



TILPASSET  
BR18

# Den lille lune

for byggefagfolk



17. JANUAR 2024

# Ny udgave af Den lille lune

Den lille lune har i mere end 50 år været danske håndværkeres foretrukne guide, når det drejer sig om byggeteknik og isolering.

Udviklingen går stærkt. Både hvad angår byggeteknik og nye materialer, men også med hensyn til information.

I denne nye opdaterede udgave har vores mål været 4 ting:

- **Enkelhed**
- **Overskuelighed**
- **Brugervenlighed**
- **Bygningsreglement 2018**

Tungere og mere teoretisk information finder du på [rockwool.dk](http://rockwool.dk).

I denne udgave har vi fokuseret på at vise endnu flere konstruktionseksempler med konkrete U-værdier og tilhørende kort vejledning.

Vi kommer også ind på de væsentligste forhold i bygningsreglementet (BR 2018) - ikke mindst på grund af den øgede fokus på energioptimering af konstruktionsløsninger til nybyggeri og energirenovering.

På siderne "Godt at vide" har vi samlet øvrig relevant information om f.eks. brand, lyd og fugt.

**Rigtig god fornøjelse!**

Med venlig hilsen  
ROCKWOOL Danmark A/S

# Indholdsfortegnelse

---

<b>1. Indledning</b> .....	4
----------------------------	---

---

<b>2. Bygningsreglement 2018</b>	
Bygningsreglement 2018 .....	10
Nybyggeri.....	11
Tænk huset igennem .....	14
Ændret anvendelse og tilbygninger .....	15
Vedligeholdelse, ombygning og udskiftning .....	17
Sommerhuse og tilbygninger til sommerhuse .....	33
BR18 oversigt med isoleringstykkelser .....	34

---

<b>3. Nybyggeri: Konstruktioner og U-værdier</b>	
Indholdsfortegnelse .....	36
Konstruktioner .....	37
Tæthed.....	53

---

<b>4. Energirenovering og efterisolering</b>	
Indholdsfortegnelse .....	55
Rentable konstruktioner .....	56
Konstruktioner .....	58

---

<b>5. Udvendig facadeisolering</b>	
REDAir Multi.....	76
REDAir Flex .....	77
REDAir Link .....	78

---

<b>6. <a href="http://www.rockwool.dk">www.rockwool.dk</a></b> .....	80
--	----

---

<b>7. ROCKWOOL Service</b> .....	84
----------------------------------	----

---

<b>8. Godt at vide</b>	
Produktegenskaber .....	85
ROCKWOOL flexegenskaber .....	90
Brandisolering.....	92
Lydisolering og støjdemping .....	100
Fugt- og vandafvisning.....	105
Omregning af energienheder.....	106
CE-mærkning .....	107

---

# 1. ROCKWOOL stenuld er meget mere end varmeisolering

### Det får du gratis med i købet!

Valget af det rigtige isoleringsprodukt har i dag endnu større betydning end tidligere, på grund af de skærpede krav til energioptimering og ønsket om bæredygtigt byggeri.

Ved at anvende ROCKWOOL stenuld vil man ikke alene opnå en god varmeteknisk løsning. Stenuldens indbyggede egenskaber giver en ekstra kvalitet i forhold til visse andre typer isolering. Egenskaber der er med til at hæve byggeriets samlede kvalitet og give ekstra sikkerhed - f.eks. ved brand.

Den samlede sum af indbyggede egenskaber er helt unik for ROCKWOOL stenuld. Det er fordele, som du får "gratis" med i købet.



**Brandsikkerhed:** ROCKWOOL stenuld er klassificeret i de bedste brandklasser, når det gælder reaktion på brand, A1 og A2 (ubrændbar). Intet andet isoleringsmateriale hæmmer brandudvikling og brandspredning, så effektivt som stenuld.



**Lyd- og støjreduktion:** ROCKWOOL stenuld dæmper støj, regulerer lyd og forbedrer akustikken. Dette er også med til at sikre et godt og behageligt indeklima.



**Fugtafvisning:** ROCKWOOL stenuld er fugt- og vandafvisende. Hvis isoleringen udsættes for nedbør, er det derfor kun de yderste fibre, der bliver våde. Det ventileres hurtigt væk, når nedbøren ophører, hvormed stenulden optager sine oprindelige egenskaber igen.



**Komfort og miljø:** En velisoleret bygning kombineret med god ventilation er den bedste og mest økonomiske måde at sikre et godt indeklima på. Isolering, der slutter tæt, er med til at sikre en behagelig og konstant temperatur året rundt.



## Komfort og miljø

På [rockwool.dk](http://rockwool.dk) kan du finde informationer om ROCKWOOL produkters miljøprofil.

- ROCKWOOL isoleringsprodukter kan bruges i bygninger, der opfylder kravene til det nordiske miljømærke
- ROCKWOOL isoleringsprodukter har en miljøvaredeklaration (EPD)
- ROCKWOOL isolering giver point til bæredygtigt byggeri

## Vi tager bæredygtighed alvorligt

Vores produktion er omfattet af både et kvalitetssikrings-system (ISO 9001) og et miljøledelsessystem (ISO 14001). Det betyder, at vi hele tiden sætter nye mål for at bruge ressourcerne mere effektivt i vores produktion. Det gør vi blandt andet ved at reducere CO<sub>2</sub>-udledningen, øge vores anvendelse af recirkulerede materialer, og ved at anvende overskudsvarme til fjernvarme, der forsyner lokalsamfundene i Vamdrup og Doense.

I ROCKWOOL anvender vi forskellige typer råvarer i produktionen af vores isoleringsprodukter, men den primære råvare er basalt – en type af vulkansk sten. Basalt er en naturlig ressource, som findes i rigelige mængder. Derfor løber hverken jorden eller vi tør. Hvert år skaber vulkansk aktivitet og pladetektonik nye reserver af basalt, faktisk omkring 38.000 gange mere end den mængde ROCKWOOL-koncernen årligt anvender på verdensplan.

I vores produktionsproces genskaber vi hver dag den vulkanske proces, for at smelte sten om til fibre, en proces der foregår ved temperaturer op til 1500°C. Den høje smeltetemperatur, gør vores produktionsproces ideel til genanvendelse.

## Brandsikkerhed - et overset aspekt ved bæredygtighed

Mange forbinder bæredygtige bygninger med energieffektive bygninger. Men for at en bygning skal være bæredygtig, skal den kunne holde i mange år og være et sikkert sted at opholde sig i for brugerne. ROCKWOOL stenuld er bl.a. tildelt det nordiske miljømærke og det finske indeklimamærke M1. Høj brandsikkerhed spiller dog også en afgørende rolle.

Brande udgør en sikkerhedsrisiko for bygningens brugere, kan betyde store tab af værdier og har også konsekvenser for miljøet.

*ROCKWOOL stenuld kan være med til at reducere CO<sub>2</sub> udslippet ved en bygningsbrand.*

## Miljøbelastning pr. m<sup>2</sup> bygning ved brand

Type	Kg CO <sub>2</sub> pr. m <sup>2</sup>
Brand, slukket efter 15 min.	14 - 40 kg
Bygningen nedbrændt	400 kg

Kilde: Fire Risk Management April 2008

## Isolering som løsning på klimaproblemet

Bygninger bruger 40 % af det totale energiforbrug i Danmark. På globalt plan står bygninger for 1/3 af CO<sub>2</sub> udledningen. Isolering er et af de mest effektive midler til at mindske udledningen og dermed klimaforandringer.

Den isolering, som ROCKWOOL koncernen solgte sidste år, sparer i sin levetid kloden for mere end 4.000 millioner tons CO<sub>2</sub>.

## Genanvendelse

ROCKWOOL isolering kan genanvendes igen og igen uden tab af kvalitet og ydeevne. I mere end 20 år har vi i Danmark haft et effektivt retursystem for fraskær på byggepladser. I 2012 lancerede vi ligeledes Rockcycle® - en returordning for "brugt" stenuldsisolering. Returordningen sikrer at vores stenuld indsamles og returneres til vores fabrikker, hvor det indgår i produktionen af nye stenuldsprodukter.

Vi genanvender også restprodukter fra andre industrier i vores produktion. Restprodukter som andre industrier ser som affald, heriblandt:

- Slagger fra stålindustrien
- Brugt alusilikat (fra sandblæsning)
- Aske spildevandsrensning
- Bundaske fra lokale flisfyrede fjernvarmeanlæg
- Keramik



## Fra overskudsvarme til fjernvarme

1.500 boliger i Vamdrup, Arden og Doense opvarmes med ren genbrugsvarme fra de danske ROCKWOOL fabrikker.



## **Rockcycle® returordning**

Rockcycle er ROCKWOOLs returordning for "brugt" stenuldsisolering, der skal sikre at vores stenuld indsamles og returneres til vores fabrikker.

I takt med at flere og flere bygninger renoveres bliver gammel ROCKWOOL isolering kasseret, fordi man laver nye konstruktioner. Men isoleringen behøver ikke at ende til deponi. Siden 2012 har vi taget 'brugt' stenuldsisolering retur og genanvendt det i fremstillingen af ny isolering. Så sparer vi jomfruelige ressourcer samtidigt med, at vi løser et stigende affaldsproblem.

Rockcycle foregår i tæt samarbejde med RGS Nordic, som er specialister i genanvendelse af bygge- og anlægsaffald. RGS Nordic står for praktikken omkring sortering, nedgranulering af materialerne, test for uønskede stoffer og transport til vores fabrikker

Når RGS Nordic har klargjort returulden køres det retur til en af vores fabrikker. Her doseres den granulede stenuld som sekundær råvare i produktion af nye stenuldsprodukter. På den måde sparer det udvinding af nye ressourcer og transport til Danmark.

De nye produkter køres herefter ud til byggepladser og trælaster rundt omkring i landet inden de en dag, langt ude i fremtiden, endnu en gang skal genanvendes. På den måde leveres vores produkter videre i al uendelighed.

## **Fra gammel til ny isolering**

I 2021 tog vi mere end 12.000 tons brugt stenuldsisolering retur via vores returordning.



### Sådan foregår Rockcycle®

Alle kan anvende Rockcycle returordningen, men der findes forskellige måder, hvorpå kunder kan returnere ROCKWOOL stenuld:

1. Kunder kan aflevere det på en kommunal genbrugs station serviceret af RGS Nordic. Kontakt RGS Nordic kundeservice for den nærmeste genbrugsstation.
2. Kunder kan aftale levering og pris direkte med RGS Nordic ved at udfylde nedenstående formular, hvor efter man vil blive kontaktet indenfor 24 timer. Prisen for genanvendelsen er på niveau med lokale deponi priser.

# 2. Bygningsreglement 2018

Energistyrelsen udsendte BR18 den 1. januar 2019 med en overgangsperiode frem til 30. juni 2019.



**Bygningsreglement 2018** sætter fokus på at forbedre energieffektiviteten i dansk byggeri:

### Ny kapitelinddeling af Bygningsreglementet

- Tæthedskrav for lavenergi klasse 0,7l/s pr. m<sup>2</sup> forsætter
- Fra 1. januar 2020 kræves certificeret brandrådgiver og statiker til klasse 2 – 4 byggeri
- BR15 krav til konstruktioner fortsætter i BR18
- Bygningsklasse 2020 hedder også lavenergi klasse
- Transmissionstabet beregnes nu pr. m<sup>2</sup> opvarmet etage areal og inklusiv vinduer og døre
- Bruttoenergi-faktor for fjernvarme ændres fra 0,80 til 0,85
- Bruttoenergi-faktor for El ændres fra 2,5 til 1,9
- Renoveringsklasse 2 ændres for både bolig og kontor
- Ikke længere skærpet krav til fundamenter omkring gulve med gulvvarme
- 2020 krav til volumenstrømmen for utætheder i høje rum lempes fra 0,15l/s pr. m<sup>2</sup> til 0,22l/s pr m<sup>2</sup>
- Kældre der opvarmes til 5-15° og >15° har samme arealtillæg på 50%
- Tidligere vejledningstekst omkring rentabilitet er nu krav



For yderligere information se  
**ROCKWOOL Guide til bygningsreglementet**  
på [rockwool.dk](http://rockwool.dk)

# Nybyggeri

Nybyggeri opvarmet til min. 15°C skal opfylde 5 krav:

- 1 Mindste varmeisolering
- 2 Transmissionstab
- 3 Energiramme
- 4 Lufttæthed
- 5 Sommerkomfort

**OBS!**  
Nybyggeri opvarmet til 5°C < temp < 15°C skal opfylde 3 krav:

- 1 Mindste varmeisolering
- 2 Transmissionstab
- 3 Energiramme

Ved beregning af transmissionstab og energiramme anvendes temperatur på 15°C

## 1 Mindste varmeisolering

Nybyggeri (Bilag 2, Tabel 1 i BR18)	BR2018
<b>Bygningsdel</b>	
<b>U-værdikrav</b>	<b>W/m<sup>2</sup>K</b>
Ydervægge og kældervægge mod jord	0,30
Etageadskillelser og skillevægge mod uopvarmede rum	0,40
Terrændæk, kældergulv mod jord og etageadskillelse over det fri eller ventileret kryberum	0,20
Etageadskillelse under gulve med gulvvarme mod rum, der er opvarmede	0,50
Loft og tag	0,20
For porte og lemme mod det fri eller mod rum, der er uopvarmede samt glasvægge og vinduer mod rum hvor temperaturforskel mellem rummene er 5°C eller mere.	1,80
Ovenlyskupler	1,40
Isolerede partier i glasydervægge. Kravet er til Center U-værdi	0,60
Etageadskillelser og vægge mod fryserum	0,15
Etageadskillelser og vægge mod kølerum	0,25
<b>Krav til linjetab</b>	<b>W/m K</b>
Fundamenter omkring rum, der opvarmes til mindst 5°C	0,40
Samlinger omkring vinduer og døre	0,06
Samlinger omkring ovenlys	0,20

## 2. Bygningsreglementet 2018

### 2 Dimensionerende transmissionstab

Nybyggeri, der er omfattet af kravene i § 264 eller § 476, skal udføres, så det dimensionerende transmissionstab pr. m<sup>2</sup> etageareal beregnes efter nedenstående tabel:

2018	Lavenergiklasse
12+6/E+300/A	11+6/E+300/A

Hvor E er antal etager og A er det opvarmede etageareal. Antal etager er decimaltal og udregnes ved opvarmet etageareal/bebygget areal. Bygninger med gennemsnitlig højde > 4 m får tillæg på 1,0 W/m<sup>2</sup> pr. meter gennemsnitligt rumhøjde over 4,0 meter. Arealet af vinduer og døre medtages nu i beregning.

### 3 Energirammen

2018



**For boliger, kollegier, hoteller m.m.:**

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



**Skoler, kontorer og institutioner:**

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

Lavenergi-  
klasse



**For boliger, kollegier, hoteller m.m.:**

$$= 27 \text{ kWh/m}^2 \text{ pr. år}$$



**Skoler, kontorer og institutioner:**

$$= 33 \text{ kWh/m}^2 \text{ pr. år}$$



- Ved energiberegninger for nybyggeri klasse 2018 og lavenergiklassen anvendes en fjernvarmefaktor på 0,85 og elfaktor på 1,9.

#### 4 Lufttæthed i klimaskærmen

Kommunalbestyrelsen i den enkelte kommune skal i mindst 10% af byggesagerne stille krav om måling af lufttæthed (§ 46 i BR18). Dette sker ved en blowerdoortest.

##### **Klasse 2018:**

maks. utæthed = 1,0 l/s pr. m<sup>2</sup> ved 50 Pa

##### **Lavenergiklasse:**

maks. utæthed = 0,75 l/s pr. m<sup>2</sup> ved 50 Pa

#### 5 Sommerkomfort

- For boliger, institutioner, kontorer mm. skal det termiske indeklima på solrige dage dokumenteres gennem beregning.
- For boliger kan dette normalt anses for overholdt, når der maksimalt er 100 timer med temperaturer over 27°C og 25 timer med temperaturer over 28°C.
- For boliger er der indført en simpel beregningsmetode i BE18 og i ROCKWOOL Energy Design, der benyttes til energirammeberegninger.
- For andre bygninger end boliger fastlægger bygherren det maksimale antal timer pr. år, hvor en indetemperatur på henholdsvis 26°C og 27°C må overskrides.

# Tænk huset igennem

### Nybyggeri

Følgende punkter har stor indvirkning på din energirammeberegning.

#### Sæt fokus på:

- Husets geometri og placering på grunden
- Optimering af U-værdier
- Vinduesarealer, evt. med afskærmning
- Varmegenvinding
- Anlæg med vedvarende energi f.eks. jordvarme-anlæg
- Lufttætning af husets konstruktioner

**Konklusion - tænk huset igennem, hver kWh tæller i de nye energirammer.**

### ROCKWOOL Energy Design

På [rockwool.dk](http://rockwool.dk) finder du ROCKWOOL Energy Design til beregning af energirammer, varmetabsrammer, rentabilitet, U-værdier og kondensrisiko.

Beregningerne udføres i overensstemmelse med SBI beregningskerne (BE18) og DS 418.



# Ændret anvendelse og tilbygninger

## Hvad er ændret anvendelse?

Ændring af bygning/bygningsdel/rum til et andet formål som indebærer et væsentligt større energiforbrug.

Det kan f.eks. være:

- Inddragelse af et udhus til beboelse
- Inddragelse af en udnyttelig tagetage til beboelse

## Hvad er tilbygning?

Ny bygning/bygningsdel i tilknytning til eksisterende bygning.

Det kan f.eks. være:

- En ny tagetage eller nye boliger på flade tage
- Udvidelse af huset med ekstra rum

## Bygningsreglementets krav:

Krav til ændret anvendelse og tilbygninger kan overholdes ved at opfylde ét af følgende tre krav (Bilag 2 tabel 2 i BR18):

- 1) U-værdikrav i tabel på side 16 overholdes + areal af vinduer og døre  $\leq 22\%$
- 2) Varmetabsrammen og mindste U-værdikrav overholdes, se tabel side 11. Ved varmetabsberegningen kan 50% af varmetabet gennem alle de dækkede dele af den eksisterende bygning modregnes. Dette gælder dog ikke for tagboliger.
- 3) Der udarbejdes en energirammeberegning for tilbygningen. Den normgivende energirammes størrelse beregnes på baggrund af bygningens totale areal (Areal af eksisterende bygning + areal af tilbygning).

## 2. Bygningsreglementet 2018

Ved ændret anvendelse og tilbygning skelnes der i kravene mellem rum opvarmet til 5 - 15°C og rum opvarmet til 15°C og derover.

