at finde omkredsen af vinduer og døre: $\sqrt{28,96 \text{ m}^2} = 5,38 \text{ m} * 4 \text{ sider} = 21,53 \text{ m}$
- Længden af ovenlyssamlingen udgør: $(0,8 + 1,4 + 0,8 + 1,4) \times 2 \text{ stk.} = 8,8 \text{ m}$

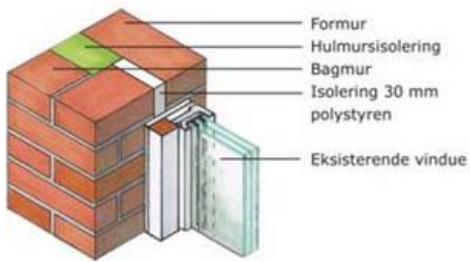
Linjetab:

- Fundamenter; udføres med 2 stk. leca therm blokke sat ovenpå hinanden, hvilket giver et linjetab på **0,12 W/mK**.

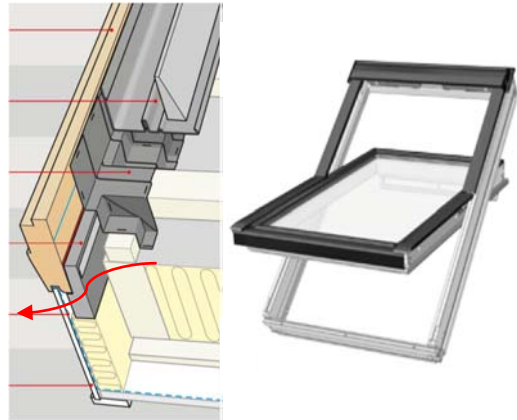


- Vinduer og yderdøre udføres med en 30 mm polystyren isolering i falsen, hvilket jf. DS418 giver et linjetab på **0,03 W/mK**.

Varmetabsberegning



- Ovenlys udføres med den medfølgende isolering fra Velux som giver et **linjetab** på **0,09 W/mK**.



Bygningen skal ventileres naturligt igennem friskluftsventiler i ydervægge, og aftræksventiler i rum med meget damp som bryggers og badeværelser.

Eksempel forsat:

Beregning af varmetab - Varmetabsramme

a.	Bruttoareal (Loft/tag) - Husk evt. fradrag for ovenlys b1.	$120 - 2,24 = 117,76$	M ²
b.	Vinduesareal	$= 28,96$	M ²
b1	Ovenlysareal	$= 2,24$	M ²
c.	Dørareal	-	M ²
d.	Ydervægsareal - Husk evt. fradrag for vinduer og døre b. og c.	$128,8 - 28,96 = 99,84$	M ²
e.	Nettoareal (Terrændæk)	$= 101,81$	M ²
f.	Linje Fundament	$= 46,00$	M
g.	Linje vinduer/dør	$= 21,53$	M
h.	Linje ovenlys	$= 8,80$	M

	Bygningsdel:	Areal [m ²]	Temp. differens [Δt]	U-værdi [W/m ² K]	Varmetab	
1	Lofter	117,76	32	0,10	376,83	W
2	Ydervægge	99,84	32	0,18	575,09	W
3	Gulv/terrændæk	101,81	20	0,10	203,62	W
4	Vinduer og døre	28,96	32	1,40	1297,41	W
5	Ovenlys	2,24	32	1,50	107,52	W

Varmetabsberegning



Linjetab						
		Længde [m]				
11	Fundament	46,00	42	0,12	231,84	W
12	Vinduer og døre	21,53	32	0,03	20,67	W
13	Ovenlys	8,80	32	0,09	25,34	W
Varmetab fra konstruktioner:					2838,32	W
Ventilationstab						
16	Naturligt ventileret (X)	X	Mekanisk ventileret (X)			
N _v	Varmetab for naturlig ventilation $\phi_v = p \cdot c \cdot \frac{q_a}{1000} \cdot A \cdot (\theta_i - \theta_e)$				1397,88	W
M _v	For mekanisk ventilation $\phi_v = (p \cdot c \cdot (q_2 + q_3) \cdot (\theta_i - \theta_e)) - (p \cdot c \cdot q_1 \cdot (\theta_i - \theta_e))$					W
Samlet transmissionstab for bygning/rum					4236,20	W



