

Byggeri og energi

**Hvad kan vi gøre for
at begrænse energiforbruget i vores
bygninger?**

Energimærkning: A2010, A2015 A2020.



Krav fra folketinget

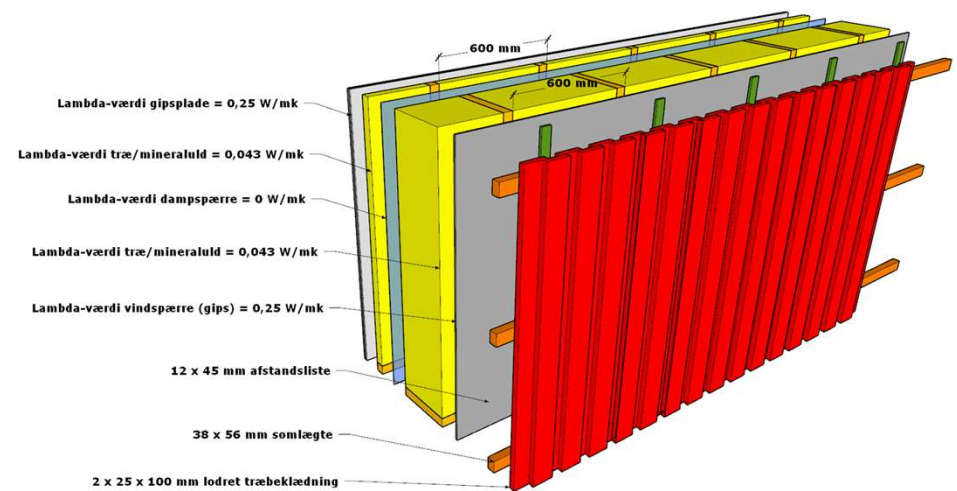
- Den overordnede målsætning i Danmark er at blive et lavemissionssamfund i 2050. Det er fastsat i den seneste energiaftale fra 2018, som alle partier i Folketinget er med i. Der har også tidligere været målsætninger specifikt på bygningsområdet, fx med Strategi for reduktion af energiforbrug i bygninger og Strategi for energirenovering af bygninger.
- De overordnede rammer for byggeri i Danmark fremgår af Byggeloven. Rammerne handler fx om, at bygninger skal være sikre, sunde og ikke bruge unødige ressourcer. De konkrete love og regler for byggebranchen og bygherrer fremgår af Bygningsreglementet. Der udkommer et nyt bygningsreglement hver 3-5 år fra den ansvarlige byggestyrelse under Bygningsministeriet.

Tæthed og u-værdier

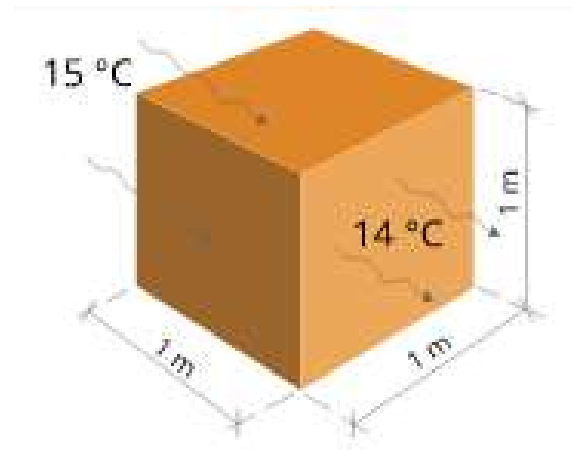
- Blowdoor



- U- værdier



Varmeledningsevnen



- Varmeledningsevnen λ angiver, hvor meget varme der ledes gennem 1 m^2 af et 1 m tykt materiale (1 m^3), når temperaturforskellen på hver side af materialet er 1 grad.
- Et materiale med høj varmeledningsevne (høj λ -værdi) leder varme godt og isolerer derfor dårligt.
- Et materiale med lav varmeledningsevne (lav λ -værdi) leder varme dårligt og isolerer derfor godt.
- Altså:
Høj λ -værdi = isolerer dårligt.
Lav λ -værdi = isolerer godt.