Ændret anvendelse og tilbygninger, gælder bygninger opvarmet over 5°C (Bilag 2 tabel 2 i BR18)	BR 2018	
	Temp $\geq 15^\circ\text{C}$	5 < temp < 15°C
<b>Bygningsdel</b>	<b>Temp <math>\geq 15^\circ\text{C}</math></b>	<b>5 &lt; temp &lt; 15°C</b>
<b>U-værdikrav</b>	<b>W/m<sup>2</sup>K</b>	<b>W/m<sup>2</sup>K</b>
Ydervægge og kældervægge mod jord	0,15	0,25
Etageadskillelser og skillevægge mod kolde rum	0,40	0,40
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelse over det fri eller ventileret kryberum	0,10	0,15
Loft og tag	0,12	0,15
Porte	1,80	1,80
Ovenlyskupler	1,40	1,80
Isolerede partier i glasydervægge og vinduer	0,60	0,60
Lemme mod det fri eller mod kolde rum	1,40	1,50
Vinduer og glasydervægge	E-ref $\geq 0$	E-ref $\geq 0$
Ovenlysvinduer	E-ref $\geq 0$	E-ref $\geq 0$
<b>Krav til linjetab</b>	<b>W/m K</b>	<b>W/m K</b>
Samlinger omkring ovenlys	0,10	0,10
Samlinger omkring vinduer og døre	0,03	0,03
Fundamenter	0,12	0,20



Få mere information om varmetabsrammen. Vejledning til Bygningsreglementet 2018, krav ved ændret anvendelse og tilbygning på [www.rockwool.dk](http://www.rockwool.dk)

# Vedligeholdelse, ombygning og udskiftning

## BR18 krav

Inden man går i gang med en ombygning, vedligeholdelse, udskiftning eller anden form for ændring af en bygningsdel, skal man sætte sig ind i, hvilke krav der er gældende iht. Bygningsreglementet. I dette afsnit har vi beskrevet, hvad der er gældende, alt efter hvilket arbejde der skal foretages.

## Der skelnes i BR18 mellem:

- vedligeholdelse
- ombygning
- udskiftning
- bygningsmæssige ændringer der forøger energiforbruget

Herunder gives eksempler på ændringer af eksisterende bygningsdele.

## Vedligeholdelse

Vedligeholdelse omfatter også reparationer, og dækker over mindre ændringer, der ikke udløser krav om gennemførelse af rentable energibesparelser. Eksempler på denne type ændringer kunne være udskiftning af enkelte ødelagte tagplader eller reparation af facadebeklædning ved udskiftning af enkelte brædder, delpudsning af facader etc. Da der ikke stilles krav om energiforbedringer til vedligehold og reparation uddybes dette emne ikke yderligere her i Den lille lune.

### Ombygning

#### Hvornår er det ombygning?

Ombygning er, når en bygningsdel renoveres eller bygges om. Det kan f.eks. være et af følgende arbejder:

- Ny tagapdækning eller folie oven på eksisterende tag
- Nyt tegltag
- Nyt pladetag oven på gammelt tag af tagpap eller fibercement



#### Hvornår skal kravene overholdes?

I nedenstående skema gives en oversigt med eksempler på, hvornår bygningsejere, som bygger om, renoverer eller udskifter bygningsdele, er forpligtet til at vælge rentable og energibesparende tiltag.

Ændring af tagdækning	Udløser krav om rentabel efterisolering
Udskiftning af tagdækning fra et materiale til et andet	JA
Ændring af selve tagkonstruktionen f.eks. fra fladt til rejst tag	JA
Reparation af taget, som omfatter mindre end 50 % af tagfladen *)	NEJ
Udskiftes tagdækning, spær og lofts-beklædning	Krav om isolering, uanset rentabilitet

\*) Som reparation betragtes tagdækning over utætheder, tagdækning af områder med formodede utætheder og tagdækning af områder med overhængende fare for, at der opstår utætheder.

Ændring af vægge, loft og gulvflader	Udløser krav om rentable energibesparende tiltag
Ændringer af ydervægge	JA
Udskiftning af den indvendige del af en ydervæg af f.eks. gipsplader, andre plader eller træ-beklædning samlet for en hel ydervæg	JA
Udskiftning af den indvendige del af ydervæggen i et enkelt rum	NEJ
Udskiftning af loftsbeklædning i boligen som helhed	JA
Udskiftning af loftsbeklædning i et enkelt rum	NEJ
Udskiftning af hele gulvopbygningen og hele gulvfladen, afgrænset af de fire vægge	JA
Udskiftning af dele af gulvet, hvor ikke hele fladen, afgrænset af de fire vægge, er omfattet	NEJ

## Udskiftning

### Hvornår er det udskiftning?

Det kan f.eks. være en ny tagkonstruktion inkl. tagdækning, spær, isolering og loft.



### Hvilke krav skal overholdes?

Nedenstående krav skal overholdes uanset rentabilitet:

Udskiftning (Bilag 2 tabel 3)	BR 2018
Bygningsdel	
U-værdikrav	W/m <sup>2</sup> K
Tagkonstruktion	0,12
Ydervæg	0,18
Terrændæk	0,10

Uanset kravene skal arbejdet ikke gennemføres, hvis det ikke kan gøres byggeteknisk forsvarligt, eller hvis et bevaringshensyn ikke tillader ændringen. Er der imidlertid et mindre omfattende arbejde, som nedbringer energibehovet, og som er byggeteknisk forsvarligt, så er det dette tiltag som skal gennemføres.

### Bygningsmæssige ændringer, der øger energiforbruget

#### Hvornår øges energiforbruget?

Det kan f.eks. være et af følgende arbejder:

- Montage af ekstra ovenlysvinduer
- Øge arealet af eksisterende ovenlys



#### Hvilke krav skal overholdes?

Da man har øget bygningens energibehov, skal der gennemføres tilsvarende kompenserende energibesparelser i form af øget isolering og/eller f.eks. mindre energiforbrugende installationer, solvarmanlæg, solceller eller varmepumpeanlæg.





### Særlige forhold

Byggetekniske forhold kan indebære, at Bygningsreglementets U-værdikrav ikke kan opfyldes på rentabel måde. Der kan imidlertid være mindre omfattende løsninger, der nedbringer energibehovet, og disse skal så gennemføres i stedet for.

Eksempel:

#### Hus med uisoleret hulmur

For at opfylde U-værdikravet til ydervæggen skal der isoleres med større tykkelse end der er plads til i hulumens hulrum. Dette kunne tale for en efterisolering med udvendig facadeisolering. Hvis denne løsning ikke er rentabel, så skal hulumisoleringen foretages, men den udvendige isolering kan undlades.

Efterisolering skal kun gennemføres, såfremt det er fugt-teknisk forsvarligt.

Kan efterisoleringen derimod gennemføres fugtteknisk forsvarligt, f.eks. med en mindre isoleringstykkelse, så skal denne løsning gennemføres i stedet for.

### Rentabilitet

Rentabiliteten af en energibesparende foranstaltning beregnes med denne formel:

$$\frac{\text{Levetid} \times \text{besparelse}}{\text{investering}} \geq 1,33$$

Dette svarer til, at foranstaltningen er tilbagebetalt indenfor 75 pct. af den i BR18 fastsatte levetid. Levetider er definerede i skemaet på næste side.

Levetider der anvendes ved beregning af rentabiliteten:

Energibesparende tiltag	År
Efterisolering af bygningsdele	40
Vinduer samt forsatsrammer og koblede rammer	30
Varmeanlæg, radiatorer og gulvvarme samt ventilationskanaler og armaturer inklusiv isolering	30
Varmeproducerende anlæg mv., f.eks. kedler, varmepumper, solvarmeanlæg, ventilationsaggregater	20
Belysningsarmaturer	15
Automatik til varme og klimaanlæg	15
Fugetætningsarbejder	10

### Skal jeg altid regne om det er rentabelt?

Der skal kun regnes på rentabiliteten, når et renoveringsarbejde udføres uden, at der isoleres til kravene i U-værdi skemaet på side 19. Husk, at udskiftning af hele konstruktioner skal opfylde U-værdikravene uanset rentabilitet.

### Hvordan regner jeg ud, om det er rentabelt eller ej?

Til udregningen forudsætter det, at du har følgende oplysninger:

- Årlig besparelse i kr. (kan beregnes i ROCKWOOL Energy Design eller aflæses i ROCKWOOL Guide – efterisolering)
- Levetid af udført arbejde (fastsat i BR 2018 til bl.a. 40 år for alle bygningsdele og 30 år for vinduer og døre)
- Investeringen af arbejdet i kr. (indhentes fra håndværkertilbud eller ved gør-det-selv arbejde kun udgifter til materialer)

Det er vigtigt at besparelse i kroner og investering i kroner begge er med moms.

## 2. Bygningsreglementet 2018

### Normalt rentable konstruktioner

BR18 stiller, ved ombygninger og andre forandringer, krav til varmeisolering af klimaskærmen og forbedring af tekniske installationer. For at hjælpe bygningsejeren fremgår det af skemaet herunder, hvilke konstruktioner og installationer, der normalt er rentable at efterisolere.

#### Konstruktioner, der normalt er rentable at efterisolere

##### Loft og tagkonstruktioner\*

Loft i tilgængeligt loftrum

Skråvæg og loft til kip

Skunkrum

Fladt tag

##### Ydervægge

Let ydervæg (skeletkonstruktion) inkl. brystnings- og fyldningspartier

Hulmur

Massiv ydervæg i tegl, blank tegl udvendig

Ydervægge af porebeton eller letklinkerbeton

##### Gulv og terrændæk

Bjælkelag over uopvarmet kælder

Andre dæk over uopvarmede kældre

Dæk over tilgængelig krybekælder

Dæk over det fri, dækket er tilgængeligt for isolering nedefra

Terrændæk

##### Rør, kanaler, beholdere og aggregater\*\*

Varmerør, fordelingsrør og stikrør udenfor rum

Rør til varmt brugsvand, fordelings- og cirkulationsrør

\* Krav om efterisolering udløses ved udskiftning af tagdækning. Oversigten viser, hvor det er rentabelt at efterisolere. Udskiftes bygningsdelen eller komponenten, er det Bygningsreglementets krav til bygningsdel eller komponent, der skal opfyldes.

Vejledende er det normalt rentabelt, når bygningen er opført før de skærpede energikrav i 1979 og der ikke siden er efterisoleret. Er der tvivl, kan der regnes på rentabiliteten. Dette kan du læse mere om på de følgende sider.

	Eksisterende isolering	Isolér til:
	U > 0,20 W/m <sup>2</sup> K - Isolering ≤ 175 mm	Isolering 300 mm
	U > 0,20 W/m <sup>2</sup> K - Isolering ≤ 200 mm	Isolering 320 mm
	U > 0,20 W/m <sup>2</sup> K - Isolering ≤ 175 mm	Isolering 300 mm
	U > 0,20 W/m <sup>2</sup> K - Isolering ≤ 200 mm	Isolering 300 mm
	U > 0,25 W/m <sup>2</sup> K - Isolering ≤ 125 mm	Isolering 250 mm
	Uisoleret	Indblæsning af isolering
	Uisoleret	Normalt ikke rentabelt, men kan være det i forbindelse med f.eks. uisolerede gavle. Isolering 200 mm
	U > 0,70 W/m <sup>2</sup> K - Isolering ≤ 50 mm	Normalt kun rentabelt i forbindelse med en renovering af f.eks. en skadet klimaskærm. Isolering 200 mm
	Uisoleret	Indblæsning af isolering i bjælkelag
	U > 0,70 W/m <sup>2</sup> K - Isolering ≤ 50 mm	Hvis loftet i kælder kan isoleres. Isolering 200 mm
	U > 0,25 W/m <sup>2</sup> K - Isolering ≤ 150 mm	Isolering ≥ 350 mm
	U > 0,20 W/m <sup>2</sup> K - Isolering ≤ 175 mm	Hvis der er mulighed for isolering nedefra. Isolering 300 mm
	Uisoleret	Hvis terrændækket hugges op, f.eks. etablering af gulvvarme. Isolering 300 mm
	Diameter ≤ 22 mm	40 mm
	Diameter ≤ 35 mm	50 mm

\*\* Isolering forudsætter, at rør, beholdere og aggregater er anbragt, så efterisolering kan finde sted. Luftkølede pumper og lignende som ikke tåler at blive efterisoleret er undtaget fra krav om efterisolering.

### Find besparelsen med ROCKWOOL GUIDE - efterisolering



### Dette kan have stor indflydelse på rentabiliteten

#### **Investering:**

Her indgår kun materialer og arbejdsløn ved det energibesparende arbejde, og ikke f.eks. udgifter til tagdækning, stillads eller andre udgifter, der ville være knyttet til gennemførelsen, hvis arbejdet ikke var led i en renovering.

#### **Afledt arbejde:**

Der kan være forhold i den konkrete bygning, som kan medføre, at isoleringsarbejdet er særligt vanskeligt at gennemføre, og derfor ikke rentabelt.

Det kan være begrænsede adgangsforhold fx i skunkrum, krybekælder mv. eller bekostelige ændringer afledt af isoleringsarbejdet (fx ændring af gesimser, murkroner, ovenlys, lysninger, tagudhæng, nedløb mv.).

#### **Besparelse:**

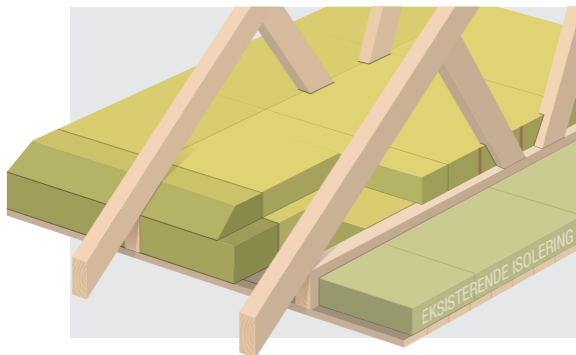
Hvis konstruktionen i forvejen er isoleret med mere end 150 mm kan det være svært at få en tilstrækkelig stor besparelse ved at efterisolere.

Og hvis man fyrer med sit eget halm eller brænde fra egen skov er besparelsen begrænset og dermed sjældent rentabel.

### Et eksempel på beregning af rentabilitet:

Et parcelhus på 150 m<sup>2</sup> med fjernvarme skal have lagt nye tagsten uden på den gamle tagdækning. Huset er udført med gitterspær.

Der er i forvejen 100 mm mineraluldsmåtter mellem spærerne.



### Beregn besparelse og rentabilitet, trin for trin:

Aflæs eller beregn den nuværende U-værdi og den fremtidige U-værdi, når der efterisoleres med 245 mm ROCKWOOL Flexibatts oven på den eksisterende og intakte isolering.

Eksisterende U-værdi aflæses i  
ROCKWOOL GUIDE til 0,41 W/m<sup>2</sup>K.

Fremtidig U-værdi aflæses i  
ROCKWOOL GUIDE til 0,11 W/m<sup>2</sup>K.

## 2. Bygningsreglementet 2018

**Energibesparelsen kan aflæses i ROCKWOOL GUIDEN eller beregnes således:**

$$0,41 - 0,11 = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$0,30 \times 2906 \text{ (graddøgn på et år)} = 871,8 \text{ W/m}^2 \text{ pr. år}$$

$$871,8 \times 24 \text{ timer/døgn} = 20923,2 \text{ Wh/m}^2 \text{ pr. år}$$

Og for at komme til kWh/m<sup>2</sup> pr. år divideres med 1000

$$20923,2 / 1000 = 21 \text{ kWh/m}^2 \text{ pr. år}$$

Der er 150 m<sup>2</sup> loft som efterisoleres og det giver en årlig energibesparelse på 3138 kWh pr. år.

Kunden betaler 75 øre pr. kWh til fjernvarmeselskabet. Dette giver en årlig energibesparelse i kroner på:

$$3138 \times 0,75 \text{ kr.} = 2.353,50 \text{ kr. pr. år}$$

Håndværkerens tilbud andrager 50.000 kr. og er inklusiv hævning af gangbro og kantafrænsning.

$$\text{Rentabilitet: } 40 \text{ år} \times 2.353,50 \text{ kr.} / 50.000 \text{ kr.} = 1,88$$

1,88 er større end 1,33 og foranstaltningen er dermed rentabel og løsningen skal udføres.

Hvis den beregnede rentabilitet er lavere end 1,33 er der ikke krav om efterisolering til det påkrævede isoleringsniveau.

Opgaven består herefter i, at finde det nærmeste rentable isoleringsniveau. Reduceres isoleringstykkelsen eller ændres efterisoleringsmetoden kan investeringen normalt også reduceres og dermed gøre arbejdet rentabelt.

Det er så den ændrede løsning der skal udføres.



## Frivillige renoveringsklasser

Alternativt til de almindelige renoveringskrav på komponentniveau, som beskrevet på de foregående sider, kan der udføres en energirammeberegning for bygningen – det er en frivillig ordning.

Forskellen er, at energikravene på komponentniveau retter sig mod de enkelte bygningsdele, mens energirammen gælder bygningen som helhed. Det betyder, at du får fuld metodefrihed. Det kan være en fordel at benytte denne mulighed, når der er tale om mere gennemgribende renoveringer.

I tilfælde, hvor det fx ikke er muligt at benytte vinduer med tilstrækkelig lav U-værdi på grund af bevaringsbestemmelser, kan man i stedet "hente" energibesparelsen andre steder i bygningen f.eks. ved at etablere en større isoleringstykkelse på loftet.

En bygning kan klassificeres som renoveringsklasse I eller II, når det samlede behov for tilført energi til opvarmning, ventilation, køling og varmt brugsvand pr. m<sup>2</sup> opvarmet etageareal ikke overstiger følgende:

Renoveringsklasse	Boliger o.lign. energiramme	Kontorer, skoler, institutioner o.lign. energiramme
I	52,5+1650/A <b>A</b>	71,3+1650/A <b>A</b>
II	70+2200/A <b>C</b>	95+2200/A <b>C</b>

For at opfylde renoveringsklasserne, skal behovet for tilført energi mindst forbedres med 30 kWh/m<sup>2</sup> pr. år.

Ved anvendelse af renoveringsklasse I skal kravene til indeklimaet i BR18, kap. 19 samtidig overholdes. Fælles for begge renoveringsklasser er, at der skal være en andel af vedvarende energi i den samlede energiforsyning til bygningen.

## 2. Bygningsreglementet 2018

Komponentkravene i BR18, Bilag 2 tabel 3, til udskiftning af bygningsdele eller installationer gælder uanset energiramens krav.

Eftervisning af om renoveringsklassen er overholdt sker på grundlag af SBI-anvisning 213 - Bygningers energibehov eller ROCKWOOL Energy Design.



### **Fritagelsesbestemmelser (kirker og fredede bygninger mm.)**

Kirker, fredede bygninger og bygninger, som er en del af et fredet fortidsminde, samt bevaringsværdige bygninger, der er omfattet af en bevarende byplan-vedtægt, bevarende lokalplan, tinglyst bevaringsdeklaration eller bygninger udpeget i kommuneplanen som bevaringsværdige, er undtaget fra bestemmelserne.

Med hjemmel i byggelovens § 22 kan der dispenseres fra bestemmelserne i bilag 2 tabel 3, såfremt arkitektoniske hensyn eller byggeteknik kan begrunde dette.

Det er kommunen, der kan dispensere fra renoveringskravene.

## **Ansvarsforhold**

Bygningsejeren er ansvarlig for, at lovgivningen overholdes. Hvis en lovpligtig efterisolering ikke er gennemført, kan kommunen drage bygningsejeren til ansvar.

Den professionelle bygherre er erstatningspligtig, hvis han er skyld i, at byggeriet ikke overholder bygningsreglementet.

Entrerer boligejeren med en håndværker, er håndværkeren ansvarlig for at arbejdet udføres jf. gældende krav og regler.

Regnes rentabilitet på et arbejde, er det den beregningsudførende der er ansvarlig.

Hvis beregningen viser, at det ikke er rentabelt at efterisolere, kan beregningen med fordel vedlægges det projektmateriale, der indsendes til kommunen.