Opgave 2

Varmetabsrammeberegning

1. Beregn varmetabsrammen for et enfamilieshus i et plan efter reglerne jf. gældende bygningsreglement

Forudsætning:

- Husets udvendige mål er 9,6 x 13,8 m.
- Gulvet er isoleret med 2 x 50 mm A-terrænbats kl. 37.
- Ydervæggen består i alt af en 35 cm mur med hulrum for isolering. Der er anvendt tegl som formur og letklinkerbeton som bagmur. Isolering A-murbats kl. 37.-
- Rumhøjden er 235 cm.
- Loft er isoleret med 250 mm papiruld kl. 39.
- Vinduer og døre:
 - Dør - 2 stk. a. 2,15 x 0,97 m.
 - Vinduer - 5 stk. a. 1,21 x 1,21 m.
 - Vindue - 1 stk. a. 2,15 x 0,97 m.
 - Vinduer - 2 stk. a. 1,21 x 0,61 m.
 - Vindue - 1 stk. a. 1,65 x 2,05 m.
- Vinduer og døre udført med linjetab på 0,06 W/m²K.
- Randfundament udført med linjetab på 0,20 W/m²K.
- Huset ventileres naturligt og klimaskærmen er lidt utæt, hvilket giver et naturligt lufts skifte på 0,4 [l/s m²]

2. Beregn de nødvendige Watt pr. m² til at kunne udregne forindstillingen til radiatorerne?

3. Hvor meget varmetab kan der spares ved at etablere et mekanisk ventilationsanlæg med varmegenvinding på 85 %?



Beregning af varmetab - Varmetabsramme						
a.	Bruttoareal (Loft/tag) - Husk evt. fradrag for ovenlys b1.					M ²
b.	Vinduesareal					M ²
b1	Ovenlysareal					M ²
.						
c.	Dørareal					M ²
d.	Ydervægsareal - Husk evt. fradrag for vinduer og døre b. og c.					M ²
e.	Nettoareal (Terrændæk)					M ²
f.	Linje Fundament					M
g.	Linje vinduer/dør					M
h.	Linje ovenlys					M
	Bygningsdel:	Areal [m ²]	Temp. differens [Δt]	U-værdi [W/m ² K]	Varmetab	
1						W
2						W
3						W
4						W
5						W
6						W
7						W
8						W
9						W
10						W
Linjetab						
		Længde [m]				
11						W
12						W
13						W
14						W
15						W
Varmetab fra konstruktioner:						W
Ventilationstab						
16	Naturligt ventileret (X)		Mekanisk ventileret (X)			
N _v	Varmetab for naturlig ventilation $\phi_v = p \cdot c \cdot \frac{q_a}{1000} \cdot A \cdot (\theta_i - \theta_e)$					W
M _v	For mekanisk ventilation $\phi_v = (p \cdot c \cdot (q_2 + q_3) \cdot (\theta_i - \theta_e)) - (p \cdot c \cdot q_1 \cdot (\theta_i - \theta_e))$					W
Samlet transmissionstab for bygning/rum						W



Opgave 3

Varmetabsrammeberegning

1. Beregn varmetabsrammen for et enfamilieshus i 2 plan (kælder og stue) ud fra vedhæftede tegningsmateriale, og efter reglerne jf. gældende bygningsreglement

Forudsætning:

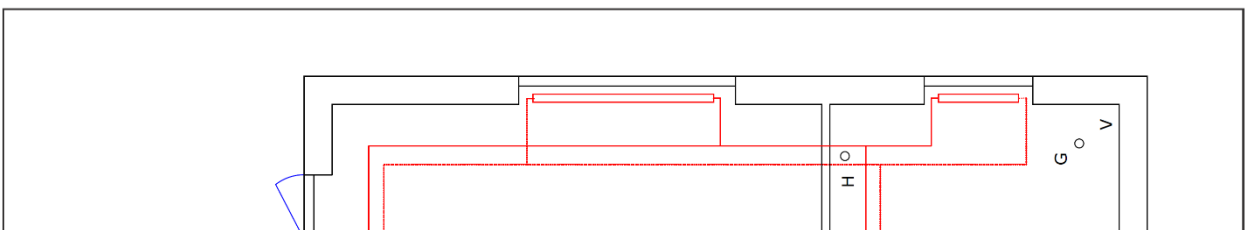
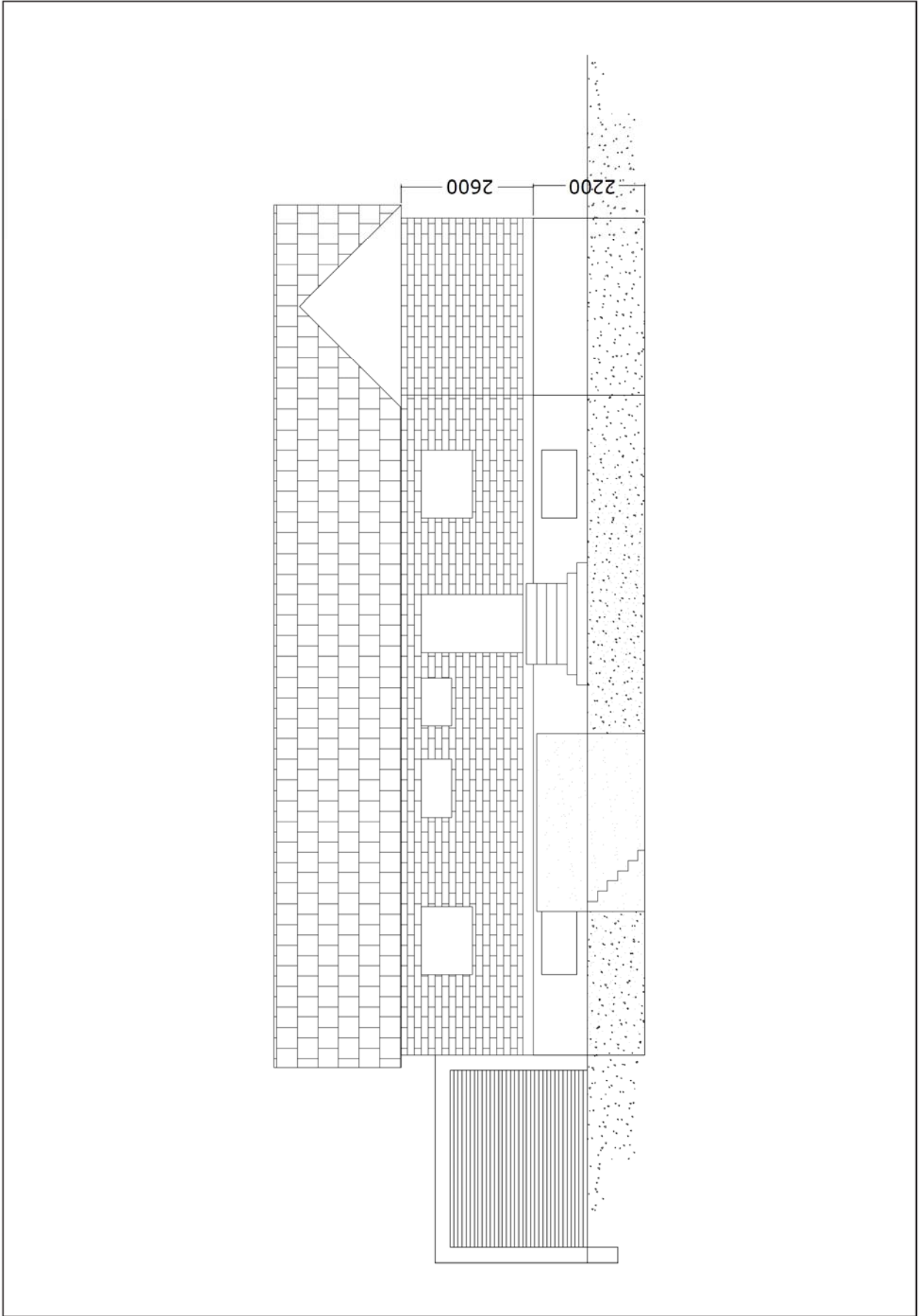
- Tegninger er vedhæftet.
- Kældergulvet er isoleret med 150 mm polystyren kl. 41.
- Kælderydervæggen mod jord består af en 25 cm betonmur plus 100 mm isolering mod kælder opsat i træskellet hvor regler er placeret pr. 60 cm.
- 1,1 m ydervæg er mod jord, øvrige ydervægge er udført med hulmur.
- Kælderplan opvarmes til 16 grader og stueplan til 20 grader.
- Etageadskillelse medregnes ikke.
- Ydervægge mod det fri er udført som 20 cm træskellet konstruktion med gips indvendigt og 11 cm teglsten udvendigt, samlet tykkelse på 35 cm. Isolering A-murbats kl. 37.
- Garagen medregnes ikke.
- Alle vinduer i stueetagen har en højde på 1000 mm.
- Alle døre i stueetagen har en højde på 2100 mm.
- Alle vinduer i kælderen har en højde på 600 mm.
- Alle døre i kælderen har en højde på 2000 mm
- Loft er isoleret med 250 mm mineraluld kl. 34.
- Vinduer og døre udført med linjetab på 0,04 W/m²K.
- Randfundament udført med linjetab på 0,20 W/m²K.
- Huset ventileres mekanisk med en virkningsgrad på 85 %.