Et materiales vægtfylde

- Eksempel
- Mineraluld har en λ -værdi på ca. 0,033 W/mK.
- Teglsten (mursten) har en λ -værdi på 0,5 W/mK.
- Mineraluld isolerer dermed ca. 15 gange så godt som teglsten (0,5 divideret med 0,033 = 15,15).
- Det vil sige, at 100 mm mineraluld isolerer lige så godt som 1500 mm teglsten (100 x 15 = 1500).

Det, som afgør et materiales varmeledningsevne (λ -værdi), er materialets vægtfylde.

Det vil sige, hvor meget materialet vejer i forhold til det, det fylder. Jo højere vægtfylde jo bedre varmeledningsevne.

Fx vejer 1 m³ metal mere end 1 m³ mineraluld. Altså leder metal varmen bedre end mineraluld og har derfor en højere λ -værdi.

Lamдавærdier

- Forskellige materialer

Materiale	λ -værdi (W/mK)
Aluminium	220
Rustfrit-stål	17
Beton	0,8-1,7
Glas	0,8
Mursten	0,49-0,74
Vand	0,55-0,58
Træ (fyr)	0,12
Isoleringsmaterialer	0,03-0,10

- Isolering:

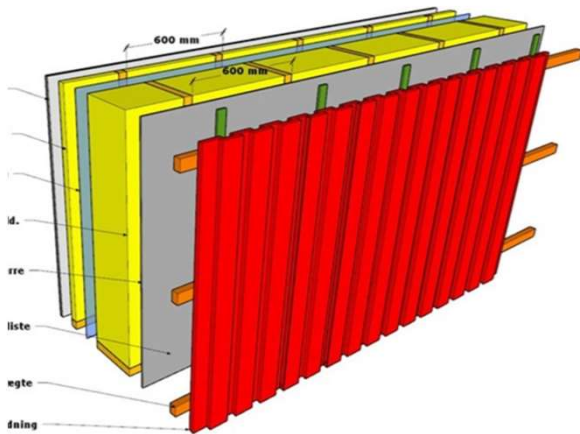
Isoleringsbatts, isoleringsplader o.l.

Materiale	λ -værdi (W/mK)
Celleglas	0,038-0,050
Mineraluld	0,032-0,043
Polystyren	0,034-0,041
PUR	0,021
Grå EPS (polystyren)	0,031

Løsfyldsprodukter til bl.a. hultursisolering og loft

Materiale	λ -værdi (W/mK)
Cellulose	0,040
Ekspanderet perlite	0,042
Letklinker	0,085-0,090
Mineraluld	0,038-0,042

Hvad er en U- Værdi



- **U-værdi**

U-værdien er udtryk for hvor meget varme, der trænger ud gennem 1 m² af en bygningskonstruktion.

- **Huskeregel**

Jo lavere U-værdi desto bedre isolerer konstruktionen. Derfor falder U-værdien, hvis isoleringstykkelsen øges.

- **Krav til U-værdi**

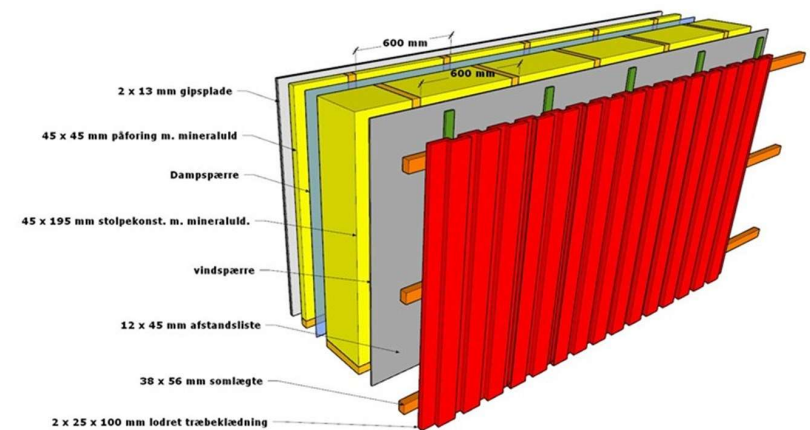
Bygningsreglementet stiller krav til bygningsdeles U-værdi. Det vil sige, at der stilles krav til, hvor meget varme der må trænge ud gennem forskellige bygningskonstruktioner.