# Sommerhuse og tilbygninger til sommerhuse

Krav til nybyggeri og tilbygning til sommerhus kan overholdes ved at opfylde et af følgende to krav:

- 1) Overhold nedenstående U-værdikrav + areal af vinduer og døre  $\leq 30\%$  i forhold til bruttoetageareal
- 2) Opfyld varmetabsrammen og overhold mindste U-værdikrav, se tabel på side 11 (vedr. bilag 2 tabel 4 i BR18). Massive ydervægge af fx træ, cellebeton eller mursten med en U-værdi på  $< 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  accepteres ligeledes.

Nye sommerhuse og tilbygninger til sommerhuse (bilag 2 tabel 4 i BR18)	BR 2018
Bygningsdel	
U-værdikrav	W/m <sup>2</sup> K
Loft og tag	0,15
Vinduer, yderdøre, ovenlys og tagvinduer	1,80
Etageadskillelse og skillevægge mod uopvarmede rum	0,40
Ydervægge og kældervægge mod jord	0,25
Terrændæk, kældergulv mod jord og etageadskillelse over det fri eller ventileret kryberum	0,15

Krav til linjetab	W/m K
Samlinger mellem tagkonstruktion og ovenlys	0,10
Samlinger mellem ydervægge og vinduer og døre	0,03
Fundamenter	0,15

## BR18 oversigt med isoleringstykkelser

### Nybyggeri:

Følgende U-værdier og isoleringstykkelser vil være et godt udgangspunkt for opfyldelse af energirammen:

Bygningsdel	Nybyggeri opvarmet til mindst 15°C		Lavenergiklasse	
	Anbefalet		Anbefalet	
	U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Isolering (mm)	U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Isolering (mm)
<b>Loft og tag</b>				
Gitterspær med krydsforskalling	0,10	360 mm	0,08	455 mm
Hanebånd og bjælkespær med krydsforskalling	0,10	385 mm	0,08	485 mm
Varmt tag med huldæk	0,10	330 mm	0,08	410 mm
Varmt tag på stål	0,10	340 mm	0,08	420 mm
<b>Skillevægge mod uopvarmede rum</b>				
Let adskillelse	0,15	270 mm	0,15	270 mm
<b>Ydervægge og kældervægge mod jord</b>				
Let væg, traditionel opbygning	0,14	285 mm	0,12	335 mm
Hulmur (tegl + tegl)	0,14	240 mm	0,12	300 mm
Kældervæg	0,14	250 mm	0,12	300 mm
<b>Gulv og etageadskillelse</b>				
Terrændæk, kældergulv mod jord	0,10	300 mm	0,10	300 mm
Let etageadskillelse over det fri eller ventileret kryberum	0,10	395 mm	0,10	395 mm
Tung etageadskillelse over det fri eller ventileret kryberum	0,10	350 mm	0,10	350 mm
Etageadskillelse under gulve med gulvvarme mod rum der er opvarmet	0,50	70 mm	0,10	70 mm

Note: Der er anvendt ROCKWOOL isolering med lamda klasse 37 i ovenstående skema.

## Ændret anvendelse og tilbygninger, renovering samt sommerhuse:

I tabellen er vist BR18 krav til U-værdier og tilsvarende ROCKWOOL isoleringstykkelser.

Tilbygning opvarmet til mindst 15°C		Tilbygning opvarmet 5°C < temp < 15°C		Renovering		Sommerhus	
Krav		Krav		Krav		Krav	
U-værdi (W/m²K)	Isolering (mm)	U-værdi (W/m²K)	Isolering (mm)	U-værdi (W/m²K)	Isolering (mm)	U-værdi (W/m²K)	Isolering (mm)
0,12	285 mm	0,15	260 mm	0,12	285 mm*	0,15	260 mm
0,12	315 mm	0,15	265 mm	0,12	315 mm*	0,15	265 mm
0,12	280 mm	0,15	220 mm	0,12	280 mm*	0,15	220 mm
0,12	290 mm	0,15	230 mm			0,15	230 mm
0,40	95 mm	0,40	95 mm	0,40	75 mm*	0,40	95 mm
0,15	265 mm	0,25	165 mm	0,18	220 mm*	0,25	165 mm
0,15	240 mm	0,25	125 mm	0,18	190 mm*	0,25	125 mm
0,15	225 mm	0,25	125 mm			0,25	125 mm
0,10	300 mm	0,15	175 mm	0,10	300 mm*	0,15	175 mm
0,10	395 mm	0,15	265 mm	0,10	395 mm*	0,15	265 mm
0,10	350 mm	0,15	230 mm	0,10	350 mm*	0,15	230 mm

\* Isoleringstykkelse afhænger af bl.a. af kvaliteten af den eksisterende isolering.

# 3. Nybyggeri: Konstruktioner og U-værdier

Find den rette konstruktion til dit byggeri.

I dette kapitel finder du konstruktionsløsninger til loft, ydervæg og terræn. Vi har sat fokus på detaljerede konstruktionsillustrationer suppleret med en U-værdioversigt samt en kort vejledning.

For hver konstruktion er der en klar markering af de anbefalede minimumstykkelser for nybyggeri samt markering af krav til U-værdier for tilbygninger og sommerhuse.

---

### Indholdsfortegnelse:

#### Loft:

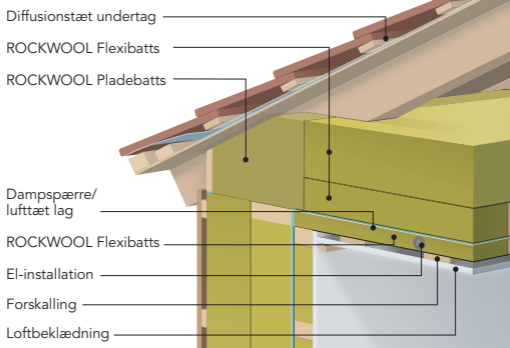
Gitterspær .....	37
Hanebånd .....	40

#### Ydervægge:

Let konstruktion .....	42
Tung konstruktion .....	43
REDAir System .....	46
Facadesystem med puds .....	48
Terrændæk .....	50
Krav til tæthed .....	53



## Loft: Gitterspær med krydsforskalling samling let ydervæg



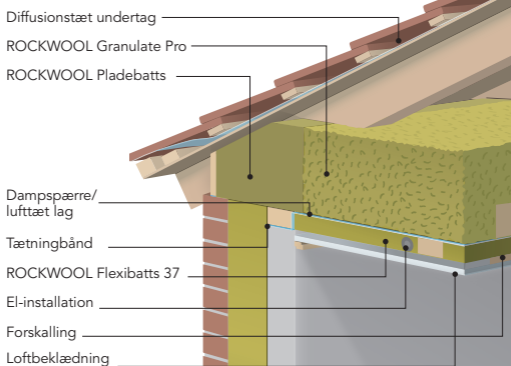
U-værdier (W/m <sup>2</sup> K)	Isoleringstykkelse i mm	
<b>Konstruktion: 5% træ</b>	<b>Produkt: Flexibatts 37</b>	
	<b>Spærfod 95</b>	<b>Spærfod 120</b>
0,15	45+95+120 = 260	45+120+95 = 260
0,12	45+95+170 = 310	45+120+145 = 310
0,11	45+95+195 = 335	45+120+170 = 335
0,10	45+95+220 = 360	45+120+195 = 360
0,09	45+95+95+170 = 405	45+120+245 = 410
0,08	45+95+95+220 = 455	45+120+145+145 = 455
0,06	45+95+220+220 = 580	45+120+220+220 = 605

- Klasse 2018: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Lavenergiklasse: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Sommerhuse: BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,25 + Tilbygninger (5° < T < 15°C)
- Tilbygninger (T ≥ 15°C): BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,15

### ⚠ Vær opmærksom på:

- Dampspærren tapes tæt til konstruktion og i samlinger.
- Dampspærren må max ligge 1/3 inde i isoleringen fra den varme side.
- Udlægges ROCKWOOL isolering i flere lag anvendes forskudte samlinger.
- Mellemlag isolering bør være samme højde som tagfod.

## Loft: Gitterspær med krydsforskalling samling tung ydervæg



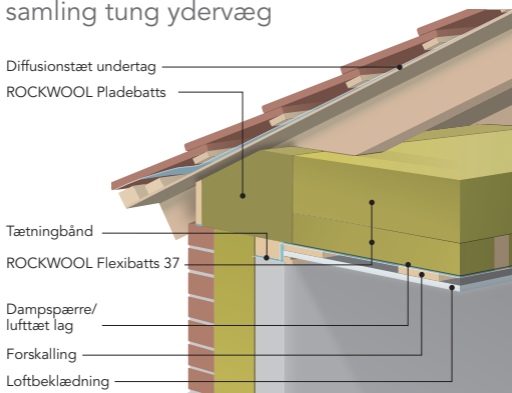
U-værdier (W/m <sup>2</sup> K)	Isoleringstykkelse i mm	
<b>Konstruktion: 5% træ</b>	<b>Produkt: Flexibatts 37 + Granulate Pro</b>	
	Spærfod 95	Spærfod 120
0,15	45+220 = 265	45+225 = 270
0,12	45+280 = 325	45+285 = 330
0,11	45+310 = 355	45+315 = 360
0,10	45+340 = 385	45+345 = 390
0,09	45+380 = 425	45+385 = 430
0,08	45+430 = 475	45+435 = 480
0,06	45+580 = 625	45+585 = 630

- Klasse 2018: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Lavenergiklasse: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Sommerhuse: BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,25 + Tilbygninger (5° < T < 15°C)
- Tilbygninger (T ≥ 15°C): BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,15

### Vær opmærksom på:

- Dampspærren tapes tæt til konstruktion og i samlinger.
- Dampspærren må max ligge 1/3 inde i isoleringen fra den varme side.
- Udlægges ROCKWOOL isolering i flere lag anvendes forskudte samlinger.
- Nederste lag isolering bør være samme højde som tagfoden.
- For at mindske risikoen for brandspredning gennem tagfoden, bør ventilationsspalter ved tagfod mellem fast diffusionstæt undertag og ROCKWOOL isolering være mindst 300 mm lang og maksimalt 30 mm høj mellem de to parallelle flader.
- Du kan få et tilbud på indblæsning med Granulate Pro fra en ROCKWOOL Indblæsningspartner.

## Loft: Gitterspær uden krydsforskalling samling tung ydervæg



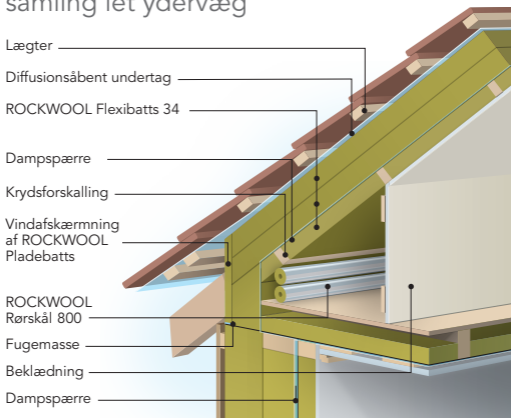
U-værdier (W/m <sup>2</sup> K)	Isoleringstykkelse i mm	
<b>Konstruktion: 5% træ</b>	<b>Produkt: Flexibatts 37</b>	
0,15	95+145 = 240	120+120 = 240
0,12	95+195 = 290	120+170 = 290
0,11	95+220 = 315	120+195 = 315
0,10	95+245 = 340	120+220 = 340
0,09	95+145+145 = 385	120+145+120 = 385
0,08	95+170+170 = 435	120+170+145 = 435
0,06	95+245+220 = 560	120+220+220 = 560

- Klasse 2018: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Lavenergiklasse: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Sommerhuse: BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,25 + Tilbygninger (5° < T < 15°C)
- Tilbygninger (T ≥ 15°C): BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,15

### ! Vær opmærksom på:

- Dampspærren tapes tæt til konstruktion og i samlinger.
- Dampspærren må max ligge 1/3 inde i isoleringen fra den varme side.
- Udlægges ROCKWOOL isolering i flere lag anvendes forskudte samlinger.
- Nederste lag isolering bør være samme højde som tagfoden.
- Loftbeklædningens type bestemmes efter det specifikke brandkrav.
- Ved denne løsning kan der forekomme gennembrydninger af dampspærren i form af eldåser mv.
- For at mindske risikoen for brandspredning gennem tagfoden, bør ventilationsspalter ved tagfod mellem fast diffusionstæt undertag og ROCKWOOL isolering være mindst 300 mm lang og maksimalt 30 mm høj mellem de to parallelle flader.

## Loft: Hanebånd samling let ydervæg



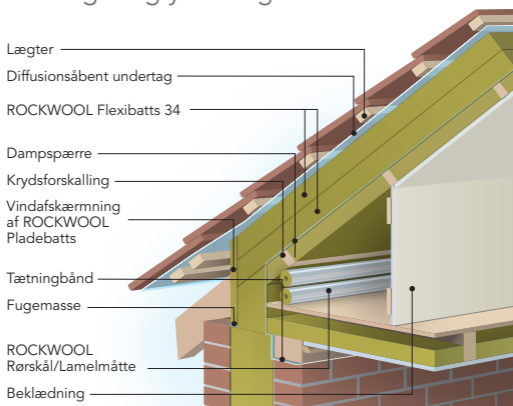
U-værdier (W/m <sup>2</sup> K)	Isoleringstykkelse i mm
<b>Konstruktion: 5% træ</b>	<b>Produkt: Flexibatts 34</b>
0,15	45+195 = 240
0,12	45+145+120 = 310
0,11	45+145+145 = 335
0,10	45+170+145 = 360
0,09	45+195+170 = 410
0,08	45+195+195 = 435
0,06	45+195+170+170 = 580

- Klasse 2018: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Lavenergiklasse: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Sommerhuse: BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,25 + Tilbygninger (5° < T < 15°C):
- Tilbygninger (T ≥ 15°C): BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,15

### Vær opmærksom på:

- Dampspærren tapes tæt til konstruktion og i samlinger.
- Dampspærren må max ligge 1/3 inde i isoleringen fra den varme side.
- Udlægges ROCKWOOL isolering i flere lag anvendes forskudte samlinger.
- Hvis der i stedet ønskes et diffusionstæt undertag skal der etableres ventilation mellem diffusionstæt undertag og ROCKWOOL isolering:
  - Fast undertag = 45 mm ventilationspalte.
  - Banevarer, fleksible plader eller intet undertag = 70 mm ventilationspalte.
- Kolde rør skal kondensisoleres, varme rør varmeisoleres.

## Loft: Hanebånd samling tung ydervæg



U-værdier (W/m <sup>2</sup> K)	Isoleringsstykkelse i mm
<b>Konstruktion: 5% træ</b>	<b>Produkt: Flexibatts 34</b>
0,15	45+195 = 240
0,12	45+145+120 = 310
0,11	45+145+145 = 335
0,10	45+170+145 = 360
0,09	45+195+170 = 410
0,08	45+195+195 = 435
0,06	45+195+170+170 = 580

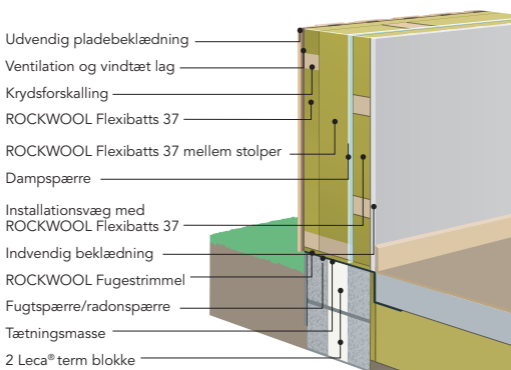
- Klasse 2018: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Lavenergiklasse: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Sommerhuse: BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,25 + Tilbygninger (5°<T<15°C)
- Tilbygninger (T ≥15°C): BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,15

### ⚠ Vær opmærksom på:

- Dampspærren tapes tæt til konstruktion og i samlinger.
- Dampspærren må max ligge 1/3 inde i isoleringen fra den varme side.
- Udlægges ROCKWOOL isolering i flere lag anvendes forskudte samlinger.
- Hvis der i stedet ønskes et diffusionstæt undertag skal der etableres ventilation mellem diffusionstæt undertag og ROCKWOOL isolering:
  - Fast undertag = 45 mm ventilationspalte.
  - Banevarer, fleksible plader eller intet undertag = 70 mm ventilationspalte.
- Kolde rør skal kondensisoleres, varme rør varmeisoleres.

## Ydervæg: Let konstruktion

### træskeletvæg



U-værdier (W/m <sup>2</sup> K)	Isoleringsstykkelse i mm
<b>Konstruktion: 7,5% træ</b>	<b>Produkt: Flexibatts 37</b>
0,25	45+120 = 165
0,15	70+195 = 265
0,14	45+170+70 = 285
0,12	45+145+145 = 335
0,11	45+170+170 = 385
0,10	70+170+170 = 410
0,09	70+195+195 = 460
0,08	70+220+220 = 510

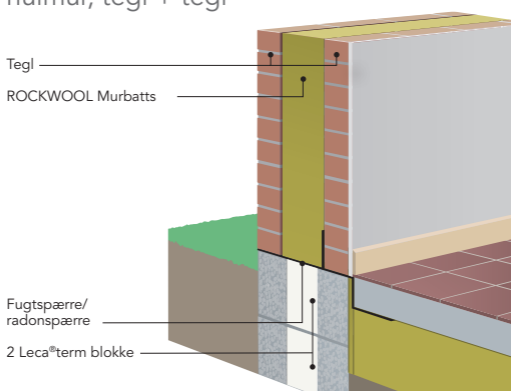
- Klasse 2018: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Lavenergiklasse: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Sommerhuse: BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,25 + Tilbygninger (5° < T < 15°C)
- Tilbygninger (T ≥ 15°C): BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,15

#### Vær opmærksom på:

- Dampspærren tapes tæt til konstruktion og i samlinger.
- Dampspærren må max ligge 1/3 inde i isoleringen fra den varme side.
- Udlægges ROCKWOOL isolering i flere lag anvendes forskudte samlinger.
- Det vindtætte lag bag facadebeklædningen skal være diffusionsåbent.
- Min. 20 mm ventilation mellem udvendig beklædning og vindtæt lag.

# Ydervæg: Tung konstruktion

hulmur, tegl + tegl



U-værdier (W/m <sup>2</sup> K)	Isoleringstykkelse i mm		Hulmur i mm
<b>Konstruktion: hulmur i tegl</b>	<b>Murbatts</b>		
	λ37	λ34	
0,25	125		348
0,24		125	348
0,17	190		408
0,16		190	408
0,15			408
0,14	240	220	468
0,12	150+150		528
0,11		150+150	528

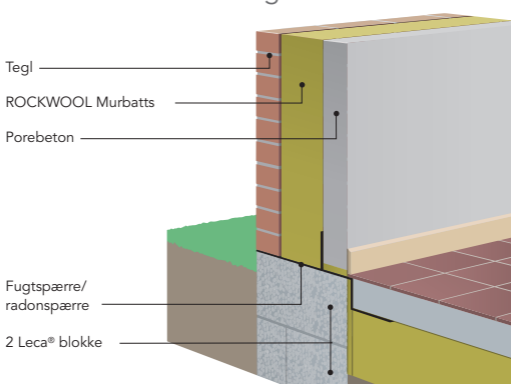
- Klasse 2018: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Lavenergiklasse: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Sommerhuse: BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,25 + Tilbygninger (5° < T < 15°C)
- Tilbygninger (T ≥ 15°C): BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,15

## ! Vær opmærksom på:

- Udlægges ROCKWOOL isolering i flere lag anvendes forskudte samlinger.
- Undgå mørtelpølser
- Det kan være nødvendigt at udkradse studsuger til dræning pga. slagregn.