2. Beregn de nødvendige Watt pr. m² til at kunne udregne forindstillingen til radiatorerne?

3. Udregn forindstillingsværdierne til de enkelte rum. Der anvendes radiatorventiler som fabrikat Danfoss type RA-U?

Rum	Vandmængde	Forindstilling
<i>Stueplan</i>		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
9		
10		
<i>Kælder</i>		
11		
12		
12		
13		
14		
15		
15		
16		
17		
18		

4. Ekstra! Dimensionere radiatorer til bygning. Radiator størrelser dimensioneres ud fra DS469, hvilket betyder en fremløbstemp. på 55 °C, som krav til kondenserende kedler, og en retur på 35 °C. Som hjælp hertil kan www.RIO.dk anvendes, hvor man kan ændre temperatursættet.
<http://www.riopanel.dk/da/download/ydelsestabel/>





Bilag

Beregning af varmetab - Varmetabsramme						
a.	Bruttoareal (Loft/tag) - Husk evt. fradrag for ovenlys b1.					M ²
b.	Vinduesareal					M ²
b1	Ovenlysareal					M ²
.						
c.	Dørareal					M ²
d.	Ydervægsareal - Husk evt. fradrag for vinduer og døre b. og c.					M ²
e.	Nettoareal (Terrændæk)					M ²
f.	Linje Fundament					M
g.	Linje vinduer/dør					M
h.	Linje ovenlys					M
	Bygningsdel:	Areal [m²]	Temp. differens [Δt]	U-værdi [W/m² K]	Varmetab	
1						W
2						W
3						W
4						W
5						W
6						W
7						W
8						W
9						W
10						W
	Linjetab					
		Længde [m]				
11						W
12						W
13						W
14						W
15						W
	Varmetab fra konstruktioner:					
	Ventilationstab					
16	Naturligt ventileret (X)		Mekanisk ventileret (X)			
N _v	Varmetab for naturlig ventilation $\phi_v = p \cdot c \cdot \frac{q_a}{1000} \cdot A \cdot (\theta_i - \theta_e)$					W
M _v	For mekanisk ventilation $\phi_v = (p \cdot c \cdot (q_2 + q_3) \cdot (\theta_i - \theta_e)) - (p \cdot c \cdot q_1 \cdot (\theta_i - \theta_e))$					W
	Samlet transmissionstab for bygning/rum					
						W