- **Definition af U-værdi**

U-værdien angives i W/m²K og fortæller, hvor stor en varmestrøm målt i W (watt), der passerer gennem 1 m² af konstruktionen, når temperaturforskellen mellem den indvendige og den udvendige flade er 1 K (Kelvin), som også svarer til 1 °C.

Beregning af en konstruktions U-værdi

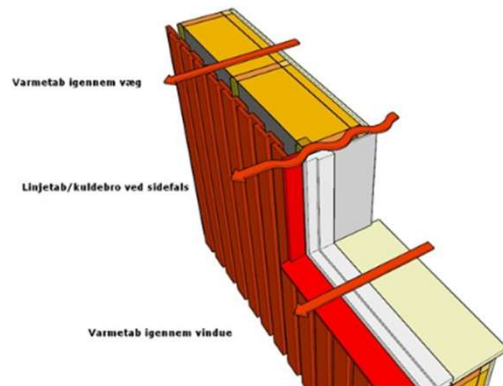
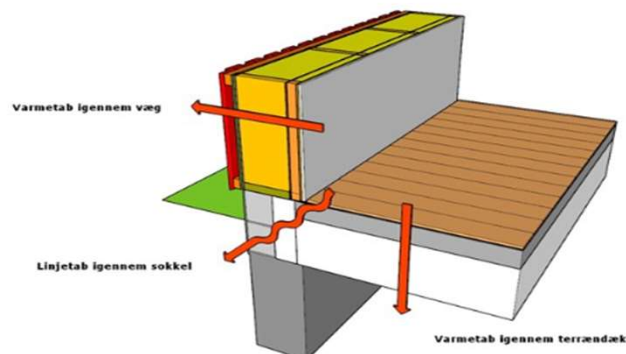
- Når man skal beregne U-værdien på en sammensat konstruktion, skal man først beregne de enkelte lags modstand mod varmeledning, kaldet isolans.
- $\text{Isolans} = \frac{\text{Materialets tykkelse i m}}{\text{materialets Lambda-værdi}}$.
- Har bygningsdelen flere lag, er den samlede isolans summen af lagenes isolans.
- Bygningsdelens U-værdi er herefter = 1 divideret med summen af lagenes isolans.



U-værdi ved let ydervæg

Materialelag	Tykkelse l m	λ-værdi [W/mK]	Isolans [R] [m²K/W]
Indv. Overgangsisolans mod ydervæg			0,130
Gipsplade	0,026	0,250	0,104
Mineraluld kl. 37 + træ 45/600 mm	0,045	0,043	1,047
Dampspærre			
Mineraluld kl. 37 + træ 45/600 mm	0,195	0,043	4,535
Vindspærre af gips	0,009	0,250	0,036
Ventileret facadebeklædning			0,130
Samlet isolans			5,981
U-værdi = 1 / isolans			0,17

Linjetab



- Linjetab er betegnelsen for et ekstra varmetab, dvs. et varmetab der er ud over varmetabet gennem de enkelte konstruktioner - eller sagt på en anden måde - ud over de enkelte konstruktioners U-værdi.
- Linjetab opstår bl.a. i samlinger mellem konstruktionsdele i klimaskærmen, fx i samlingen mellem ydervæg og vindue, eller hvor betongulv og fundament mødes.
- Hvis et betongulv med gulvvarme fx ikke er ordentligt adskilt fra betonfundamentet, kan man opleve, at sneen langs fundamentet smelter, fordi varme trænger ud fra bygningen og overføres til omgivelserne. Tilsvarende kan man opleve, at gulvet tættest på væggen er koldt, fordi det står i direkte forbindelse med den kolde sokkel.
- Bygningsreglementet stiller krav om, at linjetabet langs fundamenter og vinduer ikke må overstige bestemte grænseværdier.



Ole Henriksen 2019

Opslag for u-værdiskrav

The screenshot shows the homepage of Bygningsreglementet.dk. The header features the website name and a search bar. Below the header, there is a table of contents for technical provisions. The table is organized into three columns. The first column lists provisions 1 through 6, the second column lists provisions 9 through 13, and the third column lists provisions 16 through 20. Each provision is numbered and followed by a description of the technical requirement. The background of the website is a cityscape image.