## Ydervæg: Tung konstruktion

skalmuret letbetonvæg



U-værdier (W/m <sup>2</sup> K)	Isoleringstykkelse i mm		Hulmur i mm
<b>Konstruktion: hulmur i tegl</b>	<b>Murbatts</b>		
	λ37	λ34	
0,25			348
0,23	125		348
0,21		125	348
0,16	190		408
0,15		190	408
0,14	240	220	458
0,12		240	458
0,11	150+150		518
0,10		150+150	518

- Klasse 2018: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Lavenergiklasse: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Sommerhuse: BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,25 + Tilbygninger (5° < T < 15°C)
- Tilbygninger (T ≥ 15°C): BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,15

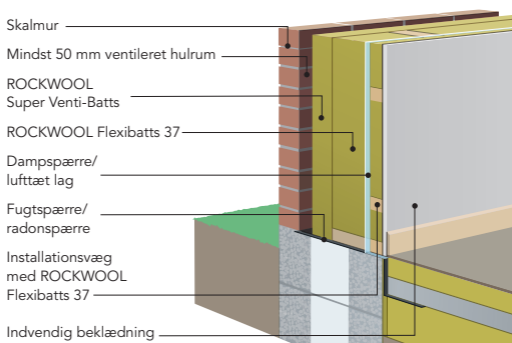
#### Vær opmærksom på:

- Udlægges ROCKWOOL isolering i flere lag anvendes forskudte samlinger.
- Undgå mørtelpølser
- Det kan være nødvendigt at udkradse studsfulger til dræning pga. slagregn.



# Ydervæg: Let konstruktion

## skalmuret træskeletvæg



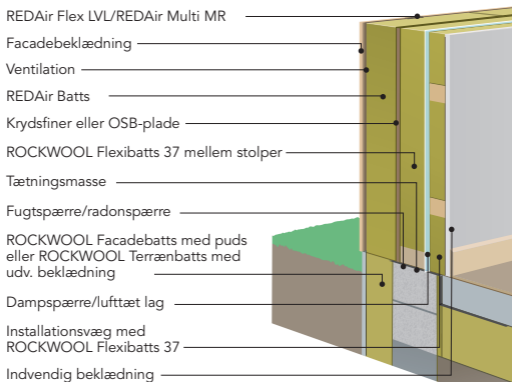
U-værdier (W/m <sup>2</sup> K)	Isoleringsstykkelse i mm (bagvæg)	
Konstruktion: skalmur med let bagvæg	Produkt: Flexibatts 37	Produkt: Super Venti-Batts
0,25	70	75
0,18	140	75
0,15	165	75
0,14	190	75
0,13	215	75
0,12	240	75
0,10	240	150
0,09	240	200
0,08	290	200

- Klasse 2018: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Lavenergiklasse: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Sommerhuse: BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,25 + Tilbygninger (5° < T < 15°C)
- Tilbygninger (T ≥ 15°C): BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,15

### ! Vær opmærksom på:

- Dampspærren må max ligge 1/3 inde i isoleringen fra den varme side.
- Dampspærren tapes tæt til konstruktion og i samlinger.
- Udlægges ROCKWOOL isolering i flere lag anvendes forskudte samlinger.
- Undgå mørtelpølser
- Det kan være nødvendigt at udkradse studsfulger til dræning pga. slagregn.

## Ydervæg: REDAir System med let bagvæg



U-værdier (W/m <sup>2</sup> K)	Isoleringsstykkelse (bagvæg)	Isoleringsstykkelse i mm (udvendig isolering)
<b>Konstruktion: REDAir System med let bagvæg</b>	<b>Produkt: Flexibatts 37</b>	<b>Produkt: REDAir Batts</b>
0,20	95	100
0,14	165	100
0,11	190	150
0,10	215	150
0,09	190	200
0,07	165	350

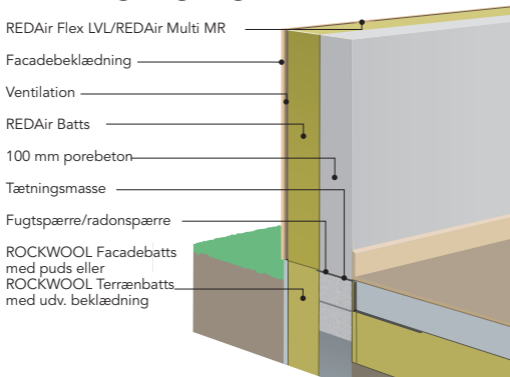
Krav ved   er U-værdi 0,25. Med Facadesystem med puds vil konstruktionen altid være bedre, nemlig fra U-værdi 0,15 og nedefter.

- Klasse 2018: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Lavenergiklasse: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Sommerhuse: BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,25 + Tilbygninger (5° < T < 15°C)
- Tilbygninger (T ≥ 15°C): BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,15

### Vær opmærksom på:

- Dampspærre skal sluttes tæt til konstruktion og i samlinger.
- Dampspærren må max ligge 1/3 inde i isoleringstykkelsen fra den varme side.
- Om den udvendige beklædning skal ventileres.
- Den udvendige facadeisolering skal være mindst lige så tyk, som den isolering, der ligger på indersiden af krydsfineren. På den måde bliver krydsfineren ikke for kold.
- Vægten af facadebeklædningen må ikke overstige 50 kg/m<sup>2</sup>.
- Følg udførelsesvejledningen for REDAir System nøje.

## Ydervæg: REDAir System med tung bagvæg



U-værdier (W/m <sup>2</sup> K)	Isoleringsstykkelse i mm (udvendig isolering)
Konstruktion: 100 mm gasbeton	Produkt: REDAir Batts
0,25	150
0,16	200
0,13	250
0,12	300
0,10	350

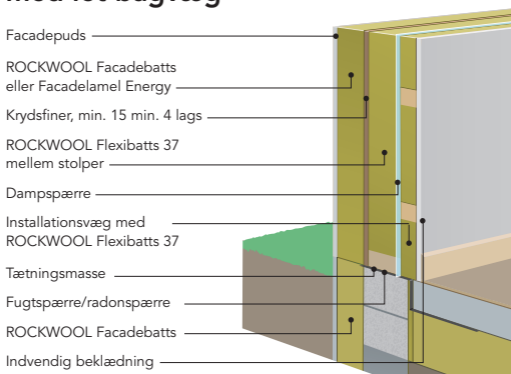
I overstående beregning er U-værdierne korrigeret for kuldebroer ved skruerne. Der er korrigeret for 2 skruer pr. m<sup>2</sup>.

- Klasse 2018: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Lavenegiklasse: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri 0,12
- Sommerhuse: BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,25 + Tilbygninger (5° < T < 15°C): BR18 krav til minimumstykkelse
- Tilbygninger (T ≥ 15°C): BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,15

### ! Vær opmærksom på:

- ■ Om den udvendige beklædning skal ventileres.
- Vægten af facadebeklædningen må ikke overstige 50 kg/m<sup>2</sup>.
- Følg udførelsesvejledningen for REDAir System nøje.

## Ydervæg: Facadesystem med puds med let bagvæg



U-værdier (W/m <sup>2</sup> K)	Isoleringsstykkelse i mm (bagvæg)	Isoleringsstykkelse i mm (udvendig isolering)
<b>Konstruktion: Facadesystem</b>	<b>Produkt: Flexibatts 37</b>	<b>Produkt: Facadebatts</b>
0,15	95	150
0,13	45+95 = 140	150
0,11	45+95 = 140	200
0,10	45+145 = 190	200
0,09	45+145 = 190	220
0,08	45+195 = 240	300 (Facadelamel Energy)

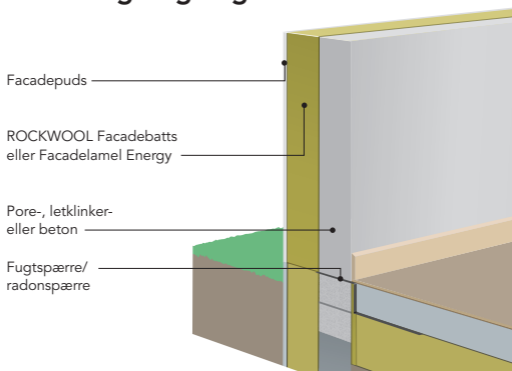
Krav ved  er U-værdi 0,25. Med Facadesystem med puds vil konstruktionen altid være bedre, nemlig fra U-værdi 0,15 og nedefter.

- Klasse 2018: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Lavenergiklasse: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Sommerhuse: BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,25 + Tilbygninger (5° < T < 15°C)
- Tilbygninger (T ≥ 15°C): BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,15

#### Vær opmærksom på:

- Dampspærre skal tapes tæt til konstruktion og i samlinger.
- Dampspærren må max ligge 1/3 inde i isoleringsstykkelsen fra den varme side.
- Den udvendige facadeisolering skal være mindst lige så tyk, som den isolering, der ligger på indersiden af krydsfineren. På den måde bliver krydsfineren ikke for kold.
- Udførelsesvejledning for Facadesystem med puds følges nøje, vær opmærksom på dræn.

## Ydervæg: Facadesystem med puds med tung bagvæg



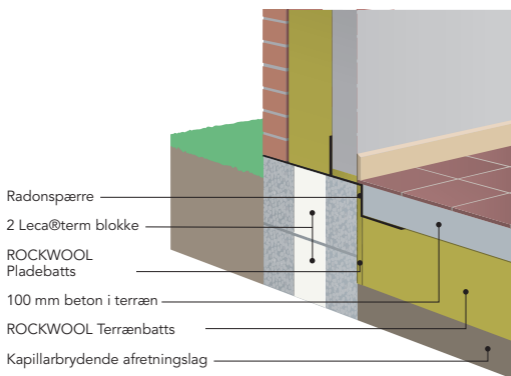
U-værdier (W/m <sup>2</sup> K)	Isoleringstykkelse i mm (udvendig isolering)	Isoleringstykkelse i mm (udvendig isolering)
<b>Konstruktion: 120 mm letklinkerbeton</b>	<b>Produkt: Facadebatts</b>	<b>Produkt: Facadelamel Energy</b>
0,25	120	
0,15	220	
0,14		250
0,12		300
0,10		350
0,09		400

- Klasse 2018: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Lavenergiklasse: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Sommerhuse: BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,25 + Tilbygninger (5° < T < 15°C)
- Tilbygninger (T ≥ 15°C): BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,15

### ! Vær opmærksom på:

- ■ Udførselsvejledning henvises til pudsleverandør. Vær opmærksom på dræn.

## Terrændæk



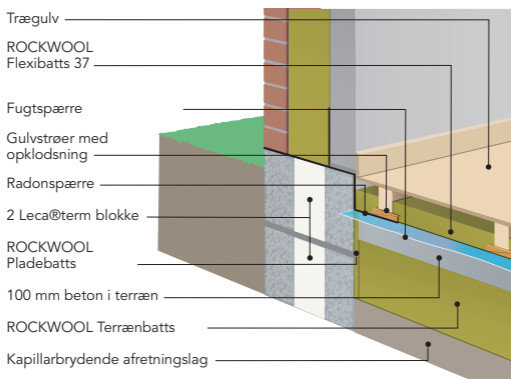
U-værdier (W/m <sup>2</sup> K)	Isoleringstykkelse i mm
	<b>Produkt: Terrænbatts</b>
0,15	100+100 = 200
0,12	150+100 = 250
0,10	150+150 = 300
0,09	100+100+150 = 350
0,07	150+150+150 = 450

- Klasse 2018: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Lavenergiklasse: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Sommerhuse: BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,25 + Tilbygninger (5° < T < 15°C)
- Tilbygninger (T ≥ 15°C): BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,15

### Vær opmærksom på:

- Undgå kuldebroer: Udlægges ROCKWOOL isolering i flere lag, anvendes forskudte samlinger
- Kapillarbrydende lag min. 150 mm. ROCKWOOL Terrænbatts er kapillarbrydende. Anvendes ROCKWOOL Terrænbatts som kapillarbrydende lag, øges lambda med 1,2 for de nederste 75 mm isolering
- For at radonsikre konstruktionen skal betonpladen være min. 100 mm tyk.

## Terrændæk med gulv på strøer



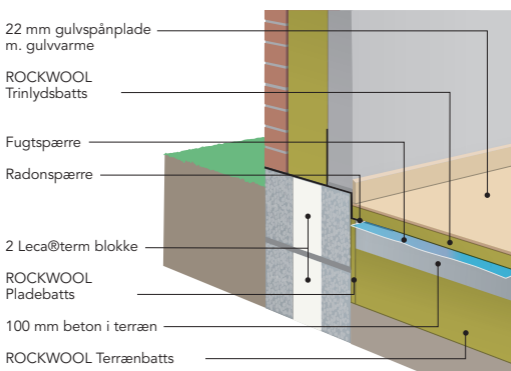
U-værdier (W/m <sup>2</sup> K)	Isoleringsstykkelse i mm Produkt: Flexibatts 37	Isoleringsstykkelse i mm Produkt: Terrænbatts
0,15	70	100
0,10	70	200
0,09	70	250
0,08	70	300

- Klasse 2018: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Lavenergiklasse: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Sommerhuse: BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,15 + Tilbygninger (5° < T < 15°C)
- Tilbygninger (T ≥ 15°C): BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,10

### ! Vær opmærksom på:

- Undgå kuldebroer: Udlægges ROCKWOOL isolering i flere lag, anvendes forskudte samlinger
- Kapillarbrydende lag min. 150 mm. ROCKWOOL Terrænbatts er kapillarbrydende. Anvendes ROCKWOOL Terrænbatts som kapillarbrydende lag, øges lambda med 1,2 for de nederste 75 mm isolering
- For at radonsikre konstruktionen skal betonpladen være min. 100 mm tyk.
- Fugtspærre udlægges på beton for at undgå opsivning af fugt fra terrændækket.

## Terrændæk med svømmende gulv



U-værdier (W/m <sup>2</sup> K)	Isoleringsstykkelse i mm	Isoleringsstykkelse i mm
	<b>Produkt: Trinlydsbatts</b>	<b>Produkt: Terrænbatts Lambda 37</b>
0,15	30	150
0,14	50	150
0,12	50	100+100
0,10	50	150+100
0,09	50	150+150
0,07	50	150+150+150

De viste U-værdier forudsætter der er lagt gulvvarme i gulvspånpladerne.

- Klasse 2018: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Lavenergiklasse: ROCKWOOL anbefalede minimumstykkelse ved nybyggeri
- Sommerhuse: BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,15 + Tilbygninger (5° < T < 15°C)
- Tilbygninger (T ≥ 15°C): BR18 krav til minimumstykkelse U-værdi 0,10

### Vær opmærksom på:

- Undgå kuldebroer: Udlægges ROCKWOOL isolering i flere lag, anvendes forskudte samlinger
- Kapillarbrydende lag min. 150 mm. ROCKWOOL Terrænbatts er kapillarbrydende. Anvendes ROCKWOOL Terrænbatts som kapillarbrydende lag, øges lambda med 1,2 for de nederste 75 mm isolering
- For at radonsikre konstruktionen skal betonpladen være min. 100 mm tyk.
- Fugtspærre udlægges på beton for at undgå opsvining af fugt.



# Tæthed

I BR18 er der opsat følgende krav til tæthed:

## Klasse 2018:

"Luftskiftet gennem utætheder i klimaskærmen må ikke overstige 1,0 l/s pr. m<sup>2</sup> opvarmet etageareal ved trykprøvning med 50 Pa". Kilde: BR18 § 263.

I et mindre parcelhus svarer mængden af alle utætheder, hvis de var samlet et sted, til størrelsen af ca et A5 ark.

## Lavenergiklasse:

"Luftskiftet gennem utætheder i klimaskærmen må ikke overstige 0,5 l/s pr. m<sup>2</sup> opvarmet etageareal ved trykprøvning med 50 Pa". Kilde: BR18 § 481.

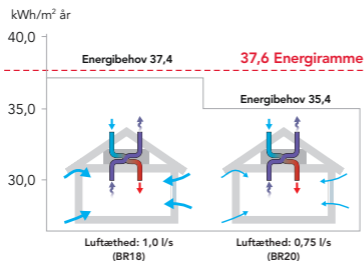
I et mindre parcelhus svarer mængden af alle utætheder, hvis de var samlet et sted, til størrelsen af ca. to visitkort.

## Tætte huse har et lavere energibehov

Herunder er givet et eksempel på, hvad tætheden betyder for det samlede energibehov i en bygning.

## Tæthedens indvirkning på energibehovet

Eksempel på 131,5 m<sup>2</sup> parcelhus med fjernvarme og mekanisk ventilation:

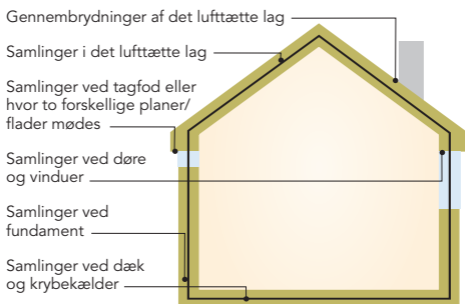


Alle tre bygningseksempler er isoleret ens, svarende til de anbefalede isoleringstykkelser for en BR18 bygning. Se BR18 oversigt med isoleringstykkelser.

Som det fremgår af de beregnede energibehov, ses det tydeligt, at lufttætningen er afgørende.

Bemærk, at selvom det forudsættes, at den midterste bygning tættes ift. BR18 (1,0 l/s), så er risikoen for at overskride energirammen stor, hvis det ved en blowerdoor test viser sig, at der er flere utætheder i klimaskærmen end forudsat i energirammeberegningen.

#### Her opstår problemerne med utætheder!



Klimaskærmens opbygning, i kombination med kontrolleret ventilation, bestemmer indeklimaet og bygningens almene sundhed. Den ideelle bygning er kendetegnet ved en række faktorer:

- God, og konstant rumtemperatur
- Fornuftigt luftskifte året rundt
- Minimalt energiforbrug
- Minimale kuldebroer
- Minimalt varmetab
- Ingen fugtproblemer som følge af kondensdannelse
- Brug af diffusionsåbne og ikke nedbrydelige isoleringsmaterialer
- Ingen problemer med træk

# 4. Energirenovering og efterisolering

### Indholdsfortegnelse:

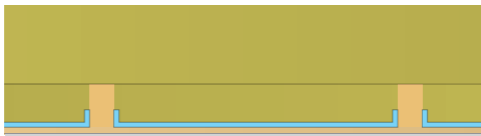
<b>Dampspærre ved efterisolering</b> .....	56
<b>Efterisolering af gitterspær</b>	
Loftgranulat.....	58
FLEXIBATTS.....	59
<b>Efterisolering af hanebåndsspær</b> .....	60
<b>Efterisolering af Built-up tag</b> .....	63
<b>Efterisolering af etageadskillelse</b> .....	64
<b>Efterisolering af ydervæg</b>	
Udvendig efterisolering .....	65
Indvendig efterisolering.....	66
<b>Efterisolering af hulmur</b> .....	68
<b>Efterisolering af terrændæk</b>	
Terrændæk med strøgulv.....	69
Terrændæk med svømmende gulv .....	70
<b>Efterisolering af kælder</b>	
Udvendig efterisolering over terræn .....	71
Indvendig efterisolering under terræn .....	72

## 4. Energirenovering og efterisolering

### Dampspærre ved efterisolering

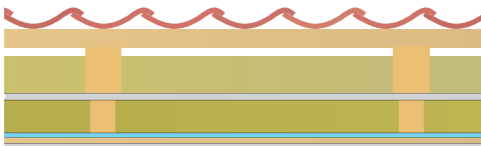
#### Isolering over loftkonstruktion

I modsætning til tidligere kræves der blot et lufttæt plan og tilstrækkelig med ventilation, når det vandrette loft skal efterisoleres.