Beregning af varmetab - Varmetabsramme						
a.	Bruttoareal (Loft/tag) - Husk evt. fradrag for ovenlys b1.					M ²
b.	Vinduesareal					M ²
b1	Ovenlysareal					M ²
.						
c.	Dørareal					M ²
d.	Ydervægsareal - Husk evt. fradrag for vinduer og døre b. og c.					M ²
e.	Nettoareal (Terrændæk)					M ²
f.	Linje Fundament					M
g.	Linje vinduer/dør					M
h.	Linje ovenlys					M
	Bygningsdel:	Areal [m²]	Temp. differens [Δt]	U-værdi [W/m² K]	Varmetab	
1						W
2						W
3						W
4						W
5						W
6						W
7						W
8						W
9						W
10						W
	Linjetab					
		Længde [m]				
11						W
12						W
13						W
14						W
15						W
	Varmetab fra konstruktioner:					
	Ventilationstab					
16	Naturligt ventileret (X)		Mekanisk ventileret (X)			
N _v	Varmetab for naturlig ventilation $\phi_v = p \cdot c \cdot \frac{q_a}{1000} \cdot A \cdot (\theta_i - \theta_e)$					W
M _v	For mekanisk ventilation $\phi_v = (p \cdot c \cdot (q_2 + q_3) \cdot (\theta_i - \theta_e)) - (p \cdot c \cdot q_1 \cdot (\theta_i - \theta_e))$					W
	Samlet transmissionstab for bygning/rum					
						W



Datablad



* Byggerække F (RA-U)
* Byggerække D (RA-UR)

Ventilhus type RA-U og RA-UR til radiatortermostat RA 2000



Anvendelse

Ventilhus af typen RA-U og RA-UR er fortrinsvis beregnet til at installere i varmeanlæg med små flow-mængder gennem radiatorerne. RA-U monteres i radiatorens fremløb og RA-UR i returløbet.

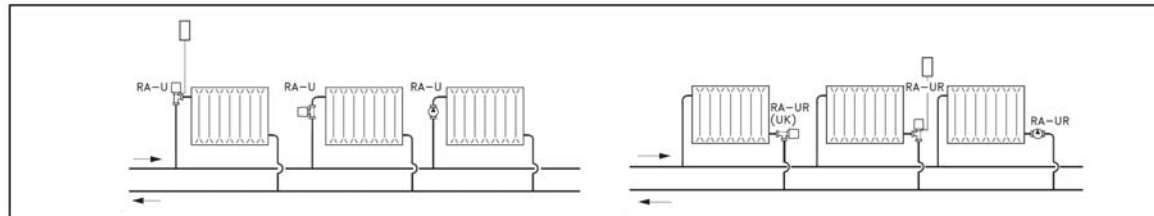
RA-UR egner sig specielt til udskiftning af allerede installerede ventilhus af typen FJVR, da de har samme byggemål. RA-U og RA-UR kan kendes fra de øvrige RA-ventiler på den gule beskyttelseshætte og på "U"-mærket på ventilhalsen. En pil på ventilhuset viser gennemløbsretningen.

RA-U og RA-UR har integreret forindstilling, så den maksimale vandgennemstrømning ikke overskrides.

Alle elementer i RA 2000 serien passer på RA-U og RA-UR ventiler. Elementtilslutning sker med enkel og stærk sammenkobling. Ventilhusets pakdåse kan udskiftes, mens der er vand og tryk på anlægget.

Hvis det er nødvendigt at tilsætte kemikalier til det cirkulerende vand for at undgå kalkaf sætning og korrosion, er det vigtigt, at leverandørens anvisninger overholdes.

Anlægsprincip



Forindstilling



De dimensionerede indstillingsværdier indstilles let og nøjagtigt uden brug af værktøj:

- Fjern beskyttelseshætten eller følerelementet
- Løft indstillingsringen
- Drej indstillingsringen mod uret indtil den ønskede skalaværdi er ud for referencemærket
- Slip ringen og kontrollér indstillingen

Forindstillings- område

Der kan vælges forindstillinger mellem 1 og 7 i trin på 0,5. Ved indstilling "N" er ventilen helt åben. Indstilling i det skraverede område på tegningen skal undgås.