Bygningsreglementet.dk

Søg

1 Administrative bestemmelser (§ 1 - § 47)

Tekniske bestemmelser

2 Adgangsf forhold (§ 48 - § 62)	9 Bygningens indretning (§ 196 - § 241)	16 Legepladser mv. (§ 358 - § 367)
3 Affaldssystemer (§ 63 - § 68)	10 Elevatorer (§ 242 - § 249)	17 Lydforhold (§ 368 - § 376)
4 Afløb (§ 69 - § 81)	11 Energiforbrug (§ 250 - § 298)	18 Lys og udsyn (§ 377 - § 384)
5 Brand (§ 82 - § 158)	12 Energiforsyningsanlæg i tilknytning til bygninger (§ 299 - § 328)	19 Termisk indeklima og installationer til varme- og køleanlæg (§ 385 - § 392)
6 Brugerbetjente anlæg (§ 159- § 160)	13 Forureninger (§ 329 - § 333)	20 Ubebyggede arealer ved

<http://byggningsreglementet.dk/Tekniske-bestemmelser/11/Krav>

11

Energiforbrug (§ 250 - § 298)

Se reglementet i en anden periode

BR18 (Aktuel) ▼





Krav

Vejledning

Fold alle ud

§ 250 - § 256	Energiforbrug	▼	
§ 257	Generelle mindstekrav til klimaskærm	▼	
§ 258	Generelle mindstekrav til vinduer, glasydervægge, ovenlysvinduer og glastage	▼	
§ 259	Energirammer for boliger, kollegier, hoteller og lignende	▼	
§ 260	Energirammer for andre bygninger end boliger	▼	
§ 261 - § 266	Krav ved brug af energiramme	▼	
§ 267 - § 270	Energikrav ved ændret anvendelse	▼	
§ 271 - § 273	Energikrav ved tilbygninger	▼	

<http://byggningsreglementet.dk/Tekniske-bestemmelser/11/Krav>

§ 283

Sommerhuse, campinghytter og lignende ferieboliger, samt tilbygninger hertil skal opfylde krav til U-værdier og linjetab, der følger af bilag 2, tabel 4.

Stk. 2. Sommerhuse, campinghytter og lignende ferieboliger samt tilbygninger hertil er ikke omfattet af §§ 258-279 og §§ 293-298.

Tabel 4 - Mindstekrav til klimaskærm for sommerhuse, campinghytter og lignende ferieboliger

Bygningsdel	U-værdi [W/m ² K]
Ydervægge og kældervægge mod jord	0,25
Skillevægge og etageadskillelser mod rum, der er uopvarmede	0,40
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum	0,15
Loft- og tagkonstruktion, herunder skunkvægge samt flade tage	0,15
Vinduer, yderdøre, ovenlysvinduer, glasydervægge, glastage og ovenlyskupler mod det fri eller mod rum, der er uopvarmede	1,8

Bygningsdel	Linjetab [W/mK]
Fundamenter	0,15
Samling mellem ydervæg og vinduer eller yderdøre, porte og lemme	0,03
Samling mellem tagkonstruktion og ovenlysvinduer eller ovenlyskupler	0,10

<https://www.rockwool.dk> / <https://www.isover.dk>



Vælg konstruktionstype:



Træ %

Isolering og isoleringstykkelse		Konstruktion	
		10% træ	15% træ
FLEXIBATTS 37	140 mm	0,29	0,31
	165 mm	0,25	0,27
	190 mm	0,22	0,23
	260 mm	0,17	0,18
	290 mm	0,14	0,16
	435 mm	0,10	0,11
	485 mm	0,09	0,10
FLEXIBATTS 34	140 mm	0,28	0,30
	165 mm	0,24	0,26
	190 mm	0,21	0,22
	260 mm	0,16	0,17
	285 mm	0,13	0,15
	430 mm	0,09	0,10

- Træ % stolper c/c 60 cm
- $100\text{cm} / 60\text{cm} = 1,67$
- $1,67 \times 4,5 \text{ cm} = 7,5\%$

- Træ % stolper c/c 45 cm
- $100\text{cm} / 45\text{cm} = 2,22$
- $2,22 \times 4,5 \text{ cm} = 9,99\%$