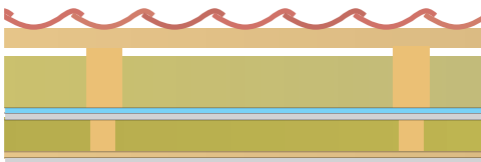


Ved loftkonstruktioner uden dampspærre monteres ligeledes dampspærre mellem spærene og 20-30 mm op ad disse. Hvis der samtidig skal opsættes en ny loftsbeklædning anbringes i stedet en dampspærre, der dækker hele loftet, også når denne er af rørvæv og puds, før ny loftsbeklædning opsættes.

#### Isolering under loftkonstruktion



**Loftkonstruktion uden dampspærre.** NB! Malingslag på det eksisterende loft kan være så diffusionstætte at de fungerer som en dampspærre og skal afrenses.



**Loftkonstruktion med dampspærre.** Ny isoleringstykkelse max. det halve af den eksisterende isolering. Ønskes større isoleringstykkelse, skal den eksisterende dampspærre fjernes og ny monteres.

## Ting du skal være opmærksom på:

Dampspærren skal sikre, at varm fugtig indeluft ikke trænger ind i konstruktionen, hvor den kan kondensere pga. nedkøling. Det er vigtigt, at dampspærren er tæt.

Tjek først, om den eksisterende konstruktion har dampspærre eller ej.

Indeholder konstruktionen ikke dampspærre skal det sikres, at der er andet lufttæt plan.

Dampspærren må maksimalt placeres 1/3 inde i isoleringen fra den varme side (Gælder for boliger i fugtbelastningsklasse 2, f.eks. enfamiliehuse).

I en konstruktion anbringes dampspærren altid på den varme side af isoleringen.

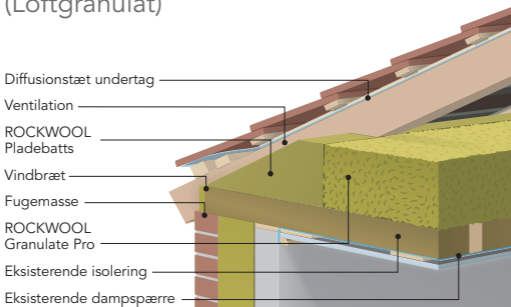
Pudsede lofer anses som lufttætte, så længe det er intakt.

Dampspærren skal slutte tæt mod loft, vægge, gulv og gennemføringer.

Under isoleringsarbejdet er det vigtigt at tjekke, om ventilationen af konstruktionen stadig er tilstrækkelig.

### Efterisolering af gitterspær

(Loftgranulat)



#### Produkt til efterisolering -

#### Granulate Pro / Pladebatts ved tagfod

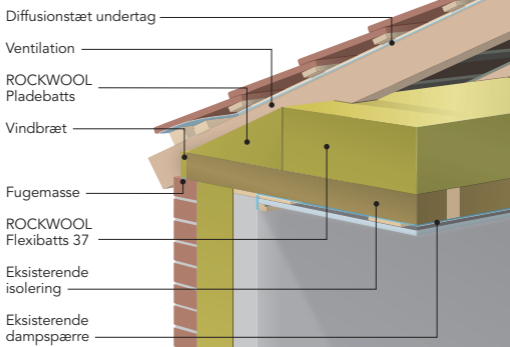
Eksisterende isolering i mm	U-værdier (W/m <sup>2</sup> K)	Granulat-tykkelse i mm	Ny U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Besparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år
50	0,68	220	0,15	37
50	0,68	280	0,12	39
100	0,41	175	0,15	18
100	0,41	235	0,12	20
150	0,28	140	0,15	9
150	0,28	205	0,12	11

Maksimal U-værdi er 0,12 W/m<sup>2</sup>K hvis arbejdet er rentabelt.

#### Vær opmærksom på:

- Kontroller ventilation ved tagfod.
- Ventilation mellem diffusionstæt undertag og ROCKWOOL isolering:
  - Fast undertag = 45 mm ventilationsspalte.
  - Banevarer eller fleksible plader = 70 mm ventilationsspalte.
- Inden isoleringen foretages, bør der opsættes vindbrædder, her kan ROCKWOOL Pladebatts anvendes.
- For at mindske risikoen for brandspredning gennem tagfoden, bør ventilationsspalter ved tagfod mellem fast diffusionstæt undertag og ROCKWOOL isolering være mindst 300 mm lang og maksimalt 30 mm høj mellem de to parallelle flader.
- Eksisterende isolering skal slutte tæt til spærrene. Hvis der er luftlommer eller huller, bør disse udbedres.
- Om konstruktionen har et lufttæt plan.
- Pudsede lofter anses som værende lufttætte, så længe de er uden revner.
- Gangbro forhøjes således, at der er 50 mm luft mellem ny isolering og gangbro.
- Du kan få et tilbud på indblæsning med Granulate Pro fra en ROCKWOOL Partner. Læs mere på [rockwool.dk](http://rockwool.dk)

## Efterisolering af gitterspær (Flexibatts)



### Produkt til efterisolering - Flexibatts 37

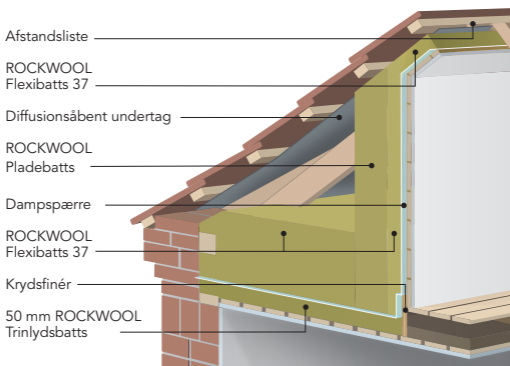
Eksisterende isolering i mm	U-værdier (W/m <sup>2</sup> K)	Efterisoleret tykkelse i mm	Ny U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Besparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år
50	0,68	195	0,16	36
75	0,52	195	0,14	27
100	0,41	195	0,13	20
100	0,41	245	0,11	21
125	0,35	195	0,12	16
150	0,28	195	0,11	12

Maksimal U-værdi er 0,12 W/m<sup>2</sup>K hvis arbejdet er rentabelt.

#### Vær opmærksom på:

- ■ Kontroller ventilation ved tagfod.
- Ventilation mellem diffusionstæt undertag og ROCKWOOL isolering:
  - Fast undertag = 45 mm ventilationsspalte.
  - Banevarer eller fleksible plader = 70 mm ventilationsspalte.
- Inden isoleringen foretages, bør der opsættes vindbrædder, her kan ROCKWOOL Pladebatts anvendes.
- For at mindske risikoen for brandspredning gennem tagfoden, bør ventilationsspalter ved tagfod mellem fast diffusionstæt undertag og ROCKWOOL isolering være mindst 300 mm lang og maksimalt 30 mm høj mellem de to parallelle flader.
- Om konstruktionen indeholder dampspærre. Hvis ikke skal denne monteres.
- Pudsede lofter anses som værende lufttætte, så længe de er uden revner.
- Gangbro forhøjes således, at der er 50 mm luft mellem ny isolering og gangbro.

### Efterisolering af hanebåndsspær skunkrum



#### Produkt til efterisolering - Flexibatts 37

Eksisterende isolering i mm	U-værdier (W/m <sup>2</sup> K)	Efterisoleret tykkelse i mm	Ny U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Besparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år
0	1,51	70+170	0,15	95
0	1,51	70+220	0,12	97
50	0,68	70+145	0,14	38
50	0,68	70+195	0,12	39
100	0,41	70+95	0,14	19
100	0,41	70+145	0,12	20
150	0,28	70+45	0,15	9
150	0,28	95+95	0,12	11

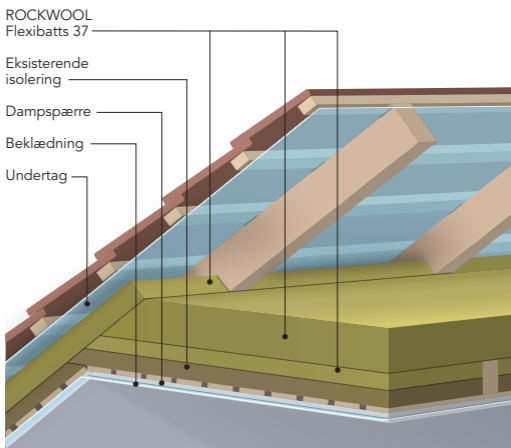
Maksimal U-værdi er 0,12 W/m<sup>2</sup>K hvis arbejdet er rentabelt.

#### Vær opmærksom på:

- Dampspærren sluttes tæt til konstruktion og i samlinger.
- Dampspærren må max placeres 1/3 inde i isoleringen fra den varme side.
- Ventilationen over skråvæggen skal bevares, hvis der etableres et diffusionstæt undertag.
- Ønskes en mere fast isoleringsplade på skunkvæggens yderside kan ROCKWOOL Pladebatts anvendes. Smigskæres mod tagfladen og fastgøres med skruer og skiver.
- Er underlaget i skunkgulvet ujævnt eller med oprifter, søm-spids-er etc kan der med fordel inden dampspærren udlægges, lægges et lag 50 mm Trinlydsbatts. Denne isolerer og giver et plant, trædefast og ensartet underlag for dampspærren.



# Efterisolering af hanebåndsspær skråvæg og hanebånd



## Produkt til efterisolering - Flexibatts 37

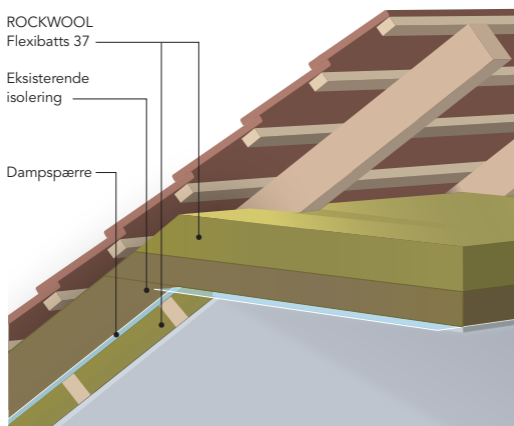
Eksisterende isolering i mm	U-værdier (W/m <sup>2</sup> K)	Isolerings-tykkelse i mm	Ny U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Besparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år
50	0,62	245	0,12	39
75	0,46	220	0,12	27
100	0,37	195	0,12	17
125	0,29	145	0,14	10
150	0,24	145	0,12	8

Maksimal U-værdi er 0,12 W/m<sup>2</sup>K hvis arbejdet er rentabelt.

### ! Vær opmærksom på:

- Ved isolering over den eksisterende isolering i skråvægge hvor tagdækningen ikke fjernes, bruges en hård træfiberplade, som ROCKWOOL Flexibatts kan glide ned på. Herefter trækkes pladen op og anvendes i næste spærfag.
- Udvendig efterisolering vil være relevant ved udskiftning af tagdækning.
- Det skal sikres, at ventilationen mellem isolering og tag bibeholdes.

### Efterisolering af hanebåndsspær skråvæg indvendig



#### Produkt til efterisolering - Flexibatts 37

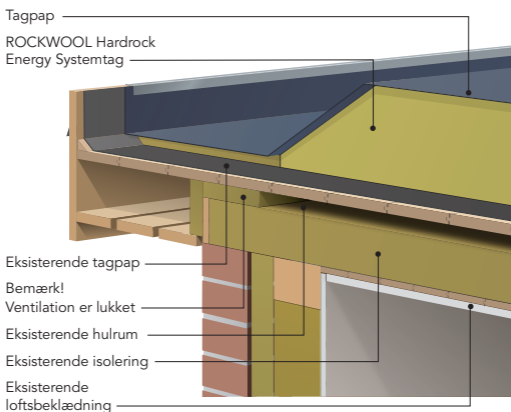
Eksisterende isolering i mm	U-værdier (W/m <sup>2</sup> K)	Isolerings-tykkelse i mm	Ny U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Besparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år
50	0,62	195	0,15	32
75	0,46	195	0,13	23
100	0,37	195	0,12	17
125	0,29	195	0,11	12
150	0,24	195	0,11	9

Maksimal U-værdi er 0,12 W/m<sup>2</sup>K hvis arbejdet er rentabelt.

#### Vær opmærksom på:

- Dampspærren må max placeres 1/3 inde i isoleringen fra den varme side.
- Indvendig efterisolering vil være relevant, hvor tagdækningen ikke skiftes.
- Efterisolering kan foretages med ROCKWOOL Granulate Pro eller ROCKWOOL Flexibatts.
- Det sikres, at ventilationen mellem isolering og tag bibeholdes.

## Efterisolering af Built-up tag



### Produkt til efterisolering - Hardrock Energy Systemtag

Eksisterende isolering i mm	U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Isolerings-tykkelse i mm	Ny U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Besparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år
95	0,42	150	0,15	19
95	0,42	140+50	0,12	21
95	0,42	180+80	0,10	22

Maksimal U-værdi er 0,12 W/m<sup>2</sup>K hvis arbejdet er rentabelt.

#### ! Vær opmærksom på:

- Konstruktionen kan også udføres med en kileskåret isolering, hvis ikke der er fald på taget i forvejen.
  - Efterisoler det flade built-up tag på udvendig side.
  - Tjek, at den gamle tagpap er tæt, da den kommer til at fungere som ny dampspærre.
  - Tykkelsen af den nye isolering er afhængig af fugtklassen, se nedenstående skema. I henhold til DS/EN ISO13788.
  - Når efterisoleringen er udført, skal man sikre sig, at trækonstruktionen er tør, inden ventilationen lukkes. Der kan typisk lukkes for ventilationen efter 1 år. Ventilationen lukkes for at få fuld udnyttelse af efterisoleringen. Lukningen bør finde sted i slutningen af sommeren.

Klasse	Fugtbelastningsklasser	Eksist. isolering	Ny isolering
1	Tør lagerhal, idrætshal, få tilskuere	1	0,7
2	Bolig, lav befolkningstæthed, kontorer	1	1,5
3	Bolig, høj befolkningstæthed idrætshal, mange tilskuere	1	3
4	Storkøkken, baderum	1	8
5	Svømmehal, vaskerier, bryggerier	skal beregnes	

**Eksempel:** I fugtbelastningsklasse 3 skal den ny isolering være 3 gange så tyk som den eksisterende isolering.

### Efterisolering af etageadskillelse



#### Produkt til efterisolering - Granulate Multi

Eksisterende isolering i mm	U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Isolerings-tykkelse i mm	Ny U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Besparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år
0	0,97	60	0,42	38
0	0,97	100	0,30	47
0	0,97	150	0,32	52

Maksimal U-værdi er 0,12 W/m<sup>2</sup>K hvis arbejdet er rentabelt.

#### ! Vær opmærksom på:

- Indblæsning af ROCKWOOL Granulate Multi i etageadskillelsen sker fra loftsiden. På den måde udføres arbejdet uden synlige huller i eksisterende loft. Et eventuelt lerindskud i bjælkekonstruktionen forhindrer ikke en effektiv efterisolering. I mange huse er isolering af etageadskillelsen mellem stue og kælder også muligt. Isoleringen giver højere overfladetemperatur på loft og gulv, hvilket fjerner træk og fodkulde. Hvis loftrummet benyttes til beboelse, er der et særligt brandkrav til etageadskillelsen.
- Ved efterisolering af etageadskillelser mod uventileret tagrum, bør fugtbalancen beregnes eller ventilation etableres.

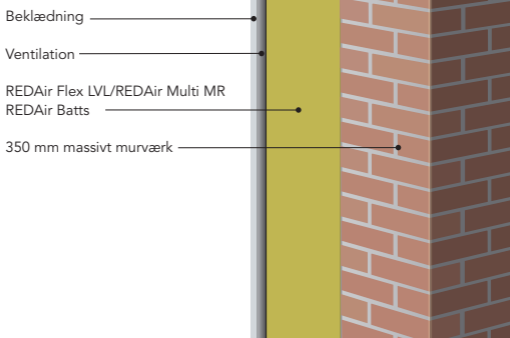


Læs mere om ROCKWOOL Indblæsningspartnere og find et firma på [rockwool.dk](http://rockwool.dk)

# Efterisolering af ydervæg

## udvendig efterisolering

REDAir System:



### Produkt til efterisolering - REDAir System

Eksisterende isolering i mm	U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Isolerings-tykkelse i mm	U-værdi REDAir System (W/m <sup>2</sup> K)	Besparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år
0	1,50	100	0,28	85
0	1,50	150	0,20	91
0	1,50	200	0,16	93
0	1,50	250	0,13	96

Maksimal U-værdi er 0,18 W/m<sup>2</sup>K hvis arbejdet er rentabelt.

#### ! Vær opmærksom på:

- Som hovedregel vil udvendig efterisolering være den fugtteknisk bedste løsning. Den eksisterende væg bliver varmere og får derved bedre fugtforhold.
- Kuldebroer ud for etageadskillelser og indervægge minimeres ligeledes.
- Enkelte af de viste løsninger overholder ikke BR18. I det enkelte tilfælde skal der beregnes rentabilitet.

### Efterisolering af ydervæg

#### udvendig efterisolering

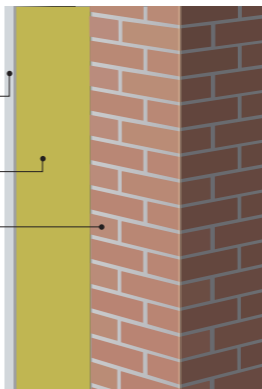
##### Facadesystem

Facade med puds

Puds

ROCKWOOL Facadebatts eller  
Facadelamel Energy

350 mm massivt murværk



#### Produkt til efterisolering Facadebatts med puds

Eksisterende isolering i mm	U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Ny isoleringstykkelser i mm	Ny U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Besparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år
0	1,50	100	0,29	84
0	1,50	150	0,21	90
0	1,50	200	0,16	93
0	1,50	250	0,13	96

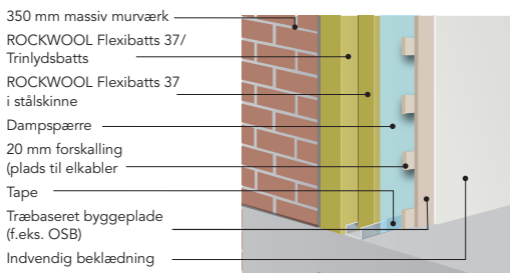
Maksimal U-værdi er 0,18 W/m<sup>2</sup>K hvis arbejdet er rentabelt.