Når følerelementet er monteret, er forindstillingen fastlåst og dermed sikret mod utilsigtet ændring.



Datablad Ventilhus e RA-U og RA-UR med integreret forindstilling

Bestillingsnumre og tekniske data

Type	Best.nr.	VVS-nr.	Udførelse	Tilslutning ISO 7-1		Forindstilling (1-N)										Max. arbejds-tryk bar	Max. diff.-tryk ²⁾ bar	Prøve-tryk bar	Max. vand-temp. °C	
				Til-gang	Af-gang	k _v -værdi ¹⁾														k _{vs}
						1	2	3	4	5	6	7	N	N						
RA-U 10 ³⁾ 4)	013G3231 013G3232	403193.003 403192.003	Vinkel Lige	R _p 3/8	R3/8	0,02	0,04	0,07	0,12	0,19	0,27	0,33	0,48	0,57		10	1,0	16	120	
RA-U 15 ³⁾ 4)	013G3233 013G3234	403193.004 403192.004	Vinkel Lige	R _p 1/2	R1/2															
RA-UR 10 ³⁾	013G3299 013G3298 013G3297	403113.003 403112.003 403114.003	Vinkel Lige UK	R _p 3/8	R3/8	0,02	0,03	0,06	0,08	0,14	0,20	0,27	0,47	0,53						
RA-UR 15 ³⁾	013G3229 013G3228	403113.004 403112.004	Vinkel Lige	R _p 1/2	R1/2															

¹⁾ k_v-værdierne angiver gennemstrømningsmængden (Q) i m³/h ved en given løftehøjde og et trykfald (p) over ventilen på 1 bar. $k_v = \frac{Q}{\sqrt{p}}$. Ved indstilling «N» er k_v-værdien i henhold til EN 215-1 angivet ved X_p= 2 K. Ved lavere forindstillingsværdier formindskes X_p til indstilling «1», hvor X_p = 0,5 K. Ved forindstillinger mellem «1» og «N» ligger X_p mellem 0,5 og 2 K. X_p = 2 K betyder, at ventilen er lukket ved en temperatur på 2°C over den indstillede. k_{vs}-værdierne angiver Q ved fuld løftehøjde, dvs. ved helt åben ventil.

²⁾ Max. differenstryk angiver det maksimale tryk ved hvilket ventilerne giver en tilfredsstillende regulering. Disse grænser tager ikke hensyn til evt. støj. Det må anbefales altid at vælge pumper, der ikke giver mere tryk, end der er brug for til cirkulation af den nødvendige vandmængde. Erfaringen viser, at i de fleste anlæg er et differenstryk over ventilerne på 0,1-0,3 bar tilstrækkeligt. Differenstrykket kan reduceres ved anvendelse af Danfoss differenstrykregulatorer AVPL, AVP, IVD eller ASV-P.

³⁾ Tilgangstuds forberedt for klemring og nippel, se datablad "Klemringsfittings".

⁴⁾ Byggerække F.

⁵⁾ Byggerække D.

Kapacitet

Målebetingelser for støjkurver

Prøverum: ISO 3743
(L: 5,3 x B: 4,9 x H: 2,6 m)
Efterklangstid: 1 sekund
Grundstøjniveau: L_p 13-15 dB(A)
Mikrofonafstand: 1,2 m fra ventil

Radiator: DIN 4722, type 500/160.
H x B: 550 x 1500 mm.

Bygningsreglementet af marts 1985 angiver 35 dB(A) som det højest tilladte støjniveau for varmeanlæg i beboelsesrum.

Dimensioneringseksempel

Varmebehov: 0,7 kW (600 kcal/h)
Afkøling over radiator: 30°C.
Differenstryk: 0,1 bar

Volumenstrøm: $\frac{0,7}{30 \times 1,16} = 0,02 \text{ m}^3/\text{h}$ (20 l/h)

Indstillingen aflæses i kapacitetsdiagrammerne på næstfølgende side:

RA-U 10: Indstillingsværdi 3
RA-U 15: Indstillingsværdi 3

Hvis det aflæste dimensioneringspunkt ligger mellem 2 indstillinger, vælges den højeste.