#### Vær opmærksom på:

- Som hovedregel vil udevendig efterisolering være den fugtteknisk bedste løsning. Den eksisterende væg bliver varmere og får derved bedre fugtforhold.
- Kuldebroer ud for etageadskillelser og indervægge minimeres ligeledes.
- Enkelte af de viste løsninger overholder ikke BR18. I det enkelte tilfælde skal der beregnes rentabilitet.

# Efterisolering af ydervæg

## indvendig efterisolering



### Produkt til efterisolering - Flexibatts 37

Ekstisterende isolering i mm	U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Isolerings-tykkelse i mm	Ny U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Besparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år
0	1,50	15+45	0,41	76
0	1,50	30+45	0,35	80
0	1,50	45+45	0,31	83
0	1,50	45+70	0,26	86
350 mm hulmur, 130 mm hulrumsfyld	0,47	45+45	0,21	18

Maksimal U-værdi er 0,18 W/m<sup>2</sup>K hvis arbejdet er rentabelt og fugt-teknisk forsvarligt.

### Vær opmærksom på:

- En indvendig efterisolering er mere fugt-teknisk krævende end en udvendig efterisolering. Ved indvendig efterisolering vil yder-væggen efterfølgende belastes hårdere som følge af reduceret varmetab gennem konstruktionen, og eventuelle eksisterende fugtskader i ydervæggen kan derfor forværres efterfølgende.
- Er ikke velegnet til teglsten, som ikke er hårdt brændte, på grund af risikoen for frostsprængninger.
- Ved indvendig efterisolering skal der altid være en dampspærre på den varme side af konstruktionen.
- Inden arbejdet påbegyndes, skal væggen renses for tapet, plast-maling og lignende produkter.
- Rester af organisk materiale øger risikoen for skimmeldannelse. Rester af plastmaling kan fungere som dampspærre på forkert side af isoleringen og derved en øget risiko for skimmeldannelse.
- Dampspærren må maksimalt placeres 1/3 inde i konstruktionen fra den varme side (gælder for byggerier med almindelig rum-temperatur på 20°C og luftfugtighed på ca. 50% RF).
- Dampspærren skal tapes tæt mod loft, vægge og gulv.
- Efterisolering ud for etageadskillelse kan påvirke dugpunktet af bjælkeenden.
- Langs med bræddegulve, profillofter og andre 'utætte' over-flader skal dampspærren klæbes lufttæt mod ydervæggen som vist på tegningen inden bundremmen lægges.

### Efterisolering af hulmur



#### Produkt til efterisolering - Granulate Multi

Hulrum / Eksisterende isolering	U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Isolerings-tykkelse	Ny U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Besparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år
80 mm / 0 mm	1,49	80 mm	0,60	62
130 mm / 0 mm	1,47	130 mm	0,47	69

#### Vær opmærksom på:

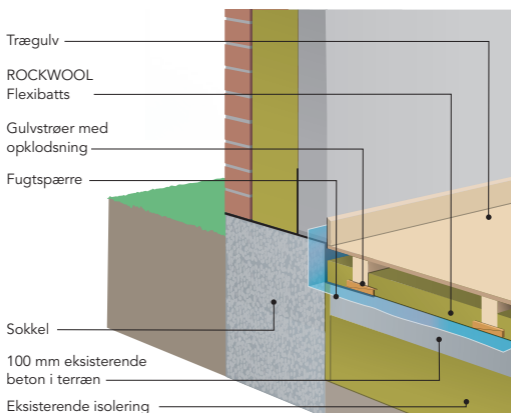
- Indblæsning af ROCKWOOL Granulate Multi foregår udefra, helt uden gener for beboerne.
- Udtagne mursten mures i igen, og der fuges efter, så det er svært at se "sporene" efter isoleringen.
- Indblæsningsfirmaet / ROCKWOOL Indblæsningspartneren reparerer indblæsningshullerne i forbindelse med isoleringsarbejdet.
- Et pudset hus er ingen hindring for at hulmursisolere.
- Eksisterende hulmur bør undersøges for fugt, inden arbejdet sættes i gang. Eventuelle fugtproblemer bør udbedres.
- Ydervæggens sten bør være hårdbrændte, for at undgå frostsprængninger.
- Udvendig maling skal være diffusionsåben.



Find en ROCKWOOL Indblæsningspartner på [rockwool.dk](http://rockwool.dk)



## Efterisolering af terrændæk (terrændæk med strøgulv)



### Produkt til efterisolering - Flexibatts 37

Eksisterende isolering under beton i mm	U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Isolerings-tykkelse* i mm	Ny U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Besparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år
0	0,58	70	0,36	15
50	0,33	70	0,25	6
100	0,23	70	0,19	3
150	0,18	70	0,14	3
200	0,14	95	0,11	2

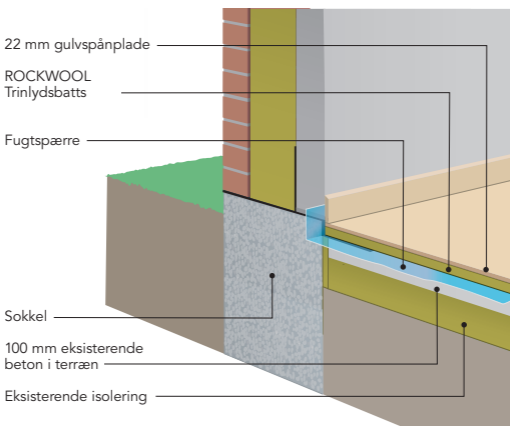
Maksimal U-værdi ved udskiftning af hele gulvet er 0,10 W/m<sup>2</sup>K.  
Se løsning i kap. 3, side 50-52.

#### ! Vær opmærksom på:

- Overfladevandet på terrænet kan trænge ind i terrændæk, sokkel og facade. Dette kan afhjælpes med omfangsdræn.
- Manglende kapillarbrydende lag kan give opsivning af fugt i terrændækket. Kravet til kapillarbrydende lag er 150 mm.
- Radon er en naturligt forekommende radioaktiv luftart. Radon er farveløst og kan ikke lugtes.
- En veludført og tæt fugtspærre giver lufttæthed og beskytter mod opstrømning af radon fra jorden.
- For at opnå en ordentlig tæthed af samlinger skal fugtspærren altid udlægges, inden der trækkes rør, kabler mv.
- Fugtspærren bør udføres så sent i byggeprocessen som muligt, da den dermed ikke er så udsat for beskadigelse.
- \*De viste isoleringstykkelser må af hensyn til kondensering på fugtspærren eller betonoverfladen ikke overskrides.

### Efterisolering af terrændæk

terrændæk med svømmende gulv



#### Produkt til efterisolering - Trinlydsbatts

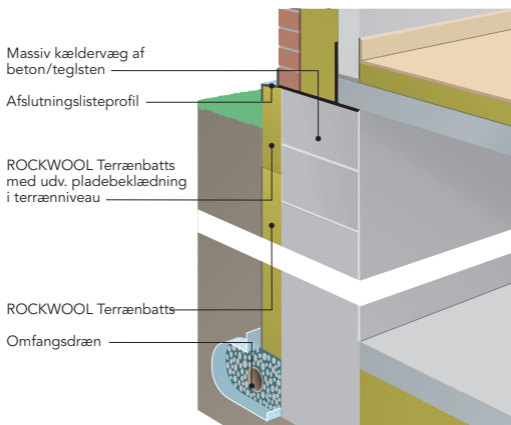
Eksisterende isolering under beton i mm	U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Isolerings-tykkelse over beton i mm	Ny U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Besparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år
0	0,58	50	0,20	27
50	0,33	50	0,16	12
100	0,23	50	0,13	7
150	0,19	50	0,11	6
200	0,15	50	0,10	3

Maksimal U-værdi ved udskiftning af hele gulvet er 0,10 W/m<sup>2</sup>K. Se løsning i kap. 3, side 50-52.

#### Vær opmærksom på:

- Overfladevandet på terrænet kan trænge ind i terrændæk, sokkel og facade. Dette kan afhjælpes med omfangsdræn.
- Manglende kapillarbrydende lag kan give opsivning af fugt i terrændækket. Kravet til kapillarbrydende lag er 150 mm.
- Radon er en naturligt forekommende radioaktiv luftart. Radon er farveløst og kan ikke lugtes.
- En veludført og tæt fugtspærre giver lufttæthed og beskytter mod opstrømning af radon fra jorden.
- 100 mm beton med armeringsnet virker ligeledes som radonspærre.
- For at opnå en ordentlig tæthed af samlinger skal fugtspærren altid udlægges, inden der trækkes rør, kabler mv.
- Fugtspærren bør udføres så sent i byggeprocessen som muligt, da den dermed ikke er så udsat for beskadigelse.

## Efterisolering af opvarmet kælder udvendig efterisolering over terræn



### Produkt til efterisolering - Terrænbatts eller Facadebatts

Eksisterende isolering i mm	U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Isolerings-tykkelse udenpå beton i mm	Ny U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Besparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år
35 cm beton	0,93	100	0,26	33
35 cm beton	0,93	150	0,20	36
35 cm beton	0,93	200	0,17	37
35 cm tegl	0,66	100	0,24	21
35 cm tegl	0,66	150	0,18	23
35 cm tegl	0,66	200	0,15	25

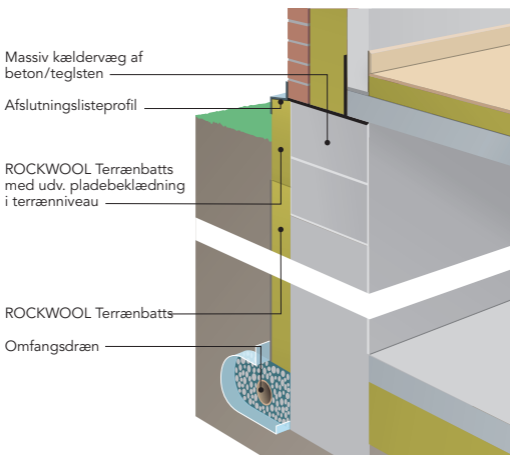
Maksimal U-værdi er 0,18 W/m<sup>2</sup>K hvis arbejdet er rentabelt.

#### ⌋ Vær opmærksom på:

- ■ Efterisolering af kælderen sker bedst fra ydersiden, fordi kældervæggen bliver varmere, og fordampningen fra indersiden øges.
- ROCKWOOL Terrænbatts skal kombineres med drænende tilfyldning på ydersiden. Dræningen er nødvendig for at sikre, at nedsivende overfladevand ikke medfører vandtryk på kældervæggen.
- Isoleringen skal lukkes i toppen med et afsluttende profil, for at undgå at overfladevand løber bagved isoleringen.

### Efterisolering af kælder

udvendig efterisolering under terræn



#### Produkt til efterisolering - Terrænbatts eller Facadebatts

Eksisterende isolering i mm	U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Isolerings-tykkelse udenpå beton i mm	Ny U-værdi (W/m <sup>2</sup> K)	Besparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år
35 cm beton	0,93	100	0,26	38
35 cm beton	0,93	150	0,20	36
35 cm beton	0,93	200	0,17	37
35 cm tegl	0,66	100	0,24	21
35 cm tegl	0,66	150	0,18	23
35 cm tegl	0,66	200	0,15	28

Maksimal U-værdi er 0,18 W/m<sup>2</sup>K hvis arbejdet er rentabelt.

#### Vær opmærksom på:

- Efterisolering af kælderen sker bedst fra ydersiden, fordi kældervæggen bliver varmere, og fordampningen fra indersiden øges.
  - ROCKWOOL Terrænbatts skal kombineres med drænende tilfyldning på ydersiden. Dræningen er nødvendig for at sikre, at nedsvivende overfladevand ikke medfører vandtryk på kældervæggen.
  - Isoleringen skal lukkes i toppen med et afsluttende profil, for at undgå at overfladevand løber bagved isoleringen.



## ROCKWOOL Terrænbatts

ROCKWOOL Terrænbatts fungerer som kapillarbrydende lag og kan udlægges direkte på jord som varmeisolerings i terrændækkonstruktioner til boliger, forsamlingslokaler, tungere erhverv og industrilokaler jf. Eurocode 1, "Last på bærende konstruktioner", hvor nyttelasten ikke er større end  $7,0 \text{ kN/m}^2$ .

Terrænbatts anvendes også som udvendig varmeisolerings på kælder-vægge, hvor den mulige isoleringsdybde afhænger af den accepterede deformation nederst på isoleringen.

# 5. Udvendig facadeisolering

Hvad enten facadeløsningen drejer sig om nybyggeri, renovering, lavenergihuse, halbyggeri, parcelhuse eller industribygninger - så har ROCKWOOL Danmark A/S et fleksibelt og gennemprøvet system til formålet.

### Fordele ved REDAir

- Hurtig og nem montering
- Let at tilpasse – designfrihed
- Kan bruges både til nybyggeri og renovering
- Fungerer med næsten al facadebeklædning
- Bevarer sine egenskaber og kvalitet i hele husets levetid
- Fås som 100% uorganisk løsning

## Tre unikke systemer til facadeisolering

En familie med tre unikke systemer. Alt ligger i navnet REDAir® fra ROCKWOOL. Familien består af de tre systemer REDAir Flex, REDAir Multi og REDAir Link.

REDAir er en komplet familie af isoleringssystemer til alle vægkonstruktioner. Systemet fungerer perfekt til både renoveringer og nybyggerier, etageboliger og parcelhuse. REDAir systemet er udviklet til at minimere montagefejl, give en holdbar samlet facadeløsning og ikke mindst opnå en montagetid, der er uovertruffen. Systemet kan bruges i alle tænkelige situationer i ventilerede facader og kan kombineres med de fleste typer af bærende bagvægge og ydre regnskærme.

### **REDAir Multi**

En profil af varmforzinket stål med indbyggede friktionselementer til indfæstning i isoleringen. Kan rettes op, så du kan justere facaden og korrigere ujævnheder.

- Systemet består af: stålprofil, clips, fixbeslag, glidebeslag, T-profil i aluminium og skruer.

### **REDAir Flex**

LVL-planke af træ, som er imprægneret mod brand, svamp og råd, monteres med friktionsplade på plankens bagside til montering i isoleringen. En enkel løsning til montering af valgfrit facademateriale.

- Systemet består af: LVL-planke, friktionsplade og skruer.

### **REDAir Link**

Hårde, komprimerede plader af stenuld, som monteres omkring facadeåbningen for montage af vinduer og døre. Giver en uorganisk løsning uden kuldebroer.

- Systemet består af: hjørnebeslag, forlængelsesbeslag og skruer.

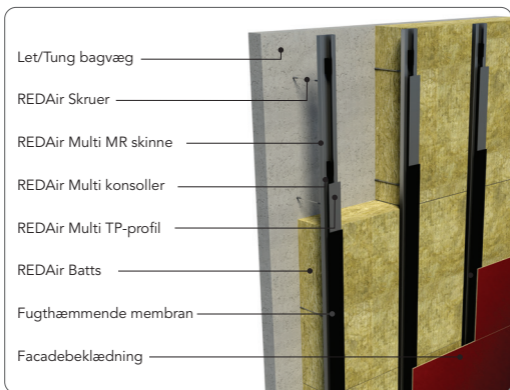
## 5. Udvendig facadeisolering

### REDAir Multi

REDAir Multi er et helt uorganisk isoleringssystem som er opbygget på en smart, galvaniseret stålprofil. Med de tilhørende komponenter kan du desuden rette facadens skævheder og skavanker op.

Systemet REDAir Multi er meget nemt at montere og passer til alle typer af bagvægskonstruktioner.

Systemet indeholder en profil fremstillet af stål med indbyggede friktionstænder og med indbygget opretningsmulighed. Ved montering trykkes stålprofilen mod stenuldspladen REDAir Batts, hvorved de indbyggede tænder hægter profilen fast i isoleringen.



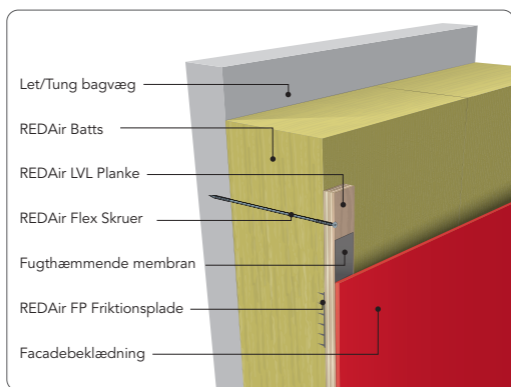
Det giver hurtig montering, samtidig med at tænderne fikserer profilen. REDAir Multi kan anvendes både ved nybyggeri og renovering.

Ved renovering giver systemet mulighed for at oprette skavanker og skævheder, så det er nemt at få en flot, lige facade. REDAir Multi leveres komplet med isolering, beslag og skruer. Valgfri facadebeklædning monteres derefter iht. facadeleverandørens anvisninger.



## REDAir Flex

- Udvendig facadeisolering som afsluttes med en ventileret regnskærm.
- Energimæssigt optimale facader uden kuldebroer.
- Kan anvendes sammen med et bredt udvalg af facadeplader og træbeklædninger.
- Facadebeklædningen kan monteres både vandret og lodret.
- Maksimal vægt for facadebeklædningen er 50 kg/m<sup>2</sup>.
- Vindtætte lag uden på isoleringen kan undlades.
- REDAir System består af REDAir Batts, skruer, skiver, planker og bor.



- 1) REDAir System kan monteres på let eller tung bagvæg.
- 2) REDAir Batts fastgøres midlertidigt til bagvæggen med dybler. Alternativt kan isoleringen også klæbes.
- 3) Inden montage af REDAir LVL planken, afmærkes skruelacering og der monteres REDAir FP Friktionsplader på bagsiden.
- 4) REDAir LVL planken fastgøres til bagvæggen med REDAir Flex skruer. Skruetyper afhænger af om væggen er af træ, letbeton eller beton.
- 5) Beklædningen monteres iht. Facadeleverandørens arbejdsvejledning.
- 6) Følg montagevejledningen for REDAir Flex nøje.
- 7) Kontakt ROCKWOOL Danmark A/S hvis du ønsker yderligere information.

## 5. Udvendig facadeisolering

### REDAir Link

Montering af vinduer i facaden, i forbindelse med både nybyggeri og energirenovering, giver ofte følgende overvejelse:

Hvordan monteres vinduet nemt og hurtigt uden at gå på kompromis med design og kvalitet?

REDAir Link er et vinduesmontagesystem, der gør montage af vinduer til en leg. Vindueskassen giver arkitekten designfrihed og skaber et link mellem ude og inde - det har aldrig været enklere.

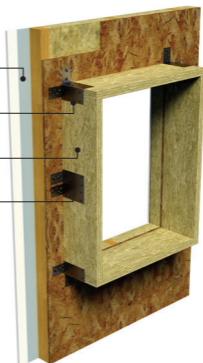
Op gennem tiderne er mængden af forskellige byggematerialer, der mødes i netop facadens åbninger, øget mere og mere. Kravene til lufttæthed, ubrændbarhed og minimering af skader, som f.eks skimmelsvamp og indtrængning af vand, har indtil nu krævet, at mange produkter skal bruges for at skabe den optimale klimasikring. REDAir Link vinduesmontagesystem er med til at minimere montagefejl, skabe en holdbar løsning og ikke mindst en montage tid, der er uovertruffen. Kombinationen af ROCKWOOL fibre i kassen og det tilstødende REDAir Multi eller REDAir Flex facadesystem danner en klimaskærm, der giver optimale løsninger.

Let/Tung bagvæg

REDAir Link Hjørnebeslag

REDAir Link Board

REDAir Link Forlængerbeslag



- Minimerer varmetabet.
- Skaber mulighed for valgfrit at placere vinduer og døre i facadeåbningen.
- Sikrer en nem udskiftning af vinduer i fremtiden.
- Uorganisk materiale giver ikke grobund for skimmelsvamp.
- Med systemets få komponenter er montagen enkel og hurtig.
- Forbedrer linjetab omkring vinduet.
- Konstruktionen opfylder alle gældende normer.
- Eksisterende vinduer kan bibeholdes til nye vinduer monteres, og dermed minimeres gener for beboere.



Læs mere om REDAir på  
[rockwool.dk](http://rockwool.dk)

Hej, velkommen til

# Den lille

Konstruktioner

Fordelene ved

[www.rockwool.dk](http://www.rockwool.dk)

På [rockwool.dk](http://rockwool.dk) tilbyder vi inspiration og vejledning inden for alle aspekter af byggeriet, komfort, energioptimering og inspiration til systemløsninger.

Vi har her fremhævet et par områder, der kan hjælpe dig i dit arbejde.

## **Vejledning til Bygningsreglementet**

Altid opdateret guide til gældende Bygningsreglement, se de væsentligste vejledninger og anbefalinger samt link til lovteksten.

# De lune?

ed stenuld

Teknisk Service

## **Produkter**

Under "Produkter" får du et overblik over dine ROCKWOOL produkter, specifikationer og tekniske data. Du finder også konstruktionsbeskrivelser og arbejdsvejledninger over hvilke konstruktioner, du kan anvende produkterne i.

## **Cad og Revit tegninger**

ROCKWOOL Danmark A/S stiller en lang række CAD og Revit filer til rådighed, som du kan anvende som projekterende. Tegningerne indeholder konstruktioner, som er optimerede til kravene i BR18. Tegningerne er opdaterede til BIPS standarder (lagstruktur i stb-format) og de nye Revit tegninger indeholder information om ROCKWOOL produkterne.

## **Beregningsprogrammer**

ROCKWOOL Danmark A/S har udarbejdet en række beregningsprogrammer, som kan hjælpe dig, når du arbejder med vores produkter og løsninger.

## Beregningsprogrammer

ROCKWOOL Danmark A/S tilbyder en række beregningsprogrammer, der kan lette dit arbejde. Alle programmer er tilgængelige på [rockwool.dk](http://rockwool.dk)



### ROCKWOOL Energy Design

Med ROCKWOOL Energy Design kan du fore-tage energirammeberegninger til nybyggeri samt varmetabsberegninger til tilbygninger og sommerhuse.



### Brandsikring

Conlit brandsikring er et beregningsprogram, der nemt og hurtigt hjælper dig med at dimensionere Conlit til brandsikring af forskellige stålkonstruktioner.



### ROCKTEC

Din genvej til reglerne for teknisk isolering og dit værktøj til beregning af isoleringstykkelse, rørafstande, varmetab og overfladetemperatur.



### HARDROCK RENTABILITET

Programmet beregner besparelsen ved at merisolere, når det flade tag skal renoveres eller den gamle tagdækning udskiftes. Programmet giver svar på, om besparelserne og rentabiliteten lever op til de nye energikrav.



### HARDROCK U-Værdi

HARDROCK U-værdi bruges til beregning af U-værdien af forskellige typer varme tage isoleret med HARDROCK Systemtag.



### **REDAir FLEX**

REDAir FLEX beregneren anvendes til at finde den rigtige afstand mellem skrueerne, de anbefalede systemmængder, samt til at udarbejde en stykliste du kan bruge til bestilling.



### **REDAir LINK**

REDAir LINK beregneren anvendes til beregning af den vejledende mængde plader og beslag til dit projekt.



### **REDAir MULTI**

REDAir MULTI beregneren anvendes til at finde den korrekte afstand mellem skrueer, de anbefalede systemmængder og til at udarbejde en stykliste til bestilling.

# 7. ROCKWOOL Service

ROCKWOOL Danmark A/S tilbyder rådgivning for professionelle. Find den rette salgskonsulent og kontaktdata til vores tekniske service samt ordreservice på [rockwool.dk/kontakt](http://rockwool.dk/kontakt).

### **Konsulenter**

ROCKWOOL konsulenter kan rådgive dig om løsninger og konstruktionsvalg i projekteringsfasen samt under udførelsen af dit byggeprojekt.

### **Teknisk service**

ROCKWOOL Teknisk Service rådgiver om alle byggetekniske problemstillinger i forbindelse med isolering. Ring direkte til Teknisk service på 46 55 89 89 eller send en email til [rwts@rockwool.dk](mailto:rwts@rockwool.dk).

Vi er klar til at hjælpe mandag - fredag fra kl. 09.00-12.00 og igen fra 13.00-15.00.

### **Ordreservice**

ROCKWOOL e-handel og EDI er tilgængelige alle døgnets 24 timer. Ordre kan også afgives telefonisk på 46 55 85 70 eller ved at sende en mail til [tilbud@rockwool.dk](mailto:tilbud@rockwool.dk). Vi er klar til at hjælpe mandag - torsdag fra kl. 07.00-16.00, og fredag fra kl. 07.00-15.30.

### **SMS service**

Oplys dit mobilnummer ved ordreafgivelse, og du modtager en sms med oplysning om leveringstidspunktet.





## 8. Produktegenskaber

Stenuld har en lang række unikke egenskaber, der ikke alene giver velisolerede løsninger, men også god komfort og stor sikkerhed - f.eks. mod brand.

Desuden er det værd at bemærke, at ROCKWOOL stenuld ikke angriber og skader andre materialer, det kommer i kontakt med. Stenulden medvirker ikke til korrosion på metaller, og der frigives ingen aggressive luftarter under brandpåvirkning.



### Varmeisolering

Varmeisoleringssevnen i ROCKWOOL produkterne skyldes den stillestående luft omkring de 3-6  $\mu$  (my) tynde stenuldsfibre. F.eks. består de lette bygningsisoleringsprodukter af 99% luft og 1% stenuldstråde.

## 8. Godt at vide

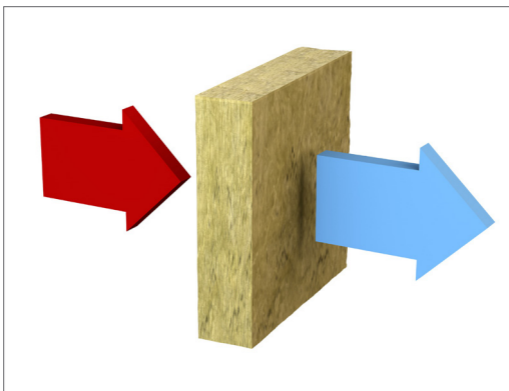
### Hvad er lambda-værdi?

Lambda-værdi, også kaldet varmeledningsevne, er et tal, der udtrykker, hvor godt et materiale isolerer.

Jo mindre et materiales lambda-værdi er, desto bedre isolerer det. ROCKWOOL Flexibatts, det mest brugte stenuldsprodukt, har lambda-værdi 37 mW/mK.

### Sådan defineres lambda:

Lambda-værdi angiver, hvor stor en energimængde, målt i Wh, der i løbet af en time passerer gennem materialet. Målingen foretages på 1 m<sup>2</sup> med en tykkelse af 1 m, når temperaturforskellen mellem de 2 flader er 1°C. Lambda-værdien afhænger ikke af produkttykkelse, men er konstant for alle tykkelser inden for samme produkt.



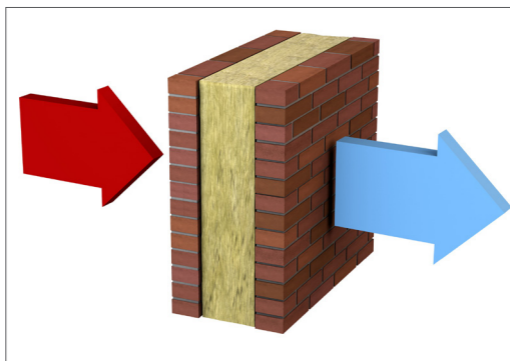
Lambda-værdien tager udgangspunkt i et materiale og udtrykker, hvor godt materialet isolerer. Jo lavere lambda-værdi - jo bedre isoleringsevne.

## Hvad er U-værdi?

Isoleringsevnen i en konstruktion - f.eks. ydervæg - angives med en U-værdi, også kaldet transmissionskoefficient. Jo mindre U-værdien er, desto bedre er konstruktionen isoleret.

### Sådan defineres U-værdien:

U-værdien angiver, hvor stor en energimængde, målt i Wh, der i løbet af en time passerer gennem  $1 \text{ m}^2$  af konstruktionen, når temperaturforskellen mellem den indvendige og udvendige flade er  $1^\circ\text{C}$ . U-værdien er tykkelsesafhængig og inkluderer alle materialer i konstruktionen.



U-værdien tager udgangspunkt i en konstruktion og udtrykker, hvor godt den samlede konstruktion isolerer.

Jo lavere U-værdi - jo mindre varmetab.

### Eksempel på U-værdi (Tegl-tegl):

Mur isoleret med:	U-værdien:
190 mm Murbatts 37	0,18 $\text{W/m}^2\text{K}$
240 mm Murbatts 37	0,14 $\text{W/m}^2\text{K}$
300 mm Murbatts 37	0,12 $\text{W/m}^2\text{K}$
350 mm Murbatts 37	0,10 $\text{W/m}^2\text{K}$

## 8. Godt at vide

### Den afgørende strukturforskel

ROCKWOOL stenuld er formstabil på grund af stenuldens specielle opbygning:

- 30% af fibre ne ligger lodret og 70% af fibre ne vandret.
- Fibre ne danner et "gitter" som fastholder strukturen
- Den specielle gitterstruktur giver en god udfyldningsevne
- Strukturen er afgørende for de gode egenskaber i forbindelse med varme- og brandisolering af bygningskonstruktioner.



Opbygning af  
ROCKWOOL  
stenuld

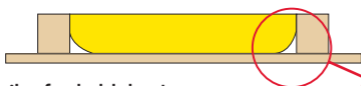


Opbygning af  
mineraluld på  
glasbasis

## Kuldebroer

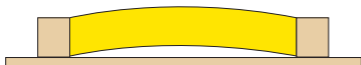
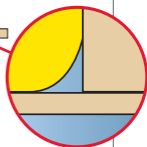
ROCKWOOL stenuld står ikke i "bro" som følge af overbredder eller unøjagtigheder ved tilskæring. Disse isoleringsfejl giver risiko for kuldebroer, og fejlene kan som regel ikke ses.

Kuldebroer giver kolde områder på indersiden af konstruktionen, med risiko for skimmeldannelse og stort varmetab. Det er derfor meget vigtigt, at isoleringen slutter tæt til konstruktionen.



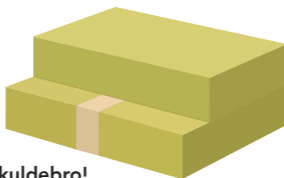
### Risiko for kuldebro!

Materialet har ladet sig trykke sammen. Denne kuldebro kan medføre sorte striber på loftet.



### Risiko for kuldebro!

Materialet står i "bro" som følge af manglende tværelasticitet. Denne kuldebro kan medføre sorte striber på loftet.



### Ingen kuldebro!

Stenuldens struktur har tilpasset sig spærfastanden og ligger tæt uden risiko for kuldebroer og sorte striber på loftet.

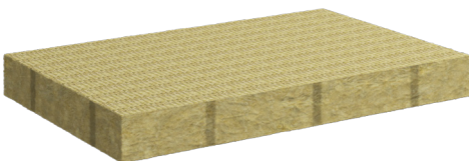
# ROCKWOOL flexegenskaber

Træ arbejder og bevæger sig under påvirkning af varme, kulde og fugt. Derfor vil målene på spær og stolper altid variere en smule.

Det har vi taget højde for i vores produkter:

- Flexibatts
- Skillevægsbatts
- BD-60 Flexibatts

Disse produkter er robuste og formstabile og flekser i både længden og bredden. De fleksible zoner kan optage helt op til 40 mm variation. Flexzonerne er afmærket på produktets kantflader.



**Der er mange fordele ved at bruge de fleksible produkter:**

- Mindre opmåling
- Mindre tilskæring
- Mindre spild
- Mindre affald
- Bedre udfyldning - ingen kuldebroer
- Hurtigere udlægning

1

### Placér

Placér isoleringspladen med de fleksible zoner foran konstruktionen som vist her



2

### Tryk

Sæt og tryk flexsiden ind mod stolpen



3

### Afslut

Skub den anden side på plads

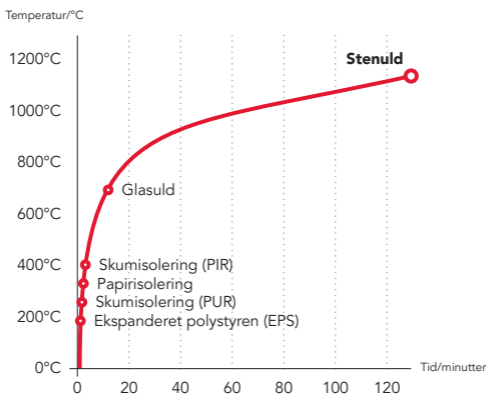




## Brand: ROCKWOOL stenulds egenskaber

ROCKWOOL stenuld er produceret af sten. Sten kan ikke brænde. Dermed er ROCKWOOL produkter født med en helt afgørende fordel frem for andre isoleringsmaterialer.

Fibrene i ROCKWOOL stenuld tåler over 1000°C uden at smelte. Bindemidlet i de yderste lag vil forsvinde ved temperaturer over 250 °C, men fibrene forbliver intakte og beskytter underliggende materialer mod videre flammepåvirkning og bidrager til at beskytte konstruktionen og begrænse brandens udvikling og spredning.



Den viste tids-temperaturkurve er standard brandkurven ISO 834, hvilken anvendes ved test og klassificering.

### Konkrete brandforsøg

Konkrete brandforsøg dokumenterer forskellen på isoleringsmaterialers brandmæssige egenskaber. Eksemplet øverst på næste side viser resultatet ved en direkte brandpåvirkning af ekspanderet polystyren (EPS), ekstruderet polystyren (XPS), mineraluld på glasbasis og ROCKWOOL stenuld.





Ekspanderet polystyren (EPS)  
efter 1/2 minut.



Ekstruderet polystyren (XPS),  
brandhæmmende, efter 1 min.



Mineraluld på glasbasis  
efter 7 minutter.



ROCKWOOL stenuld  
efter 30 minutter.

## **ROCKWOOL stenuld afgiver ikke brændende dråber eller kraftig røg**

ROCKWOOL stenuld udvikler ikke gasser og brændende dråber, som vil kunne bidrage til at sprede branden til andre dele af en bygning.

ROCKWOOL stenuld bidrager ikke til brandspredning og kan - ikke mindst - give slukningsmandskabet ekstra tid til at få branden under kontrol.



Med ROCKWOOL stenuld



Med isolering af  
skumplasttypen (EPS)



## Brand: Krav og regler

### Brandklassificeringer og overtænding

Brandklassificeringen angiver, hvor hurtigt og i hvilken grad et produkt bidrager eller ikke bidrager til brand, i form af røgudvikling og evt. brændende dråber.

EU-klasse	Egenskaber	Materiale-eksempel
<b>A1</b>	Ubrændbar. Medvirker ikke til brand.	Mineraluld, f.eks. FLEXIBATTS
<b>A2</b>	Ingen overtænding. Svært begrænset bidrag til brand.	Mineraluld Gips m. karton
<b>B</b>	Ingen overtænding. Minimalt bidrag til brand.	Brandhæmmet spånplade
<b>C</b>	Overtænding efter mere end 10 min. Noget bidrag til brand.	Tapet på gips
<b>D</b>	Overtænding mellem 2 og 10 min Middel bidrag til brand.	Træværk generelt
<b>E</b>	Overtænding inden for 2 minutter.	Brandhæmmet skumplast (XPS)
<b>F</b>	Egenskaber ikke bestemt	Skumplast (EPS)

**Klasse A** materialerne udviser ingen eller begrænset tegn på reaktion ved brandpåvirkning og afgiver ingen, eller kun meget lidt røg og ingen brændende dråber i nogen form. Materialerne anses som ubrændbare.

**Klasse E** materialerne derimod vil udvise overtænding allerede inden for 2 minutter i brandforløbet afhængig af temperaturudviklingen. Overtændingsfænomenet udgør en nærmest eksplosionagtig brandspredning med voldsom temperatur- og røgudvikling.

**Klasse F** materialerne er ikke testet.



## Røgintensitet

Materialets røgudvikling opdeles i 3 niveauer:

<b>s1</b>	Meget begrænset mængde af røgudvikling
<b>s2</b>	Begrænset mængde af røgudvikling
<b>s3</b>	Intet krav til mængde af røgudvikling

A1 kan ikke kombineres med tillægsklasser.

## Brændende dråber

Brændende dråber er ligeledes opdelt i 3 klasser:

<b>d0</b>	Ingen brændende dråber eller partikler
<b>d1</b>	Brændende dråber eller partikler i begrænset mængde
<b>d2</b>	Intet krav til mængde af brændende dråber eller partikler

ROCKWOOL stenuld er klassificeret i klasse d0.

## Klassifikationer af materialer

Sådan er den samlede klassificering af et materiale iht. overtænding, røgintensitet og brændende dråber:

Europæisk klassificering - gamle betegnelser.

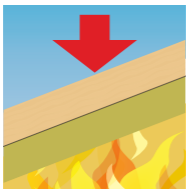
<b>A1</b>	Ubrændbart materiale
<b>A2-s1, d0</b>	Ubrændbart materiale
<b>B-s1, d0</b>	Klasse A materiale
<b>D-s2, d2</b>	Klasse B materiale

ROCKWOOL stenuld er klassificeret som ubrændbart materiale. ROCKWOOL stenuld bidrager derfor ikke til brandbelastningen i et byggeri.



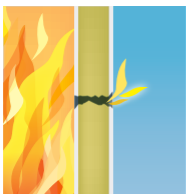
## Bygningsdele klassificeres for deres brandmodstandsevne

I forbindelse med fastlæggelse af forskellige bygningsdeles brandmodstandsevne har man fastlagt nogle krav, som materialet skal kunne opfylde i brandtest for at blive godkendt:



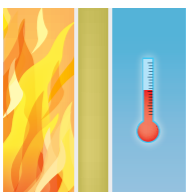
### R = Bæreevne

Konstruktionen bliver belastet med en bestemt last igennem hele brandtesten.



### E = Integritet

Konstruktionen må ikke få åbninger eller gennemtrængning af varme gasarter, som kan medføre antænding af prøvestykkets ueksponerede side eller omkringliggende materialer.



### I = Isolation

Konstruktionen skal begrænse temperaturstigningen på den ueksponerede side, som maksimalt må være 140°C i gennemsnit. Temperaturforøgelsen på et punkt må ikke overstige 180°C.