Indstillingsværdierne kan også aflæses direkte i skemaet "Bestillingsnumre og tekniske data" v.h.a. k_v-værdien.

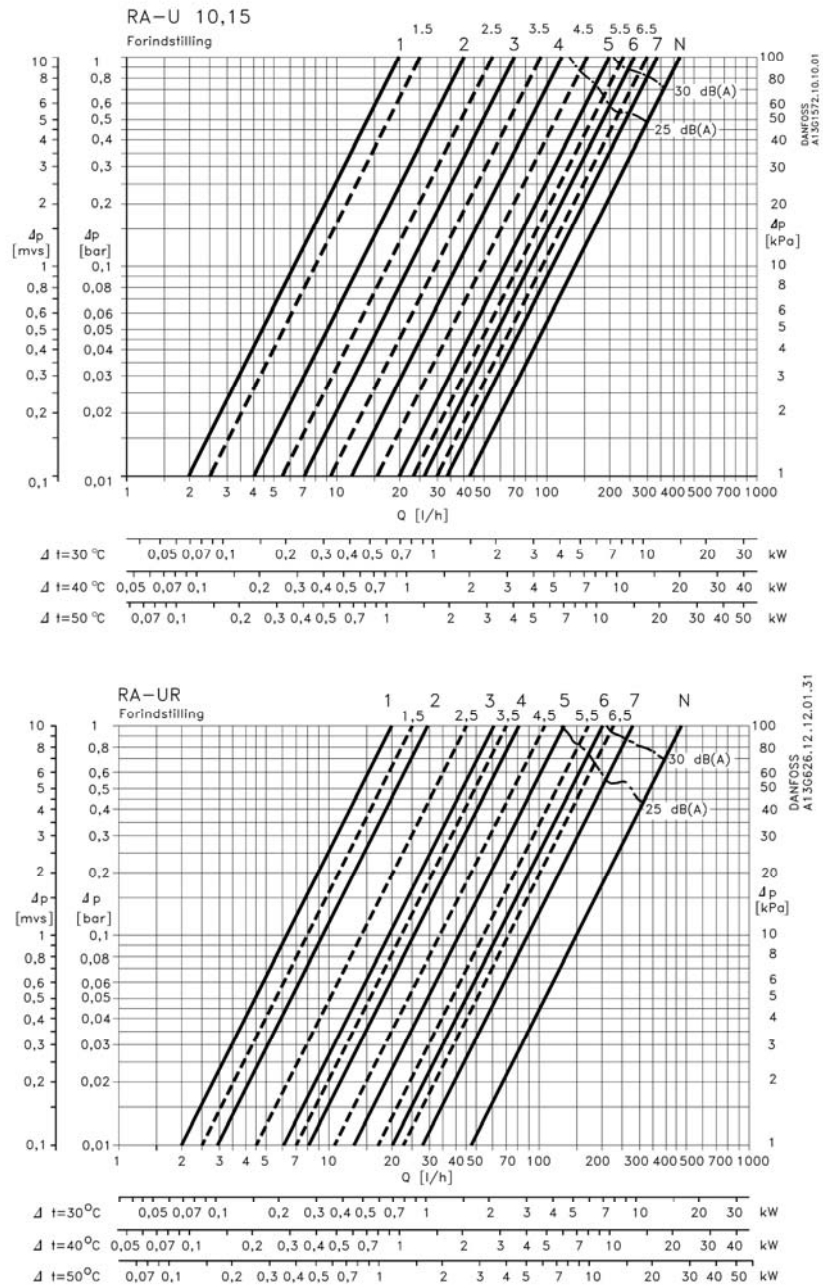
$$k_v = \frac{Q}{\sqrt{p}} = \frac{0,02}{\sqrt{0,1}} = 0,06 \text{ m}^3/\text{h}$$



Datablad

Ventilhuse RA-U og RA-UR med integreret forindstilling

Kapacitet



Kapaciteterne er angivet ved et P-bånd mellem 0,5 K og 2 K.