## Sådan klassificeres en bygningsdels type:

Bærende	Adskillende	Røg- og gastæt	Klassificeres som
✓			R
✓	✓		REI
	✓		EI
		✓	E



## Klassifikationstider

Mulige klasser i minutter - så lang tid kan konstruktionen holde i tilfælde af brand:

15	20	30	45	60	90	120	180	240
----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

 = Anvendes i Danmark.

Eksempel på navngivning af konstruktion:

## **REI 60 A2-s1, d0**

Bygningsdelens type:  
Bærende og adskillende  
= REI

Tidsangivelse:  
Konstruktionen kan holde  
i 60 min. ved brand

Materialeegenskaber:  
Overtænder:  
Ubrændbar og overtænder  
ikke = A2 \*

Røgintensitet:  
Afgiver kun begrænset  
mængde røg ved brand = s1\*

Brændende dråber:  
Afgiver ikke brændende  
dråber eller partikler = d0 \*

– altså en bærende og adskillende konstruktion bestående af ubrændbart materiale.

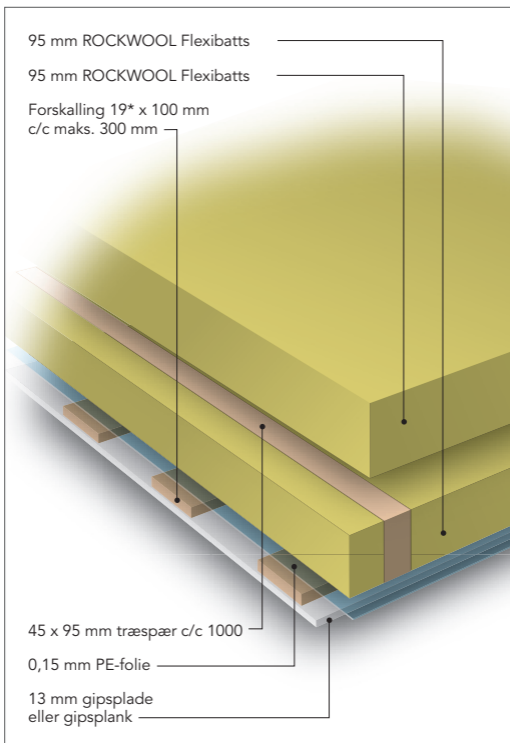
\* Se side 94-95



## Brand: Konstruktionseksempler

### Loftkonstruktion mod udnytteligt loftsrum

Loft: R 30 = bærende bygningsdel



#### Dokumentation:

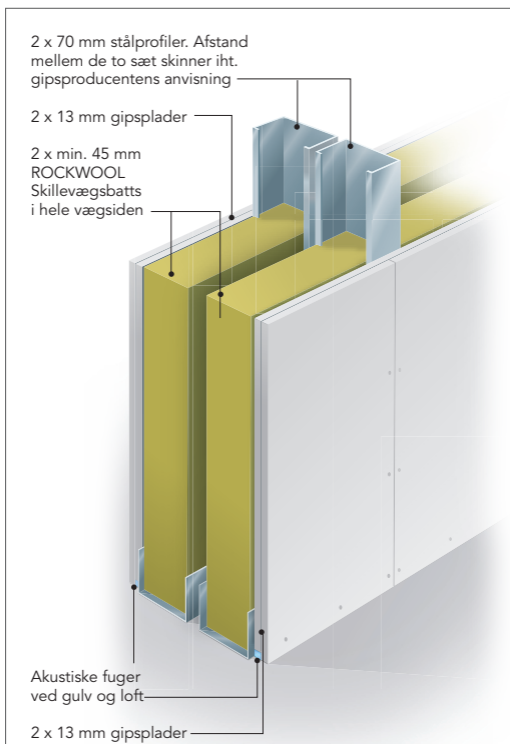
Brand: DBI sag nr. H 10134

\* Gipsproducenter kan anbefale kraftigere forskalling.



## Skillevæg gips/stål

Ikke bærende skillevæg: EI 60 A2-sl,d0



### Dokumentation:

Dano IQ vægssystem, blad nr. 3-21, okt. 1996 Gyproc.



## Lydisolering og støjdæmpning

### Hvad siger lovgivningen?

- Funktionskravet for boliger anses for opfyldt, når de udføres som klasse C i DS 490, Lydklassifikation af boliger.

Trinlydniveau	
Grænseværdier i dB - højeste værdier for vægtet trinlydniveau: $L'_{n,w}$ eller $L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$	
Rumtype	Klasse C
I beboelsesrum, køkkener eller fælles opholdsrum - trinlyd fra lokaler med støjende aktiviteter (erhverv eller fællesrum)	48
I beboelsesrum og køkkener - trinlyd fra andre boliger eller fra fællesrum	53
I beboelsesrum og køkkener - trinlyd fra fælles trapperum, gange, altaner eller tilsvarende samt fra toilet- og baderum i andre boliger	58
I fælles opholdsrum - trinlyd fra beboelsesrum, trapperum, gange, altaner eller tilsvarende samt fra toilet- og baderum	58

Luftlydisolation	
Grænseværdier i dB - laveste værdier for vægtet reduktionstal: $R'_w$ eller $R'_w + C_{50-3150}$	
Rumtype	Klasse C
Mellem bolig og fælles opholdsrum eller lokaler med støjende aktiviteter (mellem bolig og fællesrum og/eller erhverv)	60
Mellem bolig og rum uden for boligen	56
Mellem fælles opholdsrum indbyrdes	56
Dør mellem bolig og fællesrum	32





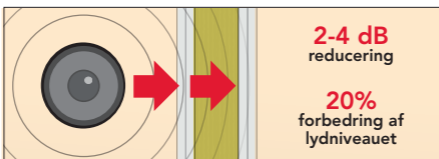
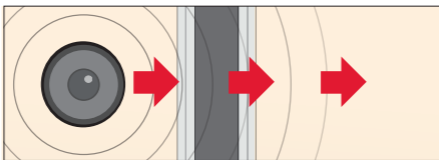
Mange mennesker udsættes i dag for uønsket støj. Støj resulterer i stress, nedsat indlæring og koncentrations-ejne og reducerer alment velbefindende.

ROCKWOOL stenulds åbne struktur gør materialet ideelt til at absorbere støj og regulere lyd.

Derfor anvendes ROCKWOOL stenuld overalt i byggeriet – både til støjdæmpning i konstruktioner og til lydregulering i rum.

### Eksempler:

Sammenlignes en uisoleret let væg med en isoleret væg, reduceres lydniveauet i den isolerede væg med 2-4 dB. Det opfattes som en forbedring på ca. 20%.



I støjfyldte rum med hårde overflader vil en lydregulering med stenuldsprodukter kunne sænke støjniveauet ca. 3-4 dB.

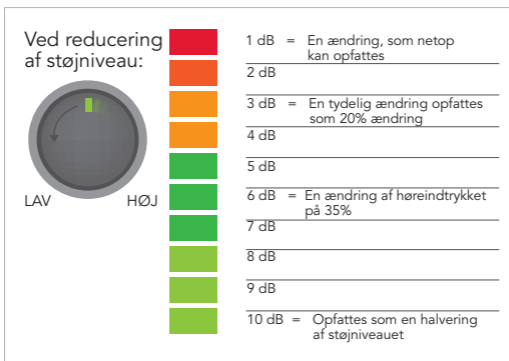


På [www.rockfon.dk](http://www.rockfon.dk) kan du finde information om lydregulerende lofter



### Sådan opfattes en ændring af støjniveauet:

- 1 dB = En ændring, som netop kan opfattes
- 3 dB = En tydelig ændring, opfattes som 20% ændring
- 6 dB = En ændring af høreindtrykket på 35%
- 10 dB = Opfattes som en halvering af støjniveauet.



### Hvad er luftlyd?

Luftlyd er lyd, der transmitteres gennem luften og stammer fra f.eks. tale, højtalere eller maskiner.

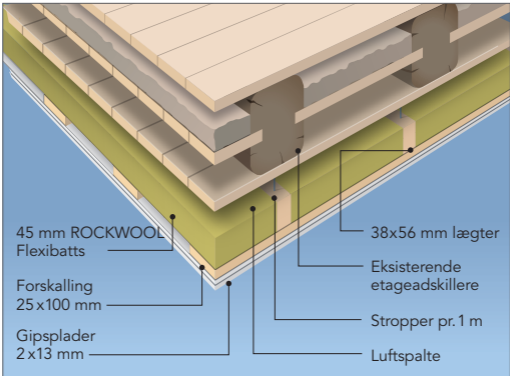
### Sådan angives luftlyd

Luftlydisoleringen angives ved et reduktionstal RW. Jo større RW, jo bedre er konstruktionens lyddæmpende egenskaber.

### Luftlydisolering for vægge og dæk

Etageadskillelser af træ har ofte en dårlig evne til at afskærme mod luftlyd.

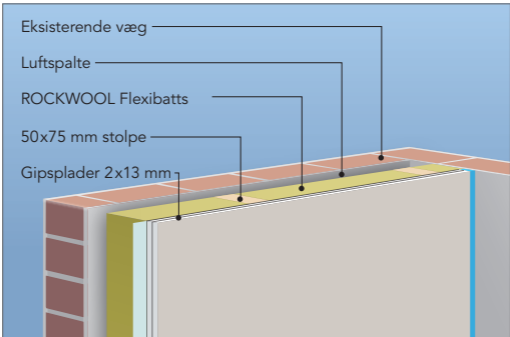
En god forbedring opnås ved at nedstroppe en træ- eller stålkonstruktion, der er isoleret med ROCKWOOL Flexibatts og 2 lag gips.



### Luftlydsisolering af indvendige vægge med forsatsvæg

Indvendige vægge – uanset om de er murede eller pladebeklædte – kan forbedres med en "forsatsvæg".

Forsatsvæggen er en væg, der ikke har direkte forbindelse med den eksisterende væg. Forsatsvæggen isoleres med ROCKWOOL Flexibatts og beklædes med 2x13 mm gips.



Denne helstenstegl-væg med en forsatsvæg får en forbedret luftlydsisolering på ca. 6 dB svarende til ca. 35%.

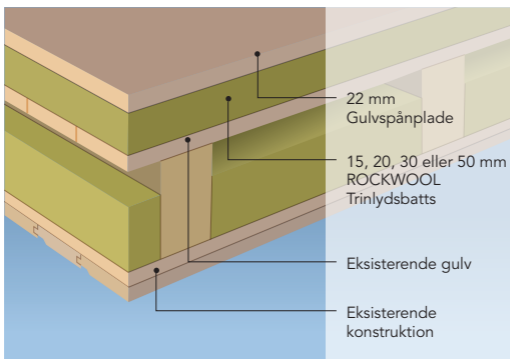


### Hvad er trinlyd?

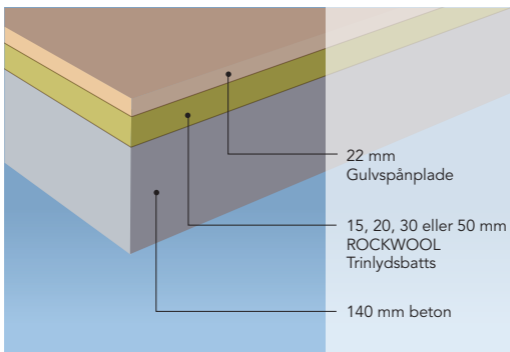
Trinlyd er f.eks. banken eller lyden af trin, som overføres gennem vægge og gulve.

### Trinlydisolering af dæk

Trinstøj, både i træ- og betonetageadskillelser reduceres effektivt med ROCKWOOL Trinlydsbatts (15-50 mm). Efterfulgt af en 22 mm gulvspånplade, hvorpå færdigt gulv udlægges.



Ved 30 mm Trinlydsbatts dæmpes konstruktionen med 6 dB



Ved 30 mm Trinlydsbatts dæmpes konstruktionen med 32 dB



## Fugt- og vandafvisning

### Fugt- og vandafvisning

Den imprægnerede ROCKWOOL stenuld er vandafvisende og optager kun vand, når dette presses eller trykkes ind i materialet. Når trykket ophører, vil vandet forsvinde, og stenulden tørrer ud igen. Derved genskabes den oprindelige isoleringsevne.

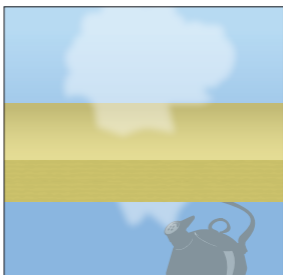
### ROCKWOOL stenuld suger ikke vand

Isoleringsmaterialer må ikke være kapillarsugende - dvs. at de ikke må suge vand.

ROCKWOOL stenuld er ikke kapillarsugende og kan derfor bruges som det kapillarbrydende og isolerende lag i terrændækkonstruktioner.

### ROCKWOOL stenuld er diffusionsåbent

ROCKWOOL stenuld har samme diffusionsmodstand som luft. Det betyder, at vanddampe kan passere isoleringslaget uden at kondensere inde i materialet.



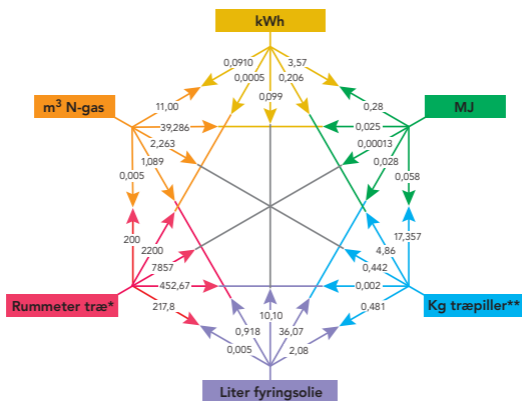
Fugt i et isoleringsmateriale nedsætter dets isoleringsevne. ROCKWOOL stenuld ser våd ud, når den udsættes for vejrlig, men det er kun de yderste fibre, der er våde.

# Omregning af energienheder

Med denne omregningsstjerne kan du nemt skifte mellem de enkelte energienheder.

1. Start ved stjernespiden med den energienhed, du kender.
2. Følg den linje, der leder hen til den energiform, du vil omregne til.
3. Multipliser antallet af dine kendte energienheder, med det første tal du møder på den linje, du følger.

## Omregning af energienheder



\*Rummeter træ: tørret/stablet bølgebrændende (fugt 18%), fastmassetal 0.70, brændværdi 4.2 kWh/kg    \*\*Træpiller: af løvtræ (fugt 7%).

## Beregningseksempel - omregn fra en energienhed til en anden:

Hvis du f.eks sparer 2023 kWh, vil det være følgende i liter fyringsolie:  $2023 \text{ kWh} \times 0,099 = 200,3$  liter fyringsolie sparet

Vil du omregne de sparede 2023 kWh til m<sup>3</sup> naturgas, er beregningen:  $2023 \text{ kWh} \times 0,0910 = 184$  m<sup>3</sup> naturgas

Du kan "køre" i enhver ønsket retning i stjernen.



# CE-mærkning af mineraluld

**FLEXIBATTS**  
FLEXER 40 MM HVOR DER ER GRØN MARKERING

92579 TUN: 1322624

95

980 570 6 3.35  
980 - 940 570 - 530

Brandklasse **A1**

CE\_GDS3 0001  
IL17:31  
DK01DOELINE12011104

λ<sub>d</sub> 0,037 W/M K  
R<sub>d</sub> 2,55 M 2 K/W

ROCKWOOL  
DK - 2640 Hedehusene  
NO - 4001 Oslo  
SE - 5501 Jönköping  
SF - 2201 Espoo

01000009257951000000000000

Her ses en forklaring på CE-mærkningen:

- 1 MW - Sikrer, at produktet er produceret iht. den europæiske standard for mineraluld.
- 2 Nummer på den europæiske standard.
- 3 T2 - Angiver klassen for tykkelsestolerancer. Flexibatts i 95 mm skal ligge i tykkelsesintervallet 90-109 mm (ifølge vores skærpede produktionskrav er intervallet 92-103 mm).
- 4 DS(70, 90) - Dimensionsstabilitet. Angiver, at produktets længde og bredde ændres maks. +/- 1% og tykkelse ændres maks. -1% ved temperatur og fugtpåvirkning.
- 5 WS - Korttidsvandafvisning. Produktets korttidsvandoptagelse er mindre end 1 kg/m<sup>2</sup>.
- 6 MU1 – Vanddampdiffusionsmodstandsfaktor [ $\mu$ -værdi]. Materialets  $\mu$ -værdi angiver forholdet mellem materialets permeabilitet over for damp i forhold til luftens permeabilitet. Er materialets  $\mu$ -værdi = 1, betyder det, at materialet har samme permeabilitet som luft. Er materialets  $\mu$ -værdi = 10, betyder det, at materialet med tykkelse 1 meter har samme permeabilitet som et lag luft med tykkelse 10 meter.
- 7 Brandklasse. A1 er den bedste.
- 8 Deklareret Lambda D-værdi. Lav værdi = Høj isoleringsevne.
- 9 Deklareret RD-værdi. RD = Tykkelse/Lambda D. Høj værdi = Høj isoleringsevne med den aktuelle tykkelse.
- 10 Certificeringsorgans logo. Teknologisk Institut er ROCKWOOL certificeringsorgan.
- 11 CE-mærket.
- 12 Certifikatnummer for ROCKWOOL Danmark A/S.

## Litteraturliste:

- **Bygningsreglementet 2018 (BR18).**  
Udgivet af Energistyrelsen.
- **SBi anvisning 224, Fugt i bygninger, 2. udgave 2013.**  
Udgivet af Statens Byggeforskningsinstitut.
- **DS418, 7. udgave. Beregning af bygningers varmetab, 2011.**  
Udgivet af Dansk Standard
- **Diverse SBI anvisninger.**  
Udgivet af Statens Byggeforskningsinstitut.
- **Eksempelsamling om brandsikring af byggeri, 2012, 2 udgave 2016**  
Udgivet af Energistyrelsen.
- **Diverse Brandtekniske vejledninger.**  
Udgivet af DBI, Dansk Brandteknisk Institut.
- **Diverse TRÆ anvisninger.**  
Udgivet af Træbranchens information.
- **VIF U-værdi 2009.**  
Udgivet af VarmelsoleringsForeningen.





ROCKWOOL Danmark A/S forbeholder sig til enhver tid ret til at foretage nødvendige produktændringer. Tekniske specifikationer er således angivet med forbehold for ændringer.

De i denne brochure viste løsninger er de på udgivelsestidspunktet almindeligt anerkendte. Stedlige forhold i byggeriet samt sagkyn- diges publikationer, f.eks. fra Statens Byggeforskningsinstitut, kan medføre behov for udførelse på anden måde end her vist.

Tilrettelægning: ROCKWOOL Danmark A/S

Layout og grafisk produktion: 3B grafisk

Udgivet af ROCKWOOL Danmark A/S, 2640 Hedehusene.  
Eftertryk kun tilladt efter skriftlig aftale med ROCKWOOL Dan- mark A/S.

35. udgave - Januar 2023

©ROCKWOOL Danmark A/S

Kontrollerede produkter. ROCKWOOL Danmark A/S er medlem af VIF (VarmelsoleringsForeningen)





**ROCKWOOL Danmark A/S**

Hovedgaden 501

2640 Hedehusene

Tlf.: (+45) 46 56 16 16

[info@rockwool.dk](mailto:info@rockwool.dk)

[www.rockwool.dk](http://www.rockwool.dk)