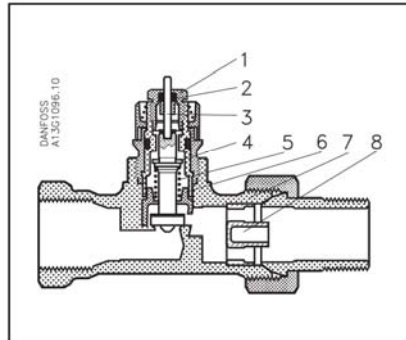


Datablad

Ventilhuse RA-U og RA-UR med integreret forindstilling

Konstruktion

1. O-rings pakdåse
2. O-ring
3. Trykstift
4. Pakning
5. Returfjeder
6. Drevlebøsning
7. Ventilhus
8. kv-prop



Radiatortermostaten består af et af de termostatiske elementer i RA 2000-serien og ventilhus RA-U eller RA-UR.

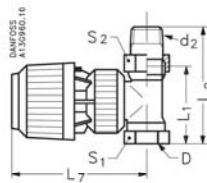
Element og ventilhus bestilles hver for sig.

Vandberørte materialer

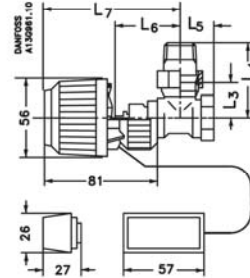
Metal	Ventilhus og øvrige metaldele	Ms 58
	Trykstift og ventilfjeder	Kroms tål
Plast	Drevlebøsning	PPS
	kv-prop (RA-U)	PP
Gummi	O-ring	EPDM
	Ventilkegle	NBR

Ventilhuset er forniklet udvendigt.

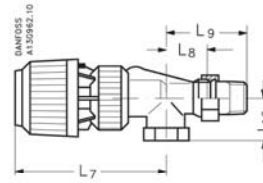
Mål



RA 2610 + RA-U/UR



RA 2612 + RA-U/UR



RA 2610 + RA-UR UK-model

RA 2020 + RA-U/UR

Type	Tilslutning			L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	L ₇	L ₈	L ₉	L ₁₀	NV	
	DN	D	d ₂											S ₁	S ₂
RA-U 10 vinkel	10	R _p ^{3/8}	R ^{1/8}			24	49	20	47	96				22	27
RA-U 10 lige	10	R _p ^{3/8}	R ^{1/8}	50	75				47	96				22	27
RA-U 15 vinkel	15	R _p ^{1/2}	R ^{1/2}			26	53	23	47	96				27	30
RA-U 15 lige	15	R _p ^{1/2}	R ^{1/2}	55	82				47	96				27	30
RA-UR 10 vinkel	10	R _p ^{3/8}	R ^{1/8}			28	53	27	52	101				22	27
RA-UR 10 lige	10	R _p ^{3/8}	R ^{1/8}	60	85				47	96				22	27
RA-UR 10 UK	10	R _p ^{3/8}	R ^{1/8}						47	96	28	53	27	22	27
RA-UR 15 vinkel	15	R _p ^{1/2}	R ^{1/2}			28	53	27	47	96				22	27
RA-UR 15 lige	15	R _p ^{1/2}	R ^{1/2}	67	95				47	96				22	27

Danfoss påtager sig intet ansvar for mulige fejl i kataloger, brochurer og andet trykt materiale. Danfoss forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i sine produkter, herunder i produkter, som allerede er i ordre, såfremt dette kan ske uden at ændre allerede aftalte specifikationer. Alle varemærker i dette materiale tilhører de respektive virksomheder. Danfoss og Danfoss-logoet er varemærker tilhørende Danfoss A/S. Alle rettigheder forbeholdes.



Danfoss A/S Salg Danmark

Jegstrupvej 3
8361 Hasselager
Telefon: 8948 9111
Telefax: 8948 9311
E-mail: danfossdk@danfoss.dk
Internet: www.danfoss.dk